

(JULIO, 1981).

- 1.- Dr. José J. Acosta Flores (Coordinador).
Subjefe de la División de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería.
Area de Ingeniería de Sistemas
UNAM.
México 20, D.F.
550-52-15 Ext. 4477

- 2.- M. en I. Francisco Alvarez Caso
Despacho de Consultoría
Ricardo Palmerín No. 11
México 20, D.F.
651-43-96

- 3.- Dr. Enrique Zepeda Bustos
Investigador
Dirección de Planeación
Gerencia de Planeación Corporativa
Teléfonos de México
Río Sena 49-8°
México 5, D.F.
525-15-30 Ext. 134

- 4.- ARQ. ALEJANDRO VILLANUEVA EGA.
PROFESOR
SUBJEFATURA DE INGENIERIA DE SISTEMAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO.
550-52-15 Ext. 4477

- 5.- SR. DON MARIANO RAFAEL BLANCO
Director
Banco Nacional de México
Isabel la Católica No. 44
México 1, D.F.
518-90-20

- 6.- Act. JUAN MANUEL MIRANDA PADILLA

CURSO: DINAMICA DE S. EMAS .

D I A	H O R A	T E M A	P R O F E S O R
Sab. 11 Julio	9:00 a 10:45	Teoría de Sistemas, Definiciones y Metodología	M. en I. Francisco Alvarez Caso.
	10:15 a 11:00	Receso	
	11:00 a 13:00	Proceso de Generación del Modelo	M. en I. Francisco Alvarez Caso.
	13:00 a 15:00	Comida	
	15:00 a 18:00	Taller Manual de Simulación.	Arq. Alejandro Villanueva Egan.
Dom. 12 Julio	9:00 a 10:45	Sistemas abiertos y con Retroalimentación, Circuitos de Retroalimentación Positiva y Negativa	Dr. José J. Acosta Flores.
	10:45 a 11:00	Receso	
	11:00 a 13:00	Circuitos Acoplados de Retroalimentación.	Dr. José J. Acosta Flores.
	13:00 a 15:00	Comida.	
	15:00 a 18:00	Modelos Corporativos y de la Industria.	Dr. Enrique Zepeda Bustos.
Lun. 13 Julio	9:00 a 13:00	Prácticas en las Terminales de Cómputo	M. en I. Francisco Alvarez Caso. Acosta J. Juan Manuel Miranda Padilla.
	13:00 a 15:00	Comida	
	15:00 a 16:00	Características de Sistemas Complejos.	Dr. José J. Acosta Flores.
	16:00 a 17:00	Contribución para el Directivo de la Tecnología en la Toma de Decisiones.	Sr. Don Mariano Rafael Blanco.

CURSO: DINAMICA DE SISTEMAS

FECHA: Del 11 al 13 de Julio, 1981.

		DOMINIO DEL-TEMA	EFICIENCIA EN EL USO DE AYUDAS AUDIOVISUALES	MANTENIMIENTO DEL INTERES. (COMUNICACION CON LOS ASISTENTES, AMENIDAD, FACILIDAD DE EXPRESION).	PUNTUALIDAD	
CONFERENCISTA						
1.	M. EN I. FRANCISCO ALVAREZ CASO.					
2.	AIQ. ALEJANDRO VILLANUEVA EGAN.					
3.	DR. JOSE DE J. ACOSTA FLORES.					
4.	DR. ENRIQUE ZEPEDA BUSTOS.					
5.	ACT. JUAN MANUEL MIRANDA PADILLA.					
6.	SR. DON. MARIANO RAFAEL BIANCO.					
7.						
8.						
9.						
ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10						

LA EVALUACION SINCERA NOS AYUDARA A MEJORAR LOS PROGRAMAS POSTERIORES QUE DISEÑAREMOS PARA USTED.

CURSO: DINAMICA DE SISTEMAS.

TEMA		ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL TEMA	GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL TEMA	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL TEMA	UTILIDAD PRACTICA DEL TEMA	
1	TEORIA DE SISTEMAS, DEFINICIONES Y METODOLOGIA.					
2	PROCESO DE GENERACION DEL MODELO					
3	TALLER MANUAL DE SIMULACION.					
4	SISTEMAS ABIERTOS Y CON RETROALIMENTACION, CIRCUITOS DE RETROALIMENTACION POSITIVAS Y NEGATIVAS.					
5	CIRCUITOS ACOPLADOS DE RETROALIMENTACION					
6	MODELOS CORPORATIVO DE LA INDUSTRIA.					
7	PRACTICAS EN LAS TERMINALES DE COMPUTO					
ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10						

SU EVALUACION SINCERA NOS
AJUDARA A MEJORAR LOS
PROGRAMAS POSTERIORES QUE
DISEÑAREMOS PARA USTED.

TEMA	ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL TEMA	GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL TEMA	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL TEMA	UTILIDAD PRACTICA DEL TEMA	
8 CARACTERISTICAS DE SISTEMAS COMPLEJOS.					
9 CONTRIBUCION PARA EL DIRECTIVO DE LA TECNOLOGIA EN LA TOMA DE DECISIONES.					
ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10					

EVALUACION DEL CURSO

3

CONCEPTO		EVALUACION
1.	APLICACION INMEDIATA DE LOS CONCEPTOS EXPUESTOS	
2.	CLARIDAD CON QUE SE EXPUSIERON LOS TEMAS	
3.	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO CON EL CURSO	
4.	CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
5.	CONTINUIDAD EN LOS TEMAS DEL CURSO	
6.	CALIDAD DE LAS NOTAS DEL CURSO	
7.	GRADO DE MOTIVACION LOGRADO CON EL CURSO	

ESCALA DE EVALUACION DE 1 A 10

1. ¿Qué le pareció el ambiente en la División de Educación Continua?

MUY AGRADABLE	AGRADABLE	DESAGRADABLE

2. Medio de comunicación por el que se enteró del curso:

PERIODICO EXCELSIOR. ANUNCIO TITULADO DE VISION DE EDUCACION CONTINUA	PERIODICO NOVEDADES ANUNCIO TITULADO DE VISION DE EDUCACION CONTINUA	FOLLETO DEL CURSO

CARTEL MENSUAL	RADIO UNIVERSIDAD	COMUNICACION CARTA, TELEFONO, VERBAL, ETC.

REVISTAS TECNICAS	FOLLETO ANUAL	CARTELERA UNAM "LOS UNIVERSITARIOS HOY"	GACETA UNAM

3. Medio de transporte utilizado para venir al Palacio de Minería:

AUTOMOVIL PARTICULAR	METRO	OTRO MEDIO

4. ¿Qué cambios haría usted en el programa para tratar de perfeccionar el curso?

5. ¿Recomendaría el curso a otras personas?

SI	NO

6. ¿Qué cursos le gustaría que ofreciera la División de Educación Continua?

7. La coordinación académica fue:

EXCELENTE	BUENA	REGULAR	MALA

8. Si está interesado en tomar algún curso intensivo ¿Cuál es el horario más conveniente para usted?

LUNES A VIERNES DE 9 A 13 H. Y DE 14 A 18 H. (CON COMIDAS)	LUNES A VIERNES DE 17 A 21 H.	LUNES, MIERCOLES Y VIERNES DE 18 A 21 H.	MARTES Y JUEVES DE 18 A 21 H.

VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 14 H.	VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 13 Y DE 14 A 18 H.	OTRO

9. ¿Qué servicios adicionales desearía que tuviese la División de Educación Continua, para los asistentes?

10. Otras sugerencias:



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

DINAMICA DE SISTEMAS

BANCO NACIONAL DE MÉXICO, S.A.

LA TEORIA DEL SISTEMA GENERAL

M. EN I. FRANCISCO ALVAREZ CASO.

JULIO , 1981.

DINAMICA DE SISTEMAS

M. en I. FRANCISCO JOSE ALVAREZ CASO

C. 01

I. La Teoría del Sistema General.

Para explicar la teoría del sistema general intentaremos tomar varios caminos con enfoques diferentes.

Empezaremos por ilustrar la solución de problemas tradicionales usando la técnica tradicional y veremos el mismo problema usando la Teoría General del Sistema.

PRIMER PROBLEMA. Se requiere construir una presa para generación de energía.

La secuencia de desarrollo de solución para este problema es tradicionalmente:

1. Ubicación de los recursos para el estudio preliminar.

2. Estudio preliminar que consta de:

- a) Demanda y Oferta de energía
- b) Localización de la cuenca
- c) Factibilidad Geológica
- d) Factibilidad Hidrológica
- e) Tipo de cortina
- f) Estudio de rentabilidad
- g) Líneas de transmisión y subestación eléctrica

3. Anteproyecto:

- a) Caminos de acceso
- b) Localización
- c) Obra de desvío, atenuas, etc.
- d) Movimiento de tierras
- e) Diseño de la cortina
- f) Casa de máquinas
- g) Obra de demasias

h) Campamento 00. 02

4. Proyecto definitivo con los conceptos del anteproyecto pero ya definidos.
5. Obtención de recursos
6. Programación de Obra y Ejecución
7. Funcionamiento

La secuencia anterior puede variar en conceptos y orden dependiendo de la obra en particular, pero la tendencia constante que tienen los estudios y el proyecto se circunscribe esencialmente a resolver el problema de generación de energía suficiente para satisfacer la demanda.

Supongamos que este mismo problema se le plantea a un especialista en sistemas. A partir del enunciado del problema que es: "Construir una presa para generación de energía para satisfacer la demanda" el especialista en sistemas genera preguntas como las siguientes:

1. ¿Cómo se llegó a la determinación de que es necesario construir una presa?
2. ¿Porqué la presa a construir es únicamente para generación y no contempla la posibilidad de ser un apoyo para el riego o el agua potable?
3. ¿Se han estudiado alternativas de localización de la presa en función de un impacto ecológico mínimo?
4. ¿Se conoce la producción potencial y actual de los terrenos a inundar?
5. ¿Cuál será el impacto urbano y regional de la obra, y qué medidas se tomaran para evitar problemas posteriores?
6. ¿Cuál será el efecto de la obra en la economía regional y en la na-

cional?.

00: 03

7. ¿Se ha explorado la alternativa de aprovechar la presa para piscicultura?
8. ¿Se ha pensado en tratar de modificar el fenómeno de migración?
9. ¿Se han investigado o planteado otras soluciones?

Es posible que existan muchas más preguntas tan importantes como éstas, en las que muy probablemente o no se ha pensado o la forma tradicional de trabajo impide que se planteen.

La principal diferencia entre la forma tradicional de resolver problemas y la teoría de sistemas radica en el enfoque con que se plantea la solución. En el sistema tradicional la necesidad sentida ocasiona que la problemática se resuelva por las causas inmediatas que la originaron que en este caso es carencia de energía suficiente, cuya solución es producir más energía. Con la Teoría de Sistemas la necesidad sentida es cuestionada en sus componentes causales pudiendo cambiarse la solución anterior a otras alternativas no pensadas ni consideradas. Sin embargo, supongamos que en ambos sistemas la solución es la misma, o sea construir una presa, entonces para lograr un planteamiento de sistemas al sistema tradicional se le agregan una serie de variables que tomen en cuenta el aprovechamiento máximo de la solución, dirigida hacia el beneficio de la comunidad con carencia de energía y hacia todas las demás comunidades que se vean afectadas por el ámbito de influencia de la solución.

También puede suceder que la solución sea diferente, por ejemplo: si la demanda de energía se debe a una fuerte migración a la ciudad y no al crecimiento natural de la demanda, y si se pueden determinar las causas de la fuerte migración, podría quizá invertirse el proceso de migración, para estabilizar la demanda de energía, esto implicaría realizar una evaluación en términos de costo y tiempo, de construir la presa para aumentar la energía disponible o crear un programa para desalentar la llegada de gente y propiciar la salida equilibrando así la demanda.

Este ejemplo aunque un poco exagerado intenta sacar a luz otras alternativas factibles y un panorama mucho más amplio que el sistema tradicional.

La forma tradicional de resolver problemas ha sido y sigue siendo en muchos países satisfacer las necesidades y carencias inmediatas que se presentan en una comunidad sin tratar de investigar, si estas carencias o necesidades son originadas por efectos diferentes a los que se suponen son los culpables a simple vista. Tampoco hay que confundir las cosas pensando que una comunidad que carece de todos los servicios indispensables tenga problemáticas subyacentes que hay que investigar para determinar si se le dota de servicios o no, esto sería un absurdo.

SEGUNDO PROBLEMA: La problemática de las ciudades.

La forma tradicional de resolver los problemas en las ciudades nacionales ha sido intentando realizar programas y proyectos para satisfacer las necesidades y carencias inmediatas de los habitantes. Todas las acciones se han encaminado a resolver problemas identificados como tales por el hecho de que estos problemas llegan a ser críticos. Al plantear e identificar estos problemas generalmente no se profundiza para ver si son efectos de problemáticas mayores y esto se debe fundamentalmente a la incapacidad de las actuales organizaciones administrativas para propiciar un enfoque sistémico que establezca profundidad en los problemas comunicación y coordinación entre si. Por ejemplo los organismos oficiales para agua potable, alcantarillado, pavimentos, transporte, vivienda, salud, educación, etc., tienen enfoques de organización para resolver sus problemas concebidos como un solo universo donde los demás problemas o son secundarios o no existen. Desde hace varios años el gobierno mexicano ha estado conciente de estos problemas y los ha tratado de resolver estableciendo soluciones globales maestras, un ejemplo es la actual Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos que nació como la fusión de la antigua Secretaría de Recursos Hidráulicos y la Secretaría de Agricultura y Ganadería, resolviendo así en parte los problemas de comunicación y coordinación que eran muy complejos. A partir de este sexenio se observa una tendencia aglomeradora en las acciones y los planes pudiéndose observar una tendencia a solucionar el problema del enfoque sistémico.

Refirámonos a la definición de sistema:

01 05.

"Un sistema es cualquier conjunto de dos o más elementos que pueden relacionarse entre sí con las siguientes propiedades":

1. LAS PROPIEDADES DE CADA ELEMENTO DEL CONJUNTO TIENEN UN EFECTO SOBRE EL CONJUNTO.

Si el conjunto en este caso es la ciudad y sus elementos son los habitantes, los servicios, la vivienda, el empleo, etc., cuando hay problemas por carencias, ineficiencia, etc., en alguno de los elementos la ciudad se ve afectada. Si escasea el agua o se contamina la ciudad baja su eficiencia disminuyendo la productividad, los habitantes se enferman o desperdician tiempo y recursos en buscar agua o descontaminarla. Si el tránsito vehicular de la ciudad se congestiona la ciudad se ve afectada por pérdida de horas-hombre aumento en índices de contaminación, etc. Si la ciudad se ve sometida a una fuerte inmigración sus recursos disminuyen. Si se uniformizan los horarios de trabajo y de vacaciones los servicios se saturan, etc., si se interrumpe la energía eléctrica se paraliza la ciudad.

Es decir que cualquier evento aislado que cambie o altere algún elemento de la ciudad tiene siempre un efecto sobre la ciudad, pudiendo variar este efecto en su importancia.

2. LAS PROPIEDADES DE CADA ELEMENTO Y SU EFECTO SOBRE EL CONJUNTO DEPENDEN DE POR LO MENOS, DE UNO DE LOS ELEMENTOS.

Por lo que ningún elemento tiene un efecto independiente en el conjunto y cada parte por lo menos es afectada por alguna otra.

Por ejemplo el tránsito urbano depende en buena medida de que haya servicio policiaco, energía eléctrica, drenaje pluvial, alcantarillado, vehículos en buenas condiciones, señalamiento, gasolineras, pavimento en buenas condiciones, estacionamientos, servicios de auxilio vial, sistema de alerta para congestionamientos, etc.. El servicio de agua potable depende de que la red esté en buenas condiciones, que no se desperdicie el agua, que haya depósitos de regulación y control, que haya ---

energía eléctrica, que el sistema de drenaje no contamine, que los --- servicios de basura sean eficientes, que los sistemas de emergencia para reparaciones funcionen, que no se autoricen tomas de agua sin los estudios correspondientes, que se realicen estudios de las pérdidas de -- carga de presión por medidores ineficientes, etc.

3. CADA SUBCONJUNTO DE ELEMENTOS DEL CONJUNTO TIENE LAS DOS PROPIEDADES ANTERIORES, O SEA, CADA PROPIEDAD DE CADA ELEMENTO TIENE UN -- EFECTO QUE NO ES INDEPENDIENTE AL ACTUAR SOBRE EL CONJUNTO.

Esto significa, que cualquier decisión o cambio que se tome dentro de cualquier elemento del sistema, ciudad, puede tener graves repercusiones sobre todo el sistema.

Como hemos planteado, se requiere de un organismo administrativo con -- gran visión que estudie las interrelaciones y coordine las acciones para el eficiente comportamiento del sistema ciudad, no es posible que -- existan oficinas aisladas que implanten sus propias soluciones sin contemplar los efectos sociales.

Al identificar problemas y plantearlos usando los sistemas necesariamente aparece el elemento social y esta es una de las características más novedosas e importantes de la conceptualización del mundo como un sistema.

Como se observa el enfoque sistémico toma en cuenta un campo mucho más amplio que el tradicional planteando colateralmente el punto de vista social y dándole una primordial importancia durante todo el proceso, -- por lo que surge un aspecto interesante, el de la optimización de los recursos. Por lo que en todo planteamiento sistémico aparece el concepto de optimización. Al concatenar el concepto, de sistemas con el de optimización, las siguientes reflexiones se vuelven importantes. Para lograr el óptimo nivel en un sistema no es necesario optimizar, cada -- uno de sus elementos pues la suma de los óptimos de las partes no es el óptimo del total. Para lograr el óptimo del sistema lo que se requiere es optimizar algún elemento y, garantizar que la interrelación entre -- los elementos que forman el sistema sea lo mejor posible. Veamos un --

ejemplo: Supongamos que deseamos obtener el mejor automóvil posible.-- Para esto seleccionamos los mejores elementos de todas las marcas: el mejor carburador, el mejor sistema de frenos, la mejor suspensión, el mejor motor, la mejor caja de velocidades, etc., una vez que tenemos -- los mejores elementos, si tratamos de armar un automóvil con estos elementos nos damos cuenta que difícilmente el mejor carburador le queda -- al mejor motor, que la mejor suspensión no se puede adaptar, ni el sistema de frenos es compatible con los demás elementos. Sin embargo, si además de seleccionar los óptimos elementos le añadimos al proceso de -- selección la condición de que los elementos escogidos sean capaces de -- interrelacionarse exitosamente, puede suceder, como de hecho pasa en la práctica, de que la restricción de que los elementos seleccionados sean capaces de interrelacionarse exitosamente domine a la circunstancia de ser los mejores. Entonces, quizá no tengamos a los mejores elementos, -- pero si a los capaces de interrelacionarse exitosamente. Por lo que, -- nuestra definición de óptimo debe contener por lo menos dos restricciones: que el elemento escogido sea el mejor dentro del conjunto factible y que también cumpla con la condición de poderse interrelacionar exitosamente con los demás elementos que se seleccionaran de igual forma que éste.

Suponiendo que la interrelación se pueda definir inicialmente en forma binaria como si existe o no, tendremos que para un sistema de n elementos necesitaremos estudiar $(n/2)(n-1)$ interrelaciones. Ahora --- bien si además de determinar si la interrelación existe o no también debemos medirla digamos en una escala de 1 al 10.

Una de las formas de conceptualizar a los sistemas es tratar de verlos como el papel o rol que juegan como parte de un sistema mayor o suprasistema. Por ejemplo al intentar hacer un estudio desde el punto de -- vista de sistemas de la Universidad esta debe conceptualizarse como --- parte del sistema educativo nacional. Al estudiar la vivienda, debe estudiarse como parte del sistema ciudad y no aisladamente.

Al tratar de curar una erupción en el cuerpo humano no debe atenderse -- a cada roncha que aparece sino deben estudiarse las causas y atender al sistema completo de salud. Al tomar en consideración el suprasistema -- e intentar definir el sistema contenido lo que se está haciendo es una-

síntesis.

06: 08'

Veamos otro ejemplo: en el campo de la Psicología ha aparecido la terapia "Gestalt", que es una palabra del alemán que quiere decir formación de un todo organizado y significativo. El propósito de dicha terapia es ayudar a un individuo a convertirse en un todo; ayudarlo a darse --- cuenta de sus partes fragmentadas, admitirlas, reclamarlas e integrar-- las con objeto de afirmar su personalidad por si mismo.

El lector podría extrañarse que se dé un ejemplo del campo de la Psicología, aclaremos esto:

En 1925 el biólogo Ludwig Von Bertalanfly, evoca el enunciado aristotélico que dice: "El todo es más que la suma de sus partes" para identificar a la Teoría del Sistema General en su tesis doctoral. Esto significa que las propiedades que ostenta el todo junto con sus partes pueden ser propiedades que solo existan dentro de este contexto o sea, que el sistema puede tener propiedades en su conjunto que surjan de la interrelación de sus elementos y que ninguno de estos posea. Podemos decir -- que las propiedades que tiene el Sistema Educativo Nacional solo las -- tiene el sistema como tal y ninguno de sus elementos las tiene.

En 1954 varios grupos de científicos americanos y europeos fundaron la Sociedad de la Teoría General de Sistemas con el siguiente programa de trabajo:

1. Investigar el isomorfismo de conceptos, leyes y modelos en varias ramas de la ciencia y ayudar en transferencias de conocimientos útiles de una rama a otra.
2. Promover el desarrollo de modelos técnicos adecuados en los -- campos que carecen de ellos.
3. Minimizar la duplicidad de esfuerzos teóricos en diferentes ramas.
4. Promover la unidad de la ciencia mejorando y auspiciando la co

municación entre especialistas.

09

En el momento que se empiezan a estudiar los sistemas surgen los conceptos de sistema abierto y sistema cerrado: La física trata sobre sistemas cerrados, o sea sistemas aislados del medio ambiente. La aparición de las máquinas en el mundo provoca la Revolución Industrial en el siglo XVIII, aparece lo que llamamos la Era de la Máquina cuyos fundamentos intelectuales intentan comprender la naturaleza del mundo usando los conceptos llamados Reduccionismo y Mecanicismo. El reduccionismo consiste en creer que todo en el mundo y toda experiencia de él puede ser reducida, descompuesta o desmembrada en sus últimos elementos simples, en partes indivisibles: átomos en la física la célula en Biología los elementos en Química, etc. El reduccionismo dio una manera analítica de pensar, "análisis" fué sinónimo de "pensamiento". El análisis consiste, primero, en separar o aislar lo que debe ser explicado, descomponiéndolo de ser posible en sus partes independientes e indivisibles de las cuales está compuesto. Después explicar el comportamiento de estas partes y finalmente agregar estas explicaciones parciales en una explicación del todo.

En el mecanicismo todos los fenómenos son considerados como explicables usando únicamente una relación última simple: causa-efecto. Si una causa se considera para su efecto, nada más se requiere para explicarlo -- que su causa. Se formularon leyes para explicar fenómenos como la caída libre de los cuerpos, excluyendo los efectos ambientales, creandose laboratorios para estudiar los fenómenos aislados de los efectos del medio ambiente. Al considerar que los efectos son completamente determinados por las causas el punto de vista determinístico prevaleció.

El compromiso con el pensamiento causal derivó una concepción del mundo como una máquina, como un reloj herméticamente cerrado, un mecanismo -- contenido en sí mismo cuyo comportamiento estaba completamente determinado por su propia estructura. La mayoría occidental tomó al mundo como una máquina creada por Dios para servir a sus propósitos, una máquina para hacer el trabajo de Dios. Adicionalmente el hombre fue considerado como creado a la imagen de Dios. Por tanto, fue completamente natural para el hombre tratar de desarrollar máquinas que le servirían a

sus propósitos, que harían su trabajo.

ca 10

Los sistemas cerrados se convirtieron en la clave de trabajo, la Termodinámica declara expresamente que sus leyes son aplicables sólo a sistemas cerrados, en particular la 2a. Ley de la Termodinámica establece -- que en un sistema cerrado, una cierta cantidad llamada entropía debe incrementarse a un máximo y por lo tanto, el proceso debe detenerse, lográndose un estado de equilibrio. La 2a. Ley puede formularse de diferentes formas una de estas es que la entropía sea una medida de la probabilidad y por lo tanto, que un sistema cerrado tiende a un estado de la distribución más probable. Y en un sistema cerrado esta distribución más probable es la de el máximo desorden. Hay sistemas que por su naturaleza y definición no son sistemas cerrados, cualquier organismo vivo es básicamente un sistema abierto pues se mantiene en continuo flujo y reflujo al construir y reducir componentes, el sistema abierto nunca se mantiene en un estado de equilibrio dinámico o termodinámico, sino que se mantiene en un estado llamado estable. Este es en esencia el fenómeno fundamental de la vida llamado metabolismo, o sea, el proceso químico dentro de las células.

Obviamente las formulaciones convencionales de la física no son aplicables a los organismos vivos y muchas características de los sistemas vivos parecen paradójicas vistas desde el punto de vista de la física, -- precisamente por ser sistemas abiertos.

En años recientes la física se ha expandido para incluir a los sistemas abiertos, habiéndose llegado a importantes conclusiones. El principio de equifinalidad dice que en cualquier sistema cerrado su estado final está determinado inequívocamente por sus condiciones iniciales podemos predecir eclipses, movimiento de los planetas, etc. En los sistemas -- abiertos el estado final puede alcanzarse con diferentes valores iniciales y de diferentes formas, este es el principio de Equifinalidad.

De acuerdo a la 2a. Ley de la Termodinámica la tendencia general de -- eventos en la naturaleza es hacia estados de máximo desorden equili---brando las diferencias existentes, cuando toda la energía sea degradada, en calor de baja temperatura uniformemente distribuido. Y el proce

sus propósitos, que harían su trabajo.

ca 10

Los sistemas cerrados se convirtieron en la clave de trabajo, la Termodinámica declara expresamente que sus leyes son aplicables sólo a sistemas cerrados, en particular la 2a. Ley de la Termodinámica establece -- que en un sistema cerrado, una cierta cantidad llamada entropía debe incrementarse a un máximo y por lo tanto, el proceso debe detenerse, lográndose un estado de equilibrio. La 2a. Ley puede formularse de diferentes formas una de estas es que la entropía sea una medida de la probabilidad y por lo tanto, que un sistema cerrado tiende a un estado de la distribución más probable. Y en un sistema cerrado esta distribución más probable es la de el máximo desorden. Hay sistemas que por su naturaleza y definición no son sistemas cerrados, cualquier organismo vivo es básicamente un sistema abierto pues se mantiene en continuo flujo y reflujo al construir y reducir componentes, el sistema abierto nunca se mantiene en un estado de equilibrio dinámico o termodinámico, sino que se mantiene en un estado llamado estable. Este es en esencia el fenómeno fundamental de la vida llamado metabolismo, o sea, el proceso químico dentro de las células.

Obviamente las formulaciones convencionales de la física no son aplicables a los organismos vivos y muchas características de los sistemas vivos parecen paradójicas vistas desde el punto de vista de la física, -- precisamente por ser sistemas abiertos.

En años recientes la física se ha expandido para incluir a los sistemas abiertos, habiéndose llegado a importantes conclusiones. El principio de equifinalidad dice que en cualquier sistema cerrado su estado final esta determinado inequívocamente por sus condiciones iniciales podemos predecir eclipses, movimiento de los planetas, etc. En los sistemas -- abiertos el estado final puede alcanzarse con diferentes valores iniciales y de diferentes formas, este es el principio de Equifinalidad.

De acuerdo a la 2a. Ley de la Termodinámica la tendencia general de -- eventos en la naturaleza es hacia estados de máximo desorden equili---brando las diferencias existentes, cuando toda la energía sea degradada, en calor de baja temperatura uniformemente distribuido. Y el proce

so mundial se pare, éste es el principio de Disipación de la Física enunciado por Lord Kelvin, en contraste con la Ley de la Evolución Biológica de Darwin que dice: El mundo vivo muestra en su desarrollo embrionario y en su evolución una transición hacia un elevado orden de heterogeneidad y organización. Pero sobre la base de la Teoría de los Sistemas abiertos la aparente contradicción entre la entropía y la evolución desaparece.

En todos los procesos irreversibles la entropía debe aumentar. Por lo tanto el cambio de la entropía en los sistemas cerrados es siempre positiva, o sea el orden es destruido continuamente. En los sistemas abiertos no únicamente tenemos producción de entropía debida a los procesos irreversibles sino que también importamos entropía que muy bien puede ser negativa. Este es el caso del organismo vivo que importa complejas moléculas de gran energía libre. Por lo que los sistemas vivos que se mantienen en un estado estable pueden evitar el incremento de entropía e inclusive desarrollarse hacia estados de mayor orden y organización.

En la teoría de la comunicación la información fluye en forma de --- energía o interrupciones codificadas de la misma como es el telegrafo, la radio, la televisión, etc. También existe la forma binaria, de ---- transmitir información mediante la decisión entre dos alternativas, por lo que con dos preguntas puede decidirse una de cuatro alternativas con tres respuestas una de ocho alternativas, etc. Por esto, se usan logaritmos base dos como medida de la información, la unidad binaria se llama bit. La información contenida en dos respuestas es $\log_2 4 = 2$ bits en tres $\log_2 8 = 3$ bits en cuatro $\log_2 16 = 4$ bits. Esta medida de la información es semejante a la medida de la entropía negativa pues la entropía se define también como el logaritmo de la probabilidad. La entropía es una medida del desorden entonces la entropía negativa o información es la medida del orden o de la organización. Otro concepto importante en la teoría de la comunicación y el control es el concepto de retroalimentación. La retroalimentación consiste en modificar la alimentación que se le está dando a un sistema, en función de los resultados o comportamiento del sistema con objeto de llevar al sistema al objetivo deseado.

Veamos la autoregulación y el Requisito de la variedad principios que -

deben tomarse en cuenta también al manejar o diseñar sistemas: Supongamos dos jugadores el A y el B. A juega, primero y luego B. A elige un renglón de la siguiente tabla y a partir de esta jugada B elige una columna. El resultado es la intersección del renglón y la columna. Si el resultado es a, A gana, si no, pierde.

		B		
		1	2	3
A	1	b	a	c
	2	a	c	b
	3	c	b	a

Al examinar la tabla se ve que B siempre ganará pues en todos los renglones existe a, y como en todos los renglones también existen b y c B puede forzar siempre el resultado que quiera o sea a, b, o c.

B tiene completo control del resultado. Si cambiamos la tabla hay varias posibilidades de diferentes estados surgiendo una variedad de situaciones desde el punto de vista de B.

Existe un tipo de tabla que permite establecer un postulado preciso de cómo debe jugar B y su probabilidad de éxito. De todas las tablas posibles consideremos, aquellas en las cuales ninguna columna tiene repeticiones. B jugará después de A observando atentamente el renglón que escogió A pues cualquier cambio en A requiere también un cambio en B.

		B		
		1	2	3
A	1	f	f	k
	2	k	e	f
	3	m	k	a
	4	b	b	b
	5	c	q	c
	6	h	h	m
	7	j	d	d
	8	a	p	j
	9	l	n	h

B puede especificar claramente cual columna escogera a partir de la selección de A, o sea B especificará una transformación que es:

Sí	B	escoge	1	A	escoge	3
"	"	"	2	"	"	1
"	"	"	-	"	"	-
"	"	"	-	"	"	-
"	"	"	9	"	"	1

o sea:

	13					
B	1	2	3	...	9	
+						
A	3	1	2	...	1	
	(1,3)	(2,1)	(2,3)	...	(9,1)	
+						
	k	k	k	...	1	

Ahora se puede establecer que la variedad en este conjunto de resultados no puede ser menor de:

$$\frac{\text{Variedad de } A}{\text{Variedad de } B}$$

en nuestro caso $9/3=3$.

En general podemos decir que si no existen dos elementos iguales en cada columna y se elige un conjunto de resultados por B, uno en cada renglón y si la tabla tiene r renglones y c columnas entonces la variedad en el conjunto de resultados no será menor que r/c .

Si en el juego anterior B es constante cualquiera que sea la selección de A, la variedad en los resultados será tan grande como la variedad de A, por lo que A ejerce el control de los resultados.

Si B tiene disponible dos selecciones entonces la variedad de resultados se reduce a la mitad y si B tiene tres selecciones posibles, se reduce a un tercio etc. Por lo que si se reduce la variedad en los resultados a una fracción de la variedad de A, la variedad de B debe aumentarse a por lo menos un mínimo apropiado. Y solo la variedad en B puede reducir la variedad de los resultados. Si la variedad se mide logarítmicamente y se mantienen las condiciones anteriores el teorema toma una forma muy simple.

Sea V_A la variedad de A medida logarítmicamente V_B la de B y V_R la del resultado. Hemos demostrado que V_R no puede ser menor que

VA-VB por lo que el mínimo de VR es VA-VB. Si VA esta dada y es fija VA-VB puede disminuirse únicamente por un incremento correspondiente en VB o sea: "Si la variedad en los resultados es mínima única mente puede disminuirse más mediante un correspondiente aumento en la variedad en B puede disminuir la variedad debido a A. Solo la variedad puede suplir a la variedad. Esta tesis es fundamental en la Teoría General de Regulación.

Veamos una aplicación:

El tránsito urbano de una ciudad tiene d destinos distintos a los que se llega por r rutas en tiempos t y a velocidades v.

Sea:

- V_d = variedad de destinos
- V_r = variedad de rutas
- V_t = variedad de tiempos
- V_v = variedad de velocidades

la variedad existente es: $V_d - V_t = a$

Supongamos ahora que se realizan obras viales que reduzcan las rutas -- manteniendo la densidad con objeto de disminuir los t.

$$V_d - V'_r = b$$

V'_r es la variedad nueva de rutas y como hay menos $V'_r < V_r$ por lo que $a < b$, o sea que la nueva variedad aumentó, si sustituimos $V_v = V_r - V_t$ tenemos:

$$V_d - V_v - V_t = d ; V_t = V_d - V_v - d ; V_t = V_d - (V_v + a)$$

$$V_d - V'_v - V'_t = b ; V'_t = V_d - V'_v - b ; V'_t = V_d - (V'_v + b)$$

O sea que al reducir las rutas con la misma densidad se disminuye el -- tiempo de recorrido pues la velocidad aumenta así como la variedad.

Veamos otro enfoque: El concepto de sistemas desde el punto de vista matemático supone que el sistema está constituido por un comportamiento que sigue una o varias leyes moduladas por parámetros.

Supongamos que un sistema dado puede representarse por un sistema de ecuaciones diferenciales simultáneas. Si la medición de los elementos del sistema, p_i ($i=1,2,\dots,n$) la representamos por q_i , para un número finito de elementos y en el caso más sencillo sería de la siguiente forma:

$$\frac{dq_1}{dt} = f_1(q_1, q_2, \dots, q_n)$$

$$\frac{dq_2}{dt} = f_2(q_1, q_2, \dots, q_n)$$

$$\frac{dq_n}{dt} = f_n(q_1, q_2, \dots, q_n)$$

Sistema inicial

El cambio de cualquier medida q_i es función de todas las q desde q_1 a q_n e inversamente el cambio de cualquier q_i implica un cambio en todas las otras medidas y en el sistema como un todo. Esto nos conduce a pensar que siempre y cuando podamos medir exactamente el comportamiento del sistema, estaremos en posibilidades de entenderlo, controlarlo y dirigirlo hacia objetivos determinados. Nos encontramos en el campo de la medición dos partes diferentes; la medición de variables físicas que se realiza mediante instrumentos de medición específicos diseñados como funciones de transferencia que relacionan las señales de entrada y las de salida, y las mediciones en las ciencias sociales que se realiza elaborando y aplicando escalas de medición de actitudes.

Describiremos el Modelo Matemático Generalizado del Sistema de medición:

El modelo más usado para medir la respuesta dinámica de un sistema de medición es la ecuación diferencial lineal ordinaria con coeficientes constantes. Suponemos que la relación entre cualquier señal entrada y

señal de salida puede representarse de la siguiente forma, haciendo hipótesis simplificadoras:

$$a_n \frac{d^n q_0}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} q_0}{dt^{n-1}} + \dots + a_1 \frac{dq_0}{dt} + a_0 q_0 =$$

$$b_m \frac{d^m q_i}{dt^m} + b_{m-1} \frac{d^{m-1} q_i}{dt^{m-1}} + \dots + b_1 \frac{dq_i}{dt} + b_0 q_i$$

siendo q_0 la señal de salida y q_i la señal de entrada. t = tiempo. a y b combinaciones de parámetros físicos considerados constantes. Si definimos el operador

$$D = \frac{d}{dt} \text{ la ecuación anterior queda:}$$

$$(a_n D^n + a_{n-1} D^{n-1} + \dots + a_1 D + a_0) q_0 = (b_m D^m + b_{m-1} D^{m-1} + \dots + b_1 D + b_0) q_i$$

Esta ecuación puede resolverse usando el método de los operadores o mediante el método de la transformada de Laplace. Si usamos el método de los operadores la solución completa q_0 se obtiene en dos partes por separado:

$$q_0 = q_{0cf} + q_{0pi}$$

q_{0cf} = solución parcial complementaria y tiene n constantes arbitrarias.

q_{0pi} = solución particular integral no tiene constantes.

Las n constantes arbitrarias se pueden valuar numericamente estableciendo n condiciones iniciales.

La solución q_{0cf} se obtiene calculando las n raíces de la ecuación característica algebraica siguiente:

$$a_n D^n + a_{n-1} D^{n-1} + \dots + a_1 D + a_0 = 0$$

Una vez encontradas las n raíces r_1, r_2, \dots, r_n la función de la

solución complementaria puede escribirse siguiendo las siguientes reglas:

Ca 17

1. Raíces reales no repetidas: Por cada raíz r existe un término de la solución del tipo ce^{rt} , donde c es una constante arbitraria. Si las raíces fueran -1.7 , $+3.2$ y 0 , la solución es:

$$c_1 e^{-1.7t} + c_2 e^{3.2t} + c_3$$

2. Raíces reales repetidas: Por cada raíz que aparece p veces la solución se escribe como:

$$(c_0 + c_1 t + c_2 t^2 + \dots + c_{p-1} t^{p-1}) e^{rt}$$

si las raíces son: -1 , -1 , $+2$, $+2$, $+2$, 0 , 0 la solución es:

$$(c_0 + c_1 t) e^{-t} + (c_2 + c_3 t + c_4 t^2) e^{2t} + (c_5 + c_6 t)$$

3. Raíces complejas no repetidas: Por cada par del tipo $a \pm ib$ la solución es:

$$ce^{at} \text{ Sen } (bt + \phi) \quad c \text{ y } \phi \text{ son constantes arbitrarias}$$

por ejemplo, si las raíces son: $-3 \pm 4i$, $2 \pm 5i$, $0 \pm i7$ la solución es:

$$c_0 e^{-3t} \text{ Sen } (4t + \phi_0) + c_1 e^{2t} \text{ Sen } (5t + \phi_1) + c_2 \text{ Sen } (7t + \phi_2)$$

4. Raíces complejas repetidas; Por cada par $a \pm ibi$ que aparece p veces la solución es:

$$c_0 e^{at} \text{ Sen } (bt + \phi_0) + c_1 t e^{at} \text{ Sen } (bt + \phi_1) + \dots + c_{p-1} t^{p-1} \text{ Sen } (bt + \phi_{p-1})$$

Si las raíces son: $-3 \pm 2i$, $-3 \pm 2i$ y $-3 \pm 2i$ la solución es:

$$c_0 e^{-3t} \text{ Sen } (2t + \phi_0) + c_1 t e^{-3t} \text{ Sen } (2t + \phi_1) + c_2 t^2 e^{-3t} \text{ Sen } (2t + \phi_2)$$

La solución completa complementaria es la suma algebraica de las individuales encontradas antes.

Para encontrar q_{0pi} no hay un método universal pues q_{0pi} depende de la forma de q_i , sin embargo si q_i se restringe a funciones de interés, en ingeniería existe el método de los coeficientes indeterminados que puede usarse. Lo primero es ver si este método sirve dado q_i .

Para un q_i dado hay una función desconocida del tiempo $f(t)$. Para saber si podemos usar este método diferenciamos repetidamente $f(t)$ y examinamos las funciones creadas pudiendo suceder lo siguiente:

1. Después de cierto orden de derivadas todas las que siguen son cero.
2. Después de cierto orden de derivadas todas las que siguen tienen la misma forma que una derivada de menor orden.
3. En cada derivada surgen formas diferentes de funciones.

El método sirve para los casos anteriores 1 y 2 para 3 deberá usarse otro método. Si suceden las formas 1 y 2 anteriores la solución a q_{0pi} es:

$$q_{0pi} = A f(t) + B f'(t) + C f''(t) + \dots$$

El miembro del lado derecho incluye un término por cada forma funcional encontrada al examinar $f(t)$ y todas sus derivadas. Las constantes, A, B, C se pueden encontrar inmediatamente sustituyendo q_{0pi} en la primer ecuación general (no dependen de las condiciones iniciales). O sea tenemos tantas ecuaciones simultáneas como incógnitas A, B, C tengamos, pudiendo encontrar A, B, C , etc.

El modelo anterior pretende postular las características correspondientes a la relación dinámica que existe entre una señal particular de entrada y su salida. Desde luego que es necesario investigar la ecuación diferencial que relacione la señal de entrada o la de salida.

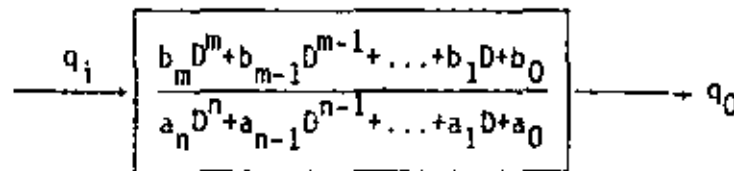
El concepto de función de transferencia relaciona q_0 con q_i tratándose a la ecuación: 066 19

$$(a_n D^n + a_{n-1} D^{n-1} + \dots + a_1 D + a_0) q_0 = (b_m D^m + b_{m-1} D^{m-1} + \dots + b_1 D + b_0) q_i$$

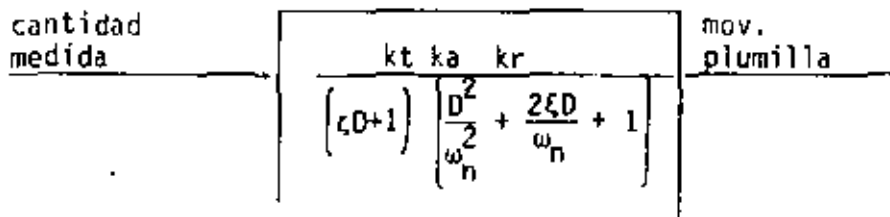
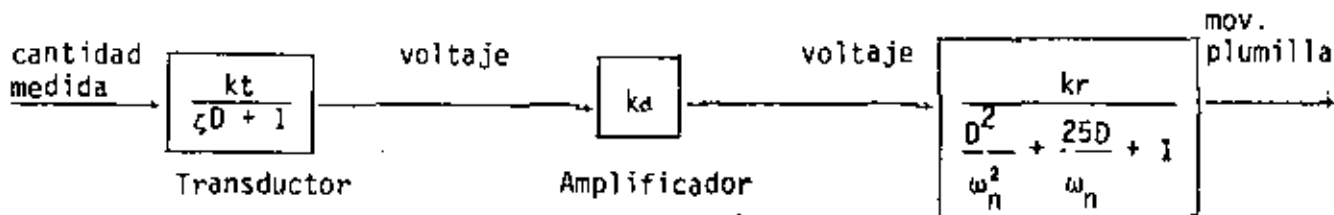
Como si fuera una relación algebraica o sea:

$$\frac{q_0}{q_i}(D) = \frac{b_m D^m + b_{m-1} D^{m-1} + \dots + b_1 D + b_0}{a_n D^n + a_{n-1} D^{n-1} + \dots + a_1 D + a_0}$$

Se usa en simbolismos gráficos para representar características dinámicas:



Si simbolizamos un medidor de voltaje con graficador tendremos:

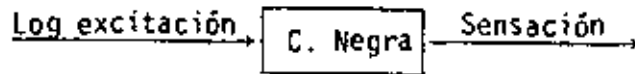


Como se observa las funciones de transferencia como su nombre lo indica transfiere las diversas acciones que ocurren en un sistema a otro sistema analogo con características de accesibilidad y análisis plausibles, - esto es: La forma como podemos medir lo que esta sucediendo en el sistema real original es simularlo mediante una analogia matemática creando un modelo experimental que nos ayude a medir lo que sucede. Tradicio--

nalmente se ha usado en ingeniería mecánica-eléctrica el modelo matemático visto.

(20

Por otro lado en la teoría de la medición la "Ley de Fechner" dice que la sensación, o señal de salida que impresiona al órgano de decisión y de acción varía como el logaritmo de la excitación, esquemáticamente:



al combinar los conceptos anteriores podríamos inferir que la función de transferencia es logarítmica, sin embargo esta aseveración esta sujeta a demostración formal.

Los sistemas de ecuaciones del tipo visto, se encuentran en muchos campos de la ciencia y representan un principio general en la Cinética. En 1944 S. Krabal usó una expresión general como el sistema inicial de ecuaciones como la ley de la acción de la masa, en 1925 Lotka usó el mismo sistema en problemas demográficos. Las ecuaciones desarrolladas por Volterra, Lotka, D'Ancona, Gauss y otros son casos especiales de este sistema. En 1945 Spiegelman usó ecuaciones análogas para establecer la cinética de procesos celulares y la teoría de la competición dentro de un organismo. En 1947 G. Werner planteó un sistema similar como la ley base de la farmacodinámica, etc.

Esta definición de sistema de ninguna manera es general, sino una abstracción espacial y de tiempo. Sin embargo es posible plantear varias propiedades generales de los sistemas:

Hay una condición de estado estacionario que se caracteriza por la desaparición de los cambios dq_i/dt en este caso $f_1=f_2=\dots=f_n=0$, al igualar a cero obtenemos n ecuaciones con n variables, al resolver el sistema tendremos:

$$q_1=q_1^*, q_2=q_2^* \dots q_n=q_n^*$$

Estos valores son constantes, puesto que en el sistema los cambios han desaparecido. En general habrá un cierto número de estados estaciona-

rios algunos estables otros inestables. Si el sistema en estudio consta de elementos del mismo tipo, el sistema de ecuaciones se reduce a -- una sola ecuación:

$$\frac{dq}{dt} = f(q)$$

Si desarrollamos en serie de Taylor y consideramos el primer término:

$$\frac{dq}{dt} = a_1 q$$

dependiendo si a_1 es + o - la solución es:

$$q = q_0 e^{\pm a_1 t}$$

que es la ley exponencial.

Si en el caso anterior conservamos los dos primeros términos de la serie:

$$\frac{dq}{dt} = a_1 q + a_n q^2 \quad \text{cuya solución es:}$$

$$q = \frac{a_1 c e^{a_1 t}}{1 - d_1 c e^{a_1 t}}$$

La solución corresponde a la curva llamada logística, y que en Sociología se conoce como Ley de Verhuist y describe el crecimiento de la población humana con recursos limitados. En Química es la curva de una reacción autocatalítica, en donde el producto de la reacción acelera la autoproducción. Estos ejemplos demuestran que se puede llegar a encontrar ciertas leyes de la naturaleza formalmente y no únicamente con base en la experiencia, existiendo una Teoría General del Sistema que trata sobre las características formales de los sistemas y esto intenta de mostrar que en la naturaleza existe una cierta uniformidad.

Repasemos ahora las diferencias entre el Método tradicional y el nuevo y consideremos algunos aspectos importantes de los sistemas sociales.

Método Tradicional. Usa la concepción de sistema cerrado, siendo empírico intuitivo. Toma al mundo tal como está examina uno a uno elementos existentes buscando cierta regularidad para establecer hipótesis y demostrarlas para tomar decisiones de control sobre el sistema estudiado. El criterio generalmente usado para elegir el sistema ha estudiarse ha basado en la satisfacción de las necesidades del hombre como son: eliminación de las enfermedades, alimentación suficiente, vivienda, educación, servicios diversos, etc. Con este método el hombre ha intentado resolver sus problemas en algunos campos como el de la Planificación Urbana. El método consiste en tener inventarios de información diversa y a través de especulación y análisis documental de tendencias históricas, dar soluciones a los problemas.

Método Nuevo: Aplica la síntesis, considera el conjunto de todos los sistemas concebibles reduciéndolo a dimensiones manejables, mediante el uso de sus variables significativas. La resolución de problemas se basa en el estudio de la interrelación de los sistemas en el conjunto y usa el sistema tradicional para los planteamientos iniciales, y la formulación de hipótesis. En el caso de la Planeación Urbana se establecen modelos matemáticos de los diversos sistemas urbanos, que junto con los económicos empiezan a enlazarse en la actualidad para poder simular la realidad. Los elementos sociales apenas empiezan a tomarse en consideración en estos sistemas, observándose la imperiosa necesidad de formular y estudiar los sistemas sociales.

Este método esta fuertemente ligado con la Planeación actual y los principales obstáculos para su aplicación es la carencia académica actual - en todo el mundo de un programa educativo que produzca el tipo de investigador que pueda conducir una investigación de sistemas en un contexto interdisciplinario, pues las corrientes actuales en las Universidades - tienden hacia la especialización.

Paralelamente a este desarrollo aparecen la Planeación, pero ya no como en una de sus definiciones originales "toda actividad humana organizada premeditadamente", sino como una ciencia que se encuentra en la etapa experimental y que usa como apoyo entre otras a la Teoría General del Sistema. La Planeación estudia, analiza, sintetiza, pronostica y re---

troalimenta la información disponible en un proceso continuo con objeto de distribuir y asignar equitativamente los productos, beneficios y servicios de la forma mas eficientemente posible en la comunidad dentro -- del marco político económico y social del sistema de Gobierno prevaleciente; recurre a la observación y análisis de los fenómenos usando técnicas como la inferencia estadística y los modelos de simulación, estando actualmente en estudio la componente social como un conjunto de parámetros que determinan en forma preponderante las decisiones a corto y mediano plazo. La Planeación puede ser táctica o estratégica. La primera se refiere a la selección de medios para la consumación de objetivos específicos determinados anteriormente, la estratégica a la determinación de objetivos establecidos para un nivel mayor de organización, cubriendo un plazo mayor.

Puesto que en nuestro país la Planeación es de administración reciente, los elementos con los que se cuenta son los estudiados en otros países y el aspecto de la investigación se refiere a la adaptación de estos -- elementos a nuestro medio nacional, sin embargo las Ciencias Sociales -- que en nuestro país tienen características propias se empiezan a integrar en el contexto de estos elementos para establecer una modalidad nacional de Planeación que además de tomar en cuenta los niveles Nacional, Regional, Estatal y Municipal, tome en cuenta los diferentes estratos -- de ingreso, las costumbres, y en general los fenómenos sociales. Es -- así como podemos hablar sobre el enfoque de Sistemas en Planeación; Habiendo contemplado el universo y elegido todas las variables que pueden afectarnos de entre los diferentes sistemas el suprasistema y los subsistemas, y habiendo realizado una síntesis de los sistemas anteriores -- estudiando sus interrelaciones y determinando las metas y objetivos, -- procederemos a formular la evaluación de los diferentes proyectos propuestos con estas bases con objeto de presentar una idea clara de los -- medios y los objetivos a las decisores para una elección adecuada de la alternativa de solución.

Veamos las diferencias entre los problemas sociales y los no sociales.

Uno de los principales escollos que surgen al tratar con problemas sociales es el de la formulación y comprobación de hipótesis, pues cuando

000 24

las hipótesis son formulables, ya esta formulación constituye parte de la solución buscada. En problemas no sociales el inicio es precisamente por la formulación de las hipótesis.

Al realizar varias lecturas sobre temas relacionados con comunidades y sistemas se encontraron características de los problemas sociales y de los no sociales identificadas durante los procesos de formulación, desarrollo, planteamiento y solución, habiéndose resumido de la siguiente forma:

1. No hay una formulación definitiva a un problema social. La información necesaria para comprender el problema depende de la idea que se tenga para resolverlo. Para describir el problema ampliamente se necesita un inventario exhaustivo de todas las posibles soluciones. La razón es que cualquier pregunta subsecuente depende de lo que se haya investigado del problema. Se puede decir que la comprensión del problema y su solución son concomitantes. Por lo tanto para poder anticipar preguntas (para obtener la información requerida) es necesario conocer todas las soluciones posibles.

Veamos por ejemplo qué es necesario para identificar la naturaleza del problema de la emigración ilícita de nacionales al extranjero: ¿Será el mayor ingreso?; ¿El ingreso únicamente?; ¿El mejor nivel de vida?; ¿Se deberá al desarrollo económico fronterizo? y si es así, ¿No será éste reflejo de otra situación o simplemente el problema se debe a un deficiente control administrativo de fronteras?.

Si formulamos el problema desde sus fuentes originales de tal manera -- que identifiquemos claramente los mecanismos pudiendo establecer la imagen del problema o diagnóstico, diciendo cuál es el origen y raíces del problema, entonces hemos encontrado la solución. Encontrar la formulación de un problema social es lo mismo que encontrar su solución.

NO SOCIALES	SOCIALES
1. La formulación de los problemas está perfectamente bien definida	La formulación de los problemas no es definitiva.
2. Al usar la relación causa-efecto los errores pueden disminuirse a un mínimo.	No puede usarse la relación causa-efecto para resolver problemas.
3. Existe un conjunto numerable de soluciones potenciales identificadas	No existe un conjunto numerable de soluciones potenciales identificadas.
4. Existen varias familias de clases de problemas	Debido a la complejidad, todos los problemas son diferentes.
5. Los niveles de análisis están perfectamente bien definidos.	Cada problema puede considerarse como síntoma de otro, existen varios niveles de análisis.
6. Al encontrar los valores de las incógnitas del problema termina.	No hay regla fija para establecer la terminación.
7. La solución es verificable sustituyendo valores.	La solución solo es verificable en parte después de cierto tiempo.
8. La solución es verdadera o falsa.	La solución es eficiente o ineficiente.
9. Las hipótesis se pueden comprobar o desechar.	La comprobación o rechazo de las hipótesis es relativa.
2. Las soluciones a los problemas sociales no pueden investigarse usando la relación "causa-efecto", sin embargo es posible obtener alguna experiencia aplicando esta relación a soluciones históricas. Cada solución implementada deja rastros que no pueden ignorarse, no puede construirse una presa para ver cómo funciona y después modificarla al constatar su ineficiencia. Muchas obras públicas son de hecho irreversibles y sus consecuencias sociales también. La vida de muchas personas ha sido afectada y grandes cantidades de dinero se han gastado en este tipo de obras. Cualquier intento para invertir la decisión o corregir las consecuencias se convierte a su vez	

en otro problema.

000 26

3. Los problemas Sociales no tienen identificado un conjunto de soluciones numerables potenciales, ni tan poco existe un conjunto de -- operaciones predeterminado para incorporarlas al plan. No existe -- un criterio para demostrar que todas las soluciones posibles han si -- do identificadas y consideradas.

Puede suceder que no se encuentre una solución debido a inconsistencias en la imagen o diagnóstico del problema, sin embargo siempre -- hay un conjunto de soluciones potenciales que surgen y otro que ni -- se imagina. Es entonces cuando hay que decidir si se amplia el con -- junto potencial de soluciones o no. Por ejemplo, mucho se ha discu -- do sobre el valor de la tierra, los conjuntos urbanos eficientes y -- los programas periódicos de construcción de viviendas, la atención -- principal se ha enfocado a lograr vivienda barata inmediata, ni si -- quiera económica y mucho menos se ha planteado resolver el problema contemplando soluciones a los movimientos migratorios, o a el con -- trol de la natalidad, o a otras posibles causas.

4. Cada problema Social es esencialmente único. Desde luego que para -- cualesquiera dos problemas parecidos puede encontrarse una propie -- dad peculiar que los distinga, sin embargo al mencionar lo único -- nos referimos que a pesar de las muchas similitudes entre un proble -- ma actual y otro anterior, siempre puede existir una propiedad adi -- cional distintiva de mucha importancia. Parte del desarrollo de es -- te tipo de problemas es que en primera instancia no se sabe qué ti -- po de solución aplicar.

No existen clases de problemas Sociales en el sentido de que puedan desarrollarse principios de solución que se ajusten a todos los -- miembros de la clase. Por ejemplo: las condiciones de construcción del metro de la Ciudad de México pueden parecer semejantes independientemente del subsuelo, a la construcción del metro de Guadalajara, sin embargo, los hábitos residenciales, el contexto urbano, etc -- pueden hacer que el problema sea muy diferente.

5. Cada problema Social puede considerarse como síntoma de otro problema. Los problemas pueden describirse como discrepancias entre el estado actual del sistema y el estado futuro. El proceso de solución comienza con la búsqueda de una explicación causal de la discrepancia. Al eliminar esta causa, se plantea otro problema del cual el problema original es un síntoma, y a su vez éste puede considerarse como el síntoma de otro problema.

El nivel al que se establezca el problema depende del analista y no puede establecerse lógicamente, no existe un nivel natural del problema, pero mientras más alto sea el nivel de formulación del problema, éste será más amplio y general y su solución más difícil. Por otro lado hay que evitar curar los síntomas, sino atacar la enfermedad, y por lo tanto, hay que ubicar el nivel lo más alto posible, a veces se adopta la política de dirigirse a un nivel más bajo para ir subiendo desde ahí por pasos, con la esperanza de contribuir sistemáticamente a la mejora global, pero si el nivel es muy bajo las cosas pueden empeorar y dificultarse más el tratamiento con niveles más elevados; o sea que una mejora marginal no garantiza la mejora total. Por ejemplo computarizar un proceso administrativo puede redundar en costos más bajos, facilidad de operación, etc., pero al mismo tiempo se hace más difícil hacer cambios estructurales en la organización, debido a que la perfección técnica refuerza a los patrones de organización y normalmente aumenta los costos del cambio. Bajo estas circunstancias no sorprende que los miembros de la organización tienden a ver los problemas a un nivel más bajo del suyo propio. Por ejemplo, si se les pregunta a los profesores sobre los problemas de la universidad, muchos contestarán que el principal problema es la deficiencia de conocimientos con que llegan los alumnos.

6. Los problemas Sociales no tienen regla fija de terminación. Cuando se trata de una ecuación matemática, al encontrar los valores de la incógnita el problema termina, y este es el criterio para saber cuando se ha encontrado una solución. En problemas de Planeación Social esto no sucede, pues el proceso de entendimiento del problema es idéntico al proceso de solución debido a que no existe un cri

terio para determinar si el problema está completamente entendido - y porque no se conocen los extremos de las cadenas causales que --- unen la interacción de los sistemas. O sea que siempre puede mejorarse la solución invirtiendo más trabajo. La terminación de estos trabajos no se debe a la lógica, sino a una optimización de los recursos invertidos para obtener simplemente una solución.

7. No hay prueba inmediata ni última de la solución de un problema social. En problemas matemáticos se tiene el control absoluto de la solución, pero en problemas sociales cualquier solución que se implemente generará consecuencias sobre un largo período.
8. Las soluciones a los problemas sociales no son verdaderas o falsas, son eficientes o ineficientes.

Existen criterios convencionales para decidir objetivamente si la solución de una ecuación es verdadera o falsa. Sin embargo en problemas sociales los juicios posibles para establecer la corrección de las decisiones difieren ampliamente de acuerdo a los grupos de estudio, sus intereses personales, su escala de valores y sus tendencias ideológicas.

9. La existencia de una discrepancia de un problema social puede explicarse de varias formas. La explicación escogida determina la naturaleza de solución del problema. Cuando en la ciencia existe evidencia en conflicto, se procede así: bajo las condiciones C y asumiendo la validez de la hipótesis H, el efecto E debe ocurrir. Ahora si dado C, E no ocurre, H debe refutarse: sin embargo en los problemas sociales se admiten otras modalidades; puede negarse que E no ha -- ocurrido o puede explicarse la ocurrencia de E a través de un proceso de intervención sin tener que abandonar la hipótesis H, veamos un ejemplo: Supongamos que alguien trata de explicar los atracos en Ciudad Universitaria diciendo que no hay vigilancia suficiente. Este sería la base de la solución y se aumentaría la vigilancia. Supongamos que en los años posteriores se aumenta el número de arrestos, pero que el incremento de atentados tenga una tasa un-

poco menor que el incremento en la vigilancia. ¿Habrá ocurrido --- el efecto E?, ¿No habrán reducido los atracos aumentando la vigilancia? Si la respuesta es negativa, se pueden dar varias explicaciones no científicas para sostener la hipótesis H de que aumentando la vigilancia disminuyen los atracos: "Es muy poco tiempo para sentir adecuadamente los efectos", "Si no se hubiera aumentado la vigilancia no hubieran aumentado los atracos", etc., sin embargo también se puede defender el punto diciendo que si ha ocurrido E, -- "Pues el número de arrestados ha aumentado".

Al tratar con este tipo de problemas, las formas de razonamiento -- usadas en los argumentos son mucho más ricas y versátiles de lo permitido en el desarrollo científico formal.

Debido al carácter único del problema y ante la imposibilidad de -- experimentación o simulación rigurosa, no es posible probar la hipótesis H o rechazarla, hasta después de su implementación.

Tomando en cuenta el material presentado hasta aquí, presentaremos un intento de formato para la fundamentación de una teoría social desde el punto de vista matemático:

- (1) Podemos decir que cualquier comunidad humana esta formada por elementos que actuan en el espacio cambiando continuamente. La situación de cada elemento se determina por la combinación de fuerzas interactuantes y por la única variable independiente de todos los procesos, el tiempo. Esto puede expresarse como una ecuación diferencial ordinaria.
- (2) La teoría física de los campos, en esta teoría todos los procesos se definen por cantidades de campo que tienen un valor bien definido en el espacio y este valor usualmente depende del tiempo. Por lo que tenemos cuatro variables independientes, las tres coordenadas espaciales y el tiempo. Socialmente podemos ubicar a un elemento por sus coordenadas que pueden ser: edad, experiencia, estudios, poder económico, poder político, poder social, etc. y el tiempo.

(3) Las leyes que se basan en estos conceptos se expresan en ecuaciones diferenciales parciales.

Para manejar casos específicos necesitamos definir condiciones iniciales y de frontera.

Las coordenadas pueden darse como tensores que pueden sensibilizarse a diversos efectos unitarios a estudiar para poder determinar las características de regulación posibles.

Estas ideas se presentan como una muestra de la aplicación de la Teoría del Sistema General.

Para poder diseñar sistemas debemos contemplar claramente los siguientes conceptos:

1. La definición de sistema
2. La forma de realizar síntesis
3. La Ley de la variedad
4. La diferencia entre problemas sociales y no sociales
5. El Sistema de medición a usar
6. La investigación de posibles funciones de transferencia.
7. El concepto de Sistema óptimo
8. El concepto de entropía
9. El Suprasistema y los subsistemas
10. El ámbito del problema o sistema.

Trataremos de establecer una metodología para el diagnóstico y solución de problemas de la comunidad desde el punto de vista de la Teoría General del Sistema.

Definiciones:

Comunidad es un conjunto humano interrelacionado por el hecho de tener su residencia en la misma localidad, por estar sujeto a las mismas leyes y reglamentos o por tener cierto nexo especial de unidad tal como pertenecer a un mismo organismo, tener el mismo origen o -

filiación religiosa, etc.

Los sistemas siempre han existido, la Teoría General del Sistema sólo - establece un punto de vista para su estudio tratamiento y desarrollo, - veamos la comparación entre los puntos de vista tradicional y de sistemas.

PROPIEDADES DE LOS SISTEMAS	PUNTO DE VISTA TRADICIONAL	PUNTO DE VISTA DE T.G. DE SIST.
Vivos o no vivos	No vivos	Abiertos
Cerrados o abiertos	Cerrados con retroalimentación	Abiertos
Descomposición	Descomposición en componentes independientes	Descomposición solo en componentes dependientes
Agregación	El todo es la suma de sus partes	El todo puede ser mayor que la suma de sus partes.
Interrelación	Se toma muy poco en cuenta	No puede dejarse de tomar en cuenta
Complejidad	Se debe al tamaño	Se debe a la organización
Conceptos básicos	Minimizar fuerza y energía	Minimizar la entropía
Entropía	Equilibrio	Minimizarla
Objetivos	Se determinan usando básicamente los antecedentes	Se determinan por las consecuencias futuras previstas o diseñadas
Jerarquía	Las propiedades de los sistemas a niveles mayores se infieren a partir de sist. de nivel inferior.	Las propiedades de los sistemas a niveles mayores no pueden inferirse de los subsistemas componentes.

Al observar a la comunidad desde el punto de vista de sistemas, podemos afirmar que sus características son las de un sistema vivo, abierto, -- que sólo puede descomponerse en componentes dependientes, que tiene propiedades que no tienen sus partes, que existe con una organización determinada y que sus objetivos se pueden determinar.

O sea que el sistema comunidad puede referirse a cualquier actividad del hombre con dos o más elementos de cualquier tipo interrelacionados entre sí y que tengan las propiedades de los sistemas, pudiendo hablar de una comunidad urbana, rural, sindical, universitaria, administrativa, cultural, intelectual, etc.

La metodología para la solución de problemas se caracteriza de la siguiente manera (2).

1. El problema se define en relación a los suprasistemas o sistemas a los cuales el sistema en cuestión pertenece y se relaciona por objetivos comunes.
2. Los objetivos del sistema no se encuentran en el contexto de los subsistemas, sino que deben visualizarse con relación a sistemas mayores o al suprasistema.
3. Las soluciones deben evaluarse en términos de costos de oportunidad, o en la cantidad de divergencia que la solución tiene de la solución óptima.
4. La solución o sistema óptimo normalmente no puede encontrarse incrementando o adaptando sistemas existentes. Se requiere de la planeación, evaluación e implementación de alternativas nuevas que ofrezcan innovaciones y creatividad.
5. El diseño de sistemas de solución requiere de una forma de pensar tal como inducción y síntesis que difieren de los métodos deductivos y reductivos.
6. La Planeación se concibe como un proceso donde el planeador toma el papel de líder en lugar de seguidor.

Como se puede apreciar el resolver problemas usando el punto de vista de sistemas requiere del diseño de un sistema de solución y para obtenerlo es necesario aplicar una metodología que intenta tener una visión sumamente amplia para tomar en cuenta lo más posible. Muchos problemas

ya se encuentran planteados y sin embargo las soluciones no, esto se -- debe a que los problemas son originados por otros no detectados. En -- cierta forma el planteamiento del punto de vista de sistemas tiene seme -- janzas con los problemas sociales planteados

en cuanto que una vez planteado el problema, su solución es casi inme -- diata pues el planteamiento conduce fácilmente a la solución posterior -- que depende de los recursos, la situación política, las prioridades de -- tectadas y la forma de implementación.

A continuación describiremos detalladamente los pasos a seguir dividi -- dos en tres fases; políticas, evaluación e implementación:

FASE 1 POLITICAS:

PASO 1 DEFINICION DEL PROBLEMA

Se relaciona con la determinación de las fronteras del sistema de solu -- ción así como con las restricciones impuestas al sistema. Debe usarse -- una comparación entre los recursos disponibles y las necesidades. El -- enunciado de la definición del problema deberá incluir:

- a) Los beneficiados.
- b) Las necesidades por satisfacer.
- c) Una explicación de los alcances de la satisfacción de las necesida -- des.
- d) Los agentes que intervienen: Planeadores, economistas, decisores, -- etc. Con una lista de sus intereses dentro del proyecto de solu -- ción.
- e) Los métodos. Una descripción general de los métodos que se usarán -- para resolver el problema.
- f) Un moderador que indique las limitaciones de los sistemas para re -- solver problemas.

PASO 2 UN ENUNCIADO GENERAL DE LA FILOSOFIA DEL TRABAJO Y:

- a) Definir el lenguaje y los términos usados claramente.
- b) Promover el entendimiento mutuo entre los que intervienen.
- c) Concientizar a los decisores de los probables efectos de sus deci -- siones.

PASO 3 DETERMINACION DE OBJETIVOS Y METAS:

Debe realizarse de tal forma que en su determinación estén implicados métodos para medir su consumación debiéndose tomar en cuenta.

- a) Las necesidades y los deseos.
- b) Los niveles de esperanza y aspiraciones
- c) El consenso general.

PASO 4 BUSQUEDA Y GENERACION DE ALTERNATIVAS:

Dependiendo del problema de que se trate debemos generar alternativas de solución y programas alternativos de acción. La búsqueda de alternativas depende de las restricciones de tiempo, costos y recursos dedicados al proyecto del sistema de solución. Además la búsqueda de alternativas está limitada por el conocimiento de los que intervienen y por el hecho de que sólo son comparables una cuantas alternativas a la vez.

FASE II EVALUACION.

PASO 5 IDENTIFICACION Y MEDICION DE PRODUCTOS Y ATRIBUTOS:

Las alternativas producen productos, su identificación es uno de los aspectos más difíciles y críticos sobre todo al manejar sistemas sociales. Los atributos se pueden determinar por las medidas de efectividad, cada atributo deberá revisarse para determinar si cumple con los objetivos.

PASO 6 EVALUACION DE ALTERNATIVAS:

Las diferentes alternativas se deben evaluar y comparar de una forma -- consistente, la comparación usualmente se hace en el contexto de un modelo de decisión o una estructura formal aplicable a cada producto.

El modelo deberá proporcionar un procedimiento lógico y uniforme mediante el cual los insumos y productos, los costos y los retornos, los costos y los beneficios u otros atributos que se relacionen con la efectividad del sistema puedan compararse.

PASO 7 MEDICION DE EFECTOS SOCIALES:

Este aspecto incluye indicadores sociales y contabilidad social que --- complementan a los indicadores económicos.

PASO 8 PROCESO DE ELECCION:

Realizar una elección implica que varias alternativas y salidas convergen a una solución única. El proceso de convergencia es el resultado - de integrar racionalmente los aspectos técnicos económicos sociales y - políticos en un sistema de solución, que sea práctico factible y acepta ble.

FASE III. IMPLEMENTACION

PASO 9 OPTIMIZACION:

Intenta establecer el mejor uso de los recursos en forma tal que a un - insumo dado corresponda un producto tal que su elaboración cueste lo me nos posible y que dicho producto proporcione los máximos beneficios en - comparación con otros.

PASO 10 SUBOPTIMIZACION:

Procede igual que la optimización pero su enfoque se refiere a las apli - caciones prácticas de los modelos de optimización, es decir a veces lo - óptimo no es factible y hay que suboptimizar.

PASO 11 SIMPLIFICACION DE LA COMPLEJIDAD:

Al estudiar varios sistemas el analista reduce la complejidad simplifi - cándola, disminuye el problema haciendolo más específico y trata con -- los subsistemas o las fronteras que él puede explicar y comprender, lle - vando las cosas a los campos que él conoce donde tiene modelos, métodos - y algoritmos a su disposición y donde las probabilidades de éxito son - mayores.

PASO 12 LEGITIMIZACION Y CONSENSO:

La aceptación e implementación de un sistema de solución empieza promoviendo primero la aceptación de los objetivos y de sus posibles alternativas. Para estar de acuerdo es necesario realizar un proceso de legitimización y consenso donde sus hipótesis de los planeadores y las accesidades de los clientes se integren para resolver los conflictos.

PASO 13 IMPLANTACION

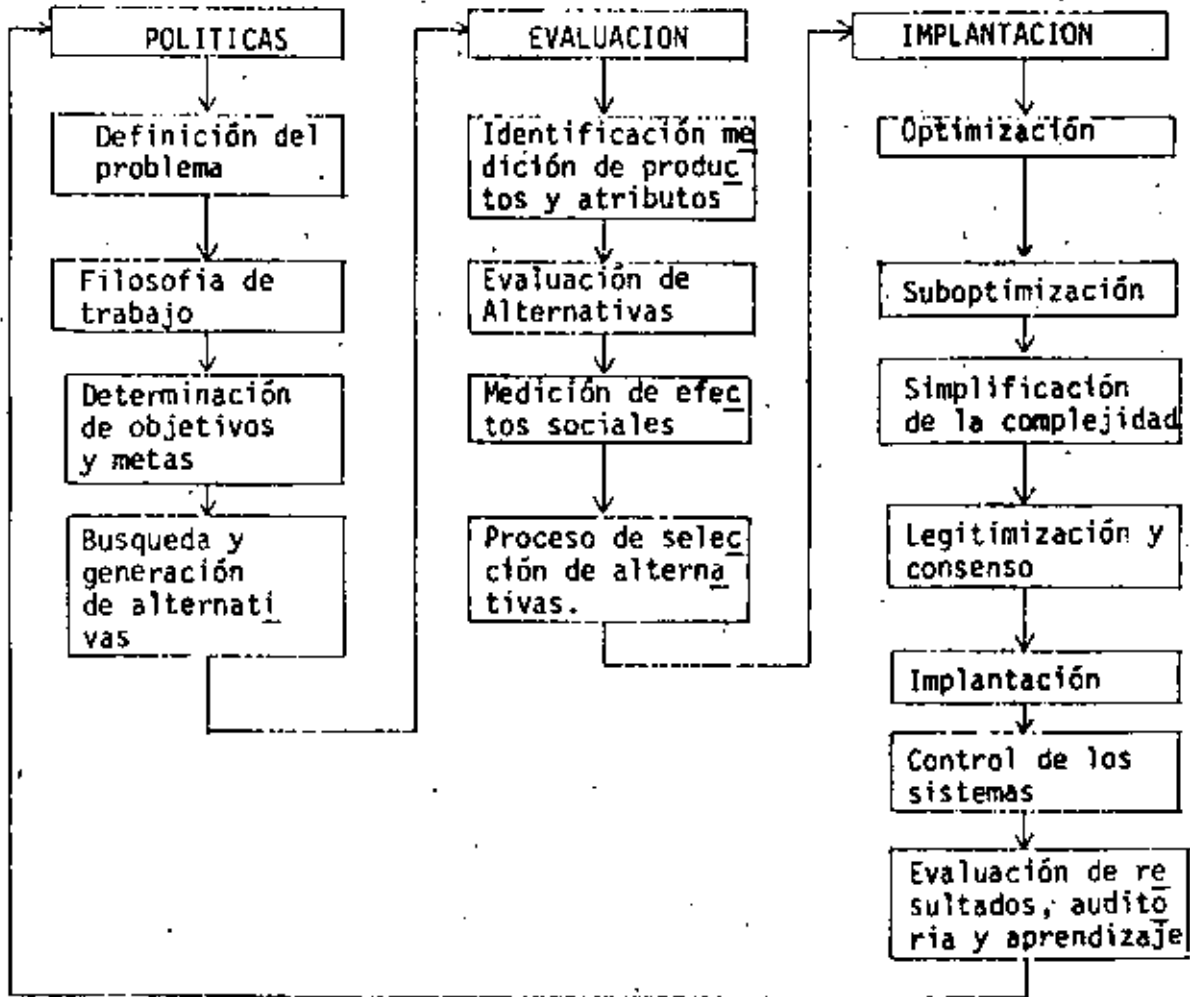
La implantación de la alternativa escogida nos lleva a la satisfacción de las necesidades, los elementos de esta implementación deben integrarse al proceso de solución desde el principio del desarrollo.

PASO 14 CONTROL DE LOS SISTEMAS

Es la comparación de salidas y resultados contra los estándares propuestos, para regular ciertos aspectos y proporcionar la estabilidad al sistema de solución evitando que se desvíe de las metas y objetivos retroalimentándolo.

PASO 15 EVALUACION DE RESULTADOS AUDITORIA Y APRENDIZAJE:

La evaluación y auditoria de resultados nos lleva a realizar nuevas asignaciones del presupuesto al sistema de solución retroalimentar nuestras acciones y obtener experiencia.



Los pasos detallados para obtener un sistema de solución apliquemos la Metodología anterior a una comunidad urbana.

UNA COMUNIDAD URBANA

El nombre de la comunidad elegida es "Ciudad Netzahualcoyotl". Nos referiremos a los preliminares básicos necesarios para poder aplicar parte de la metodología enunciada.

PASO 1. DEFINICION DEL PROBLEMA

El Municipio de Netzahualcoyotl aparece oficialmente el 23 de abril de 1963 como la necesidad de dar asiento a un gran número de familias, que por sus escasos recursos económicos carecían de hogar. En 1962 se registraron 62.000 habitantes. El Municipio se localiza en lo que antes fuera el fondo del Vaso de Texcoco, terreno salitroso y blanco. Care-

cia inicialmente de todos los servicios sufriendo además, inundaciones periódicas. La población se compone básicamente de una parte del sector marginado del D.F. y otra de inmigración de campesinos que llegan a la Ciudad de México donde difícilmente subsisten y finalmente o regresan a su lugar de origen o se establecen en el Municipio.

Los problemas de la comunidad son innumerables; carencia de servicios de todos tipos, alto índice de mortalidad, carencia de empleos cercanos al Municipio, alto índice de criminalidad, etc.

PASO 2. ENUNCIADO GENERAL DE LA FILOSOFIA DE TRABAJO

El fenómeno de asentamiento de este tipo es conocido tradicionalmente en los estudios urbanísticos, pero no se ha presentado el fenómeno tan rápidamente como en este caso. Dado el bajo atractivo de la zona la tasa de inmigración es sumamente alta.

Las soluciones posibles deberán ser acciones dinámicas y prolongadas durante bastante tiempo, o sea habrá necesidad de monitorear detalladamente la implementación de solución para poder realizar retroalimentaciones periódicas.

PASO 3. DETERMINACION DE OBJETIVOS Y METAS

Este paso deberá definirse posteriormente hasta no haber realizado los estudios preliminares. Sin embargo puede decirse que como objetivo preliminar se tiene la determinación de los mecanismos que han originado y siguen manteniendo el fenómeno con miras a establecer un control.

PASO 4. BUSQUEDA Y GENERACION DE ALTERNATIVAS

La búsqueda y generación de alternativas debe realizarse una vez determinados los objetivos y metas, en nuestro caso el objetivo preliminar consiste en determinar las posibles mecanismos, por lo que se diseñará un modelo de simulación dinámica de la comunidad, probando varias políticas de cambio para obtener inicialmente alternativas de solución.

Para diseñar el modelo de simulación dinámica se eligió el compilador - DYNAMO que es un lenguaje diseñado para simular procesos continuos como sistemas de negocios, sistemas económicos, sociales, urbanos, ecológicos, etc. Se usó la versión DYN 454 implementada en el Centro de Servicios de Cómputo de la UNAM.

La razón principal de su elección es que permite introducir hipótesis - de tendencias que se detectan intuitivamente y que son posibles de verificar o desechar posteriormente, profundizando la investigación.

Si las condiciones que indican los censos prevalecen el Municipio pronto (ver el modelo) llegará a su capacidad máxima de habitantes, pero esto no frenará la inmigración. La población inmigrante intentará establecerse en las cercanías del Municipio, desequilibrando los sistemas - de las poblaciones cercanas y alterando aun más el equilibrio urbano -- del D.F. El principal problema radica en controlar la inmigración, después en dotar a la población de servicios adecuados y finalmente resolver el problema del empleo. Conjuntamente tomar medidas para evitar situaciones futuras análogas, de no hacerlo en los próximos años aparecerán más aglomeraciones urbanas en la periferia del D.F., agravando los problemas exponencialmente de forma tal que serán de nivel prioritario-nacional. Se proponen como alternativas resultantes del análisis las - siguientes:

1. Revisar, ampliar y reestructurar los sistemas de información para haberlos de rápida accesibilidad y tener evaluaciones periódicas de las situaciones urbanas de fenómenos semejantes.
2. Crear una estructura básica de simulación, ya sea el modelo propuesto, realizando investigaciones posteriores para afinar los valores de los parámetros, o algún otro modelo que dé una imagen de la realidad dinámica.
3. Profundizar en estudios de teoría del valor aplicada a estos fenómenos con objeto de tener una lista de prioridades, desde luego apoyándose en la Teoría de Decisiones.

4. Al aplicar la teoría de sistemas dentro del contexto de Planeación se determinó que el problema es de nivel nacional y no local, sin embargo el modelo diseñado puede sugerir un camino de investigaciones basadas en la prueba de diferentes políticas.
5. Basándonos en las políticas probadas, y conjugándolas con algunos aspectos técnicos recientes se propone investigar la factibilidad de lo siguiente:

Considerando que una gran parte de la población es de extracción campesina, que el precio de los productos agrícolas cada vez es mayor y que una parte de este precio es por concepto de transporte desde las fuentes de producción, si se utilizaran las técnicas de aprovechamiento de la energía solar que producen un efecto multiplicador en los rendimientos agrícolas del orden de diez veces más producción por hectárea, tomando en cuenta que la producción se realiza en macetas lineales prefabricadas sin importar el tipo de suelo debajo de ellas, se estaría contemplando una posible solución formando cooperativas, de producción, fabricación y distribución de productos agrícolas y equipos para la producción que parecen ser bastante simples de elaborar bajo una buena asesoría nacional. Con esto se reduciría el uso de transportes del D.F. por la población del Municipio y los productos que se vendan por lo menos al precio actual, dejarán un margen suficiente para la población.

FASE 2. EVALUACION

Correspondería al equipo de Planeación de estos trabajos, revisar, valorar y decidir sobre esta y las otras alternativas propuestas para su futura programación e implementación.

A continuación describiremos en detalle el diseño del modelo dinámico de simulación del Municipio de Netzahualcoyotl.

DESCRIPCION DEL MODELO

El modelo se ha dividido en 13 partes constitutivas, las primeras seis se refieren a las variables principales, a continuación se listan los -

valores de los parámetros usados y sus valores, las condiciones iniciales, las especificaciones del modelo. Las políticas de prueba, el índice general, la impresión de los valores de las variables para un período de simulación de 42 años a partir de 1970 de seis en seis años y --- ocho gráficas de los resultados de la primera simulación y de los cambios por la aplicación de políticas.

EXPLICACION DE LAS ECUACIONES

1. Sector de Población: El crecimiento de la población se compone de la población inicial, más el incremento de tiempo que multiplica a la tasa neta de nacimientos, menos la tasa de emigración más la tasa de inmigración, ecuación 1.0.

La tasa neta de nacimientos (1.1) es igual a la tasa normal neta de nacimientos tomada de los censos de 1970, multiplicada por la población en el año considerado y por un multiplicador por servicios, que es una variable que está dada mediante una tabla (1.2). A esta tabla se entra con el valor de PDS que es una variable que mide el nivel de servicios. Se contempla la siguiente hipótesis; a mayor nivel de servicios el multiplicador es mayor y la tasa neta de nacimientos aumenta, ¿cuánto? un valor hipotético no mayor que la mayor tasa actual, pero que toma en cuenta que al aumentar los servicios la tasa de nacimientos aumenta. Para determinar con una buena exactitud los valores de esta tabla de valores y los de las demás tablas que aparecen, necesita investigarse por separado las posibles variaciones en los valores dedicando toda una investigación estadística, social, económica y política. Si se hubiera intentado determinar con precisión estos valores difícilmente se hubieran obtenido pues es un trabajo de un equipo grande y por otro lado la intención de este trabajo es establecer la estructura básica para empezar a operar y evaluar alternativas. O sea que sólo se han explicitado las tendencias observadas con valores aproximados.

La emigración (1.3) está formada por una función de decisión llamada -- CLIP, si la población es mayor que la población de saturación PS, la emigración EM adquiere el valor EM1 (1.8) que es igual a la emigración normal multiplicada por la población y por un multiplicador MPM (1.4) --

que toma en cuenta a través de una función logarítmica L y $L0$, el atractivo (6.1) es un índice de atracción o rechazo formado por diversos multiplicadores que intentan tomar en cuenta los efectos de la población, para retroalimentarlos a variables determinadas. En el caso que la población alcance el nivel de saturación, la gente podrá seguir llegando, pero está rechazada y la emigración crecerá subitamente con esta población que simplemente no cabe. En este caso EM adquiere el valor $EM2$ -- (1.9) que indica que la población que llega y la que nace, emigra.

La inmigración (1.5) también está dada por una función de decisión en los mismos términos que la emigración. Si no se llega a la población de saturación IN toma el valor de INI (1.6) que es igual a la tasa normal de inmigración de los censos multiplicada por la población actual y por el atractivo. Cuando se rebasa la población de saturación, es probable que la inmigración cambie pero no se sabe, en caso de realizar una investigación y determinar este valor, la tasa puede cambiarse usando el valor $TRANS$ que toma en cuenta este efecto. Como actualmente el efecto se desconoce $TRANS$ se ha tomado igual a uno, por lo que en este caso $INI-IN2$.

Es interesante tener una proyección de población con estos datos sin alterarlos por la función de decisión por lo que se estableció el valor independiente PI (1.10). Para medir la población que habrá que alojar en otro lugar si las condiciones actuales persisten se puso la ecuación 1.11 donde PEM da este valor.

La ecuación 1.12 permite variar el valor de la población de saturación- PS variando H , en este caso se calculó como el producto de la capacidad total de viviendas en el Municipio por la densidad de vivienda por el factor de hacinamiento H .

Los valores DV y TV se tomaron de los datos de los censos. TV se determinó aumentando al área de los lotes promedio un prorrateo por calles, avenidas, banquetas, parques, edificios públicos, servicios, etc.

2. Sector de Vivienda: Está caracterizado por una tasa de construcción (2.0) que está dada en función de la tasa normal de construcción --

encontrada en los censos y que está afectada por tres multiplicadores; - MCV (2.1) que es el multiplicador por construcción de vivienda y cuyo valor está determinado por la variable RV, que es la relación de las viviendas construidas a las viviendas necesarias, cuando RV aumenta hay más construcción de viviendas que las necesarias y el multiplicador aumenta. MPTV (2.8) es el multiplicador por precio de la tierra que supone un incremento anual mínimo de los terrenos por la tasa de interés y un efecto de plusvalía compuesto por la dotación de servicios y aumento en la demanda; para determinar MPTV el modelo entra automáticamente a la tabla con el valor del precio de la tierra (2.9) que es igual al valor inicial más una tasa de cambio en el precio multiplicada por el multiplicador PDS por servicios. La tasa de cambio en el precio de la tierra (2.10) está dada por el precio inicial de la tierra por un multiplicador FACP que intenta medir la demanda a través de RV. En este caso al aumentar o disminuir RV se consideran valores semejantes, o sea si hay pocas viviendas y los servicios aumentan los precios de la tierra también aumentan, por otro lado si hay demasiadas viviendas los precios bajan. El otro multiplicador MTD (2.5) se refiere a la tierra disponible, el modelo le da valores a MTD de acuerdo a la tierra disponible TD (2.6) que está medida por la relación de viviendas construidas entre la capacidad total de viviendas, a medida que disminuye la tierra disponible el valor del multiplicador MTD baja.

De las visitas realizadas al Municipio se observó que hay muchas viviendas rentadas pues a los propietarios les conviene y por lo tanto existe una cierta tendencia a ampliar las viviendas y que consiste en construir otro cuarto. Por lo que se consideró la tasa de ampliación de viviendas TAV (2.2") como función de la tasa de construcción y de un factor experimental FS por determinar, por lo pronto se le asignó el valor de 0.3

Se le ha llamado vivienda total a VT (2.2') a la vivienda rentada y a la propia, siendo igual al valor inicial más el tiempo por la suma de las tasas de construcción y de ampliación.

La variable de vivienda (2.3) es igual a través de la función de decisión a VT cuando este valor es menor que SAT, siendo SAT la capacidad -

máxima de viviendas incluyendo las rentadas, cuando se excede el valor de SAT, VT permanece constante. VS (2.3'') esta dada también por una función de decisión CLIP que se refiere al número de lotes construidos - tomando como máximo el valor de la capacidad máxima de vivienda, luego permanece constante.

3. Sector de Servicios: La información de servicios es deficiente y no fácil de manejar, por lo que se redujo la complejidad haciendo referencia al estimado determinado en los censos.

La demanda de servicios satisfecha se mide en el modelo en función del número de 1/2 viviendas construidas (3.1) con una demora establecida -- por el factor TSD (3.2), o sea que la demanda de servicios es igual a la demanda en el año anterior, más una parte (1 / TSD) de la tasa formada por la diferencia entre la demanda de servicios y las viviendas construidas. La ecuación (3.3) se refiere al coeficiente de demanda satisfecha.

4. Sector de Empleo: La generación de empleos se compone de empleo -- temporal TE, empleo permanente EP y empleo en servicios municipales ESM

El empleo temporal está compuesto de empleo por construcción de vivienda más empleo en obras para dotación de servicios.

El empleo permanente se compone del empleo por inversiones más el empleo exógeno. (se le llamó empleo exógeno al existente fuera del Municipio).

El empleo por construcción de viviendas (4.3) desaparece mediante la -- función CLIP cuando TV rebasa el valor de SAT y vale ECV1 (4.4). ECV1 es igual al valor anterior más un factor de empleos por construcción de vivienda FECV multiplicado por la unidad de tiempo DR y por la tasa de construcción de vivienda TCV, pero con una demora ocasionada por 1/TOEV que es el tiempo aproximado en que las personas se deciden a construir y contratar, (4.5) y (4.6). El empleo por dotación de servicios tiene el mismo tratamiento.

El empleo por servicios municipales (4.7) crece proporcionalmente a la población (datos de los censos). E IN el empleo por inversiones que es igual a los empleos anteriores más el tiempo DT por la tasa de aumento de inversión menos la tasa de disminución de inversiones.

La tasa de aumento de empleo por inversiones (4.9) esta dada por la tasa normal de inversión TIN de los censos entre el factor de empleos -- por unidad de inversión por un factor experimental ECIN que permite modificar la tasa.

La ecuación (4.10) se refiere a la disminución de empleo por disminu-- ción de inversión y es análoga a la ecuación (4.9).

Para determinar el empleo fuera del Municipio (4.11) se multiplica la - población en el instante considerado por el factor FEX calculado de los censos. Por lo tanto la oferta de empleo (4.12) es igual al valor ini-- cial más el tiempo por la generación de empleo.

La demanda de empleo (4.13) es igual a la demanda anterior por el tiem-- po por la tasa de población que busca empleo TSEDI menos la tasa de po-- blación que se retira TRE.

TSEDI se calcula multiplicando la población en el tiempo considerado -- por un factor FP para calcular a la población económicamente activa. -- La tasa de retiro es esta población entre el número de años promedio -- que las personas permanecen empleadas. De estos valores se calcula RE- (4.16) que da la relación oferta demanda para usarla en la tabla del -- multiplicador por empleo. Si la oferta (No. de empleados disponibles) - aumenta el multiplicador disminuye y si la oferta disminuye el multipli-- cador aumenta.

5. Sector de Impuestos: Se hicieron simplificaciones: Los impuestos-- necesarios (5.0) están dados por la suma del gasto público GP (5.1) más el capital necesario para satisfacer servicios (5.2). El gasto público se calcula en base a la población por un factor IGPP.

El capital para servicios se calcula con las viviendas construidas por-

un factor CNSV.

C: 46

La aplicación de estos impuestos INA (5.3) es igual a los impuestos --- iniciales más una tasa de aplicación (IM-INA) con una demora TPIN, siendo TPIN el tiempo para aplicar los impuestos.

Los impuestos recaudados están dados en función de la población multiplicada por un factor IPP (obtenida por encuesta en el sitio) y un factor experimental FA2 que permite variar la recaudación, o lo que es lo mismo aumentar o disminuir los impuestos.

Se incluyó un medidor de eficiencia de los impuestos (5.5) como entrada a la tabla del multiplicador por impuestos MPIT, cuando los impuestos aumentan el atractivo disminuye.

6. Atractivo: Está dado como el producto de todos los multiplicadores y uno experimental MEX, para ajustar la escala.

004 47

BURROUGHS P6700/47700 DYNAPL LEVEL DYN4541

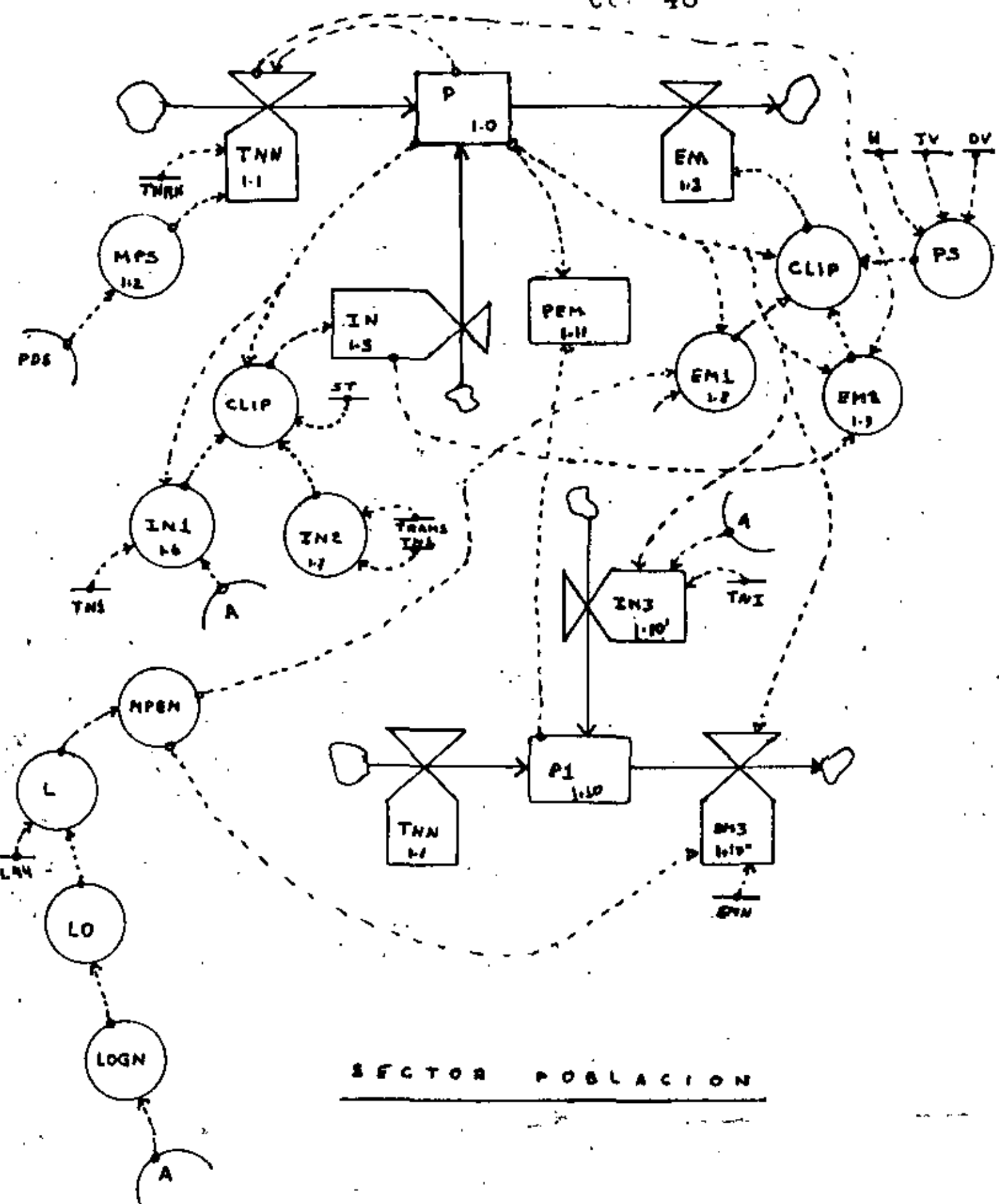
INPUT PHASE BEGIN AT 15:26 10

DYNAPL DARRON
DYNAPL NOZIP
RUN POE

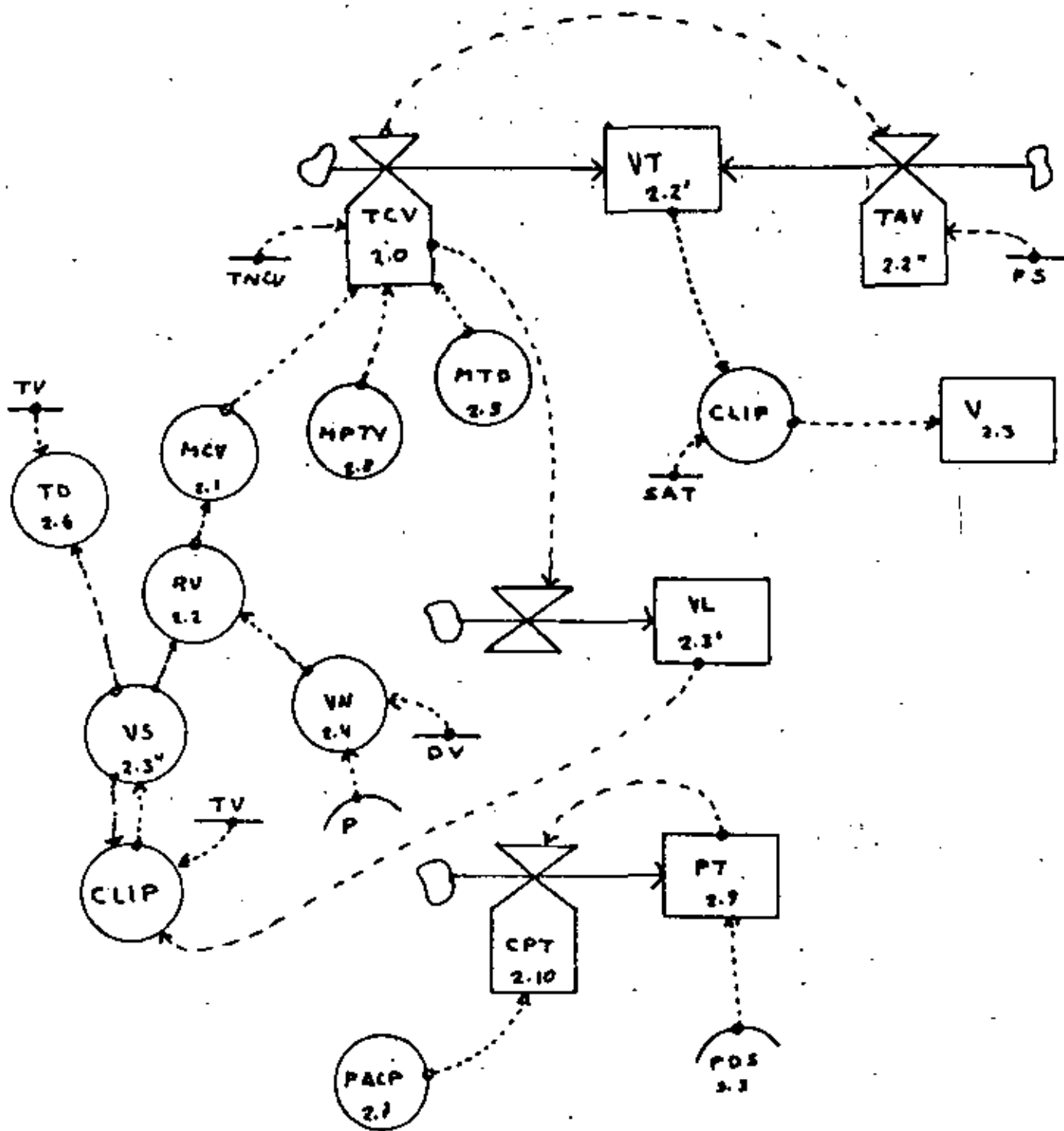
FRANCISCO JOSE ALVAREZ CASO

ESTRUCTURA BASICA DE UN MODELO
DINAMICO DE SIMULACION URBANA
APLICADO A CIUDADES METROPOLITANAS
CON LOS DATOS DE LOS CENSOS DE
1 9 7 0

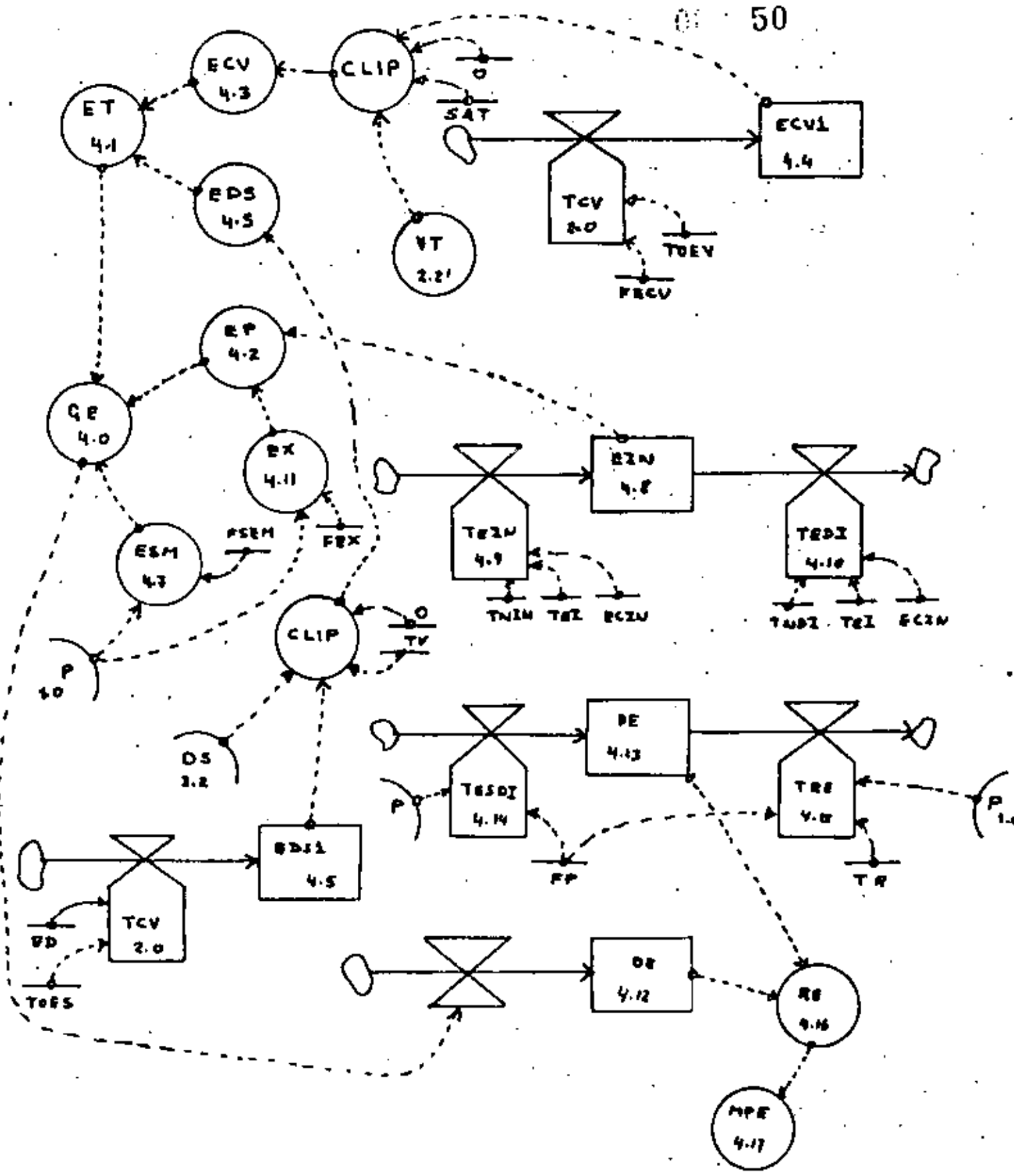




SECTOR POBLACION

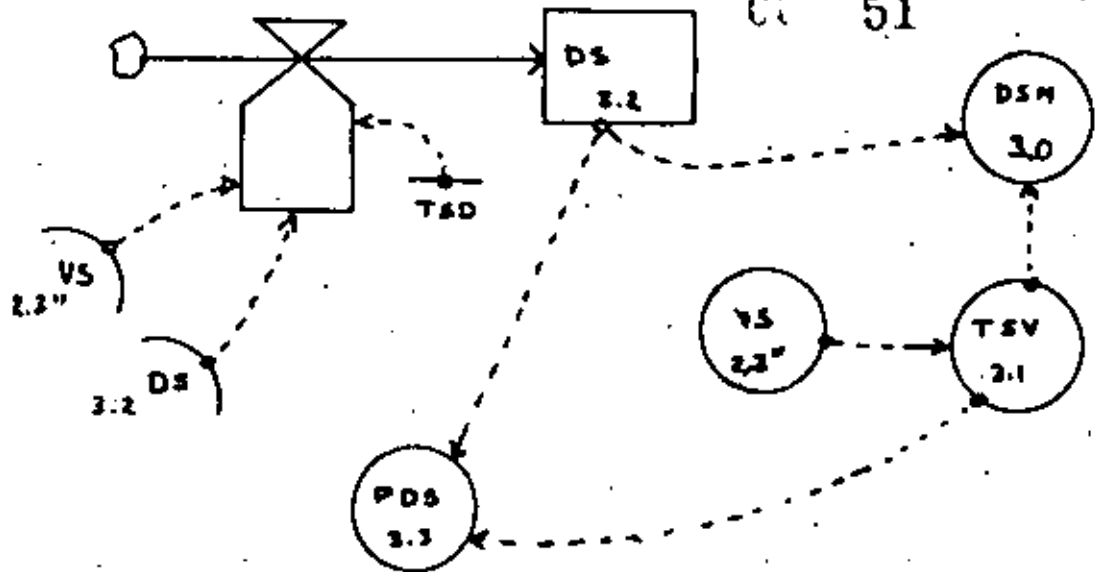


SECTOR VIVIENDA

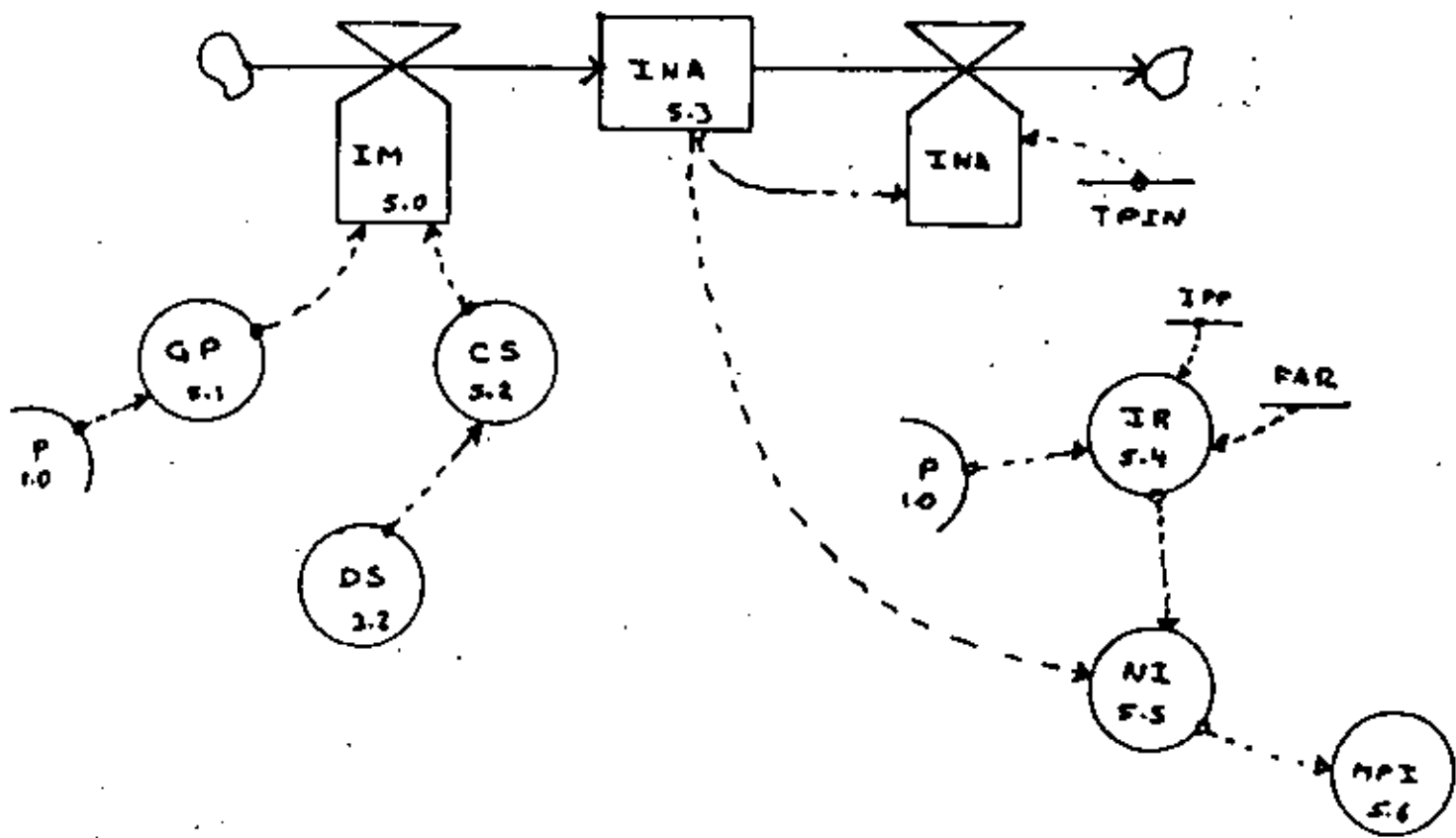


SECTOR SAMPLE

CC 51

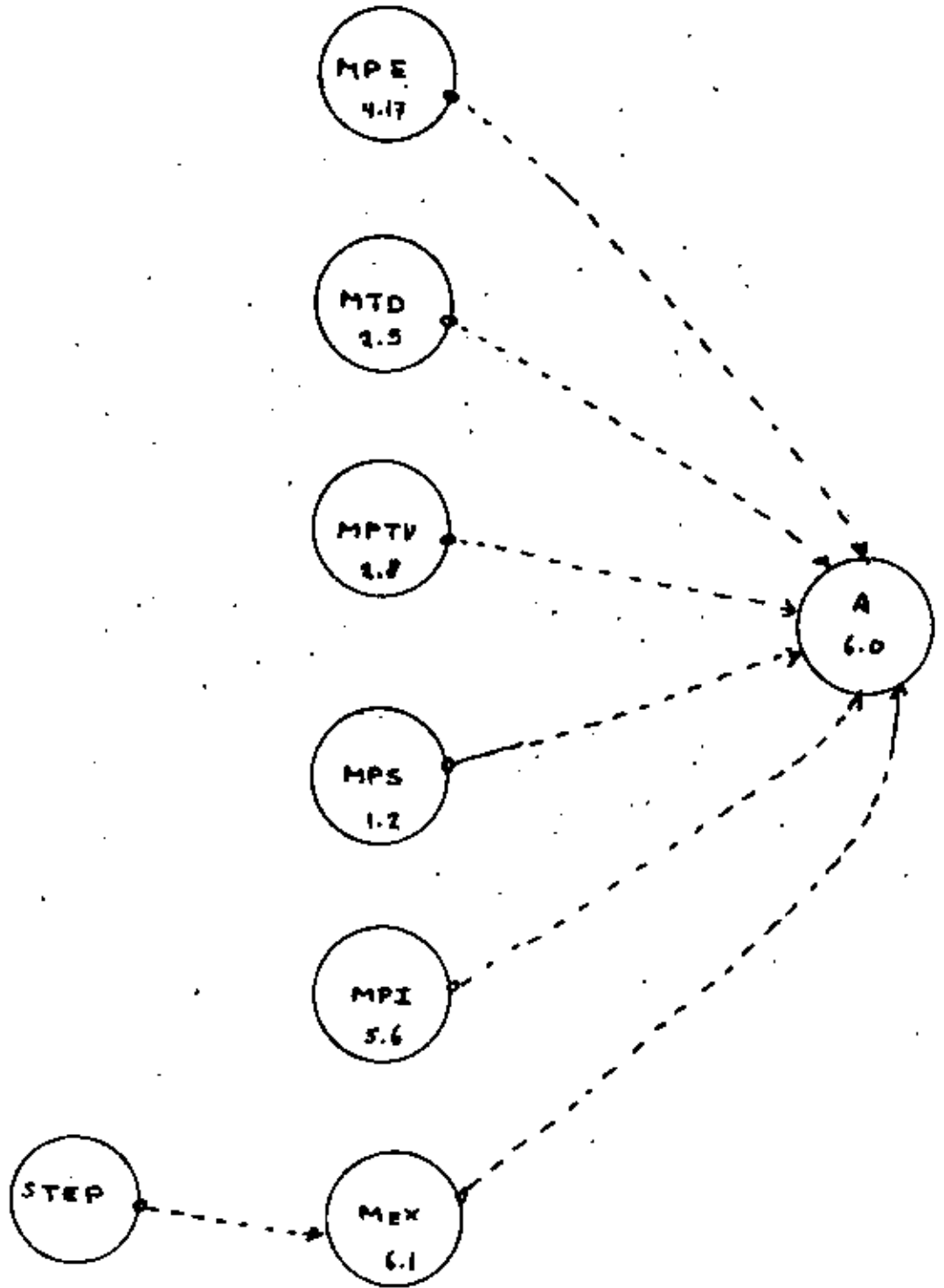


SECTOR SERVICIOS



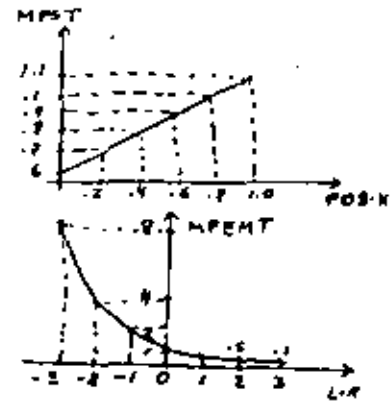
SECTOR IMPUESTOS

Ex. 52



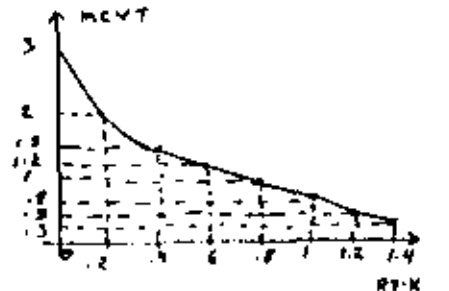
1. SECTOR PRODUCTION

$P_1 \cdot K = P_1 \cdot J + (DT) (TR1 \cdot JK + TR2 \cdot JK - TR3 \cdot JK)$	(1.0)
$TR1 \cdot KL = (TR1) (PPS \cdot K) (C \cdot K)$	(1.1)
$PPS \cdot K = \text{TABLL} (C, ST, P, S, L, 0, 1, 0, 0, 2)$ $PPS \cdot K = 0.6/0.7/0.4/0.9/1.0/1.1$	(1.2)
$EM \cdot KL = \text{CLIP} (EM) \cdot JK, [HC \cdot JK, P, S, P, L]$	(1.3)
$PPF1 \cdot K = \text{TABLL} (PPF1, L, 1, 3, 3, 1)$ $PPF1 \cdot K = 0.7/4/2/1/1/0.5/0.1$	(1.4)
$L \cdot K = (1.44) (L \cdot K)$	
$LD \cdot K = \text{LDCI} (A \cdot K)$	
$IN \cdot K = \text{CLIP} (IN1 \cdot JK, IN2 \cdot JK, ST, P, L)$	(1.5)
$IN1 \cdot KL = (TR1) (A \cdot K) (P, P)$	(1.6)
$IN2 \cdot KL = (TR2) (A \cdot K) (P, P) (TRANS)$	(1.7)
$EM1 \cdot KL = (EM1) (C \cdot K) (PPF1 \cdot K)$	(1.8)
$EM2 \cdot KL = IN \cdot JK + EM \cdot JK$	(1.9)
$P1 \cdot K = P1 \cdot J + (DT) (TR1 \cdot JK + TR2 \cdot JK - TR3 \cdot JK)$	(1.10)
$IN3 \cdot KL = (TR3) (A \cdot K) (P, P)$	(1.10')
$EM3 \cdot KL = (EM3) (C \cdot K) (PPF1 \cdot K)$	(1.10'')
$PEP \cdot P = P1 \cdot K \cdot P \cdot K$	(1.11)
$PS = (1) (TV) (UV)$	(1.12)



2. S L O C I L V I V I E R U A

$TCV \cdot KL = (TCV) (PCV \cdot K) (PTV \cdot K) (P1 \cdot K)$	(2.0)
$PCV \cdot K = \text{TABLL} (PCV, P, V, 1, 0, 1, 0, 0, 2)$ $PCV \cdot K = 3/2/1.5/1.2/1.7/0.5/0.1$	(2.1)
$UV \cdot K = VS \cdot K / VL \cdot K$	(2.2)
$VT \cdot K = VT \cdot J + (DT) (TCV \cdot JK + TAV \cdot JK)$	(2.2')
$TAV \cdot KL = (TCV \cdot JK) (PS)$	(2.2'')
$V \cdot K = \text{CLIP} (VL \cdot K, SAT, SAT + VT \cdot K)$	(2.3)
$VL \cdot K = VL \cdot J + (DT) (TCV \cdot JK)$	(2.3')
$VS \cdot K = \text{CLIP} (VL \cdot K, TV, TV, VS \cdot K)$	(2.3'')



$$VH.K = F.K / DV$$

$$FTH.K = TACPL (FPTCT, TD.P, C, 1.0, 0.25)$$

$$FTHT.* = 0/0.5/0.8/0.9/1.0$$

$$TD.K = VS.K / TV$$

$$FACPL.K = TACHL (FACPT, DV.P, 0, 1.6, 1.2)$$

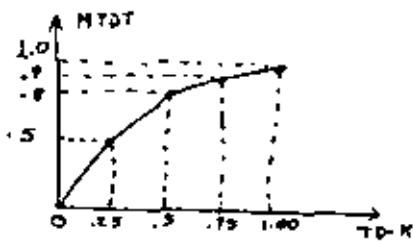
$$FACPT.* = .1/.2/.3/.4/.5/.6/.7/.8/.9$$

$$MPTV.K = TABPL (MPTVT, PT.P, 45, 1500, 291)$$

$$MPTVT.* = 1/1.5/2/2.5/3$$

$$PT.K = PT.J + (UT) (CPT, JK) (PDS.K)$$

$$CPT.PL = (PT.K) (FACPL.P)$$

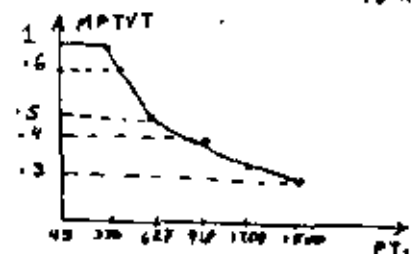


(2.4)

(2.5)

(2.6)

(2.7)



(2.8)

(2.9)

(2.10)

3. SECTOR SERVICES ..

$$DSV.K = TSV.K - DS.K$$

(3.0)

$$TSV.K = VS.K$$

(3.1)

$$DS.K = DS.J + (UT/TSB) (VS.J - DS.J)$$

(3.2)

$$PDS.P = DS.K / TSV.P$$

(3.3)

4. SECTOR EMPLE ..

$$GE.KI = ET.K + EP.K + ESK.P$$

(4.0)

$$ET.K = ECV.K + ELS.K$$

(4.1)

$$EP.K = EIP.K + ESK.P$$

(4.2)

$$ECV.P = CLIP (LCV1.P, 0, SAT, VT.K)$$

(4.3)

$$ECV1.K = ECV1.J + (ET/TV) (EIP) (TCV, JK)$$

(4.4)

$$ELS.P = CLIP (LES1.P, 0, T, DS.K)$$

(4.5)

$$ELS1.K = ELS1.J + (ET/TV) (EP) (TCV, JK)$$

(4.6)

$$ESK.P = (FSE.P) (E.P)$$

(4.7)

$$EIP.K = EIP.J + (ET) (TEIP, JK - TELI, PK)$$

(4.8)

$$TEIP.KI = (TEIP/TEI) (EP) (E.P)$$

(4.9)

$$TEI.KI = (TEI/TEI) (EP) (E.P)$$

(4.10)

$$EX.K = (P.P) (EX)$$

(4.11)

$$E.P = E.P.J + (ET) (GE, JK)$$

(4.12)

000 55

$$DF.K = DE.J + (DT)(TSEDI.JI - THE.JK) \quad (4.13)$$

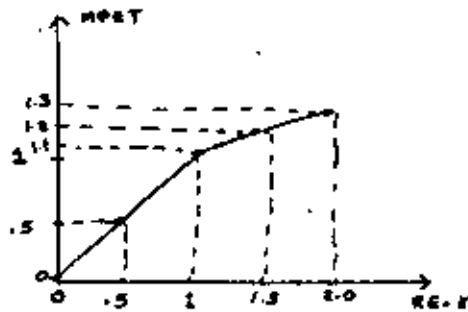
$$TSEDI.PI = (FP)(F.K) \quad (4.14)$$

$$TRF.KL = (GF)(L.K/TR) \quad (4.15)$$

$$NE.K = DE.K/OL.K \quad (4.16)$$

$$MPF.K = TADPL(CPET, RE.P, C, 2, 0.5) \quad (4.17)$$

$$MPET = 0.5/1.1/1.2/1.3$$



5. SECTOR IMPLANTES ..

$$IP.K = GP.K + CS.K \quad (5.0)$$

$$GP.K = (IGPP)(F.K) \quad (5.1)$$

$$CS.K = (DS.K)(CNSV) \quad (5.2)$$

$$INA.K = INA.J + (DT/TPIN)(IP.J - INA.J) \quad (5.3)$$

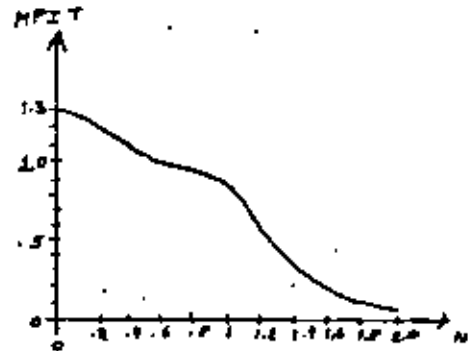
$$INA = IP$$

$$IR.K = (P.P)(IFP)(FA2) \quad (5.4)$$

$$NI.P = IR.K/INA.K \quad (5.5)$$

$$MPI.K = TADPL(MPIT, NI.P, C, 2, 0.2) \quad (5.6)$$

$$MPIT = 1.3/1.2/1.1/1.0/1.0/1.0/0.5/0.3/0.2/0.1/0.1$$



6. ATRACTIVO ..

$$A.K = (MPE.K)(MTC.K)(MPTV.K)(MPS.K)(MPI.K)(MEY.K) \quad (6.0)$$

$$MEY.K = STP(C, 0) \quad (6.1)$$

7. PARAMETERS ..

TRND=0.02	1.1	TASA NETA NORMAL DE NACIMIENTOS
EMFC=0.001	1.3	TASA DE EMIGRACION NORMAL
IM=0.18	1.5	TASA NORMAL DE INMIGRACION
ST=1003200	1.5	POBL. DE SATURACION POR VIV. CONSTR.
TRANDS=1	1.7	CAMBIO EN LA TASA DE EMIGRACION
F=2	1.12	FACT. DE NACIM. PILOTO
INCIV=10037	2.0	TASA NORMAL DE CONSTRUCCION VIVIENDA
FS=0.3	2.2	FACT. DE CAMBIO TASA CONSTR/AMPL.
SAT=604750	2.3	POB. DE VIV. INCL. VIV. RENT.
TV=302375	2.3	POB. VIV. CONSTRUIBLE
DV=6.8	2.4	PENS. POR VIV. VIVIENDA
YSD=12	3.2	TIEMPO PARA SATISFACER LA DEMANDA
LI=3	4.0	EFECTOS GENERALES POR SERVICIOS
FFCV=3	4.0	EFECTOS GENERALES POR CONST. VIV.

CON-56

TOEV=A	4.6	TIEMPO/ORT EMPLEO/CONST. DE VIV.
ESFN=0.045	4.7	FACTO EMPLEOS EN EL MUNICIPIO
TOFS=6	4.8	TIEMPO/ ORT. EMPLEO POR ORT SERVS.
LCIN=1	4.9	FACTOR EXPERIMENTAL
TEI=20000	4.9	TASA DE EMPLEO GEN. POR INVERS.
TNIU=301371	4.9	TASA NORMAL DE INVERSION
TNOI=30000	4.10	TASA NORMAL DISH. INVERSION
ELY=0.12	4.11	REACCION DE LA POBL. EN EMP. EXOGENO
EP=0.25	4.14	REACCION DE LA POBL. POR EC. ACT.
TP=30	4.15	TIEMPO RETIRO DEL EMPLEO
ICPF=0.444	5.1	PILES IMPPTO POR GASTO PUBLICO
CNSV=50.683	5.2	PILES PESTS PARA SERVS. COMPLETOS
TPYH=24	5.3	TIEMPO PARA APLICAR IMPUESTOS NECS.
ICP=393	5.4	IMPUESTOS PERS/ANO
FA2=1	5.4	FACTOR AUMENTO IMPUESTOS

8. CONDICIONES INICIALES ..

F=580436	POR LA CION
F1=583436	VALOR AUXILIAR
VT=90338	VALOR AUXILIAR
VL=90338	VALOR AUXILIAR
TY=45	PRECIO DE LA TIERRA
DS=14100	SERVICIOS ACTUALES
ECV1=15979	FAZ DE TRABAJO EN LA CONSTR.
EPST=1.0	EMPLEO POR DEMANDA DE SERVICIOS
EPD=23066	EMPLEO INIC POR INVERSION
DE=134760	EMPLEOS DISPONIBLES
DE=143828	EMPLEOS DISPONIBLES

9. ESPECIFICACIONES DEL MODELO ..

```

PRINT 1)P,TNI,EF,ER1,ER2
PRINT 2)I,IN,IN1,IN2,PI,PEM
PRINT 3)TCV,HCV,RV,VS,VH,VT
PRINT 4)TAV,V,VL,DT,CPT,FACT
PRINT 5)DSI,DS,CC,ICV,DI,IPYV
PRINT 6)FDS,EX,GE,LE,RE,PPF
PRINT 7)IN,GP,CS,IA,IR,LI
PRINT 8)PI,A,PEX,PT
PLOT P=P/VS=V/DS=L/DS=S/H=L/H=1/P=5/IR=C/EX=X/A=A
SPEC DT=1
SPEC IEMPT=42
SPEC PRITI=6
    
```

SPEC PLTPER=1

10. P O L I T I C A S ..

RUN POL1

POLITICA 1 SE CAMBIA EL FACTOR EXPERIMENTAL DE CARRIO EN
INVERSIONES, AUMENTO TIPOLO POR DOBLE INVERSION
FCIN=2

RUN POL2

POLITICA 2 SUBVENCION DEL GOBIERNO PARA DOTAR DE SERVICIOS
A LA POBLACION EN LA EDUCACION (3.2) SE SUSTITUYE TSDV12 POR 6
TSD=6

RUN POL3

POLITICA 3 AUMENTO DEL EMPLEO EXCEDENC 1/2
FEX=0.10

RUN POL4

POLITICA 4 CREACION DE INDUSTRIA NUEVA CON TECNOLOGIA ESPECIAL
QUE ABSORBE MUCHA P.F.I. D. TEI CAMBIA
TEI=10000

RUN POL5

POLITICA 5 ALIENTO IMPUESTOS AL DOBLE
FA2=2

RUN POL6

POLITICA 6 VECA EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS AL LLEGAR AL
2/3 DE LA CAP. MAX DE VIVIENDA
IV=181425

RUN POL7

POLITICA 7 TODAS LAS ANTERIORES A LA VEZ

ECIN=2
 FA2=2
 TSH=6
 FLY=20118
 TV=181425
 TEI=10000

11. INDICE DEL PODELC ..

A	ATRACTIVO
CHSV	CAPITAL NECESARIO POR VIV. PARA TENER SERVS COMPLETOS
CPT	CAMBIO EN EL PRECIO DE LA TIERRA
CS	CAPITAL PARA SERVICIOS
DE	DEMANDA DE EMPLEO
LS	DEMANDA SATISFECHA
DT	UNIDAD DE TIEMPO
USM	DEMANDA DE SERVICIOS
DV	DENSIDAD DE VIVIENDA
ECIN	FACTOR EXPERIMENTAL
ECV	EMPLEO POR CONSTRUCCION DE VIVIENDA
ECV1	EMPLEO POR CONST. VIV.
EO	EMPLEOS GENERADOS POR SERVICIOS
EES	EMPLEO POR DEMANDA DE SERVICIOS
EES1	ECS
EIH	EMPLEO POR INVERSIONES
EP	TASA DE EMIGRACION
EM	TASA DE EMIGRACION NORMAL
EM3	EPI
EM3	TASA DE EMIGRACION CUANDO HAY VIVIENDA SUFICIENTE
EM3	TASA DE EMIGRACION CON VIVIENDA INSUFICIENTE
EM3	EMPLEO PERMANENTE
EM3	EMPLEOS EN SERVICIOS DEL MUNICIPIO
EM3	EMPLEO TEMPORAL
EM3	EMPLEO EXCELE
EM3	FACTOR DE AUMENTO DE IMPUESTOS
EM3	FACTOR DE CAMBIO EN EL PRECIO DE LA TIERRA
EM3	FACTOR DE EMPLEO POR CLASIF. DE VIVIENDA
EM3	FRACCION DE LA POBLACION EN EMPLEO EXTERNO
EM3	FRACCION PARA CALCULO DE ACT.
EM3	FACTOR DE CAMBIO EN TASA DE CONST. POR SATURACION
EM3	FACTOR DE EMPLEO POR SERVS DEL MUNICIPIO
EM3	TASA DE GENERACION DE EMPLEO
EM3	GASTO PUBLICO
EM3	FACTOR DE FACTAMINATO
EM3	IMPUESTOS POR GASTO PUBLICO
EM3	IMPUESTOS RECORRIDOS-
EM3	TASA DE INMIGRACION
EM3	IRI
EM3	TASA INMIGRACION HASTA SATURACION TIERRA
EM3	TASA INMIGRACION AMPLIACION VIVIENDAS
EM3	IMPUESTOS APLICADOS
EM3	IMPUESTOS POR PERSONA POR AÑO
EM3	IMPUESTOS RECORRIDOS
EM3	LOG. BASE 2 DEL ATRACTIVO
EM3	MULTIPLICADOR POR CONSTRUCCION DE VIVIENDA
EM3	MULTIPLICADOR EXPERIMENTAL
EM3	MULTIPLICADOR POR EMPLEO
EM3	MULTIPLICADOR POR INMIGRACION

000 59

MPS	MULTIPLICADOR POR SERVICIOS
MPI	MULTIPLICADOR POR INVERSIONES
MYD	MULTIPLICADOR POR TIERRA DISPONIBLE
MPTV	MULTIPLICADOR POR PRECIO DE LA TIERRA
NJ	EFICIENCIA DE LOS IMPULSOS
NE	EFFECTO DE EMPLEO
P	POBLACION
PUS	POR CIENTO DE DEMANDA SATISFECHA
PII'	POBLACION DE EMIGRACION POR FALTA DE VIVIENDA
PS	POBL. SATURACION SUPERANDO AMPLIACION DE VIV AL DOBLE
PT	PRECIO DE LA TIERRA
PI	CRECIP. POBLACION SIN LIMITE
PE	RELACION DE EMPLEO
PV	RELACION DE VIVIENDA
SAT	CAP. MAX. DE VIV. TI. CL. RENTA
ST	POBLACION DE SATURACION POR VIVIENDA CONSTRUIDA
TAV	TASA DE AMPLIACION VIV PARA RENTA
TCV	TASA DE CONSTRUCCION DE VIVIENDA
TD	TIERRA DISPONIBLE
TECI	TASA DE EMPLEO POR DISTRIBUCION DE INVERSION
TEI	TASA DE EMPLEO GENERADA POR INVERSIONES
TEIN	TASA EMPLEO POR INVERSIONES
THOI	TASA NORMAL DE INCLUSION DE INVERSION
THI	TASA NORMAL DE INMIGRACION
THIH	TASA NORMAL DE INVERSION
THGV	TASA NORMAL DE CONSTRUCCION DE VIVIENDA
THN-	TASA NORMAL DE NACIMIENTOS
THRU	TASA NORMAL DE NACIMIENTOS
TOFU	TIEMPO PARA EMPLEO CONSTR. VIV.
THES	TIEMPO PARA OBT. EMPLEO POR OBT. SERVS.
THIN	TIEMPO PARA APLICAR LOS IMPUESTOS NECESARIOS
TH'	TASA DE RETIRO
TH	TIEMPO DE RETIRO
THS	CAMBIO EN LA TASA DE INMIGRACION
THSD	POBLACION ECONOMICA DE LA ACTIVIDAD
THSD	TIEMPO PARA SATISFACER LA DEMANDA
TSV	TOT. SERVICIOS REQUERIDOS PER VIVIENDA
TV	TOTAL VIVIENDAS CONSTITUIBLES
V	CAP. DE VIVI. POR CONST. Y RENTA
V1	AX PARA CALC. VVS CONST. Y RENTA
V2	VIVIENDA NECESARIA
V3	VIVIENDAS CONSTRUIDAS
V4	VIVIENDA PROPIA Y RENTADA

INPUT PHASE COMPLETED AT 15:30 42
 GENERATION PHASE BEGAN AT 15:30 43
 RUN PHASE GENERATED AT 15:44 14
 PRINT PHASE GENERATED AT 15:48 12
 PLOT PHASE GENERATED AT 15:49 24
 ELAPSED COMPUTATION TIME 23 24

60

PAGE 2 PCL

STARTED PRINTING AT 15:54.05445 28 JUNE 1978

TIME	TNI RPS EP EN1 EN2	L IR IN1 IN2 F1 F2 FER	TCV PCV PV VS VR VT	PAV V VL VLT PT CPT F FCF	DSK DS GE FCV FK FTV	EUS EX HE HE HE HE	IM GP CS INA IR NI	MPI A MEX PT
E+00	E+00 E+00 E+00 E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00 E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00 E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00 E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00 E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00 E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00 E+00 E+00 E+00	E+00 E+00 E+00 E+00 E+00 E+00
0.000	580.4 787.1 C.671.20 1.558 1583. 48.40	-1.1635 40.40 40.40 583. 3.0	45.07 0.03 0.03 0.34 0.69 0.34	13.2 0.90 0.90 0.34 0.59	76238. 12.10 135.7 15.90 23992. 1.7000	0.00 69.65 135. 144. 0.9370 1.0244	972. 257.7 715. 972. 2228.1 234.60	0.10000 0.38794 10.00000 0.05
6.000	962.3 1552.0 C.8069 1.558 98.33	-0.7219 79.49 104.92 104.92 1634. 2.0	0.0660 0.1396 0.38 0.35 1.46	188.8 131.40 123.38 0.66557 0.50898	71735. 50.65 238.9 40.61 24677. 1.6000	16.02 115.47 1174. 1179. 0.9957 1.0948	2994. 427.2 2567. 1171.7 378.2 322.75	0.10000 0.60573 10.00000 0.11
12.000	1913.9 32802. C.8569 2.34 2607. 229.56	-0.3619 32.73 222.67 222.67 2108. 193.7	1.0336 1.2379 0.57473 171.87 290.05 198.78	2905.2 194.70 171.87 0.1111 0.38737	83551. 05.32 457.13 77.13 24159. 0.9957	40.77 229.67 3071. 3045. 1.0084 1.1017	5326. 809.0 4476. 1749.8 752.2 417.91	0.10000 0.77775 10.00000 0.34
18.000	3797.8 88085. C.8964 7.74 9344. 337.96	-1.2309 287.45 222.39 290.39 7042. 243.8	0.1055 1.3773 0.22418 0.0960 0.271.9	0.167.0 263.18 224.18 0.0960 0.271.9	91293. 132.20 834.1 116.36 24246. 0.4937	66.92 455.73 6737. 6005. 0.0756 1.0707	8421. 1686.2 6735. 2891.1 1492.5 516.21	0.10000 0.42480 10.00000 0.94
24.000	4004.9 75710. C.9452 276.73 14066. 276.15	-1.8560 198.50 198.66 198.66 5829. 1824.4	1.4067 0.4087 251.06 0.77 0.60	1269.5 305.60 255.86 0.9385 0.3043	79213. 177.65 008.12 140.12 24322. 0.3000	82.76 480.59 12130. 12822. 0.9483 1.0356	10731. 1778.2 8953. 3390.3 1571.9 358.50	0.10000 0.27558 10.00000 2.55

00 61

PAGE 3 PNL

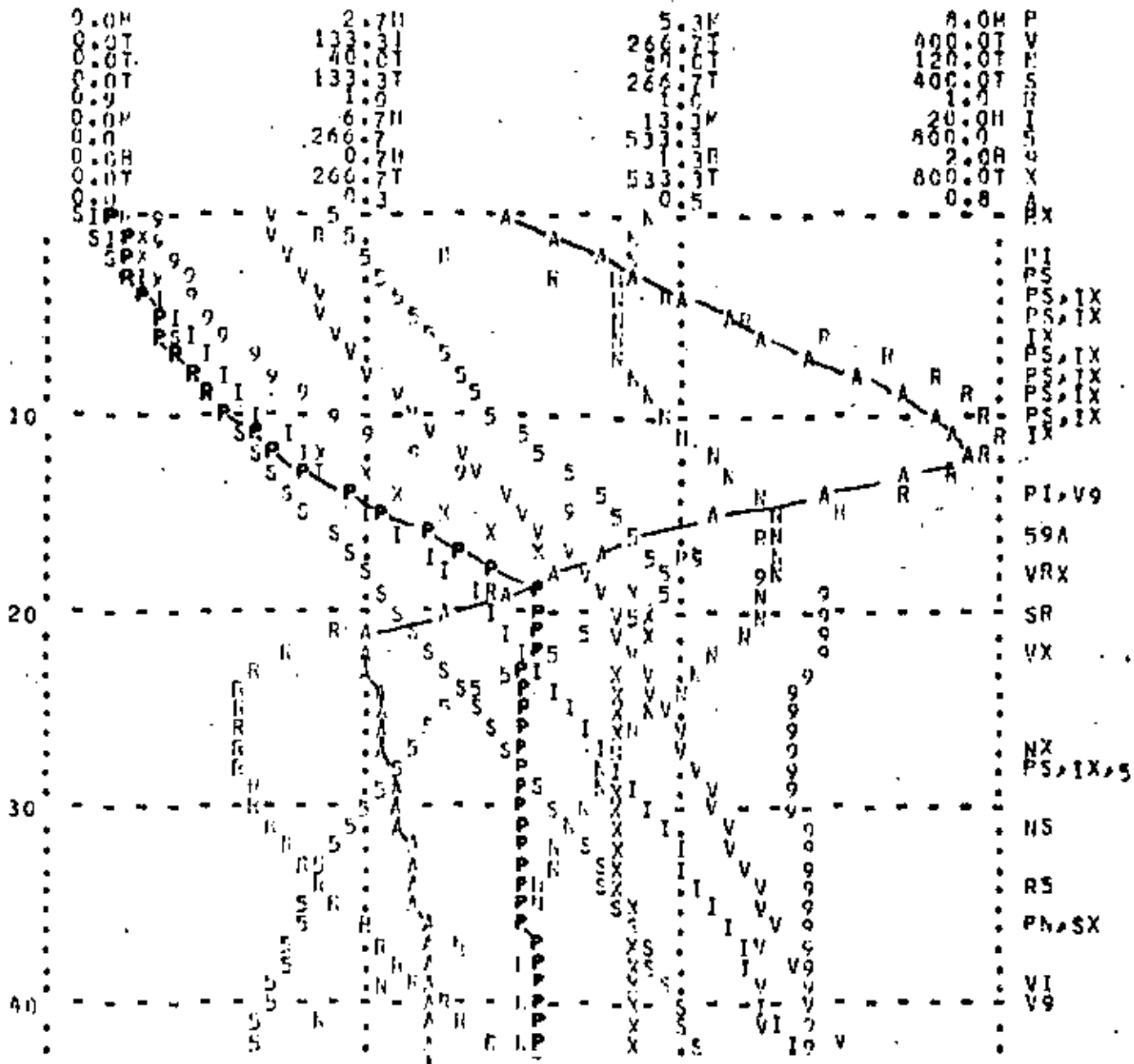
TIME	P TTL EPS EP CFI CFI-2	L IM1 IM2 PI FEM	TCV PCV RV VS VN VT	TAV V VL VTE CFT FACP	BSV DS GCO FCO FE NPT	ES EX OF DE RE HPE	IN GN CS INA IN NI	MPI A NEXT PT
30.000	4023.6 78861. C.9800 284.09 140.01 227.43	-1.7510 22211.80 14.60 274.63 7435. 3411.4	4183. 1.4295 0.84698 251.01 628.49 338.31	1255.5 330.31 281.01 0.9717 222.34 C.32349	27450. 213.56 942.00 158.98 22403. 0.3000	95.34 482.83 17663. 18632. 0.9480 1.0376	12610. 1756.5 10224. 6009.6 1581.3 263.12	0.10000 0.22642 10.0000 8.67
36.000	4062.4 81248. 1.0000 303.61 135.46 306.73	-1.6673 22288.45 2229.73 225.73 9161. 5099.0	4145. 1.3767 0.40218 366.07 638.75 370.89	1250.7 370.89 306.07 1.0000 11718. C.34109	60397. 245.67 980.4 177.78 24488. 0.3000	107.87 487.49 33813. 24490. 0.9560 1.0472	14255. 1803.7 12451. 7642.7 1596.5 208.35	0.10000 0.31817 10.0000 34.35
42.000	4079.3 81587. 1.0000 313.33 13460. 313.93	-1.6497 232.94 2233.52 333.52 10955. 6878.1	3979. 1.3213 0.51910 330.87 617.39 473.13	1254.0 403.13 310.87 1.0000 55747. C.35955	59621. 371.25 1014.33 196.38 24366. 0.3000	120.27 489.52 29383. 30395. 0.9667 1.0401	15559. 1811.2 13748. 2287.5 1803.2 172.62	0.10000 0.31802 10.0000 155.05

007 62

PAGE 4 PDI.

ELGAR PLOTTING AT 15159.0969, 28 JUNE 1978

P=P, VS=V, DSM=L, DS=S, NE=R, IF=I, NI=5, IR=9, LX=X, A=A



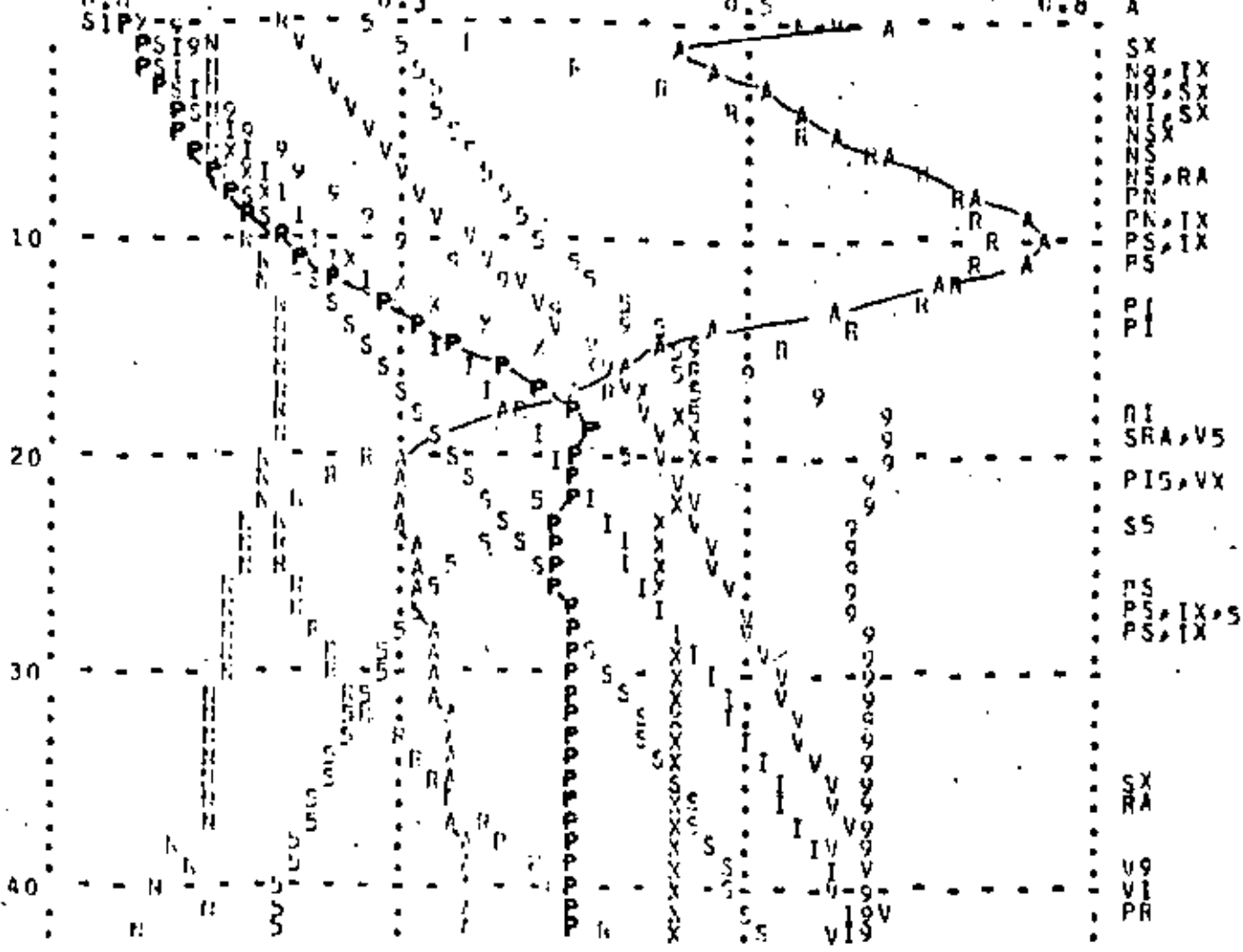
000 68

PAGE 8 P011

BEGAN PLOTTING AT 15:59.3661, 28 JUNE 1978

P=P, VS=V, OSY=R, US=S, RE=R, IP=I, KI=S, IR=9, LX=X, A=A

0.00V	2.711	5.31V	8.011	P
0.00T	133.31T	266.67T	400.01T	V
0.00T	133.31T	266.67T	400.01T	S
0.00T	133.31T	266.67T	400.01T	R
0.00V	0.91H	1.81H	2.71H	I
0.00V	6.67H	13.33H	20.00H	X
0.00V	266.67H	533.33H	800.00H	A
0.00V	0.71T	1.41T	2.11T	S
0.00V	266.67T	533.33T	800.00T	R
0.00V	0.31	0.61	0.91	X
0.00V	0.31	0.61	0.91	A



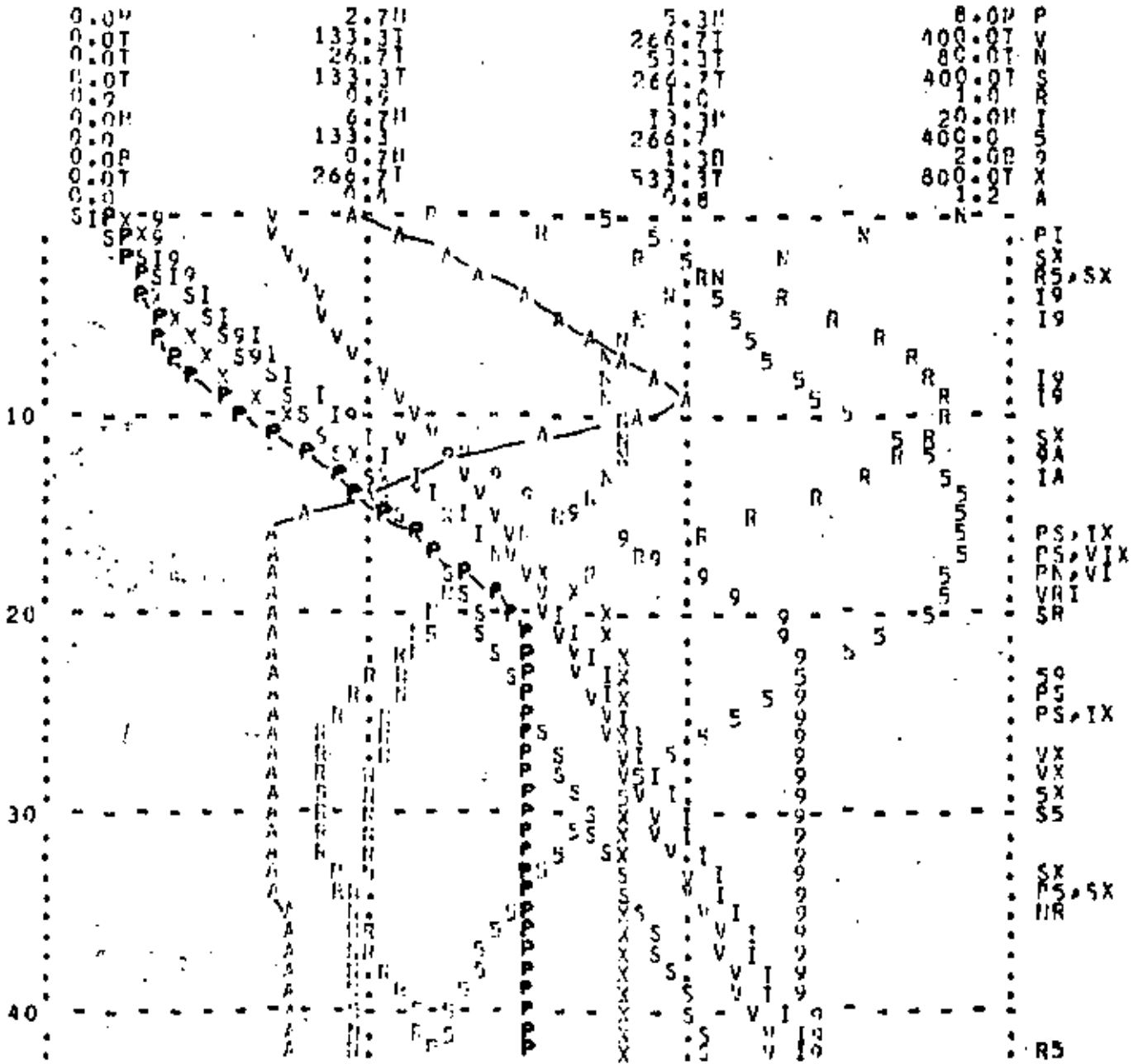
SX
 NO IX
 NI SX
 NS SX
 NS RA
 NS RA
 PK IX
 PS IX
 PS
 PI
 PI
 NI
 SRA V5
 PIS VX
 SS
 PS IX S
 PS IX
 SX
 RA
 V9
 VPR

001 64

PAGE 12 PHL2

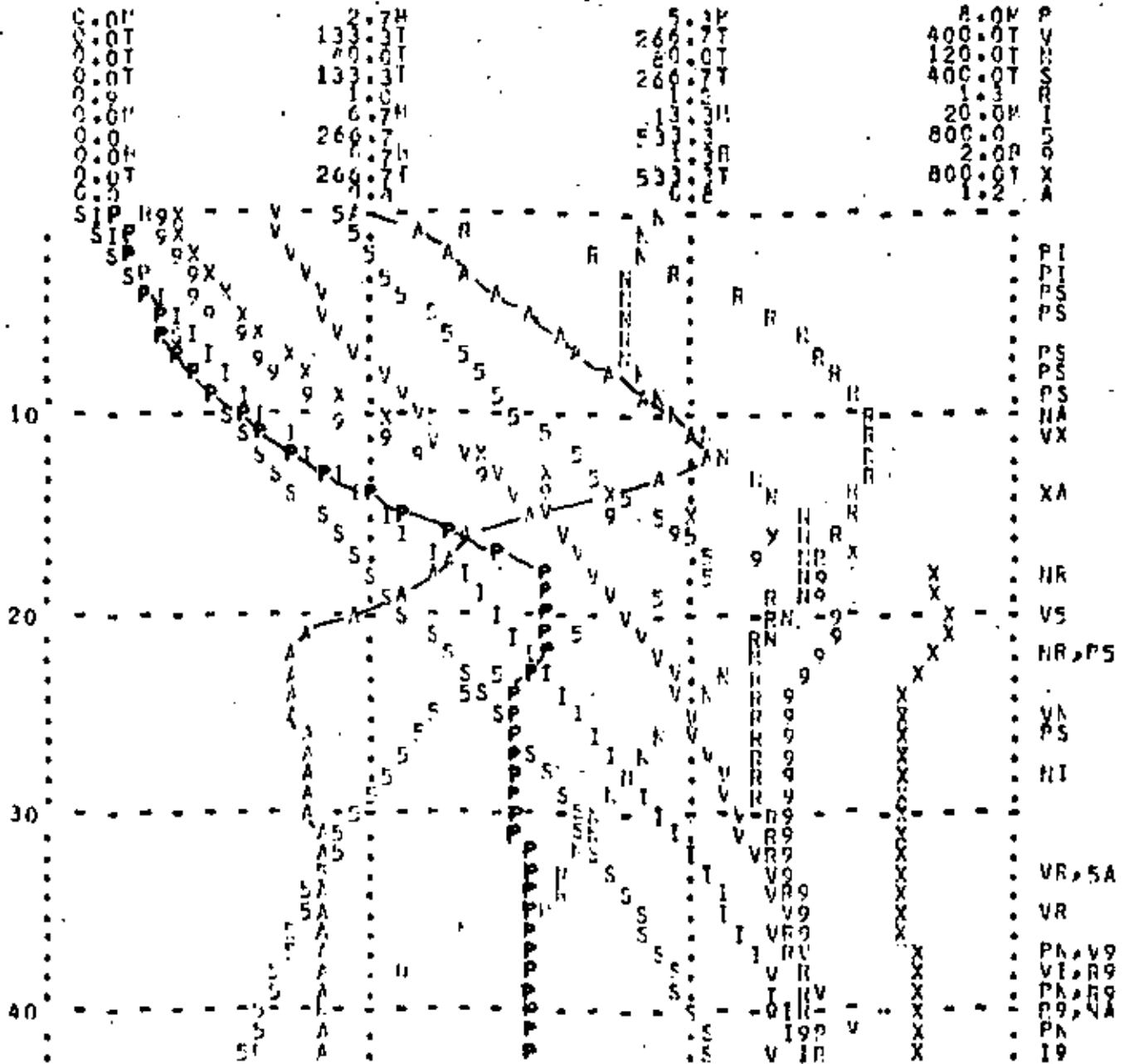
BEGAN PLOTTING AT 15:59.6647, 28 JUNE 1978

P=P, VS=V, OSK=I, DS=5, RL=R, IP=I, AI=5, IP=9, LX=X, A=A



BEGAN PLOTTING AT 15159.8450, 28 JUNE 1978

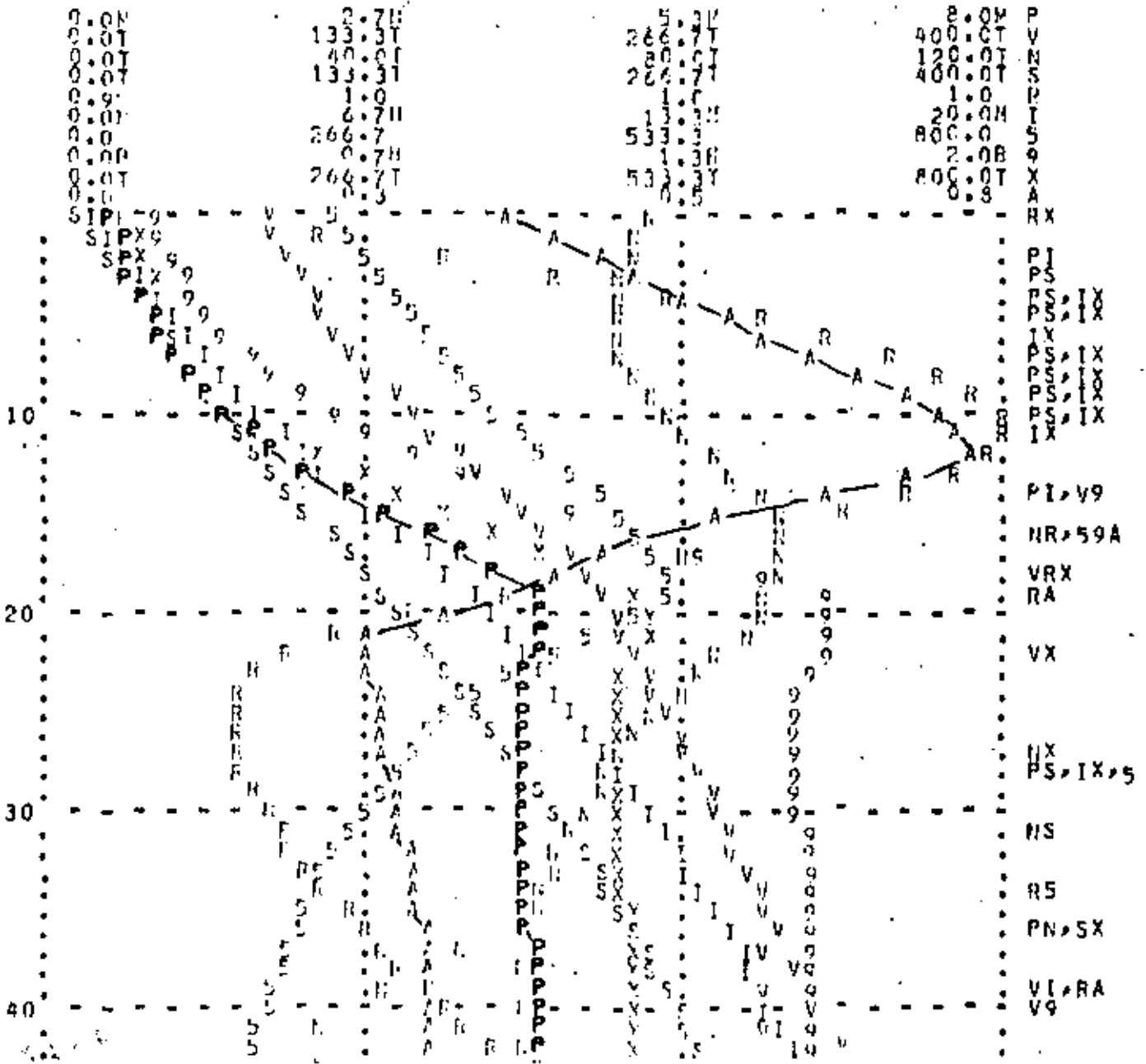
P=0, VS=V, DSPRN, DS=S, PE=H, IP=1, NI=S, IR=9, LX=X, A=A



PAGE 20 PDL4

REGAN PLOTTING AT 16:00.0172, 28 JUNE 1978

P=P, VS=V, USI=H, US=S, RE=R, I=I, NI=5, IR=9, IX=X, A=A

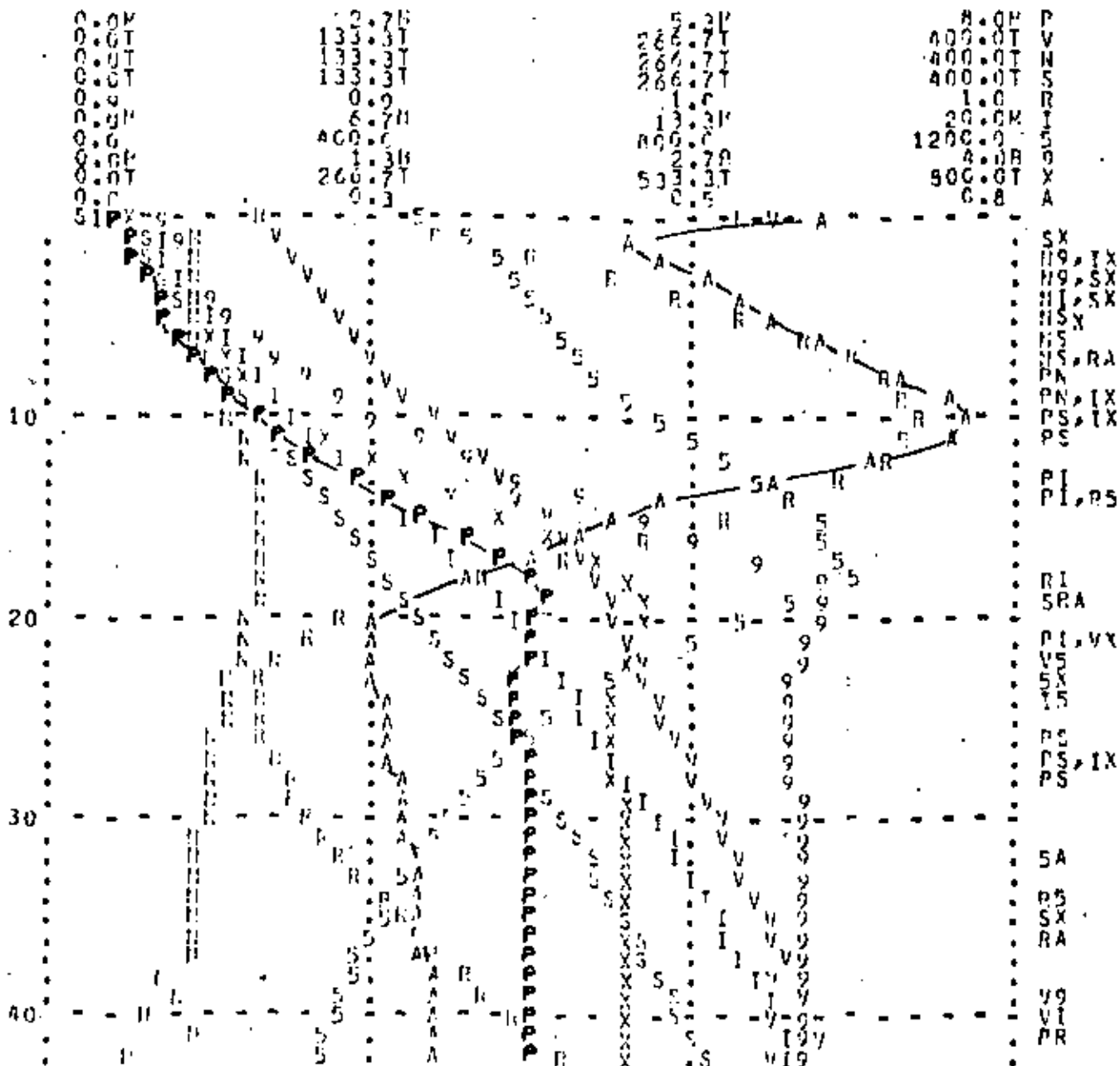


00 67

PAGE 24 P015

DEGAN PLOTTING AT 16:00.1731, 28 JUNE 1978

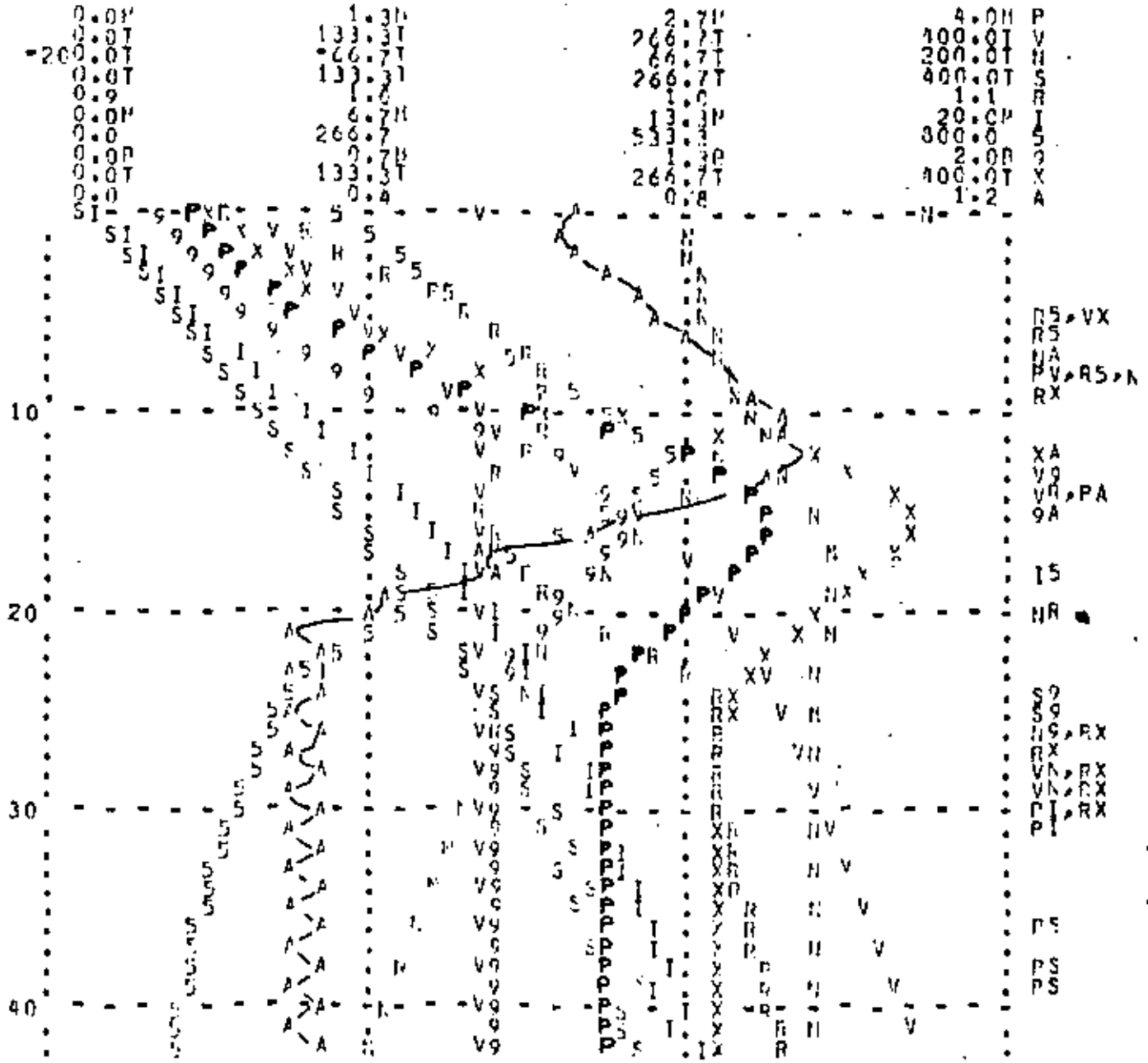
P=P, VS=V, DSI=R, DS=S, RC=K, I=1, KI=5, IR=9, LX=X, A=A



PAGE 28 PGL6

BEGAN PLOTTING AT 16:00.4203, 28 JUNE 197A

P=P, VS=V, US=N, US=S, HE=R, IV=I, NI=S, IR=9, LX=X, A=A



0.0M
 0.0T
 -20 0.0T
 0.0T
 0.9
 0.0M
 0.0M
 0.0M
 0.0T
 0.0T
 0.0T
 0.0T

1.31
 133.3T
 -26.7T
 133.3T
 1.0
 6.7M
 266.7
 9.7M
 133.3T
 0.4

2.7M
 266.7T
 266.7T
 266.7T
 1.0
 133.3M
 533.3M
 133.3M
 266.7T
 0.8

4.0M
 100.0T
 200.0T
 400.0T
 1.1
 20.0M
 300.0M
 2.0M
 100.0T
 1.2

P
 V
 N
 S
 R
 I
 S
 X
 A

RS
 VX
 NA
 PV
 RS
 RX

XA
 VV
 9A
 PA

IS
 NR

SS
 SS
 RX
 RX
 RX
 RX
 RX

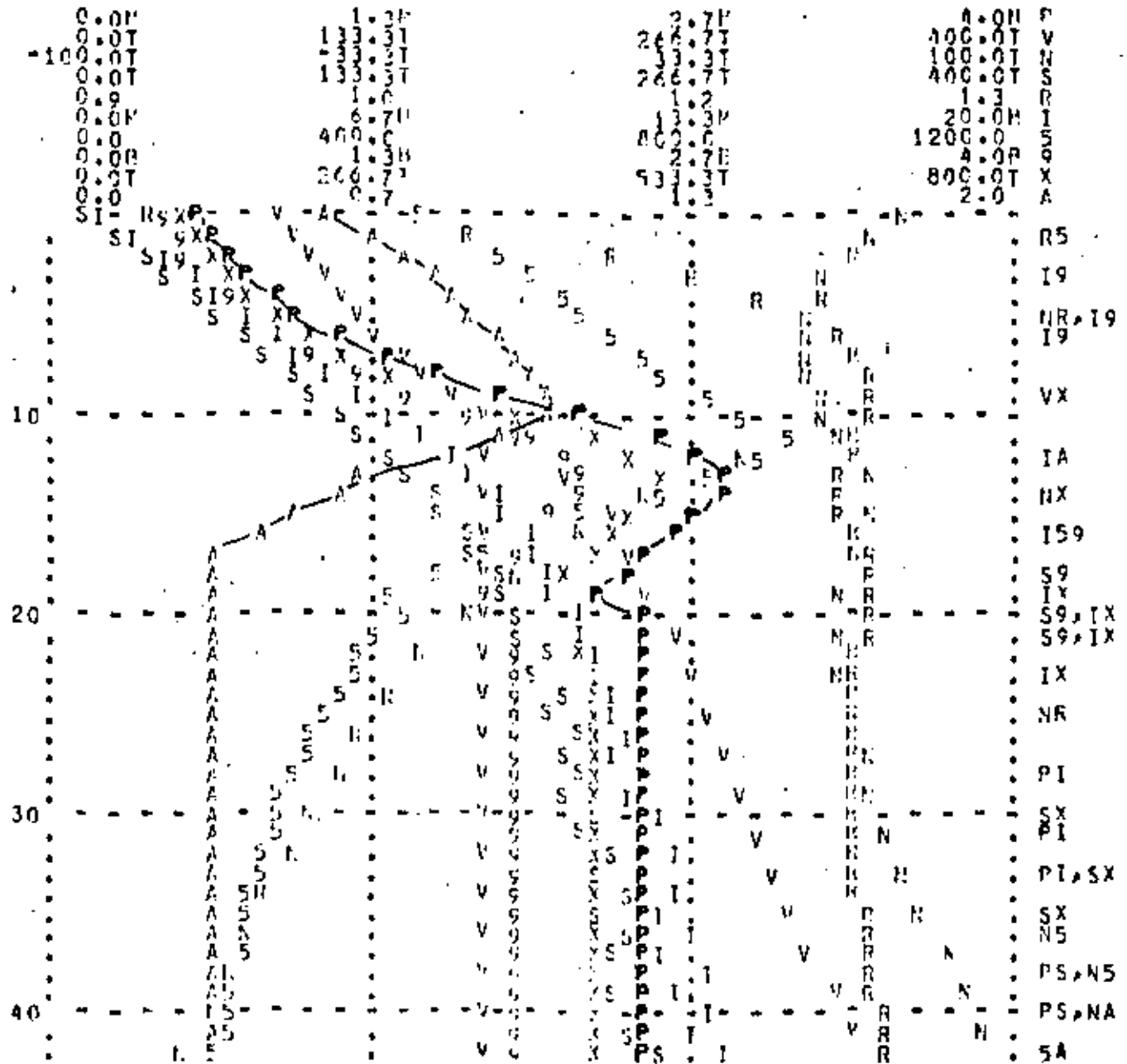
PS
 PS
 PS

00 69

PAGE 32 POL7

REGAR PLOTTING AT 16100.0753, 28 JUNE 1978

P=P, VS=V, USF=A, US=S, REF=R, I=I, NI=5, IR=9, IX=X, A=A



BIBLIOGRAFIA

1. Lippitt Ronald, Watson Jeanne y Westley Bruce
La Dinámica del Cambio Planificado.
Amorrortu Editores, Edición única.
Argentina 1958
310 p.p.
2. Kenneth Berien F.
General and Social Systems
Rutgers University Press 2a. Edición.
New Brunswick, New Jersey 1968
231 p.p.
3. Marroquín Alejandro Dagoberto Dr.
Estudios Sociológicos (Sociología Económica)
Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM.
Quinto Congreso Nacional de Sociología
Guanajuato 1954
418 p.p.
4. Ander-Egg Ezequiel
Introducción a las Técnicas de Investigación Social.
Colección Guidance
Editorial Humanitas 5a. Edición.
Buenos Aires, 1976
335 p.p.

5. Beer Stafford
Plataform for Change
John Wiley & Sons
Great Britain, 1975
475 p.p.
6. Emery F. E.
Systems Thinking
Penguin Modern Management Readings
Editorial F.E. Emery
Great Britain, 1976
398 p.p.
7. Isard Walter
Introducción to Regional Science
Prentice Hall, 2a. Edición.
Englewood Cliffs. N.J., 1975
506 p.p.
8. Isard Walter
Introduction to Regional Science, New Concepts for
analyzing Urban and Regional Economic and Social Problems
Prentice Hall, 1a. Edición
Englewood Cliffs, N.J., 1975
784 p.p.
9. Ackoff Russel Lincoln
Redesigning the Future
(A Systems Approach to societal Problems).
John Wiley & Sons.
University of Pennsylvania, 1974
260 p.p.
10. Krueckeberg Donald A y Silvers Arthur L
Urban Planning Analysis: Methods and Models
John Wiley & Sons. 1a. Edición
Canadá, 1974
486 p.p.
11. Longenecker Justin G.
Principles of Management and Organizational Behavior
Charles E. Merriell Publishing Co. 2a. Ed.
Columbus Ohio, 1969
771 p.p.
12. I.M.D. Little and J. A. Mirrlees
Project Appraisal and Planning for Developing Countries
Heinemann Educational Books
Great Britain, 1974
3-8 p.p.
13. Gavin H. Mooney
The Valuation of Human Life
The MacMillan Press Ltd.
University of Aberdeen. Scotland
Great Britain, 1977
165 p.p.

14. Alomar Gabriel
Sociología Urbanística
 Aguilar, 2a. Edición
 Madrid, 1961
 121 p.p.
15. Mc Loughlin J. Brian
Urban and Regional Planning a Systems Approach
 Faber, 3a. Edición
 Great Britain, 1973
 170 p.p.
16. Mesarovic Mihajlo D.
Systems Approach and the City
 North Holland Publishing Co., 1a. Edición
 Amsterdam, 1972
 481 p.p.
17. De Neufville Richard y Stafford Joseph H.
Systems Analysis for Engineers and Managers
 Mc Graw Hill Book Co. 1971
 353 p.p.
18. De Neufville Richard y H. Marks David
Systems Planning and Design
 Prentice Hall 1a. Edición
 Englewood Cliffs, N.J. 1974
 438 p.p.
19. Anderson Nels
The Urban Community
 Henry Holt and Co.
 New York, 1959
 500 p.p.
20. Laris Casillas Francisco Javier
Administración Integral
 México, D.F., 1966
 279 p.p.
21. Central Planning Bureau
Scope and Methods of the Central Planning Bureau
 La Hay 1956
 88 p.p.
22. Mishan E. J.
Economics for Social Decisions
 Praeger Publishers 2a. Edición
 New York, 1974
 75 p.p.
23. Secretaría Gral. O.E.A.
Investigación de los Recursos Físicos para el Desarrollo Económico
 Washington, D.C., 1969
 463 p.p.

24. O'brien James J.
Scheduling Handbook
 Mc Graw Hill Book Co.
 Cherry Hill New Jersey, 1969
 605 p.p. 00 73
25. George Pierre.
Geografía Urbana
 Colección Elgano
 Editorial Ariel 3a. Edición
 Barcelona 1974
 281 p.p.
26. L. Martín, L. March. M. Echenique
La Estructura del Espacio Urbano
 Editorial Gustavo Gili, S.A.
 Barcelona 1975
 377 p.p.
27. Aden B. Meinel y Marjorie P. Meinel
Applied Solar Energy
 Addison Wesley Publishing Co., 2a. Edición.
 University of Arizona, 1977
 651 p.p.
28. Claire WM.H.
Handbook on Urban Planning
 Van Nostrand Reinhold Co.
 Nueva York, 1973
 388 p.p.
29. Forrester Nathan B.
The Life Cycle of Economic Development
 Wight Allen Press, Ing.
 Cambridge Massachusetts, 1973
 194 p.p.
30. Banda Benuto Enrique
Las Obras y Servicios Municipales en la Rep. Mex.
 Tesis UNAM Esc. Na. Economía, 1960
 121 p.p.
31. Holland Edward P.
 Center for Int. Studies Cambridge Massachusetts, 1960
A Model For Simulating Dynamic Problems of Economic Development
 203 p.p.
32. Rojas Soriano Raúl
Guía para realizar Investigaciones Sociales
 UNAM, 1977
 222 p.p.
33. Forrester Nathan B.
Urban Dynamics
 The M.I.T. Press, 1969
 285 p.p.

34. J. Mass Nathaniel
Readings in Urban Dynamics Vol. 1
 Wright Allen Press
 Cambridge Massachusetts, 1974
 303 p.p.
35. H. Naylor Thomas
Computer Simulation Experiments with Models of Ec. Sysys.
 John Wiley & Sons, Inc., 1971
 502 p.p.
36. Rittel Horst W. J. y Webber Melvin M.
Dilemas in a General Theory of Planning
Systems and Management Annual 1974
 Petrocelli Books 1a. Edición
 New York - 1974
 (Capítulo 12, págs. 219-233)
37. John P. Van GIGCH.
Applied General Systems Theory
 Harper & Row. Publishers. 1a. Edición
 New York - 1974
 438 p.p.
38. J. Daniel Couger y Robert W. Knapp
Systems Analysis Techniques
 John Wiley & Sons
 New York
 509 p.p., 1974
39. Nathaniel J. Mass
Readings in Urban Dynamics Vol. I
 Wright Allen Press Inc.
 Cambridge Massachusetts
 303 p.p. , 1974
40. Edward B. Roberts
Managerial Applications of Systems Dynamics
 The M.I.T. Press
 Cambridge Massachusetts
 669 p.p., 1978
41. Geoffrey Gordon
Systems Simulation
 Prentice Hall Inc.
 203 p.p., 1969
42. Naylor, Baliuffy, Buxdick, Yong Chu.
Computer Simulation Techniques
 John Wiley
 390 p.p., 1966

Veamos la descripción original del problema de los conejos y los coyotes cuya población oscila, esta formulación fue hecha por Volterra. Los conejos se alimentan de la vegetación y los coyotes de los conejos.

Sea $N(t)$ = número de conejos en el instante t

$Y(t)$ = número de coyotes en el instante t .

El modelo se representa por un sistema de ecuaciones diferenciales:

$$\frac{d N(t)}{dt} = a N(t) - b N(t) Y(t)$$

$$\frac{d Y(t)}{dt} = c Y(t) + d N(t) Y(t)$$

Las constantes a , b , c y d son positivas.

Cuando no hay coyotes $Y(t) = 0$ entonces:

$$\frac{d N(t)}{dt} = a N(t)$$

$$\frac{d N(t)}{N(t)} = a dt; \quad \frac{d N(t)}{dt N(t)} = a$$

sacando logaritmos:

$$\text{Log } N(t) = at + \text{Log } C$$

$$= \text{Log } e^{at} + \text{Log } C$$

$$N(t) = C e^{at} \quad \text{si } t=0, N(0) = C$$

$$\underline{N(t) = N(0) e^{at}}$$

Veamos el caso de que no haya conejos o sea $N(t) = 0$.

$$\frac{d Y(t)}{dt} = - C Y(t)$$

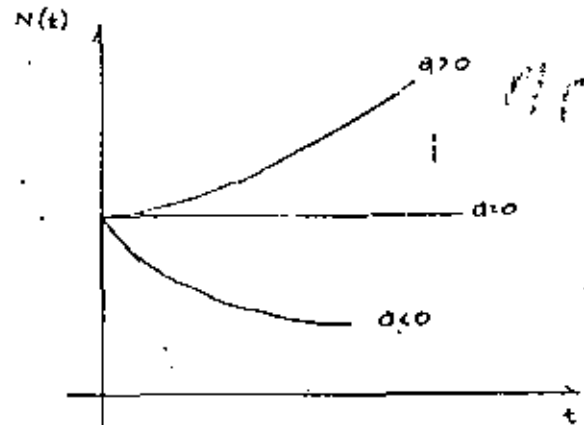
$$\frac{d Y(t)}{Y(t)} = - C dt \quad 76$$

$$\text{Log } Y(t) = - Ct + \text{Log } F$$

$$= \text{Log } e^{-ct} + \text{Log } F$$

$$Y(t) = F e^{-ct} \quad \text{si } f=0, Y(t) = F$$

$$\underline{Y(t) = Y(0) e^{-ct}}$$



Cuando hay conejos y coyotes presentes bajo la hipótesis de movimientos, aleatorios, la frecuencia de encuentros entre las poblaciones es proporcional al producto de ambas, esto lo plantean los segundos términos de las ecuaciones diferenciales.

Esta solución al problema nos permite conocer el número de coyotes y conejos en un instante t aplicando las formulas anteriores.

Veamos otra forma de resolver el problema usando el método de la simulación dinámica para examinar el comportamiento de sistemas complejos como es la relación predador presa que se da entre conejos y coyotes.

Veamos los pasos para realizar el estudio:

- 1) Decisión sobre el objetivo del estudio y sus limitaciones estableciendo las fronteras del sistema.
- 2) Descripción de la estructura, su interrelación y la causalidad o diagrama causal y un diagrama de flujo inicial básico.
- e) Construcción del modelo de simulación expresando adecuadamente cada parte.
- 4) Usar el procesamiento en computadora para hacer que los actores desempeñen sus papeles, simultáneamente y desarrollen cierto comporta-

miento.

001 77

- 5) Observación del comportamiento para poder realizar manipulaciones en la estructura del modelo para producir el comportamiento deseado.

DESARROLLO:

PASO 1. Objetivo: Ilustrar la técnica de la simulación, dinámica mostrando la complejidad de un sistema relativamente simple, al tratar de establecer las fronteras del sistema, surgen las siguientes consideraciones:

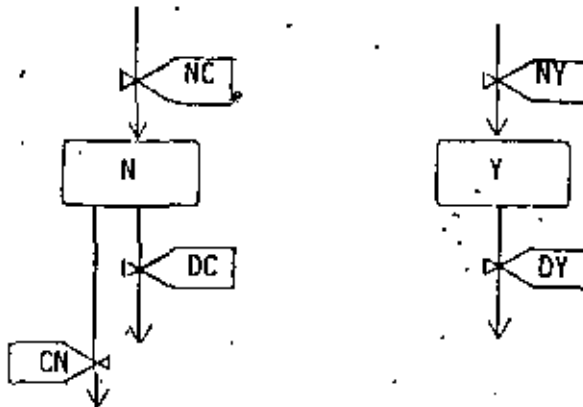
1. Las interacciones se dan en una superficie de suelo fija y definida.
2. Los conejos y los coyotes deben contarse.
3. Los conejos y los coyotes tienen una relación presa-predador.
4. La superficie de suelo tiene una capacidad limitada para producir alimento para los conejos.

Escogeremos arbitrariamente una superficie de 1 km², 200 conejos y 5 coyotes como la población normal existente.

PASO 2. Veamos la descripción de la estructura del modelo y su interrelación, a la descripción le llamamos modelo anecdótico:

"Los coyotes se reproducen y mueren dependiendo de su alimentación así como los conejos, pero los conejos además sirven de alimento a los coyotes. Los conejos se reproducen hasta un límite establecido por la cantidad de comida disponible.

La reproducción de ambos se da, en condiciones normales cuando el alimento es suficiente, así como las defunciones, pero cuando escasea el alimento, estas condiciones normales cambian, alterando las poblaciones.

Diagrama Preliminar de Flujo

78

Nomenclatura

Especie	Tasa de Nacimiento	Tasa de Defunción	Población Actual	Actual
Conejos	NC	DC	N	Plantas
Coyotes	NY	DY	Y	N

Explicación del Diagrama Preliminar de Flujo

Los conejos nacen $NC\%$ y se acumulan en N esta población N se ve -- disminuida por $\%$ de defunciones DC o por $\%$ de consumo por coyotes- CN .

Los coyotes, nacen $NY\%$ y se acumulan en Y esta acumulación se ve dis- minuida por defunciones DY .

Pero:

- 1) Las defunciones de los conejos dependen del tamaño de la población, si hay mas conejos que lo normal no alcanza la comida para los conejos recién nacidos y mueren disminuyendo la población.
- 2) El consumo de conejos CN depende del número de coyotes, de su apetito, de la frecuencia del consumo y del tamaño de la población de conejos.
- 3) El nacimiento de coyotes y las defunciones están condicionadas a que

tengan alimento suficiente.

Estructura Causal.

01 79

Nombre	Clave																
Población de Conejos	N	+															
Nacimiento de Conejos	NC		-														
Defunción de Conejos	DC			+	+												
Densidad de Conejos	DDC					-	-	-									
Alimento de Conejos	AC								+	-							
Población de Coyotes	Y																
Nacimiento de Coyotes	NY																
Defunción de Coyotes	DY																
Densidad de Coyotes	DDY																
Consumo de Conejos	CC																
Apetito de Coyotes	AY																
Frecuencia de Consumo	FC																

Se sigue el -- sentido de la flecha si la variable en la cola aumenta y la variable de la punta aumenta la casilla tiene signo + si la variable de la punta disminuye el signo es - .

Diagrama Causal

E6

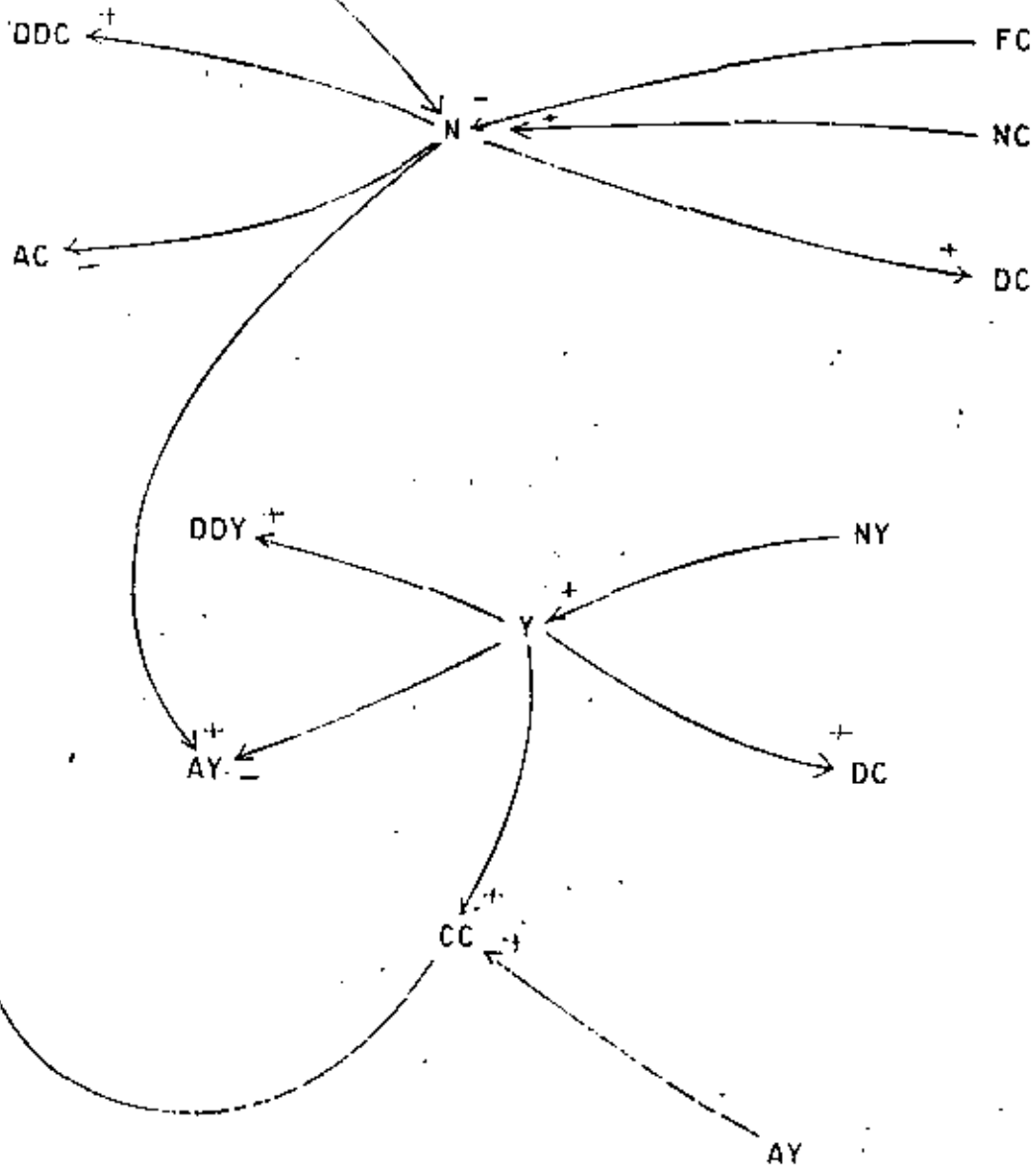
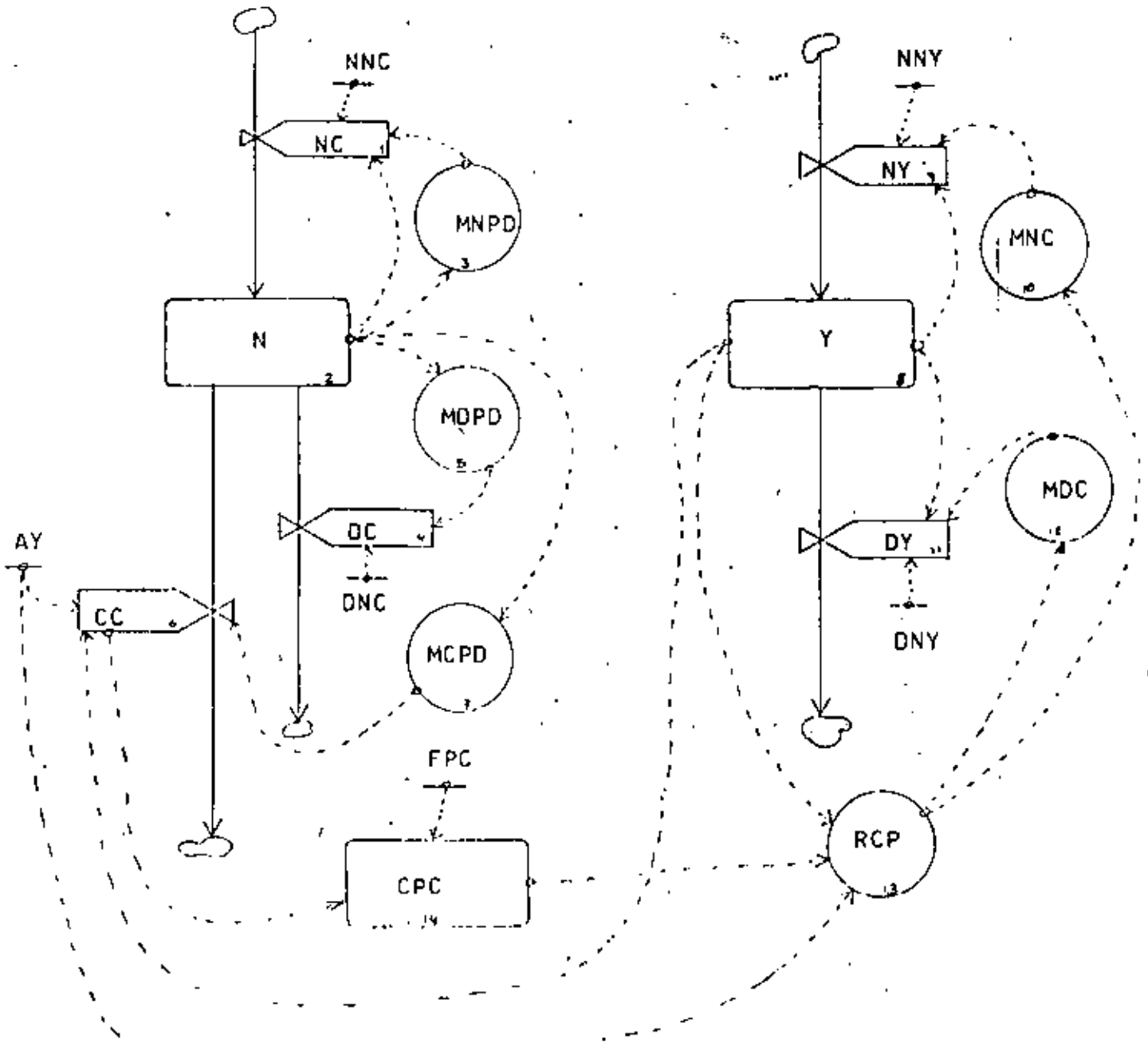


Diagrama DYNAMO

81



- MMPD. Multiplicador de nacimientos por densidad de conejos. Cuando la densidad aumenta los nacimientos disminuyen.
- MDPD. Multiplicador de defunciones por densidad. Al aumentar la densidad de conejos las defunciones aumentan.
- MCPD. Multiplicador de Consumo de conejos por densidad. Al aumentar la densidad aumenta el consumo de conejos por coyotes.
- CPC. Consumo promedio de conejos.
- FPC. Frecuencia promedio de consumo.
- MNC. Multiplicador de nacimiento por consumo. Al aumentar el consumo de conejos, aumenta la tasa de nacimientos de coyotes.
- MDC. Multiplicador de defunciones por consumo. Al aumentar el consumo de conejos disminuyen las defunciones de coyotes.
- RCP. Relación de consumo promedio de conejos.

PASO 3. Construcción del Modelo:

Suponemos una población normal de 200 conejos por kilometro cuadrado, cada par de conejos, tiene de 3 a 4 camadas por año, aproximadamente 5 conejos por camada o sea de 15 a 20 conejos por pareja o 7.5 a 10 conejos por conejo, tomaremos el valor de 8 conejos por conejo por año.

$$NC \cdot KL = (N \cdot K) (NNC) (MMPD \cdot K) \quad IR$$

$$NNC = 8$$

NC. Nacimiento de conejos (conejos/año)

N. Conejos

NNC. Nacimiento normal (conejos/conejo/año).

MMPD Multiplicador de Nacimientos por densidad (adimensional)

La ecuación IR expresa: el nacimiento de conejos para el próximo período KL es igual al total de conejos actuales (instante K) por el na-

000 83

cimiento normal de conejos en este caso escogimos B por el multiplicador de nacimientos por densidad, este último varía según la gráfica de MNPDT VS N, entrando a la tabla con los valores de N en cada instante K e interpolando linealmente para determinar el valor de MNPDT-K.

La siguiente ecuación 2L define el nivel de conejos o sea la población existente en el instante K.

$$N \cdot K = N \cdot J + (DT) (NC \cdot JK - DC \cdot JK - CC \cdot JK) \quad 2L$$

N = 130 valor inicial

- N. Conejos
- DT. Amplitud del intervalo de cálculo
- NC. Nacimientos (conejos/año)
- DC. Defunciones (conejos/año).
- CC. Consumo de conejos (conejos/año).

La ecuación dice: el número actual de conejos es igual al del período anterior (N-J) más el intervalo de tiempo (DT) que multiplica a la tasa de nacimientos menos la de defunciones menos la de consumo de conejos por coyotes.

Las ecuaciones de la gráfica 3 y 3' definen al multiplicador MNPDT. La ecuación 3 dice, que el valor de MNPDT-K está dado en una tabla o gráfica donde el eje Y se llama MNPDT y corresponde a valores de --- MNPDT, en el eje X están los valores N en cada instante y van de cero a 400 de cien en cien. La ecuación 3' define el valor del eje Y.

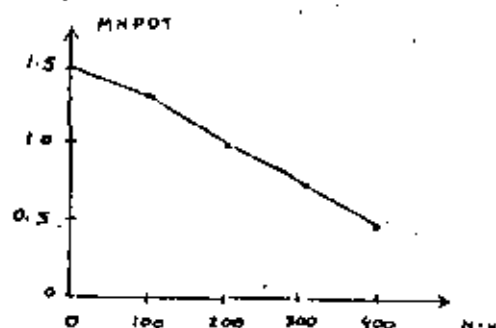
$$MNPDT \cdot K = \text{TABLE} (MNPDT, N \cdot K, 0, 400, 100) \quad 3$$

$$MNPDT^* = 1.5/1.3/1/.75/.5 \quad 3'$$

MNPDT. Multiplicador de nacimientos de conejos por densidad de conejos.

N. Conejos

MNPDT. Valores de las ordenadas.



A medida que $N \cdot K$ aumenta disminuye el multiplicador de nacimientos por densidad.

84

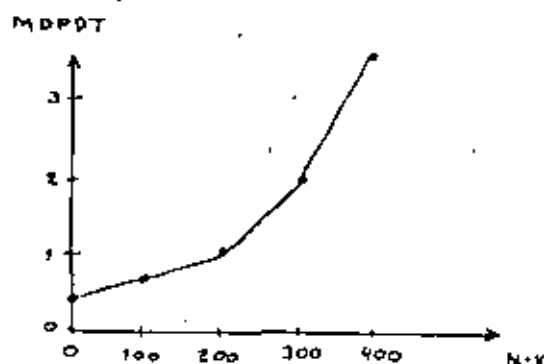
La ecuación 4 expresa que las defunciones de conejos normalmente valen - 1.5 conejos/conejo/año = DNC por el número de conejos por el multiplicador de defunciones de conejos por densidad.

$$DC \cdot KL = (N \cdot K) (DNC) (MDPD \cdot K) \quad 4$$

$$DNC = 1.5$$

$$MDPD \cdot K = \text{TABLE} (MDPDT, N \cdot K, 0, 400, 100) \quad 5$$

$$MDPDT^* = .4/.6/1/2/3.6$$



Al aumentar el número de conejos $N \cdot K$ el multiplicador de defunciones de conejos por densidad - $MPDP \cdot K$ aumenta ya que escasea la comida y disminuye la salud de los conejos.

La ecuación 6 representa el consumo de conejos en conejos/año, los conejos son consumidos por los coyotes $Y \cdot K$ según su apetito AY que está dado en conejos/coyotes/año y un multiplicador de consumo de conejos por densidad de los mismos $MCPD$:

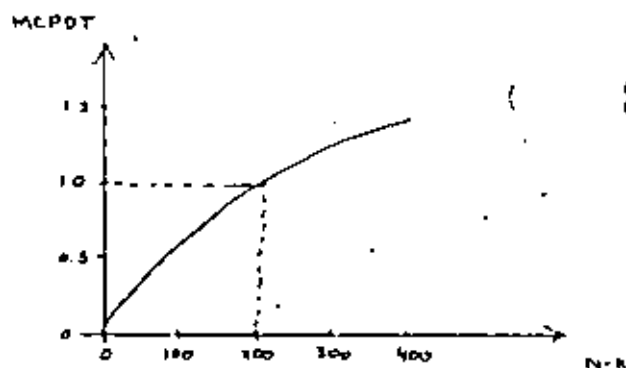
$$CC \cdot KL = (Y \cdot K) (AY) (MCPD \cdot K) \quad 6$$

$$AY = 400$$

Veamos la forma del multiplicador:

$$\text{MCPD} \cdot K = \text{TABLE} (\text{MCPDT}, N \cdot K, 0, 400, 25) \quad 7$$

$$\text{MCPDT}^* = 0/.28/.45/.35/.65/.75/.85/.93/1/1.08/1.15/1.21 \\ 1.27/1.33/1.42/1.45$$



85

MCPD·K toma en cuenta factores tales como que tan bien se esconden los conejos, la dificultad que los coyotes tienen para cazar y que tanto pueden comer.

Si no hay conejos los coyotes no tienen comida. La sección de la gráfica entre 0 y 200 se interpreta como coyotes hambrientos luchando por -- mantener su tasa normal de comida aún cuando escasean los conejos. La fuerte pendiente cercana al origen indica que hay poca protección para los conejos, pues aún un número pequeño de conejos no puede eludir a los coyotes. Cuando la población de conejos llega a 200 o más el multiplicador de consumo por densidad aumenta más lentamente, lo que indica coyotes bien alimentados.

El nivel de coyotes Y se define como el número de coyotes en el período anterior $Y \cdot J$ más el tiempo transcurrido que multiplica la diferencia de la tasa de nacimientos de coyotes menos la tasa de defunciones:

$$Y \cdot K = Y \cdot J + (DT) \cdot (NY \cdot JK - DY \cdot JK) \quad 8$$

$$Y = 4 \text{ valor inicial}$$

Y . Coyotes

NY . Nacimiento de Coyotes Coyotes/año

DY . Defunción de Coyotes Coyotes/año

$$NY \cdot JK = (Y \cdot K) (NNY) (MNC \cdot K)$$

9

$$NNY = 1.5$$

NY. Tasa de nacimientos de coyotes

008 86

Y. Población de Coyotes

NNY. Nacimiento normal de coyotes coyotes/coyote/año

MNC. Multiplicador de nacimientos de coyotes por consumo de conejos.
adimensional.

La ecuación 9 es similar a la ecuación 1R excepto que el multiplicador - MNC·K no es un factor que depende de la densidad de los coyotes como en la ecuación 1R, sino, que MNC·K depende en el promedio de comida, que los coyotes han estado comiendo. NNY representa el número promedio de coyotes nacidos por coyote por año bajo condiciones normales. NNY = 1.5 significa que se está considerando que nace una camada de 3 coyotes por cada par de coyotes por año.

La siguiente ecuación define al multiplicador de nacimientos de coyotes por consumo MNC·K:

$$MNC \cdot K = \text{TABLE} (MNCT, RCP \cdot K, 0, 2, .5)$$

10

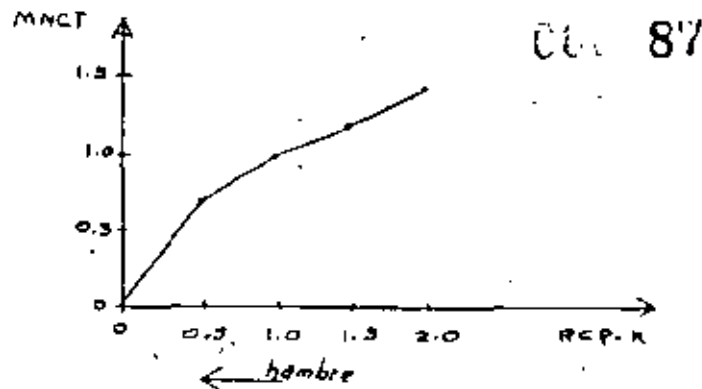
$$MNCT^* = 0/.7/1/1.2/1.3$$

MNC. Multiplicador de nacimientos de coyotes por consumo de conejos
(adimensional)

MNCT Ordenadas

RCP. Relación de consumo promedio de conejos (adimensional).

Los valores de MNC·K está en función de RCP que es la relación de -- consumo promedio de conejos, esta relación mide cuantos conejos se han estado comiendo los coyotes durante el año pasado comparado con los 400- conejos consumidos por coyotes por año normalmente.



Esta gráfica ilustra la dificultad de criar los pequeños coyotes, cuando RCP está en el rango de 0 a 1. Las condiciones mejoran cuando los coyotes tienen más alimento.

La siguiente ecuación es análoga a la 9:

$$DY \cdot KL = (Y \cdot K) (DNY) (MDC \cdot K) \quad 11$$

$$DNY = 0.5$$

DY. Defunciones de coyotes coyotes/año

Y. Coyotes

DNY. Defunciones normales de coyotes coyotes/coyote/año

MDC. Multiplicador de nacimientos de coyotes por consumo de conejos-adimensional.

DNY indica un rango promedio de vida de los coyotes de $1/.5 = 2$ años, algunos mueren jóvenes y otros viven mucho más. El rango promedio de vida indica que a la población total de coyotes cada año se le disminuye - 0.5 coyotes por lo que en dos años $2 \times .5 = 1.0$ se termina una generación.

La ecuación 12 define el valor del multiplicador MDC-K:

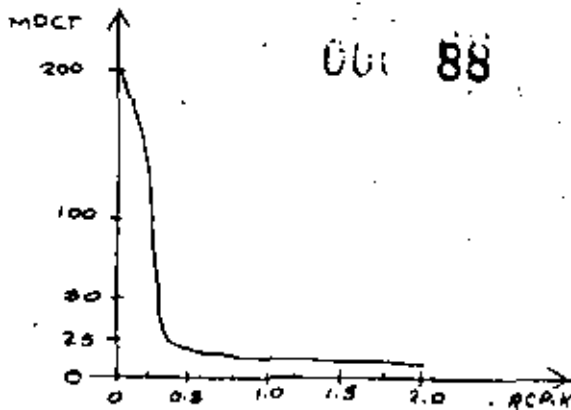
$$MDC \cdot K = \text{TABLE} (\text{MDCT}, \text{RCP} \cdot K, 0, 2, .125) \quad 12$$

$$\text{MDCT}^* = 200/50/16/10/7/2/1.4/1.8/.6/.6/.6/.6/.6/.6/.6 \quad 12'$$

MDC Multiplicador de defunciones por consumo

MDCT Valores de las ordenadas

RCP Relación de consumo promedio de conejos.



El multiplicador aumenta mucho al disminuir RCP. O sea que la tasa de defunciones se aumenta. Cuando RCP disminuye los coyotes tienen mas hambre.

$$RCP \cdot K = CPC \cdot K / Y \cdot K / AY$$

13

- RCP. Relación de concumo promedio de conejos adimensional
 CPC. Consumo promedio de conejos conejo/año
 Y. Coyotes
 AY. Apetito normal de los coyotes conejos/coyote/año

Se observa que si $RCP = 1$ significa que el año pasado cada coyote era capaz de comerse normalmente 400 conejos cada uno al año.

$$\text{Si } RCP = 1, CPC \cdot K = (Y \cdot K) (AY) = 400 (Y \cdot K)$$

Falta definir la variable CPC, se obtiene, promediando la tasa de consumo de conejos durante el tiempo considerado para obtener dicho promedio FPC, en este caso $FPC = 1$ año.

El proceso de promediar los valores crea una demora en el sistema, toma en cuenta que se requiere cierto tiempo para que los coyotes enflaquen o engorden.

La tasa de consumo de los coyotes CC, después de un cierto tiempo modifica la condición física de los coyotes y cambia las tasas de nacimientos y defunciones de los coyotes.

La siguiente ecuación es el promedio calculado de la tasa de consumo CC:

$$CPC \cdot K = CPC \cdot J + (DT/FPC) (CC \cdot JK - CPC \cdot J)$$

14

$$CPC \cdot K = CPC \cdot J + (DT/FPC) (CC \cdot JK - CPC \cdot J)$$

14

CPC = 1200 valor inicial

FPC = 1

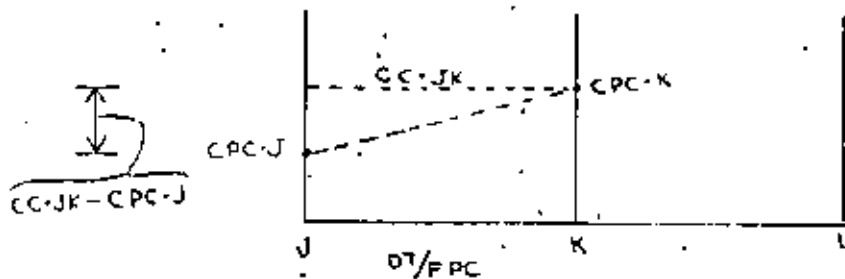
.001 89

CPC. Consumo promedio de conejos conejos/año

FPC. Tiempo para calcular el promedio

CC. Consumo de conejos conejos/año

La ecuación anterior dice: el consumo promedio de conejos en el instante K es igual al valor promedio en el periodo anterior, más el periodo (DT/FPC) en el que cambio el promedio anterior $(CPC \cdot J)$ multiplicado por el valor de la tasa de consumo menos el valor promedio anterior.



veamos un ejemplo:

Sea $CC \cdot JK = 1200$ en un periodo

y $CC \cdot JK = 1220$ en el siguiente periodo.

Si el promedio anterior se mantuvo constante en 1200 el nuevo promedio será:

$$CPC \cdot K = 1200 + (1/1) (1220 - 1200) = 1220 \text{ nuevo promedio}$$

Otro promedio

Sea $CPC \cdot J = 1200$ valor anterior

$PT = .02$, $FPC = 1$, $CC \cdot JK = 1232$, sustituyendo:

$$CPC \cdot K = 1200 + \frac{.02}{1} (1232 - 1200)$$

$$= 1200 + .02 (32) = 1200 + .64 = 1200.64$$

O sea que CPC va actualizando el promedio.

90

Instrucciones de Control para Graficación y Procesamiento:

El intervalo de tiempo que se considerará para realizar los cálculos es de una semana aproximadamente, o sea cada 7 días. $7/365 = .019170 = .02$ años, por lo que $DT = .02$.

Simularemos el sistema ecológico durante 10 años usamos para esto la variable $LENGTH = 10$.

Nos interesa obtener gráficas del comportamiento del sistema por lo que no pediremos listas de las variables para esto usaremos $PRTPER=0$.

Como los conejos se reproducen de 3 a 4 veces por año o sea cada 3 a 4 meses para no excluir valores pediremos que las gráficas se construyan aproximadamente cada 2.4 meses o sea cada 0.2 años, para esto usamos, $PLTPER = .2$.

La ecuación de control queda:

$SPEC DT = .02/LENGTH = 10/PRTPER = 0/PLTPER=.2$ 15

Habiéndose realizado las primeras pruebas, se ha encontrado que algunas variables cambian dentro de un rango análogo. Por esto las hemos agrupado en la orden de graficación $PLOT$ separándolas con una coma y además damos el rango de graficación en paréntesis:

$PLOT N=N (0,400)/RCP-K=*(0,1)/Y*Y, NY=3, OY=F(0,8)/16$
 $NC=C, DC=D, CC=A, CPC=P (0,2000)$ 16

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACION:

En la gráfica del sistema simulado se muestran las fluctuaciones de las poblaciones de conejos y coyotes.

91

El instante cero prevalecen las condiciones iniciales. Los coyotes se encuentran bien comidos, la población se incrementa hasta un pico en el instante 0.3 años. Al aumentar la población de coyotes a 4.1, los conejos son comidos más aprisa que lo que pueden reproducirse. Aún cuando escasean los conejos un alto porcentaje, sigue siendo comido (de acuerdo a la gráfica de MCPD), cuando los conejos, llegan a 100 o menos no encuentran protección de los coyotes y son comidos.

Cuando los conejos llegan a 50 (1/4 de lo normal) los coyotes han reducido su dieta casi a la mitad. En 1.4 años los conejos casi se han extinguido.

Mientras los conejos se ven reducidos a un mínimo, el número de coyotes a decaído de 4.1 a 2.1 coyotes. La disminución en la población de coyotes durante el intervalo de 0.3 a 2.4 años se debe a que la defunción de coyotes (graficada como F) excede a la tasa de nacimientos (graficada como 3). Este exceso de la tasa de defunciones DY sobre la de nacimientos NY en la fecha 0.3 años donde las dos curvas se cruzan, ocasionado por la disminución en la relación de consumo promedio de conejos (RCP, graficado como *). Cuando RCP llega a 0.72 el multiplicador MDC por consumo toma el valor aproximado de 2.5.

De acuerdo a la ecuación 1 cuando $RCP = .72$:

$$DY \cdot KL = (Y \cdot K) (1.5) (2.5)$$

$\frac{DY \cdot KL}{Y \cdot K} = 1.25$ La ecuación significa que la tasa de defunciones de los coyotes vale 1.25 coyotes/año cuando $RCP = .72$.

También cuando $RCP = .72$ $MNC = .83$, en la ecuación 9 podemos sustituir este valor:

$$\begin{aligned} NY \cdot KL &= (Y \cdot K) (NNY) (MNC \cdot K) \\ &= (Y \cdot K) (1.5) (.83) = (Y \cdot K) (1.25) \end{aligned}$$

$\frac{NY \cdot KL}{Y \cdot K} = 1.25$ La ecuación significa que nacen 1.25 coyotes por cada coyote por año cuando $RCP = .72$.

Además cuando $RCP = .72$ $NY \cdot KL = OY \cdot KL = 1.25$

Si RCP es menor que $.72$ las defunciones de los coyotes exceden los nacimientos, en este momento habrá coyotes hambrientos y disminuirá el nivel de coyotes como en el intervalo anterior de 0.3 a 2.4 años.

Aún cuando el número de coyotes está disminuyendo, siguen comiendo conejos más aprisa de lo que pueden reproducirse hasta que en 1.4 años - el nivel de coyotes es tan bajo que nacen más conejos de los que mueren o son comidos. En este momento la población de conejos crece exponencialmente hasta la fecha 2.7 años donde alcanza un nivel de 330 conejos. El suelo disponible solo sirve para 330 conejos debido a que - el multiplicador de defunciones por densidad (MDPD) y el multiplicador de consumo por densidad (MCPD) aumentan tanto por la densidad de la tasa de defunciones de conejos (DC) y la tasa de consumo de conejos -- (CC) disminuye el número de conejos tan aprisa como la tasa de nacimientos los reemplaza (NC).

Cuando las tasas DC y CC juntas igualan el valor de NC el crecimiento de la población de conejos se detiene, esto pasa cuando N llega aproximadamente a 330. El fuerte aumento de conejos entre los años 1.4 y 2.7 hacen que aumente el (MCPD) multiplicador de consumo por densidad y este hace que aumente la tasa de consumo de conejos CC. - Al aumentar la tasa CC hace que aumente la relación de consumo promedio de conejos RCP después de la demora ocasionada por CPC.

Cuando RCP sobrepasa $.72$ en el año 2.4 las curvas de NY y DY se cruzan y aumenta la población de coyotes.

En el año 2.4 NY sobrepasa a DY por lo que continua y aumenta hasta el año 5.7 donde NY y DY vuelven a igualarse cesando el crecimiento.

Mientras la población de coyotes va creciendo entre 2.4 y 5.7 años la población de conejos ha llegado a un pico y empieza a disminuir por --

los coyotes. Los coyotes continúan comiendo conejos hasta que empiezan a escasear y vuelve a darles hambre a los coyotes por falta de conejos y comienza otro ciclo. El periodo es de aproximadamente 5.5 años.

MANIPULACIONES AL MODELO ORIGINAL

0 93

El modelo construido se convierte en un laboratorio ecológico y sirve para que el ecólogo pueda probar sus hipótesis, muchas alternativas pueden desecharse sin gastar grandes cantidades de dinero.

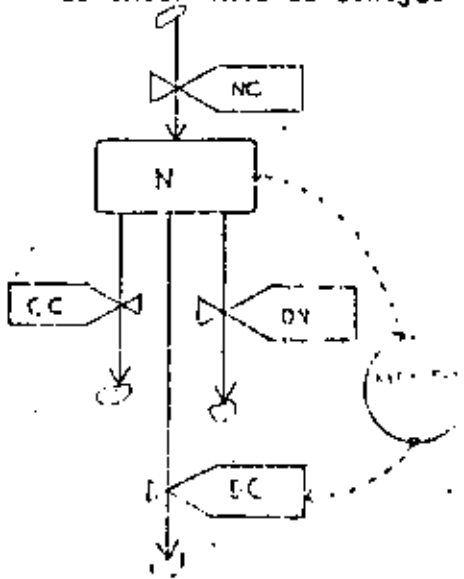
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se desea estabilizar el sistema ecológico. Las posibles soluciones se prueban en el modelo manipulando sus componentes para simular la aplicación de los programas reales. Los cambios se realizan de uno en uno para verificar sus efectos.

Verificaremos dos programas, exterminación de conejos y protección de conejos.

PROGRAMA DE EXTERMINACION:

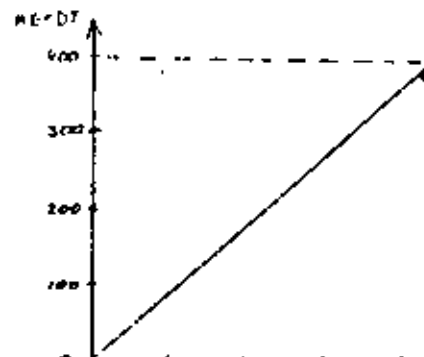
Una forma de control es exterminar conejos, esto se puede hacer envenenándolos o poniendo trampas. Modificamos el modelo agregando una tasa de exterminio de conejos EC al nivel de conejos:



Esta nueva tasa será controlada por un multiplicador MECD (multiplicador de exterminio de conejos por densidad).

$$MECD \cdot KL = TALBE(MECDT, N \cdot K, 0, 400, 100)$$

$$MECDT = 0/100/200/300/400$$



Para investigar el comportamiento del modelo podemos graficar las tasas de los conejos y su densidad.

Si formamos una gráfica de la suma algebraica de las tasas podemos encontrar alguna pista que nos lleve al equilibrio.

Como se encontró antes al analizar el modelo original, cuando $RCP = .72$ las tasas de nacimiento y defunción de los coyotes son aproximadamente iguales, esto significa que la población permanecerá estable cuando los coyotes se coman $.72 \times 400 = 288$ conejos al año (siendo 400 el apetito normal). Cuando el consumo de conejos es de 288 por coyote la población correspondiente de conejos es 117 conejos por km^2 . Por lo tanto la única posibilidad de equilibrio es a la densidad de 117 conejos. A esta densidad las tasas de nacimiento menos defunciones es de 1065 conejos por año y la tasa de exterminación de 117 conejos por año. Para que la población de conejos esté en equilibrio, la tasa de consumo deberá ser igual a la suma algebraica de la tasa de nacimiento, tasa de defunciones y tasa de exterminio:

$$NC - DC - CC = 1065 - 117 \cdot 948 = EC.$$

Como cada coyote se come 288 conejos al año, cuando hay una densidad de 117 deberán haber 3.3 coyotes.

Si multiplicamos la curva de consumo de conejos por 3.3 y le sumamos la curva de exterminio obtendremos una nueva curva que representa el consumo actual de conejos más la tasa de exterminio e intersecta a la curva $NC - DC$ a una densidad de 117. Si la curva $CC + EC$ no es igual a la curva $NC - DC$ entonces los conejos no permanecerán en equilibrio.

La forma en que cualquier curva $CC + EC$ intersecte a la curva $NC - DC$ indica si existe o no un punto de equilibrio. Si $CC + EC$ en el punto de intersección tiene una mayor pendiente que la curva $NC - DC$ puede haber equilibrio.

Un punto de equilibrio deberá satisfacer tres condiciones:

1. La tasa CC en el punto de equilibrio debe mantener una población estable de coyotes.

95

2. El número de coyotes presente en el punto de equilibrio deberá generar una tasa de consumo de conejos que sea igual a la diferencia entre las tasas de nacimiento defunción y exterminio de conejos.
3. El consumo de conejos más la tasa de exterminio deberá ser menor que los nacimientos de conejos menos la tasa de defunciones cuando la densidad de conejos es menor que el punto de equilibrio y deberá -- ser mayor cuando la densidad es mayor.

Con estas tres condiciones parece ser que 117 conejos por km^2 puede ser un punto de equilibrio.

Sin embargo, al observar la simulación se ve que el sistema no es estable.

Programa de Protección de Conejos

Al proteger a un número limitado de conejos estamos en posición de sostener a una mayor población de coyotes y evitamos la casi desaparición de los conejos.

El efecto puede amortiguar las oscilaciones. Se pueden plantar arbustos que sirvan de protección y madrigueras a los conejos. Para simular el programa de protección cambiamos los valores del multiplicador de -- consumo de conejos por densidad MCPD. Al correr la curva de MCPD hacia la derecha paralelamente, significa crear protección a los conejos a parte de la protección natural, la curva se ha desplazado 25 conejos hacia la derecha.

DYNAMO INPUT (02/27/81)

7141

REMOTE
DYNAMO
RUN
NOTE

	NC, AI = (N, K) (MNC) (MPCP, K)	1
	NC, AR = (N, K) (MNC) (MPCP, K)	2
	NC, AI = (N, K) (MNC) (MPCP, K)	3
	NC, AI = (N, K) (MNC) (MPCP, K)	4
	NC, AI = (N, K) (MNC) (MPCP, K)	5
	NC, AI = (N, K) (MNC) (MPCP, K)	6
	NC, AI = (N, K) (MNC) (MPCP, K)	7
X	NC, AI = (N, K) (MNC) (MPCP, K)	8
	NC, AI = (N, K) (MNC) (MPCP, K)	10
	NC, AI = (N, K) (MNC) (MPCP, K)	11
	NC, AI = (N, K) (MNC) (MPCP, K)	12
	NC, AI = (N, K) (MNC) (MPCP, K)	14

NOTE
PLOT
SPEC

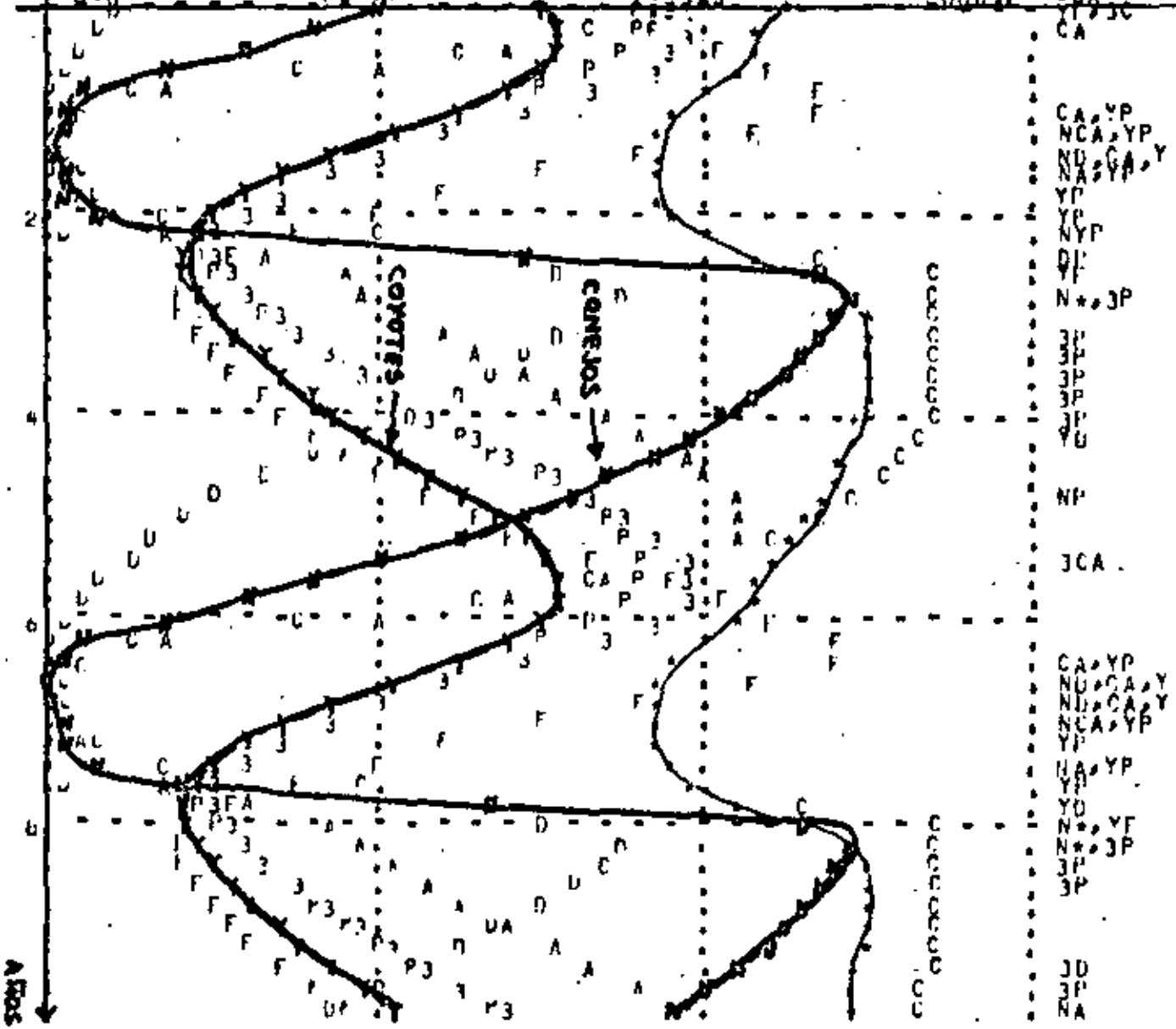
$N = (0, 100) / RCP = (0, 1) / Y = Y / K = 3 / (Y = (0, 1) / NC = C, LC = D, CC = A, CPC = P (0, 20))$
 $OU = 0.02 / LENO TH = 10 / PRIP F = 0 / PLT F = 0.7$

PAGE 2 LONE C

BLGAN FLUITING AT 1942-3644, 27 FEBRUARY 1981

N=N, RLP=, Y=, Y=3, NY=, NC=C, CC=D, CCA, CPC=P

U=0	133.7	266.7	400.0	N
U=0	0.7	0.7	1.0	*Y3F
U=0	2.7	5.3	8.0	CUA P
U=0	(DF=)	133.3	200.0	YI 3C



DYNAMOINPUT (02/27/81)

715

RENOTE
DYNAPUNAH
RUN CUR.EJDC
NOTE

```

NC, AI = (N, K) (NNC) (MNP, K) 1
NML = R
Y, K = N, J + (DT) (NC, JK = CC, JK = CC, JK = CC, JK) LC MODIFICADA 2
N = 130
LC, AI = TABLE (MELT, N, K, 0, 400, 100) - HNEVA EQUACIJA
MELI = 0 / 100 / 200 / 300 / 400
MNP, K = TABLE (MNPDI, N, K, C, 400, 100) 3
MNP, UT = 1.5 / 1.3 / 1 / .75 / .5
DC, AT = (A, K) (UNC) (MOP, K) 4
ONL = 1.5
MUP, K = TABLE (MUPDI, N, K, C, 400, 100) 5
MUP, UT = .8 / .6 / 1 / 2 / 3 / 4
CL, AI = (Y, K) (AY) (MCP, K) 6
AT = 400
MCP, K = TABLE (MCPDI, N, K, C, 400, 25) 7
MCP, UT = 0 / .28 / .45 / .55 / .65 / .75 / .85 / .93 / 1 / 1.08 / 1.15 / 1.21 / 1.27 / 1.33 / 1.38 / 1.45
Y, K = Y, J + (DT) (NT, JK = CY, K) 8
N, AI = (Y, K) (NNI) (MNC, K)
NNI = 24.5
MNL, K = TABLE (MNL, RCP, K, C, 2, .5) 10
MNL, J = 0 / .7 / 1 / 1.2 / 1.3
UN, AI = (Y, K) (UNY) (MDC, K) 11
UNY = .5
MUL, K = TABLE (MUL, RCP, K, C, 2, .175) 12
MUL, I = 200 / 50 / 10 / 10 / 7 / 2 / 1.8 / 1.8 / .6 / .6 / .6 / .6 / .6 / .6 / .6
RCP, K = RCP, K / T, A / AY
CPL, K = RCP, J + (DI / FPC) (CC, JK = CPC, J) 14
CPL = 1200
FPC = 1

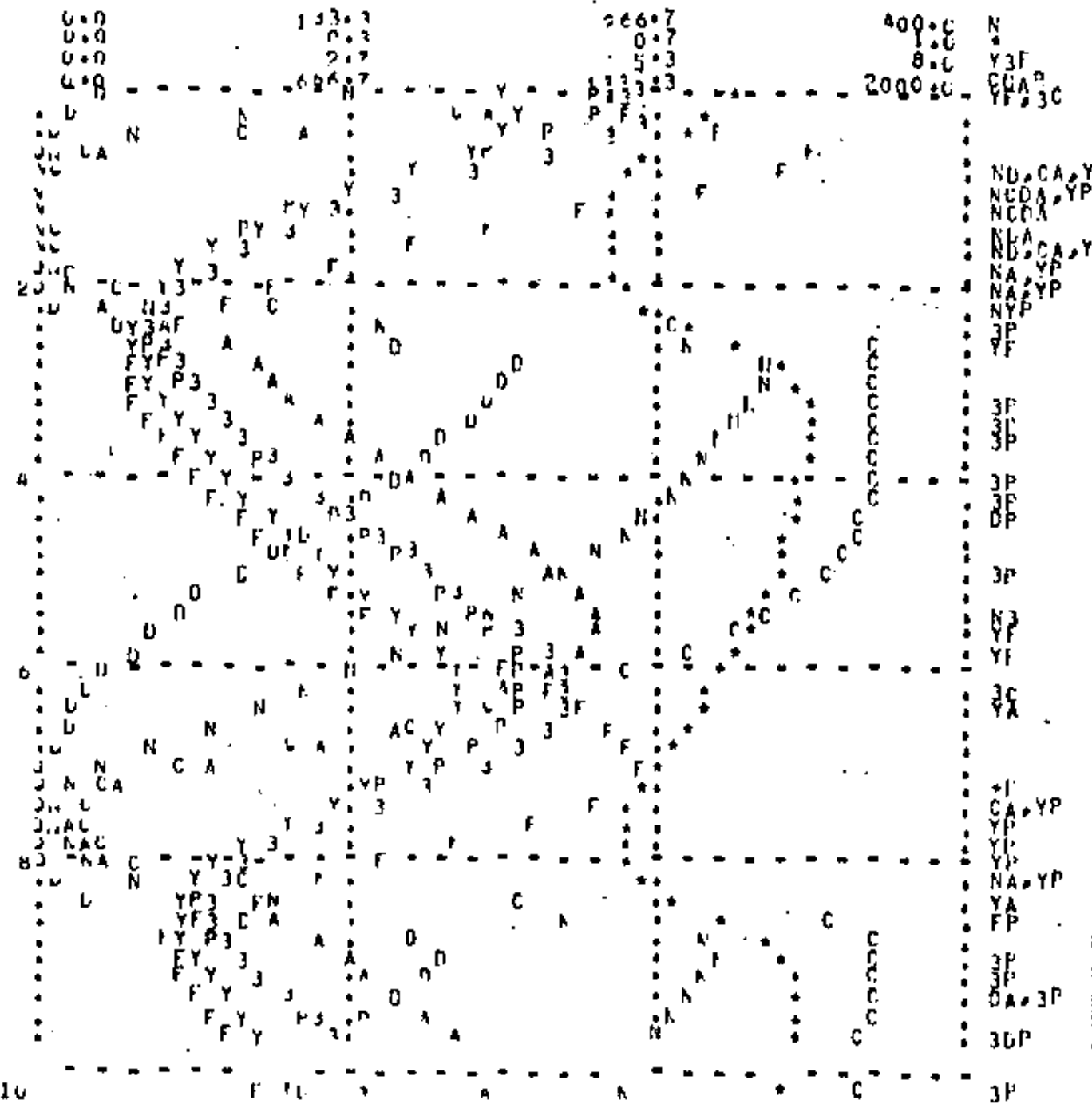
```

NOTE
 PLOT N = (0, 400) / RCP = (0, 1) / Y = Y, LY = 3 / LY = F(0, 0) / NC = C / LC = D / CC = A / CPC = P(0, 20)
 X UN = .02 / LENGTH = 10 / PRIME = 0 / PLTERR = 12
 SPFC

PAGE 2 CONE C

HEGAN FLUITING AT 19:55:605P, 27 FEBRUARY 1981

HEGAN RCP=** Y=1, NY=3, DY=4, NC=C, CC=D, CC=A, CPC=P



FINISHED RUN NUMBER CONE C AT 19:55:655C, 27 FEBRUARY 1981

BEGAN FLOTTING AT 19155-0217, 27 FEBRI 1981

LOS COYOTES ESTAN BIEN ALIMENTADOS Y LA POBLACION AUMENTA A UN RICO TIEMPO 0.3 AÑOS MIENTRAS LO ANTERIOR SUCEDE LOS CONEJOS SON COMO DOS MESES ATRAS DE LO QUE SE REPRODUCEN

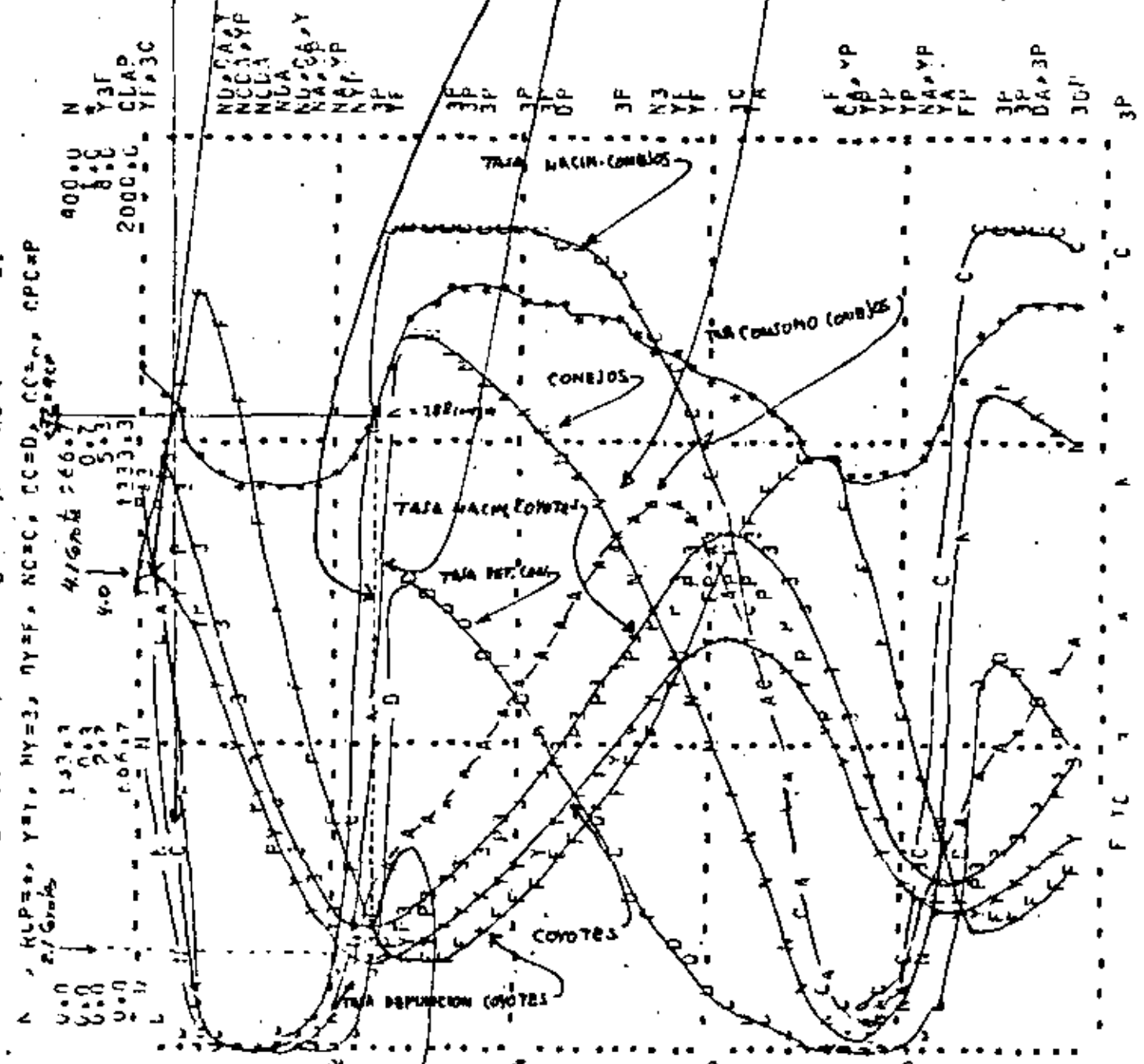
LOS CONEJOS HAN DIMINUIDO CASI A CERO Y LOS COYOTES ESTAN MUERTOS DE HAMBRE, DE LOS 4.1 COYOTES ANTERIORES AHORA SOLO HAY 2.1, LA DOMINACION DE COYOTES ESTA DADA PORQUE LA TASA DE REPRODUCCIONES DE F ES MAYOR QUE LA DE NACIMIENTOS

CUANDO LAS TASAS DE NACIMIENTO Y DE MUERTE DE COYOTES SON IGUALES LA RELACION DE CONSUMO PROMEDIO DE CONEJOS RCP = 2.12

AHORA QUE HAY SUFICIENTE ALIMENTO, EL NUMERO DE COYOTES VUELVE A AUMENTAR, RCP MAYOR QUE 2.2 Y VUELVE A DISMINUIR LA POBLACION DE CONEJOS

A PARTIR DE ESTE MOMENTO EL CICLO SE REPITE.

100



TASA DEF. COY. = TASA NACIM. COY. = 1.25

19155-0744, 27 FEBRUARY 1981

STARTED PRINTING AT 18:55.0450. 11

TIME	N. NO DC CC	F NT DY	ACP CC (FC)	CC
E+00	0+00 0+00 0+00 0+00	0+00 0+00 0+00	0+00 0+00 0+00	0+00
0.0000	130.000 1253.4 140.400 1072.0	4.0000 5.1000 4.0000	0.7000 1072.0 1200.0	130.000
0.2000	113.778 1145.5 111.78 929.2	4.0000 5.0000 5.2000	0.7000 789.0 1170.0	113.75
0.4000	102.883 1000.0 94.209 911.7	4.0000 4.9500 5.5000	0.7000 911.7 1129.3	102.83
0.6000	98.488 1026.0 88.108 844.8	3.8000 4.7000 5.5000	0.6000 844.8 1022.0	98.48
0.8000	100.000 1040.0 90.000 823.4	3.7000 5.0000 5.3000	0.6000 823.4 1022.0	100.66
1.0000	119.338 1110.0 104.000 840.0	3.5000 4.1000 5.0000	0.6000 840.0 938.4	119.33
1.2000	122.600 1209.0 127.000 826.0	3.4000 4.2000 4.7000	0.7000 826.0 913.0	122.69
1.4000	117.150 1104.0 104.000 945.0	3.3000 4.1000 4.4000	0.7000 945.0 822.0	117.15

103

TIME	N NC DC CC	T M DY	HCP CC CPC	EC
1.6010	140.97 1376.0 177.77 1000.7	3.3548 4.1818 4.2047	0.71813 1000.7 964.0	148.93
1.8000	155.99 1412.7 192.80 1042.1	3.3690 4.2122 4.0722	0.71375 1042.1 974.5	155.99
2.0000	158.46 1425.6 198.19 1067.0	3.4032 4.2676 4.0382	0.72668 1017.0 919.2	158.46
2.2040	157.61 1421.1 198.34 1077.2	3.4524 4.3316 4.0737	0.72743 1017.8 1004.5	157.61
2.4020	154.88 1406.8 197.39 1078.1	3.5024 4.3922 4.1571	0.72677 1018.1 1018.1	154.89
2.6000	154.38 1387.6 182.27 1071.5	3.5450 4.4419 4.2515	0.72517 1011.5 1028.6	151.36
2.8000	147.81 1367.6 175.42 1061.2	3.5773 4.4777 4.3430	0.72333 1081.2 1015.6	147.81
3.0000	144.67 1349.8 167.02 1049.7	3.6010 4.4997 4.4211	0.72153 1019.7 1019.1	144.69
3.2000	142.26 1335.2 164.13 1038.9	3.6127 4.5078 4.4750	0.72000 1018.0 1018.3	142.26

104

TIME	N NC CC CC	Y NY CY	+CP CC CPC	EC
3.4000	140.61 1325.3 166.21 1030.0	3.6142 4.5037 4.5152	0.71224 10.10.0 10.29.2	140.61
3.6000	139.72 1719.9 159.05 1023.7	3.6131 4.4922 4.5319	0.71203 10.23.7 10.26.9	139.72
3.8000	139.45 1313.5 150.59 1026.1	3.6022 4.4893 4.5322	0.71721 10.20.1 10.34.2	139.45
4.0000	139.74 1320.0 159.48 1018.5	3.5931 4.4757 4.5226	0.71766 10.18.9 10.31.5	139.74
4.2000	140.29 1323.4 160.14 1019.6	3.5844 4.4653 4.5064	0.71785 10.19.6 10.29.2	140.29
4.4000	140.98 1327.5 161.24 1021.5	3.5772 4.4504 4.4854	0.71816 10.21.3 10.27.6	140.98
4.6000	141.65 1331.0 162.68 1023.9	3.5722 4.4534 4.4719	0.71852 10.23.7 10.26.7	141.65
4.8000	142.20 1334.9 163.99 1026.2	3.5645 4.4511 4.4539	0.71885 10.26.3 10.26.4	142.20
5.0000	142.59 1337.2 164.79 1028.4	3.5608 4.4511 4.4539	0.71912 10.28.4 10.28.6	142.59

105

TIME	N NC DC CC	r M Dr	KCP CC CPC	CC
5.2000	142.82 1138.5 163.22 1029.8	3.5625 4.432 4.4450	0.71939 1029.3 1027.0	142.82
5.4000	142.89 1139.0 163.17 1030.7	3.5711 4.4548 4.4424	0.71940 1030.7 1027.6	142.89
5.6000	142.84 1140.7 163.22 1031.0	3.5731 4.4574 4.4473	0.71942 1031.0 1028.2	142.84
5.8000	142.73 1138.0 163.03 1030.9	3.5730 4.4397 4.4337	0.71938 1030.9 1028.7	142.73
6.0000	142.58 1137.7 163.78 1030.6	3.5737 4.4615 4.4548	0.71932 1030.6 1029.1	142.59
6.2000	142.44 1136.3 163.46 1030.1	3.5778 4.4627 4.4332	0.71924 1030.1 1029.3	142.44
6.4000	142.32 1135.3 164.22 1029.3	3.5785 4.4631 4.4612	0.71917 1029.5 1029.4	142.32
6.6000	142.22 1135.0 164.03 1029.1	3.5787 4.4634 4.4612	0.71911 1029.1 1029.4	142.22
6.8000	142.17 1134.7 163.92 1028.8	3.5787 4.4632 4.4643	0.71907 1028.3 1029.3	142.17

186

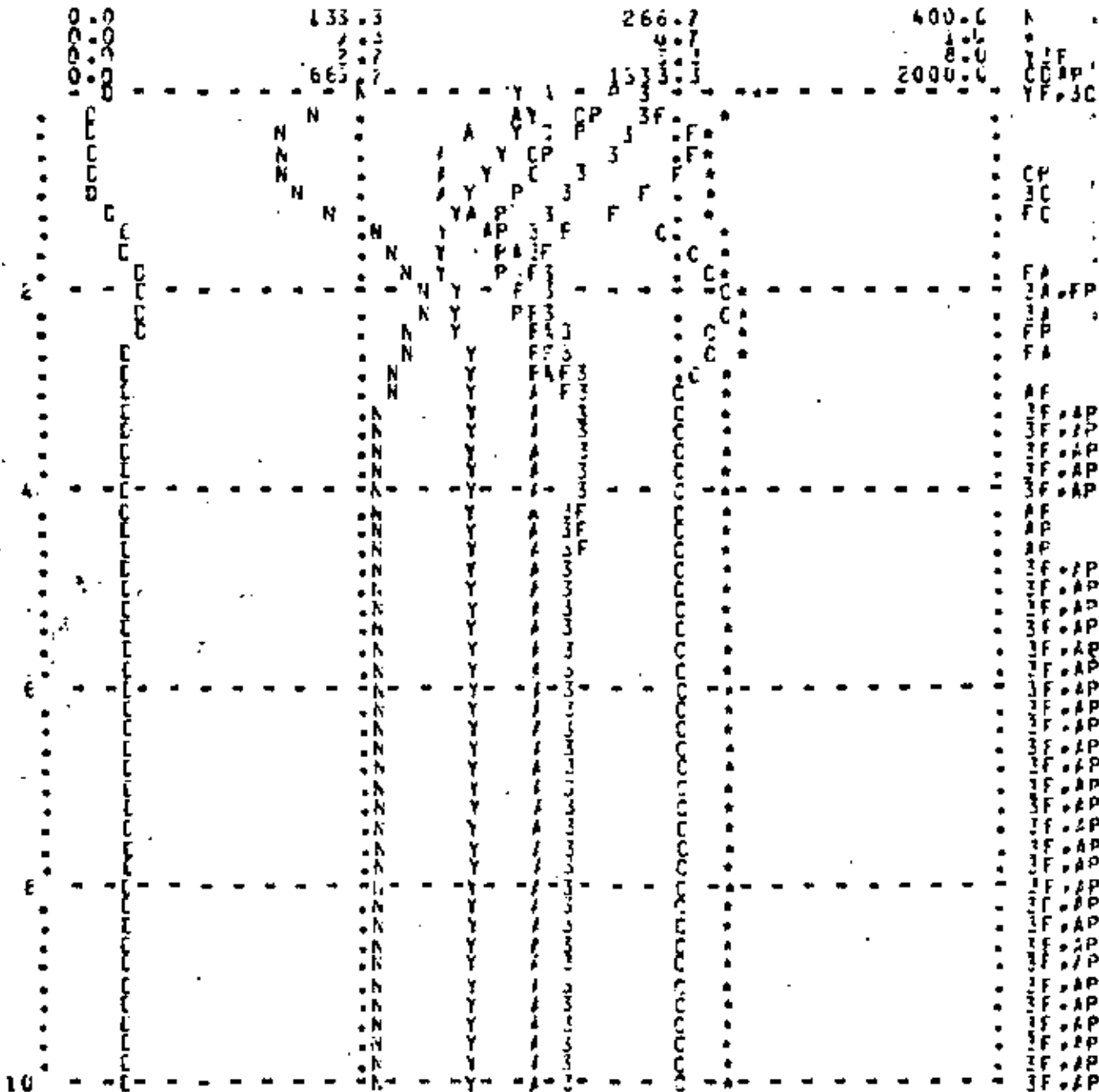
TIME	N NC DC CC	F NY CY	#CP CC CPC	EC
7.0000	142.15 1334.5 183.88 1028.5	3.5764 4.4627 4.4648	0.71904 1028.6 1029.2	142.15
7.2000	142.15 1334.6 183.89 1028.5	3.5730 4.4622 4.4643	0.71903 1028.5 1029.1	142.15
7.4000	142.17 1334.7 183.93 1028.5	3.5775 4.4617 4.4638	0.71904 1028.3 1029.0	142.17
7.6000	142.20 1334.9 183.99 1028.5	3.5772 4.4613 4.4628	0.71905 1028.5 1028.9	142.20
7.8000	142.23 1335.1 184.05 1028.6	3.5769 4.4610 4.4620	0.71907 1028.6 1028.8	142.23
8.0000	142.26 1335.2 184.11 1028.7	3.5767 4.4608 4.4614	0.71903 1028.7 1028.8	142.26
8.2000	142.28 1335.4 184.15 1028.8	3.5757 4.4603 4.4609	0.71910 1028.8 1028.8	142.28
8.4000	142.30 1335.4 184.18 1028.9	3.5767 4.4608 4.4608	0.71911 1028.9 1028.9	142.30
8.6000	142.30 1335.5 184.19 1029.0	3.5757 4.4609 4.4605	0.71911 1029.0 1028.8	142.30

107

TIME	N NC DC CC	Y MT DY	ACP CC CPC	EC
8.6000	142.32 1335.3 164.19 1029.0	3.575 6 4.461 6 4.463 6	0.71917 1029.0 1028.9	142.30
9.0000	142.30 1335.4 164.18 1029.0	3.575 9 4.461 1 4.463 7	0.71911 1029.0 1028.9	142.30
9.2000	142.29 1335.4 164.17 1028.0	3.577 0 4.461 2 4.463 9	0.71911 1029.0 1028.9	142.29
9.4000	142.27 1335.4 164.16 1029.0	3.577 0 4.462 7 4.461 0	0.71911 1028.9 1028.9	142.29
9.6000	142.28 1335.3 164.14 1028.9	3.577 1 4.461 7 4.461 2	0.71911 1028.9 1028.9	142.28
9.8000	142.27 1335.3 164.13 1028.9	3.577 1 4.461 7 4.462 1	0.71910 1028.9 1028.9	142.27
10.0000	142.27 1335.3 164.13 1028.9	3.577 1 4.461 4 4.461 4	0.71910 1028.9 1028.9	142.27

EEGAN PLOTTING AT 18:55.170E 10 APRIL 1981

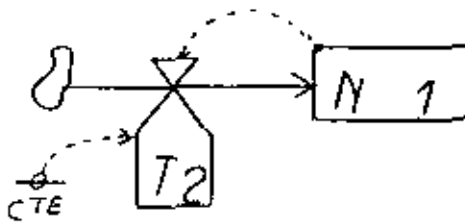
H=N, KCP=*, Y=Y, LY=Z, LY=F, AC=C, DC=D, CC=A, CPC=P



FINISHED FOR NUMBER PLOTED AT 18:55.170E 10 APRIL 1981

Es común encontrar en la práctica ciertas analogías con algunos sistemas que se tienen bien estudiados. Es por esto que a continuación estudiaremos sistemas simples a los que se les pueden agregar elementos o modificaciones para poder simular adecuadamente la realidad propuesta.

1. Circuito de Retroalimentación positiva:



La tasa T es proporcional al nivel N de acuerdo al valor de la constante.

Si le suponemos a N un valor inicial de 1 y $CTE = .2$ tenemos:

$$N \cdot K = N \cdot J + (DT) (T \cdot JK) \quad 1$$

$$N = 1$$

N = NIVEL (Unidades)

J = TASA (Unidades/año)

$$T \cdot KL = (CTE) (N \cdot K) \quad 2$$

$$CTE = .2$$

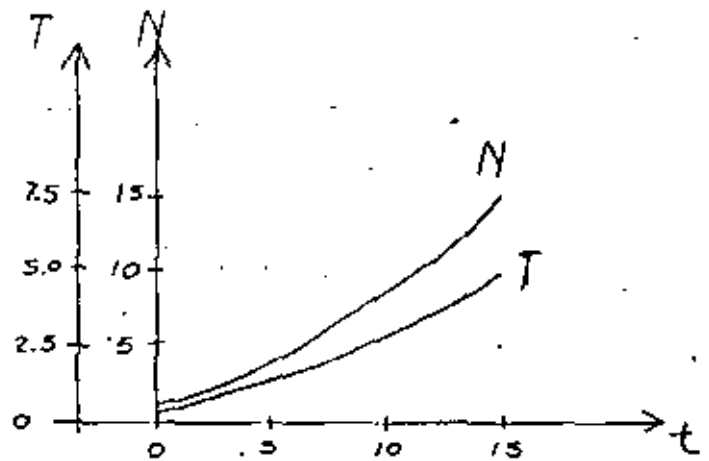
$$DT = 1$$

Calculemos manualmente a N y a T con el valor inicial de $N = 1$:

T	N	T	INCREMENTO
0	1.00	0.2	.2
1	1.20	0.24	.24
2	1.44	0.29	.29
3	1.73	0.34	.34
4	2.08	0.42	.42
⋮	⋮	⋮	⋮

5	2.50
⋮	⋮
15	15.47

111



Resolvamos el problema analíticamente:

Sea $N(t)$ valor que tiene el nivel en t .

$N(0)$ Valor inicial

$C = \text{CTE}$

$t = \text{tiempo}$

$e = 2.71828182$

$$\text{La ecuación } N \cdot K = N \cdot J + (DT) (T - JK) \quad (1)$$

podemos colocarla en la forma:

$$\frac{N \cdot K - N \cdot J}{DT} = T \cdot JK$$

Si hacemos $DT \rightarrow 0$ y $N \cdot K = N \cdot J = dN(t)$

tendremos

$$\frac{dN(t)}{dt} = T(t) \quad (2)$$

$$\text{pero } T(t) = C N(t) \quad (3)$$

sustituyendo (3) en (2):

$$\frac{dN(t)}{dt} = C N(t) \quad (4)$$

$$\frac{dN(t)}{N(t)} = C dt \quad (5)$$

Sea z una variable artificial que pueda tomar el sistema en el intervalo de $N(0)$ a $N(t)$:

$$\int_{N(0)}^{N(t)} \frac{dN(z)}{N(z)} = \int_0^t c \, dz \quad 112 \quad (6)$$

$$\ln N(z) \Big|_{N(0)}^{N(t)} = c \cdot (z) \Big|_0^t$$

$$\ln [N(t) - N(0)] = c (t-0)$$

$$\ln \frac{N(t)}{N(0)} = c t$$

$$\frac{N(t)}{N(0)} = e^{ct}$$

$$N(t) = N(0) e^{ct}$$

Esta ecuación nos permite conocer el valor de N para cualquier instante y como observamos tiene un crecimiento exponencial.

En este tipo de sistemas existen algunos parámetros característicos como es lo que se llama la constante de tiempo T_t que nos permite conocer el comportamiento del sistema de una forma global y rápida. En este caso la constante de tiempo T_t se define como $T_t = \frac{1}{c}$.

Calculemos el valor de N cuando ha transcurrido un período de tiempo -- igual a la constante T_t :

$$N(T) = N(0) e^{\frac{1}{T_t} \cdot T_t} = N(0) e^1 = N(0) \times 2.73$$

O sea que después de transcurrida una cte de tiempo N es 2.73 veces ma-

por que el valor inicial $N(0)$ para $t = 2 T_t$:

113

$$N(2T_t) = e^2 N(0) = 2.73^2 N(0) = 7.45 N(0)$$

En las gráficas con diversos valores de $T_t = \frac{1}{c}$ se nota que para valores grandes de T_t la curva exponencial es más plana que para valores pequeños.

Otro parámetro que se maneja es el tiempo de duplicación o sea el tiempo que requiere N para duplicar su valor. Este valor lo podemos calcular analíticamente:

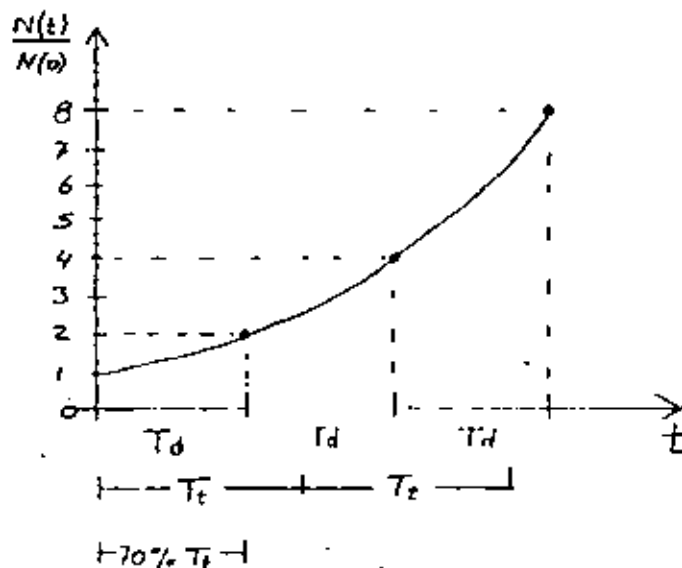
$$2 N(0) = N(0) e^{T_d} \quad \text{tiempo de duplicación} = T_d$$

$$2 = e^{T_d} \quad \text{tomando logaritmos:}$$

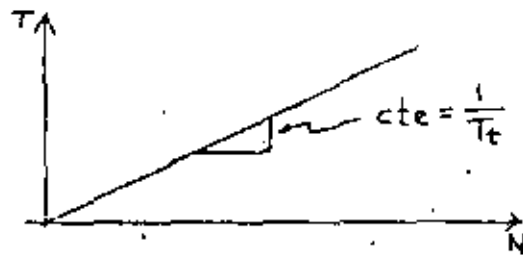
$$\ln 2 = c T_d = \left(\frac{1}{T_t} \right) T_d \quad \text{despejando:}$$

$$T_d = 0.69 T_t$$

O sea que el tiempo de duplicación es aproximadamente el 70% de la cte. de tiempo T_t

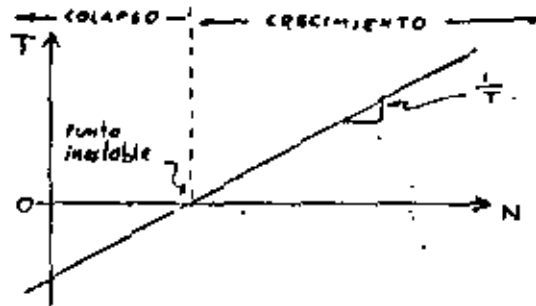


Si obtenemos una curva de la tasa y el nivel:

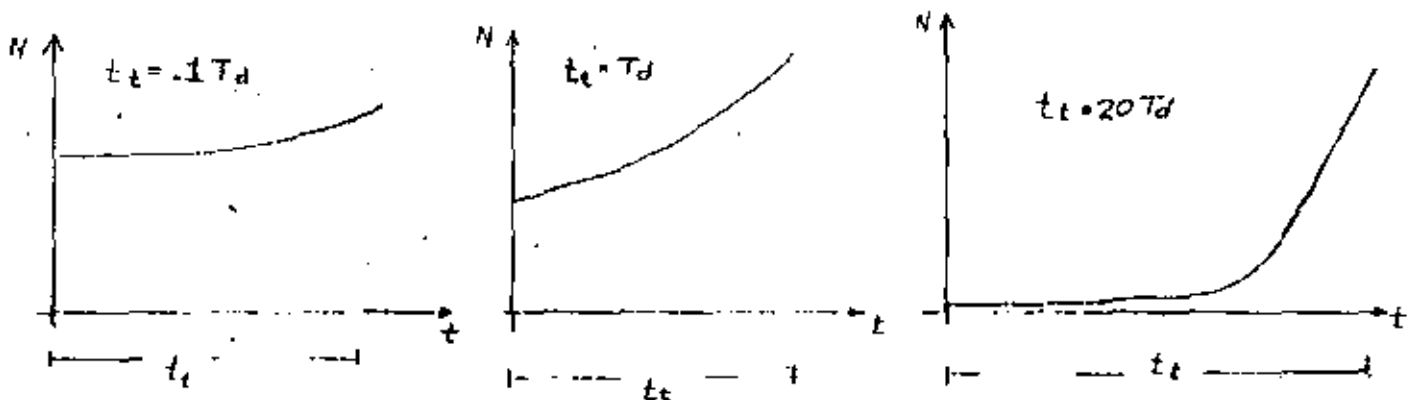


114

Si tuvieramos una gráfica N, T donde el eje N se corta, en esta zona tendremos un punto inestable pues para cierto valor de N la tasa es cero



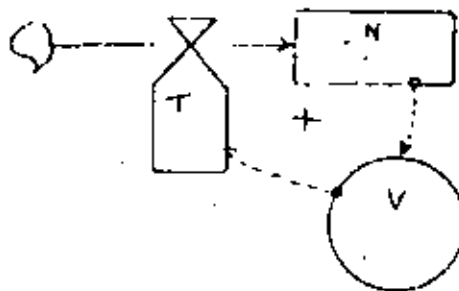
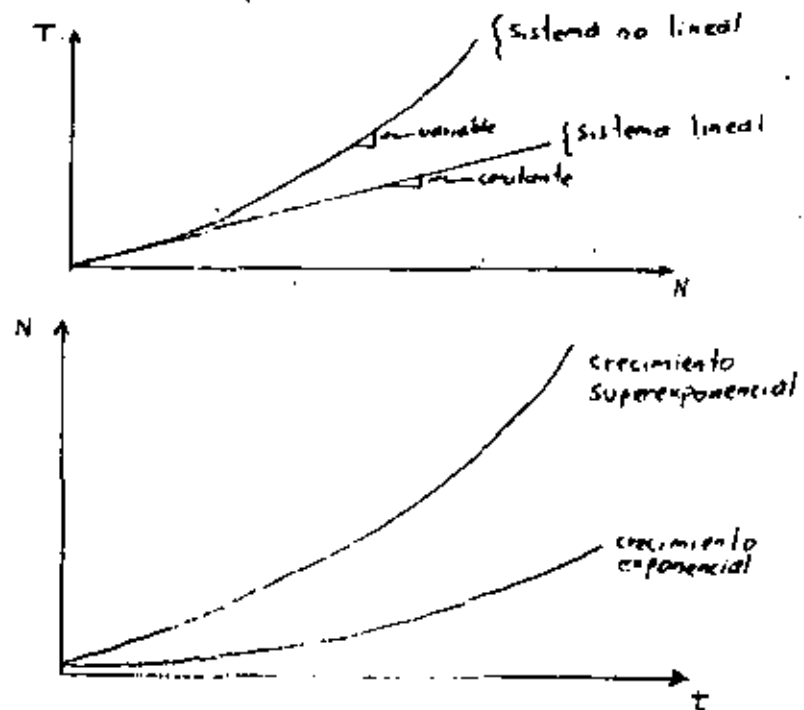
Si en nuestro sistema de crecimiento exponencial se altera el tiempo de decrecimiento aún cuando el sistema sea el mismo, la curva toma diferentes valores:



Crecimiento Superexponencial

En estos sistemas en lugar de que el crecimiento sea proporcional a una cte, lo es a una variable:

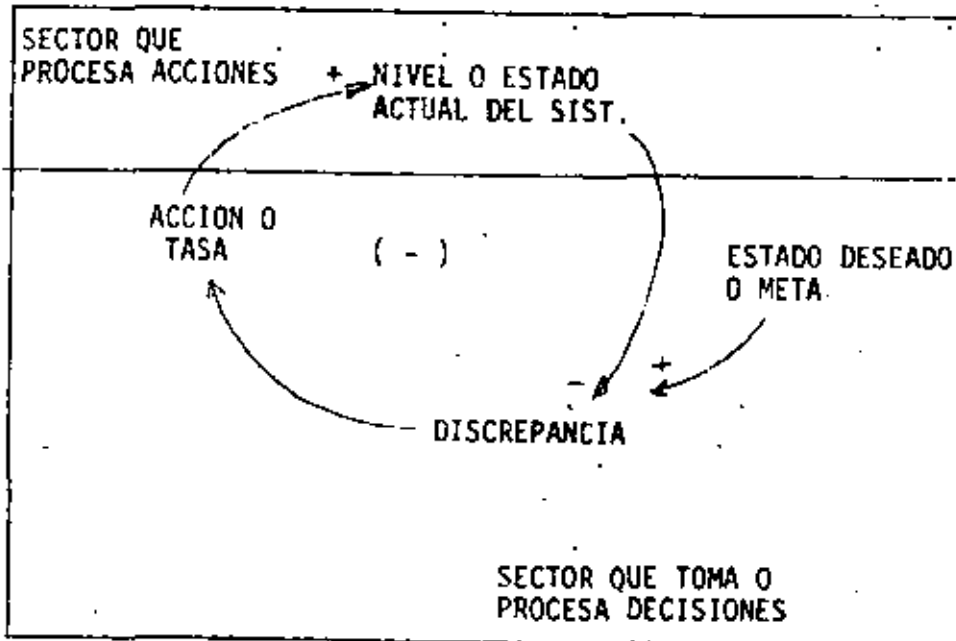
115



2. Circuito de Retroalimentación Negativa.

116

A diferencia de los circuitos positivos que o decaen a cero o crecen sin limite los sistemas de retroalimentación negativa se caracterizan por -- tender a una meta, se conocen con el nombre de autoreguladores, homeostáticos o adaptables.



Veamos un sistema en donde el error existente es medido por la diferencia que existe entre la meta MTA y el valor del nivel actual, esta diferencia se mide con la función DISC. DISC alimenta a la tasa proporcionalmente al error existente. La tasa depende de DISC y de FT la fracción de tiempo, FT contribuye a que DISC se aplique integra si $FT = 1$ o parcial si $FT < 1$. Podemos interpretar FT como la pendiente de la recta en el sistema coordinado tasa y nivel.



Veamos el sistema de ecuaciones, y su diagrama:

$$N \cdot K = N \cdot J + (DT) (T \cdot JK) \quad (1)$$

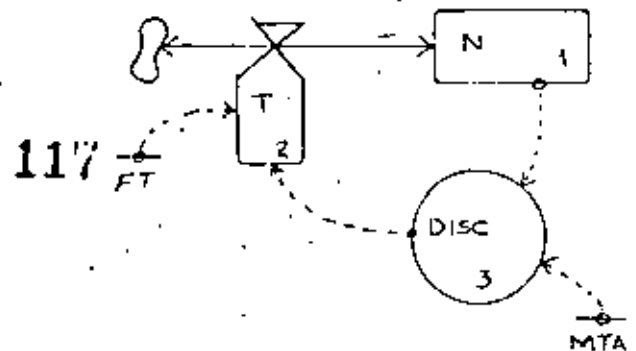
$$N = 0$$

$$T \cdot KL = (FT) (DISC \cdot K) \quad (2)$$

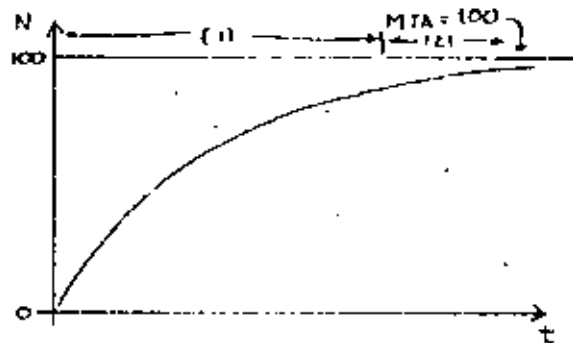
$$FT = .1$$

$$DISC \cdot K = MTA - N \cdot K \quad (3)$$

$$MTA = 100$$



Si graficamos el crecimiento con $MTA = 100$:



Podemos determinar una región transitoria de crecimiento (1) y --- otro region (2) estable donde el sistema se aproxima siempre a la meta.

Veamos la solución analítica a este sistema:

en (1):

$$\frac{N \cdot K - N \cdot J}{DT} = T \cdot JK = (FT) (DISC \cdot K) = (FT) (MTA - N(t))$$

estamos suponiendo que $T \cdot JK \approx T \cdot KL$, aun cuando esto no es cierto pues $T \cdot JK$ se refiere al periodo anterior, $T \cdot KL$ al siguiente, sin embargo como estamos tomando a DT muy pequeño el error cometido es insignificante.

Si usamos la notación diferencial:

$$\frac{dN(t)}{dt} = FT [MTA - N(t)]$$

$$\frac{dN(t)}{MTA - N(t)} = FT dt$$

usando una variable artificial del intervalo entre $N(0)$ y $N(t)$ y de 0 a t :

$$\int_{N(0)}^{N(t)} \frac{dN(z)}{MTA - N(z)} = \int_0^t FT dz \quad \text{integrando:}$$

118

$$- \text{Ln} \left[\frac{MTA - N(z)}{MTA - N(0)} \right] \Big|_0^t = (FT) z \Big|_0^t$$

$$\text{Ln} \left[\frac{MTA - N(t)}{MTA - N(0)} \right] = - (FT) (t)$$

tomando antilogaritmos:

$$\frac{MTA - N(t)}{MTA - N(0)} = e^{-(FT) (t)}$$

$$N(t) = MTA + [N(0) - MTA] e^{-(FT)(t)}$$

El concepto de constante de tiempo también se maneja en este sistema siendo $T_t = \frac{1}{FT}$.

Veamos el valor que adquiere N para una constante de tiempo; sustituyendo en la ecuación anterior:

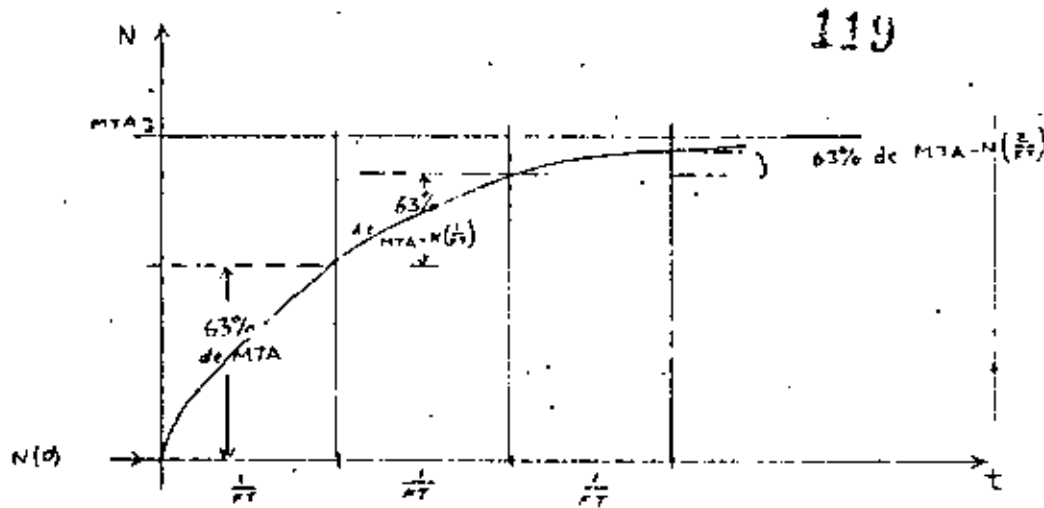
$$\begin{aligned} N \left(t = \frac{1}{FT} \right) &= MTA + [N(0) - MTA] e^{(-FT) \frac{1}{FT}} \\ &= MTA + [N(0) - MTA] e^{-1} \\ &= MTA + \frac{[N(0) - MTA]}{2.718} = MTA + .367 N(0) - .367 MTA \end{aligned}$$

$$N(T_t) = .632 [MTA + .58 N(0)] \quad \text{si sumamos y restamos } N(0)$$

$$= N(0) - N(0) + .632 [MTA + .58 N(0)]$$

$$= N(0) + .632 [MTA - N(0)]$$

Por lo que después de transcurrida una constante de tiempo T_t el valor de N es $N(0)$ más 63.2% de la diferencia entre la Meta y el nivel inicial $N(0)$.



META IGUAL A CERO

Es interesante notar que dependiendo de las condiciones iniciales si son mayores que la meta la tasa le extrae al nivel un flujo, si es menor le introduce flujo al nivel tratando de siempre alcanzar la meta.

Veamos lo que sucede si la meta es cero:

$$N(t) = MTA + [N(0) - MTA] e^{(-FT) (t)}$$

Si $MTA = 0$

$$N(t) = N(0) e^{(-FT) (t)} \quad \text{si transcurre un tiempo } \frac{1}{FT} :$$

$$N(T_t) = N(0) e^{-1}; \quad N(T_t) = .368 (N(0))$$

El sistema es el siguiente:

Diagrama causal:

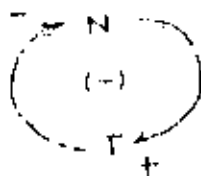
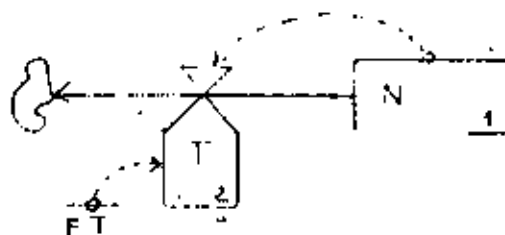


Diagrama DYNAMO



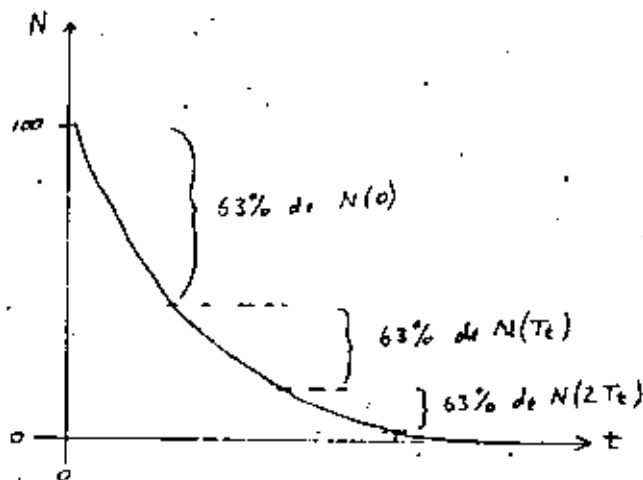
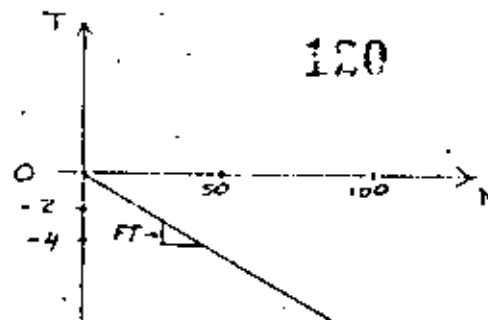
Ecuaciones:

$$N \cdot K = N \cdot J + (DT) (TJK)$$

$$N = 100$$

$$T \cdot KL = (-FT) N \cdot K$$

$$FT = .1$$



$T_e = \text{constante de tiempo}$

Existe otro parámetro llamado la media vida y corresponde al tiempo necesario para consumir el 50% de $N(0)$ encontremos este valor en función de la constante de tiempo:

$$N(t) = N(0) e^{\left(-\frac{1}{T_t}\right) (t)}$$

$$\frac{1}{2} N(0) = N(0) e^{-\frac{T_M}{T_t}}$$

tomando logaritmos:

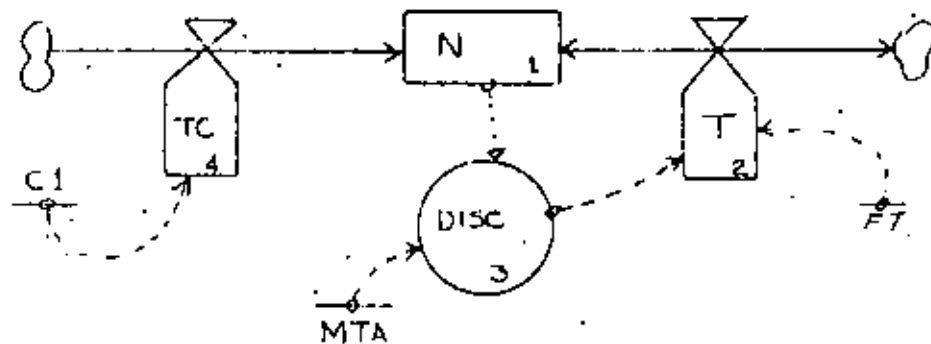
$$\ln 1 - \ln 2 = -\frac{T_M}{T_t};$$

$$T_M = .69 T_t$$

La media vida en un sistema de retroalimentación negativo con meta igual a cero es aproximadamente igual al 70% de la constante de tiempo del Sistema.

121

Si al sistema original visto de retroalimentación negativa le agregamos una tasa constante TC que le inyecte al nivel un valor cte C1 tendremos el siguiente diagrama y ecuaciones:



$$N \cdot K = N \cdot J + (DT) (T \cdot JK - TC \cdot JK) \quad 1$$

$$N = 0$$

$$T \cdot KL = (FT) (DISC \cdot K) \quad 2$$

$$FT = .1$$

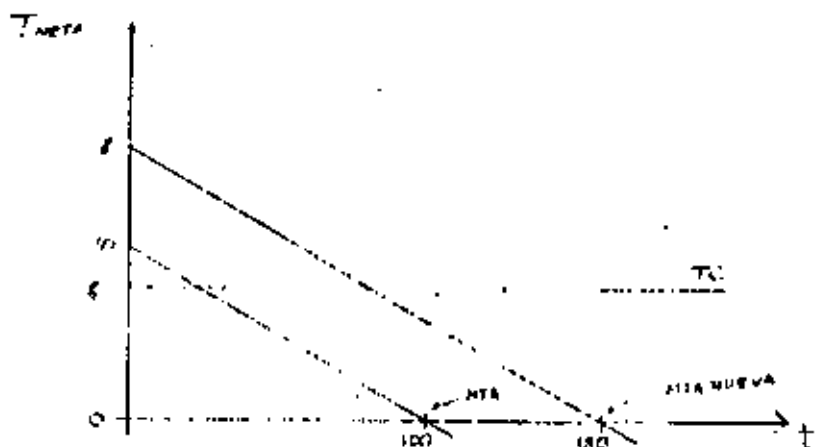
$$DISC \cdot K = MTA - N \cdot K \quad 3$$

$$MTA = 100$$

$$TC \cdot KL = C1 \quad 4$$

$$C1 = 8$$

Hagamos la gráfica de $T_{meta} = |TC - T|$ contra 'N':



La meta original se ha modificado, para encontrar su valor sabemos que cuando el sistema halla llegado a la meta la suma de TC y T deberá ser cero, apliquemos esta condición:

$$T + TC = 0$$

$$(FT) (DISC \cdot K) + C1 = 0$$

$$(FT) (MTA = N \cdot K) + C1 = 0$$

$$(FT) (MTA) - (FT) (N \cdot K) + C1 = 0$$

$$(-FT) (N \cdot K) = -C1 - (FT) (MTA)$$

$$N \cdot K = \frac{C1 + (FT) (MTA)}{FT} = MTA + \frac{C1}{FT}$$

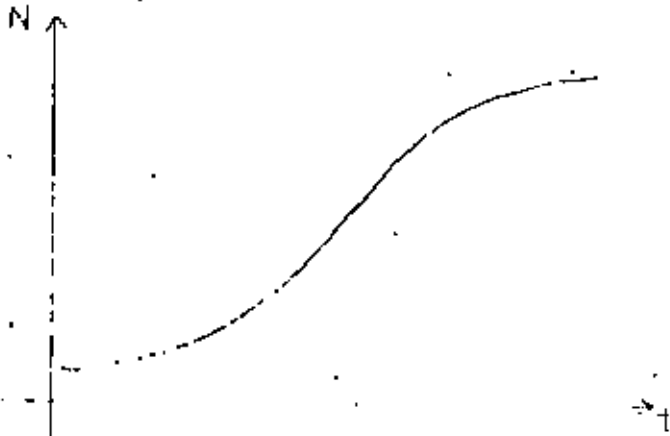
$$\text{pero } \frac{1}{FT} = T_t \rightarrow N \cdot K = MTA + (T_t) (C1)$$

Este nivel cuando la suma de las tasas es cero es la nueva meta y encontramos que es igual a la meta del sistema original sin la tasa TC más el producto de la Constante de tiempo del sistema original por el valor constante de la nueva tasa.

3. Crecimiento Logístico o Sigmoideal.

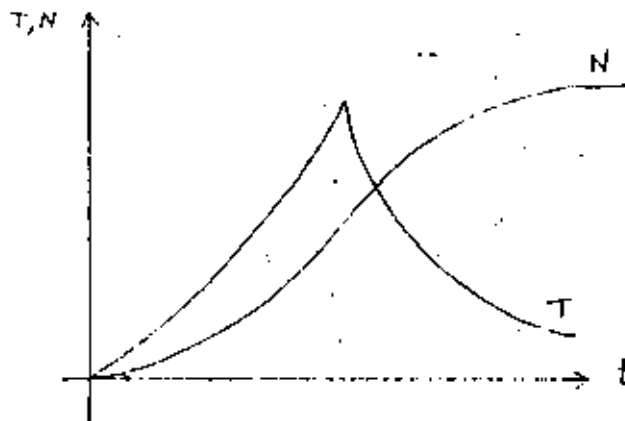
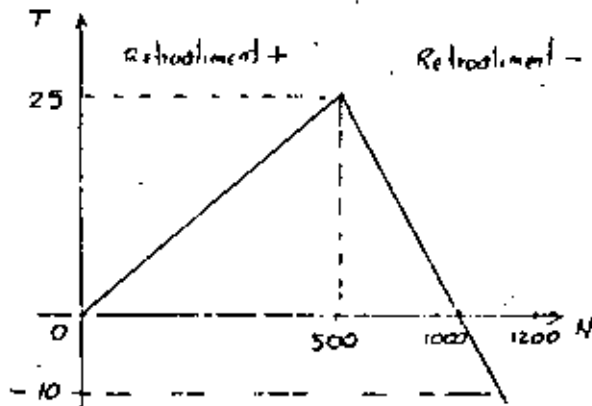
Este sistema combina el crecimiento asintótico y el exponencial, dentro de la región transitoria se destacan la zona de crecimiento exponencial y la de crecimiento asintótico siguiendo después la zona o región estable.

Existen varios fenómenos que se pueden representar por este tipo.

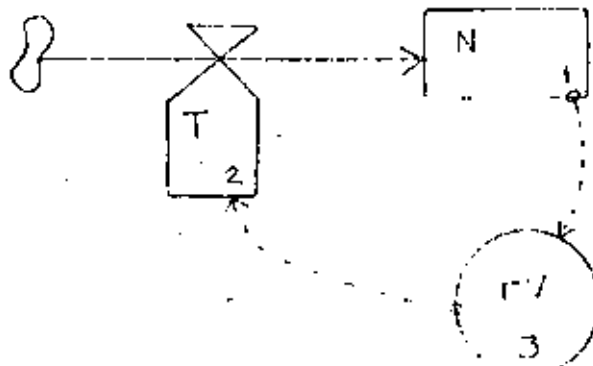


La gráfica de N T sería:

123



Este sistema tiene valores diferentes de tasa para cada instante y se encuentra determinado según el siguiente diagrama DYNAMO y ecuaciones:



$$N \cdot K = N \cdot J + (DT) (T \cdot JK)$$

$$N = 1$$

124

$$T \cdot KL = TV \cdot K$$

$$TV \cdot K = \text{TABLE} (V, N \cdot K, 0, 1200, 100)$$

$$V^* = 0/5/1-/10/15/20/25/20/15/10/5/0\% -1/-10$$

4. Integración

Los sistemas vistos recurren al fenómeno de integrar los valores en los niveles:

$\frac{dT}{dt}$ es la variación de T respecto a t .

por lo que N valdrá después de transcurrido un tiempo t :

$$N \cdot k = N \cdot J + (DT) (T \cdot JK)$$

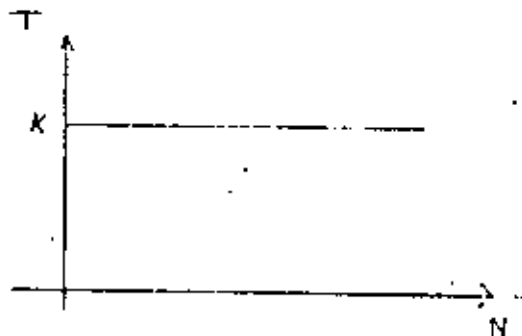
$$\frac{N \cdot K - N \cdot J}{DT} = \frac{dN}{dt} = T(t)$$

$$dN = T(t) dt$$

$$N = \int_0^t T(t) dt$$

Si tenemos el caso de que $T(t) = \text{cte}$:

$$N = \int_0^t K dt = K t$$

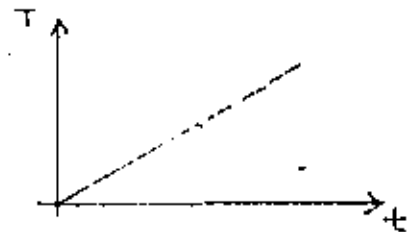


Si el valor de $T = at$

125

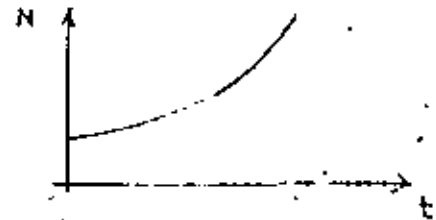
Entonces:

$$N = \int_0^t at \, dt = a \frac{t^2}{2} \Big|_0^t = a \frac{t^2}{2}$$



Si $T = e^t$

$$N = \int_0^t e^t \, dt = e^t$$

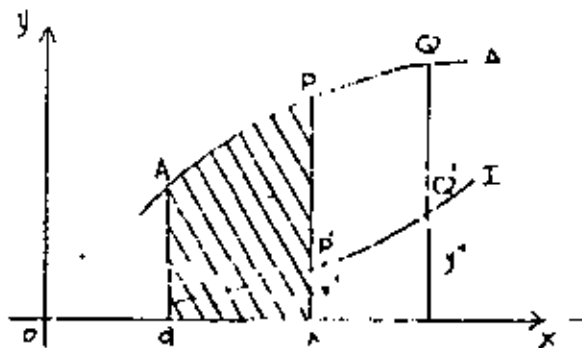


5. Integración gráfica

Para encontrar el área bajo la curva $y = f(x)$ siendo $f(x)$ continua, derivable y finita en el intervalo $[a, b]$ o sea la integral: $\int_a^b f(x) \, dx$.

Si dibujamos $f(x)$ y en $P(x, y)$ trazamos la ordenada y' cuyo valor es la medida del área bajo la curva $y = f(x)$ desde $A(x=a)$ hasta P ; o sea que

$$y' = \int_a^x f(x) \, dx$$



I es la curva integral y

A es la derivada

Para construir la curva integral se siguen los siguientes pasos:

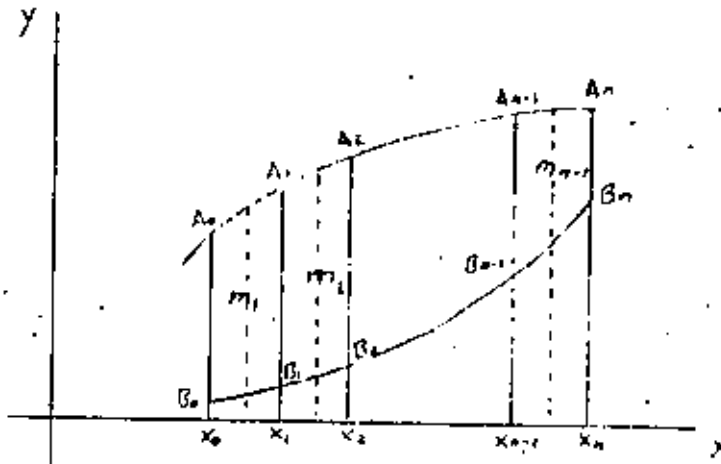
(1) Dividir el intervalo de x_0 a x_n en n intervalos, trazar las ordenadas y_0, y_1, \dots, y_n .

(2) Medir las áreas

126

$$x_0 A_0 A_1 x_1 = y_1, \quad x_0 A_0 A_2 x_2 = y_2, \quad x_0 A_0 A_n x_n = y_n$$

Para encontrar estas áreas se puede usar un planímetro o las ordenadas medias de cada intervalo, multiplicando a la ordenada media por la base $x_0 x_1$



$$y_1 = m_1(x_0 x_1); \quad y_2 = y_1 + m_2(x_1 x_2)$$

$$y_3 = y_2 + m_3 + m_n(x_{n-1} x_n)$$

si los intervalos son iguales

$$y' = \sum m \Delta X$$

(3) En $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$

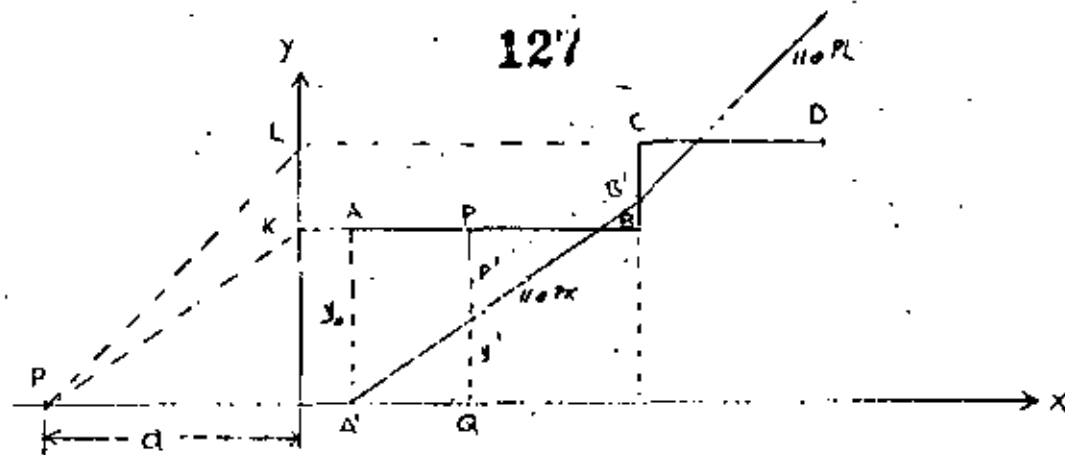
Trazar las ordenadas $x_1 B_1, x_2 B_2, \dots, x_n B_n$ iguales a y_1, y_2, \dots, y_n y trazar la curva $B_0, B_1, B_2, \dots, B_n$ esta curva es aprox. la curva integral.

Otro método:

Mediante un ejemplo:

Sea la curva derivada un línea recta paralela al eje x A. C.

Escojamos un punto P a una distancia a del origen, extender A, B hasta cortar el eje Y en K por A' llevar una paralela a PK , esta es la integral.

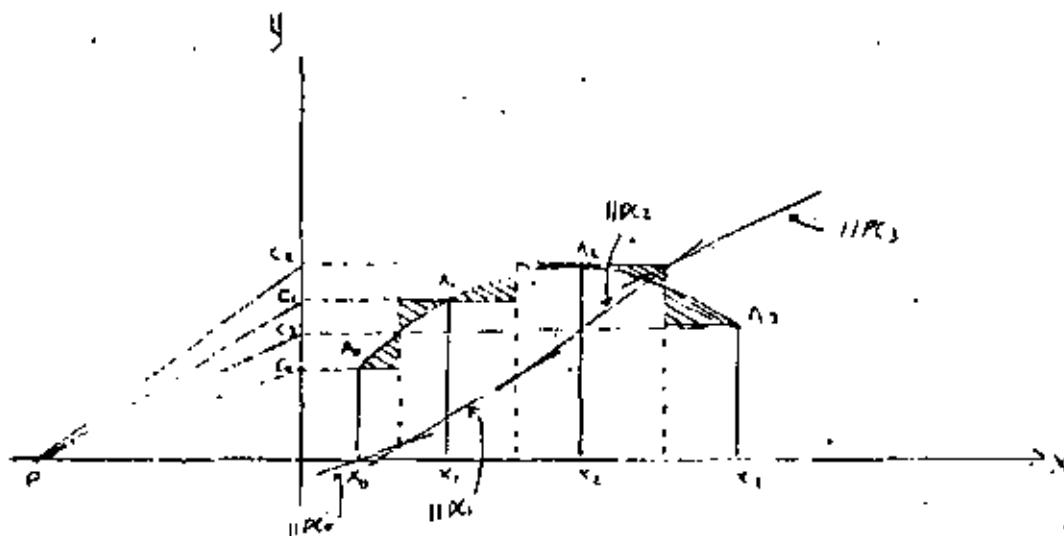


tenemos:

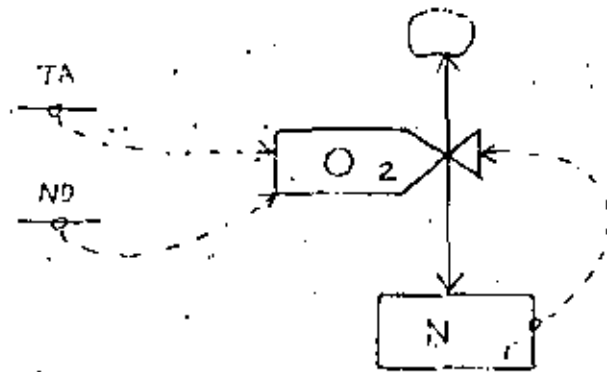
$$\frac{y'}{AQ} = \frac{y_0}{a} \quad y' = \frac{1}{a} (y_0 \times A'Q)$$

$$y' = \frac{1}{a} (\text{área bajo AP})$$

INTEGRACION GRAFICA



6. Sistema lineal de Primer Orden



128

Veamos el sistema lineal de primer orden que se caracteriza por tener un tiempo de ajuste TA y un nivel deseado NP diferente de cero.

Las ecuaciones son:

$$N \cdot K = N \cdot J + (DT) (O - JK) \quad (1)$$

$$N = N(0)$$

$$O - KL = \left(\frac{1}{TA} \right) (ND - N \cdot K) \quad (2)$$

$$ND = \text{cte}$$

$$TA = \text{cte}$$

En notación matemática:

$$\frac{dN(t)}{dt} = \frac{[ND - N(t)]}{TA}$$

para las condiciones iniciales $N = N(0)$
en $t=0$ para $t>0$ la solución general es:

$$N(t) = ND + [N(0) - ND] e^{-\frac{t}{TA}} \quad (1)$$

derivemos respecto a t la ecuación anterior:

$$\frac{dN(t)}{dt} = \left(-\frac{1}{TA} \right) [N(0) - ND] e^{-\frac{t}{TA}} \quad (2)$$

pero de (1):

$$\left[N(0) - ND \right] e^{-\frac{t}{TA}} = N(t) - ND$$

sustituyendo en (2)

129

$$\frac{d N(t)}{dt} = \frac{ND - N(t)}{TA} \quad (3)$$

para $t = 0$:

$$\frac{d N(0)}{dt} = \frac{ND - N(0)}{TA}$$

en $t = t_1$

$$\frac{d N(t_1)}{dt} = \left(\frac{t}{TA} \right) \left(ND - N(0) \right) e^{-\frac{t_1}{TA}}$$

si

$$\frac{d N(t_1)}{dt} \text{ continúa otro intervalo igual a } TA:$$

$N(t)$ se aproxima a:

$$\begin{aligned} N(t_1 + TA) &= N(t_1) + \left(\frac{d N(t_1)}{dt} \right) TA \\ &= ND \end{aligned}$$

si $t = TA$:

$$N(TA) = ND + \left[N(0) - ND \right] e^{-1}$$

$$= ND + .368 \left[N(0) - ND \right]$$

$$= N(0) + .632 \left[ND - N(0) \right]$$

resultando que esta de acuerdo con lo visto antes.

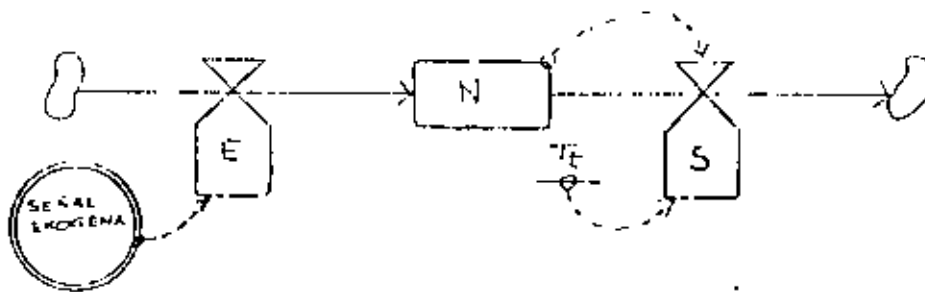
7. Demoras

130

Al realizar modelos de simulación dinámica es frecuente que se requiera simular demoras como una simulación de retrasos normales o anormales de la realidad. En estos casos los niveles no adquieren inmediatamente su valor sino que se ven demorados de alguna manera. La forma más simple de crear una demora consiste en dividir entre algún valor mayor que 1 a DT , de este modo cada iteración alimentamos el nivel con una fracción de su valor.

Una característica de las demoras es que el flujo nunca se pierde solo se dilata en llegar.

Las demoras se han caracterizado como demoras de primero, segundo, tercer, etc. orden y el orden tiene que ver con los niveles del sistema de demora, por ejemplo una demora de primer orden es:



La señal exógena puede ser cualquier valor como un pulso y una función escalon una senoide, etc.

Dependiendo de la señal exógena y del orden de la demora será la forma como se alimenta el nivel o valor deseado.

Las demoras generalmente son exponenciales y transforman a una serie de tiempo de entrada en una de salida. La constante de tiempo o demora T_t y el orden n rigen a la demora.

Cuando la demora total T_t se distribuye uniformemente entre los n niveles de la demora, el flujo instantáneo del nivel i de una demora exponencial de orden n es:

$$\frac{N_{i,n}(t)}{\frac{T_t}{n}} = Sa|i_n(t)$$

131

El cambio neto instantáneo en el nivel i en una demora de orden n es:

$$\frac{d N_i(t)}{dt} = (-n t_{i,n}(t) - Sa|i_n(t))$$

pero la entrada al nivel i es igual a la salida del nivel $i-1$.

$$\frac{d N_i(t)}{dt} = \frac{N_{i-1,n}(t)}{T_t/n} - \frac{N_{i,n}(t)}{\frac{T_t}{n}}$$

Si $i = 1$ la entrada es igual a la entrada exógena.

Respuesta de la Demora de Primer Orden a un Pulso.

Si la demora tiene un valor inicial a

$N(0)$ debido al PULSE y ya no hay mas entradas subsecuentes:

$$\frac{d N(t)}{dt} = -S = -\frac{N(t)}{T_t}$$

Separando variables es integrando:

$$\frac{d N(t)}{N(t)} = -\frac{dt}{T_t}$$

$$L_n N(t) \Big|_0^t = \frac{1}{T_t} t \Big|_0^t$$

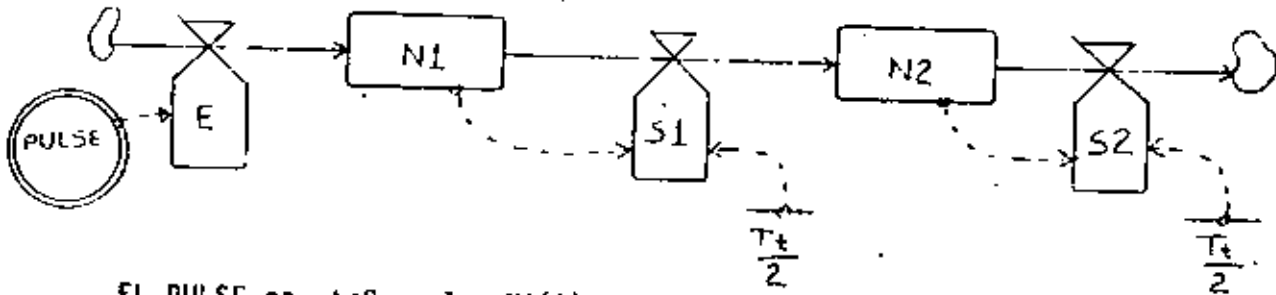
$$L_n N(t) - L_n N(0) = -\frac{t}{T_t}$$

$$N(t) = N(0) e^{-\frac{t}{T_t}}$$

en $t=0$ ocurre el valor máximo de $N(t)$ para cada periodo de tiempo
 en T_t el nivel baja aprox. 63% en $3T_t$ 95%.

DEMORA DE SEGUNDO ORDEN.

134



EL PULSE es $t=0$ vale $N1(0)$

tenemos:

$$S1(t) = E = \frac{N1(t)}{\frac{T_t}{2}}$$

$$S2(t) = \frac{N2(t)}{\frac{T_t}{2}}$$

$$\frac{d S2(t)}{dt} = \frac{N1(t)}{\frac{T_t}{2}} - \frac{N2(t)}{\frac{T_t}{2}}$$

la solución de esta ecuación es:

$$N2(t) = \left(\frac{1}{T_t}\right)^2 (2) N1(0) (t) e^{-\frac{2t}{T_t}}$$

Para encontrar el valor máximo de $N2(t)$ derivamos e igualamos a cero:

$$\frac{d N2(t)}{dt} = \left(\frac{1}{T_t}\right)^2 (2) N1(0) \left[e^{-\frac{2t}{T_t}} - \left(\frac{2}{T_t}\right) (t) e^{-\frac{2t}{T_t}} \right] = 0$$

esto implica: $t = \frac{T_t}{2}$

entonces:

$$N_2 \left(t = \frac{T_t}{2} \right) = \left(\frac{2}{T_t} \right) \left(\frac{T_t}{2} \right) N_1(0) e^{-1}$$

$$= N(0)/e^1$$

$$= .368 N(0)$$

133

El máximo valor en N_2 ocurre cuando $T = \frac{T_t}{2}$ y tiene un valor independiente de T_t .

La mayor tasa es la que ocurre del nivel anterior:

$$S_2(t) \max = \left(\frac{2}{T_t} \right) N_2 \left(t = \frac{T_t}{2} \right) = (0.74/T_t) N_2(0)$$

este valor disminuye al aumentar T_t .



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

DINAMICA DE SISTEMAS

Banco Nacional de México, S.A.

SIMULACION MANUAL

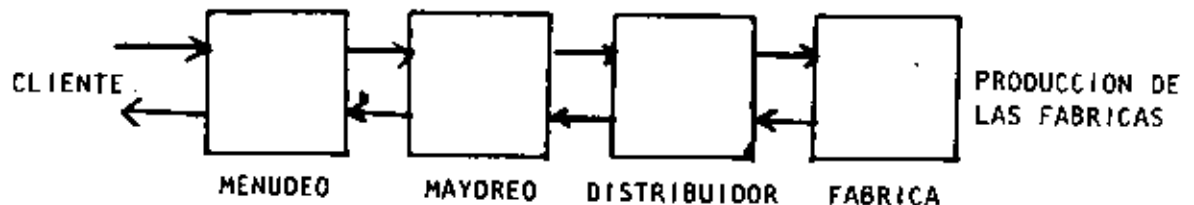
DR. JESUS ACOSTA FLORES.

Julio, 1981.

SIMULACION MANUAL DE JAY W. FORRESTER

DISTRIBUCION DEL SISTEMA

Un problema normal que encaran los empresarios es el de control de inventarios. El mantenimiento de un inventario estable se complica a menudo por inventarios múltiples involucrando fábricas, distribuidores, mayoreo y menudeo y por demora en la transmisión de bienes y pedidos. Los pedidos proceden del cliente al través de todos los sectores serialmente a la fábrica y los bienes fluyen de la fábrica serialmente al través de todos los inventarios al cliente.



Para examinar los problemas inherentes en este sistema de producción-distribución se simulará manualmente y posteriormente puede hacerse en una computadora. Primero se desarrolló un modelo de simulación humano para reproducir la estructura del sistema. Cada persona en esta simulación representará el papel de un decisor de sector. Su trabajo será satisfacer pedidos del sector a su izquierda y colocar órdenes solicitando bienes del sector a su derecha.

Las decisiones para ordenar artículos se hacen una vez a la semana. Todos los sectores en el sistema son idénticos excepto por el tiempo que se requiere para recibir artículos del siguiente sector después que se ha hecho un pedido. Menudeo, mayoreo, y el distribuidor reciben sus bienes dos semanas después de colocar sus pedidos, a menos, por supuesto, que el siguiente sector no tenga suficiente inventario para satisfacer la cantidad de artículos que está demandando. El almacén de la fábrica debe esperar tres semanas para que se elaboren los artículos cuya producción ordena (la fábrica tiene un abastecimiento infinito de materias primas). Las órdenes del cliente están predeterminadas. Las órdenes que se reciben en los otros sectores son las que se colocaron un período antes por el sector a la izquierda.

Cada persona en la simulación puede usar cualquier esquema para ordenar que considere necesario para evitar las situaciones sin artículos almacenados. Sin embargo, no tiene otra alternativa, más que satisfacer todos los pedidos siempre que exista un inventario adecuado. Para duplicar las condiciones del mundo real se supone que todos los pedidos se demoran una semana en el correo y todos los bienes tienen también una demora de una semana en el transporte.

Para ilustrar la operación del sistema y las reglas de competencia considere las acciones del distribuidor. El distribuidor recibe pedidos del mayorista después de una demora de una semana en el correo y envía a las unidades que se le requirieron inmediatamente, siempre y cuando tenga la cantidad sufi-

ciente de bienes. El material se recibe un período de tiempo después por el mayorista. Cuando no existen suficientes unidades disponibles la parte del pedido que no satisface va a englosar el concepto de pedidos no satisfechos y se enviarán cuando se tengan unidades adicionales del almacén de la fábrica. El distribuidor hace sus pedidos al almacén de la fábrica una vez a la semana para mantener su propio inventario. Existen dos costos asociados con cada inventario, los de tener artículos y los de no tenerlos. Siempre que se tiene una unidad en inventario uno deja de ganar intereses sobre el dinero invertido; estos costos se tomarán como un peso por unidad por período de tiempo. Siempre que la demanda no pueda satisfacerse inmediatamente existen costos asociados con la insatisfacción de quien hizo el pedido (cliente, menudeo, mayoreo o distribuidor). Para propósito de competencia se tomaron estos costos como dos pesos por unidad por período de tiempo. Para minimizar los costos totales cada sector en el sistema de distribución intenta mantener su inventario en el nivel más bajo que sea suficiente para satisfacer cambios inesperados en la demanda. Si el inventario comienza a estar abajo de este nivel deseado se ordenarán unidades extras. Cuando el inventario empieza a acumular debido a una escasez momentánea en la demanda, los pedidos disminuirán. La acumulación de costos es una forma conveniente de medir el éxito o fracaso de los esquemas del control de inventarios por lo que se calcularán para ver cuál equipo de los cuatro decisores fué capaz de satisfacer la demanda del cliente con el costo total más bajo.

- 1.- Durante la simulación se transmitirán los pedidos en hojas de papel. No comunique sus pedidos a ningún otro sector en ninguna otra forma.
- 2.- Los pedidos del cliente se revelarán al sector de menu deo una vez por semana.
- 3.- Cada sector comienza con un inventario de doce artículos.
- 4.- Durante cada período de la simulación se seguirán los pa sos siguientes. Una persona, el supervisor de simula ción describirá cada paso totalmente en las primeras i teraciones. Después será suficiente con mencionar única mente la letra correspondiente a cada operación.
 - A) Satisfaga del inventario cualquier orden que tenga, colocando el número requerido de unidades para trans portarse al sector que está a su izquierda. Si no se van a transportar unidades coloque un papel con una no tación de cero. Si la orden pudo cumplirse totalmente destrúyala, si no, réstele las unidades enviadas de las unidades requeridas, y déjela.
 - B) Registre su inventario y unidades no surtidas.
 - C) Llegan las unidades por el transportista
 - D) Decida cuántas unidades desea ordenar y coloque su pe dido en el correo.
 - E) Registre el número de unidades que pidió.
 - F) Llega el correo, la simulación de las actividades de una semana ha terminado y la seq uencia comienza de nuevo.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

DINAMICA DE SISTEMAS

BANCO NACIONAL DE MÉXICO, S.A.

INTRODUCCION A LA DINAMICA DE SISTEMAS
MODELO MUNDIAL

M. EN I. FRANCISCO ALVAREZ CASO.

JULIO, 1981.

000 . 1

EL MODELO MUNDIAL

ING. FRANCISCO JOSE ALVAREZ CASO.

En la sociedad primitiva los sistemas existentes eran dados en -- forma natural y sus características eran aceptadas como dones divinos, -- fuera de la comprensión y control del hombre. Este simplemente se ajustaba a los sistemas naturales a su alrededor y a la familia y a la tribu, que eran sistemas sociales creados por una evolución gradual y de -- ninguna manera habfan sido diseñados. El hombre se adaptó a los sistemas sin sentirse obligado a entenderlos.

Al aparecer las sociedades industriales, los sistemas empezaron a -- dominar la vida al manifestarse en ciclos económicos, problemas políti--cos, precios inestables, desempleo, etc. Pero estos sistemas sociales -- súbitamente crecieron en complejidad tanto y su comportamiento fue tan -- confuso que parecía imposible establecer una teoría general que los ex--plicara. Gradualmente se ha hecho comprensible que la barrera para en--tender a los sistemas ha sido, no la ausencia de importantes conceptos--generales, sino la dificultad en identificar y expresar el cuerpo de prin--

cipios universales que explican los éxitos y fracasos de los sistemas de los que somos parte. La Economía ha identificado muchas relaciones básicas dentro del sistema industrial. La Psicología ha descrito algunas interacciones entre las personas, la Medicina ha tratado con sistemas biológicos, las Ciencias Políticas han explorado sistemas nacionales e internacionales pero la mayor parte de estos trabajos han sido verbales y cualitativos. Las descripciones realizadas no han sido suficientes para exponer la naturaleza de los sistemas. La falta de formalización matemática ha sido un grave defecto que por muchos años se han venido acarreado. Ya desde el siglo XVII Spinoza, Descartes, Leibnitz, Süssmilch y más tarde Malebranche, Hobbes, Quételet y otros trabajaron en la cuantificación de los hechos sociales y a fines del siglo XIX Francis Galton y Karl Pearson.

Los relativamente nuevos conceptos de retroalimentación en los estudios de Wiener (Cibernética) aparecen como la base largamente esperada para estructurar nuestras observaciones de los sistemas sociales. En los últimos cien años la Teoría de Sistemas se ha desarrollado aplicada a sistemas mecánicos y eléctricos. Sin embargo los sistemas físicos -- son mucho más sencillos que los biológicos o los sociales y es únicamente hasta hace dos décadas que los principios de interacción dinámica en los sistemas se han desarrollado lo suficiente como para ser prácticos y útiles al tratar con los sistemas sociales. Ahora es posible estructurar todas las observaciones políticas, sociológicas, psicológicas --

antropológicas, etc. que anteriormente sólo eran testimoniales y relacionarlas con los proyectos de infraestructura con objeto de estudiar los mecanismos sociales, sus repercusiones y efectos en el medio.

Dentro de las metodologías aplicables a los Sistemas Sociales encontramos: Pronósticos Tecnológicos, Método Delphi, Construcción de Escenarios, Técnicas de Búsqueda y Escalonamiento, Procesos Estocásticos, Simulación por Juegos, Juegos, etc. etc.

Es importante mencionar que una de las formas de estudiar la Dinámica de los Sistemas Sociales es mediante modelos de Simulación Dinámica, los cuales consisten en plantear ecuaciones diferenciales con base en el tiempo para explicitar los mecanismos actuantes en un Sistema Social y poder así simular el comportamiento del sistema a través del tiempo y a la vez experimentar cambios radicales en el sistema para poder pronosticar los efectos posteriores.

Existe desde hace veinte años un lenguaje dinámico de simulación llamado DYNAMO que ha evolucionado desde su versión original DYNAMO I pasando por DYNAMO II hasta DYNAMO III que apareció en 1972.

Una de las características más importantes de este lenguaje es que permite formar las ecuaciones diferenciales por segmentos aislados de razonamientos particulares, resultando un contexto, en donde el manejar las ecuaciones en forma desagregada por incrementos finitos, ni

siquiera se llega a conocer la ecuación diferencial, pues ésta se maneja implícitamente al operar las características del compilador DYNAMO - que traduce y corre los modelos.

El uso de los lenguajes de simulación dinámica DYNAMO I y DYNAMO II son idénticos salvo por dos o tres características distintivas de DYNAMO II, una de ellas es la posibilidad de usar hasta 1 000 ecuaciones.

DYNAMO III aumenta notablemente la capacidad para manejar arreglos o vectores pudiendo desagregar notablemente los modelos, por ejemplo en los demográficos, se pueden manejar grupos de edades lo cual - estaba muy limitado en las versiones anteriores. Existe todavía un desarrollo posterior en 1972, aparece "GAMING DYNAMO". En los modelos - DYNAMO I, II ó III el usuario debe diseñar todas las reglas de decisión para cubrir cualquier eventualidad. Si las reglas están bien diseñadas el modelo responde a circunstancias inesperadas, sin embargo tal esfuerzo - puede parecer prematuro en los primeros desarrollos del modelo.

Generalmente el usuario debe experimentar con su modelo para - - aprender más de él, antes de establecer reglas de decisión.

GAMING DYNAMO ofrece la particularidad de que durante una corrida de simulación, DYNAMO se para, imprime el nivel alcanzado de simulación y le pregunta al usuario para que éste realice una serie de de-

cisiones, DYNAMO continúa por un período determinado de simulación y repite el proceso.

Al poder intervenir durante la simulación el usuario se familiariza con el medio modelado y en varias corridas es fácil establecer los análisis de sensibilidad, usando reglas de decisión para lograr alcanzar el objetivo, cualquiera que éste sea.

Sin embargo, es necesario formalizar y organizar los sistemas sociales, sometiéndolos a un proceso metodológico que nos permita obtener el máximo provecho de la aplicación de estas técnicas de simulación. Es inútil desde el punto de vista profesional ahondar en investigaciones que conduzcan a la solución de problemas no prioritarios e incompatibles políticamente.

Los esfuerzos deberán estar encaminados a proponer soluciones que sean implementables y de alta prioridad, de otra forma no se aprovechará el esfuerzo desarrollado.

Dentro de los objetivos del estudio de la Dinámica de los Sistemas Sociales se especifica alcanzar un estado de control del sistema — que lo estabilice. El resto de los objetivos dependerá básicamente del sistema tratado.

Veamos el quión metodológico que permite integrar la información para su síntesis mediante el modelo de simulación dinámico.

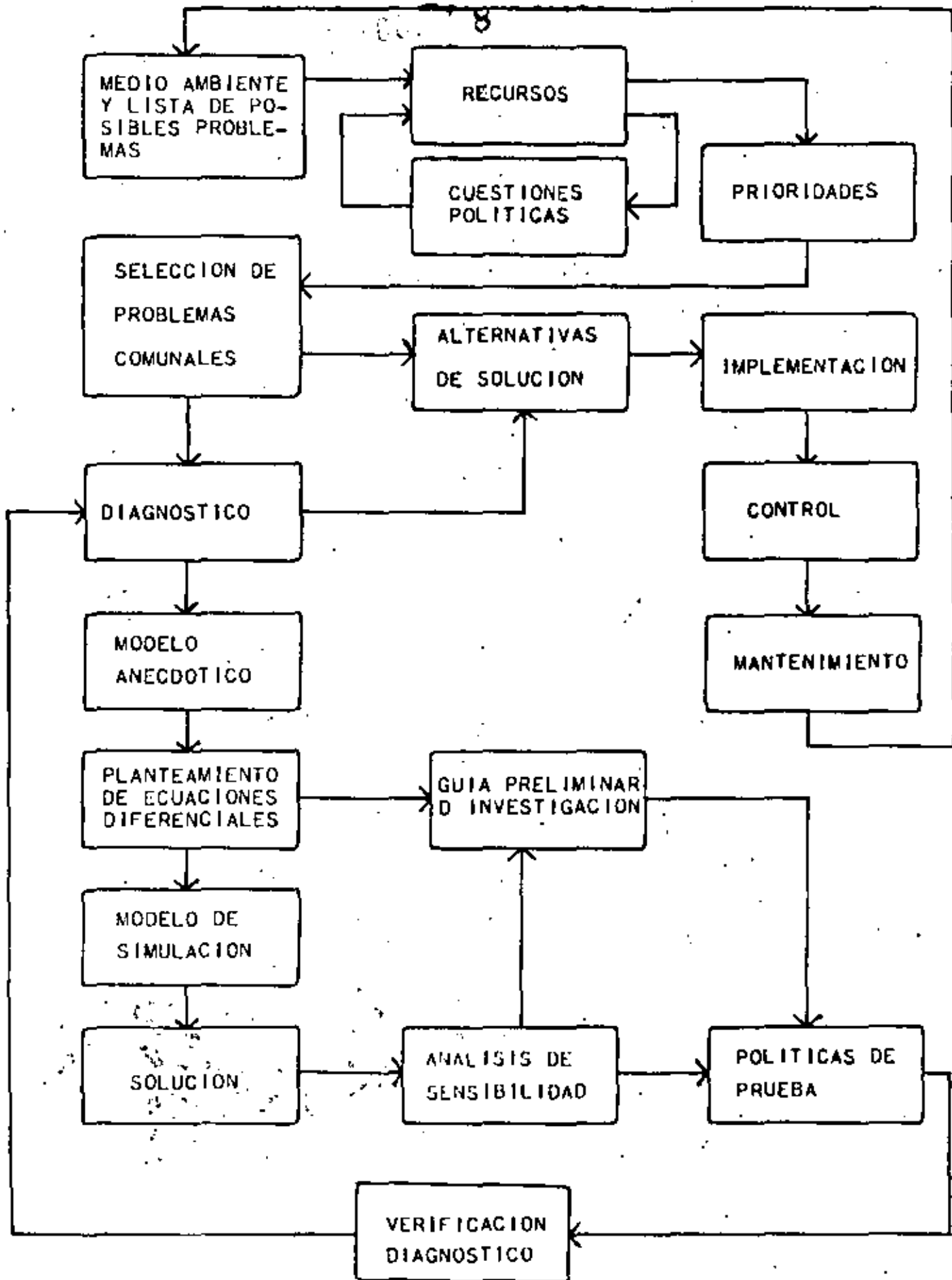
GUIÓN METODOLÓGICO.

1. Como resultado de nuestra interacción con el medio ambiente podemos generar una lista de problemas probables o actuales captados por nosotros en nuestra calidad de investigadores de la Dinámica de Sistemas Sociales.
2. Para poder elegir un problema para su estudio y solución es determinante establecer los recursos disponibles, y las cuestiones políticas que aunados al contexto nacional nos determinan las prioridades, originando una lista selectiva de problemas comunales.
3. Una vez elegido el problema, es necesario establecer secuencialmente el diagnóstico, un modelo anecdótico, el planteamiento de las ecuaciones diferenciales, su integración a un modelo de simulación, la solución de dichas ecuaciones, el análisis de sensibilidad y las políticas de prueba, la calibración o verificación del diagnóstico y las proposiciones de solución.
4. Una vez contando con las proposiciones de solución debemos consultar nuevamente las restricciones de prioridad para poder proceder a diseñar la implementación y control.

Al realizar nuestra investigación es posible simplificarlas en cuanto a las investigaciones subyacentes particulares correspondientes a la-

determinación de ciertos mecanismos sociales que se manifiestan mediante las pruebas de hipótesis.

Se ha comprobado que si se logra obtener la estructura del sistema que se va a simular se establecen ciertas características intrínsecas debidas a esta estructura que no se dan, si se manejan las componentes del sistema en forma individual, sin embargo es posible detectar mediante análisis de sensibilidad basados en hipótesis no comprobadas la influencia que tendrán dichas hipótesis en los resultados finales del modelo de simulación y por lo tanto es posible generar una guía preliminar de investigación para asignar o no recursos a la comprobación de estas hipótesis, dependiendo de los resultados de los análisis de sensibilidad.



Veamos un ejemplo de una Simulación Dinámica de un Sistema Social, donde se estudian las interacciones básicas entre el crecimiento de la población y la acumulación de capital y cuyo resultado es el establecimiento de varias políticas alternativas de acción.

MODELO ANECDOTICO.

Una cantidad dada de capital industrial puede producir anualmente ciertos productos. Algunos de estos productos son inversiones en forma de fábricas y máquinas que aumentan el nivel del Capital el año siguiente. Al dejar de usar una fracción de la producción en inversiones la tasa de crecimiento del Capital disminuye. La Producción puede usarse en consumo y servicios, agricultura y gastos militares. Al aumentar el Consumo y los Servicios, la salud y la educación mejoran, el promedio de la esperanza de vida aumenta, las defunciones disminuyen y la población aumenta. Este aumento en la población se ve aminorado por la influencia que el aumento del promedio de la esperanza de vida tiene en la tasa de natalidad.

Al aumentar la probabilidad de Supervivencia debido al incremento de la esperanza promedio de vida, el número deseado de niños por una gran parte de la humanidad como apoyo para la vejez y para otras funciones sociales disminuye y asimismo la tasa de nacimientos.

Al usar la producción para formar capital agrícola, se hace posible

una mayor producción de alimentos que puede conducir a niveles mayores del promedio de esperanza de vida. El determinante principal de la fracción de producción invertida en agricultura o reinvertida en la industria es la producción per capita.

Si la producción per capita es baja, la mayor parte de la producción debe usarse en consumo, bienes y alimentos. Por lo tanto se invertirá menos en crear un gran capital industrial básico. A la vez la alta tasa de natalidad asociada con bajos niveles de industrialización estimula el crecimiento de la población. Por estas razones, la población tiende a aumentar mucho más fácilmente que el capital en las sociedades tradicionales, especialmente si ha habido ayuda médica del exterior que disminuya la tasa de mortalidad sin afectar la tasa de nacimientos.

La producción industrial lleva al agotamiento de los recursos naturales. Al disminuir los recursos naturales, la eficiencia del capital disminuye pues debe dedicarse más capital a minería y a transportar combustibles pobres. Si todo lo demás se mantuviera igual, esto tendería a disminuir la producción a partir de un capital dado.

Un incremento en la producción tiene un efecto adicional; la producción industrial y agrícola genera polución. La polución tiene grandes efectos negativos en la producción de alimentos y en el promedio de la esperanza de vida.

Este modelo es una gran simplificación del modelo mundial, sin embargo una gran cantidad de problemas tienen sus raíces en este conjunto de interacciones.

Vemos cómo se forma el diagrama causal dinámico a partir del modelo anecdótico. Se usan los nombres de las variables unidos por una flecha con un signo en la flecha que indica el sentido de (+) aumento o disminución (-) que tiene la variable flechada respecto a la variable de la cola de la flecha, o sea:

No. nacimientos $\xrightarrow{+}$ población

al aumentar el No. de nacimientos aumenta la población.

Aparición de Catástrofes

Epidemias, etc. $\xrightarrow{-}$ población

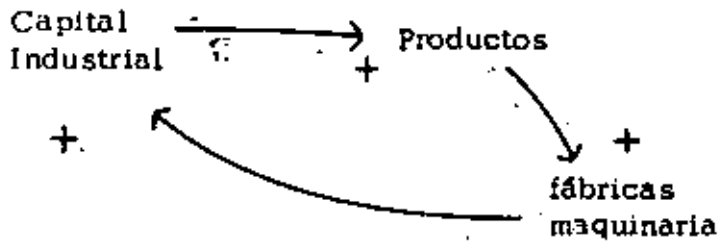
al haber catástrofes, epidemias, etc. la población disminuye.

Veamos cómo se inicia la formación del diagrama causal dinámico:

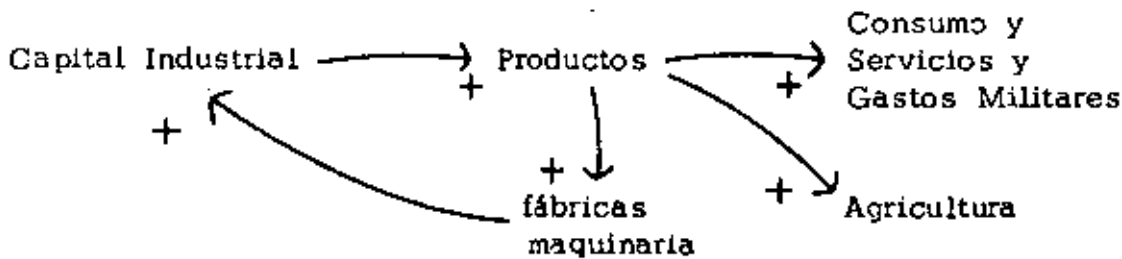
"Una cantidad dada de capital industrial puede producir anualmente ciertos productos".

Capital Industrial $\xrightarrow{+}$ Productos

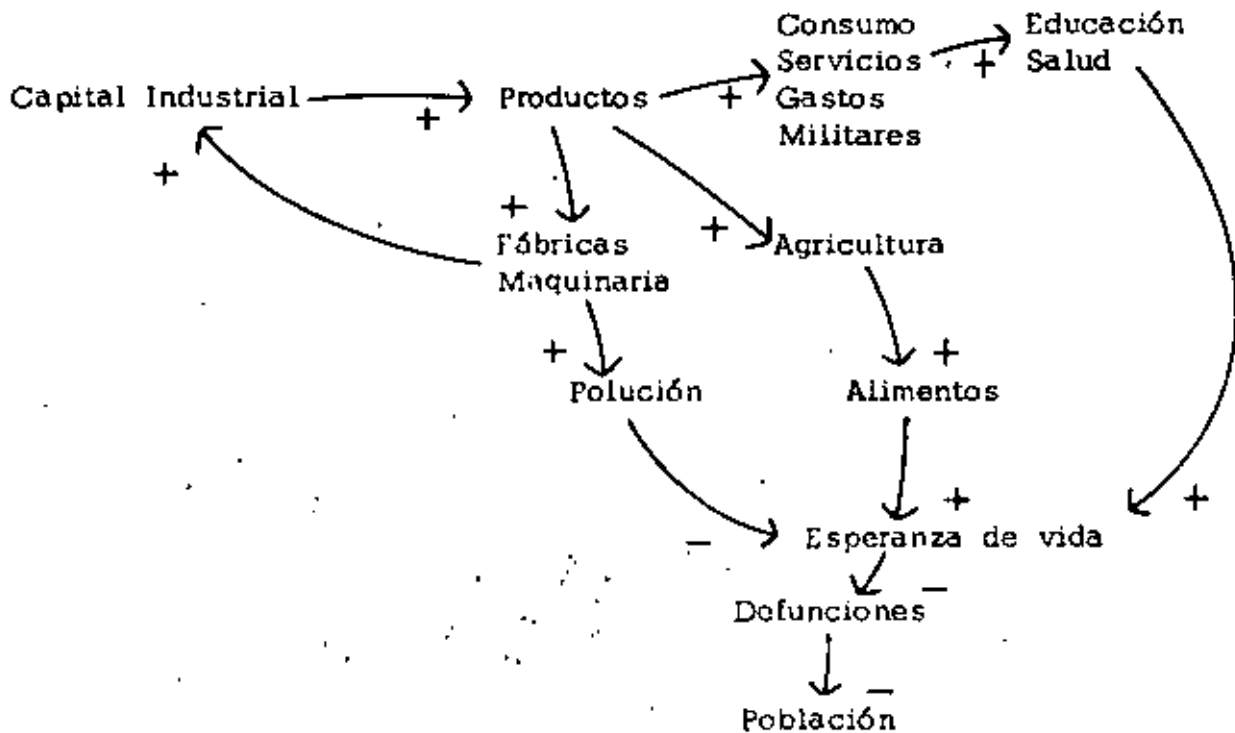
"Algunos de estos productos son inversiones en forma de fábricas y maquinaria que aumentan el capital el año siguiente"



"Al usar una fracción de la producción en consumo servicios, agricultura y gastos militares"

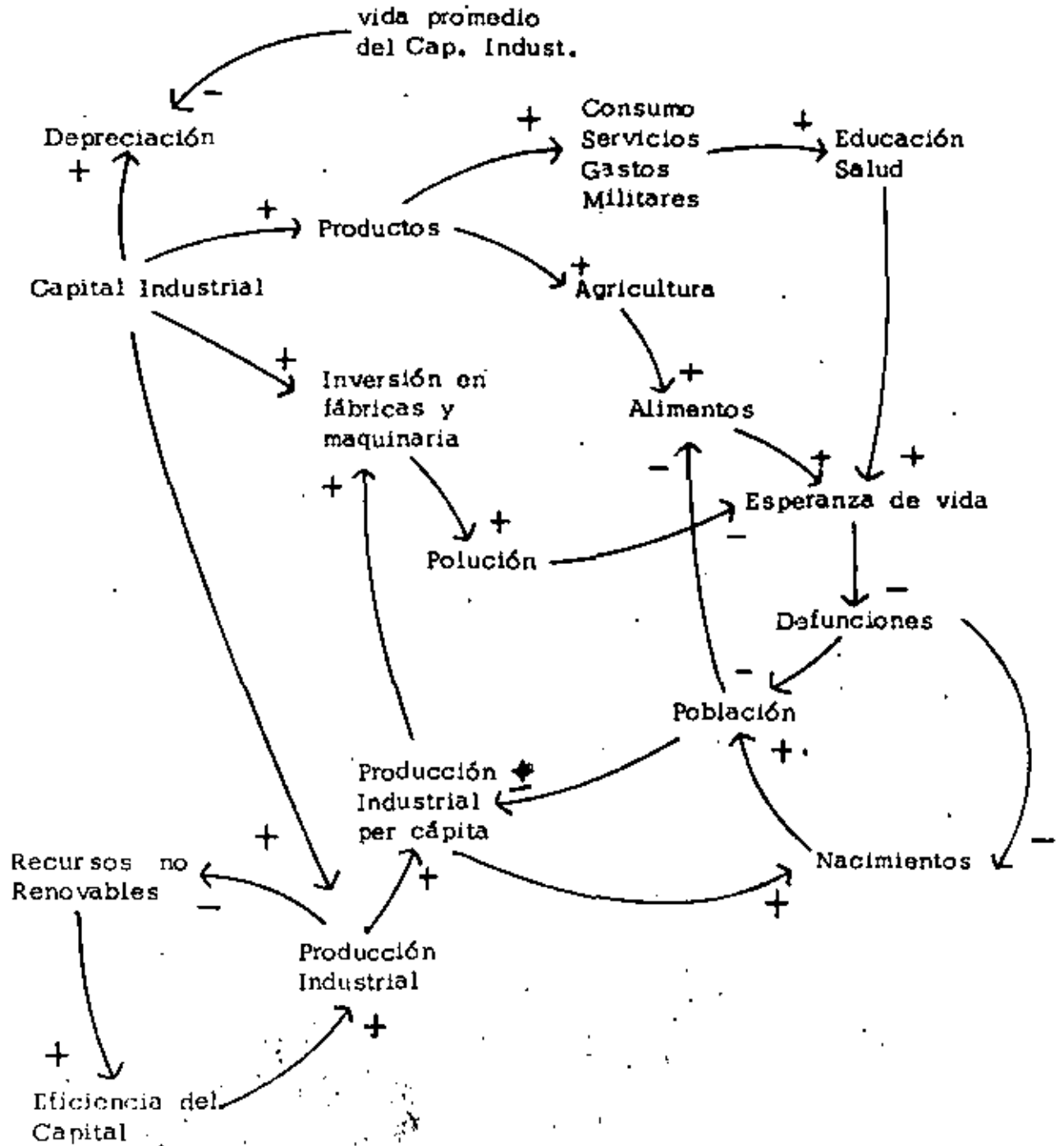


"La educación y la salud mejoran, el promedio de la esperanza de vida aumenta, las defunciones disminuyen y la población aumenta"










Así puede continuarse hasta formar todo el diagrama:

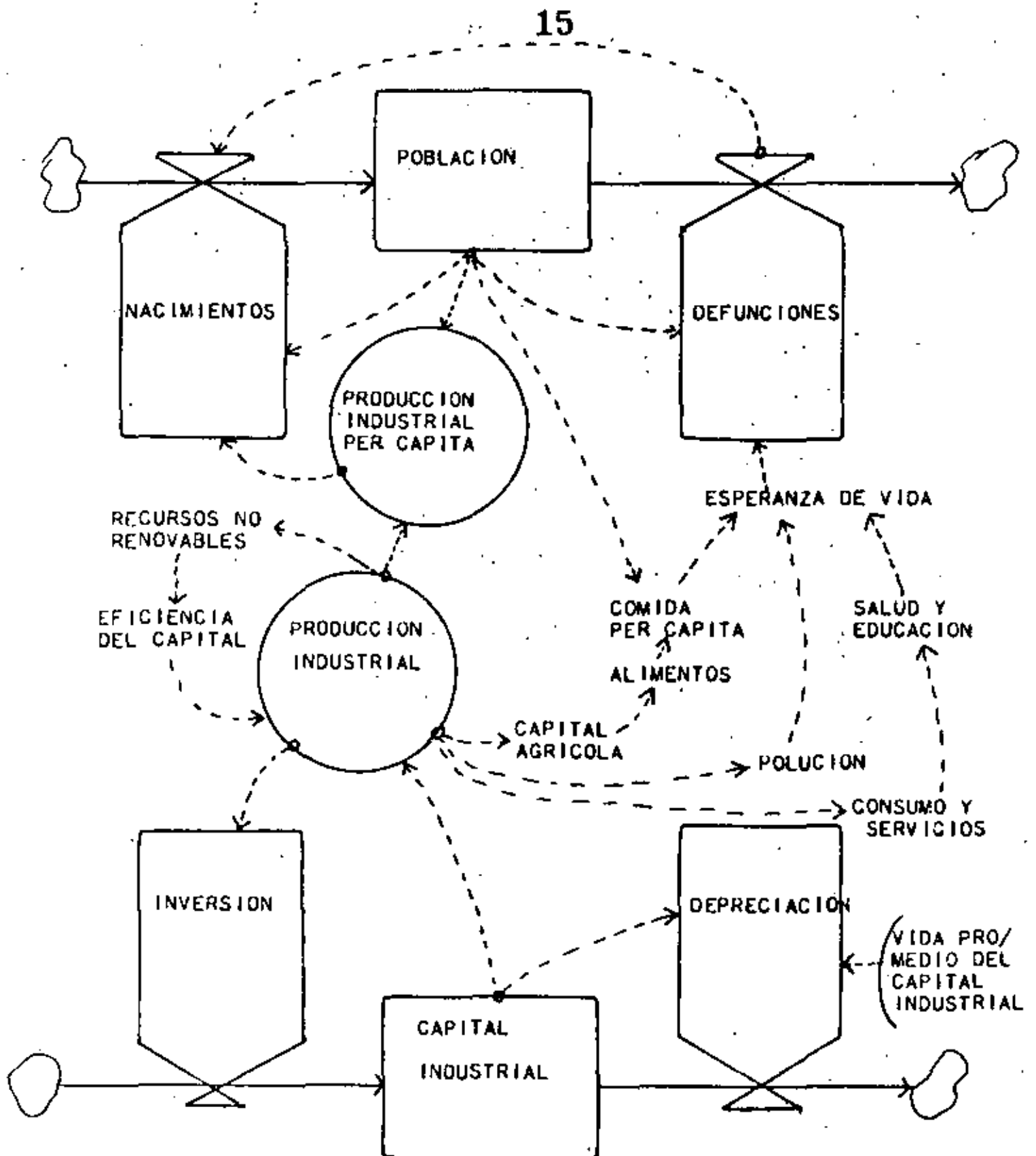
DIAGRAMA CAUSAL



Una vez obtenido el diagrama causal, se procede a formar el diagrama DYNAMO para el cual se usa la siguiente simbología

<u>Símbolo</u>	<u>Nombre y Significado</u>
	Fuente o sumidero
	Nivel: es el resultado de la acumulación o disminución de flujo. vgr. el resultado de integrar.
	Tasa de flujo.
	Flujo físico.
	Flujo de información o dependencia funcional.
	Variable auxiliar en la formulación de una tasa.
	Una constante.

15



Después de establecido el Diagrama DYNAMO se obtienen las ecuaciones correspondientes. En el curso DINAMICA DE LOS SISTEMAS SOCIALES se explica cómo obtener estas ecuaciones e implementarlas en computadora: Dado que el tema es sumamente vasto, aquí no se trata. Sin embargo, sí se indicarán las conclusiones obtenidas y algunas gráficas.

CONCLUSIONES BASICAS.

1. En la mayor parte de las sociedades contemporáneas la fuerza dominante del cambio socioeconómico está dada por la producción industrial y el crecimiento exponencial de la población.

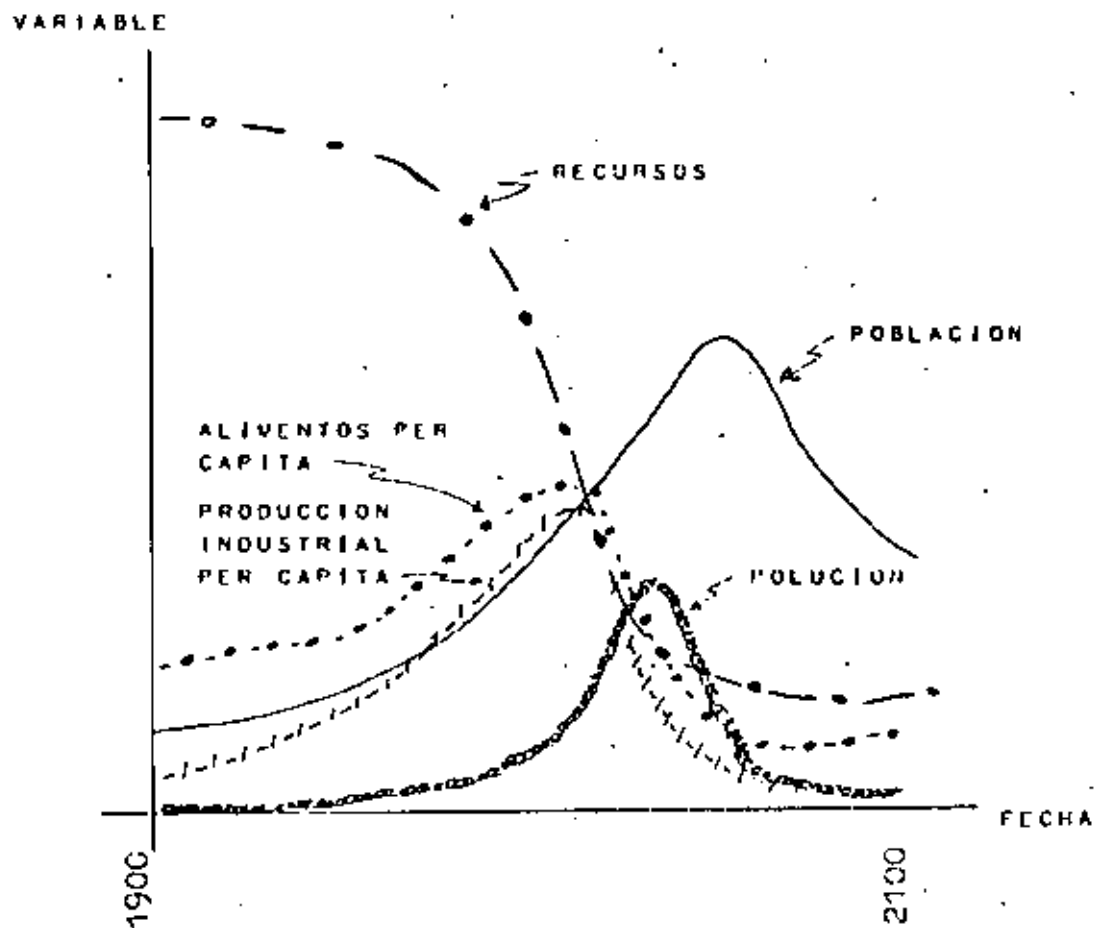
2. Las tasas actuales de producción y crecimiento demográfico no pueden mantenerse indefinidamente.

Con las tendencias actuales el crecimiento llegaría a límites físicos importantes en 50 ó 100 años más.

3. El crecimiento disminuirá mediante un acomodo ordenado de los límites mundiales o sea una transición hacia el equilibrio o a través del rebasamiento brusco de estos límites seguido por un declinamiento incontrolable.

4. Debido a las demoras en los bucles de retroalimentación que gobiernan la producción y la población, es muy probable que rebasen los límites de crecimiento.

Esto es una característica intrínseca del sistema mundial, por lo menos mientras se siga promoviendo el sistema de valores implícitos — que promueve el crecimiento. Ver gráfica siguiente:



La terminación de Recursos ocasiona que el crecimiento cese.

5. Las soluciones tecnológicas diseñadas para disminuir las presiones causadas por el crecimiento sólo servirán para posponer la caída, sólo si no están acompañadas por cambios que disminuyan los factores sociales, económicos y políticos que causan el crecimiento.

6. Parece ser posible identificar estados alternativos de equilibrio en una escala mundial en donde la población y la producción son -- esencialmente constantes y se encuentran en equilibrio con los recursos finitos del medio. Estos estados pueden definirse de forma que satisfagan las necesidades fundamentales del hombre, permitan el progreso cultural y mantengan a la sociedad actual.

7. No existe un nivel óptimo a largo plazo de nivel de población. Más bien existe un conjunto de alternativas respecto a libertad -- personal, estandar de vida física y social y nivel de población. Dado el número finito de recursos que disminuyen en la tierra, en caramos la inevitable necesidad de reconocer que una mayor población implica a la larga un nivel estandar de vida más bajo.

8. Puesto que las demoras involucradas en formular una transición ordenada a cualquier estado de equilibrio son muy largos, 50 a 150-años o más es esencial que la sociedad empiece a detener las pro mociones implícitas de crecimiento. Cada año de demora disminuyen las opciones a largo plazo y baja la probabilidad de obtener -- un estado de equilibrio.

Estas conclusiones datan de 1972 y fueron escritas por los miembros del Grupo de Dinámica de Sistemas del Instituto Tecnológico de -- Massachusetts al explorar la naturaleza y las implicaciones del crecimi ento físico en un planeta finito.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

DINAMICA DE SISTEMAS

BANCO NACIONAL DE MEXICO, S.A.

MODELO CORPORATIVO DE SIMULACION DINAMICA DE
TELEFONOS DE MEXICO, S.A.

DR. ENRIQUE ZEPEDA BUSTOS.

JULIO, 1981.

01

MODELO CORPORATIVO DE
SIMULACION DINAMICA DE
TELEFONOS DE MEXICO, S. A.

I N D I C E

	<u>PAG.</u>
1.- METODOLOGIA	1
2.- EL SISTEMA Y SU ENTORNO	3
3.- EL MODELO Y SU ESTRUCTURA	5
4.- DESCRIPCION DEL MODULO DEL SISTEMA DE LARGA DISTANCIA	8
5.- USO DEL MODULO DEL SISTEMA L.D. COMO MODELO INDEPENDIENTE	18
6.- ENSAMBLE Y VALIDACION DEL MODELO CORPORATIVO	29
7.- GENERACION DE ESCENARIOS FUTUROS	52
8.- CONCLUSIONES	58
9.- BIBLIOGRAFIA	60

INTRODUCCION.

La creciente complejidad de la estructura organizacional de Teléfonos de México, S. A. y de sus procesos de toma de decisiones así como la naturaleza cambiante de su entorno tanto tecnológico como socioeconómico hacen de la planeación estratégica una función vital para la empresa. El acelerado desarrollo económico del país requiere no solo de una red telefónica extensa sino también de la variedad cada vez mayor de servicios telefónicos que pueden ser proporcionados debido al rápido avance tecnológico de las telecomunicaciones. La expansión de la red telefónica y su modernización implican la toma de la decisión correcta con respecto a los cambios tecnológicos a introducir y la adopción de políticas de crecimiento estable que garanticen la continuidad de un servicio telefónico confiable y adecuado a las necesidades del país. Los cursos de acción para lograr estas metas son múltiples y sus consecuencias futuras difíciles de prever y evaluar.

Para seleccionar la mejor alternativa o las políticas estratégicas más adecuada se requiere de un modelo que permita, bajo diferentes escenarios futuros del entorno, simular sus efectos sobre el desempeño de la empresa en áreas tales como: financiamiento de los planes de expansión, capacitación y desarrollo de personal especializado, introducción de nuevos servicios, etc. La magnitud y complejidad del sistema telefónico mexicano hacen del análisis y evaluación de políticas estratégicas un proceso difícil de realizar con modelos que no involucren un enfoque global del sistema.

1.- METODOLOGIA

1.- METODOLOGIA.

Con el propósito de resolver la problemática planteada anteriormente se utilizó la metodología de Dinámica de Sistemas para el desarrollo de un modelo de simulación dinámica que representa la estructura de los procesos de toma de decisiones involucrados en las diferentes áreas funcionales de Teléfonos de México. El modelo se desarrolló en forma modular - construyendo modelos dinámicos para cada una de las áreas funcionales las cuales fueron probadas y validadas independientemente para ser ensambladas posteriormente en un modelo global con lo cual la validación del modelo corporativo completo se facilitó significativamente.

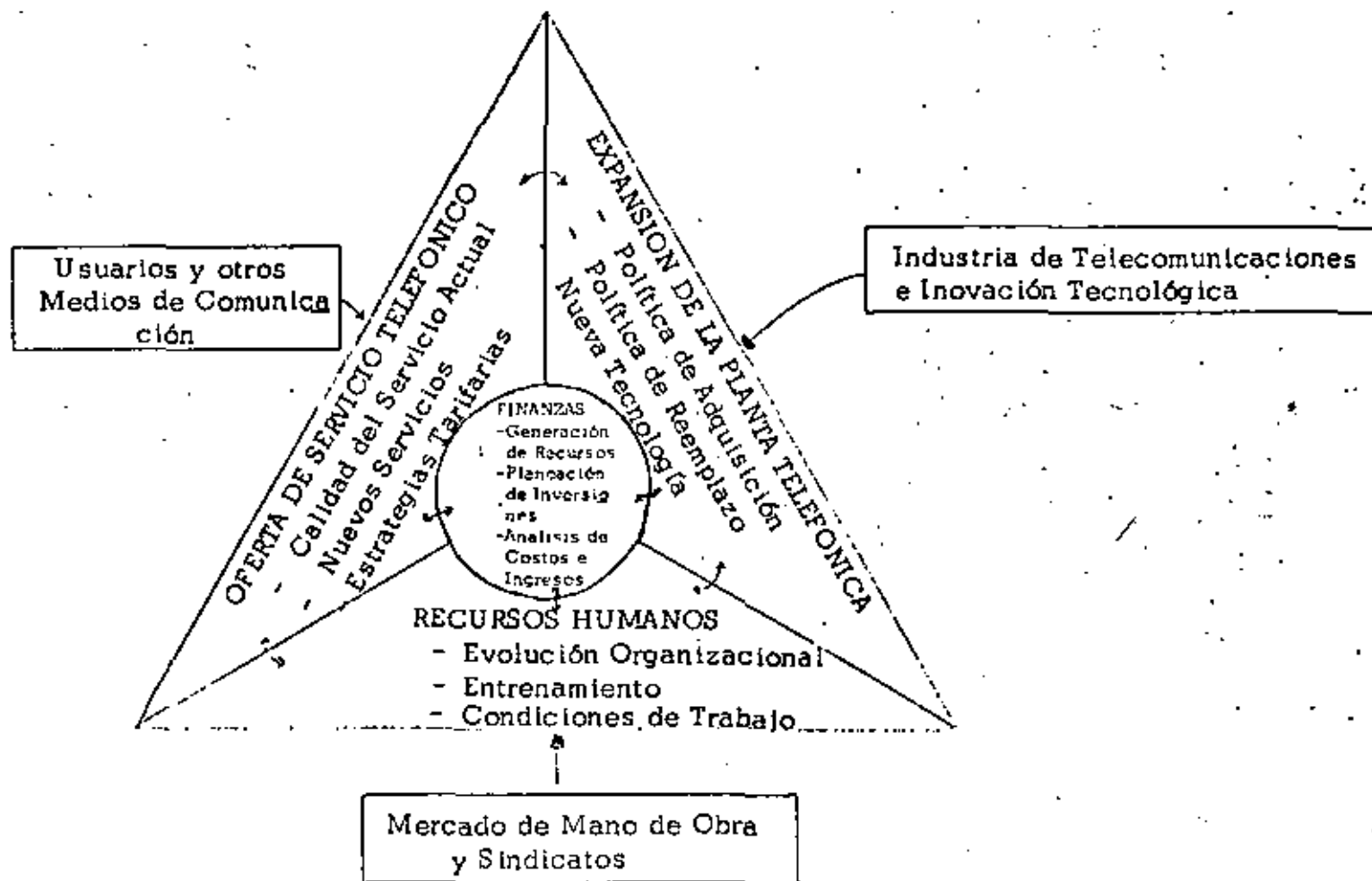
Una vez validado el modelo se utilizará para:

- i) Simular y analizar el desempeño general de TELMEX bajo diferentes escenarios futuros del entorno.
- ii) Simular y analizar los efectos de las políticas de crecimiento actuales.
- iii) Diseñar y probar políticas alternativas.
- iv) Evaluar y seleccionar opciones estratégicas.

2.- EL SISTEMA Y SU ENTORNO

2.- EL SISTEMA Y SU ENTORNO.

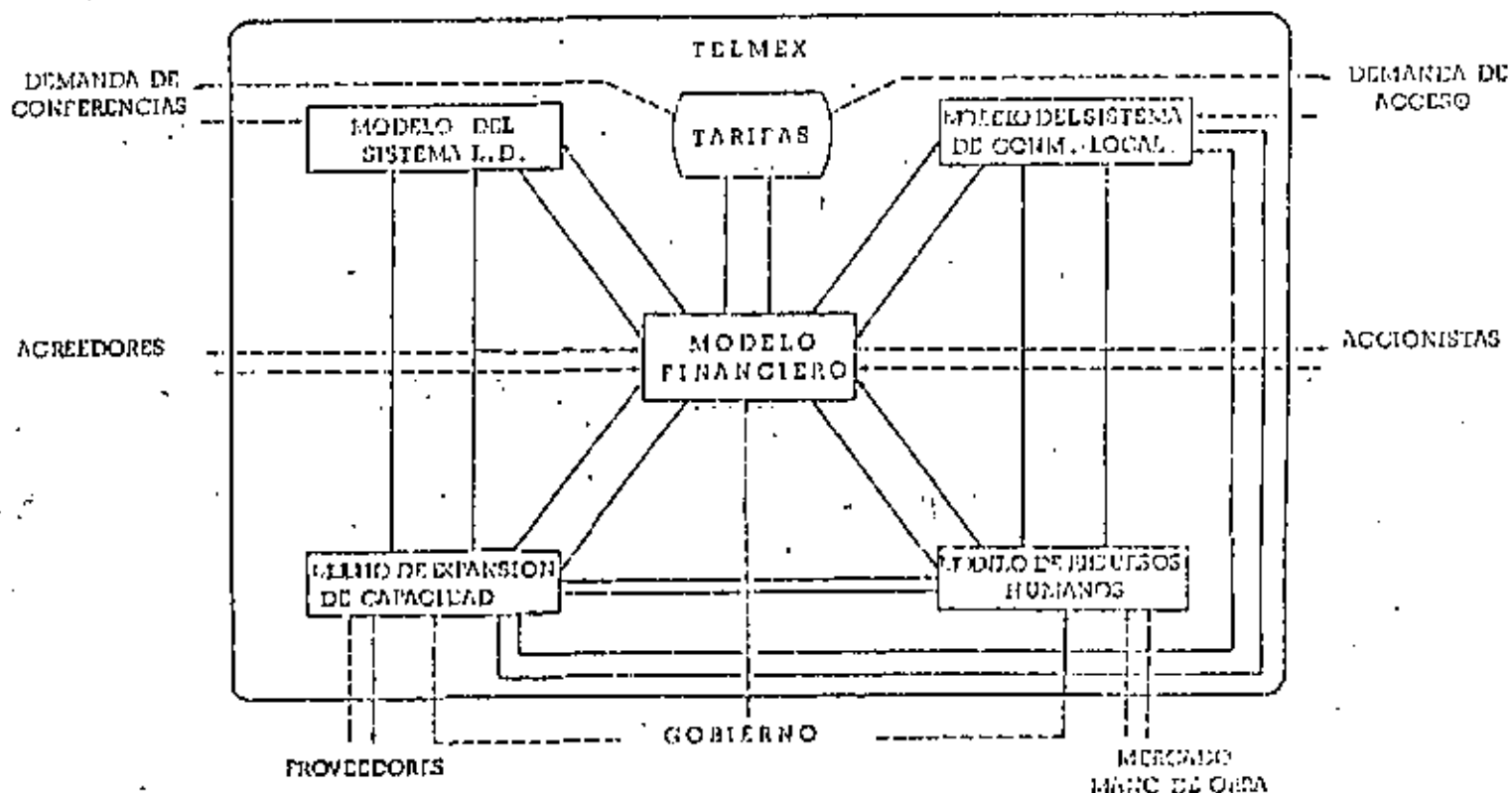
El sistema que se busca modelar para evaluar el impacto de las opciones estratégicas, es la corporación en su totalidad y se conceptualizó como sigue:



3.- EL MODELO Y SU ESTRUCTURA

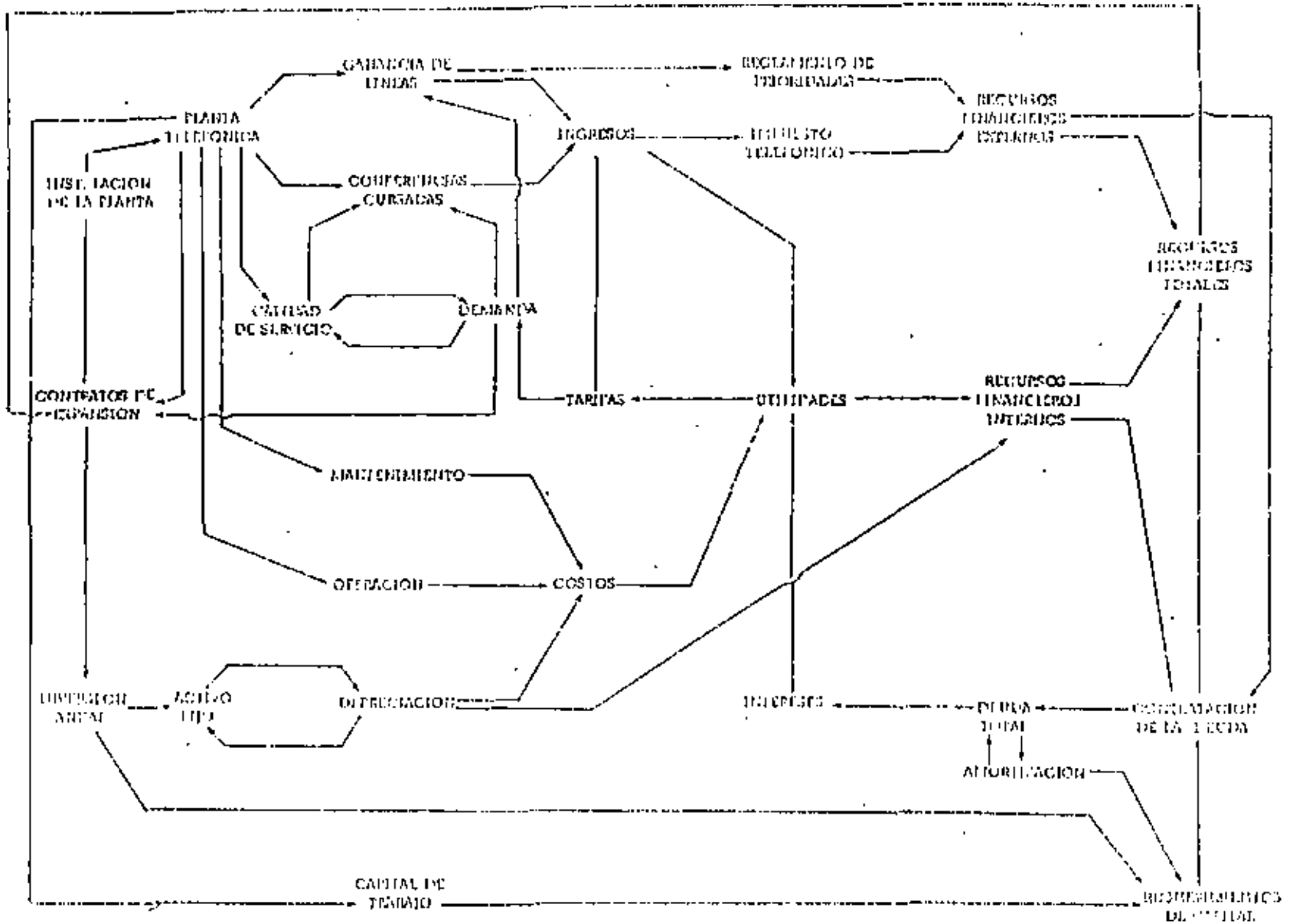
3.- EL MODELO Y SU ESTRUCTURA.

A partir de la conceptualización del sistema se desarrolló el modelo dinámico de planeación estratégica de TELMEX en forma modular. Los cinco módulos principales del sistema simulan los procesos de toma de decisiones que se desarrollan en las áreas funcionales representadas por los módulos:



El enfoque modular permite la evaluación y análisis de los efectos de políticas y decisiones estratégicas en cada una de las áreas funcionales de TELMEX.

La estructura general del modelo que se desarrolló está constituida por las interacciones causa-efecto entre las principales variables del sistema.



4.- DESCRIPCION DEL MODELO DEL SISTEMA DE LARGA DISTANCIA.

4.1.- OBJETIVOS.

Los objetivos principales del Modelo Dinámico del Sistema L.D. son:

- . Simular la dinámica producida por el tráfico de conferencias de L.D. a través del sistema telefónico en un horizonte a largo plazo, tomando en consideración:
 - . El comportamiento de los usuarios.
 - . Las leyes que norman la interacción entre usuarios y sistema.
 - . La política de adquisición de capacidad de equipo L.D.
- . Analizar el comportamiento del sistema ante diferentes escenarios de demanda de tráfico.
- . Proponer métodos alternativos de pronóstico de tráfico a Largo Plazo que sean capaces de filtrar las variaciones cíclicas y aleatorias que se presentan.
- . Proponer políticas de adquisición de capacidad lo suficientemente robustas - para responder en forma adecuada a la tendencia de crecimiento de la Demanda.
- . Evaluar y seleccionar políticas de adquisición de planta L.D. como insumos - al Modelo LARDI.

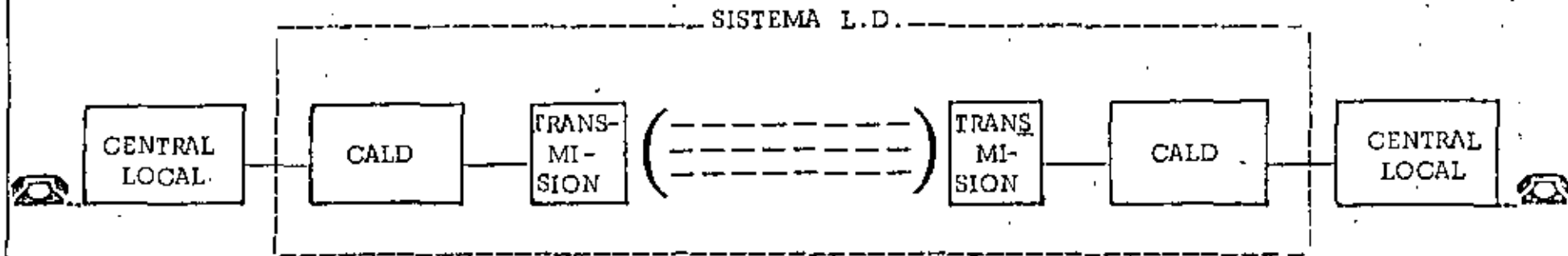
4.2.-METODOLOGIA.

Debido a la naturaleza dinámica del comportamiento de los tres principales sectores del sistema: 1) Usuarios, 2) Planta L.D. y 3) Política de Adquisición de Telmex y de sus interacciones se utilizó Dinámica de Sistemas para construir un modelo de simulación de las características principales del comportamiento del Sistema L.D. Esto permite:

- Determinar y analizar los efectos a corto, mediano y largo plazo tanto de cambios en el entorno como de decisiones que se tomen respecto a políticas de adquisición de planta, manejo de red y calidad de servicio.
- Seleccionar la política o políticas que produzcan los mejores resultados bajo el mayor número posible de escenarios futuros del entorno.

4.3.-. CONCEPTUALIZACION DEL SISTEMA L.D.

La estructura básica del sistema L.D. propuesta para la construcción del modelo dinámico se conceptualizó como sigue:



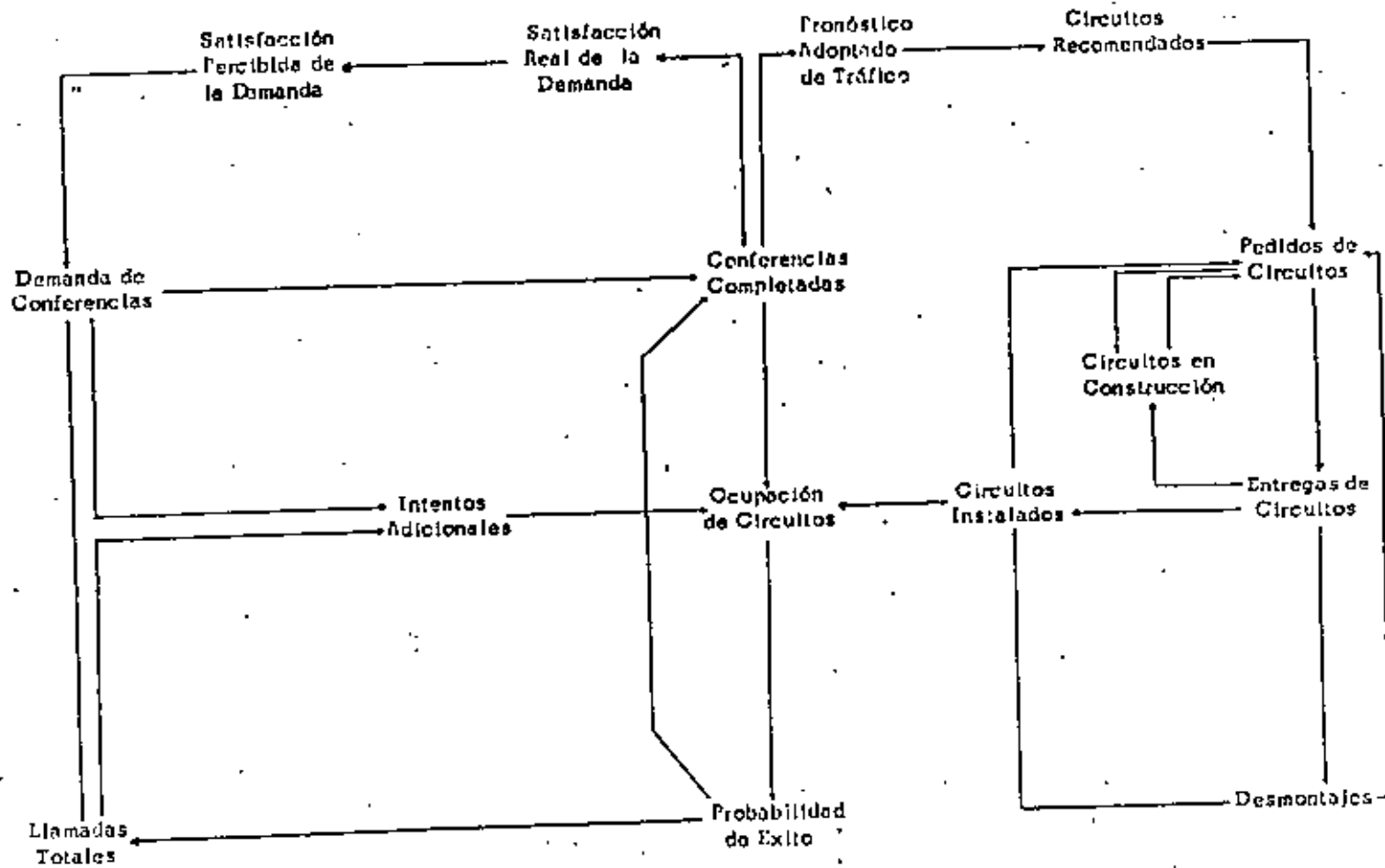
Esta conceptualización permite observar el comportamiento de una llamada telefónica en cuanto a su probabilidad de éxito a lo largo de los pasos señalados en el diagrama.

4.4. - ESTRUCTURA Y FUNCIONES DEL MODELO.

Con el fin de analizar el comportamiento del Sistema L.D. bajo la conceptualización propuesta, el modelo dinámico cuya estructura simplificada se presenta a -- continuación, tiene como funciones principales simular:

- Los efectos de la demanda de conferencias sobre la planta L.D.
- Reacción a corto plazo del usuario al congestionamiento de la red.
- Reacción a largo plazo del usuario al nivel percibido de satisfacción de la demanda.
- Respuesta del sistema a través de su política de adquisición.

ESTRUCTURA DEL MODELO DINAMICO DEL SISTEMA L.D.



4.5.- SUPUESTOS.

La conceptualización del Sistema L.D. está basada en los siguientes supuestos:

Comportamiento de la Demanda de Conferencias: En este caso se supone que:

- La demanda de conferencias es igual o mayor a las conferencias completadas.
- La demanda de conferencias puede crecer tanto uniformemente como presentar variaciones cíclicas o aleatorias.

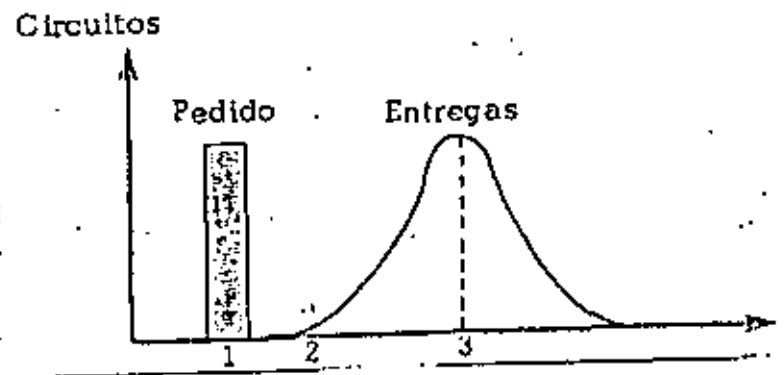
Comportamiento del Usuario. Los supuestos básicos en esta área son:

- . Los usuarios tienen necesidades de comunicación a larga distancia que pueden ser cubiertas por medio de la utilización del servicio telefónico.
- . Aquellos que buscan resolver parte de sus necesidades de comunicación a través del sistema telefónico, lo manifiestan por medio de llamadas al sistema.
- . Los usuarios reaccionan al nivel de calidad de servicio al sistema telefónico. La reacción del usuario al funcionamiento correcto del sistema se manifiesta en intentar satisfacer más necesidades de comunicación a través del sistema telefónico.
- . La reacción del usuario a la pérdida de llamadas depende de su percepción de las causas: 1) Causas Externas.- Cuando el usuario percibe que el número marcado está ocupado o no contesta; 2) Causas Internas.- Cuando el usuario percibe que el sistema falla.
- . La percepción del usuario de que la pérdida de llamadas es causada por el sistema se incrementa a medida de que la calidad de servicio que percibe decrece.
- . La reacción del usuario a la pérdida de llamadas pasa por las siguientes etapas:
 - . Intentar la llamada inmediatamente
 - . Diferir la llamada a otro período del día
 - . Diferir la llamada a otro día
 - . Cancelar la llamada
 - . Intentar otra forma de comunicación ajena al sistema telefónico

Comportamiento del Sistema. - Con respecto al sistema se consideró que :

- . Para simular el comportamiento del tráfico a través del sistema local se asignó una -- probabilidad de éxito constante a los pasos de conmutación local.
- . La eficiencia del grupo de los circuitos de transmisión es afectada por la intensidad de tráfico y por su agrupación. Por lo tanto la probabilidad de que una llamada tenga acceso a un circuito se determinará en función del grado de ocupación de los circuitos en un momento dado generado por conferencias en curso e intentos adicionales y el número promedio de circuitos en cada vía.
- . El grado de ocupación es determinado por la relación entre el tiempo que un circuito está siendo utilizado en intentos y conferencias durante un período dado y el tiempo total del período.
- . La probabilidad de que un circuito individual no esté accesible para una llamada en un momento dado está por su grado de ocupación.
- . La agrupación de circuitos por vía aumenta la probabilidad de que una llamada tenga acceso a un circuito en dicha vía. Por lo tanto reduce su probabilidad de pérdida. Para el cálculo de las probabilidades por grupo de circuitos se utilizó la fórmula de Erlang.
- . La probabilidad global de éxito de una llamada está compuesta por las probabilidades de éxito parciales que la llamada tenga en los siguientes pasos :
 - . Conmutación en la central local del abonado A.
 - . Enlace disponible para acceder su central L.D.
 - . Conmutación en su central L.D.
 - . Circuitos disponibles para acceder la central L.D. del abonado B.
 - . Enlaces disponibles entre la central L.D. y la central local del abonado B.
 - . Conmutación en la central local del abonado B.
 - . Abonado B. contesta la llamada.
- . Las probabilidades de éxito parciales se consideran independientes entre sí. Esto implica que las probabilidades de éxito global son el producto de las probabilidades de éxito parciales.
- . Una probabilidad de éxito baja genera intentos adicionales que aumentan el congestionamiento del sistema disminuyendo aún más las probabilidades de éxito.
- . No todos los intentos adicionales causan ocupación en los circuitos, sino solo aquellos cuyas probabilidades indiquen que el circuito está libre al llegar una llamada a este paso.

Política de Adquisición. - En este caso se supone que aunque los circuitos son pedidos una vez por año las entregas estarán distribuidas a lo largo del tiempo de la siguiente forma: ^(t)

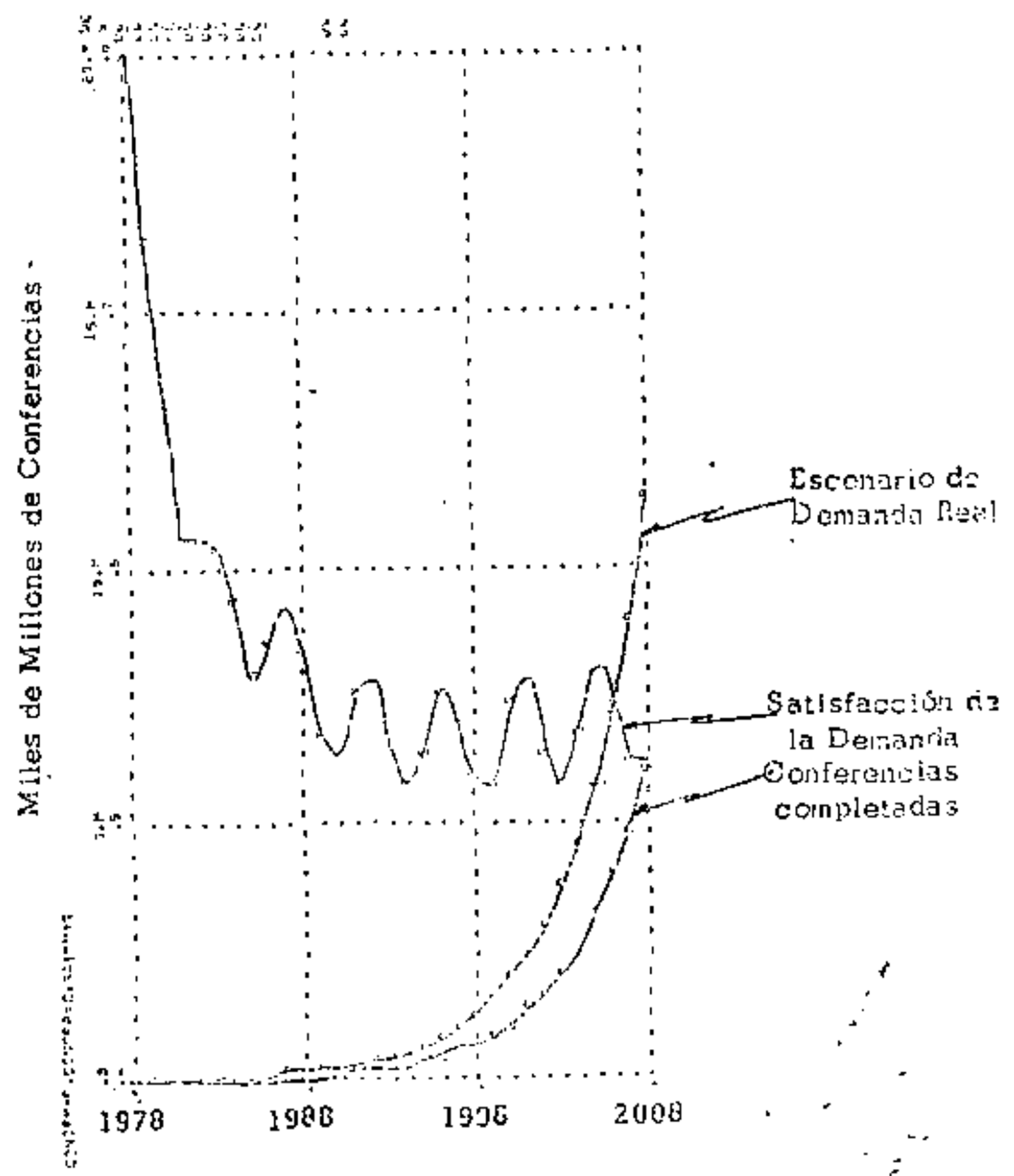


5.- USO DEL MODULO DEL SISTEMA L.D.
COMO MODELO INDEPENDIENTE.

5.- USO DEL MODULO DEL SISTEMA L.D. COMO MODELO INDEPENDIENTE.

El módulo del Sistema L.D. se utilizó para analizar los efectos de la política actual de adquisición de circuitos de Larga Distancia y para diseñar y probar políticas alternativas que permitan adecuar la evolución de la capacidad del sistema a la demanda real de conferencias. Para estos efectos se simuló el comportamiento del sistema durante un período de 30 años a partir de 1978 bajo un escenario de crecimiento exponencial de la demanda de conferencias y suponiendo un 80% de satisfacción de la demanda para ese año.

Como puede observarse en la gráfica que se presenta a continuación, la satisfacción de la demanda cae drásticamente de 80% en 1978, a 56% en 1985 para empezar a oscilar alrededor de 53% aproximadamente.

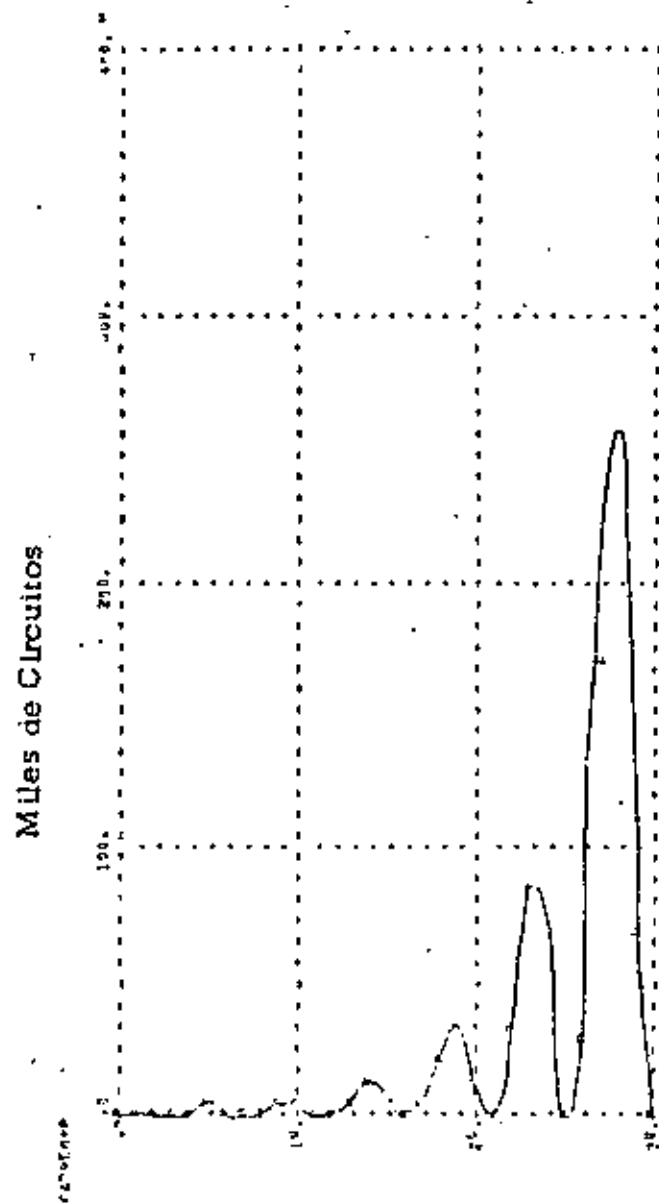


Este comportamiento es causado por dos características importantes de la política de adquisición de circuitos:

- (1) - Pronóstico de tráfico basado en conferencias cursadas, esto causa la caída de la satisfacción de la demanda ya que bajo condiciones de restricción de oferta el pronóstico de tráfico subestima la demanda real conduciendo a una instalación insuficiente de circuitos generando congestión en el sistema lo cual reduce el tráfico cursado y consecuentemente el pronóstico aún más congestión.
- (2) - Estructura básica de la política de adquisición basada en la fórmula general de ajuste proporcional de las discrepancias entre la capacidad instalada y el pronóstico de tráfico.

$$\boxed{\text{PEDIDOS DE}} \\ \boxed{\text{CIRCUITOS}} = \boxed{\text{CIRCUITOS}} \\ \boxed{\text{RECOMENDADOS}} - \boxed{\text{CIRCUITOS}} \\ \boxed{\text{INSTALADOS}} - \boxed{\text{CIRCUITOS EN}} \\ \boxed{\text{CONSTRUCCION}}$$

Esto causa oscilaciones no solamente en la satisfacción de la demanda sino también en los pedidos anuales de circuitos como puede observarse en la siguiente gráfica:



PEDIDOS ANUALES DE CIRCUITOS

POLITICAS ALTERNATIVAS DE ADQUISICION DE CIRCUITOS.

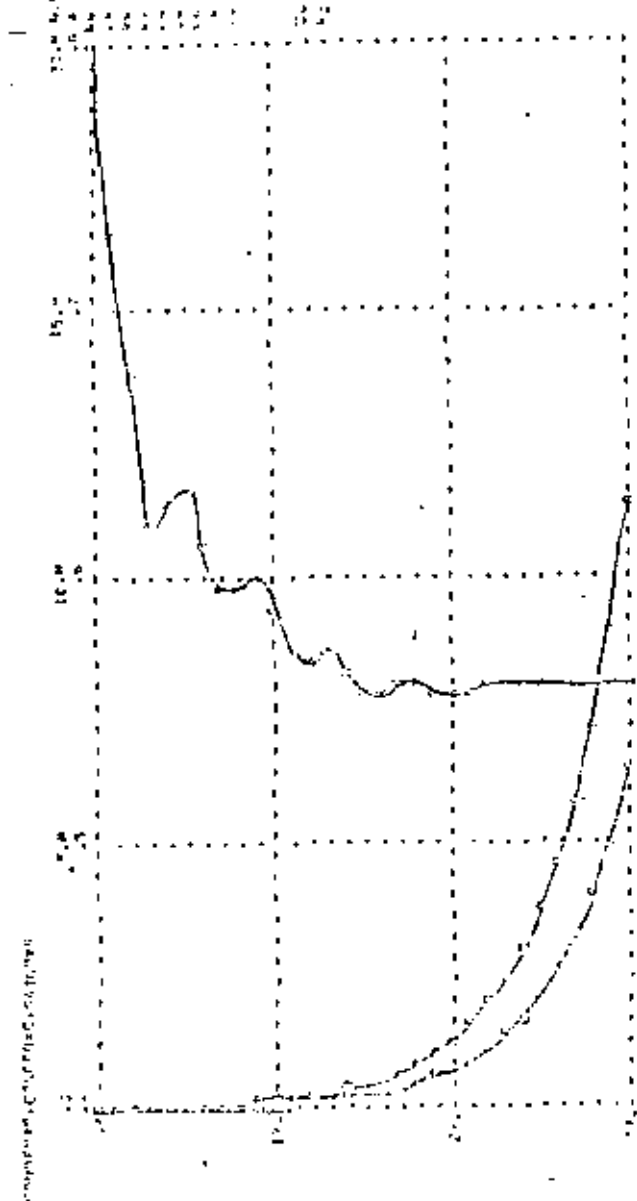
Dado que el deterioro de la calidad de servicio en el sistema es causado principalmente por los efectos que sobre la capacidad de la planta tiene la política de adquisición se introdujeron cambios en su estructura con el propósito de incrementar la satisfacción de la demanda:

- Adecuación de los pedidos de circuitos a la tendencia general de la demanda. Esto se logra mediante el aumento de los pedidos en una cantidad de circuitos equivalente al crecimiento anual promedio del tráfico:

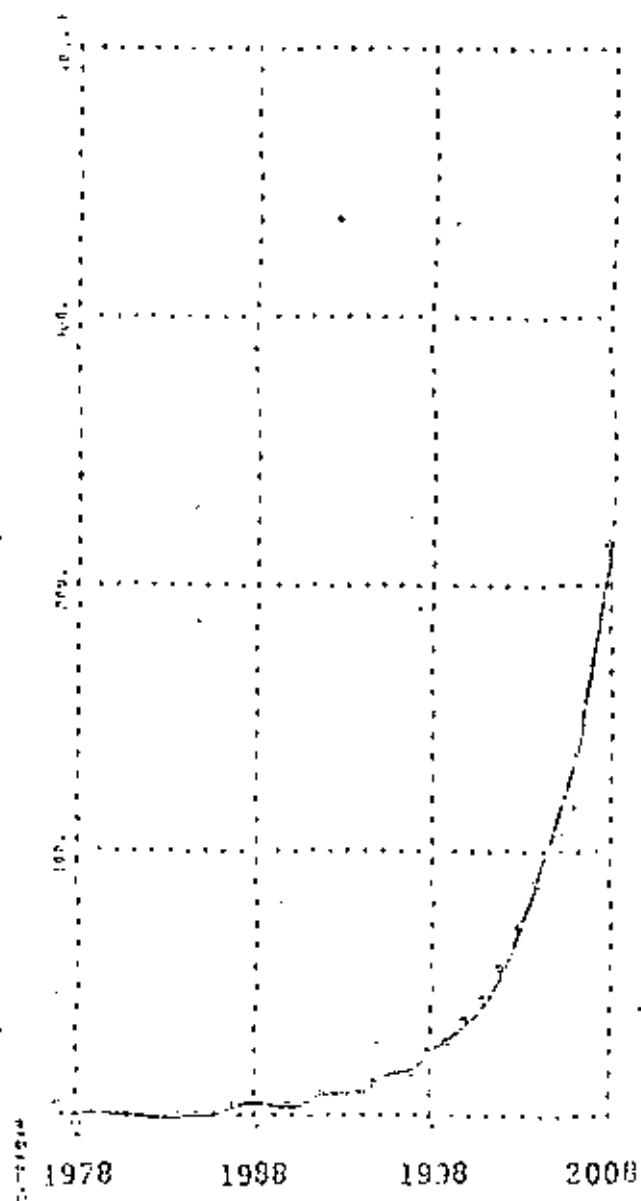
$$\left[\begin{array}{c} \text{PEDIDOS DE} \\ \text{CIRCUITOS} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{CIRCUITOS} \\ \text{RECOMENDADOS} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{CIRCUITOS} \\ \text{INSTALADOS} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{CIRCUITOS EN} \\ \text{CONSTRUCCION} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{CIRCUITOS EQUIVA-} \\ \text{LENTES AL CRECIMIENTO} \\ \text{ANUAL PROMEDIO DEL} \\ \text{TRAFICO} \end{array} \right]$$

Esto produce un patrón estable de pedidos y elimina las oscilaciones de la satisfacción de la demanda y por consiguiente del sistema como puede observarse en las gráficas que se presentan a continuación. Sin embargo, la caída de la satisfacción de la demanda sigue presentandose debido a que la política no incluye ningún factor, la compensación que tome en cuenta la subestimación de la demanda real por el pronóstico de tráfico cursado.

Miles de Millones de Conferencias



Miles de Circuitos



Demanda de Conferencias (D)
 Conferencias Completadas (C)
 Satisfacción de la Demanda (S)

Pedidos Anuales de Circuitos

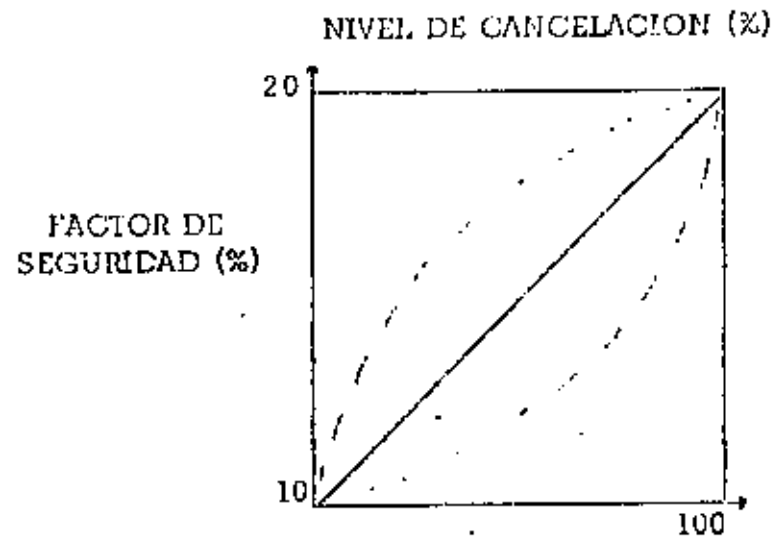
- Introducción de un factor de seguridad variable dependiente del nivel de calidad de servicio. Esto tiene por objeto adecuar los pedidos de circuitos a la demanda de -- acuerdo a una variable susceptible de ser medida ya que la estimación de la demanda real siempre involucra errores significativos. El factor de seguridad propuesto es una función del nivel de cancelación:

$$\boxed{\text{FACTOR DE SEGURIDAD}} = f \boxed{\text{NIVEL DE CANCELACION}}$$

donde:

$$\boxed{\text{NIVEL DE CANCELACION}} = \frac{\boxed{\text{LLAMADAS TOTALES}} - \boxed{\text{CONFERENCIAS COMPLETADAS}}}{\boxed{\text{LLAMADAS TOTALES}}}$$

La forma de la función usada para el factor de seguridad en esta prueba fué:

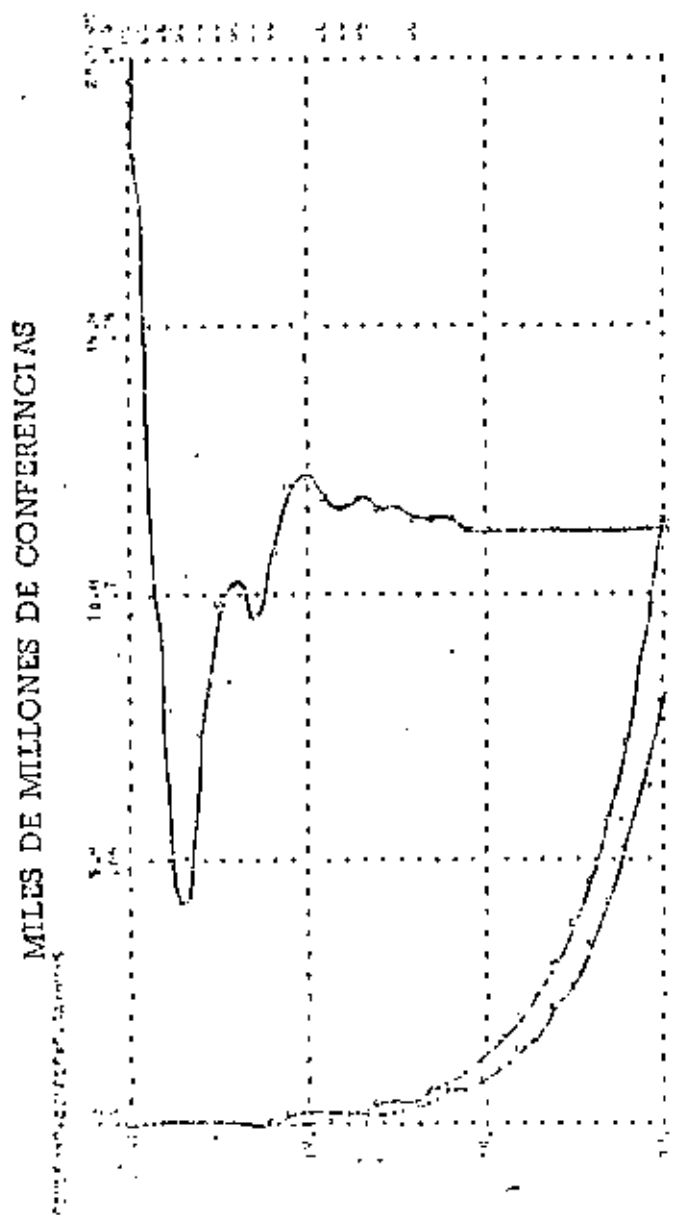


Sin embargo, es factible probar con el modelo otras formas de respuesta a la cancelación tales como los representados por las líneas punteadas.

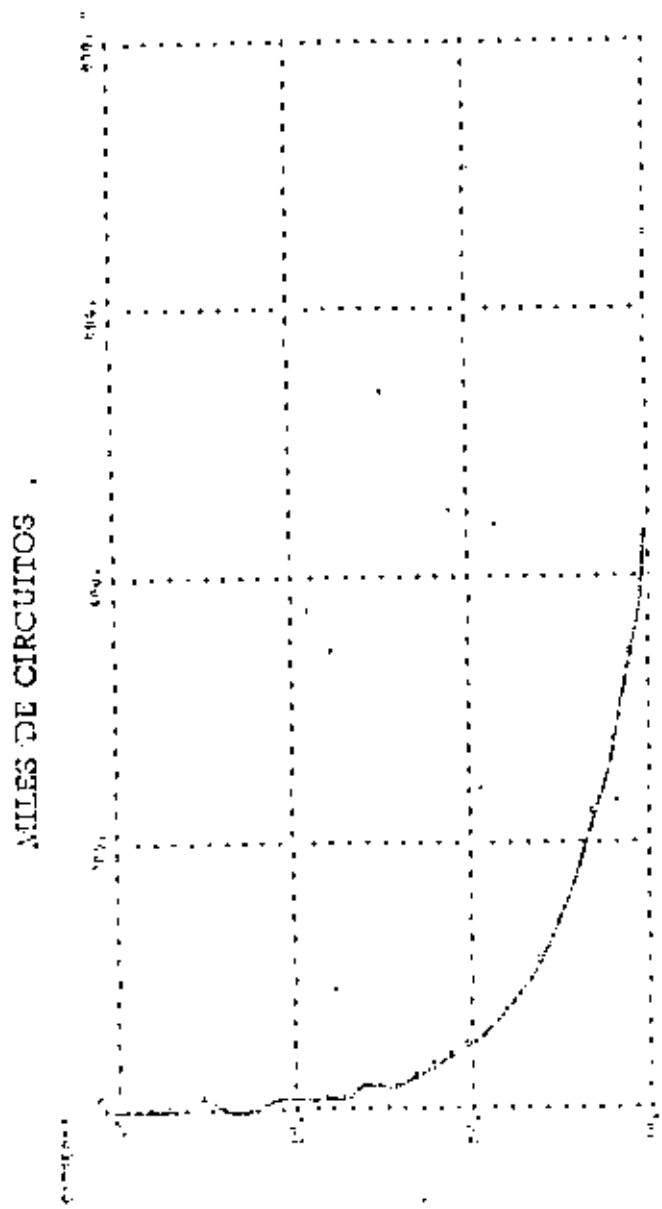
La estructura propuesta para la política de adquisición es por lo tanto:

$$\left[\begin{array}{c} \text{NIVEL DE} \\ \text{CIRCUITOS} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{FACTOR DE} \\ \text{SEGURIDAD} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{CIRCUITOS} \\ \text{RECOMENDADOS} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{CIRCUITOS} \\ \text{INSTALADOS} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{CIRCUITOS EN} \\ \text{CONSTRUCCION} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{CIRCUITOS EQUIVALEN} \\ \text{TES AL CRECIMIENTO} \\ \text{ANUAL PROMEDIO} \\ \text{DEL TRAFICO} \end{array} \right]$$

Como puede observarse en las gráficas que se presentan a continuación, el --
uso de esta política mantiene estable el patrón de pedidos anuales de circuitos
y mejora considerablemente la satisfacción de la demanda a largo plazo. La --
caída en el nivel de satisfacción en los tres primeros años (1978-81) de período
se debe a los programas de expansión ya comprometidos y por lo tanto no son --
susceptibles de modificarse.



Demanda de Conferencias (D)
 Conferencias Completadas (C)
 Satisfacción de la Demanda (S)



Pedidos Anuales de Circuitos

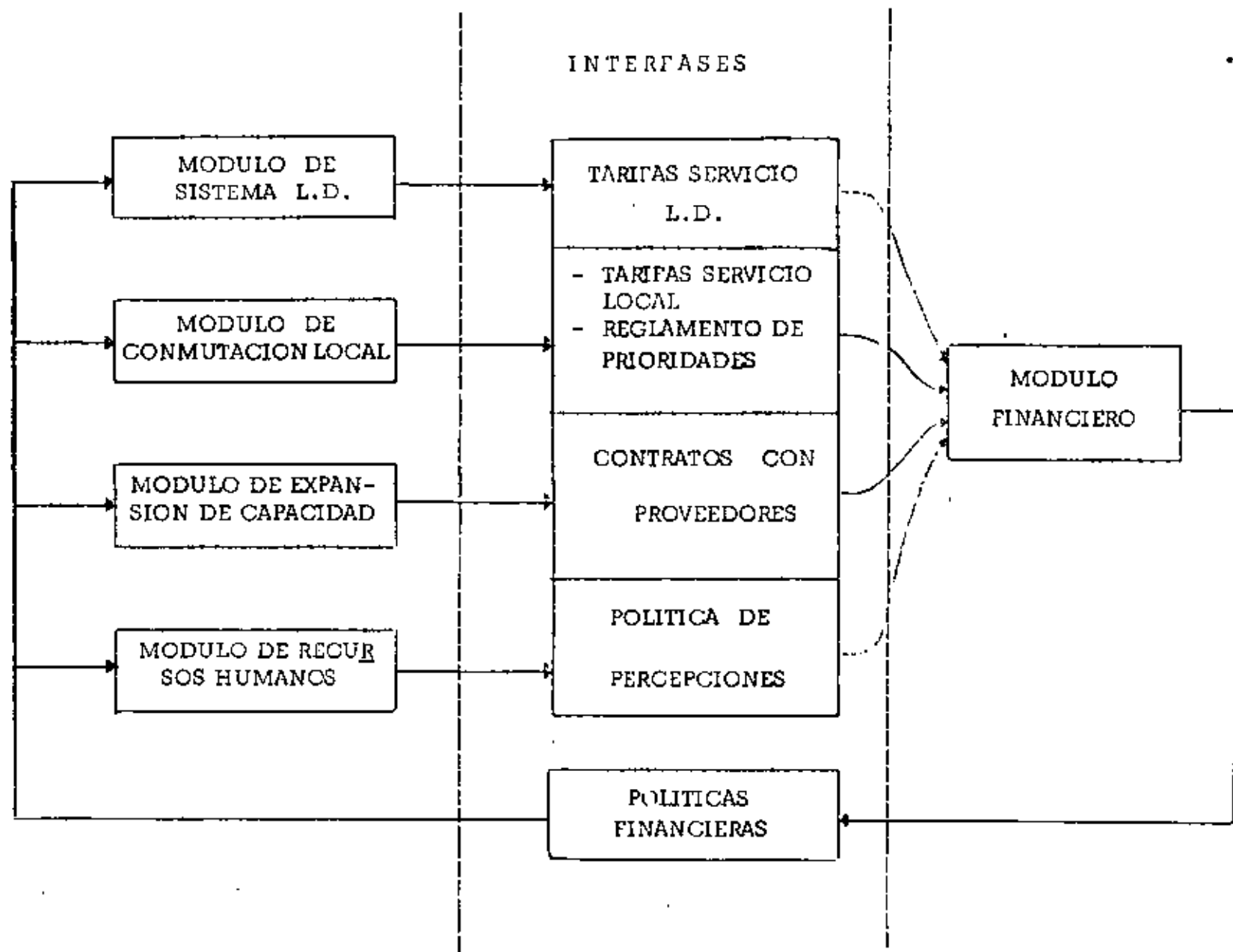
6.- ENSAMBLE Y VALIDACION DEL
MODELO CORPORATIVO.

6.- ENSAMBLE Y VALIDACION DEL MODELO CORPORATIVO.

6.1.- ENSAMBLE.

Una vez que los módulos de cada una de las áreas funcionales fueron probados y validados independientemente se procedió a ensamblar el modelo corporativo mediante el uso de interfases que traducen las unidades físicas generadas por los módulos de: Sistema L.D., Conmutación Local, Expansión de Capacidad y Recursos Humanos a unidades monetarias usadas en el módulo financiero así mismo se desarrolló una interfase que simula la retroalimentación financiera a los procesos de toma de decisiones representadas en los otros módulos.

En el diagrama a continuación se muestra esquemáticamente esta estructura:



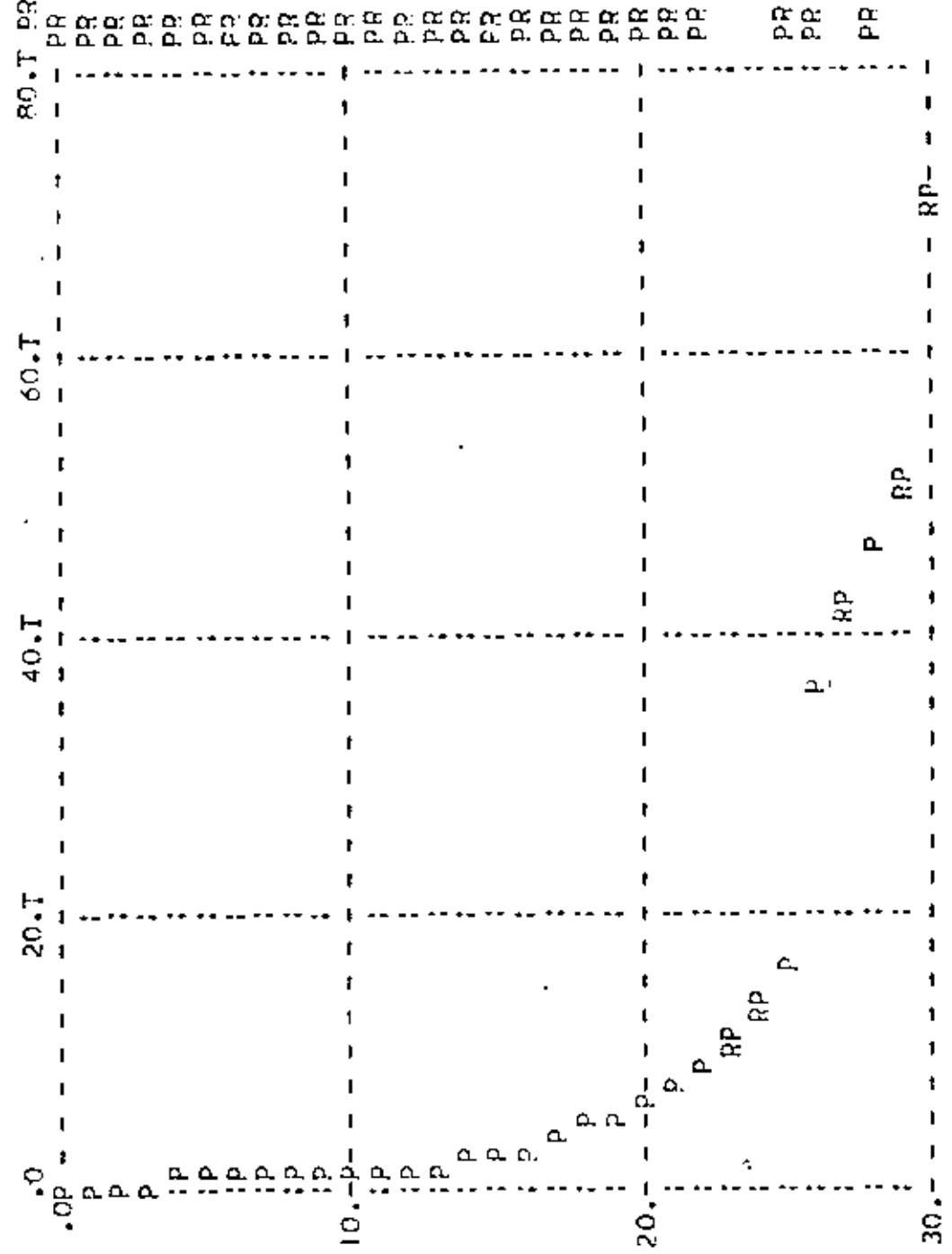
6.2.- VALIDACION.

La validación del modelo completo se realizó comparando el comportamiento simulado de las principales variables del sistema con los datos históricos - correspondientes al período 1950-80.

Debido a que este proceso ya se había llevado a cabo para los modelos independientes la calibración paramétrica del modelo corporativo se simplificó enormemente.

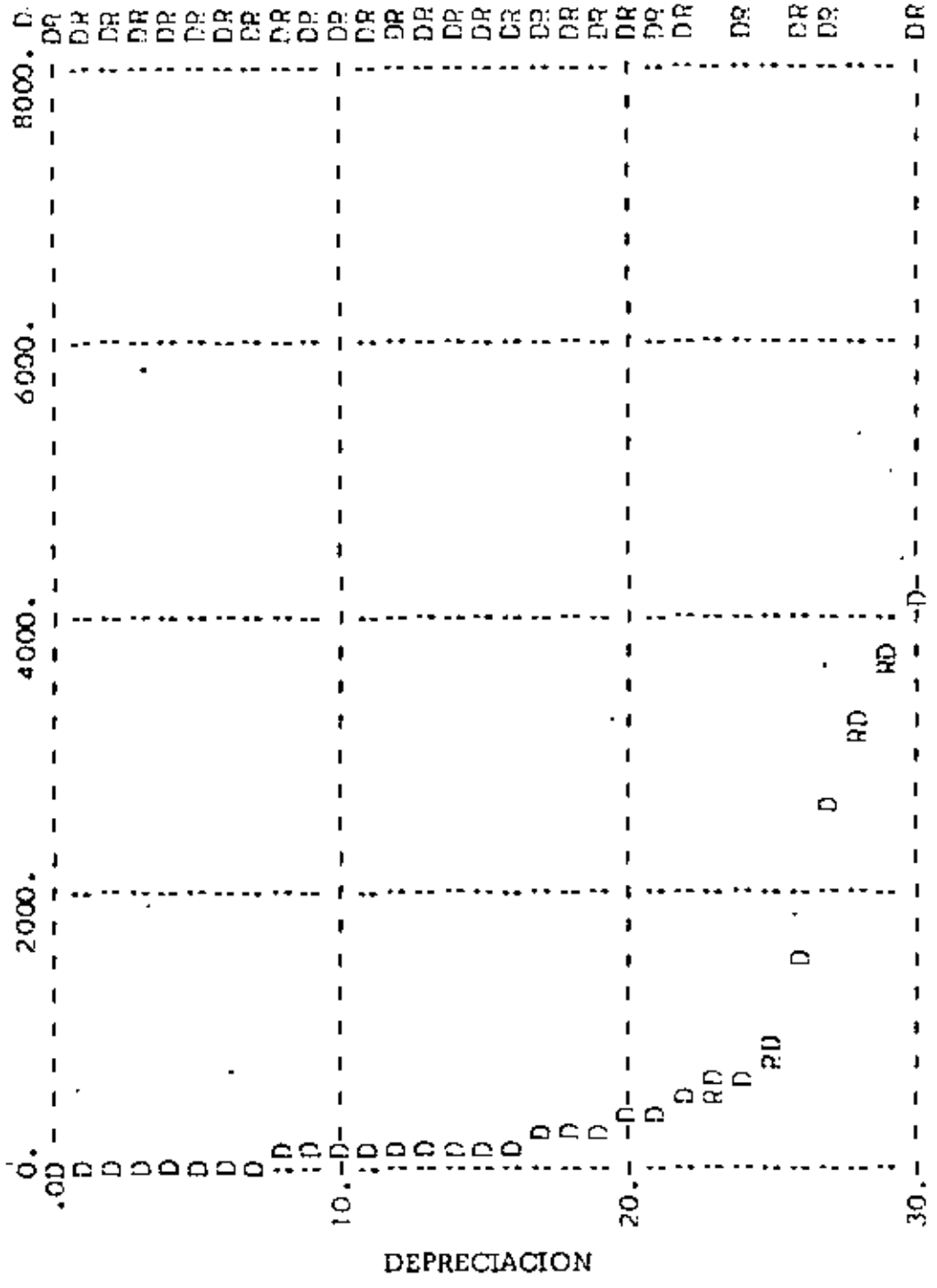
Como puede observarse de las gráficas comparativas que se presentan a continuación, los resultados demuestran que el modelo constituye una base sólida de experimentación para probar, analizar y evaluar políticas estratégicas.

PPE=p, p, ER=R

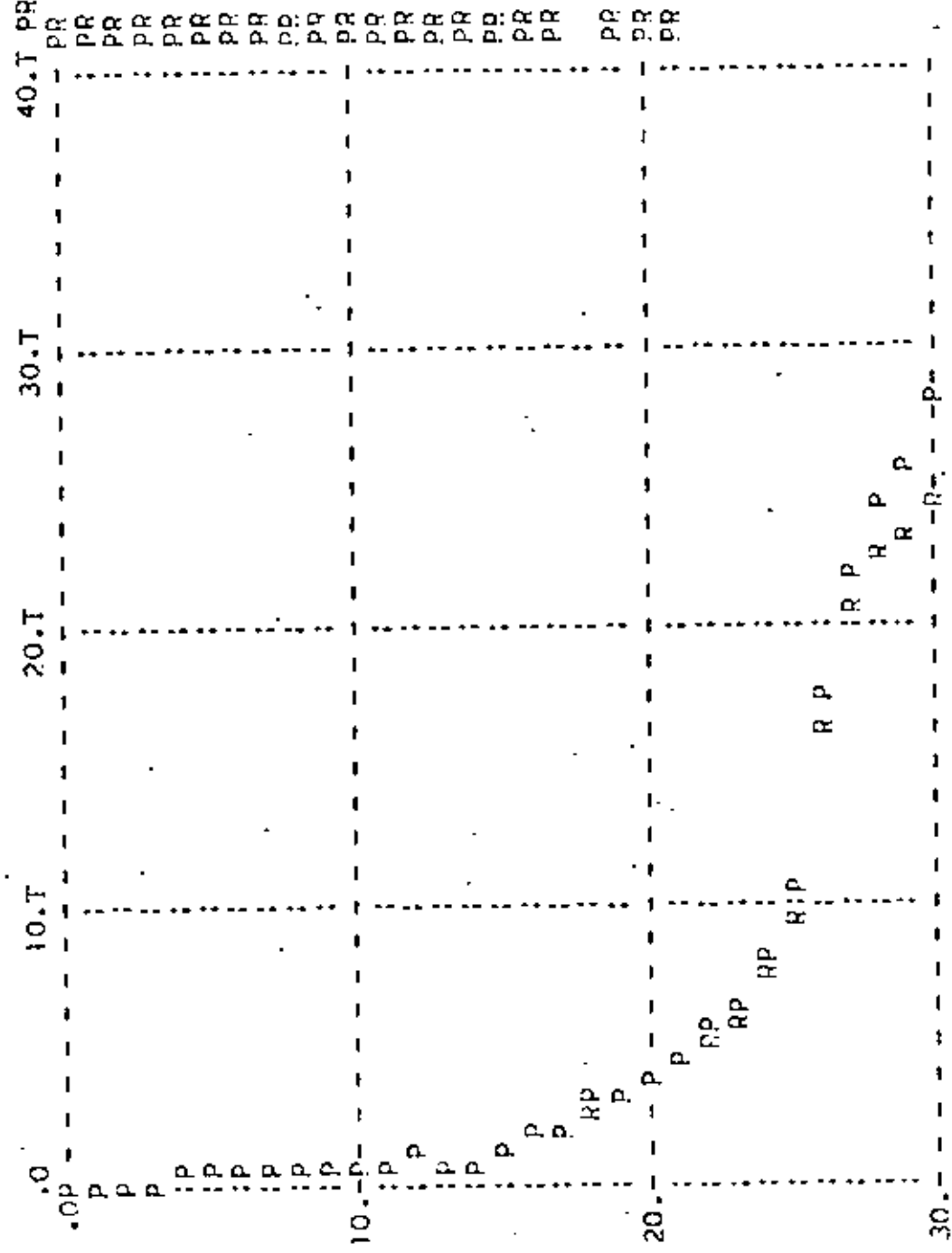


PLANTA, PROPIEDADES Y EQUIPO

DEP=D,DEPR=R

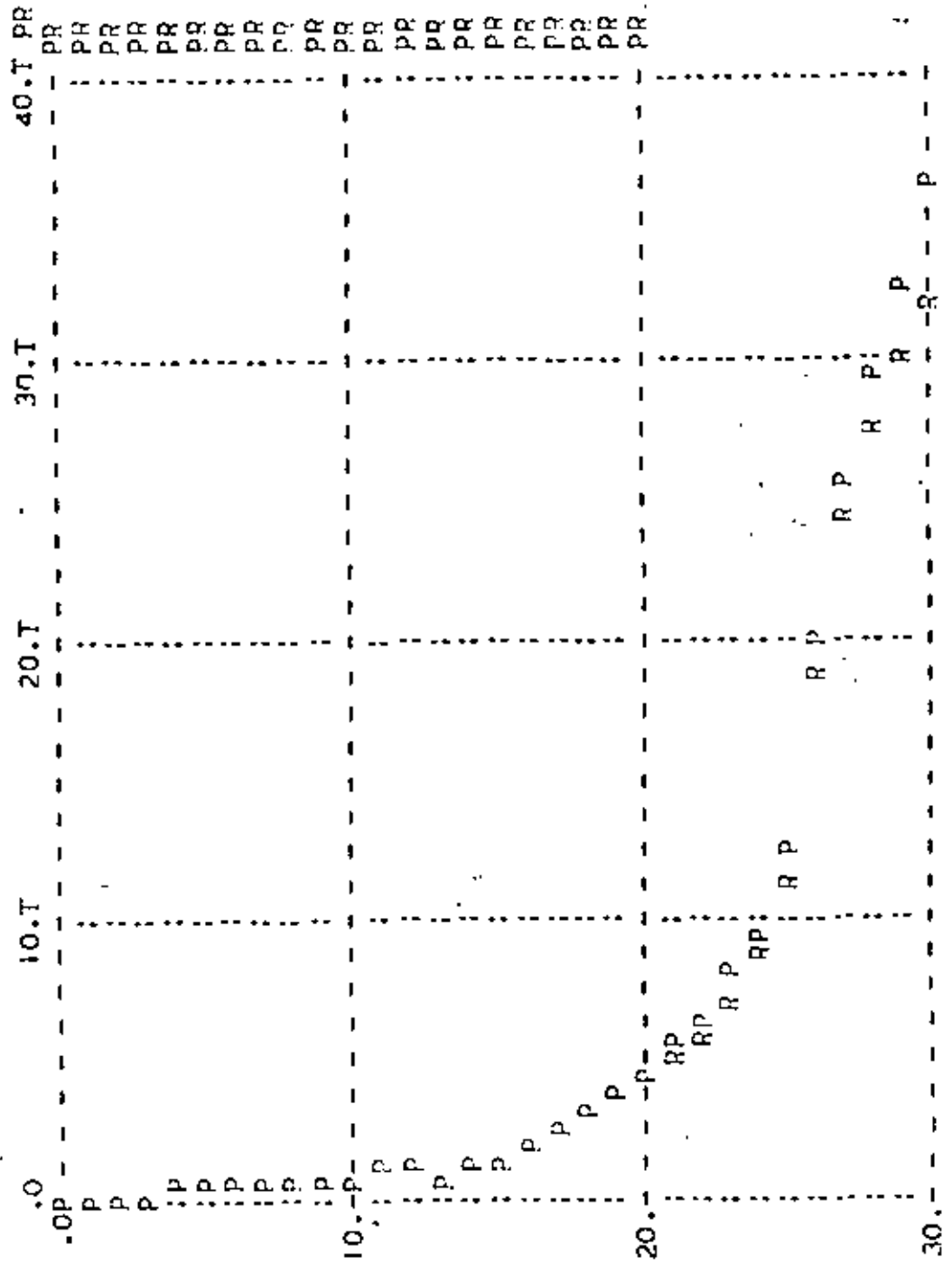


PLP=P, PLPR=R



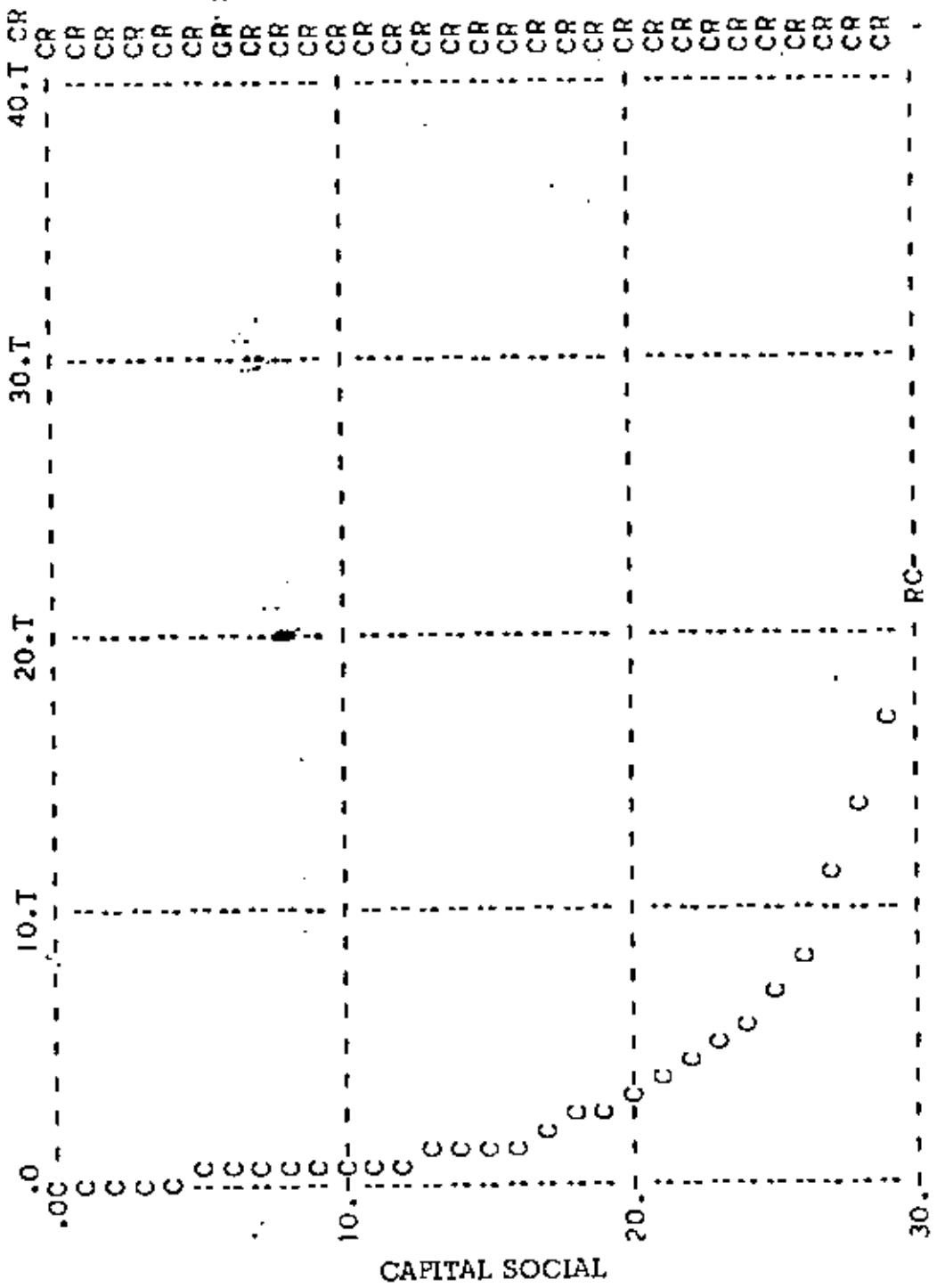
PASIVO A LARGO PLAZO

PT=P, PTR=R

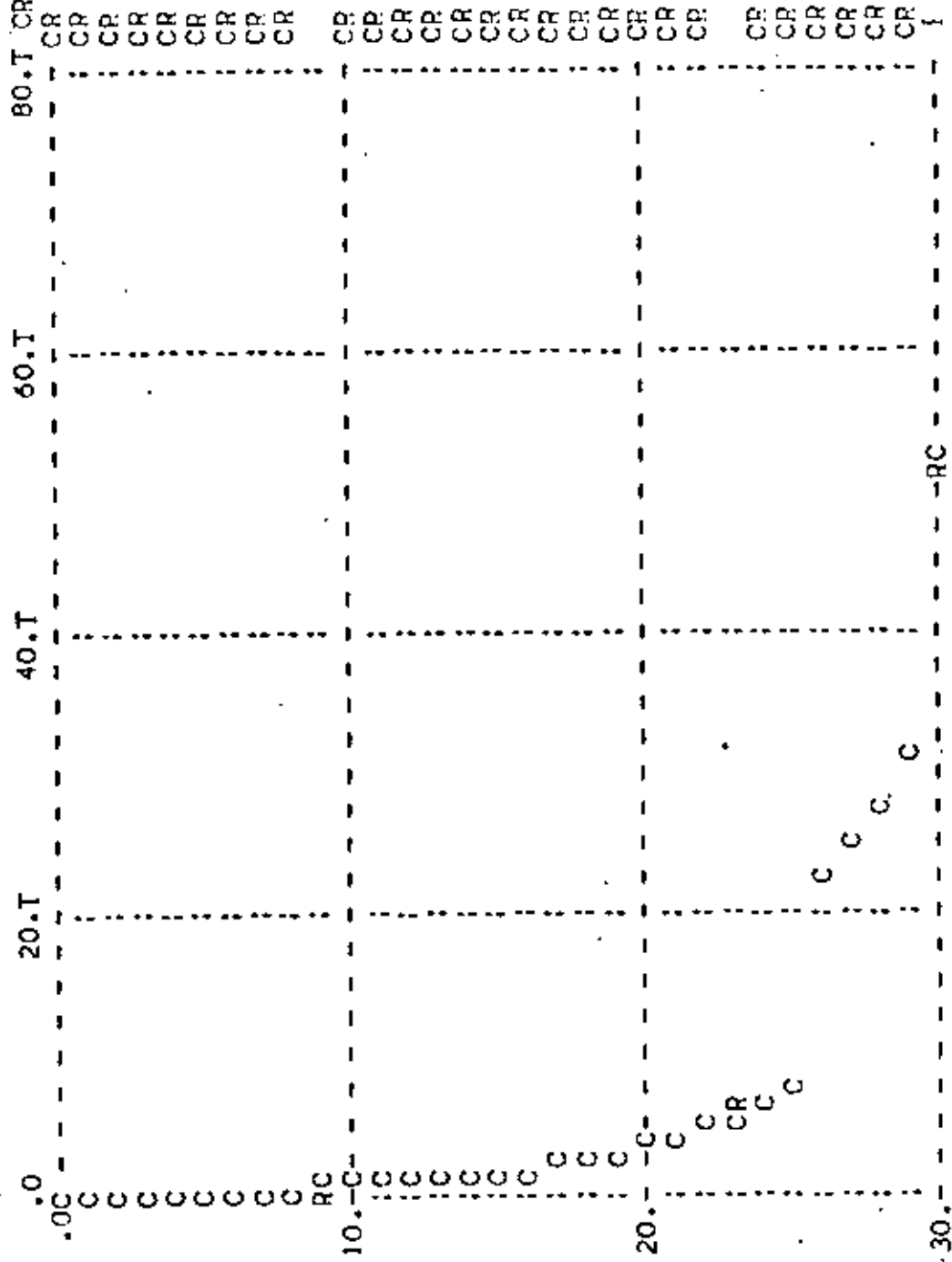


PASIVO TOTAL

CS=C, CSR=R

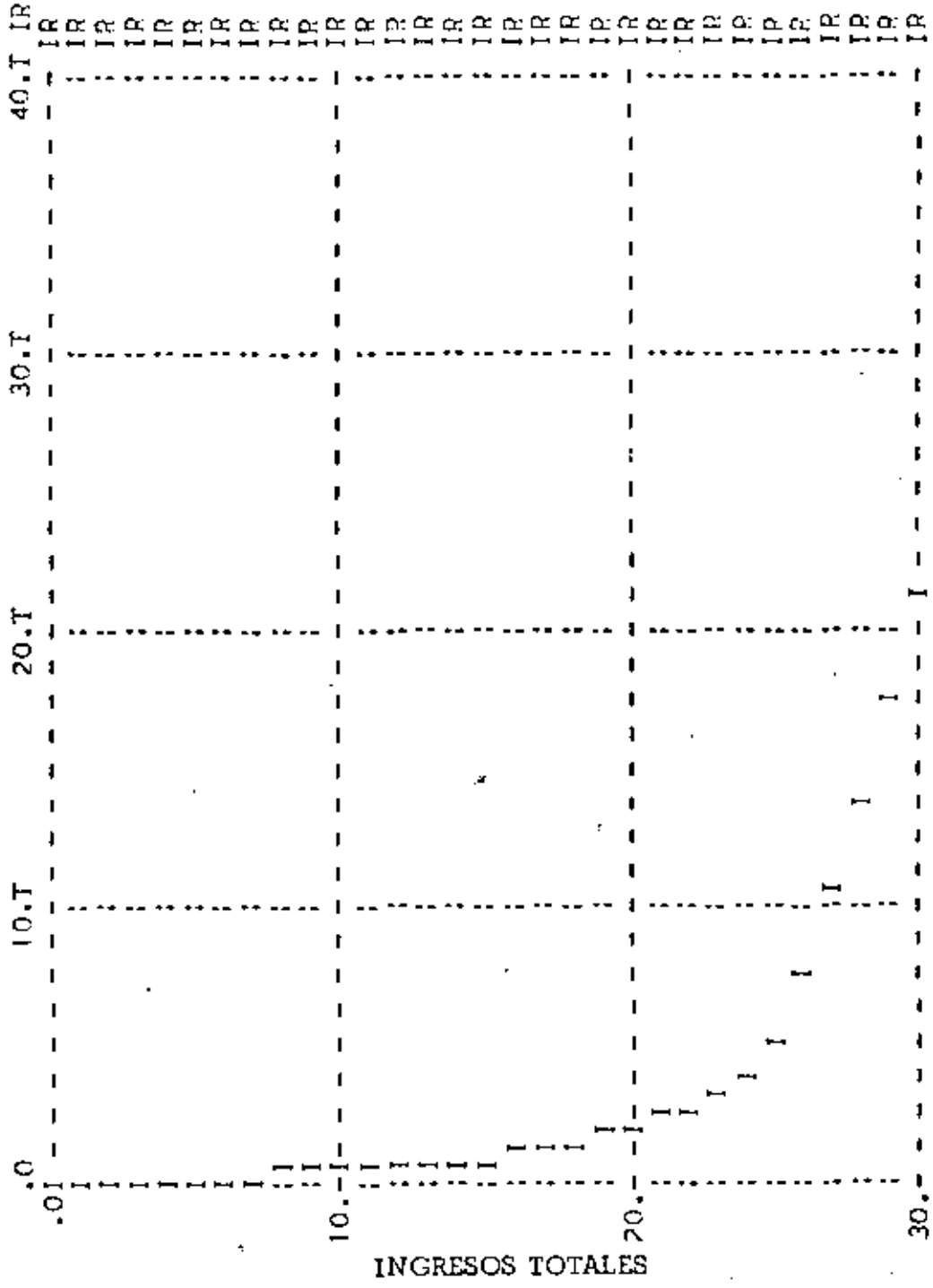


CC=C,CCR=R

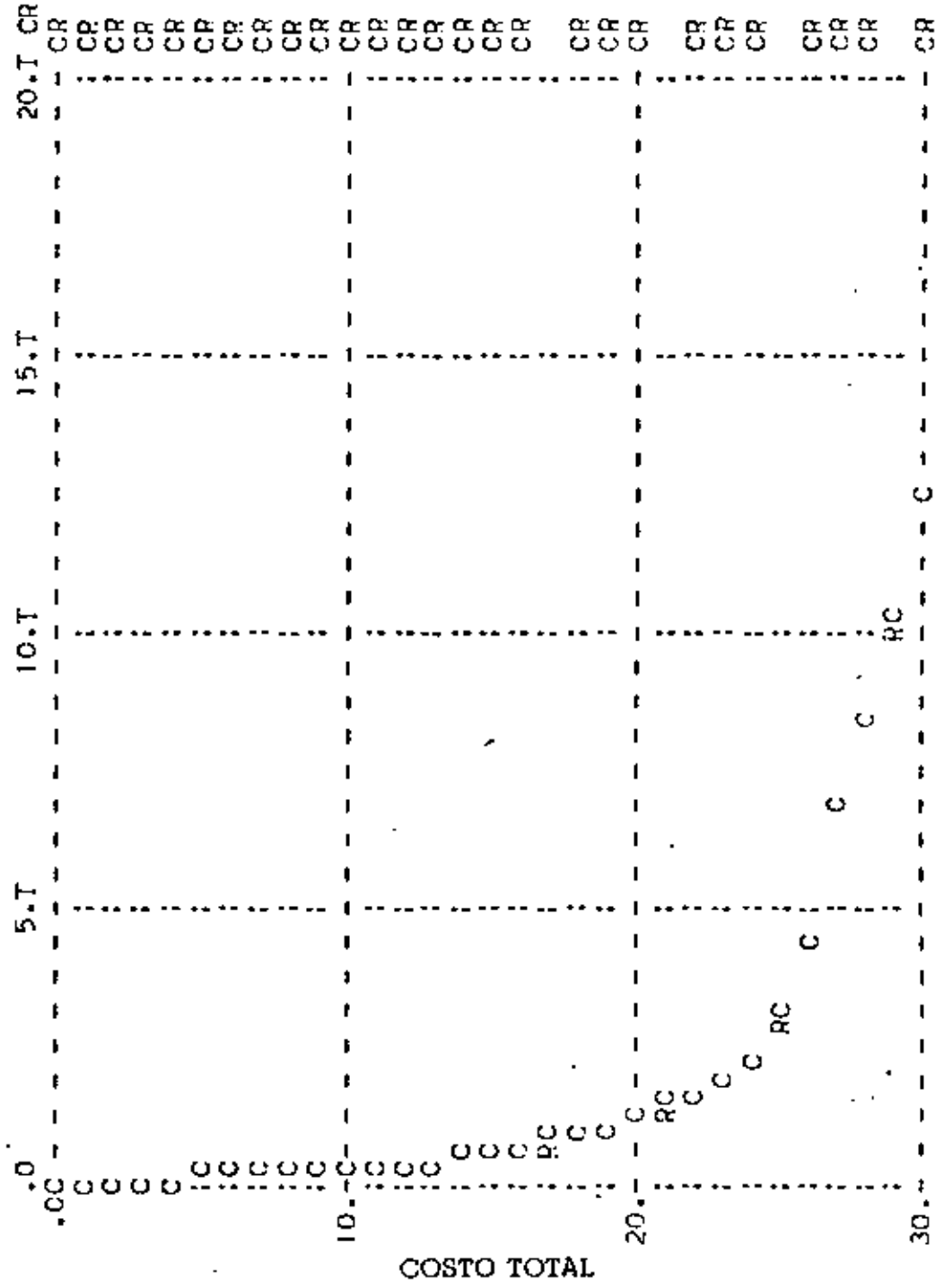


CAPITAL CONTABLE

IT=1, ITR=R

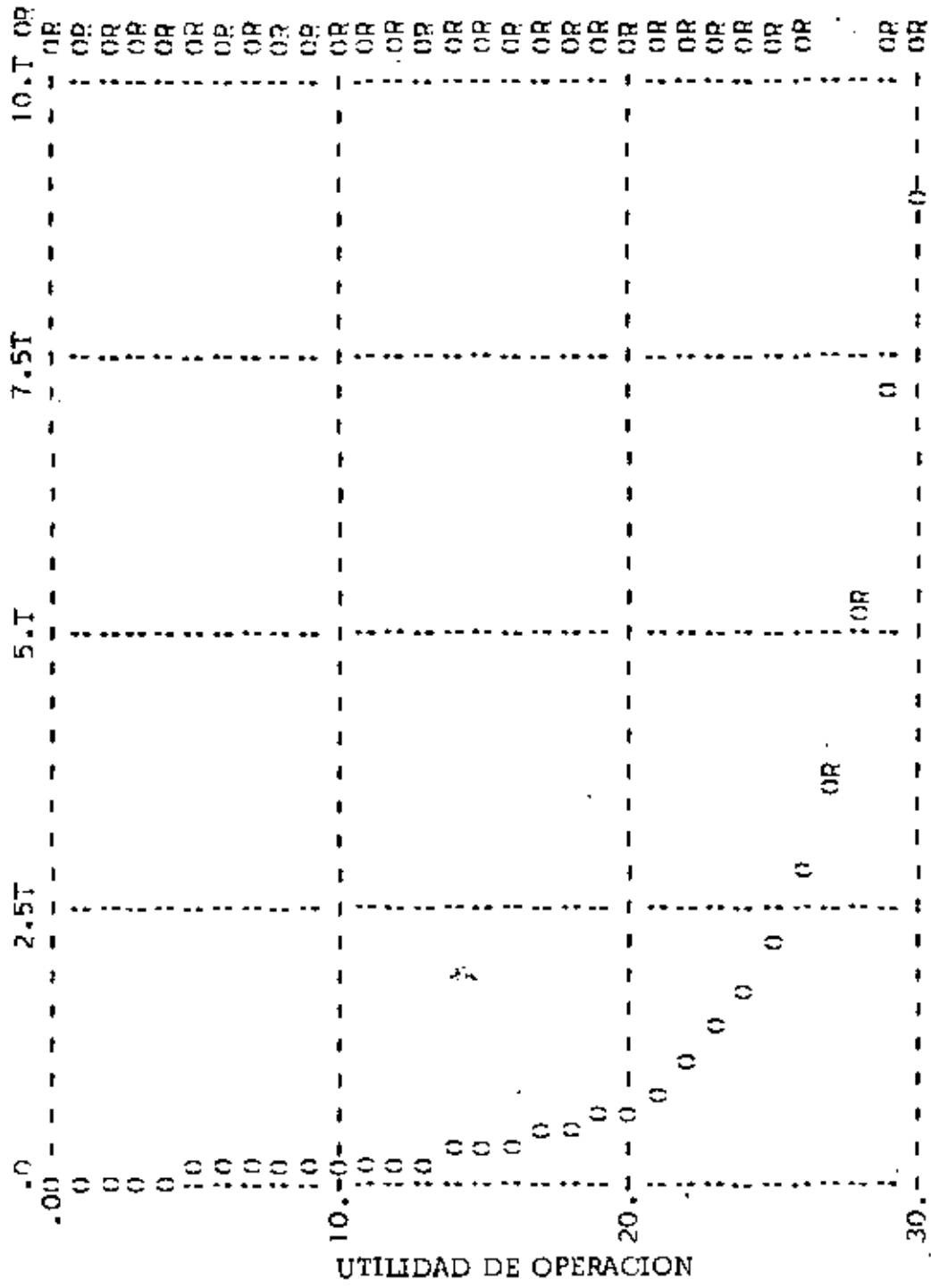


CT=C.CTR=R

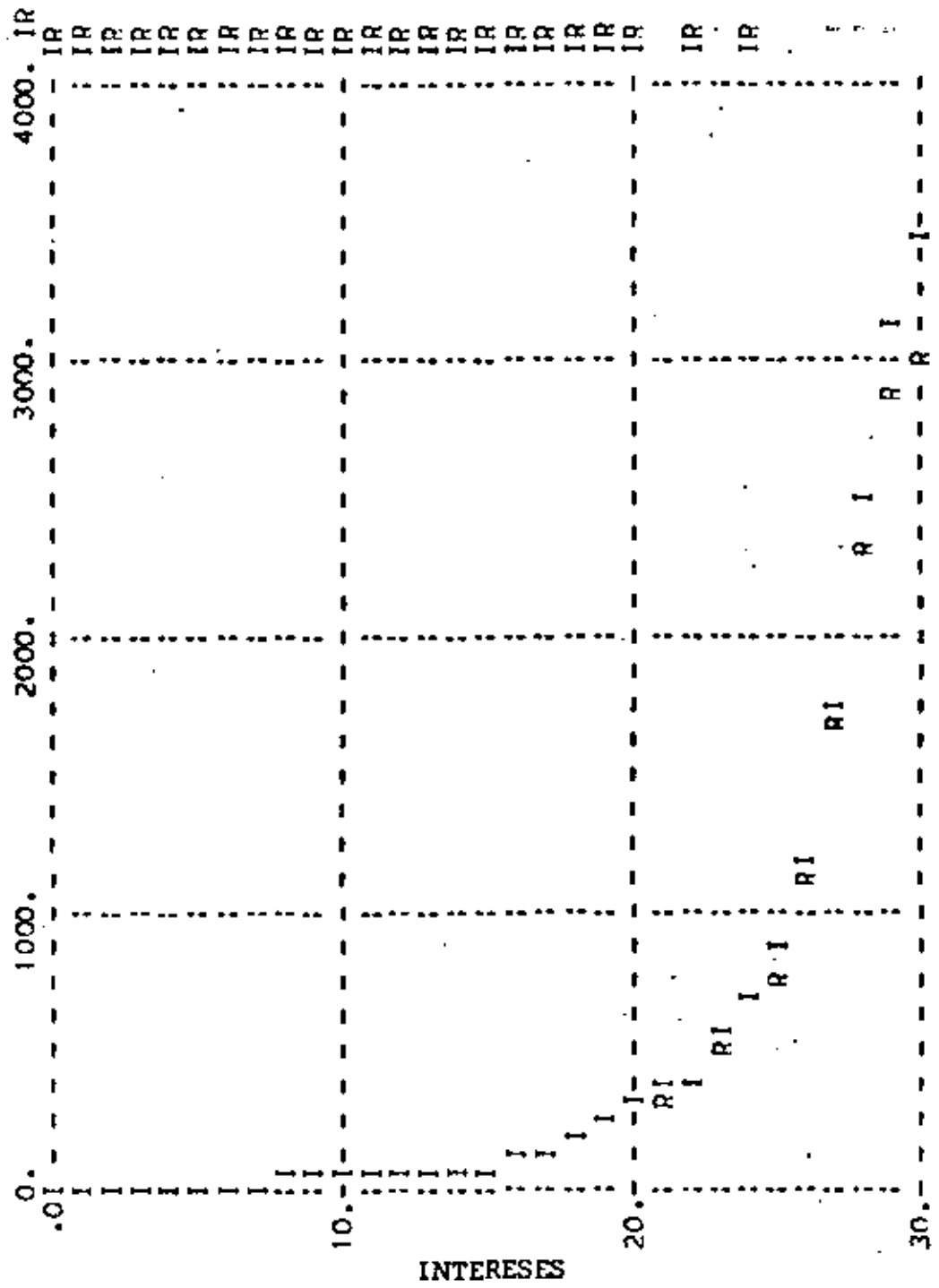


Faint, illegible text or markings at the bottom right of the page.

UOP=0, UOPR=R

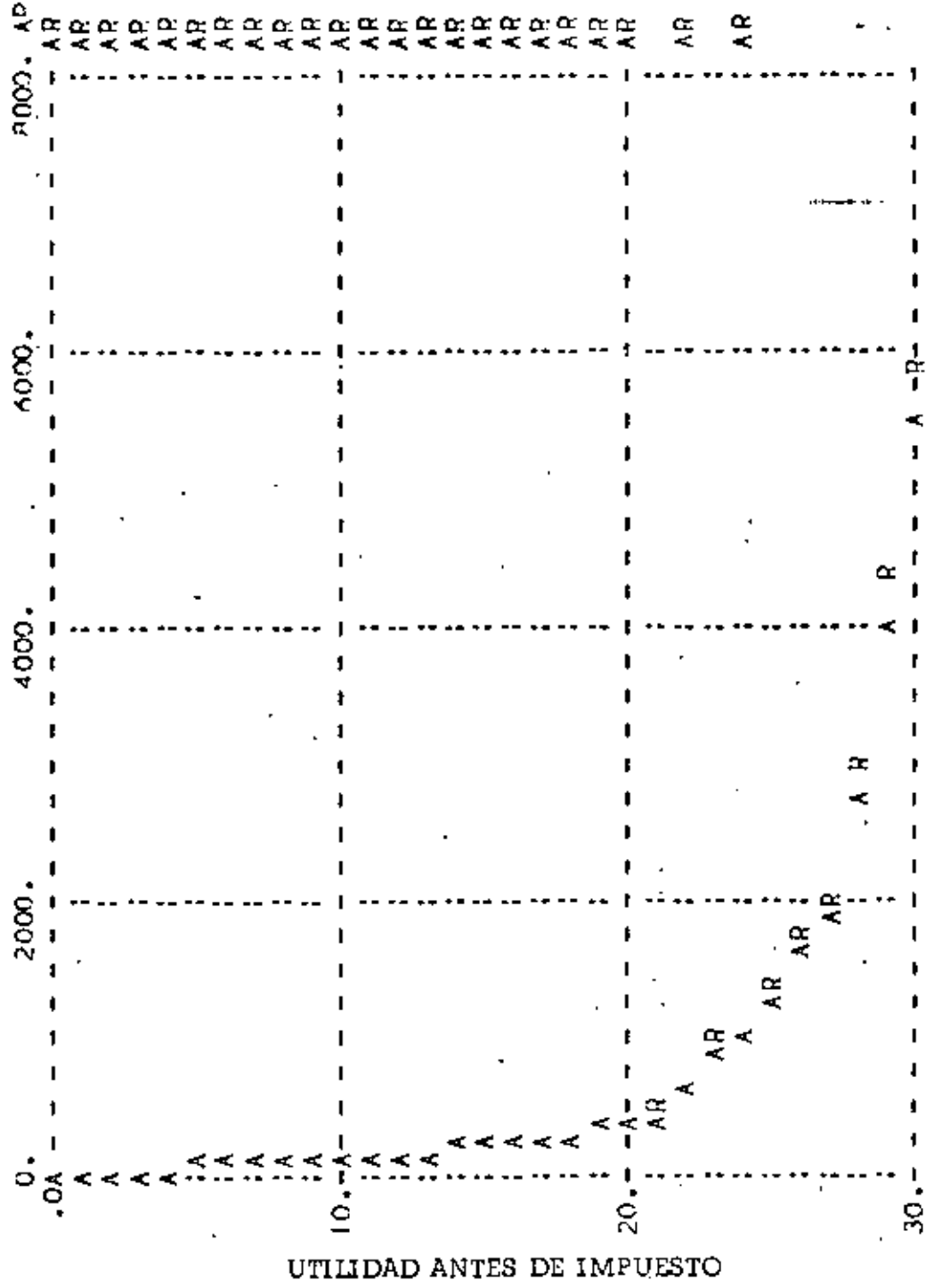


INT=I, INTR=R

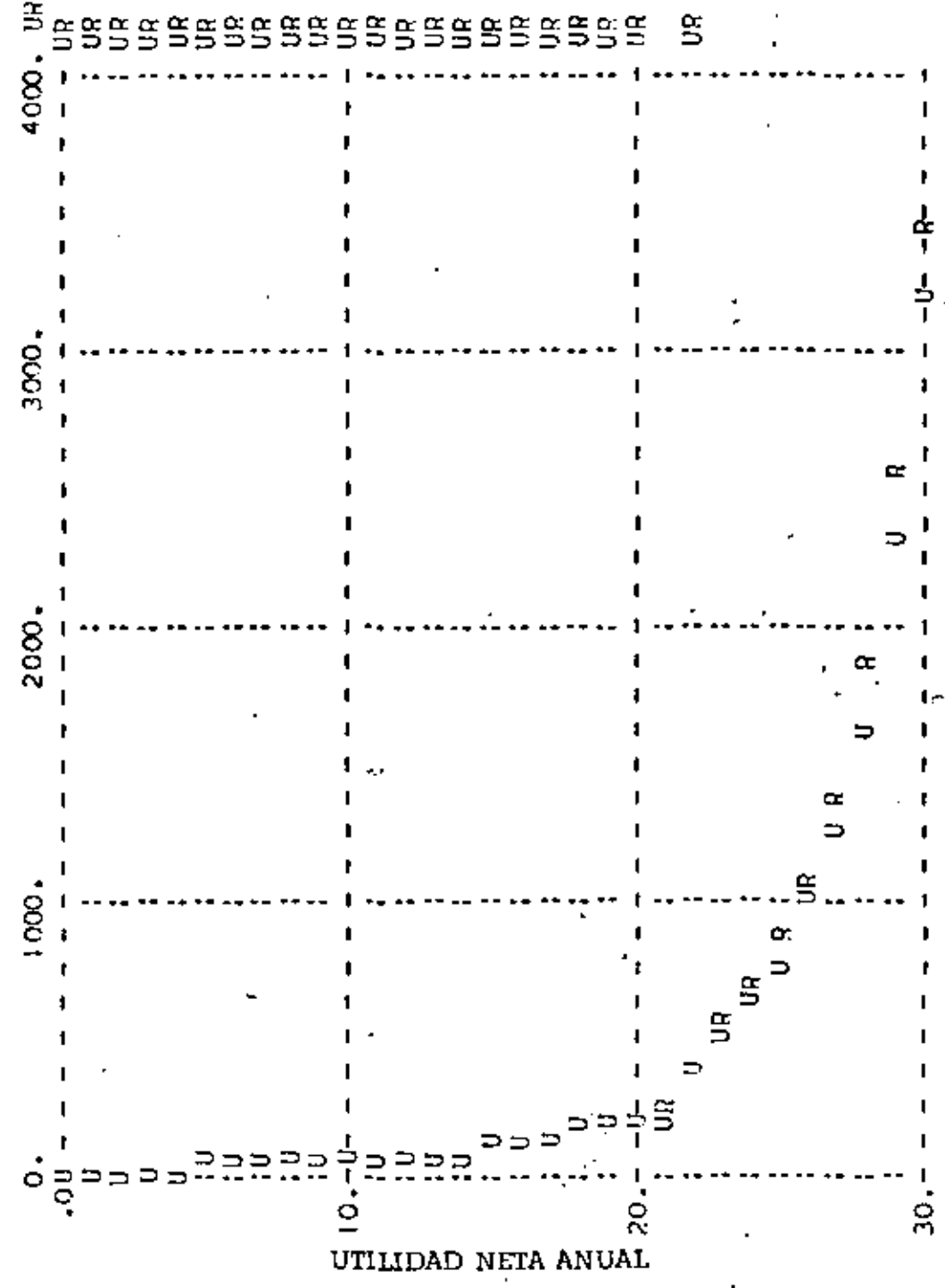


UAI=A, UAIR=?

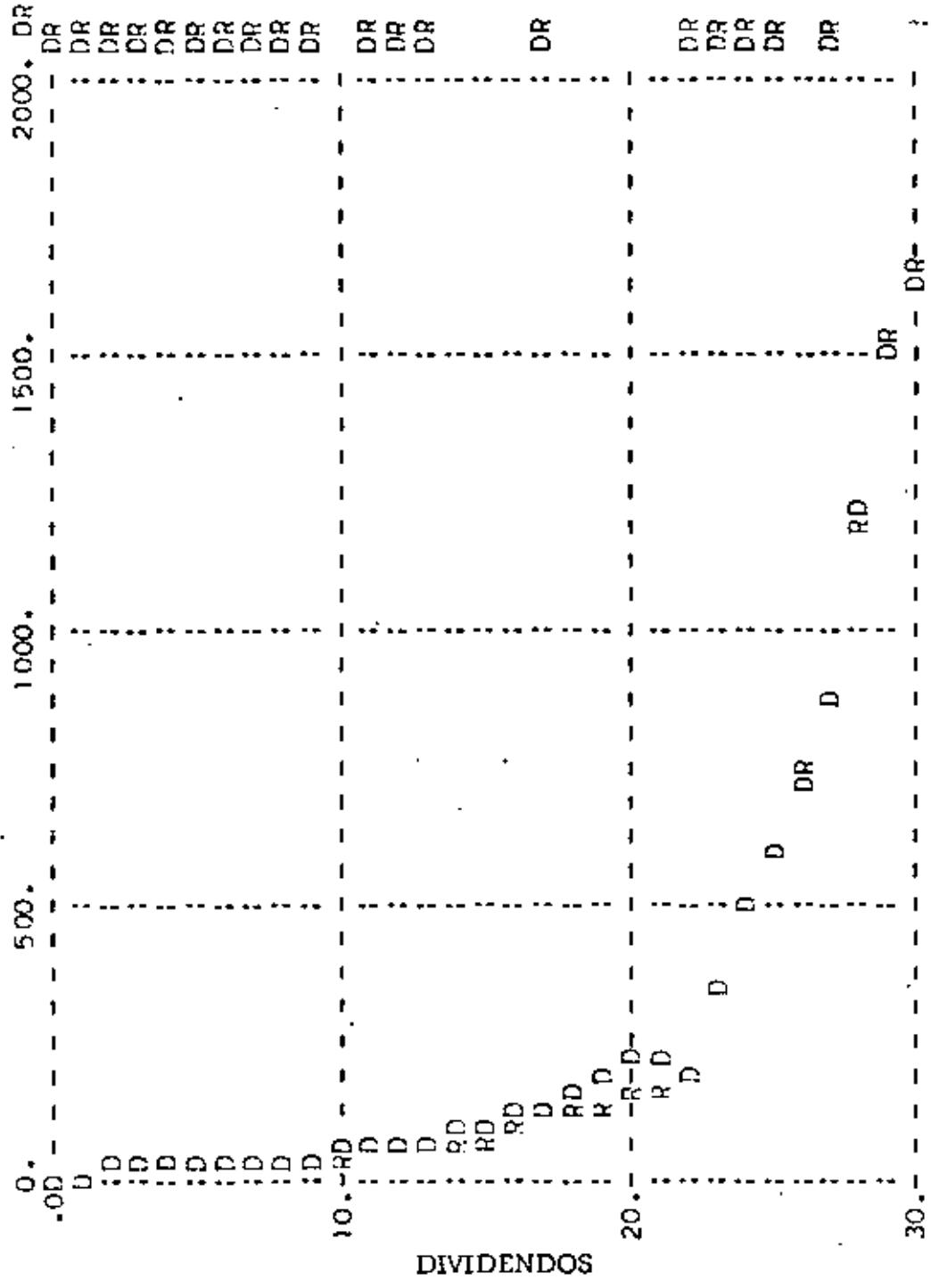
44



UR=U, UR=R.



DIV=0, DIVR=R



TEL=I, ITEL=R

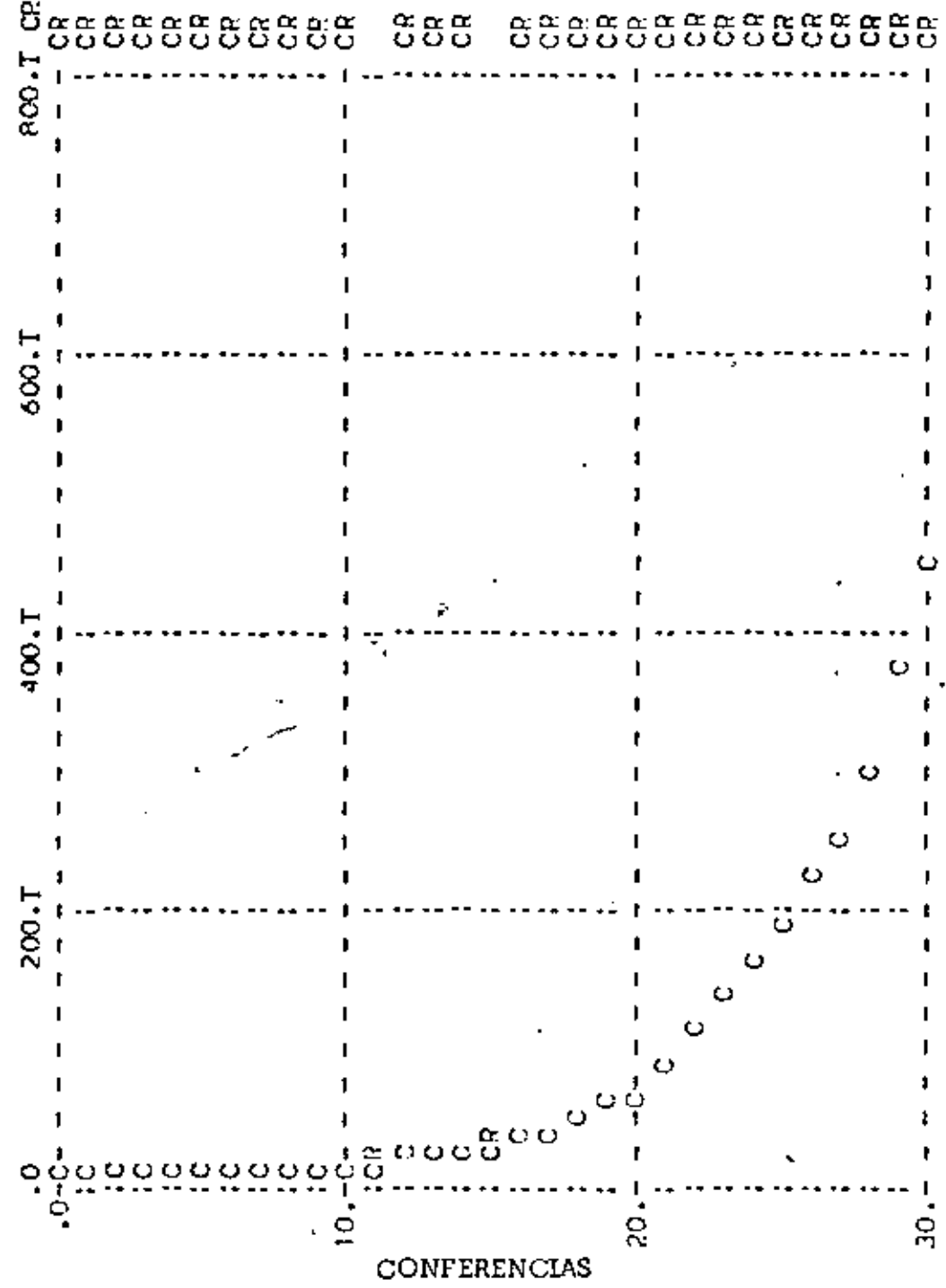
77

	0	2.5T	5.T	7.5T	10.T
01	I				
1	I				
2	I				
3	I				
4	I				
5	I				
6	I				
7	I				
8	I				
9	I				
10	I				
11	RI				
12	I				
13	RI				
14	IR				
15	RI				
16	I				
17	I				
18	R I				
19	IR				
20	IR				
21	R I				
22	R I				
23	R I				
24	R I				
25	R I				
26	R I				
27	R I				
28	R I				
29	R I				
30	R I				
31	R I				
32	R I				
33	R I				
34	R I				
35	R I				
36	R I				
37	R I				
38	R I				
39	R I				
40	R I				
41	R I				
42	R I				
43	R I				
44	R I				
45	R I				
46	R I				
47	R I				
48	R I				
49	R I				
50	R I				
51	R I				
52	R I				
53	R I				
54	R I				
55	R I				
56	R I				
57	R I				
58	R I				
59	R I				
60	R I				
61	R I				
62	R I				
63	R I				
64	R I				
65	R I				
66	R I				
67	R I				
68	R I				
69	R I				
70	R I				
71	R I				
72	R I				
73	R I				
74	R I				
75	R I				
76	R I				
77	R I				
78	R I				
79	R I				
80	R I				
81	R I				
82	R I				
83	R I				
84	R I				
85	R I				
86	R I				
87	R I				
88	R I				
89	R I				
90	R I				
91	R I				
92	R I				
93	R I				
94	R I				
95	R I				
96	R I				
97	R I				
98	R I				
99	R I				
100	R I				

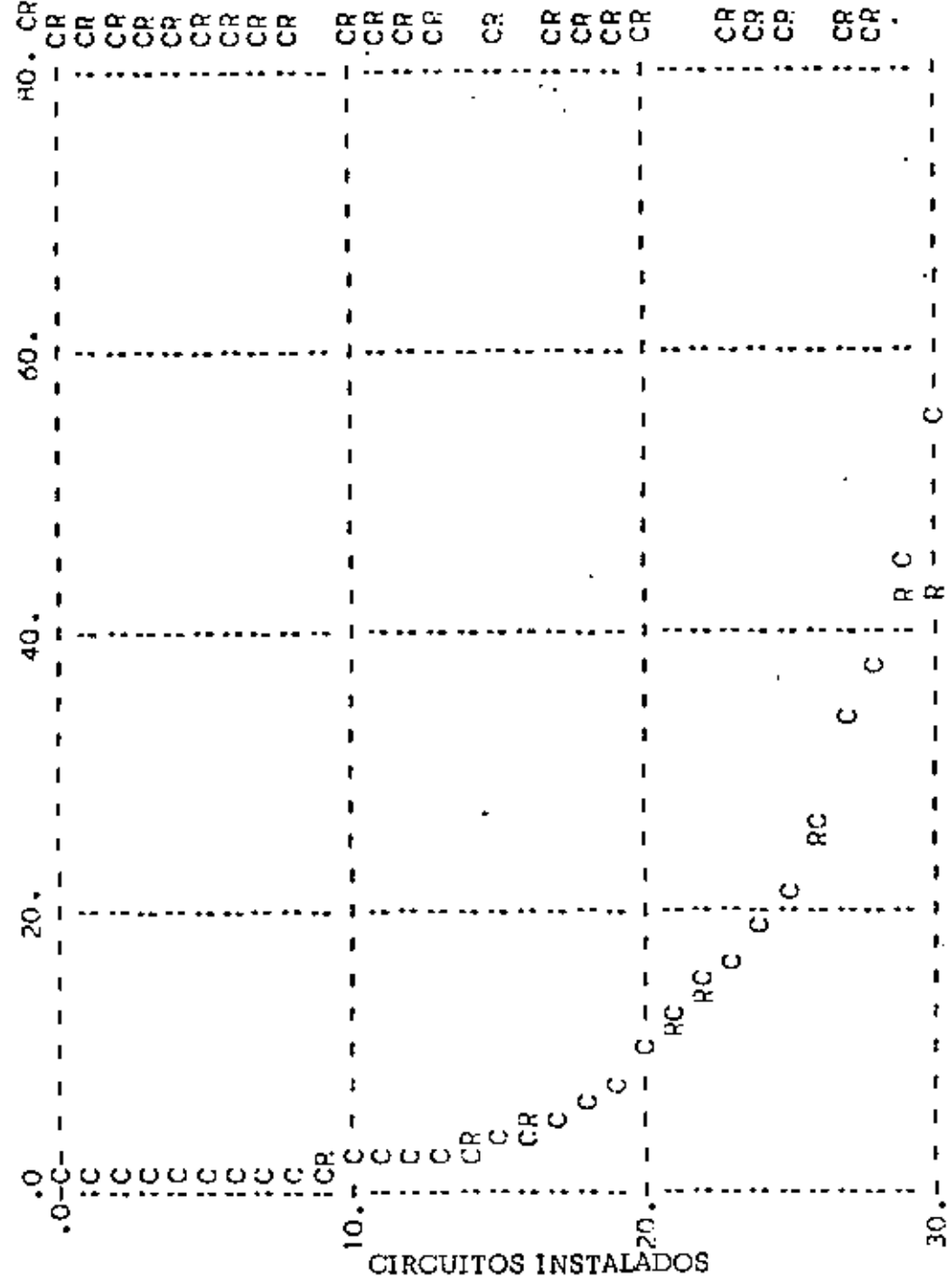
IMPUESTO TELEFONICO

116

CONFER=C,CONFR=R



CINS=C,CIRCR=R



7.- GENERACION DE ESCENARIOS

FUTUROS

7.- GENERACION DE ESCENARIOS FUTUROS.

El Modelo Dinámico Corporativo de TELMEX se utilizó para simular diferentes escenarios futuros y analizar el desempeño de la empresa bajo esas condiciones. Los escenarios que se simularon fueron los siguientes:

- 1) Escenario SIMES: Este escenario implica continuar con las tendencias de la corrida aprobada del SIMES hasta el año 2000.
- 2) Penetración LADA acelerada: Este escenario implica incrementar el ritmo de penetración del servicio LADA de tal forma que se alcance un 99% en 1995.
- 3) Efecto de la Tecnología Digital: Este escenario simula los efectos de la penetración de la Tecnología Digital en: 1) Los costos de Mantenimiento; 2) La probabilidad de éxito de las Centrales Locales; 3) Los Ingresos por Servicio Local y 4) La productividad del personal.
- 4) Penetración LADA acelerada y efectos de la Tecnología Digital: El propósito de este escenario es analizar los efectos combinados de los dos escenarios anteriores.

A continuación se presentan los resultados de estos escenarios:

COMPARACION DE RESULTADOS DE LOS ESCENARIOS

VARIABLE RELEVANTE	UNIDADES	1980	AÑO 2000			
			SIMES	PENETRACION LADA ACELERADA	EFFECTO DE LA TECNOLOGIA DIGITAL	PENETRACION LADA ACELERADA Y TECNOLOGIA DIGITAL
Activo Total	Millones de \$	83,553	14'320,000	14'350,000	14'910,000	14'950,000
Pasivo Total	Millones de \$	31,803	4'779,000	4'807,000	4'976,000	4'999,000
Capital Contable	Millones de \$	51,750	9'541,000	9'543,000	9'934,000	9,951,000
Planta, Propiedades y Eq.	Millones de \$	70,500	11'810,000	11'830,000	12'300,000	12'333,000
Pasivo a Largo Plazo	Millones de \$	20,503	4'453,000	4'480,000	4'641,000	4'663,000
Capital Social	Millones de \$	21,405	7'155,600	7'157,000	7'450,000	7'463,000
Ingresos Totales	Millones de \$	21,323	9'034,000	9'069,000	9'471,000	9'498,000
Costos Totales	Millones de \$	17,855	7'679,000	6'157,000	7'574,000	6'220,000
Utilidades Netas	Millones de \$	3,468	1'355,000	2'912,000	1'897,000	3'278,000
Conferencias L.D.	Mill. de Conf.	450	15,038	15,095	15,778	15,821
Circuitos L.D.	Miles de Ctos.	52	1,726	1,742	1,819	1,831
Conferencias/Circuito	-	8,654	8,712	8,663	8,675	8,640
Satisfacción de la Dem.	-	.45	.38	.38	.41	.41
Líneas Instaladas	Mill. de Líneas	2.6	22.6	22.6	22.6	22.6
Conferencias/Línea	-	173	665	668	698	700
Líneas/Circuito	-	50	13.09	12.97	12.42	12.34
Personal Total	-	27,568	143,400	81,260	132,000	77,010
Personal/1000 Líneas	-	10.06	6.35	3.60	5.84	3.41

Como puede observarse los resultados de todo escenario muestran un crecimiento considerable durante el período 1980-2000. En el Escenario SIMES, los activos totales de Telmex crecieron de 83,553 millones de pesos en 1980 a 14'320,000 millones de pesos en 2000, es decir 171 veces. Los activos fijos pasaron de 70,500 millones de pesos a 11'810,000 millones de pesos durante el mismo período ó sea 167 veces. Los pasivos a Largo Plazo crecieron 217 veces pasando de 20,503 millones de pesos en 1980 a 4'453,000 millones de pesos en 2000. Los ingresos totales se incrementaron 424 veces pasando de 21,323 millones de pesos a 9'034,000 millones de pesos en el período considerado y por consiguiente las utilidades netas crecen de 3,468 millones de pesos a 1'355,000 millones de pesos durante el mismo período.

Por otra parte, las conferencias cursadas crecen de 450 millones en 1980 a 15,030 millones en 2000 ó sea 33 veces. El personal total aumenta 5.2 veces de 27,568 en 1980 a 143,400 en 2000. Los circuitos pasan de 52,000 en 1980 a 1'726,000 en 2000 y las líneas de 2.6 millones a 22.5 millones durante los mismos años. El personal por 1000 líneas baja de 10.6 a 6.35 en el período analizado.

En lo que respecta a los demás escenarios se puede observar que:

1) Se acelera la penetración del servicio LADA:

- a) Los activos fijos aumentan ya que se requiere más equipo.
- b) Los ingresos totales aumentan debido al mayor número de conferencias que se cursan aunque el incremento no es significativo.
- c) Los costos totales también aumentan a causa de los mayores gastos de mantenimiento y depreciación.
- d) El personal total solo alcanza 81,260 empleados en 2000 debido a que no se requiere el mismo número de operadoras en este caso.

2) Los efectos de la tecnología digital son:

- a) Mayores activos fijos y pasivos a largo plazo que en el escenario anterior, dado que el costo de la tecnología digital es mayor.
- b) Los ingresos y los costos también son mayores ya que se generan más ingresos por nuevos servicios locales y L.D. y se tienen mayores costos de mantenimiento y depreciación.
- c) Se cursan más conferencias L.D. debido a que aumenta la probabilidad de éxito en las centrales locales.
- d) El personal total alcanza 132,000 empleados debido a que no se tiene el efecto de la penetración LADA.

- 3) Los efectos cambiados de la penetración LADA acelerada y la tecnología digital son:
- a) Activos fijos y pasivos a largo plazo mayores aún debido a mayores inversiones y financiamientos.
 - b) Ingresos totales y costos totales también mayores ya que aumentan tanto los ingresos L.D. como los de servicio local.
 - c) Se cursan aún más conferencias que los escenarios anteriores debido a mayor probabilidad de éxito en centrales locales y menores tiempos de expedición.
 - d) El personal total solo llega a 77,010 empleados ya que no solo aumenta la eficiencia del personal de mantenimiento con la nueva tecnología sino que la penetración LADA disminuye los requerimientos de operadoras.

8.- CONCLUSIONES

8.- CONCLUSIONES.

El uso de la metodología de Dinámica de Sistemas para el desarrollo del modelo corporativo de TELMEX ha permitido identificar áreas de sistema telefónico en las que existen problemas que se pueden agravar seriamente en el futuro cercano y en las que las soluciones - que parecían más obvias no solo no resuelven el problema sino que posiblemente sean la causa de su agravamiento. Un caso muy ilustrativo de esto es la introducción del servicio LADA que se esperaba generaría más tráfico de Larga Distancia, sin embargo, al tener los usuarios mayor acceso a la red de Larga Distancia, la congestión se trasladó de las operadoras a los circuitos.

Este problema se resuelve simulando el comportamiento del tráfico L.D. y diseñando la política de adquisición de circuitos mencionada anteriormente. Una versión modificada de esta política ya está siendo utilizada en TELMEX.

9.- BIBLIOGRAFIA

9.- BIBLIOGRAFIA.

(1) ARACIL, J.

Introducción a la Dinámica de Sistemas
Alianza Editorial, S. A. (1978)

(2) COYLE, R.G.

Management System Dynamics
John Miley & Sons Ltd. (1977)

(3) FORRESTR, J.W.

Industrial Dynamics
The MIT Press (1972)

(4) LIV, K.S.

"Direct-Distance-Dialing Call Completion and Customer Retrieval Behaviour", Bell Laboratories, Ing., Holmdel New Jersey, U.S.A.

(5) ROBERTS, J.W.

"Recent Observations of Suscriber Behaviour" Centre National d'Estudes des Telecommunications, Issyles Moulinaux, Francia.

(6) ZEPEDA, E.A.

"The Capacity Acquisition Process in U.K. Electricity Supply Industry - A System Dynamics Study. PHD Thesis, University of Bradford, Yorks, England (1978)



centro de educación continua
división de estudios de posgrado
facultad de ingeniería unam



CURSO: DINAMICA DE SISTEMAS.

USO DE DINAMICA DE SISTEMAS EN LA EVALUACION DE OPCIONES
DE POLITICA INDUSTRIAL EN MEXICO-CASO DE LA INDUSTRIA --
DEL CEMENTO.

PROF. DR. ENRIQUE ZEPEDA BUSTOS.

JULIO, 1981.

V.- USO DE DINAMICA DE SISTEMAS EN LA EVALUACION DE OPCIONES DE POLITICA INDUSTRIAL EN MEXICO-CASO DE LA INDUSTRIA DEL CEMENTO.

OFICINA DE ASESORES DEL C. PRESIDENTE DE LA REPUBLICA.

1. El objetivo de esta parte del estudio fue:

- a) Analizar en forma global el comportamiento dinámico de la industria del cemento bajo diferentes condiciones del entorno que se considere factible se generen en el futuro.
- b) Evaluar los efectos a corto, mediano y largo plazo de decisiones y cambios en política industrial adoptados tanto por el gobierno como por el sector.

Esto permite determinar que políticas generan los cambios deseados en el desempeño del sector bajo los posibles escenarios futuros del entorno.

Modelos industriales de este tipo para la simulación y análisis de otros sectores industriales se han construido tanto en México^{1/} como en el extranjero^{2/}.

Se construyó un modelo de simulación de la Industria Mexicana del Cemento para evaluar y analizar los efectos de diferentes políticas de precios, subsidios e incentivos y determinar que políticas o combinación de ellas producen los resultados deseados en la expansión de la capacidad de producción de cemento.

1/ Teléfonos de México.

Por ejemplo:

2/ U.K: Electricity Supply Industry, British Post Office, U.K. Chemical Industry.

A continuación se incluye una descripción breve de la metodología utilizada:

M E T O D O L O G I A

- 2. La Dinámica de Sistemas es una metodología que mediante la utilización del enfoque de sistemas y los conceptos de teoría del control, permite la construcción de modelos de simulación dinámica de sistemas tales como centros urbanos, industrias, sistemas ecológicos, etc. Estos modelos simulan el comportamiento a través del tiempo de dichos sistemas mediante la formulación matemática de las interrelaciones más relevantes entre las variables principales del sistema y la interacción de este con su entorno.

Dado que la formulación de estos modelos esta basada en la identificación de los ciclos de retroalimentación determinada por las interrelaciones causa-efecto entre las variables del sistema, es posible determinar y analizar no solamente las causas estructurales de su comportamiento y sus respuestas a cambios en el entorno, sino también los efectos globales de decisiones y políticas adoptadas por el sistema.

Esto permite, por una parte, la reestructuración del sistema a través de la redefinición de sus procesos de toma de decisio--

A continuación se incluye una descripción breve de la metodología utilizada:

M E T O D O L O G I A

2. La Dinámica de Sistemas es una metodología que mediante la utilización del enfoque de sistemas y los conceptos de teoría del control, permite la construcción de modelos de simulación dinámica de sistemas tales como centros urbanos, industrias, sistemas ecológicos, etc. Estos modelos simulan el comportamiento a través del tiempo de dichos sistemas mediante la formulación matemática de las interrelaciones más relevantes entre las variables principales del sistema y la interacción de este con su entorno.

Dado que la formulación de estos modelos esta basada en la identificación de los ciclos de retroalimentación determinada por las interrelaciones causa-efecto entre las variables del sistema, es posible determinar y analizar no solamente las causas estructurales de su comportamiento y sus respuestas a cambios en el entorno, sino también los efectos globales de decisiones y políticas adoptadas por el sistema.

Esto permite, por una parte, la reestructuración del sistema a través de la redefinición de sus procesos de toma de decisio--

es con el fin de mejorar su comportamiento y, por otra, el diseño y prueba de políticas alternativas con el propósito de evaluar mediante la simulación de sus efectos las que producen mejores resultados bajo una serie de posibles escenarios futuros del entorno.

3. Con el objeto de resolver la problemática de la industria del cemento descrita anteriormente, se utilizó Dinámica de Sistemas para construir un modelo que representa la estructura actual de la industria. El diagrama simplificado que se presenta muestra esquemáticamente las interrelaciones causa-efecto entre las variables principales que constituyen las tres áreas de decisión de la industria de mayor relevancia para este problema.

- a) Expansión de Capacidad de Producción.
- b) Producción y Ventas de Cemento.
- c) Finanzas.

4. El modelo puede ser utilizado para evaluar y analizar políticas que promuevan la inversión necesaria, por parte de la industria, para satisfacer adecuadamente la evolución de la demanda en el futuro.

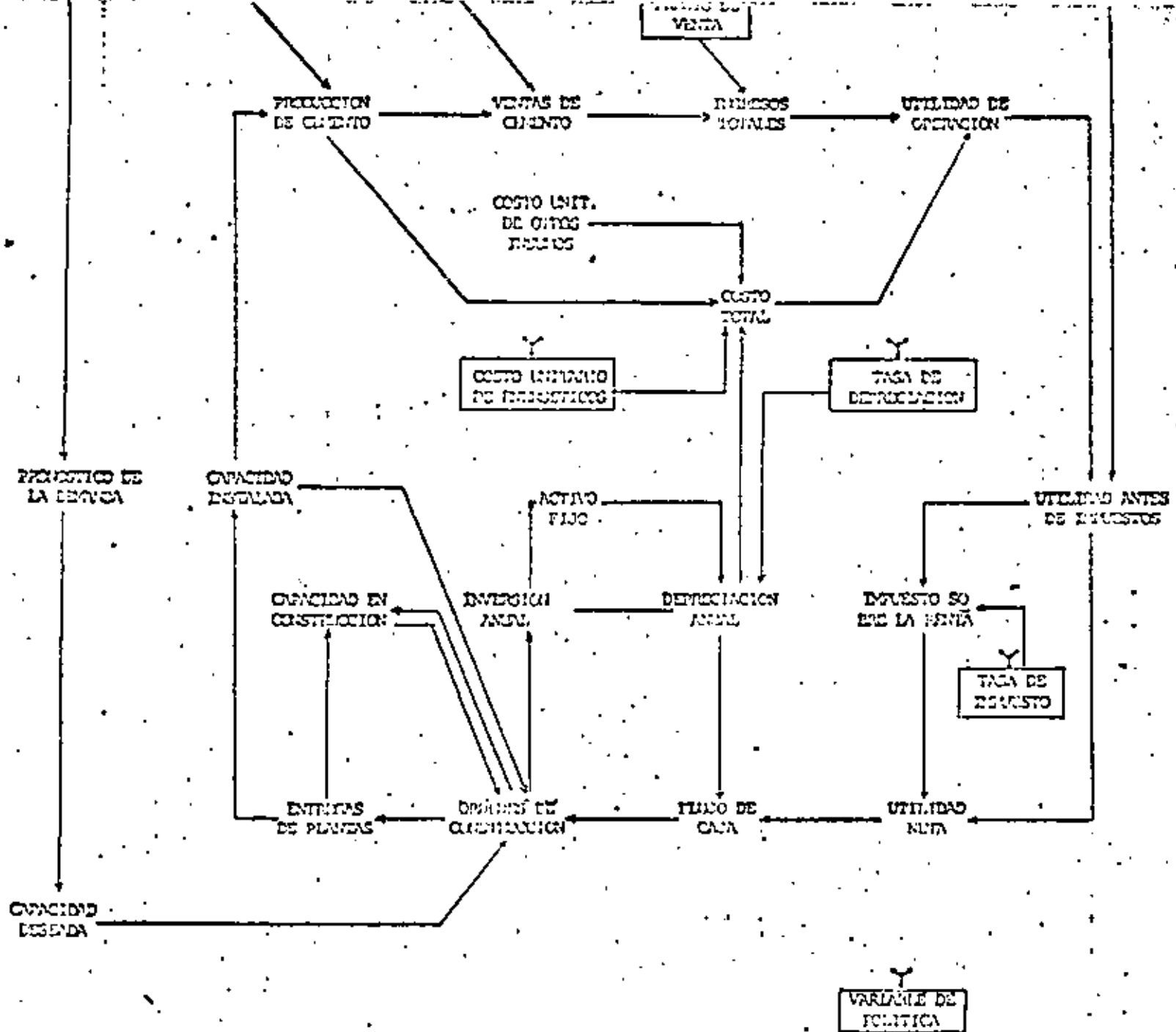


DIAGRAMA DE CAUSA. EFECTO DEL MODELO DE LA INDUSTRIA DEL CEMENTO.

Las políticas consideradas cubren los siguientes rubros:

- a) Precio de venta del cemento.
- b) Precio de venta del combustible.
- c) Incentivos.

Con el propósito de determinar si es realmente necesario modificar las políticas actuales, se simularon los efectos futuros de mantener dichas políticas. La simulación de los efectos a corto, mediano y largo plazo, que sobre la industria del cemento tendría la política actual o la adopción de otra política, proporciona una herramienta sumamente útil para determinar no solamente cual de ellas produciría los mejores resultados sino también cuándo sería conveniente implementarla.

ESCENARIOS FUTUROS

5. El modelo dinámico de la industria del cemento, se utilizó para simular su comportamiento bajo diferentes escenarios del entorno durante 20 años a partir de 1974 con el fin de:
 - a) Evaluar los efectos sobre la decisión de inversión de la industria de cambios en la política.
 - b) Determinar que cambios producen los mejores resultados bajo el mayor número posible de escenarios del entorno.

- c) Estimar el tiempo requerido para que una decisión a este -- respecto produzca los resultados deseados.
- d) Determinar el momento adecuado para implementar los cambios de política.
6. Los escenarios utilizados en este estudio se generaron combi-- nando diferentes pronósticos y/o cambios de política para las siguientes variables del modelo:
- Demanda de cemento.
 - Precio de venta del cemento.
 - Costo unitario de caliza y mano de obra.
 - Costo unitario de combustibles.
 - Tasa de depreciación.
 - Tasa promedio de impuestos.
7. En la tabla I se presentan los escenarios planteados para este análisis:
- Escenario 1.- Este escenario se planteó para analizar el desem-- peño de la industria en lo que respecta principalmente a inver-- sión si se adoptara una política de "indexación" del precio de venta del cemento.
- Escenario 2.- Este escenario permite estimar por cuánto tiempo es posible mantener constante el precio de venta del cemento + fijo combinado con el subsidio al combustóleo, sin que se dete

**ESCENARIOS FUTUROS PROPUESTOS PARA EL ENTORNO
DE LA INDUSTRIA MEXICANA DEL CEMENTO**

VARIABLE ESCENARIO	DEMANDA DE CEMENTO	PRECIO DE VENTA DEL CEMENTO	COSTO UNIT. DE CALIZA Y M. C.	COSTO UNI TARIO DE COMBUSTIBLE	TASA DE DEPRE CIACION	TASA PRO MEDIO DE INFLUENSO	OBSERVACIONES
1	Calculado - utilizando: % Δ PIB Va- riable (An- exo I)	\$ 2,000/Ton. a partir de 1980	% Δ = 0 a partir - de 1980	% Δ = 0 a partir - de 1980	20% anual	60%	Precios de 1980 equi- valente a precio de venta del Cemento In- dexado.
2			% Δ Varia- ble (Ane- xo II)	% Δ = % Δ del Precio Internacio- nal (Anexo III)			Costos de Caliza y ma- no de obra crecen de acuerdo al escenario de inflación plantea- do en Anexo II. Se mantienen subsidio al combustible y control de precio de venta.
3				Aumento al 40% P. Intl. en 1988 y 80% P. Intl. en 1994 (Anexo II)			Se elimina el subsidio al combustible. Se man- tiene el control del precio de venta del ce- mento
4		% Δ Variable (Anexo II)					Se libera el precio de venta con rezago de 2 años con respecto al nivel general de pre- cios pronosticados en Anexo II

riore la situación financiera de la industria e inhiba la inversión.

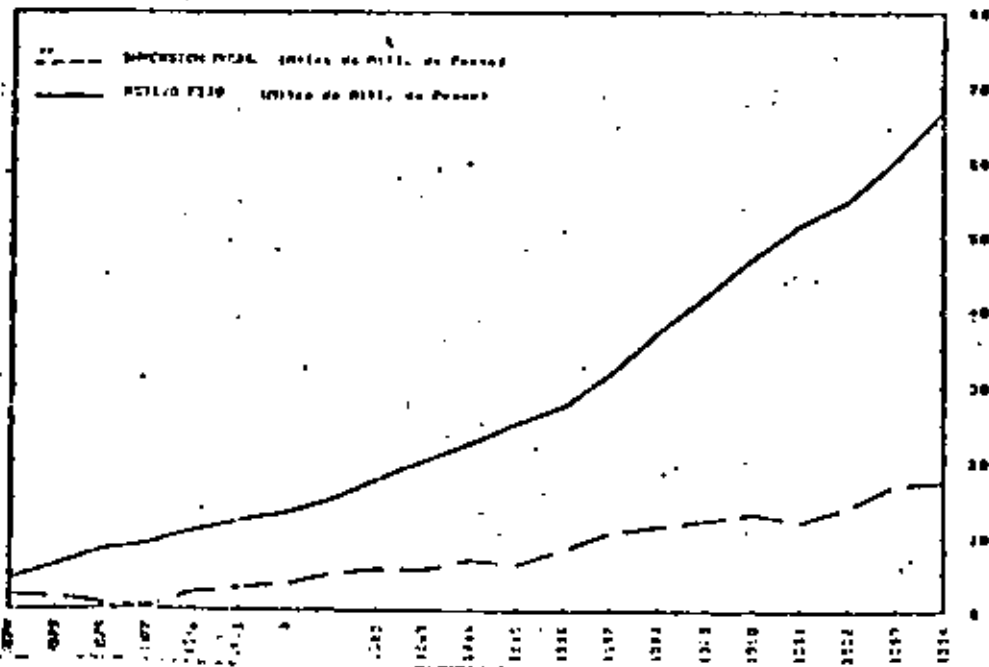
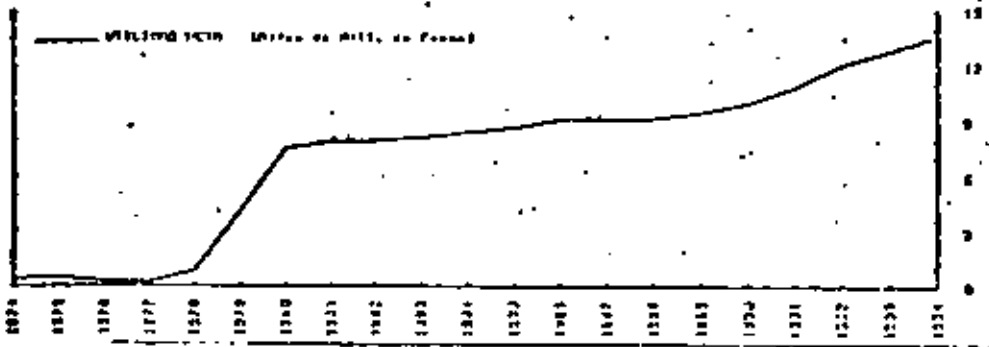
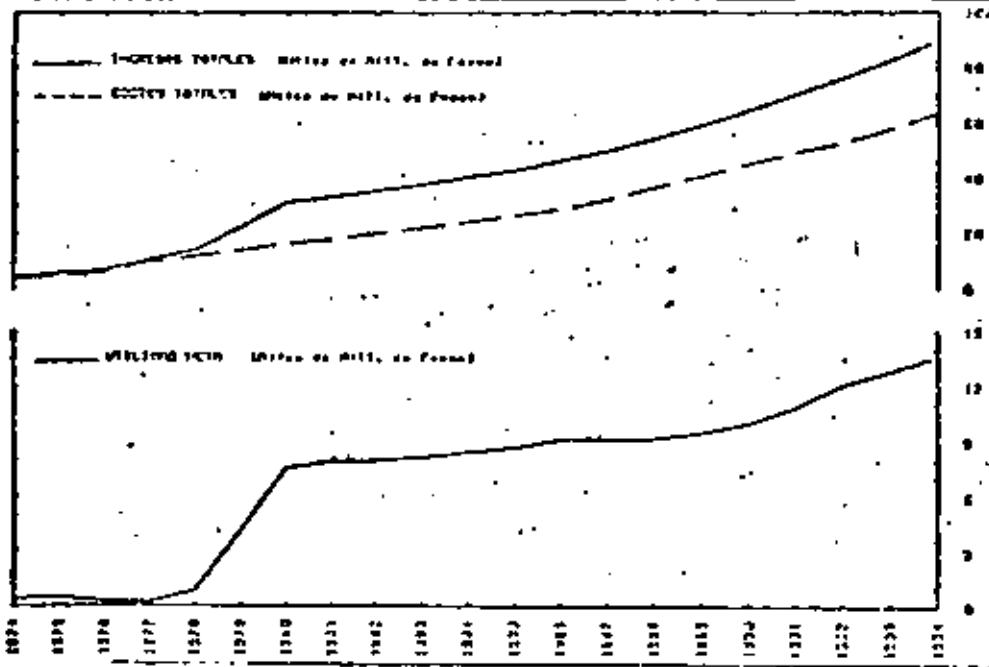
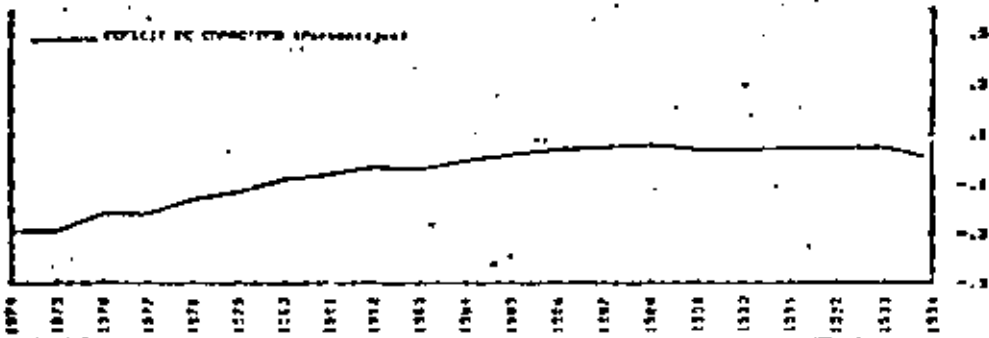
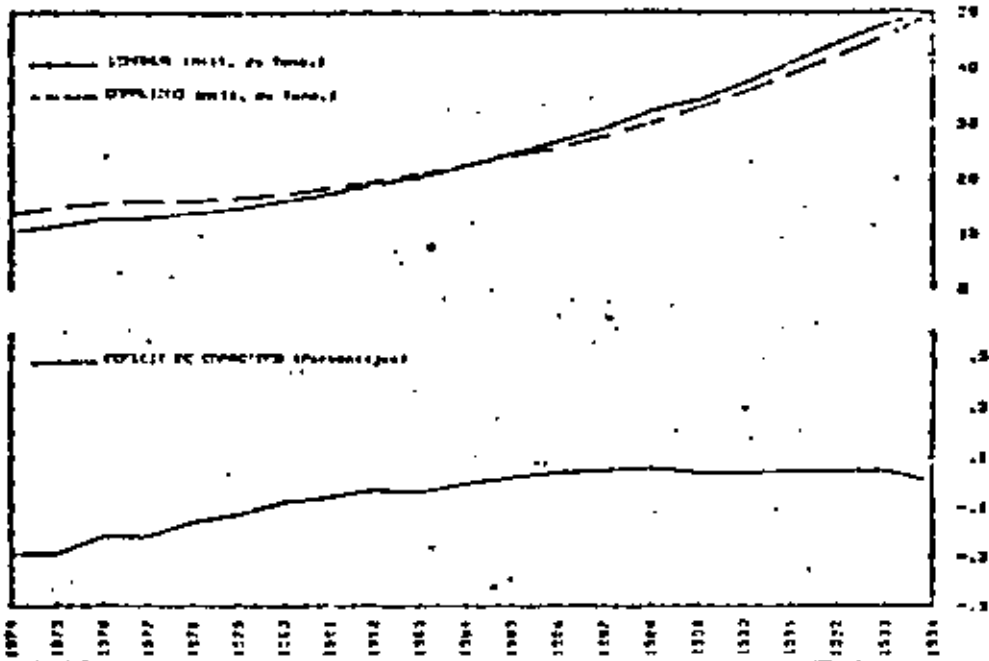
Escenario 3.- En este caso se elimina el subsidio al combustible y se mantiene constante el precio de venta. El análisis que se pretende es el mismo al realizado en el Escenario 2.

Escenario 4.- En este escenario se elimina el subsidio al combustóleo y se conceden aumentos continuos al precio de venta - aunque retrasados 2 años con respecto al nivel general de precios del país con el propósito de simular un rezago entre la solicitud de aumento y la concesión de estos. En este caso, como en los anteriores, el análisis se concentra en la respuesta de la industria en lo que respecta a inversión y expansión de la capacidad bajo estas condiciones.

ANÁLISIS DE LOS ESCENARIOS

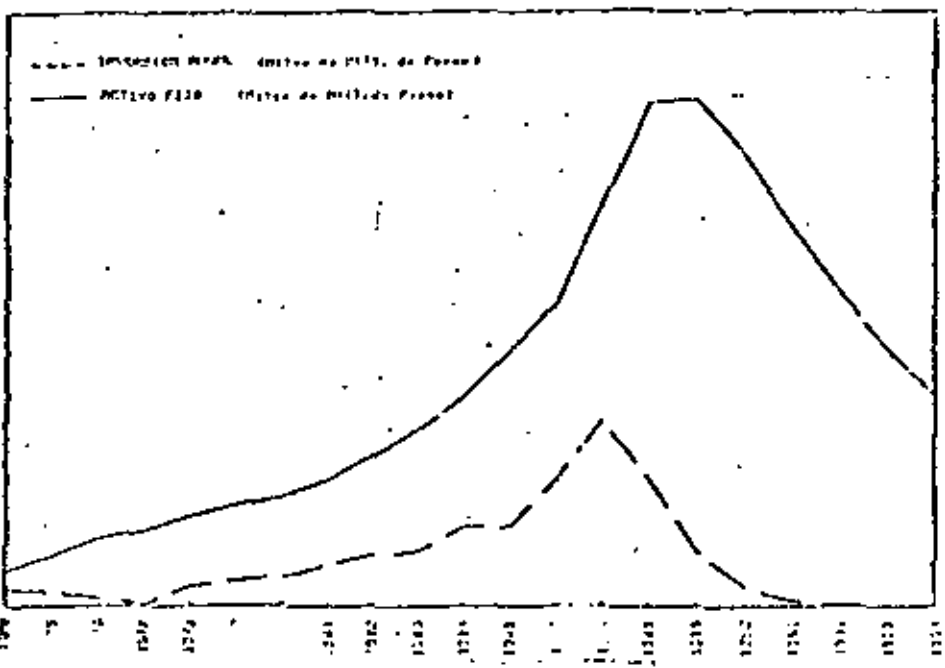
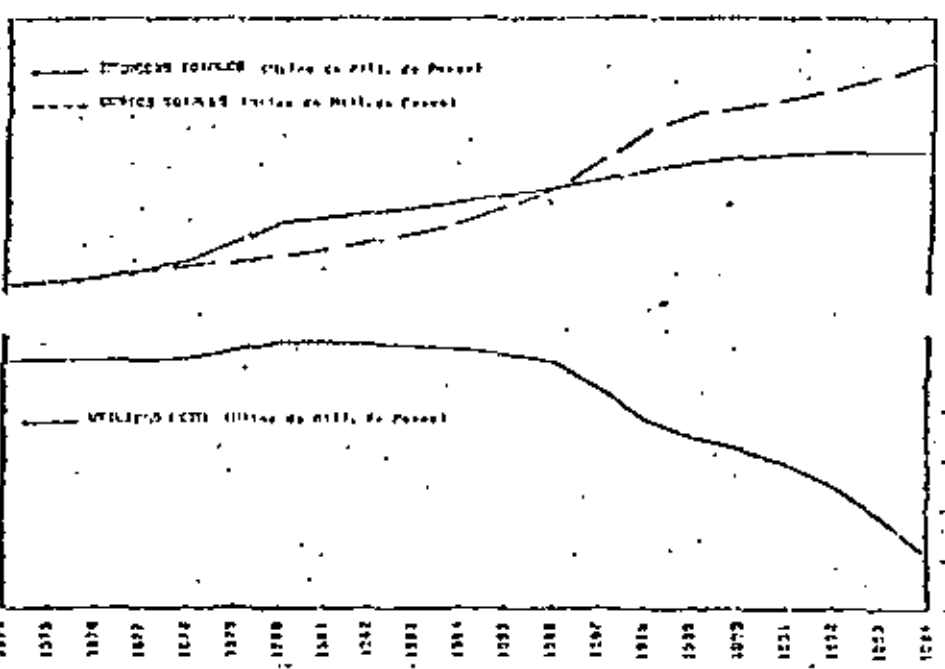
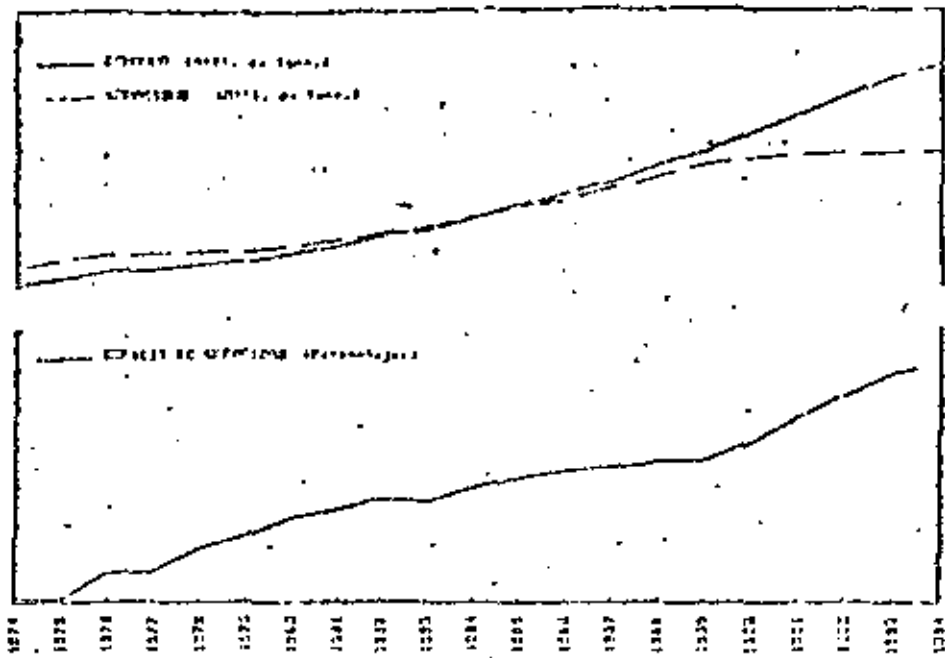
- B. Escenario 1.- Como puede observarse en la gráfica, la "indexación" del precio del cemento propiciaría una situación financiera saludable en la industria. Puesto que en estas condiciones los ingresos siempre serían mayores a los costos el flujo de caja sería suficiente para que la inversión anual creciera casi continuamente a lo largo del período considerado. Sin embargo, la capacidad instalada de la industria es sobrepasada por la demanda en 1984. Esto es causado por las bajas inver-

ESCENARIO 1



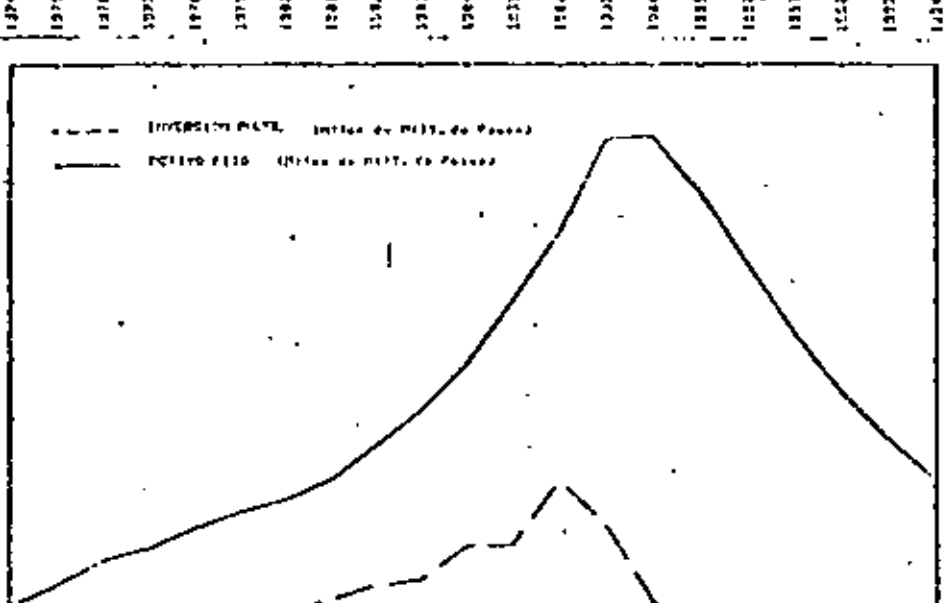
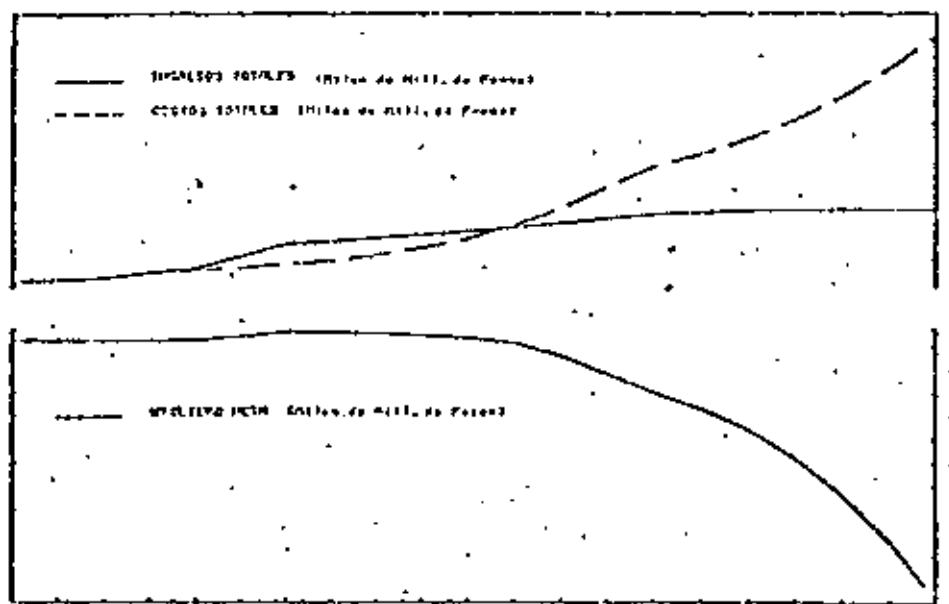
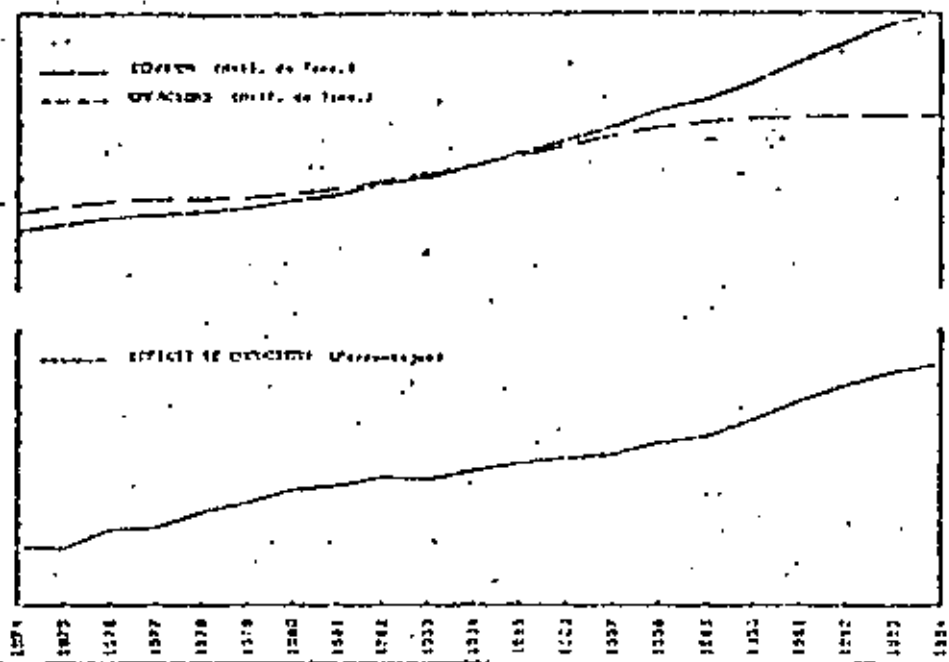
siones del período 1974-1978 que debido al rezago de construcción de plantas productoras, repercute hasta ese año. A partir de 1984, si la industria continúa utilizando la política actual de adquisición de capacidad, la brecha entre ésta y la demanda no se cubriría. Por otra parte, este déficit se mantiene por debajo del 10%.

9. Escenario 2.- Si el precio de venta del cemento se mantiene en \$2,000/ton. a partir de 1980 y se conserva el subsidio al combustible, los ingresos totales de la industria se mantendrían por encima de los costos hasta 1986 y el flujo de caja sería suficiente para que la inversión anual creciera continuamente hasta 1987. Esto hace que aunque la capacidad instalada de la industria sea por debajo de la demanda en 1984, el déficit se mantiene inferior al 10% hasta 1989. A partir de ese año el déficit de capacidad aumenta rápidamente hasta alcanzar un valor superior al 30% en 1994. Como puede observarse en la gráfica, el control de precios no tiene ningún efecto negativo a corto plazo (antes de 1987); sin embargo, dado que los costos de los insumos (excepto combustible) continúan aumentando de acuerdo a la inflación proyectada, el flujo de caja se deteriora a largo plazo inhibiendo la inversión. Esto hace que se debilite la expansión de capacidad, limitando el crecimiento de la producción, el de las ventas y disminuyendo la generación de ingresos y el flujo de caja aún más. Debido a



esta dinámica la brecha entre la demanda de cemento y la capacidad instalada continua creciendo.

10. Escenario 3.- Como puede observarse en las gráficas, en este caso se produce una acentuación de los mismos efectos del Escenario 2. Debido al control de precios y a la eliminación del subsidio al combustóleo, los costos ahora sobrepasan a los ingresos en 1985 y crecen considerablemente reduciendo drásticamente las utilidades de la industria. La inversión anual en este caso alcanza su máximo en 1985 aunque es menor al 50% del máximo alcanzado en el Escenario 2; esto provoca que, a largo plazo, la expansión de capacidad se inhiba aún más y el déficit de capacidad crezca rápidamente hasta alcanzar un nivel de casi 40% en 1994. Sin embargo, a corto plazo, el efecto sobre la capacidad de producción es el mismo que en los dos casos anteriores. Esta se mantiene por encima de la demanda hasta 1984.
11. Escenario 4.- La concesión de aumentos continuos de precio mejoraría significativamente la situación financiera de la industria aún cuando se haya eliminado el subsidio al combustóleo. En la gráfica se puede observar que, aunque las utilidades netas no crecen en forma continua como en el caso de "indexación" del precio de venta, no se generan pérdidas durante el período en estudio (1974-94). Esto estimularía considerablemente la inversión anual permitiendo más expansión continua de la capa-



acidad instalada. Sin embargo, en este caso como en los anteriores, la demanda rebasa a la capacidad en 1984 y el déficit, aunque menor al 10%, persiste hasta el final del período considerado. La caída de la capacidad por debajo de la demanda se debe, como ya se mencionó, a inversiones insuficientes durante el período 1974-78.

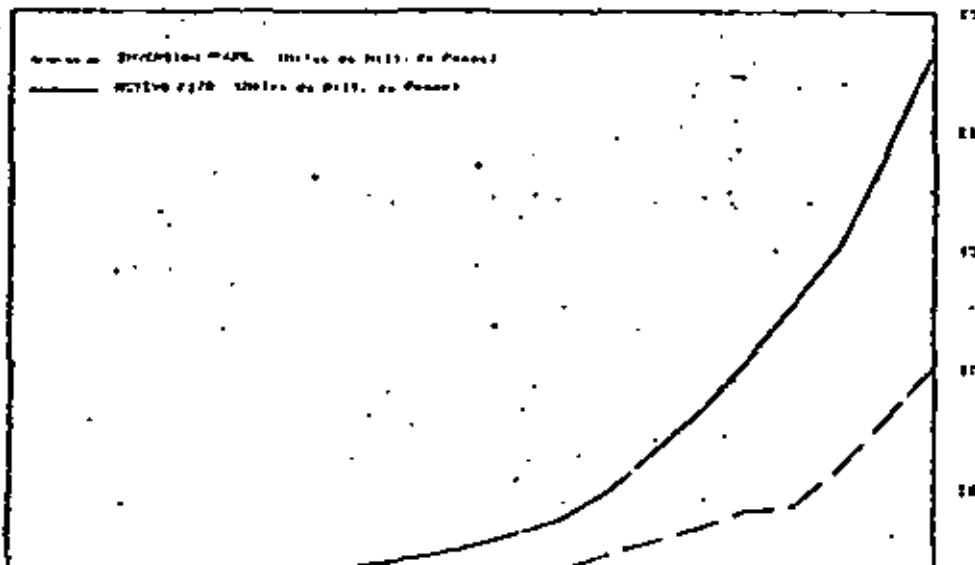
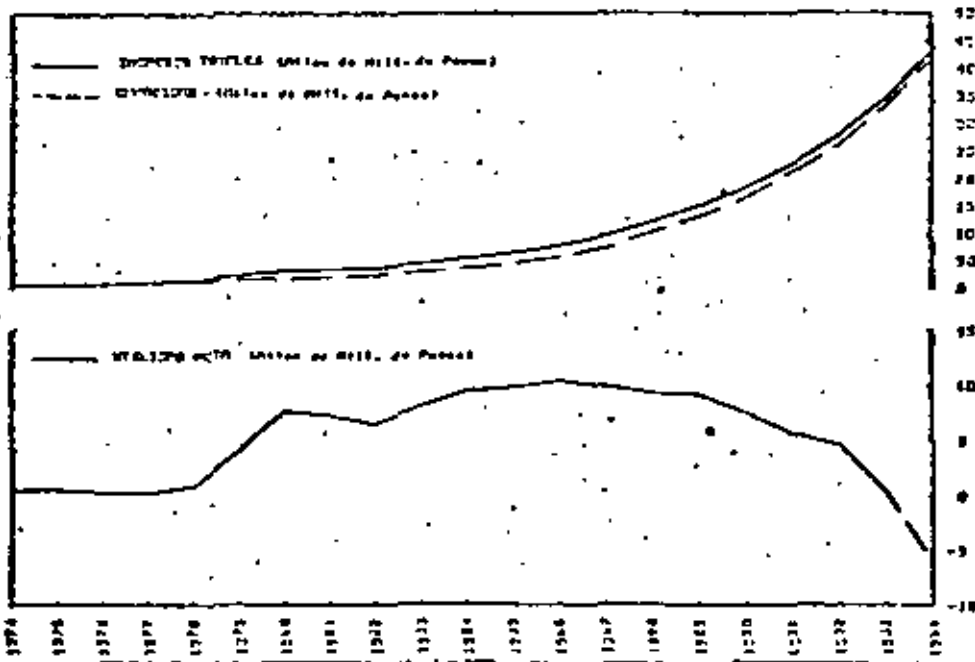
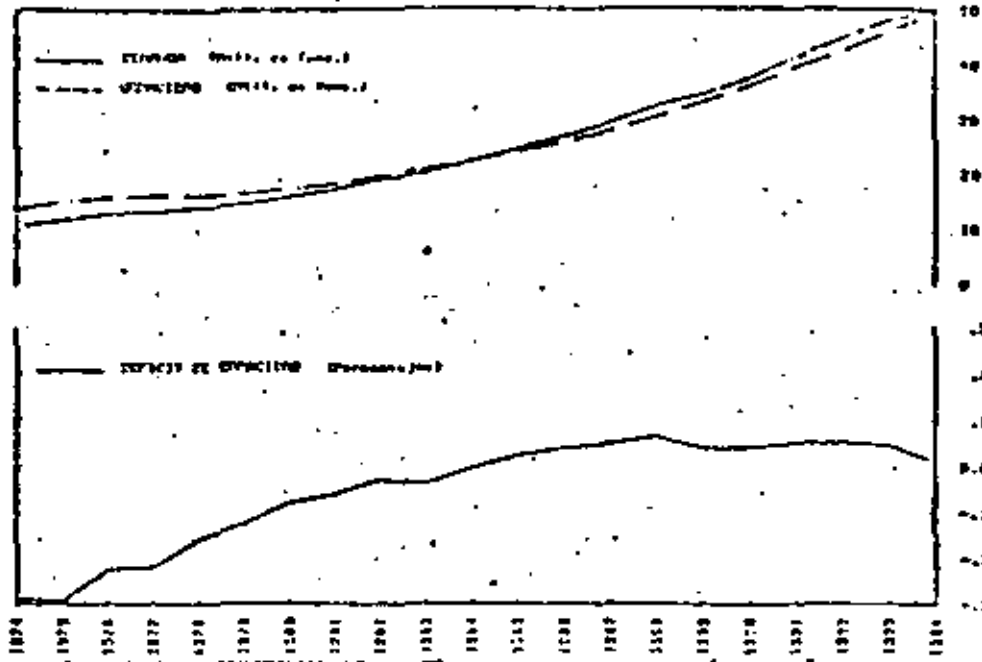
12. De los resultados descritos sobresalen los siguientes hechos importantes:

- a) En todos los escenarios la demanda rebasa a la capacidad instalada en 1984.
- b) Aún cuando se conceden aumentos de precio, el déficit de capacidad no se cubre totalmente durante el período considerado para este estudio.
- c) El efecto principal del control de precios y/o la eliminación del subsidio al combustóleo es el de acelerar el deterioro del flujo de caja y por consiguiente de la inversión.

13. Esto nos conduce a concluir que:

- a) La liberación del precio y/o la eliminación del subsidio al combustóleo no produce ningún efecto significativo a corto plazo al interior de la industria. No se consideran los impactos en costos que pudiera haber.

ESCENARIO 4



- b) La caída de la capacidad instalada por debajo de la demanda en 1984, se debe a bajas inversiones en años anteriores.
- c) Los aumentos de precio aún cuando se elimine el subsidio al combustible, ayudarían a la industria a evitar el deterioro de su posición financiera.
- d) Sin embargo, los aumentos por sí solos no son suficientes para lograr una expansión de capacidad adecuada a la evolución de la demanda debida a que esto implica un cambio estructural en la política de adquisición de la industria.

Los resultados de este estudio demuestran que, aunque eventualmente los aumentos de precios se hacen necesarios para estimular la inversión en la industria, se requiere que vayan unidos a un cambio en su política de adquisición de capacidad que asegure un crecimiento estable en la inversión y una expansión adecuada a la demanda.

POLITICAS ALTERNATIVAS

14. Con el propósito de determinar que cambio es necesario hacer a la política de adquisición de capacidad de producción de la industria del cemento para asegurar una capacidad adecuada a la demanda a través de un crecimiento estable de la inversión - - anual y sin deterioro de la situación financiera de la industria, se probaron con el Modelo Dinámico de la Industria del -

Cemento diferentes políticas de adquisición, incluyendo la actual:

Política 1.- Política previa al compromiso de expansión con el gobierno.

Política 2.- Política actual con compromiso de incrementar la inversión en 1980 para lograr en 1983-84 duplicar la capacidad actual, es decir 30-33 millones de toneladas (programa de fomento).

Política 3.- Política de expansión que incluye modificaciones para lograr una expansión de la capacidad instalada adecuada a la evolución de la demanda.

15. A continuación se describen los resultados de la simulación de estas políticas:

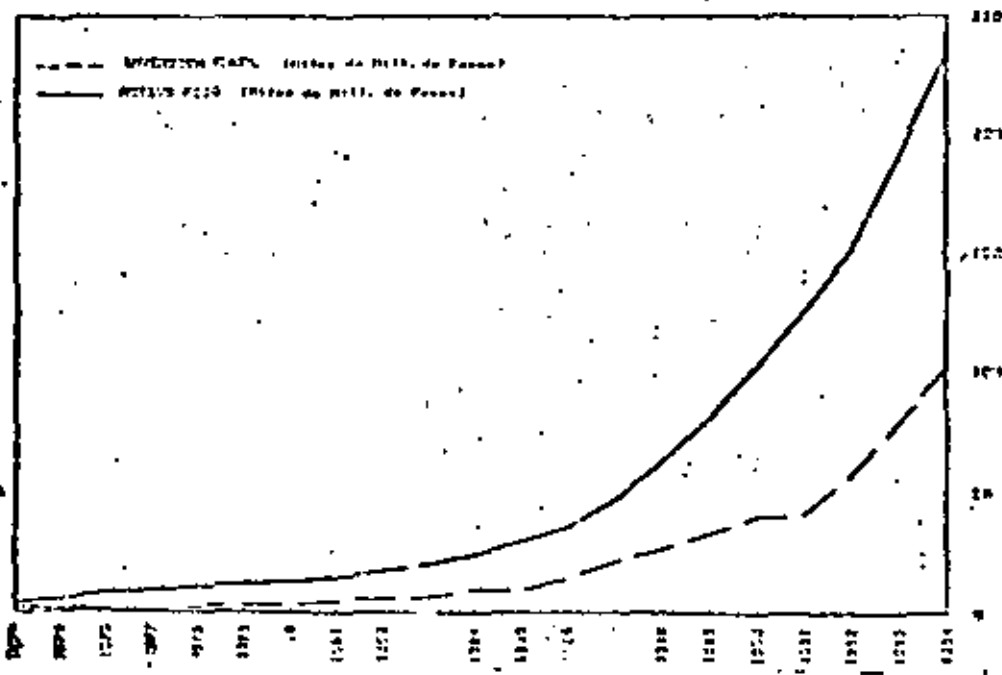
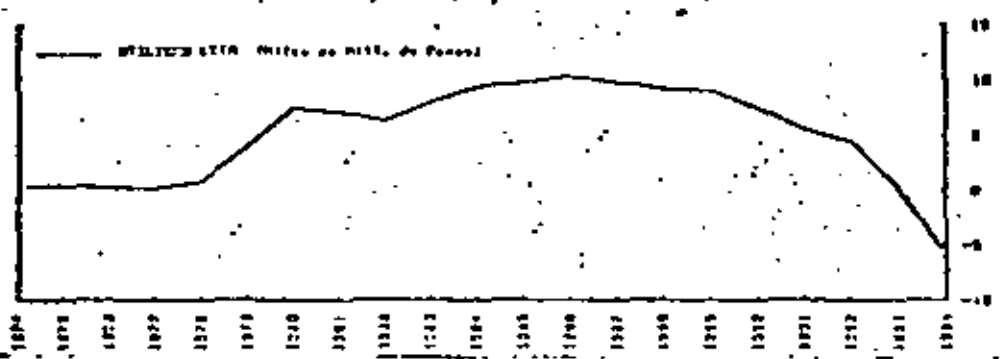
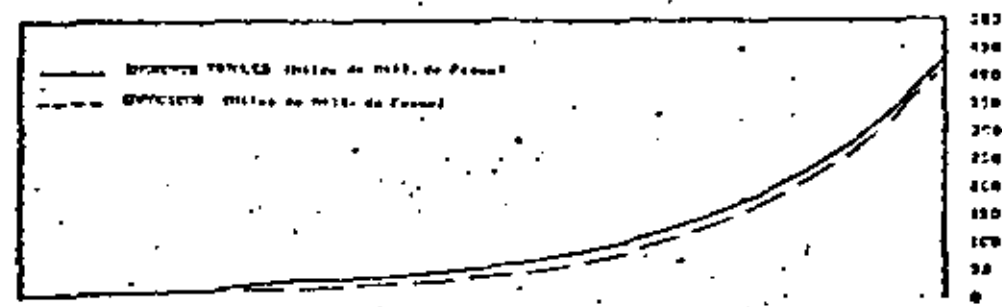
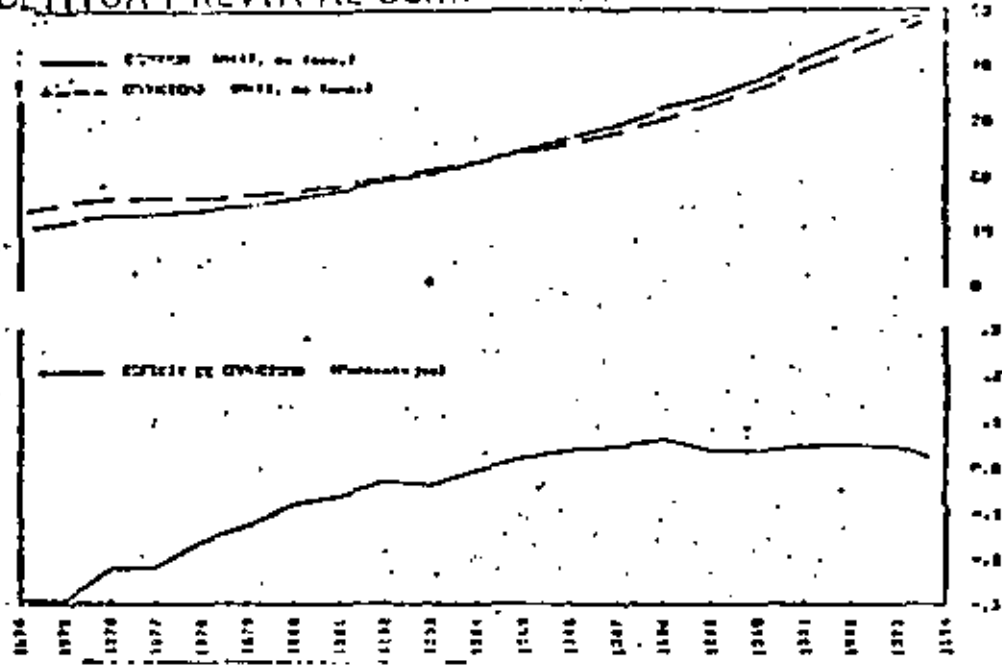
Política 1:

Si la política de adquisición de capacidad de la industria del cemento cuya estructura general es:

$$\text{Ordenes de Construcción} = \text{Capacidad Descada} - \text{Capacidad Instalada} - \text{Capacidad en Construcción} + \text{Desmontajes de Planta}$$

no se modifica, el riesgo de incurrir en un déficit de capaci-

POLITICA PREVIA AL COMPROMISO DE EXPANSION



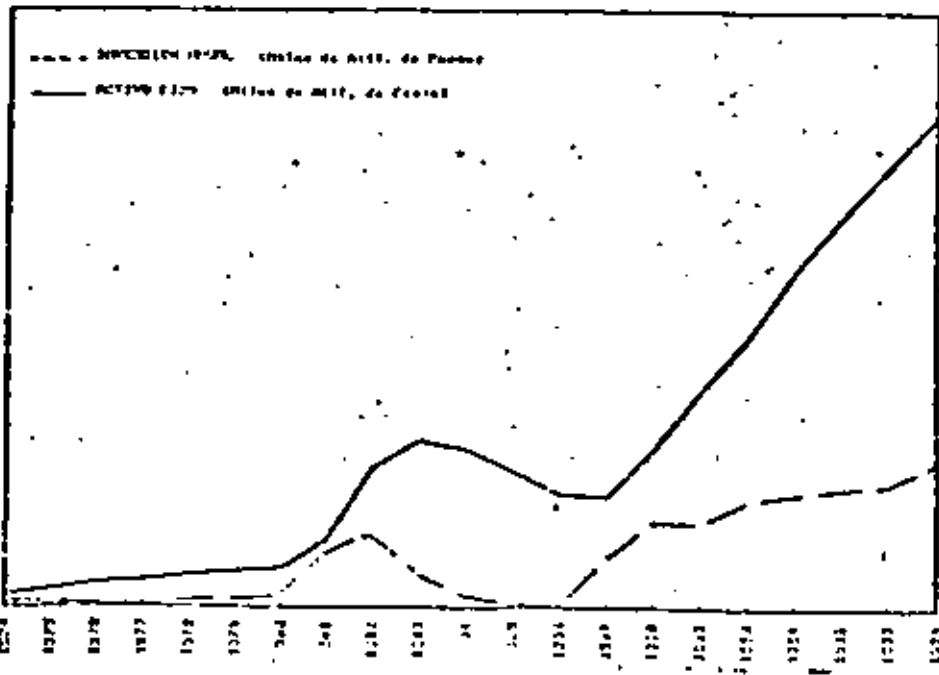
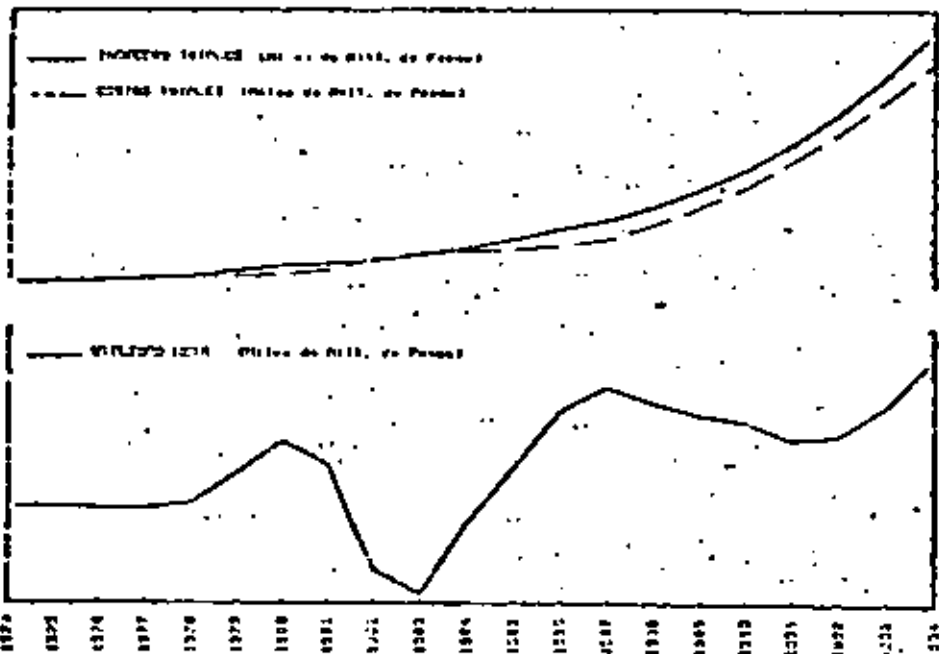
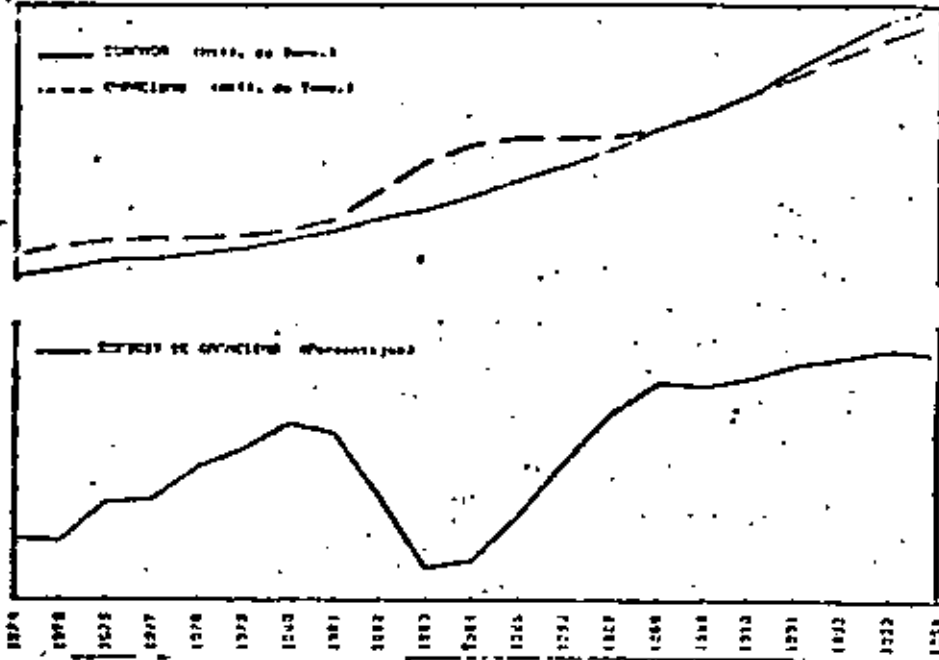
dad persistente a partir de 1985, aproximadamente, es alto. Como puede observarse en la gráfica esto podría suceder aún cuando el flujo de caja de la industria fuera suficiente para generar la inversión requerida.

Política 2:

Una opción obvia y comunmente usada en la industria en general es el uso de factores proporcionales de corrección para incrementar las órdenes de construcción con el propósito de evitar déficits futuros. Un caso particular de esta política, es el compromiso acordado con el gobierno mediante el cual la industria ordenaría la construcción de plantas productoras por 16 millones de toneladas en el período 1980-83, lo cual duplicaría la capacidad instalada actualmente. Sin embargo, este tipo de política puede producir efectos desestabilizadores en la industria, ya que el gran incremento en las órdenes de construcción aumentaría considerablemente la capacidad en construcción y eventualmente la capacidad instalada de la industria reduciendo drásticamente o haciendo completamente innecesarias nuevas órdenes de construcción por algún tiempo.

Esta pausa en la construcción de plantas, aumenta el riesgo de un déficit de capacidad hacia 1990 debido a los tiempos y rezagos que normalmente existen en la construcción de dichas plan-

COMPROMISO DE EXPANSION CON EL GOBIERNO



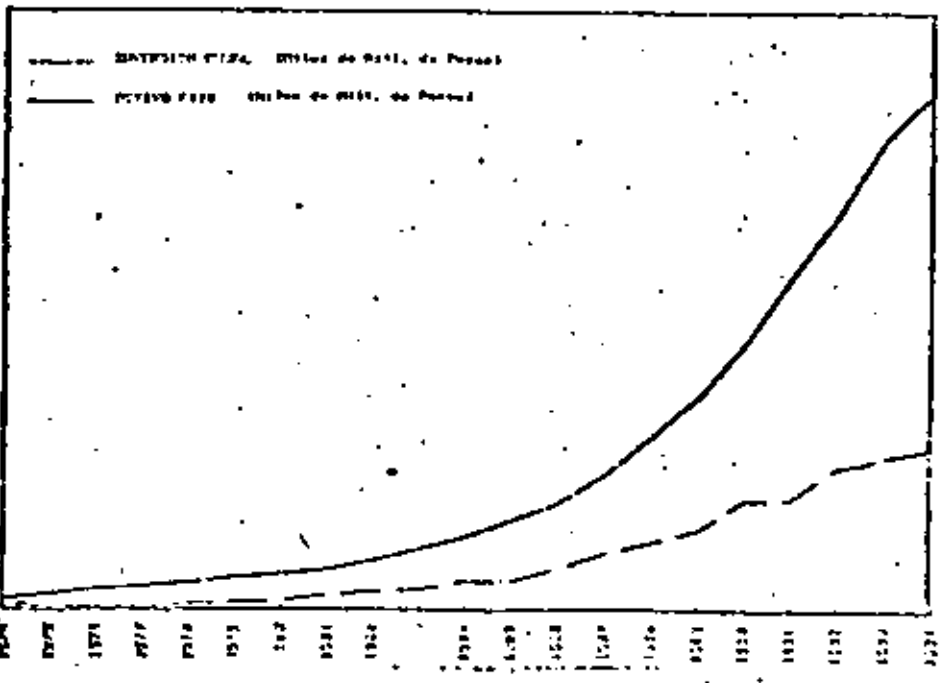
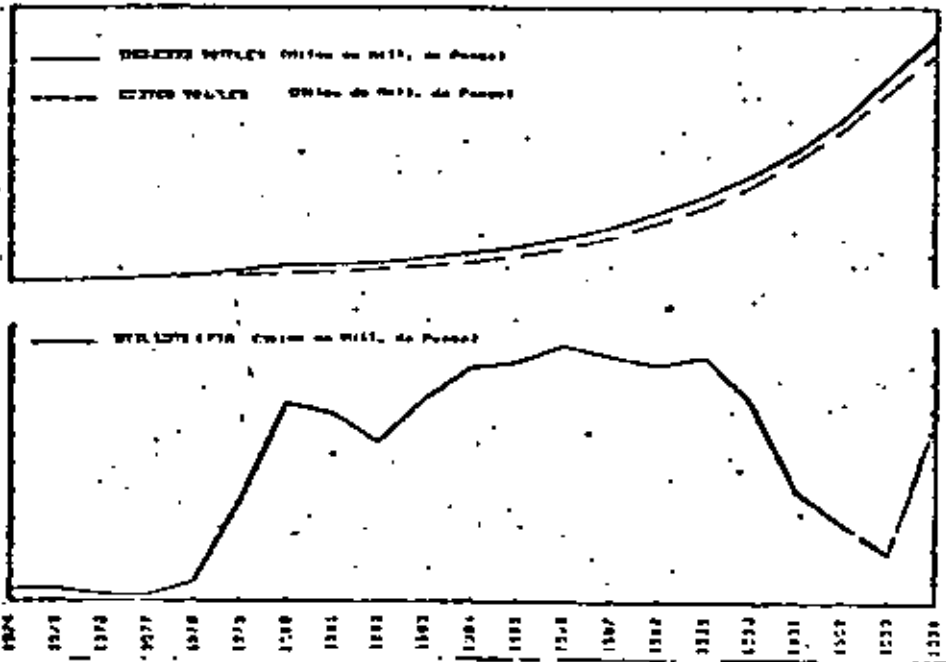
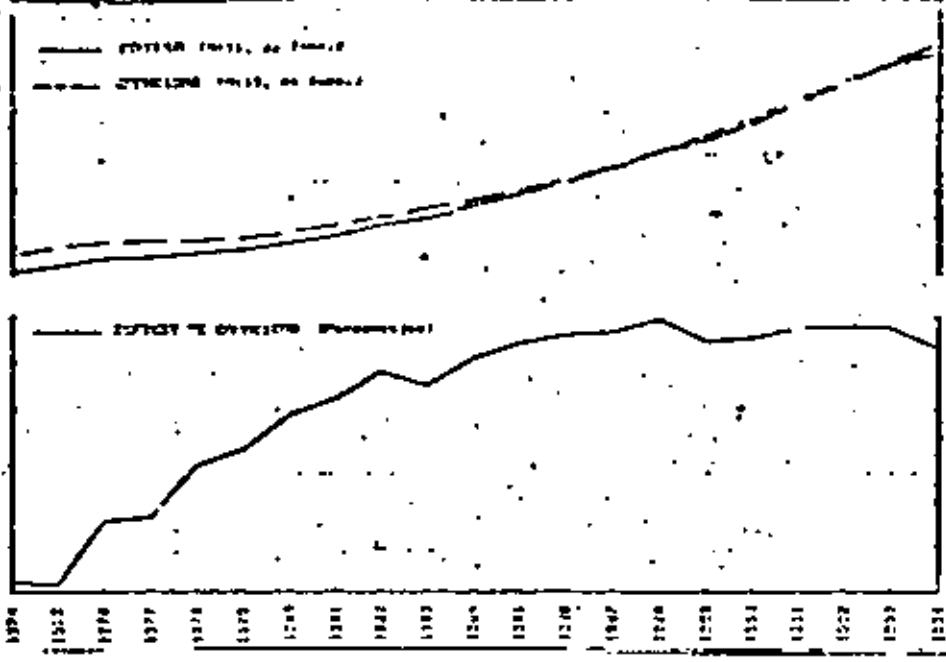
tas. Por otra parte, el gran incremento de órdenes en 1980 -- producirá un posible exceso de capacidad de aproximadamente -- 34% con respecto a la demanda hacia 1983. Esto causa capaci-- dad no utilizada, deterioro de la situación financiera de la -- industria, inhibición de la inversión y órdenes de construc-- ción y reducción de la capacidad de la industria para amorti-- zar la deuda involucrada en el financiamiento de las enormes -- inversiones de 1980.

Política 3:

Puesto que la política de utilizar un factor de corrección pro-- porcional al déficit de capacidad no produce los resultados -- deseados, se modificó la estructura de la política de adquisi-- ción introduciendo un elemento que asegure un comportamiento -- estable en las órdenes de construcción. Esta política implica -- incrementar dichas órdenes en una cantidad equivalente al cre-- cimiento anual promedio de la demanda de cemento.

$$\text{Órdenes de Construcción} = \text{Capacidad Deseada} - \text{Capacidad Instalada} - \text{Capacidad en Construcción} + \text{Desmontajes de Planta} + \text{Crecimiento Anual Promedio de la Demanda}$$

La utilización de este elemento adicional elimina la posibili-- dad del "stop-go" característico de la política anterior ya -- que asegura órdenes de construcción adecuadas al crecimiento -- de la demanda evitando que dichas órdenes aumenten o disminu-- yan drásticamente debido a cambios temporales en la tendencia



de la demanda y respondiendo suavemente a los cambios permanentes.

Con esta política, el escenario muestra que la capacidad instalada se mantiene por encima de la demanda durante el período en estudio y la inversión anual presenta un crecimiento estable. Por otra parte es importante notar que aunque la capacidad es superior a la demanda, la inversión anual requerida no alcanza los niveles que se registran con la utilización de la Política 1, evitando el deterioro del flujo de caja.



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

DINAMICA DE SISTEMAS

BANCO NACIONAL DE MÉXICO, S.A.

MANUAL, ELEMENTOS DE SISTEMAS, MODELO ECOLOGICO Y
TEORIA

M. EN I. FRANCISCO ALVAREZ CASO.

JULIO, 1981.

C O N T E N I D O

	pág.
I. INTRODUCCION	1
II. MODELOS	2
III. EL COMPILADOR DYNAMO	5
IV. PROCESAMIENTO DYNAMO	7
V. SECUENCIA COMPUTACIONAL	14
VI. NOMENCLATURA DE LOS DIAGRAMAS DE FLUJO	16
VII. ESCRITURA DE ECUACIONES	17
VIII. FUNCIONES INTRINSECAS	22
IX. FUNCIONES MACRO	30
X. INSTRUCCIONES Y TARJETAS DE CONTROL PARA PROCESAR DYNAMO	31
XI. DESARROLLO DE UN EJEMPLO	37
XII. ANALISIS DE SENSIBILIDAD	41
XIII. DESARROLLO DE OTROS EJEMPLOS	42
XIV. OTRAS APLICACIONES	171
XV. BIBLIOGRAFIA	175

XVI.	LA TEORIA DEL SISTEMA GENERAL	176
XVII	PRIMER PRONBLEMA	176
XVIII	SEGUNDO PROBLEMA	179
XIX	MODELO MATEMATICO GENERALIZADO DEL SISTEMA DE MEDICION	190
XX	DIFERENCIA ENTRE PROBLEMAS	200
XXI	UNA TEORIA SOCIAL	204
XXII	DISEÑO DE SISTEMAS	208
XXIII	UNA COMUNIDAD URBANA	212
XXIV	UN MODELO ECOLOGICO EN DETALLE	250
XXV	ELEMENTOS TEORICOS DE LA DINAMICA DE SISTEMAS	284

INDICE DE LOS EJEMPLOS

	pág.
1. MODELO DINAMICO DE SIMULACION DEL DESARROLLO URBANO I	42
2. MODELO DINAMICO DE SIMULACION DEL DESARROLLO URBANO II	50
3. DESARROLLO DE UN EJEMPLO DE PLANEACION URBANA	57
4. RESOLUCION A UN PROBLEMA DE TIPO AGRICOLA	75
5. DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HUMANOS. ESPECIALIZADOS EN EL MERCADO ACTUAL	92
6. MODELO RESIDENCIAL	108
7. MODELO RESIDENCIAL MODIFICADO	115
8. UN MODELO DE SIMULACION APICOLA	139
9. INTRODUCCION A UN MODELO GRAVITACIONAL	174

I. INTRODUCCION

La impartición del curso Dinámica de Sistemas Sociales, en la Sección de Planeación de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, dió origen a este trabajo, mismo que a partir de 1978 se ha ido complementando para utilizarlo como ayuda a este curso.

Para la realización de este trabajo se tomó como base el "DYNAMO USER'S MANUAL, BURROUGHS 1972", al cual se le añadieron varios ejemplos diferentes a los que contiene el manual original, dichos ejemplos son modificaciones de algunos modelos tomados de la bibliografía y otros son originales del autor.

El estudio de estos modelos permite adiestrar a los alumnos en la producción de modelos mucho más complejos y elaborados que resuelven un sinnúmero de problemas de Planeación.

Por este medio quiero expresar mi agradecimiento a mis alumnos de la División de Estudios de Posgrado de Ingeniería de la Sección de Planeación y a los de la División de Estudios de Posgrado de Arquitectura del Area de Tecnología, que se encargaron de procesar algunos modelos que aquí se incluyen y cuya colaboración me fue sumamente valiosa.

II MODELOS

La palabra "modelo" se usa como un sustantivo, un adjetivo y un verbo, en cada caso tiene distinto significado. Como sustantivo, modelo es una representación en el sentido en el cual un arquitecto construye un modelo a escala o la maqueta de un edificio. Al usarlo como adjetivo modelo, implica un grado de perfección o idealización; el alumno modelo. Cuando se usa como verbo modelar significa demostrar, revelar, indicar cómo es una cosa.

Todos los modelos representan estados, objetos y eventos. Se idealizan en el sentido de que son menos complicados que la realidad y por lo tanto más fáciles para usarlos en investigación. Su simplicidad radica en el hecho de que sólo los aspectos relevantes de la realidad se representan, como el caso de un mapa de carreteras que es un modelo de la superficie terrestre y ahí no se contemplan los habitantes, las casas, los cultivos, etc, pues no son relevantes respecto al uso del mapa.

Los modelos se usan para acumular y relacionar nuestro conocimiento de diferentes aspectos de la realidad, y más que esto, sirven como instrumentos para explicar el pasado y el presente y para predecir el futuro.

Existen tres tipos básicos de modelos:

ICONICOS. Son representaciones de la realidad a escala ;vgr. un avión a escala, una maqueta de un edificio, etc.

ANALOGICOS. Utilizan otras propiedades diferentes de la realidad, o sea que se usa una propiedad para representar a otra; por ejemplo en un mapa para representar los usos del suelo usamos colores; la regla de cálculo es un modelo analógico en el cual las cantidades se representan por distancias proporcionales a sus logaritmos; las gráficas donde se representan propiedades

tales como costos, tiempo, población, porcentajes, también son modelos analógicos.

SIMBOLICOS. Representan las propiedades de la realidad simbólicamente. Una relación mostrada en una gráfica también se puede representar en una ecuación; la ecuación es un modelo simbólico.

Los modelos donde los símbolos empleados representan cantidades se llaman modelos matemáticos. Dentro de los modelos matemáticos tenemos los modelos de simulación dinámica que se clasifican en modelos de tiempo continuo y modelos de eventos discretos o discontinuos.

Los modelos de eventos discretos cambian de estado cuando ocurre algún evento determinado. Este cambio ocurre generalmente en intervalos de tiempo irregulares. El modelo así construido describe actividades o entidades y eventos, y su interrelación, disparándose así, diferentes acciones que simulan la realidad que cambia según mecanismos lógicos preestablecidos. Dentro de este tipo de modelos tenemos a SIMSCRIPT, GASP, GPSS, SIMULA, algunos usos son: Simulación de un sistema telefónico, de una tienda de autoservicio, de una fábrica, de la avenida de un rfo, de un cruce urbano con semáforos, etc.

Los modelos continuos: DYNAMO, CSSL, SAS II (*) se llaman así porque el tiempo que es una variable independiente del sistema avanza en pequeños incrementos uniformes finitos. En este tipo de lenguajes todo el sistema se reevalúa (digital o analógicamente) en cada intervalo de tiempo transcurrido. Desde este punto de vista la simulación continua se parece a la simulación analógica que resuelve sistemas de ecuaciones diferenciales. Al modelar, las ecuaciones expresan: la teoría de operación del sistema y una visión panorámica completa de las interrelaciones causa-efecto durante el tiempo transcurrido

de las variables que intervienen.

Generalmente estos modelos requieren menos información que los discretos pero necesitan de un estudio muy profundo de los mecanismos actuantes.

* Simulador Analógico desarrollado en el Instituto de Ingeniería, codificado en ALGOL para la Burroughs 6700.

III. EL COMPILADOR "DYNAMO"

DYNAMO es un compilador para traducir y correr modelos continuos que han sido descritos por un conjunto de -- ecuaciones diferenciales. El compilador fue desarrollado por el grupo de dinámica industrial en el Instituto Tecnológico de Massachussets para realizar simulaciones de negocios, modelos económicos y modelos de sistemas sociales y actualmente se usa para simular cualquier sistema continuo.

DYNAMO se diseñó para personas cuya principal actividad es la de resolver problemas, dirigiendo sus esfuerzos básicamente a esta actividad evitando distracciones en complejos requerimientos computacionales.

DYNAMO aparece originalmente según Alexander L. Pugh III como un programa llamado SIMPLE (Simulation of Industrial Management Problems) fue escrito por Richard K. Bennet en 1958 para una IBM 704. El modelo evolucionó en 1959 apareciendo como DYNAMO de DYNAMIC MODELS y fue escrito por el Sr. Phyllis Fox y la Sra. George Sternlieb y el Sr. Alexander L. Pugh III.

En 1962 el Sr. Jay W. Forrester modificó el paquete haciéndolo compatible para operar en tiempo compartido ; esto hizo posible crear, corregir y correr el modelo en pocas horas.

En 1965 se escribió otra vez DYNAMO eligiendo como lenguaje fuente el ALGOL AFD (Algol Extended for Design) pues en ese entonces era uno de los lenguajes suficientemente poderoso y disponible en el Tecnológico de Mass. DYNAMO II se diseñó para aceptar modelos escritos con DYNAMO I con muy pocos cambios.

Como respuesta a la demanda en 1971 se desarrolló una

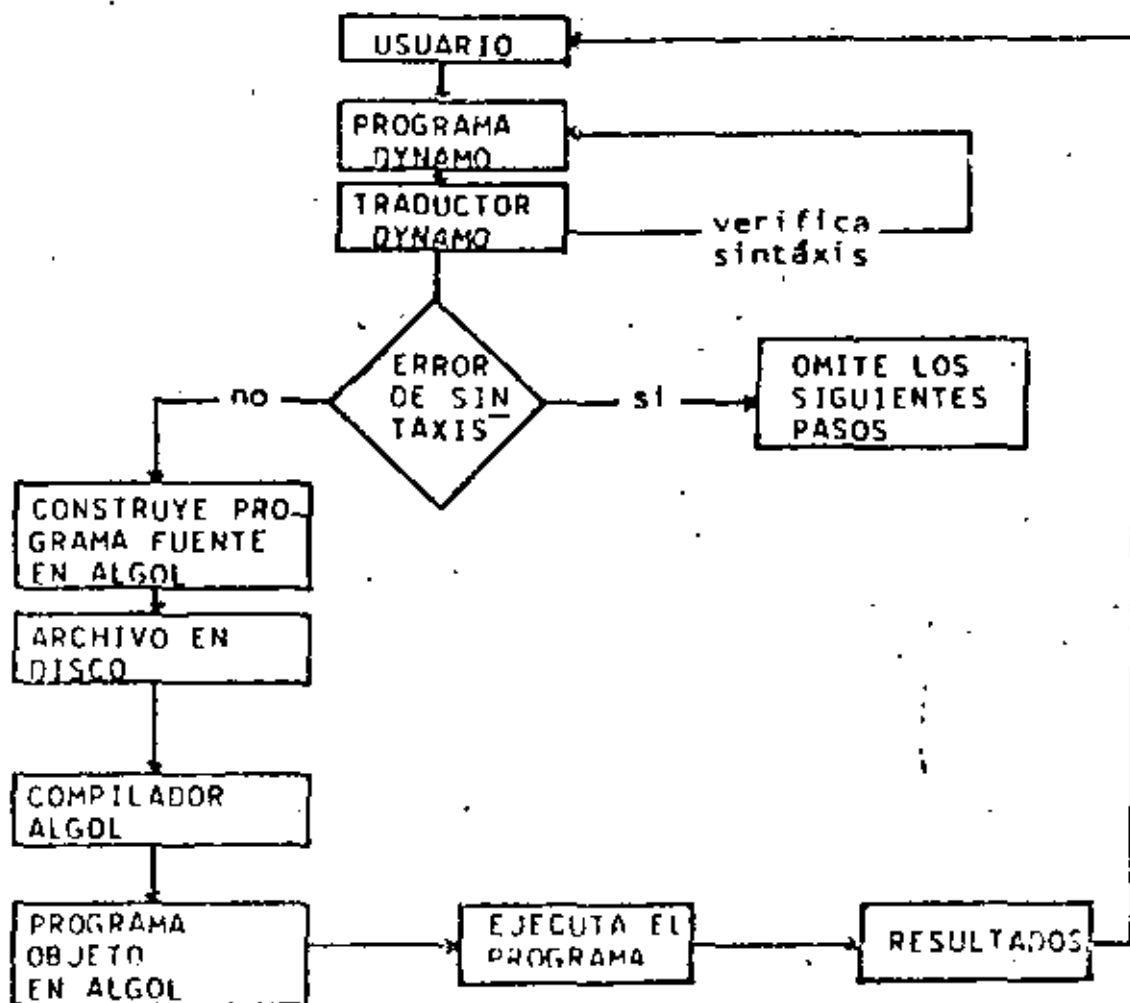
versión de DYNAMO interactiva; durante la simulación, el usuario puede examinar el estado del sistema simulado y decidir acciones que él considere apropiadas, se conoce como GAMING DYNAMO.

Para responder al creciente número de modelos que tienen sectores que se repiten varias veces con objeto de representar la realidad de una manera más desagregada se le añadió la capacidad de manejar arreglos vectoriales. Este lenguaje se conoce como DYNAMO III.

En 1976 se comenzó a desarrollar DYNAMO para implementarlo en minicomputadoras.

IV PROCESAMIENTO DYNAMO

El programa DYNAMO que el usuario diseña es leído por el traductor DYNAMO que verifica la sintáxis y construye un programa fuente en ALGOL creando un archivo en disco. Después de terminar el trabajo anterior el traductor DYNAMO se conecta (ZIP) al compilador ALGOL para realizar la compilación del código emitido. El compilador ALGOL compila el programa fuente resultando un código o programa objeto que al ejecutarse nos presenta los resultados.



Para el uso de DYNAMO se requieren de dos elementos - básicos, el que llamaremos teórico y el que llamaremos mecánico.

El teórico se refiere a cómo realizar la investigación para resolver problemas, cómo plantear los problemas, - cómo concebir el modelo, cómo calcular los parámetros, cómo elegir las variables, cómo realizar los análisis de sensibilidad, etc.

El otro aspecto, el mecánico, se refiere a cómo introducir los datos a la computadora para simular el problema.

Analizaremos brevemente el elemento teórico:

En la solución de problemas generalmente se tienen dos aspectos, solución a problemas no sociales y solución a problemas sociales. La solución a problemas no sociales se realiza planteando ecuaciones con incógnitas, que al ser resueltas y encontradas las incógnitas queda resuelto el problema. En estos casos la simulación se usa cuando las condiciones para las que se obtuvieron las ecuaciones cambian con el tiempo y el problema requiere de una solución dinámica, encontrándose una gama de valores que resuelven el problema en el tiempo.

Cuando los problemas son sociales la técnica varía y lo que se requiere como solución es realizar el planteamiento siendo éste la solución. Estos casos también pueden ser resueltos por simulación, pues la estructura del modelo se va formando con el sistema causa-efecto hasta llegar a modelar o formar a la medida del problema una estructura DYNAMO o sea un modelo dinámico de simulación que nos represente la realidad, y que nos permita estudiarla haciendo experimentos determinados según las necesidades.

Ya sea que se trate de problemas sociales o no sociales en general se sigue la siguiente secuencia:

1. Modelo Anecdótico. Es una descripción verbal sintetizada del problema, donde se destacan los principales mecanismos, las variables, los parámetros, etc.
2. Diagrama Causal. Es un diagrama donde se interrelacionan las principales variables usando flechas y un signo + o - que indica si las variables interrelacionadas crecen o decrecen en el contexto del modelo.
3. Diagrama de Flujo DYNAMO. Se forma con la nomenclatura DYNAMO como se verá posteriormente. Permite observar claramente el camino que siguen los flujos dentro del sistema ilustrando las tasas, los niveles, los canales de información, los flujos de insumos o productos o personas o dinero etc. El diagrama permite realizar una rápida verificación de la lógica del sistema y apreciarlo globalmente.
4. Ecuaciones DYNAMO. Son las ecuaciones que forman el programa DYNAMO y que se deducen con ayuda del diagrama anterior.
5. Variación de Parámetros o Análisis de Sensibilidad. Generalmente se puede realizar en una misma corrida dando instrucciones que indiquen que al terminar la primera corrida continúe corriendo una segunda o tercera vez o más pero con algunos parámetros modificados.
6. Modificaciones al Modelo y Ajustes de Escalas. El modelo puede modificarse una vez hechas las primeras corridas para lograr algún objetivo, el rango de las escalas puede ajustarse para que las gráficas queden acotadas según nuestros deseos y/o agrupadas en las mismas escalas.

7. Validación del Modelo. Se refiere a hacer que el modelo repase valores históricos conocidos que sabemos ocurrieron, esto con una corrida simulando el periodo histórico; la validación o calibración consiste en adecuar el modelo de tal forma que represente el periodo histórico. Este aspecto no siempre se realiza, pues al tratar de pronosticar el futuro si la historia del fenómeno no se conoce difícilmente podrá realizarse la calibración o validación.

Veamos ahora el elemento mecánico. Una herramienta básica de la simulación es el proceso de integración. La integración aparece en toda la naturaleza y es esencial para representar el proceso de cambio en los sistemas. Es el proceso que relaciona una cantidad con su tasa de cambio temporal. Se puede pensar que la distancia recorrida por un vehículo en un cierto tiempo es la integral en todo el intervalo de la función que represente la tasa de cambio de posición del vehículo. Veamos un ejemplo: Si un automóvil se mueve a una velocidad constante de 60 km/hora en 4 horas habrá recorrido 240 km. Esto podemos calcularlo así:

$$\frac{ds}{dt} = 60 ; ds = 60 dt ; S = \int_0^4 60 dt.$$

$$S = 60 (t) \Big|_0^4 = 240$$

DYNAMO usa otra forma para resolver el mismo problema: La ecuación computacional que use llamada de nivel es del tipo:

$$\text{RECORRIDO ACTUAL} = \text{RECORRIDO ANTERIOR} + \text{TIEMPO TRANSC.} \times \text{TASA DE CAMBIO}$$

Para la primera hora tenemos:

$$S = 0 + (1 \text{ hora}) \times 60 = 60$$

Para la segunda hora:

$$S = 60 + (1 \text{ hora}) \times 60 = 120$$

Para la tercera hora:

$$S = 120 + (1 \text{ hora}) \times 60 = 180$$

Para la cuarta hora:

$$S = 180 + (1 \text{ hora}) \times 60 = 240 \text{ km.}$$

Esta forma de resolver el problema es más elaborada para este caso donde la tasa es constante. Si la tasa fuera variable, primero habría que encontrar la función que la represente en el tiempo y después integrarla para obtener el resultado. Si esta función no es sencilla el proceso de integración se dificulta y caeremos en lo que hace DYNAMO. Para cada intervalo de tiempo escogido considerará que la tasa es constante durante el intervalo e integrará. Si reducimos este intervalo lo suficiente tendremos una buena precisión.

Para manejar el tiempo DYNAMO usa índices, J, K y L para indicar:

K. Hoy, este momento, este segundo, etc.

J. Ayer, el momento anterior, el segundo anterior, etc.

L. Mañana, el momento siguiente, el próximo segundo, etc.

JK Intervalo de tiempo de ayer a hoy, etc.

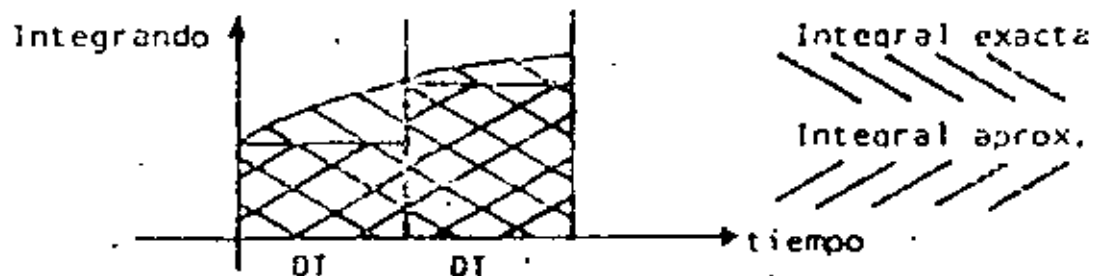
KL Intervalo de tiempo de hoy a mañana, etc.

Estos intervalos de tiempo tienen una medida que se llama DT (delta time). Usando esta notación la ecuación anterior queda de la siguiente forma:

$$S_{.K} = S_{.J} + (DT)(V_{.JK})$$

donde $V_{.JK} = 60$

$V_{.JK}$ es la tasa que en este caso la consideramos constante, si la tasa varía muy aprisa para tener cierta exactitud debemos operar la ecuación digamos cada minuto o cada segundo depende de que tan aprisa varíe V , y consideraremos constante la tasa en el intervalo reducido, se puede resolver con la exactitud que se quiera basta escoger a DT muy pequeño.



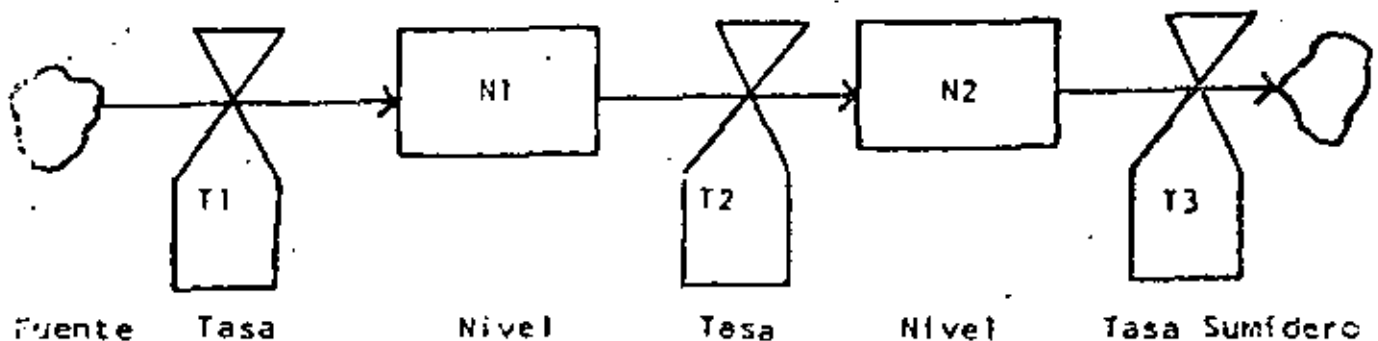
Tasa de sistemas donde el flujo se conserva:

El ejemplo del automóvil es típico, así como el caso del flujo de algún líquido a un tanque, el flujo de personas a una población, el flujo de corriente eléctrica a un condensador, el flujo de tareas en una fábrica, etc.

En cada caso existe un flujo que se mueve sin ser creado o destruido en el proceso. Las partes de nuestros modelos que tienen esta característica las identificaremos como subsistemas que se conservan y llamaremos a estos flujos tasas. En estos sistemas las tasas de cambio de los niveles toman la forma de simples sumas o diferencias de tasas. Hay una forma típica en que aparecen dos niveles que son controlados por tasas.

El nivel N1 es alimentado por la tasa T1, pero a la vez la tasa T2 le quita y alimenta a N2 que a su vez es disminuido por la tasa T3. En estos casos en que la tasa siempre se añade, pero nunca se resta, se considera que la tasa fluye hacia dentro del sistema desde una fuente exterior que podemos considerar como el límite de nuestro sistema. Si la tasa siempre se resta y nunca se añade entonces esta fluyendo a un sumidero exterior que también marca una frontera del sistema.

Veamos la representación gráfica.



Las ecuaciones correspondientes son:

$$N1, K = N1, J + (DT)(T1, JK - T2, JK)$$

$$N2, K = N2, J + (DT)(T2, JK - T3, JK)$$

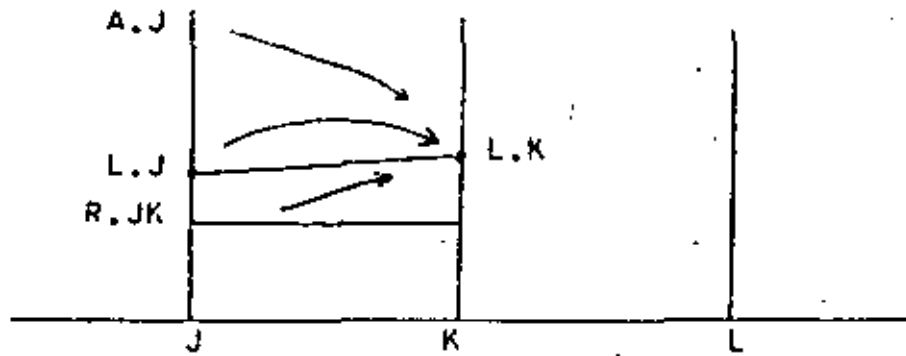
Las tasas se calculan en el instante K para usarse en el intervalo KL. Este cálculo se realiza con una expresión

algebraica de variables en el mismo instante K.
Sistemas en donde no se conserva el flujo: Contiene relaciones integrales y algebraicas. Las integrales se calculan con las ecuaciones de nivel pero las tasas de cambio de los niveles son más complicadas que la suma de varias tasas.

En los subsistemas, donde no se conservan los flujos, las relaciones algebraicas simples se calculan con ecuaciones auxiliares. Estas se calculan en el instante K a partir de los niveles y otras ecuaciones auxiliares. Como DYNAMO no acepta ecuaciones simultáneas es necesario ordenar los cálculos de las ecuaciones auxiliares de tal forma que un auxiliar se calcule antes de ser requerido en otra ecuación auxiliar, si DYNAMO no encuentra un orden para hacer esto, manda un mensaje de error que dice ECUACIONES SIMULTANEAS.

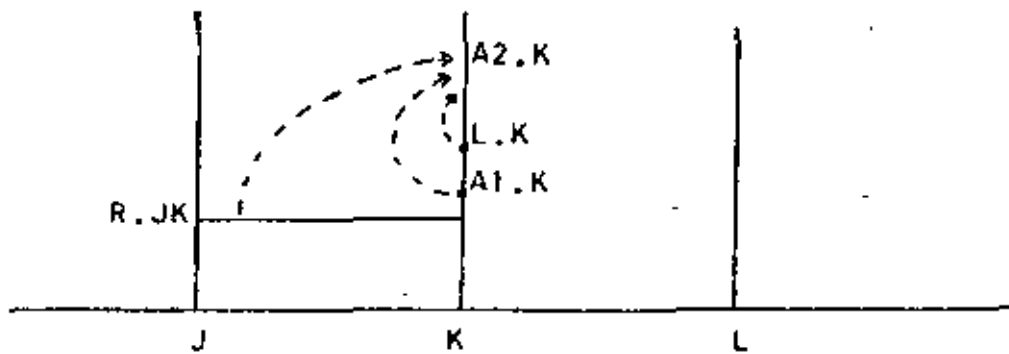
V. SECUENCIA COMPUTACIONAL

En el instante K se calculan primero todos los niveles, los que a su vez dependen de su valor previo en el instante anterior J y de las tasas calculadas para el intervalo JK. Como ya se hicieron los cálculos para J y JK no hay problemas para calcular los niveles.



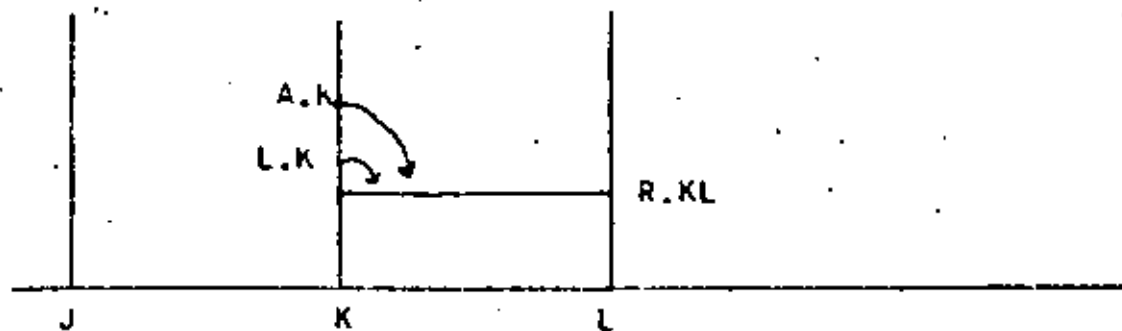
$$L.K = L.J + (DT)(R.JK - A.J)$$

Auxiliares: En seguida las ecuaciones auxiliares ordenadas automáticamente por DYNAMO se calculan para el instante K a partir de los niveles en K y otras auxiliares calculadas primero en K.



$$A2.K = (L.K)(A1.K)$$

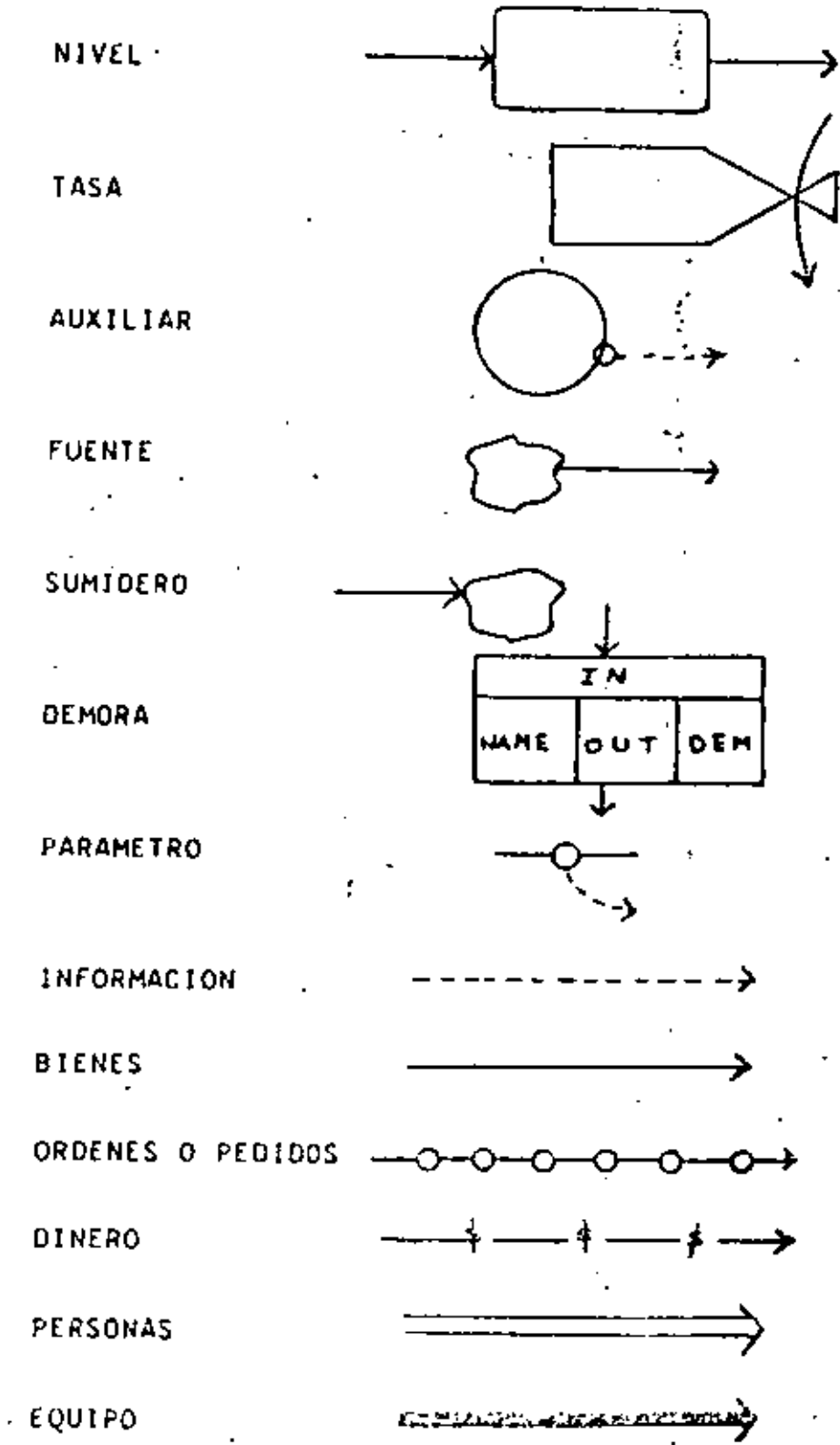
Tasas: Finalmente se calculan las tasas para el intervalo próximo KL a partir de los niveles y las auxiliares en el momento K.



$$R.KL = L.K + A.K$$

En este momento cuando las tasas ya se han calculado el tiempo actual se avanza automáticamente DT unidades. Todas las cantidades que se calcularon para el tiempo K - ahora se considera que son valores en el tiempo J y las tasas calculadas para el intervalo KL ahora son tratadas como si fueran valores en el intervalo JK. Aquí se repite el ciclo comenzando de nuevo con los niveles.

VI. NOMENCLATURA DE LOS DIAGRAMAS DE FLUJO



VII. ESCRITURA DE ECUACIONES

Las reglas para formar una ecuación son las usuales del álgebra, la forma básica es :

tipo de ec. cant=expresión (a partir de la col. 7)

Los tipos de ecuaciones pueden ser :

Tipo	Símbolo
De Nivel	L
Auxiliares	A
De Tasa	R
De Valor Inicial	N
Constante	C
Tabla	T
Suplementaria	S

En DYNAMO I era necesario indicar el tipo de ecuación, pero en el sistema implantado actualmente no es necesario. "cant" es el nombre de la cantidad que esta siendo definida por la ecuación. El nombre debe cumplir las reglas para formar nombres y debe tener el índice apropiado de tiempo. Todo nombre de una cantidad debe comenzar con un carácter alfabético, y puede ser seguido por hasta cinco caracteres alfabéticos o numéricos, (en la versión actual se permiten hasta 63 caracteres, pero al imprimir sólo aparecerán los seis primeros, sólo deben usarse dígitos de hasta seis cifras). "expresión" puede ser cualquier cosa desde un simple número hasta una combinación de factores y términos que involucren funciones.

Las operaciones de suma, resta, multiplicación y división se indican por +, -, (), /, se usan las jerarquías comunes: Multiplicación y división se realizan primero que suma y resta. Los paréntesis significan que la expresión dentro de ellos debe calcularse y sustituirse por ellos.

$$A+BXC \text{ implica } A+((B)(C))$$

Si las operaciones son del mismo valor jerárquico se realizan en orden de izquierda a derecha:

A-B+C Implica (A-B)+C

Debe tenerse cuidado en el caso de la multiplicación y la división. Si se desea dividir X entre el producto de Y y Z debe escribirse:

$$X/Y/Z$$

DYNAMO interpreta X/(Y)(Z) como (X/Y)(Z)

Los valores numéricos se escriben en la forma usual. Se pueden usar hasta seis dígitos significativos. Números muy grandes o muy pequeños se pueden escribir indicando potencias de 10 multiplicadas por el número con la letra E:

$$10\ 000\ 000 = 10E6 = 1E7$$

$$.001 = 1E-3$$

En DYNAMO es posible crear subrutinas llamadas MACROS cuando se tienen sectores del modelo que son repetitivos. Esto evita tener que escribir un conjunto de ecuaciones varias veces para cada sector, basta declararlo una vez definirlo y cuando se necesite introducir los valores en la función MACROS, esto equivale a volver a escribir las ecuaciones del sector con sus nuevos valores.

Existen varias funciones y macros ya creadas dentro de DYNAMO que corresponden a las siguientes categorías:

- a) Intrfnsecas que modelan curvas llamadas DELAYN
- b) Intrfnsecas computacionales que son: SIN, COS, SQRT, LOGN, EXP y SUMN.
- c) Intrfnsecas controladas por el tiempo: BOXLIN, BOXCYC, PULSE, RAMP, SAMPLE, STEP.
- d) Intrfnsecas de selección de valores: CLIP, MAX, MIN, SWITCH y TABLE.
- e) Intrfnsecas aleatorias: NOISE y NORMRN.

Ecuaciones de Nivel: Matemáticamente indican integración. Una ecuación típica de nivel es de la siguiente forma:

$$L.K=L.J+(DT)(R1.JK-R2.JK)$$

L.K es el nombre, el índice K indica que el valor es leído en el presente. El lado derecho de la ecuación usa el

mismo valor L, pero con el índice J para indicar que se trata del valor de L en el periodo anterior, más el intervalo de tiempo transcurrido, DT desde la última evaluación multiplicado por una expresión que considera el valor del cambio del nivel en el lapso DT o sea la tasa.

REGLAS PARA COLOCAR INDICES EN LAS ECUACIONES DYNAMO								
LADO IZQUIERDO			INDICE DE LA CANTIDAD DEL LADO DERECHO SI EL TIPO ES:					
TIPO	CANTIDAD	INDICE	L	A	R	S	C	N
L	NIVEL	K	J	J	JK	-	-	-
A	AUX.	K	K	K	JK	-	-	-
R	TASA	KL	K	K	JK	-	-	-
S	SUPL.	K	K	K	JK	K	-	-
C	CTE.	-	-	-	-	-	-	-
N	VAL. INIC.	-	-	-	-	-	-	-

Ecuaciones de tasa: Esta ecuación define el tamaño del flujo entre variables de nivel y una fuente, un sumidero u otra variable de nivel. Una ecuación típica de una tasa es:

$$R.KL=(L.K+R.JK)/L2.K$$

R.KL es el nombre de la tasa con índice KL para el intervalo de tiempo entre el presente y el futuro. El lado derecho es una expresión aritmética de variables de nivel, variables de tasa, variables DYNAMO o constantes. Las variables de nivel tienen el índice K o J, las variables de tasa del lado derecho tienen índice JK.

Ecuaciones Auxiliares: Al modelar puede quererle dar un nombre a una expresión que se use en otra ecuación. La ecuación que asigna el nombre a la expresión se llama ecuación auxiliar. El índice usado es K. Un ejemplo de una ecuación auxiliar:

$$MAXTIB.K=AM.K/DT$$

Ecuaciones Suplementarias: Como en el caso de la ecuación auxiliar la ecuación suplementaria le dá nombre a una expresión, pero para usarla en valores de salida como listado o gráficas por ejemplo:

H,K=VALOR,K-LIS

Ecuaciones constantes: Es una cantidad sin índice;

AB=163B

Ecuaciones de Valor inicial: Si la ecuación tiene la forma de una ecuación constante, pero el nombre de la cantidad aparece en otro lugar del programa, se llama ecuación de valor inicial. Los valores iniciales sólo se requieren para las variables de nivel, sin embargo se pueden dar valores iniciales a otras variables. Se pueden realizar varias corridas con un mismo programa cambiando cada vez el valor inicial, por lo que se puede realizar diseño experimental en una corrida.

Sistema de tiempo y unidades: Al calcular los valores del programa se usan unidades tales como unid/mes o u/sem etc, las unidades no se dan en unid/DT. Es recomendable hacer la unidad de tiempo del sistema un múltiplo del intervalo de solución DT. Si DT no es un múltiplo de la unidad de tiempo del sistema, hay problemas para elegir el valor de DT para imprimir o graficar, DYNAMO lo resuelve usando el valor que tenga la variable justo antes y dentro de un intervalo de DT/2 del tiempo transcurrido. Los tiempos de impresión o graficación PRTPER y PLTPER se expresan en unidades de tiempo del sistema así mismo LENGTH.

EJEMPLO: Las siguientes instrucciones quieren decir:

columna

? ?
SPEC DT=1/LENGTH=10/PRTPER=2/PLTPER=3

La unidad de tiempo del sistema es 1, la simulación se realizará durante 10 unidades de tiempo, las variables que

se grafiquen serán cada 2 unidades de tiempo y las gráficas tendrán un punto cada 3 periodos.

Si $DT=0.2$, $LENGTH=10$, $PLTPER=.2$ y $PRTPER=0$

Quiere decir: Se haran cálculos cada .2 unidades de tiempo simulándose durante 10 unidades de tiempo se graficará cada .2 unidades de tiempo y no habrá lista ($PRTPER=0$).

O sea, si la unidad del sistema es el segundo:

$DT=.1$ segundos, $LENGTH=10$ segundos, etc.

Es conveniente elegir a DT en un intervalo práctico que varíe $1/3$ a $1/5$ del valor del tiempo más pequeño dentro del modelo. Una vez que el modelo se ha probado y está corriendo se puede aumentar el valor de DT para ahorrar tiempo de procesamiento.

Símbolos de Graficación: Las escalas tienen un rango de 10^{-33} a 10^{33} los siguientes símbolos se usan en las escalas que DYNAMO automáticamente escoge para graficar.

SIMBOLO	K	Y	W	U	L	J	H
MULTIPLO	10^{-30}	10^{-30}	10^{-27}	10^{-24}	10^{-21}	10^{-18}	10^{-15}

SIMBOLO	G	F	E	A	X	T	M
MULTIPLO	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^0	10^3	10^6

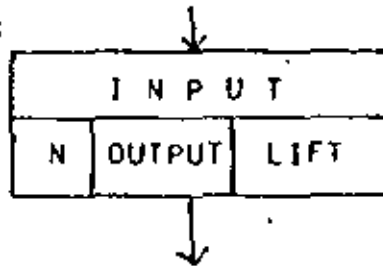
SIMBOLO	B	R	Q	V	S	P	C
MULTIPLO	10^9	10^{12}	10^{15}	10^{18}	10^{21}	10^{24}	10^{27}

SIMBOLO	N	D	Z
MULTIPLO	10^{30}	10^{33}	$>10^{33}$

VIII FUNCIONES INTRINSECAS

DELAYN.

Alteran la tasa de flujo que se mueve en el sistema, no añaden ni restan nada sólo retardan el flujo, las demoras pueden ser de varios ordenes de 1 a 5, DELAY1 a DELAY5 el orden de la demora coincide aproximadamente con la pendiente, cuando se aplica la demora a una función escalón al aumentar el orden la demora es menor. El símbolo para la demora es:



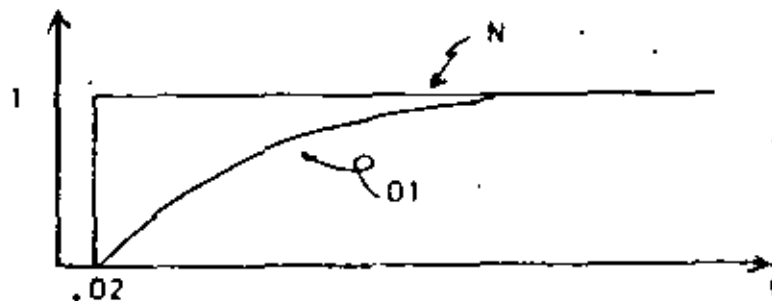
Una demora de orden N significa que la demora promedio LIFT se reparte en N intervalos consecutivos del sistema cuando este es estable. EJEMPLO:

Demora de primer orden:

$$O1.K1 = O1.JK + (DT)(N.JK - O1.JK) / DEM$$

$$DEM = 5$$

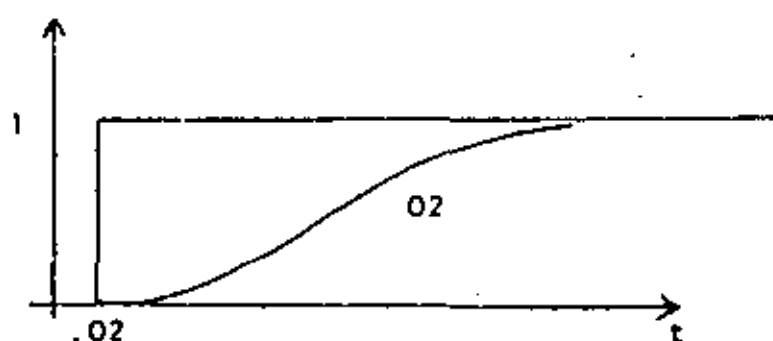
$$N.KL = STEP(1, 0.02)$$



Demora de segundo orden:

$$O2.KL = O2.JK + (DT)(R.JK - O2.JK) / DEM$$

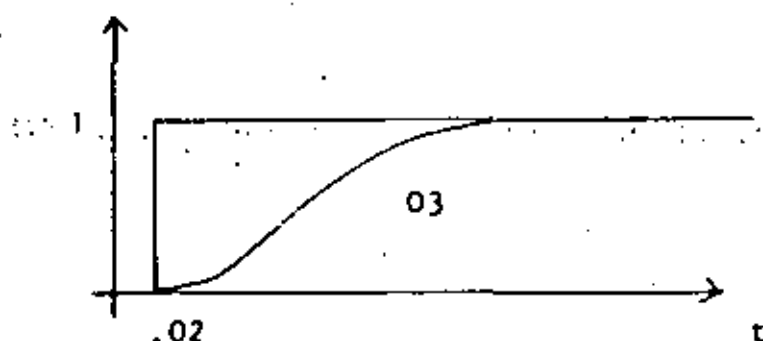
$$R.KL = R.JK + (DT)(N.JK - R.JK)(2) / DEM$$



Demora de tercer orden:

03, KL=DELAY3(N, JK, DEM)

De la demora de tercer orden hasta la de quinto orden se pueden escribir como la anterior ya que DYNAMO tiene definida interiormente esta función.



SIN, COS, SQRT, LOGN, EXP, SUMN.

SIN.

Calcula la función seno se introduce a la máquina como:

VALOR=(AMPLITUD)(SIN((2PI)(TIME,K)/PERIOD))

Por ejemplo para representar la función con una amplitud de 30 y un periodo de 20:

I, KL=(30)(SIN((2PI)(TIME,K)/P))

P=20

COS.

Es igual que SIN, pero se usa COS

SQRT.

VALOR=SQRT(ARG)

El valor del ARG debe ser mayor o igual a cero.

LOGN.

$$\text{VALOR}=\text{LOGN}(\pm \text{ARG})$$

Si se trata de logaritmos base 10:

$$\text{VALOR10}=(\text{COEF})(\text{LOGN}(\text{ARG}))$$

$$\text{COEF}=0.434$$

EXP

$$\text{VALOR}=(\text{COEF})(\text{EXP}(\pm \text{ARG}))$$

Se refiere a potencias de e.

SUMN (N=1,2,3)

Esta intrínseca se refiere a operaciones semejantes al producto interior que se ve en álgebra vectorial es muy útil para dar peso a las variables.

$$\text{VALOR}=\text{SUM1}(\text{ENTERO}, \text{NOMBRE})$$

Esta función da el siguiente valor:

$$\sum_{i=1}^N P_i$$

NOMBRE es una secuencia de valores que se da de la siguiente manera:

$$\text{NOMBRE}^*=6/8/7/3$$

$$V.K=\text{SUM1}(4, \text{NOMBRE})$$

$$V.K=24.$$

La forma de SUM2(N,P,Q) es:

$$\text{VALOR}=\text{SUM2}(\text{ENTERO}, N1, N2)$$

y arroja el valor:

$$\sum_{i=1}^N P_i Q_i$$

La forma de SUM3(N,P,Q,R) es:

$$\text{VALOR}=\text{SUM3}(\text{ENTERO}, N1, N2, N3)$$

y arroja el valor:

$$\sum_{i=1}^N P_i Q_i R_i$$

por ejemplo:

$$N1^* = x_1/x_2/x_3/x_4$$

$$N2^* = y_1/y_2/y_3/y_4$$

$$N3^* = z_1/z_2/z_3/z_4$$

entonces VALOR será :

$$VALOR = x_1 y_1 z_1 + x_2 y_2 z_2 + x_3 y_3 z_3 + x_4 y_4 z_4$$

BOXLIN, BOXCYC, PULSE, RAMP, SAMPLE, STEP

BOXLIN.

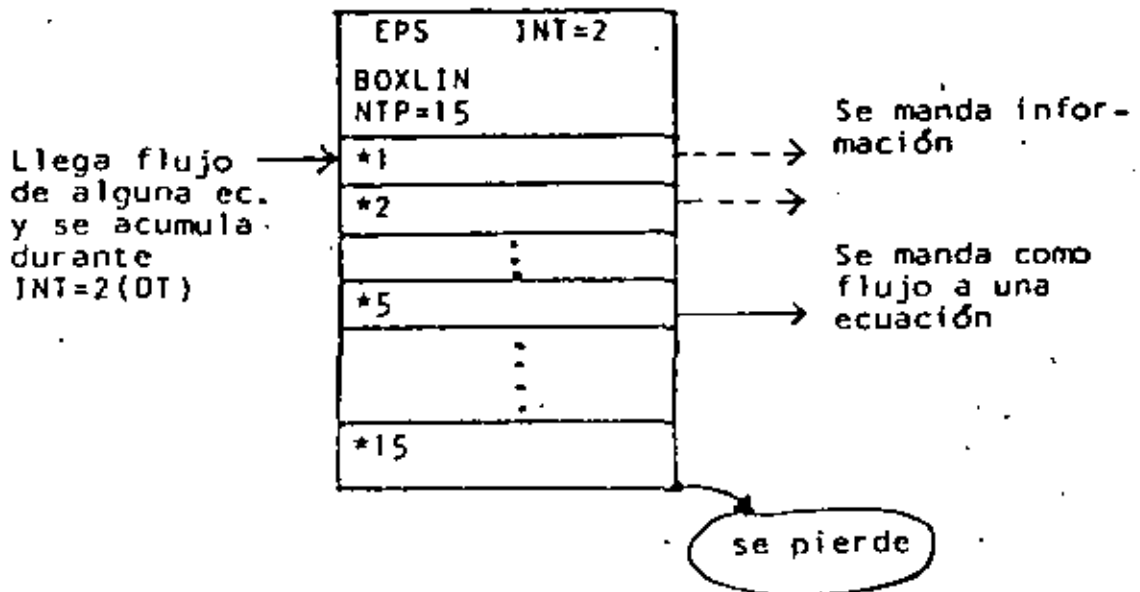
Especifica una progresión lineal descartando el último término:

$$EPS = BOXLIN(NTP, INT)$$

EPS es el nombre que se le da a la progresión.

NTP es el número de términos de la progresión.

INT es el intervalo después del cual la progresión se corre, descartando el último valor.



Cada celda se identifica como:

$$EPS^*1, EPS^*2 \dots \dots \dots EPS^*15$$

También puede dársele valor a las celdas con:

$$EPS^* = N1/N2/\dots /NM$$

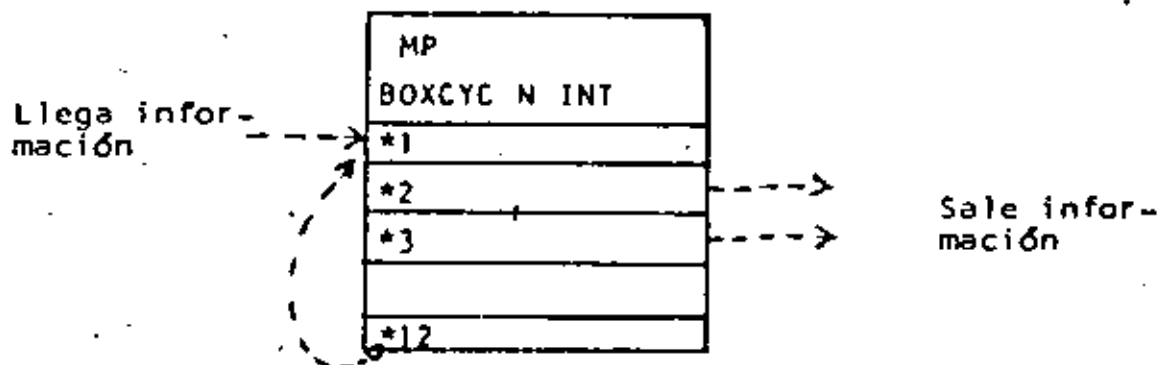
o con:

$$EPS = BOXLOAD(VAR1, VAR2)$$

Esta última ecuación ocasiona que todas las celdas se carguen con el producto de $VARI \cdot VAR2$, si queremos cargar una celda en especial por ejemplo la 5, usamos:
 $EPS*5.K=EXPRESION$.

BOXCYC.

Es análoga a BOXLIN salvo que en lugar de descartar el último valor de la progresión, lo recircula de la última celda a la primera. Se carga igual que BOXLIN



Recicla la última celda
 $MP=BOXCY(N,INT)$

PULSE.

$VALOR=PULSE(+HEIGHT, FIRST, INTERVAL)$

Esta intrínseca hace que VALOR cambie súbitamente de cero a $(+HEIGHT)(DT)$ y otra vez a cero comenzando en el instante FIRST y cada período de tiempo INTERVAL. HEIGHT, FIRST y INTERVAL pueden ser constantes o variables.

RAMP

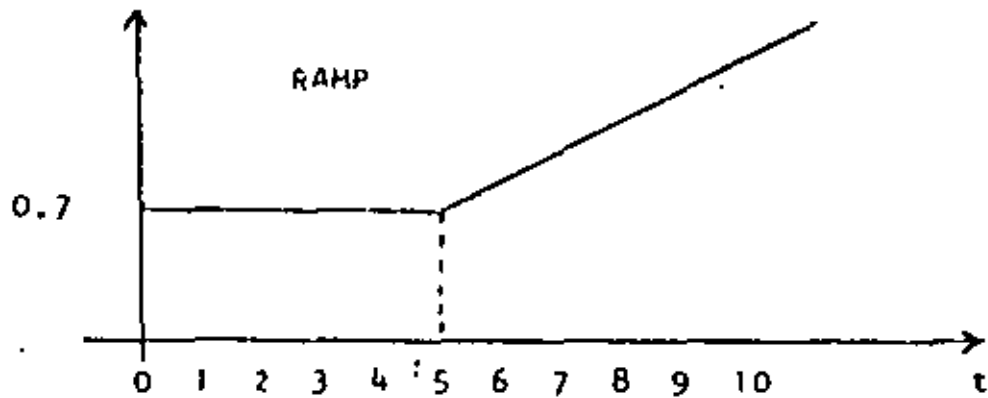
$VALOR=RAMP(+SLOPE, STARTTIME)$

RAMP tiene un valor constante hasta el momento STARTTIME en el que empieza a crecer $+SLOPE$ cada DT.

En el caso de que se quiera que tenga un valor inicial de 0.7 y que en el tiempo 5 empiece a crecer se tendrá:

$RMP.K=0.7+RP.K$

$RP.K=RAMP(1,5)$



SAMPLE.

$$\text{VALOR}=\text{SAMPLE}(\text{SUB},\text{INT})$$

Se puede dar valor inicial a SAMPLE de otra forma vale cero hasta que el tiempo de simulación llega a INT en ese momento toma el valor de SUB.

Ejemplo:

$$S=\text{SAMPLE}(R,10)$$

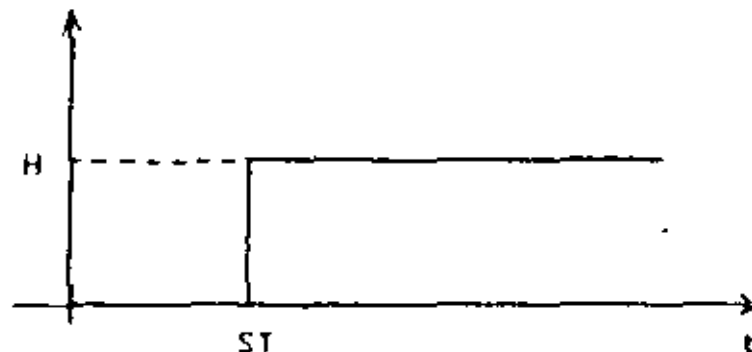
$$R.K=\text{RAMP}(0.1,10)$$

Cuando el tiempo =0, S=0 durante 10 periodos, cuando t=10 S= al valor que tenga R en el instante t=10, y este valor lo conserva durante 10 periodos de tiempo al final de estos 10 periodos S toma el valor que tenga R en ese instante y lo conserva 10 periodos, etc,etc.

STEP.

$$\text{VALOR}=\text{STEP}(\text{H},\text{ST})$$

VALOR adquiere el valor H en el momento ST y lo conserva hasta finalizar la simulación.



CLIP, MAX, MIN, SWITCH, TABLE

CLIP.

VALOR=CLIP(V2,V1,A2,A1)
VALOR=V1 si A1 > A2
VALOR=V2 si A1 ≤ A2

MAX.

VALOR=MAX(A1,A2)
Elige el valor máximo A1 o A2 si A1=-A2 :
VALOR=valor absoluto.

MIN.

VALOR=MIN(A1,A2)
Elige el valor mínimo.

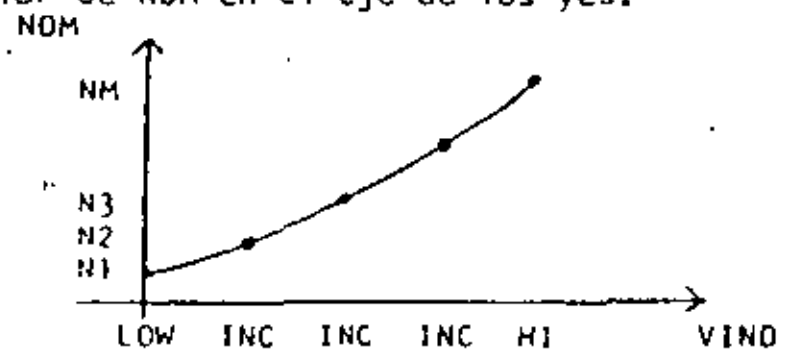
SWITCH.

VALOR=SWITCH(VARI,VAR2,ARG)
VALOR=VARI si ARG=0
VALOR=VAR2 si ARG≠0

TABLE.

VALOR=TABLE(NOM,VIND,LOW,HI,INC)
NOM*=N1/N2/...../NM

Esta intrínseca permite hacer una gráfica NOM y VIND en donde VIND tiene un valor mínimo de LOW y un valor máximo de HI y la escala (eje de las x) tiene valores de incremento de INC en INC. A cada valor de VIND corresponde un valor de NOM en el eje de las y.



Para valores intermedios la máquina interpola linealmente.

Los valores con los que se entra a la tabla son los de VIND y sale con valores de NOM.

NOISE, NORMRN

NOISE.

Es una función uniformemente distribuida que puede usarse como muestra de ruido blanco.

$$\text{VALOR}=(\text{RANGO})\text{NOISE}$$

Da un valor pseudoaleatorio en el rango de $-\text{RANGO}/2$ a $+\text{RANGO}/2$.

Ejemplo: $\text{UNIFORM}=(10)\text{NOISE}$

Esta ecuación da variables aleatorias en el intervalo $-5,5$ para generar estos valores existe un método estándar congruente, siempre que se invoque esta función dará los mismos números aleatorios si queremos que los cambie usamos: $\text{NOISE}=\text{N}$ N es un número entero menor que: 549755813888.

NORMRN.

Genera variantes pseudoaleatorias a partir de la distribución de Gauss con una media= MEAN y una desviación estándar=ST y tiene la forma:

$$\text{VALOR}=\text{NORMRN}(+\text{MEAN},\text{ST}).$$

IX. FUNCIONES MACRO

Cuando al modelar se encuentra un patrón en la forma de las ecuaciones, o sea que se encuentran varios conjuntos de ecuaciones exactamente del mismo tipo, pero con diferentes valores, entonces es conveniente declarar una función MACRO y sólo definir los diferentes valores cada vez que se necesite. Una declaración MACRO requiere de tres elementos básicos; la palabra MACRO y después de dejar un espacio la función, ejemplo:

```
COLUMNA
1      7
MACRO SMOOTH(IN,DEL)
```

A continuación el conjunto de ecuaciones y al final la palabra MEND a partir de la primera columna; las variables que se encuentran en la función se escriben igual en la declaración MACRO; pero si aparecen otras variables en el conjunto de ecuaciones (llamadas variables locales) deben empezar con el signo \$. Veamos un ejemplo:

```
MACRO DELAY(IN,DEL,L1,L2,L3)
L1.K=L1.J+(DT)*(IN.JK-SR1.JK)
SR1.KL=L1.K/SDLY.K
L2.K=L2.J+(DT)*(SR1.JK-SR2.JK)
SR2.KL=L2.K/SOLY.K
DELAY.K=SR3.JK)
SDLY.K=DEL.K/3
L1=(SOLY)(IN)
L2=L1
L3=L1
MEND
```

para llamar a una función MACRO y encontrar su valor para poder usarlo en algún otro lado:

```
V.K=DELAY(IN,DEL,L1,L2,L3)
pero ya con los valores numéricos de IN,DEL,L1,L2,L3 .
```

X INSTRUCCIONES Y TARJETAS DE CONTROL PARA PROCESAR DYNAMO.

1. Para procesar a través de tarjetas:

A Tarjetas de control 1a. parte.

B Programa DYNAMO

C Tarjetas de control 2a. parte.

A:

COLUMNAS

1 7

?JOB CUALQNOMBR;USER=FM98/DL;CLASS=3;BEGIN

?EXECUTE *DYNAMO/DISK;

?EBCDIC DYNAMOINPUT

B: Programa DYNAMO:

La primera tarjeta es el nombre de un archivo de referencia del programa fuente en ALGOL CON SIETE CARACTERES o

menos: COLUMNA

1 7

PREFIJO/SUFIJO

tarjeta 1.

La siguiente tarjeta tiene las opciones DYNAMO

COLUMNA

1 7

DYNAMO NOZIP OPCION OPCION OPCION

tarjeta 2.

Las opciones que maneja DYNAMO son:

NARROW.

Las gráficas de salida y las listas se imprimen en un formato angosto de 72 columnas, esto limita el número de columnas en las listas a 8.

WIDE.

Da una impresión de 120 columnas y se pueden usar hasta 14 columnas de listas. Puede graficarse hasta 10 variables por gráfica.

DLIST.

Esta opción hace que aparezcan impresas las ecuaciones del modelo cuando se procesa por terminal.

CODE.

Enlista el programa fuente que DYNAMO creó en ALGOL DUMP.

Imprime la estructura de información que maneja DYNAMO para el programa en cuestión.

NOZIP.

Nada más se usa en BATCH inicia un ZIP (conecta) al compilador ALGOL siempre y cuando no se hayan detectado errores.

Las opciones se pueden colocar en las columnas de la 7 a la 72, cuando se usa más de una opción se pueden colocar en la misma tarjeta separadas por un espacio en blanco, las tarjetas o tarjeta de opciones pueden colocarse en cualquier lugar del programa.

La siguiente tarjeta tiene RUN en las primeras tres columnas y a partir de la séptima un nombre que empiece con carácter alfabético y de hasta 72 caracteres, en las impresiones sólo aparecen los 6 primeros caracteres.

COLUMNAS	tarjeta 3:
1 7	
RUN	CUALQUIERNOMBRECON72CARACTERESSOLOIMP6

Después del RUN comienzan las ecuaciones DYNAMO.

NOTA. Para introducir comentarios en las ecuaciones basta dejar un espacio después del último carácter y escribir cualquier comentario, número o símbolo hasta la columna 72 inclusive o escribir una tarjeta con los caracteres NOTE a partir de la primera columna y escribir lo que se quiera a partir de la séptima columna, si no se escribe nada en los listados aparece un renglón en blanco, o sea que las ecuaciones correspondientes a la tarjeta anterior y posterior a la que tiene NOTE aparecen separadas por un renglón en blanco.

Si se quiere realizar pruebas con el modelo cambiando el valor de los parámetros, esto puede hacerse colocando otro RUN con otro nombre al final del programa DYNAMO anterior y a continuación tarjetas con los valores de los parámetros nuevos, no se permite cambiar variables ni tablas en estas corridas sucesivas, resumiendo:

```
PREFIJO/SUFIJO1
DYNAMO NOZIP NARROW
RUN PROGRAMA PARA EL CURSO QUE SE IMPARTIRA ..
NOTE
NOTE
```

Aquí se inserta el programa con sus ecuaciones.

```
RUN OTRACORRIDA VAMOS A MODIFICAR PARAMETROS.
NOTE
PARAMETRO=8
RUN OTRADIFERENTE
PARAMETRO=15
```

C. Tarjetas de control 2a. parte.

```
COLUMNA
1 7
?COMPILE NOMBQUALQ ALGOL:
ALGOL PROCESS=200;ALGOL IO=200;
PROCESS=200;IO=200;
?EBCDIC CARD
SSET BCL MERGE FORMAT
TARJETA EN BLANCO
TARJETA EN BLANCO
?REMOVE PREFIJO/SUFIJO1
?END JOB
```

NOTA. Después de JOB y COMPILE puede aparecer cualquier cosa de uno a diez caracteres, el nombre del listado que sale por la impresora en letras grandes es el que se haya colocado después de JOB.

2. Para procesar por terminal:

Existen dos formas:

- A. Introducir el programa con tarjetas perforadas y mandar a ejecutarlo desde la terminal.
- B. Escribir el programa directamente en el teletipo.

Para introducir las tarjetas según A hay dos formas. La primera consiste en introducir las tarjetas para que sean leídas, ir a la terminal y mandar ejecutar el programa con la instrucción:

```
EXECUTE *DYNAMO/DISK
```

Una vez realizada esta instrucción se espera en la impresora de línea los resultados.

La segunda consiste en usar las siguientes tarjetas de control para que se forme un archivo en disco (DATA)

```
COLUMNA
1      7
?JOB INF :USER=AP82/PN;CLASS=3;BEGIN
?RUN *SYSTEM/DUMPALL("CRDDSK N1 N2");
DATA N1
:
:
:
?END JOB
```

Al procesar el programa por terminal debe usarse la instrucción REMOTE a partir de la primera columna en una sola tarjeta en lugar de PREFIJO/SUFIJO1 .

Una vez leídas las tarjetas anteriores o escritas directamente en el teletipo se procede como sigue:

Se forma un archivo que se llame DYNAMOINPUT con las instrucciones CANDE siguientes: MAKE DYNAMOINPUT SEQ , se escriben las ecuaciones del programa en este archivo y se guarda con la instrucción SAVE.

Si se usan las tarjetas el archivo aparece con el nombre N2 y se le cambia el nombre de la siguiente manera:

```
TITLE N2 TO DYNAMOINPUT
```

Después de esto se guarda (SAVE) y cuando la computadora conteste:

```
# DYNAMOINPUT SAVED
```

Damos la siguiente instrucción:

EXECUTE *DYNAMO/DISK

y la máquina contesta:

#RUNNING

después de poco tiempo aparece en la pantalla:

#?

ENTER IN COLUMNS 1-15 THE NAME OF THE DISK FILE YOU WISH DYNAMO TO CREATE TO WRITE YOUR ALGOL SOURCE CODE. IF OUTPUT IS DESIRED ON THE LINE PRINTER ENTER C IN COLUMN 1 FOLLOWED BY FILENAME.

Entonces se escribe el nombre de este archivo:

PREFIJO/25 o lo que se quiera. La máquina contesta:

OK

(Si en las opciones DYNAMO colocamos DLIST aparece un listado de nuestras ecuaciones corregido por DYNAMO si es que encontró errores si no hubo errores aparece sólo la lista)

BURROUGHS B6700/B7700 DYNAMO LEVEL DYN 454: la fecha

INPUT PHASE BEGIM AT la hora.

Después de un cierto tiempo aparece el listado del programa DYNAMO, el primer renglón es la tarjeta DYNAMO.

Con cuando no se haya especificado DLIST y haya o no errores DYNAMO contesta:

INPUT PHASE BEGAN AT
GENERATION PHASE BEGAN AT
RUN PHASE GENERATED AT
PRINT PHASE GENERATED AT
PLOT PHASE GENERATED AT
ELAPSED COMPILATION TIME

Si hay errores aparece un aviso diciendo que las siguientes fases serán omitidas.

Si se colocó la letra "C" antes del nombre del archivo aparece el letrero:

PLEASE RECEIVE YOUR OUTPUT AT THE LINE PRINTER
ET= _____ PT= _____ IO= _____

Si no se puso la letra "C" aparece el siguiente mensaje:

PLEASE ENTER COMPILE (el nombre del archivo) WITH ALGOL.
THEN WAIT UNTIL YOUR TERMINAL REPORTS THAT YOUR COMPILATION IS COMPLETE. AFTER GOOD COMPILATION, ENTER EXECUTE (EL NOMBRE DEL ARCHIVO)

ET= _____ PT= _____ IO= _____

entonces uno escribe en el teletipo:

COMPILE PREFIJO/SUFIJ01 WITH ALGOL y la máquina contesta:

#COMPILING

si no hubo errores aparece:

ET=..... PT=..... IO=.....

Entonces vuelve uno a escribir:

EXECUTE PREFIJO/SUFIJ01 y la máquina contesta:

#RUNNING

Después de un cierto tiempo aparece todo el programa en pantalla, esto si se usó DLIST si no sólo aparecen las listas y las gráficas. Si está uno en una terminal de rayos catódicos después de que se llena la pantalla aparece la leyenda PAGE que quiere decir que hay que apretar el RETURN del teletipo para que continúe, si está uno en un DEC-WRITER los resultados se irán escribiendo directamente. Si estamos en una terminal de pantalla y una vez obtenida la salida deseamos una impresión por la impresora de línea, damos la siguiente instrucción:

EXECUTE PREFIJO/SUFIJ01;FILE W9900(PRINTER), esto imprime sólo la salida, para imprimir el programa:

WRITE DYNAMOINPUT

XI. DESARROLLO DE UN EJEMPLO

Vamos a describir un proceso físico que consiste en el enfriamiento de agua caliente que se tiene en un calentador que está apagado, dicho calentador se encuentra en un cuarto a temperatura constante. Al enfriarse el agua se transfiere calor al cuarto a una rapidez que depende de la temperatura del agua, de su volumen y del material aislante que tiene el calentador. Este proceso continúa hasta que la diferencia entre la temperatura del cuarto y del agua sean iguales. Veamos como queda el modelo anecdótico:

MODELO ANECDÓTICO.

Existe un flujo de calor entre el medio ambiente del cuarto donde se encuentra un calentador con agua caliente apagado. La temperatura del agua indica la cantidad de calor almacenado. La transferencia de calor es proporcional a la diferencia entre la temperatura ambiente del cuarto y la temperatura del agua. La constante de proporcionalidad depende de las propiedades físicas del calentador de su volumen y de su material aislante.

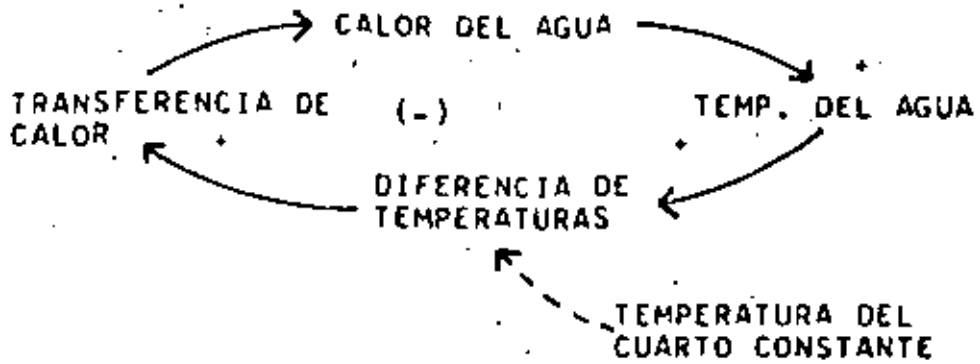
Elección de variables :

Calor del agua.....CA	(calorias)
Tasa de transferencia de calor.....TTC	(calorias/min)
Cte. de conversión calor-temp.....C1	(C°/caloria)
Cte. de transferencia de calor.....C2	(cal./C°/min)
Diferencia de temp. del agua y el cto. TC	(C°)
Temperatura del cuarto.....TC	(C°)
Temperatura del agua.....T	(C°)

Para obtener el diagrama causal se procede así:

¿Al aumentar el calor del agua, qué le pasa a la temperatura del agua? Aumenta, luego el signo junto a TEMP. DEL AGUA es +. En caso de que para diferentes etapas del modelo las variables cambien de signo pondremos +. Usando las reglas de los signos determinamos el signo del circuito, en este caso es (-).

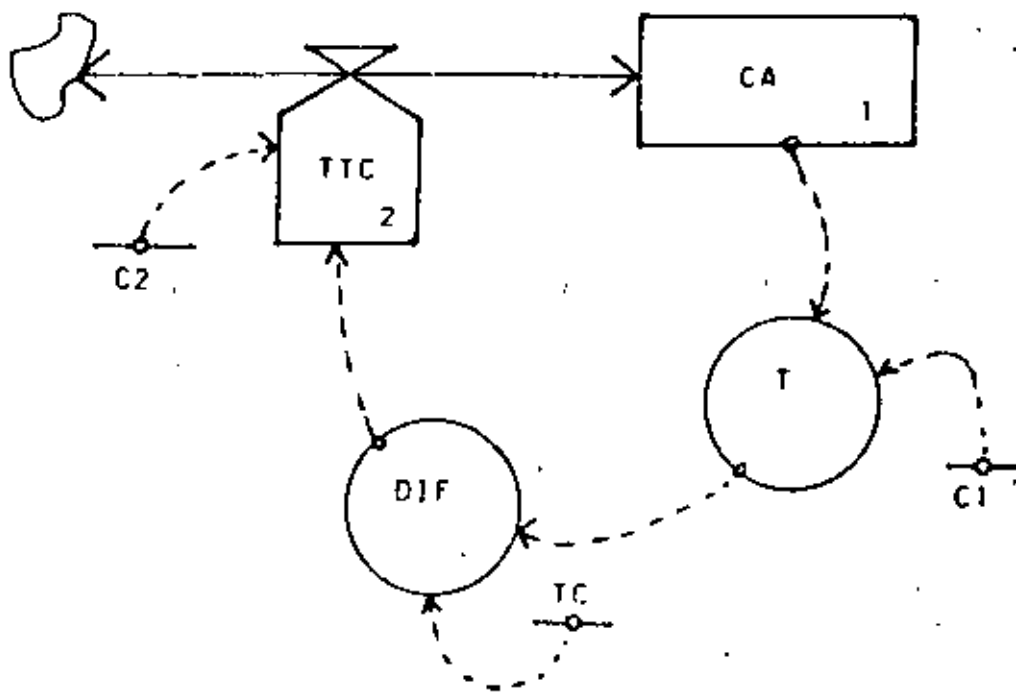
DIAGRAMA CAUSAL:



Los circuitos negativos se caracterizan por tender a una meta o límite que puede ser fijo o variable. Los circuitos positivos se caracterizan por crecer sin límite (explosivamente) o decaer a cero.

En todos los casos se trata de circuitos de retroalimentación positiva o negativa los que toman el control del sistema según las circunstancias de la simulación.

A continuación dibujamos el
DIAGRAMA DYNAMO:



La tasa de flujo TTC es controlada por C^u y por DIF que reciben información de T, TC y estos a su vez CA.

ECUACIONES DYNAMO.

CA,K=CA.J+(DT)(TTC.JK)	1
CA=T1/C1	
T1=200	
C1=1	
CA CALOR DEL AGUA	
TTC TASA DE TRANSFERENCIA DE CALOR	
T1 TEMPERATURA INICIAL	
C1 CONSTANTE DE CONVERSION DE CALOR A TEMP.	
TTC,KL=(C2)(DIF.K)	2
C2=0.1	
C2 CONSTANTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR	
DIF DIFERENCIA DE TEMP. ENTRE EL CUARTO Y EL AGUA	
T.K=(C1)(CA.K)	3
T TEMPERATURA DEL AGUA	
DIF,K=TC-T.K	4
TC=78	
TC TEMPERATURA DEL CUARTO	

Veamos como queda el programa para procesarlo en BATCH:

COLUMNA	
1 7	
?JOB AGUACALI ; USER=FA83/CL;CLASS=4;BEGIN	
?EXECUTE *DYNAMO/DISK;	
?EBCDIC DYNAMOINPUT	
MANUAL/OCT80	
DYNAMO NOZIP	
RUN AGUA FRIA	
NOTE	
CA,K=CA.J+(DT)(TTC.JK)	1
CA=T1/C1	
T1=200	
C1=1	
NOTE	
TTC,KL=(C2)(DIF.K) TASA DE TRANSF. DE CALOR	2
C2=.1	
NOTE	
T.K=(C1)(CA.K) TEMP. DEL AGUA	3
NOTE	
DIF,K=TC-T.K DIFERENCIA DE TEMP.	4
TC=78	
NOTE	
NOTE TARJETAS DE CONTROL DE IMPRESION Y GRAFICACION	
NOTE	
PRINT 1)T/2)TTC,CA/3)*/4)*/5)DIF	
PLOT T=T,TTC=H,DIF=C,CA=3	
SPEC DT=1/LENGTH=40/PRTPER=1/PLTFR=1	

RUN ENFRIAR2 CUARTO MAS CALIENTE
TC=88

RUN ENFRIA3 CUARTO MUCHO MAS FRIO
TC=50

NOTE LE HEMOS AÑADIDO AL MODELO ORIGINAL ESTAS DOS
NOTE CORIDAS DONDE CAMBIAMOS LAS TEMPERATURAS DEL CUARTO.

?COMPILE EXPR ALGOL;

ALGOL PROCESS=200; IO=200;

?EBCDIC CARD

SSSET BCL.MERGE FORMAT

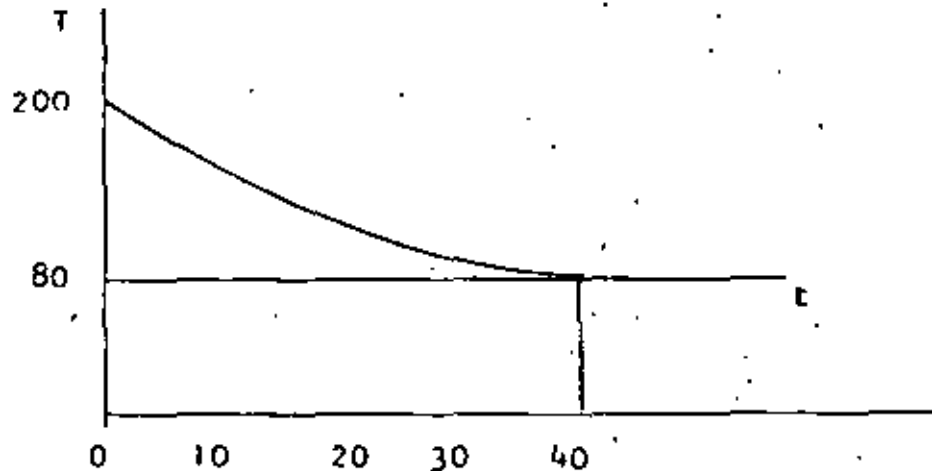
TARJETA EN BLANCO

TARJETA EN BLANCO

?REMOVE MANUAL/OCT80

?END JOB

RESULTADOS DE LA SIMULACION.



TIEMPO	CA	T	DIF	TTC
0	200	200	-122	-12.2
1	187.8	187.8	-109.8	-10.98
2	176.82	176.82	-98.82	-9.88
3	166.94	166.94	-88.94	-8.89
.
.
40	80	80	.	.

NOTA:

Los resultados de la simulación se obtienen en el listado y contienen en primer lugar una lista de las variables con su referencia de tiempo y cada variable lleva una indicación sobre la potencia a la que hay que elevar el número que aparece abajo de la variable, esta indicación consiste en una letra E seguida del signo (+) o (-) y el número al que hay que elevar en potencias de diez, los números que aparecen en las columnas.

Después imprime las gráficas y vuelve a empezar con ENFRIAR2 hace otras listas y otras gráficas y sigue con ENFRIA3.

XII . ANALISIS DE SENSIBILIDAD

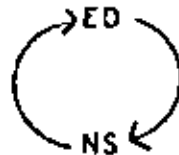
El análisis consiste en revisar para ver si existen algunos valores de las variables o de los parámetros que al variar un rango pequeño, hagan variar fuertemente el comportamiento del sistema. En algunos casos se busca evitar las oscilaciones del sistema haciéndolo estable mediante la reducción o aumento de los parámetros para lo cual el análisis de sensibilidad es inminente.

XIII. DESARROLLO DE OTROS EJEMPLOS

MODELO DINAMICO DE SIMULACION DEL DESARROLLO URBANO I

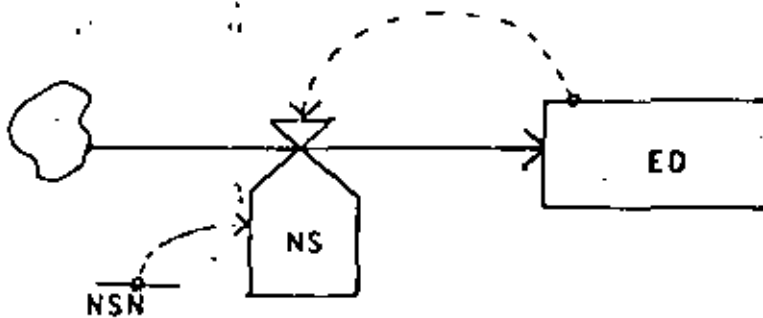
Este modelo se refiere al inicio de los estudios de los mecanismos existentes en el ámbito urbano. Nos referiremos al mecanismo que existe entre la construcción de edificios (NS) y los edificios ya construidos (ED).

Veamos el diagrama causal:



O sea que al aumentar el número de edificios también aumenta la construcción de los mismos.

El diagrama DYNAMO es :



ECUACIONES DYNAMO:

Los edificios actuales son iguales al número que había el año pasado más los que se construyeron durante el período de tiempo DT (un año).

$$ED.K = ED.J + (DT)(NS.JK)$$

Supondremos que ya existen ciertos edificios ED digamos que sean 1000 de valor inicial.

$$NS.KL = (ED.K)(NSN)$$

Se presenta a continuación una copia realizada en la terminal.

*B6700:126 CANDE 30.140; YOU ARE DLSPF11(24)
*INVALID USERCODE SYNTAX, ENTER USERCODE PLEASE.
FAB3/BL

* DEFAULT PRINT DESTINATION=SITE
TECLEE NEWS PROXIMOS SEMINARIOS
*SESSION 1241 10133136 10/27/80

MAKE DYNAMOINPUT
#WORKFILE DYNAMOINPUT: SEQ
SEQ_____

100 REMOTE
200 DYNAMO DLIST NARROW CODE
300 RUN EDNEG1
400 NOTE
500 NOTE MECANISMOS DEL AMBITO URBANO, CONSTRUCCION DE EDIFICIOS=
600 NOTE NS, EDIFICIOS CONSTRUIDOS=ED, TASA NORMAL DE CONST=NSN
700 NOTE
800 ED.K=ED.J+(DT)(NS.JK)
900 ED=EDI
1000 EDI=1000
1100 NS.KL=(ED.K)(NSN)
1200 NSN=.07
1300 PRINT 1)ED/2)NS
1400 PLOT ED=E(0,8000)/NS=N(0,000)
1500 SPEC DT=.5/LENGTH=30/PRINTER=2/PLTPER=1

*
SA
*WORKSOURCE DYNAMOINPUT SAVED; OLD SOURCE REMOVED
EXECUTE #DYNAMO/DISK
*RUNNING 1347
*T

ENTER IN COLUMNS 1-15 THE NAME OF THE DISK FILE YOU WISH
DYNAMO TO CREATE TO WRITE YOUR ALGOL SOURCE CODE. IF OUTPUT
IS DESIRED ON THE LINE PRINTER ENTER C IN COLUMN 1 FOLLOWED
BY FILENAME

URB/180

OK

BURROUGHS B6700/B7700 DYNAMO LEVEL DYN454110/28/80

INPUT PHASE BEGIN AT 10:43 4

DYNAMO DLIST NARROW CODE
RUN EDNEG1

MECANISMOS DEL AMBITO URBANO, CONSTRUCCION DE EDIFICIOS=
NS, EDIFICIOS CONSTRUIDOS=ED, TASA NORMAL DE CONST=NSN

ED.K=ED.J+(DT)(NS.JK)
ED=EDI
EDI=1000
NS.KL=(ED.K)(NSN)
NSN=.07

PRINT 1)ED/2)NS
PLOT ED=E(0,8000)/NS=N(0,000)
SPEC DT=.5/LENGTH=30/PRINTER=2/PLTPER=1

INPUT PHASE CONCLUDED AT 10:43 40

GENERATION PHASE BEGAN AT 10:43 43

```

*SET BCL RESET LIST
BEGIN INTEGER W3000,W3001,W3002,W3003,W3004,W3005,W3006,W3007,W3009,W3
010,W3011,W3012,W3000;BOOLEAN W2500;ALPHA W3500,W3501,W3502,W3503,W3504,
W3505,W3506,W3507,W3508,W3509,W3510,W3511,W3521,W3522,W3523; FILE W9
900(MYUSE=2,INTMOD=3,KIND=3,BUFFERS=2,MAXRECSIZE=9) ;FORMAT W9910(/
X10,*STARTED TO RUN CODE A1 *,SA6/),W9915(20A6),W9913(/X2,*FINISHED RUN
NUMBER *,A6,* AT *,SA6),W9921(*PAGE *,I2,X4,A6/),W9925(X20,SA6);
LABEL W6654; FILE W9901(MYUSE=2, INTMOD=3, KIND=1, BUFFERS=2, AREAS=
20, AREASIZE=1000, TITLE= D*W/DYNAMIC/DINARY.*, SAVLACTOR=1,
MAXRECSIZE= 4);DEFINE DUC=SPACE 1;REAL LENGTH,PI,NSH,PLSER,DI,N
SMAXO,NSMINO,ED,EDMAXO,EDMINO,PRTPER,EDI, TIMEX,W3901,W3900; REAL
ARRAY NSC0:1),W3499C0:4); DEFINE W111;TIME=TIME*5; LIST W9957(FOR
W3005:=0 STEP 1 UNTIL 400 W3499(W3005)); PROCEDURE W2998();VALU
E T;REAL T;BEGIN INTEGER A,B,C,D;PROCEDURE CLOCK(W,D,C,D);VALU
E W;INTEGER B,C,D;POINTER W;BEGIN POINTER DI,S;ARRAY LOCAL0:0;REPLACE DI;POINTER
(LOCAL0) BY B FOR 20 DIGITS, C FOR 20 DIGITS, D
FOR 40 DIGITS;IF SI:= POINTER(LOCAL0)=0 THEN BEGIN REPLACE DI;
FORBY *SI:= SI+1;END ELSE REPLACE DI; WIZDY SI:SI FOR 1;REPLAC
E DI:DI BY SI:SI FOR 1, *SI:SI FOR 2
*, *;REPLACE DI:DI BY SI FOR 4, *END CLOCK
;A:= ENTIER(T);B:= A DIV 20;C:=A MOD 20;D:=C- A)*1000
;CLOCK(POINTER(W3499C0),D,C,D);END W2998;PROCEDURE W2999();VALU
E T;BEGIN LABEL X;INTEGER L,M,N;ALPHA ARRAY A,B,C;PROCEDURE LINE(PL
ACE,DAY,L,MONTH,M,YEAR,N);VALU E PLACE,DAY,L,MONTH,M,YEAR;INTEGER L,M,N
;POINTER YEAR,MONTH,DAY,PLACE;BEGIN POINTER SI;REPLACE PLACE BY DAY(C L
FOR L, SI;MONTH;1 FOR 7, SI+1 FOR M, YEAR;6 FOR 2,
* FOR N END; PROCEDURE LIT;
A);VALUE A;POINTER A;BEGIN POINTER SI,DI;ARRAY LOCAL0:2;SI:= A;D
I:= POINTER(LOCAL0);THRU 300 BEGIN REPLACE DI; DI:DI BY SI:SI FO
R 6;END;REPLACE A BY POINTER(LOCAL0);FOR 300 BEGIN END;LIT;FALL
HA ARRAY MNL0:11,0:11,DAYS0:12;FILL DAYS0*JWITH*000*,*031*,*059*,
*090*,*120*,*150*,*181*,*212*,*243*,*273*,*304*,*334*,*365*;FILL MNL0,*J
WITH* JANUAR*,*Y 12 4*;FILL MNL1,*JWITH* FEBRUAR*,*Y 12 5*;FILL MNL2,*J
WITH* MARCH *,*Y 12 2*;FILL MNL3,*JWITH* APRIL *,*Y 12 2*;FILL MNL4,*J
WITH* MAY 1*,*Y 12 1*;FILL MNL5,*JWITH* JUNE 1*,*Y 12 1*;FILL MNL6,*J
WITH* JULY 1*,*Y 12 1*;FILL MNL7,*JWITH* AUGUST*,*Y 12 3*;FILL MNL8,*J
WITH* SEPTEM*,*YER 196*;FILL MNL9,*JWITH* OCTOBER*,*Y 12 4*;FILL MNL10,*
JWITH* NOVEMB*,*YER 19 5*;FILL MNL11,*JWITH* DECEMB*,*YER 12 5*;FILL;
T,L29;12;ALOJ:= T,L17;10;DI INTEGER(POINTER(BLOJ),2)MOD 4=0AN
D INTEGER(POINTER(AOJ),3)>31 THEN FOR N := 2511 UNTIL 1200 DAYSIN
3:= DAYS(N);1;FOR N:= 1511 UNTIL 1200 IF ALOJ LEQ DAYS
E;THEN GO TO X;X:REPLACE POINTER(AOJ,3) BY (INTEGER(POINTER(AOJ,3)+
3) - INTEGER(POINTER(DAYSIN-1),6)+5,3) FOR 3 DIGITS; IF INTEGER(DINT
R(AOJ,6)+5,3)>9 THEN L :=2 ELSE L:=1; N:=MNL L,1,1,1,3;4;PI:=15 M LINE
(POINTER(W3499C2),POINTER(AOJ),L,POINTER(MNL L,0)),N,POINTER(BLOJ),1)
;LIFT(POINTER(W3499C2));END W2999; REAL PROCEDURE LOG(A);VALU
E A;REAL A;IF A>0 THEN LOG := LN(A)/2.302585093;ELSE LOG:=0; REAL PRO
CEDURE CLIP(G,L,N,C);REAL G,L,N,C;BEGIN IF N<0 THEN CLIP:=L ELSE CLIP:=
G END; PROCEDURE BOXCYC(N,I,D);VALU E N;INTEGER N,I;ARRAY BLOJ
;BEGIN IF BLOJ=0 THEN BLOJ:=T;IF TIMEX GEN BLOJ DI;2;THEN BEGIN RE
S;S:= BLOJ;DO DEN;S:= BLOJ;DO DEN;S:= BLOJ;DO DEN;S:= BLOJ;DO DEN;
;BLOJ:= BLOJ;END;END; PROCEDURE BOXLINE(N,I,D);VALU E N;INTEGER
N,I;ARRAY BLOJ;BEGIN IF BLOJ=0 THEN BLOJ:=I;IF TIMEX GEN BLOJ D
I;2;THEN BEGIN DO DEN;S:= BLOJ;DO DEN;S:= BLOJ;DO DEN;S:= BLOJ;DO
DEN;END; END; PROCEDURE BOXLUA (I,D,N);VALU E I,D,N;ARRAY ILO

```



```

)REAL P,Q;INTEGER N;BEGIN DO I:=1 UNTIL (N=N-1) DO I:=0 END
)
  BOOLEAN W99NOISE,W99NOIS9;REAL PROCEDURE NOISE;NOISE:=REAL(W9
9NOISE:=
  BOOLEAN(2045*REAL(W99NOISE)+21152/139)AND BOOLEAN(2**27-1
)) OR W99NOIS9)-0.5; REAL PROCEDURE NORMRN(M,S);VALUE M,S;REAL M,S;BE
GIN INTEGER I;REAL R;R:=0;FOR I:=1 STEP UNTIL 12 DO R:=R+NOISE;
NORMRN:=R*S+M END NORMRN);
  REAL PROCEDURE PULSE(P,Q,R,T);VA
LUE P,Q,R;REAL P,Q,R,T;BEGIN IF TIME<
NEU 0 THEN IF TIME<0
T/2 THEN BEGIN PULSE:=P; I:=I+R
END ELSE PULSE:=0 ELSE IF I:=0 NEU
0 THEN PULSE:=0 ELSE PULSE:=P END;
  REAL PROCEDURE SAMPLE(P,Q,T,V);V
ALUE P,Q;REAL P,Q,T,V;BEGIN IF TIME<
NEU 0 THEN BEGIN IF TIME<0
DT/2 THEN BEGIN V:=P; I:=I+Q
END END ELSE I:=0;SAMPLE:=V END;
  REAL PROCEDURE W99STEP(P,Q,V);VALUE P,Q,V;REAL P,Q,V;IF TIME<
DT/2 THEN W99STEP:=P ELSE W99STEP:=V;
  REAL PROCEDURE RAMP(P,Q,V);VALUE
P,Q,V;REAL P,Q,V;IF TIME<0
DT/2 THEN RAMP:=
P+V ELSE RAMP:=V;
  REAL PROCEDURE SWITCH(G,L,N);REAL G,L,N;BEGIN IF N=0 THEN SWITCH:=G ELSE S
WITCH:=L END ;
  REAL PROCEDURE TABLN(N,P,L,R);REAL P,L,R;REA
L ARRAY N(*);BEGIN INTEGER I,J;REAL U;IF I<0 THEN TABLN:=N+1 ELSE IF
(I:=ENTIER((P-F)/R))<0 THEN (J:=ENTIER((L-F)/R)) THEN TABLN:=N+J
ELSE
  TABLN:=(Q-I) TIMES (N+1);N+1) END;
  REAL PROCEDURE S
UM1(N,P);VALUE N ;INTEGER N;ARRAY P(*);BEGIN INTEGER I;REAL R;DO R:=R+
P[I];I:=I+1 UNTIL I<=N;SUM1:=R END;
  REAL PROCEDURE SUM2(N,P,Q);VALUE
N ;INTEGER N;ARRAY P(*) ,Q(*) ;BEGIN INTEGER I;REAL
R;DO R:=R+P[I]+Q[I];I:=I+1 UNTIL I<=N;SUM2:=R
  REAL PROCEDURE SUM3(N,
P,Q,R);VALUE N ;INTEGER N;ARRAY P(*) ,Q(*) ,R(*) ;BEGIN INTEGER I;REAL
S ;
  S:=
  S+P[I]+Q[I]+R[I] UNTIL I<=N;SUM3:=S
  END;
  REAL PROCEDURE RAMP1(P,Q,V);VALUE P,Q,V;REAL P,Q,V;IF TIME<0
DT/2 THEN RAMP1:=
(TIME-Q)*P+V ELSE RAMP1:=V;
  W3004:=1;W2792(
TIME(0))
  WRITE(W9900(SKIP 1)); W3500:=
  'LUREG1';
  WRITE(W9
900
  ,W9921,W3004,W3500);W3004:=W3004+1
  W2792(1);ML(1)/3600;WRI
TE(W9900,W9925,W9959);
  FOR W3003:=15;I:=1 UNTIL 100
  BEGIN LABEL W401
2;LIST W9940(TIME,
  NS(W3003),ED);
  BEGIN LABEL W4405,W4005;
  W3006:=W3900:=TIME:=0;W3001:=1;P1:=
  3.1415926535897; W99NOIS9:=BOULLE
  N
  (016*98*(46:10:11));
  PRTPER:=2;PLTPER:=1;D1:=.5;
  W3901:=
  IF PLTPER<GTR
  PRTPER AND PRTPER<NEU 0 OR
  PLTPER=0 THEN PRTPER ELSE
  PLTPER;BEGIN LABEL W4444;
  FORMAT OUT W7742(X4,A6,2(X4,R11.4)
) LABEL
  W6001,W6002)
  SWITCH W6000:=
  W3001;
  GO TO W6000;W3003);
  W6001;PLTPER:=1;PRTPER:=2;LENGTH:=30;D1:=.5;NSN:=.0;ED1:=1000;LD:=ED1;N
  SC01:=(ED)*(NSN);GO TO W6002;W6002;
  NSMAX0:=NSMIN0:=NSLO;LDMAX0:=LDMIN0;
  =ED;
  W4444;END;W2792(TIME(1)/3600);WRITE(W7700,W7710,W7752);IF TIME<
:=0 STEP DT UNTIL 1
  LENGTH DO BEGIN IF TIME<DT
  THEN GO W4005;IF BOU
  LEAN(W3001) THEN BEGIN W3001:=0;W3000:=1
  END ELSE BEGIN W3001:=1;W3
  000:=0
  END;
  ED1:=ED+(DT)*(NS(W3001));
  NS(W3000):=(ED)*(NSN);
  W4405;W400
  5;
  IF TIME<DT/2
  OR TIME<DT THEN BEGIN LABEL W4444;L
  3900:=W3900+
  W3901;
  WRITE(W7701,W7740;
  IF NS
  (W3000);
  NSMAX0 THEN NSMAX0:=NS
  (W3000) ELSE IF NS
  (W3000)<NSMIN0 THEN NSM
  IN0:=NS
  (W3000);IF ED<LDMAX0 THEN LDMAX0:=ED
  ELSE IF ED<LDMIN0 THEN LDM
  IN0:=ED;W4444;
  END;END;REWIND(W7701);W3000:=
  W3001:=0;LN;
  BEGIN IF
  INTEGER LFR;
  FORMAT OUT W7711(X10,'STARTED PRINTING AT ',CA,7,7,W7710)

```

```

1,F7.*,X1,F7.*,X1,F7.*/) W7723( * TIME ED NS *)
W9922( X3,A4,X4,A4,X4,A4/); INTEGER ARRAY A1E0; 2 JARRAY
A2E0; 2 JALPHA ARRAY S0E0; 2JFLIST W7741( FOR W300
B:=OSTEP UNTIL 2 DOLA1LW300B),A2LW300B)) LABEL W3000,W4
001,W4002; PROCEDURE W0077(IMAX,SCALE,ORDINAL,EXPTUNENT,DECIMALPLACE
S)IVALUE IMAX;REAL IMAX,SCALE;INTEGER URDINAL;ALPHA ARRAY EXPTUNENT;IN
TEBER ARRAY DECIMALPLACESCOJ;BEGIN INTEGER I1,I2;ARRAY LOCALLOJ;I1;IF I1
I=ENTIER(LOO(IMAX)) GEQ 0 THEN I2:=0 ELSE I2:=1 FLOCALLOJ:=SCALE:=3
3((I1:= I1-2+I2)DIV 3);DECIMALPLACESURDINAL IJ:= ABS(I1 MOD 3 2-
I2);REPLACE POINTER(LOCALLOJ)I6 BY LOCALLOJ;FOR 2DIGITS;EXPTUNENT;URDINAL
I3:=01 'E' I23;5;6J(IF SCALE<0THEN 'ELSE I')C17;5;6J;LOCALLOJ;I1
I1;I2J;SCALE:=10**SCALE END W0077; REAL W7001,W7002,W7003,W7004;
IF PRTPER=0THEN GO TO W4002;W3507 := " " W3510:= " "
W0099(LENGTH,W7001, 1,SC,A1);W0099(MAX(ABS(LNMAXO),ABS(LNMINO))
,W7002, 2,SC,A1);W0099(MAX(ABS(NSMAXO),ABS(NSMINO)),W7003, 3,SC,A1)
W2500:= TRUE;W4000;W3007:= 0;WRITE(W7900 'SKIP 1 J');WRITE
(W7900 ,W7921,W3004,W3500);W3004:= W3004+1;IF W2500 THEN BEGIN
W2998(TIME(1)/3600);WRITE(W7900,W7911,W7957)END ELSE WRITE(W7900,DELJ,W7
915);WRITE(W7900,W7923 )IF W2500 THEN BEGIN W2500:= FALS
2;W3007 := 2 WRITE(W7900,W7922;FOR W300B:=0 STEP 1 UNTIL
2 DO SCLW300B) ;END;W4001: FOR W3007:= W3007 STEP 2W
HILE W3007+ 4 LEQ 52 DO BEGIN LABEL W4003,W4004;RLAB(W7701,*,W7740)W
4003J;IF LENGTH/W3901-(LFR:=LFR1)LEN 2 THEN GO W4003;A2L OJ:=W11111H
E/W7001;A2L IJ:=ED/W7002;A2L OJ:=NSLOJ/W7003; WRITE(W7900,W791
2;W7941); IF PRTPER> W3901 THEN SCALE(W7701,LEN;LFR(PRTPER W3901)
W3901))W4003J;GO TO W4004;W4003;REWIND(W7701);GO TO W4002;W4004;END;G
PRINT PHASE GENERATED AT 10:49 38
TO W4000;W4002;END;
BEGIN ALPHA ARRAY W3501E0;100J,W3502E0;140J,W3
520E-11;12J; FORMAT OUT W7912(X10,"DEGAN PLUTTING AT ",5A6/),W7917(O.U.1
,A1,XB,F8.1,A1,X11,F8.1,A1,X9,F8.1,A1,X1,A6/A1),W7914(A3, 3IA1,X1, 3A1);
REAL W0038, W0039,W0040,W0041,W0042,W0043,W0044,W0045; ALPHA PROCEDURE
W3596(W);ALPHA W;BEGIN POINTER P1,P2;ARRAY LOCALLOJ;LOCALLOJ:= W
;SCAN P2;P1:= POINTER(LOCALLOJ)I2;FOR 3 WHILE= "0"; W3596:=WJ "
C35;35;6*DELTA(P1,P2)END W3596;ALPHA PROCEDURE W3577(W);INTEGER
W;BEGIN ARRAY LOCALLOJ;I;REPLACE POINTER(LOCALLOJ)I2BY W FOR
6DIGITS;W3599:= LOCALLOJEND W3577; PROCEDURE W3570(W3000,W3502,
W3506,W3504)IVALUE W3000;INTEGER W3000;ALPHA W3504,W3503;ALPHA ARRAY W35
02E0J;BEGIN INTEGER W3001,W3002;LABEL W3000;W3002:=0;FOR W3001:= W3
000 STEP 2UNTIL 2DD BEGIN IF W3502EW3002J=" " THEN BEGIN W3502EW3002J:=
W3506;W3502EW3002I1J:= " " W3504;GO TO W4000 END ELSE IF W3502EW3
002J=W3506 THEN FOR W3000:=2STEP 1 UNTIL W3001 IIB IF W3502EW3002I
W3000J=" " THEN BEGIN W3502EW3002I;W3000J := " " W3504;GO TO W4000 END;W3
002:=W3002+W3001 END SEARCH;W4000;END OF W3570;PROCEDURE W3577(W3502,W
3612)IVALUE W3012;INTEGER W3012;ALPHA ARRAY W3502E0J;BEGIN INTEGER W3000
,W3001,W3002;BOOLEAN W2500;LABEL W4000,W4001,W4002;W3000:=W3002 :=0;FOR
W3012:= W3012 STEP UNTIL 2DD BEGIN W2500:=TRUE;FOR W3001:=0 STEP
1 UNTIL W3012-1DD IF W3502EW3000I;W3001J=" " THEN IF W2500 THEN GO TO W40
01 ELSE GO TO W4000 ELSE BEGIN W2500:= FALS;W3502EW3002J :=W3502E
W3000I;W3001J;W3002:= W3002+1;END;W3002:=W3002+1;W3000:= W3000+1;W3012 END;W40
01;FOR W3002:=IF W3002 NEQ 0 THEN W3002 IELSE 0STEP UNTIL 14DD W3502E
W3002J:= " "W4002;END; FILE W3520E*J;WRITE("Y","W","S","L","S","H","
","F","F","A","X","I","M","B","K","U","V","G","T","E","N","D","2"; IF P
RTPER=0THEN GO TO W4012;BEGIN LABEL W4007;INTEGER LINE;FORMAT W7723 ( "
ED=E, NS=N " /);FLIST W7742 (LJ,NSLOJ);ARRAY W1010,W1000,W102

```

```

500: 2)ALPHA ARRAY W3504L1: 3)FILL W3504L* WITH "L", "R";
WRITE(W9900(SKIP 1))WRITE(W9900 ,W9921,W3004,W3500)W3004:= W3004
+1)W2998(TIME(1)/3600)WRITE(W9900,W9912,W9959)WRITE(W9900,W9923);
BEGIN LABEL L)W1000L 1)I= 0 W1020L 1)I:=
800 BEGIN W0038:=W1000L 1)W0039:=W1020L 1)END)W100
0L 1)I:=W0038;W1020L 1)I:=W0039; IF ABS(W3007:= LOG (ABS(W0039))) GE
0 4 THEN BEGIN W0039 I:=W0039/10*( W3007:=3*ENTIER (LOG(W0
039)/3))W0038:=W0038/10**W3007;W3521:= W3520(W3007/3)END ELSE W35
21I=" " W3522I="E "W3523I=" " * WRITE(W9900,W9919,W0038
,W3521,W0041)I:=(W0040:= (W0039-W0038)/3)W0038,W3521
,W0043:= W0039-W0040,W3521,W0039,W3521,W3522,W35
23) I)END)BEGIN LABEL L)W1000L 2)I= 0 W1020L
2)I= 800 BEGIN W0038:=W1000L 2)W0039:=W1020L 2)
END)W1000L 2)I:=W0038;W1020L 2)I:=W0039; IF ABS(W3007:= LOG (ABS(W00
39))) GE 4 THEN BEGIN W0039 I:=W0039/10*( W3007:=3*ENTIER
(LOG(W0039)/3))W0038:=W0038/10**W3007;W3521:= W3520(W3007/3)END
ELSE W3521I=" " W3522I="N "W3523I=" " * WRITE(W9900,W99
19,W0038,W3521,W0041)I:=(W0040:= (W0039-W0038)/3)W0038,W3521
,W0043:= W0039-W0040,W3521,W0039,W3521,W3522,W3523)
I)END) W3010:=10;DO BEGIN LABEL(W9901,W9940)W4009)
: FOR W3008:=0STEP 1UNTIL 1000 W3501(W3008)I:= " "IF W3008:=
6,20,40,60 DO W3501(W3008)I:=" "W3505I=" " IF W3010=10THEN BEGIN W
3010:=0; W3008:= ENTIER((1+LX1.5)W3523(W3599(W3008)W3505:=
W3596(W3523)W3501I0)I:=" "IF W3008:=2 STEP 2UNTIL 1000 W350
1(W3008)I:= " "END)W3010:=W3010+1; FOR W3008:= 0STEP 1UNTIL 140
DO W3502(W3008) I:= " " W1010L 1)I:=L)W1010L 2)I:=R)I0)I: FOR W300
8:=1STEP 1UNTIL 2 DO BEGIN LABEL W4011;W3009)I:= ( W1010L(W3008)
(W1000L(W3008)))/(W1020L(W3008)-W1000L(W3008))* 60 IF W3009<-.5OR W30
09> 60.5THEN GO TO W4011;W3506:=W3501 ( W3009)I)I W3506=" "OR W3506
=" "OR W3506=" "THEN W3501(W3009)I:=W3504(W3008)I)ELSE W3590( 3
,W3502,W3506,W3504(W3008))W4011)END)W3597(W3502, 3 )WRITE
(W9900,W9914,W3505,FOR W3008:=0 STEP 1 UNTIL 600 W3501(W3008)IF
R W3009 :=0 STEP 1 UNTIL 600 W3502(W3009)I)IF (LFR) W3701 THEN SP
ACE(W9901,ENTIER((LFR-W3701) / W3701))LW4009) ELSE END UNTIL
PLOT PHASES GENERATED AT 10:52 26
LENGTH/W3701-(LFR:=LFR+1)LEN-1 W4009)REWIND(W9901)END)END)W4012)
W2998(TIME(1)/3600)WRITE(W9900,W9913,W3500,FOR W3005:=0STEP 1 UNT
IL 400 W3499(W3005)I) END)END.

```

ELAPSED COMPILATION TIME 10 2

PLEASE ENTER COMPILER URB/180 WITH ALGOL THEN
WAIT UNTIL YOUR TERMINAL REPORTS THAT YOUR COMPILATION
IS COMPLETE. AFTER GOOD COMPILATION ENTER LXCUIE
URB/180

COMPILER URB/180 WITH ALGOL
COMPILING 1496
SET BCL RESET LIST
60001000 WARNING-BCL PROGRAMS ARE NOT PORTABLE TO CDC/DC MACHINES.
SET=26.9 FI=10.0 IO=7.0

EXECUTE URB/180
ORUNNING 1502

PAGE 1 EDNEG1

11:01.6183, 28 OCTOBER 1960

STARTED TO RUN CODE AT 11:01.6293, 28 OCTOBER 1960

PAGE 2 EDNEG1

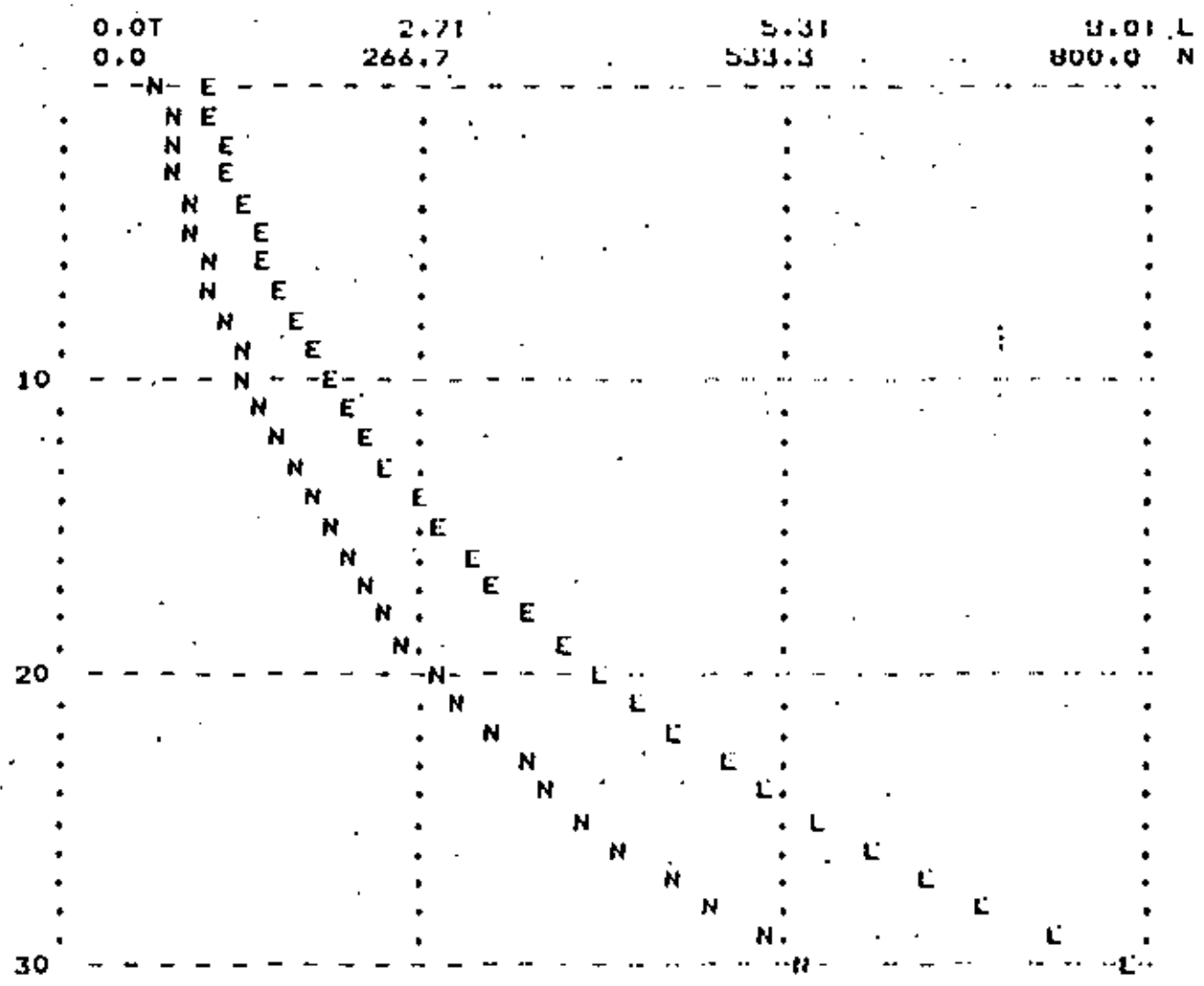
STARTED PRINTING AT 11:01.7050, 28 OCTOBER 1960

TIME	ED	NS
E+00	E+00	E+00
0.000	1000.0	70.00
2.000	1147.5	80.33
4.000	1316.8	92.18
6.000	1511.1	105.77
8.000	1734.0	121.38
10.000	1989.8	139.29
12.000	2283.3	159.83
14.000	2620.2	183.41
16.000	3006.7	210.47
18.000	3450.3	241.52
20.000	3959.3	277.15
22.000	4543.3	318.03
24.000	5213.6	364.95
26.000	5982.7	418.79
28.000	6865.3	480.57
30.000	7878.1	551.47

PAGE 3 EDNEG1

BEGAN PLOTTING AT 11:02.1074, 20 OCTOBER 1960

ED=E, NS=N



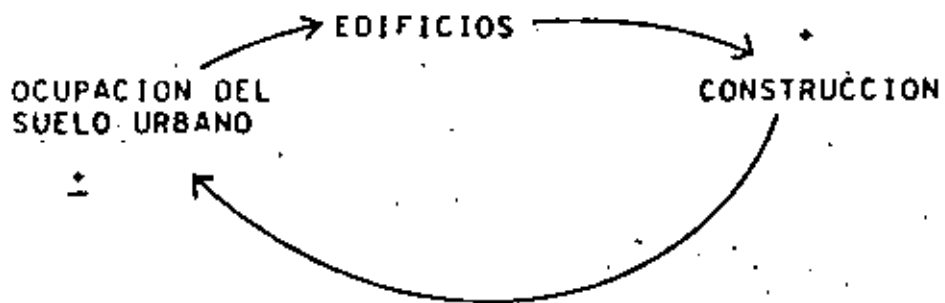
FINISHED RUN NUMBER EDNEG1 AT 11:03.5677, 20 OCTOBER 1960

*ET=2:06.9 P1=2.2 IO=2.1
 EXECUTE URB/180; FILE W9900(1*INTLN)
 *RUNNING 1532
 *ET=19.1 P1=2.5 IO=2.6
 WRITE DYNAMOINPUT

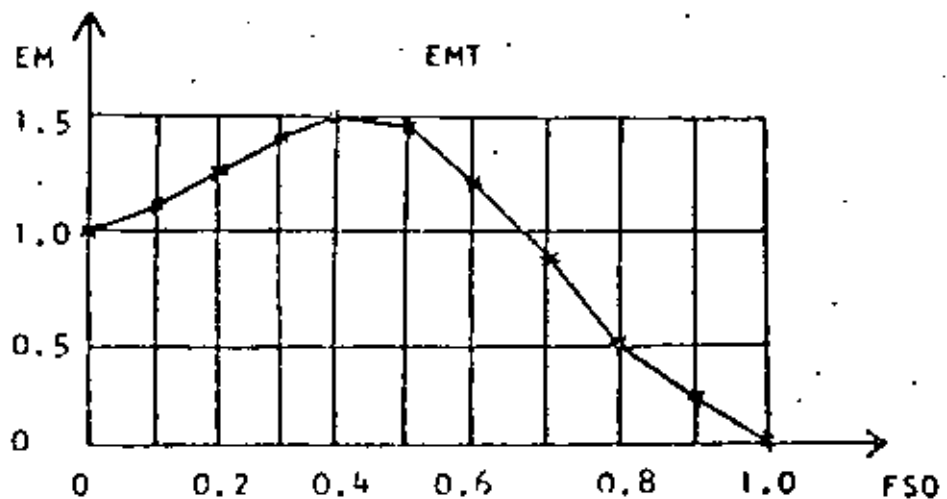
MODELO DINAMICO DE SIMULACION DEL DESARROLLO URBANO II

Complicaremos el modelo anterior añadiéndole lo siguiente: La tasa de construcción NS se verá afectada por un efecto multiplicador que tome en cuenta que mientras más construcciones haya al inicio del desarrollo habrá más alicientes para que se construya más, pues se establecen servicios que pueden ser aprovechados. Se abren restaurantes cerca de los edificios, se instala energía eléctrica, gas, agua potable, telefonos, etc. Este efecto dura hasta que la densidad de edificios aumenta, o sea, cuando aumenta la ocupación del suelo el fenómeno se invierte y el efecto tiende a disminuir la tasa de construcción.

DIAGRAMA CAUSAL:



Para poder introducir el efecto multiplicador, tendremos que relacionarlo con la densidad, y la haremos mediante una tabla:



Cuya ecuación es:

$$EM.K=TABLE(EMT,FSO.K,0,1,.1)$$

$$EMT*=1/1.15/1.3/1.4/1.45/1.4/1.3/.9/.5/.25/0$$

O sea que entrando con un valor FSO, refiriéndolo a la gráfica y luego al eje EM nos dará el valor del multiplicador según sea la forma de la curva experimental. Esta cualidad permite introducir a la computadora elementos subjetivos como corazonadas dándole diversas formas a las curvas según nuestra intuición y luego revisando y verificando o cambiando los resultados.

Veamos como se forma la ecuación FSO:

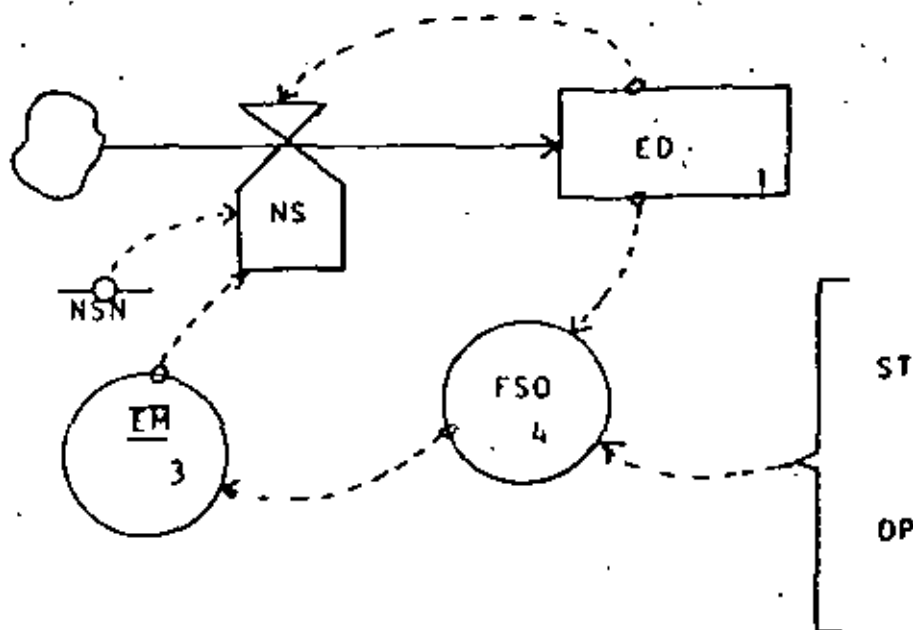
FSO va a ser la fracción de suelo ocupado por los edificios por lo que intervendrá en su ecuación, los edificios ED, la superficie total del ámbito urbano o sistema considerado, y la densidad media dada en hectáreas por edificio:

$$FSO.K=(ED.K)(DP)/ST$$

$$ST=1000$$

$$DP=0.2$$

Veamos como se modificó nuestro diagrama DYNAMO:



Las ecuaciones DYNAMO quedan:

$$ED.K = ED.J + (DT)(NS.JK)$$
$$ED = 1000$$

ED edificios (unidades)
NS tasa de construcción (unids/año)

$$NS.KL = (ED.K)(NSN)(EM.K)$$
$$NSN = 0.7$$

NS tasa de construcción (unids/año)
ED edificios (unidades)
NSN valor normal de la tasa NS (fracción/año)

$$EM.K = TABLE(EMT, FSO.K, 0, 1, .1)$$
$$EMT* = 1/1.15/1.3/1.4/1.45/1.4/1.3/.9/.5/.25/0$$

EM efecto multiplicador (adimensional)
EMT nombre de la tabla
FSO fracción de suelo ocupado (fracción)

$$FSO.K = (ED.K)(DP)/ST$$
$$ST = 1000$$
$$DP = .2$$

ST superficie total en estudio (Hectáreas)
DP densidad promedi (Ha/unid.)


```
100 REMOTE
200 DYNAMO DLIST NARROW
300 RUN EDNEG2
400 NOTE
500 NOTE MECANISMOS DEL AMBITO URBANO, CONSTRUCCION DE EDIFICIOS=
600 NOTE NS, EDIFICIOS CONSTRUIDOS=LD, TASA NORMAL DE CONST=NSN
700 NOTE AL MODELO ANTERIOR SE LE AGREGA EL EFECTO MULTIPLICADOR
800 NOTE POR LA FRACCION DE SUELO OCUPADO POR LOS EDIFICIOS(FSU)
900 NOTE TOMANDOSE EN CUENTA LA SUPERFICIE TOTAL(ST) Y LA DENSIDAD
1000 NOTE PROMEDIO DE SUELO OCUPADO POR EDIFICIO (DP)
1100 NOTE
1200 ED.K=(ED.J+(DT)*(NS.JK)
1300 ED=EDI
1400 EDI=1000
1500 NS.KL=(ED.K)*(NSN)*(EM.K)
1600 NSN=.07
1700 EM.K=TABLE(EM1,FSU,K+0.1,.1)
1800 EM1*=1/1.15/1.3/1.4/1.45/1.4/1.3/.97/.57/25/0
1900 NOTE
2000 FSU.K=(ED.K)*(DP)/ST
2100 ST=1000 HECTAREAS
2200 DP=.2 HECTAREAS POR EDIFICIO
2300 PRINT 1)ED/2)NS/3)FSU
2400 PLOT ED=E/NS=N/FSU=F
2500 SPEC DT=.5/LENGTH=30/PRIPER=2/PLIPER=1
0
500NOTE (EM) POR LA FRACCION DE SUELO DEL
600NOTE (EM) POR LA FRACCION DE SUELO OCUPADO POR LOS EDIFICIOS(FSU)
RES
UPDATING
*
L 800
600 NOTE (EM) POR LA FRACCION DE SUELO OCUPADO POR LOS EDIFICIOS(FSU)
0
2200 DP=.2 HECTAREAS POR EDIFICIO
RES
UPDATING
6
L
100 REMOTE
200 DYNAMO DLIST NARROW
300 RUN EDNEG2
400 NOTE
500 NOTE MECANISMOS DEL AMBITO URBANO, CONSTRUCCION DE EDIFICIOS=
600 NOTE NS, EDIFICIOS CONSTRUIDOS=LD, TASA NORMAL DE CONST=NSN
700 NOTE AL MODELO ANTERIOR SE LE AGREGA EL EFECTO MULTIPLICADOR
800 NOTE (EM) POR LA FRACCION DE SUELO OCUPADO POR LOS EDIFICIOS(FSU)
900 NOTE TOMANDOSE EN CUENTA LA SUPERFICIE TOTAL(ST) Y LA DENSIDAD
1000 NOTE PROMEDIO DE SUELO OCUPADO POR EDIFICIO (DP)
1100 NOTE
1200 ED.K=ED.J+(DI)*(NS.JK)
1300 LD=LDI
1400 EDI=1000
1500 NS.KL=(LD.K)*(NSN)*(EM.K)
1600 NSN=.07
1700 EM.K=TABLE(EM1,FSU,K+0.1,.1)
1800 EM1*=1/1.15/1.3/1.4/1.45/1.4/1.3/.97/.57/25/0
```

```

1900 NOTE
2000 FSD,K=(ED,K)(DP)/ST
2100 ST=1000 HECTAREAS
2200 DP=.2 HECTAREAS POR EDIFICIO
2300 PRINT 1)ED/2)NS/3)FSD
2400 PLOT ED=E/NS=N/FSD=F
2500 SPEC DT=.5/LENGTH=30/PRIPER=2/PLIPER=1

```

```

*
*SA
*WORKSOURCE DYNAMOINPUT SAVED; OLD SOURCE REMOVED
EXECUTE *DYNAMO/DISK
*RUNNING 1881
*P

```

ENTER IN COLUMNS 1-15 THE NAME OF THE DISK FILE YOU WISH DYNAMO TO CREATE TO WRITE YOUR ALGOL SOURCE CODE. IF OUTPUT IS DESIRED ON THE LINE PRINTER ENTER C IN COLUMN 1 FOLLOWED BY FILENAME

CRB/280

OK

BURROUGHS B6700/B7700 DYNAMO LEVEL DYN454:10/20/80

INPUT PHASE BEGIN AT 11:39 55

DYNAMO DLIST NARROW
RUN EDNEG2

MECANISMOS DEL AMBITO URBANO, CONSTRUCCION DE EDIFICIOS= NS, EDIFICIOS CONSTRUIDOS=ED, CASA NORMAL DE CONST=NSN
AL MODELO ANTERIOR SE LE AGREGA EL EFECTO MULTIPLICADOR (EM) POR LA FRACCION DE SUELO OCUPADO POR LOS EDIFICIOS(FSD) TOMANDOSE EN CUENTA LA SUPERFICIE TOTAL(SI) Y LA DENSIDAD PROMEDIO DE SUELO OCUPADO POR EDIFICIO (DP)

```

ED,K=ED.J+(DT)(NS,JK)
ED=EDI
EDI=1000
NS,KL=(ED,K)(NSN)(EM,K)
NSN=.07
EM,K=TABLE(EMT,FSD,K,0,1,1)
EMT*=1/1.15/1.3/1.4/1.45/1.4/1.37/97.57.25/0

```

```

FSD,K=(ED,K)(DP)/ST
ST=1000 HECTAREAS
DP=.2 HECTAREAS POR EDIFICIO

```

```

PRINT 1)ED/2)NS/3)FSD
PLOT ED=E/NS=N/FSD=F
SPEC DT=.5/LENGTH=30/PRIPER=2/PLIPER=1

```

INPUT PHASE CONCLUDED AT 11:40 41

GENERATION PHASE BEGAN AT 11:40 42
RUN PHASE GENERATED AT 11:40 53
PRINT PHASE GENERATED AT 11:40 55
PLOT PHASES GENERATED AT 11:40 59

ELAPSED COMPILATION TIME 1 43

PLEASE ENTER COMPIL URB/280 WITH ALGOL. THEN
WAIT UNTIL YOUR TERMINAL REPORTS THAT YOUR COMPILATION
IS COMPLETE. AFTER GOOD COMPILATION ENTER EXECUTE
URB/280

GET=1:58.8 PT=6.1 IO=7.2
COMPILE URB/280 WITH ALGOL
C COMPILING 1906
*SET BCL RESET LIST
00001000 WARNING-BCL PROGRAMS ARE NOT PORTABLE TO LOGIC MACHINES.
GET=44.0 PT=12.1 IO=9.1
EXECUTE URB/280
C RUNNING 1917

PAGE 1 EDNEG2

11:42.5570, 20 OCTOBER 1960

STARTED TO RUN CODE AT 11:42.5608, 20 OCTOBER 1960

PAGE 2 EDNEG2

STARTED PRINTING AT 11:42.6347, 20 OCTOBER 1960

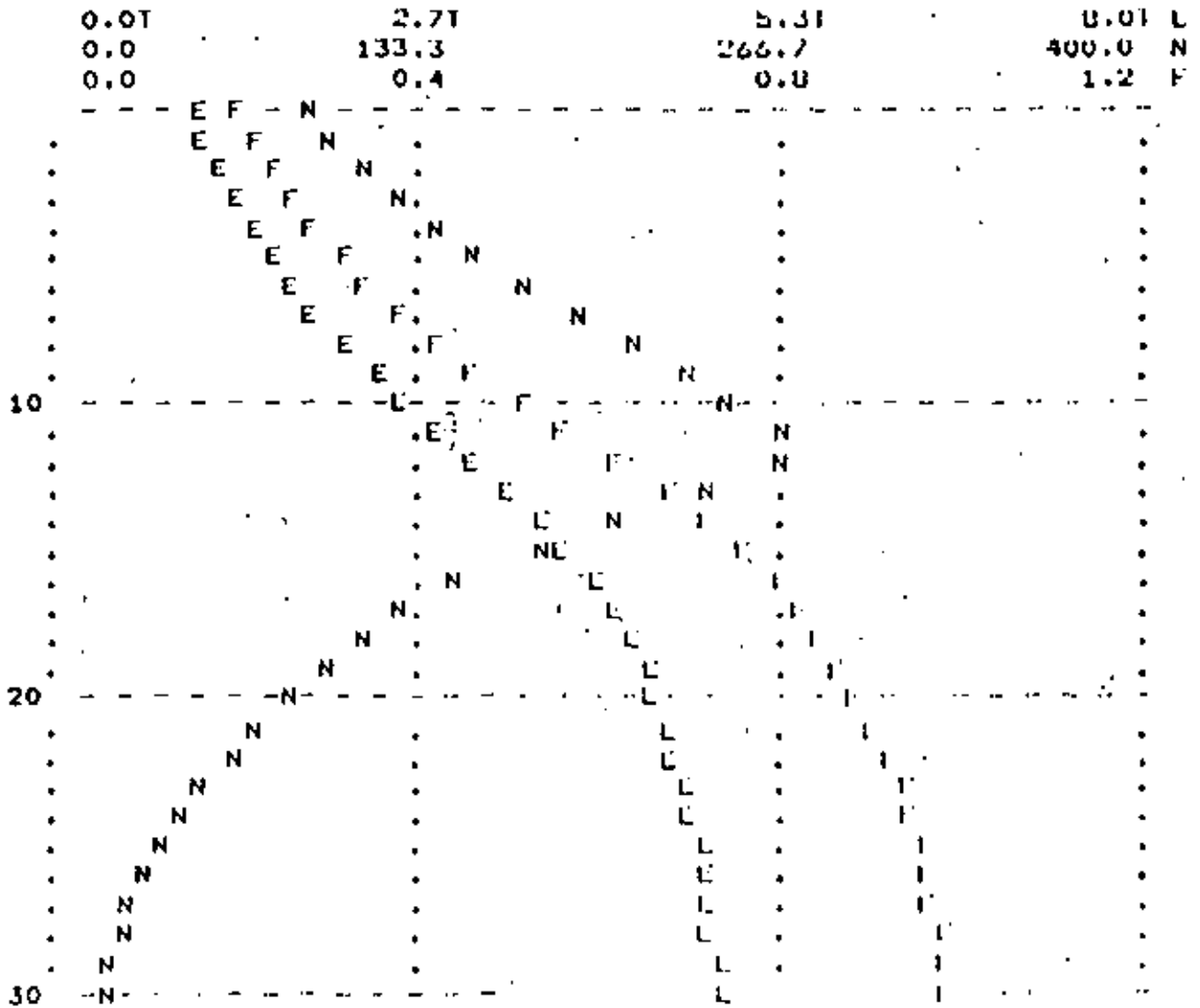
TIME	ED	NS	FSD
E+00	E+00	E+00	E+00
0.000	1000.0	91.00	0.20000
2.000	1197.1	112.24	0.25941
4.000	1441.2	140.05	0.28824
6.000	1745.9	174.11	0.34719
8.000	2124.6	213.79	0.42492
10.000	2579.9	249.94	0.51597
12.000	3101.4	264.62	0.62027
14.000	3590.3	268.03	0.71807
16.000	3960.2	147.44	0.79204
18.000	4227.3	114.32	0.84547

20.000	4435.4	87.65	0.80707
22.000	4593.2	65.39	0.91065
24.000	4710.1	47.79	0.94202
26.000	4795.0	34.40	0.95901
28.000	4855.9	24.49	0.97110
30.000	4899.1	17.30	0.97983

PAGE 3 EDNEG2

BEGAN PLOTTING AT 11:43.2111, 20 OCTOBER 1980

ED=E, NS=N, FSD=F



FINISHED WITH NUMBER EDNEG2 AT 11:44.8219, 20 OCTOBER 1980
 SET=2115.0 I1=2.4 I0=1.9
 EXECUTE DRD/280 FILE 09900(PRINTK)

DESARROLLO DE UN EJEMPLO DE PLANEACION URBANA.

Con objeto de exponer los pasos que se siguen al realizar un modelo describiremos este ejemplo con más detalle.

1.0 Planteamiento del Problema.

Al aparecer en enero de 1978 el Programa de Desconcentración Territorial de la Administración Pública Federal, que propugna por desconcentrar la Administración Pública enviando a los empleados a las principales ciudades del país, se planteó la situación de que si la demanda de oficinas en estas ciudades podría ser satisfecha sin muchos problemas. Esto requiere hacer una investigación de gran magnitud sobre las tendencias del crecimiento y los posibles volúmenes de asignación de personal, como el tiempo disponible es corto se planteó la posibilidad de hacer una investigación causal.

2.0 Metodología.

El problema planteado se resolverá haciendo un pronóstico mediante un modelo de simulación dinámica, lo que implica los siguientes pasos:

2.1 Modelo Anecdótico.

Previamente al modelo anecdótico se buscaron mecanismos para establecer el comportamiento del crecimiento de la demanda de suelo urbano para el sector público. Se analizaron diversas variables como son la población económicamente activa en la industria, en el Sector Eléctrico, en Servicios y en Gobierno según los censos de 1970.

Se ajustaron los datos estadísticamente mediante correlación y se encontró que en las principales ciudades según los censos cuando el nivel de industria o sea la población económicamente activa en industria es grande la población económicamente en gobierno es menor, pero existe un nivel constante de empleo proporcionado básicamente por la combinación de ambos sectores.

Modelo Anecdótico.

"La población nacional crecerá a una tasa del 2.585% anual teniendo en el año 2000, 104 millones de habitantes a partir

de los 48.38 millones en 1970.

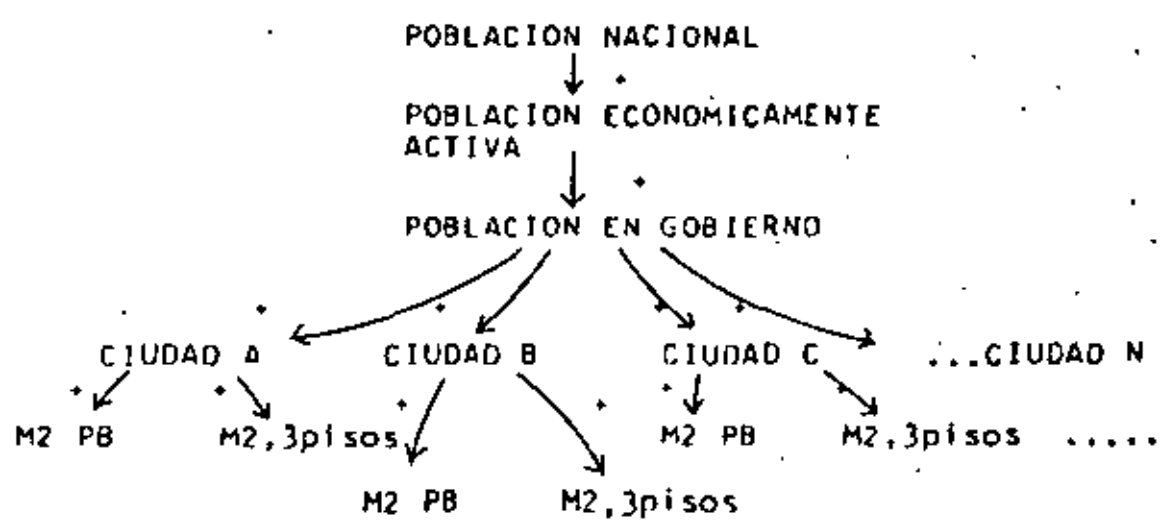
Si suponemos que la proporción de población económicamente activa aumentará de igual forma, a partir de la población nacional podremos calcular la población económicamente activa nacional y así mismo la población total en gobierno siempre y cuando se mantengan las mismas tendencias.

Si aplicamos el factor de distribución obtenido de los censos FDCD que tiene un determinado valor para cada ciudad y le añadimos la política de desconcentración (POL) en términos del número de empleados desconcentrados, tendremos TCD el total a desconcentrar por ciudad.

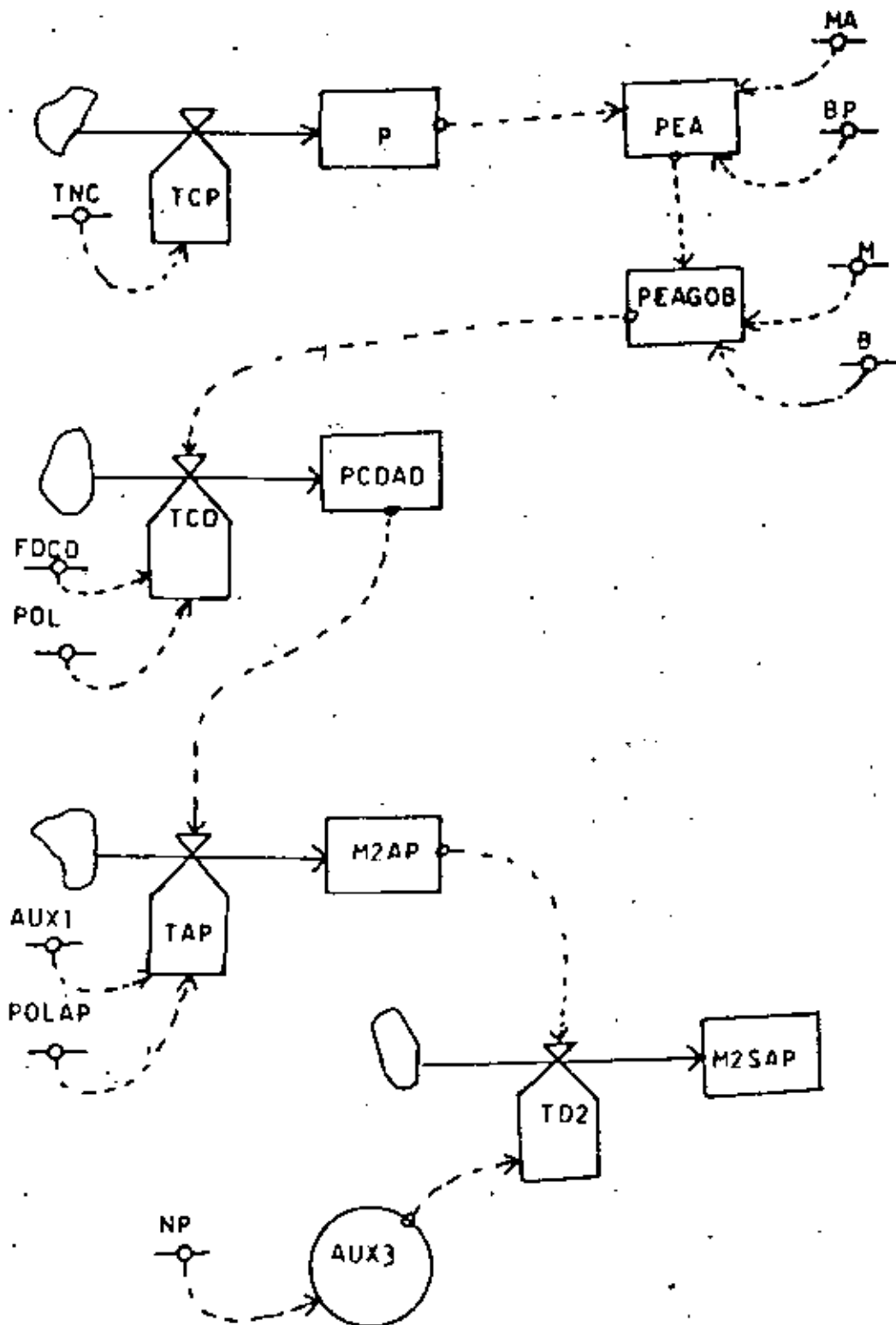
Suponiendo que en México en promedio se requieren de 12.8 metros cuadrados de oficina por persona es posible calcular el número de metros cuadrados de oficina y su incremento anual, pudiendo agregar un número extra llamado POLAP para casos especiales que requieran más espacio. Esto para oficinas en planta baja. Como el promedio nacional es de tres pisos, también se calcula el incremento anual de espacio para tres pisos.

Este proceso se repite para todas las ciudades deseadas.

2.2 Diagrama Causal:



2.3 Diagrama DYNAMO:



2.4 Construcción de ecuaciones:

La población nacional en el año K es igual al valor en el año J, más el intervalo de tiempo transcurrido (1 año) DT multiplicado por la tasa de crecimiento TCP:

$$P.K = P.J + (DT)(TCP.JK)$$

P=48.36E6 VALOR INICIAL CENSOS DE 1970

La tasa TCP esta formada por la población en K multiplicada por el valor de la tasa normal esperada de crecimiento de la población TNCP:

$$TCP.KL = (P.K)(TNCP)$$

La población económicamente activa PEA se obtiene a partir de la recta de regresión calculada (no se incluye en este ejemplo), siendo:

$$PEA.K = (MA)(P.K) + BP$$

MA=.19815 PENDIENTE DE LA RECTA
BP=3646.177E3 INTERSECCION EN EL EJE VERTICAL

La población trabajando en gobierno en todo el país:

$$PEAGOB.K = (M)(PEA.K) - B$$

M=.0592
B=-9735 PARAMETROS DE LA RECTA DE REGRESION

La población que trabaja en gobierno en cada ciudad PCDAO, esta dada por:

$$PCDAO.K = PCDAO.J + (DT)(TCD.JK - PCDAO.J)$$
$$TCD.KL = (PEAGOB.K)(FDCD) + POL$$

FDCD es un valor dado en los censos y es la proporción de la población nacional en gobierno que trabaja en cada ciudad - suponiéndose constante. Para Baja California FDCD=.0394
POL es el número de personas que añadirán emigraciones especiales hasta ahora no planeadas por lo que POL=0

A la variable PCDA0 le daremos un valor inicial de cero, es el incremento de población cada año.

Si multiplicamos PCDA0 por el número de metros cuadrados que ocupa cada persona en promedio AUX1, tendremos; el incremento anual de metros cuadrados demandados.

$$TAP.KL = (PCDA0.K)(AUX1) + POLAP$$

POLAP se debe al posible incremento en metros cuadrados por condiciones especiales de clima o instalaciones especiales como laboratorios, etc. En el modelo estamos considerando - POLAP=0, AUX1=12.8 M2/persona.

$$M2AP.K = M2AP.J + (DT)(TAP.JK - M2AP.J)$$

La ecuación anterior es el número de metros cuadrados de oficina en planta baja o sea de un solo nivel de construcción. Si además las oficinas fueran de NP pisos, NP=3 :

$$TD2.KL = (M2AP.K)(AUX3)$$

$$AUX3 = 1/NP$$

TD2 será el incremento de metros cuadrados en oficinas de NP pisos, si esta ecuación la expresamos como una ecuación de nivel:

$$M2SAP.K = M2SAP.J + (DT)(TD2.JK - M2SAP.J)$$

A continuación aparece el programa usando varios "RUN" para procesar varias ciudades.

BURROUGHS 06700/P7701 DYNAMO (LEVEL DYNAMO) 4/ 7/60
INPUT PHASE BEG. AT 1451

DYNAMO NCZIF MARRON
RJA BLA

MODELO DINAMICO DE SIMULACION DEL CRECIMIENTO DEL SUELO URBANO
OCCUPADO POR LA ADMINISTRACION PUBLICA

*****EXPLICACION DEL MODELO*****

A PARTIR DEL ESTUDIO DE LOS CENSOS SE ENCONTRA LA RECTA CORRIELA
CUM ENTONCES LA POBL. TOT Y LA POBL. URBANA DEL PAIS
PARA EL AÑO 1970 SE CALCULO LA TASA DE CRECIMIENTO DE LA POBL. NA
CIONAL Y A PARTIR DE ESTA LA PEA CON UNA RECTA DE REGRESION
SE CALCULO DE LA POBL. EN CON TAMBIEN SE HIZO MEDIANTE UNA RECTA
DE REGRESION LA PEA A PARTIR DE LA POBL. EN CON SEGUN LOS
CENSOS DE 1970
A PARTIR DE LA POBL. NAT EN CON SE OBTUO LA RECTA ANTERIOR SE
CALCULO TAMBIEN DE LOS CENSOS EN CONSIDERANDO QUE ESTAS
QUE REPRESENTAN A CADA UNA DE LAS CIUDADES CONSIDERANDO QUE ESTAS
SON SIGNIFICATIVAS PODEMOS DETERMINAR PARA LA ENTIDAD CONSIDERANDO
EL NUMERO DE HAB. SE CALCULO EN CONSIDERANDO LA ENTIDAD
DE ESPACIO PARA OBTENER EL NUMERO DE CERRAMIENTOS Y CERRAMIENTOS
SE CONSIDERO UN PROMEDIO DE TRES DIST. PARA ESTAS ENTIDADES Y ASI
SE DETERMINO EL TOTAL DE SUELO URBANO OCCUPADO POR HABITABLE.....

VALOR DE LA POBLACION NACIONAL

1 $P.K = P.J + (C.T) (C.P + J.K)$

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE LA POBLACION

2 $T.C.P.K.I = (P.K - P.J) (C.T + C.P)$

RECTA DE REGRESION DE LA PEA OBTENIDA DE LOS CENSOS

3 $P.E.A.K = (M.S) (P.C.A) + B.P$

RECTA DE REGRESION DE LA POBLACION EN SUELO URBANO SEGUN CENSOS

4 $P.E.A.U.R.B.K = (C.I) (P.C.A + K) + B$

POBLACION QUE TRABAJA EN SERVICIO SIGUN ENTIDAD ESTUDIADA

5 $P.O.C.A.R.K = P.C.A.D.J + (C.D) (T.C.P.K.I - P.O.C.A.R.D)$

DISTRIBUCION DE HABITACIONES EN LA CIUDAD CORRESPONDIENTE
EL VALOR P.O.C.C. ES LA TASA DE CRECIMIENTO DE LOS CENSOS

6 $T.C.P.K.I = (P.E.A.U.R.B.K) (P.C.C) + P.O.I$

METROS CUADRADOS DE OFICINAS DE GOBIERNO DE UN PISO/SECC PB
M2AP.K=M2AP.J+(DT)(T12.JK-M2AP.J)

INCREMENTO ANUAL DE METROS CUADRADOS DE DEMANDA DE OFICIAS GOB.
TAP.KI=(PCDAD.K)(ALY1)+PULAP

ALY1=12.9 METROS CUADRADOS POR PERSONA

METROS CUADRADOS DE OFICINAS EN N° PISOS
M2SAP.K=M2SAP.J+(DT)(T12.JK-M2SAP.J)

INCREMENTO ANUAL DE M2 DE OFICIAS DE N° PISOS
T12.KI=(M2AP.K)(ALY3)
ALY3=1/4F

***** PARAMETROS Y VALORES INICIALES *****

M=49.3ACE VALOR INICIAL DE LA POBLACION EN 1970
PLC=0 VALOR INICIAL EN LA CIUDAD
M=19815 VALOR INICIAL DE LA RECTA DE REGRESION PARA CALC PLA
PE=3586127 VALOR INICIAL DE LA RECTA DE REGRESION PARA PEA
ME=0592 VALOR INICIAL DE LA RECTA DE REGRESION PARA MEGA
BE=9735 VALOR INICIAL DE LA RECTA DE REGRESION PARA BEAGOR
M=3 NUMERO DE PISOS PROMEDIO
M2AP=0 M2 EN OFICIAS GOB VALOR INICIAL
M2SAP=0 VALOR INICIAL
T12CP=0.02585 CORRELACION DE A LA HIPOTESIS DE 100 MILLONES AN/ 200
PLA=12.95566 VALOR INICIAL
PEAGOR=457289 VALOR INICIAL EN 1970
PLAP=0
PUL=0

PLCO=.0394 BAJA CALIFORNIA NORTE.

P3147 1)P/2)PEA/3)PEAGOR/4)PCDAD/5)M2AP/6)TAP/7)M2SAP
PLOT M2AP=M,M2SAP=S
SPEC DT=1/LENGTH=30/PRTPE=1/PLTR=1.5

*** A CONTINUACION LOS VALORES PARA LAS SIGUIENTES OFICINAS ***

RJA TORREON
RJA ELCO=.0327 TORREON
RJA PLCELEVA
RJA ELCO=.0150 MONSIEVA
RJA ELCO=0.0011 MULEO
RJA ELCO=.0311 MULEO
RJA ELCO=.0311 MULEO

R/JA FLOC=+0248 MOCTERREY
 TAMAU-LIPAS
 R/JA FLOC=+0356 TAMAU-LIPAS
 CVICTORIA
 R/JA FLOC=+1019 CIUDAD VICTORIA
 TAMPICO
 R/JA FLOC=+0574 TAMPICO
 BCS
 R/JA FLOC=+0037 GOLU
 LA PAZ
 R/JA FLOC=+1403 LA PAZ
 SINALOA
 R/JA FLOC=+0318 SINALOA
 CULIACAN
 R/JA FLOC=+0819 CULIACAN
 MAZATLAN
 R/JA FLOC=+0628 MAZATLAN
 DURANGO
 R/JA FLOC=+0259 DURANGO
 DUR
 R/JA FLOC=+0809 DUR
 ZACATECAS
 R/JA FLOC=+0175 ZACATECAS
 ZAC
 R/JA FLOC=+0917 ZAC
 SLP
 R/JA FLOC=+0187 SLP
 SL
 R/JA FLOC=+0531 SL
 CVALLLES
 R/JA FLOC=+0394 CIUDAD VALLES
 MEXICALI
 R/JA FLOC=+0561 MEXICALI
 ENSENADA
 R/JA FLOC=+0673 ENSENADA
 SONORA
 R/JA FLOC=+037 SONORA
 HERMOSILLO
 R/JA FLOC=+067 HERMOSILLO
 CIUDAD OREGON
 R/JA FLOC=+0601 CIUDAD OREGON
 GUAYMAS
 R/JA FLOC=+0007 GUAYMAS
 CHIHUAHUA
 R/JA FLOC=+0204 CHIHUAHUA
 CHI
 R/JA FLOC=+0625 CHI
 COAHUILA
 R/JA FLOC=+0238 COAHUILA
 SALTILLO
 R/JA FLOC=+0624 SALTILLO

INPUT PHASE CONCLUDED AT 14151 03
 GENERATION PHASE BEGAN AT 14151 04
 R/JA PHASE GENPATLC AT 14154 01
 PRINT PHASE GENPATLC AT 14154 02
 PLOT PHASE GENPATLC AT 14154 03
 ELAPSED CORRELATION TIME 3 50

PAGE 1 HCN

14156.0744 * JUNE 1980

STARTED TO RUN CODE AT 14154.5967 * JUNE 1980

PAGE 2 HCN

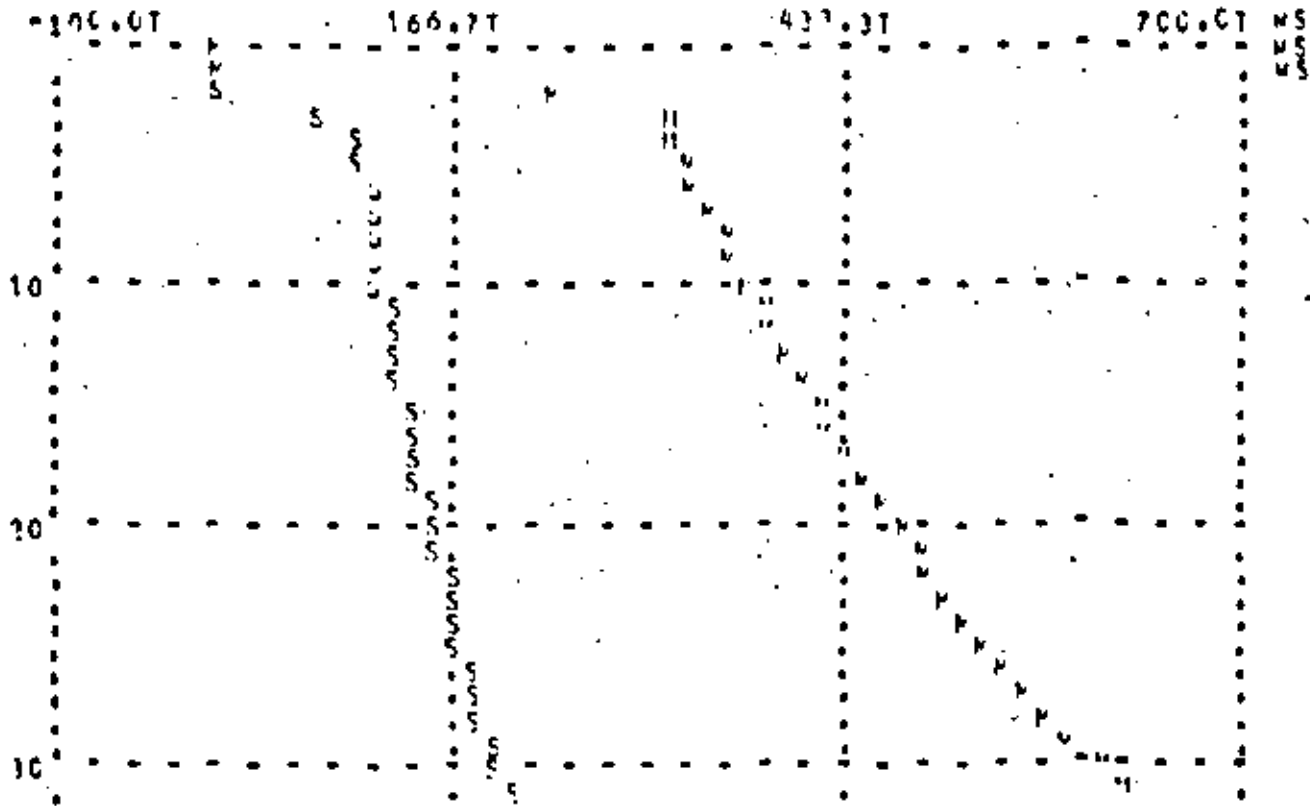
STARTED PRINTING AT 14156.0597 * JUNE 1980

TIME	P	PEA	PEIGHN	PCFAC	H2AF	IAP	H2SAF
E+00	E+00	E+03	E+03	E+00	E+03	E+03	E+03
0.000	48.38	12755.	157.3	0.	0.00	0.00	0.00
2.000	50.91	10753.	528.4	24172.	270.82	309.11	0.00
4.000	53.58	10581.	659.8	25378.	317.00	324.78	103.14
6.000	56.39	11517.	692.8	26828.	332.77	340.78	108.28
8.000	59.14	12123.	727.8	27948.	349.37	357.09	113.85
10.000	62.15	12738.	773.8	29348.	368.81	375.91	119.33
12.000	65.22	13386.	802.7	30811.	375.22	394.77	125.30
14.000	69.14	14068.	842.4	32392.	374.57	414.42	131.59
16.000	72.78	14786.	885.1	34028.	374.93	435.50	138.21
18.000	76.59	15541.	929.8	35741.	375.35	457.18	145.17
20.000	80.50	16316.	974.8	37542.	375.90	480.41	152.49
22.000	84.82	17172.	1024.3	39449.	372.53	504.95	160.20
24.000	89.26	18052.	1078.8	41491.	377.80	530.57	168.32
26.000	93.94	18979.	1133.3	43557.	373.88	557.53	176.88
28.000	98.76	19953.	1191.0	45773.	371.53	585.70	185.84
30.000	104.84	20979.	1251.7	48156.	370.83	615.75	195.30

PAGE 3 - HCN

BEGAN PLOTTING AT 14154.7758, 8 JUNE 1980

PARAPARAPARAPARAP



FINISHED RUN NUMBER PCN

AT 14156.8064, 8 JUNE 1980

PAGE 4 TORREO

FLOO U-0394 O-0327

STARTED TO MIN COFF AT 14:56.0000 8 JUNE 1990

PAGE 5 TORREO

STARTED PRINTING AT 14:56.0000 8 JUNE 1990

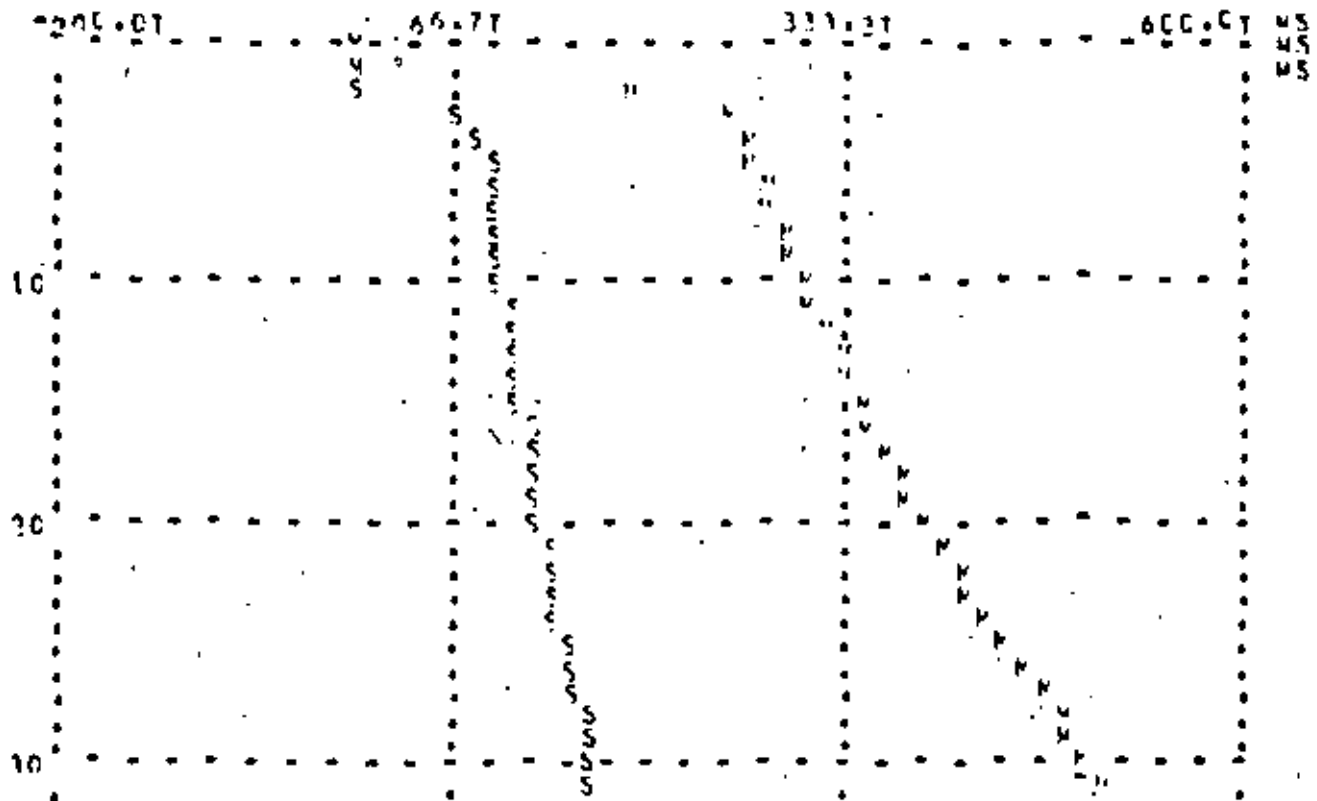
TIME	P	PEA	PEACOB	PCOIB	PCAF	TAP	WZSAP
E+00	E+00	L+03	E+03	E+00	E+03	E+03	E+03
0.000	48.18	12955.	957.7	0.	0.00	0.00	0.00
2.000	50.91	10957.	929.5	20042.	171.40	256.79	0.00
4.000	53.58	10981.	909.9	21059.	743.09	269.55	85.60
6.000	56.39	12517.	992.9	22108.	776.19	282.08	89.85
8.000	59.24	12123.	727.0	23218.	779.55	297.11	94.33
10.000	62.05	12735.	763.5	24378.	774.45	311.99	99.04
12.000	65.72	13386.	702.2	25597.	719.71	327.44	104.00
14.000	69.14	14060.	942.5	26884.	735.77	344.11	109.21
16.000	72.78	14785.	985.1	28238.	752.87	361.14	114.70
18.000	76.59	15541.	729.5	29663.	770.45	379.69	120.48
20.000	80.40	16336.	974.8	31153.	795.14	398.98	126.56
22.000	84.22	17172.	1056.7	32701.	478.85	419.79	132.98
24.000	89.34	18057.	1078.4	34402.	439.59	440.35	139.70
26.000	93.90	18979.	1123.7	36150.	751.39	462.72	146.78
28.000	98.86	19953.	1191.0	37980.	474.34	486.76	154.24
30.000	104.04	20979.	1251.7	39925.	478.50	511.74	162.09

PAGE

TORREO

BEGAN PLOTTING AT 1457.0042, 8 JUNE 1980

MAP NO. 425A03



FINISHED RUN NUMBER TORREO AT 1457.0372, 8 JUNE 1980

PAGE 7 FINCLO

FDCO

0.0327

0.0150

STARTED TO RUN CODE AT 14157.0378 ON JUNE 1960

PAGE 8 FINCLO

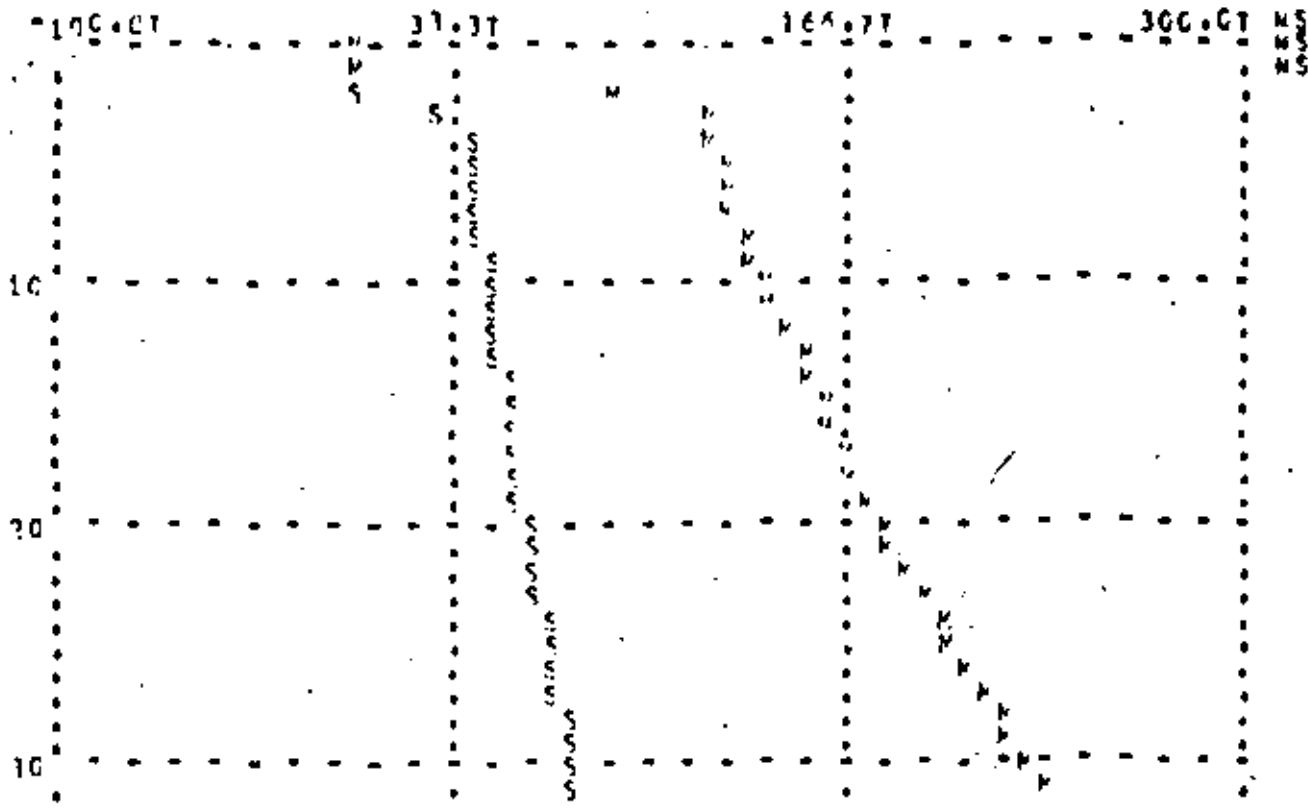
STARTED PRINTING AT 14157.0625 ON JUNE 1960

TIME	F	REA	PS309H	PCOAO	42AF	TAP	MZSAF
0+00	0+00	0+00	0+00	0+00	0+00	0+00	0+00
2+00	48.38	12955.	457.3	0.	0.00	0.00	0.
4+00	50.91	10453.	520.6	9203.	97.80	117.79	0.
6+00	53.58	10581.	459.8	9600.	130.69	123.45	39285.
8+00	56.39	11537.	492.8	10101.	136.69	129.91	41210.
10+00	59.30	12123.	727.8	10648.	133.01	136.39	43269.
12+00	62.45	12730.	763.8	11181.	139.66	143.11	45430.
14+00	65.72	13386.	902.7	11702.	146.66	150.34	47705.
16+00	69.16	14068.	982.4	12332.	154.02	157.95	50058.
18+00	72.78	14786.	985.1	12953.	161.77	165.90	52616.
20+00	76.59	15541.	959.8	13607.	169.93	174.17	55267.
22+00	80.60	16336.	976.8	14295.	178.91	182.97	58056.
24+00	84.82	17172.	1025.3	15019.	187.95	192.34	60991.
26+00	89.26	18052.	1078.4	15781.	197.06	201.39	64080.
28+00	93.94	18979.	1133.3	16583.	207.06	212.36	67331.
29+00	98.86	19953.	1191.0	17426.	217.99	223.06	70752.
30+00	104.04	20979.	1251.7	18318.	228.67	234.12	74352.

PAGE 9 MONCLD

BEGAN PLOTTING AT 1457.3573, 8 JUNE 1960

PSAP#H, M2SAP#3



FINISHED RUN NUMBER MONCLD AT 1457.4350, 8 JUNE 1960

PAGE 10 AUEVC
FLCO

0-0150

0-0211

STARTED TO RUN CORF AT 14157.0354, 8 JUNE 1980

PAGE 11 AUEVC

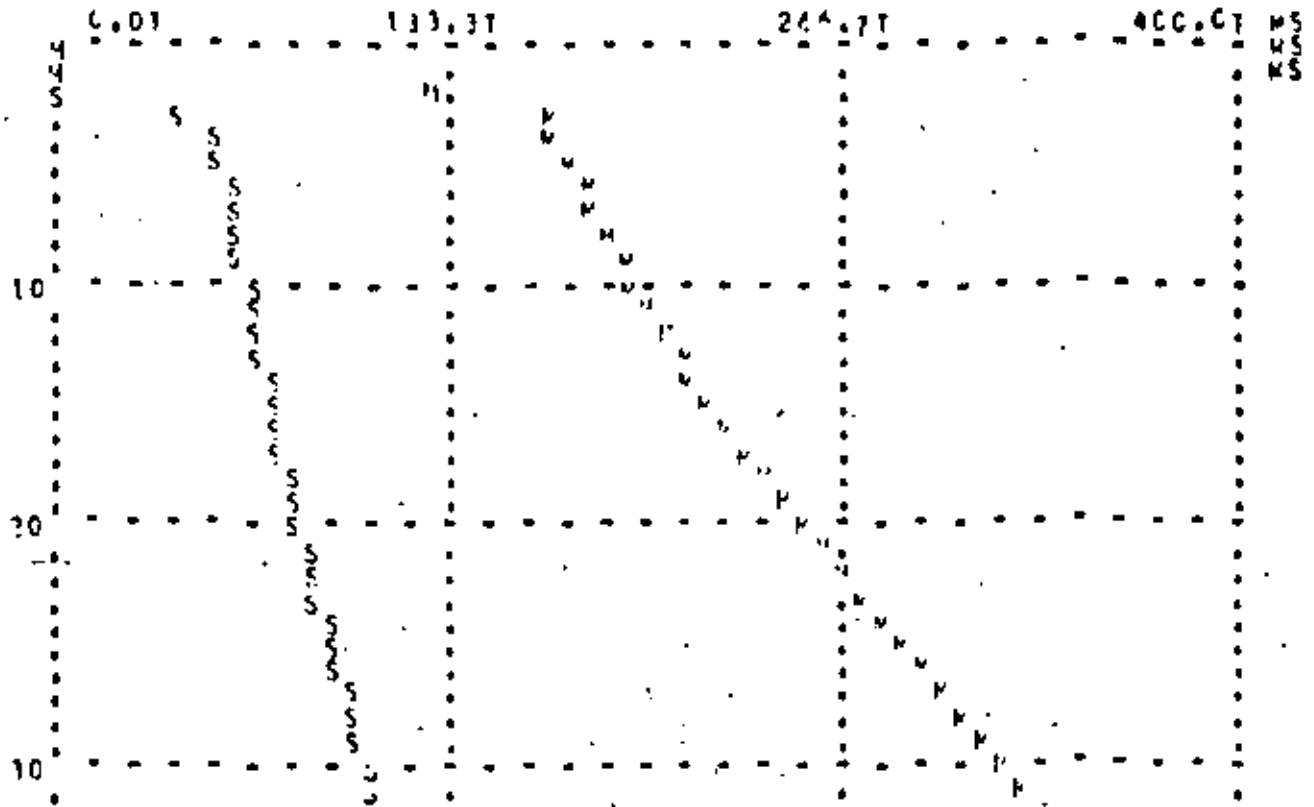
STARTED PRINTING AT 14157.1947, 8 JUNE 1980

TIME	P	PEA	PEAGGH	PCDAD	H2AF	TAP	H2SAP
E+00	E+00	E+01	E+03	E+00	E+03	E+01	E+03
0.000	48.38	12955.	657.3	0.	0.00	0.00	0.00
2.000	50.91	10453.	529.4	12945.	173.50	165.70	0.00
4.000	53.58	10981.	559.8	13588.	166.76	173.93	55.23
6.000	56.29	11537.	552.4	14265.	178.21	182.40	57.98
8.000	59.24	12123.	727.4	14978.	197.10	191.72	60.87
10.000	62.45	12738.	763.9	15728.	176.45	201.31	63.91
12.000	65.72	13384.	902.7	16517.	216.30	211.11	67.10
14.000	69.16	14068.	982.6	17347.	216.64	222.74	70.47
16.000	72.78	14786.	885.1	18221.	237.54	233.73	74.01
18.000	76.59	15541.	929.8	19140.	239.09	245.00	77.74
20.000	80.60	16334.	773.8	20108.	251.11	257.30	81.67
22.000	84.82	17172.	1026.3	21136.	263.83	270.42	85.76
24.000	89.24	18052.	1178.0	22198.	277.19	284.14	90.14
26.000	93.94	18979.	1133.7	23326.	291.24	298.57	94.71
28.000	98.86	19953.	1191.0	24513.	276.07	313.77	99.52
30.000	104.04	20979.	1251.7	25742.	271.66	329.76	104.59

PAGE 12 NDEVO

REGAN PLOTTING AT 10157.6350, 8 JUNE 1980

M2AP=M M2SAP=S



FINISHED RUN NUMBER NDEVO AT 10157.7036, 8 JUNE 1980

1 E 13
P 6 MONTE R

*UCD J-0211 0.0749

STARTED TO RUN CODE AT 14157.7047 * JUNE 1960

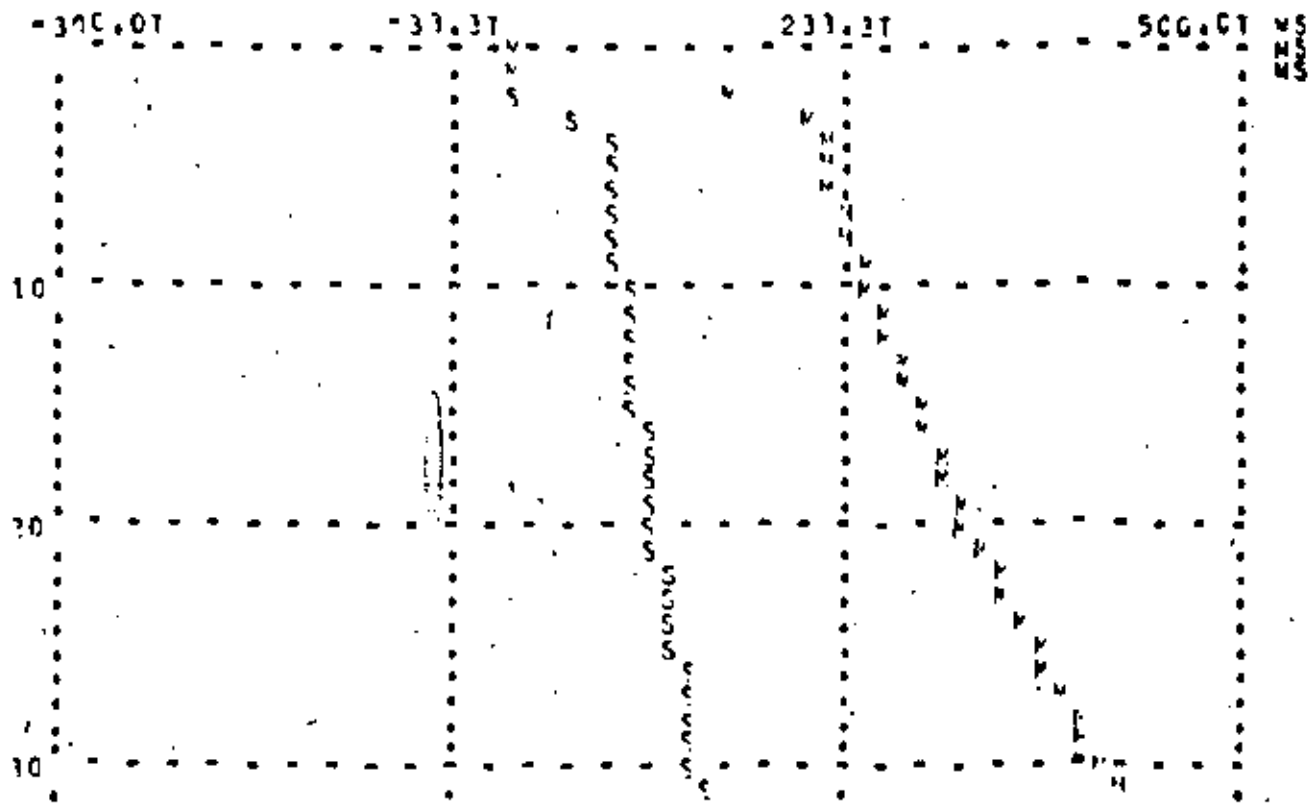
PAGE 10	MONTE R	PRINTING AT 14157.7581 * JUNE 1960					
TIME	P	HEA	PEAK	DOCAP	WZAF	TAP	WZAF
E+00	E+00	E+03	E+03	E+00	E+03	E+03	E+03
0+000	48.38	12955.	457.3	0.	0.00	0.00	0.00
2+000	50.91	10953.	529.6	14992.	156.27	210.18	0.00
4+000	53.58	10981.	559.8	17999.	215.22	220.72	70.15
6+000	56.39	11537.	552.8	19119.	226.25	231.92	73.64
8+000	59.34	12123.	727.4	19030.	237.21	243.51	77.31
10+000	62.45	12738.	763.8	19976.	245.22	255.70	81.17
12+000	65.72	13386.	902.2	20978.	252.03	268.52	85.23
14+000	69.16	14068.	942.6	22033.	255.19	282.92	89.51
16+000	72.78	14786.	985.1	23143.	255.04	296.23	94.01
18+000	76.59	15541.	929.8	24311.	253.21	311.18	98.74
20+000	80.60	16336.	774.8	25540.	248.95	326.91	103.73
22+000	84.82	17172.	1025.1	26834.	245.09	343.17	108.97
24+000	89.26	18052.	1178.4	28195.	252.07	360.90	114.49
26+000	93.94	18970.	1133.3	29627.	259.95	379.23	120.30
28+000	98.86	19953.	1191.0	31135.	268.76	398.53	126.41
30+000	104.04	20970.	1251.7	32722.	278.55	418.94	132.84

PAGE 15

PONT E R

BEGIN PLOTTING AT 1457.8300, 8 JUNE 1960

P2AP=M, N2SAP=J



FINISHED RUN NUMBER MONTE? AT 1457.9231, 8 JUNE 1960

RESOLUCIÓN A UN PROBLEMA DE TIPO AGRICOLA.

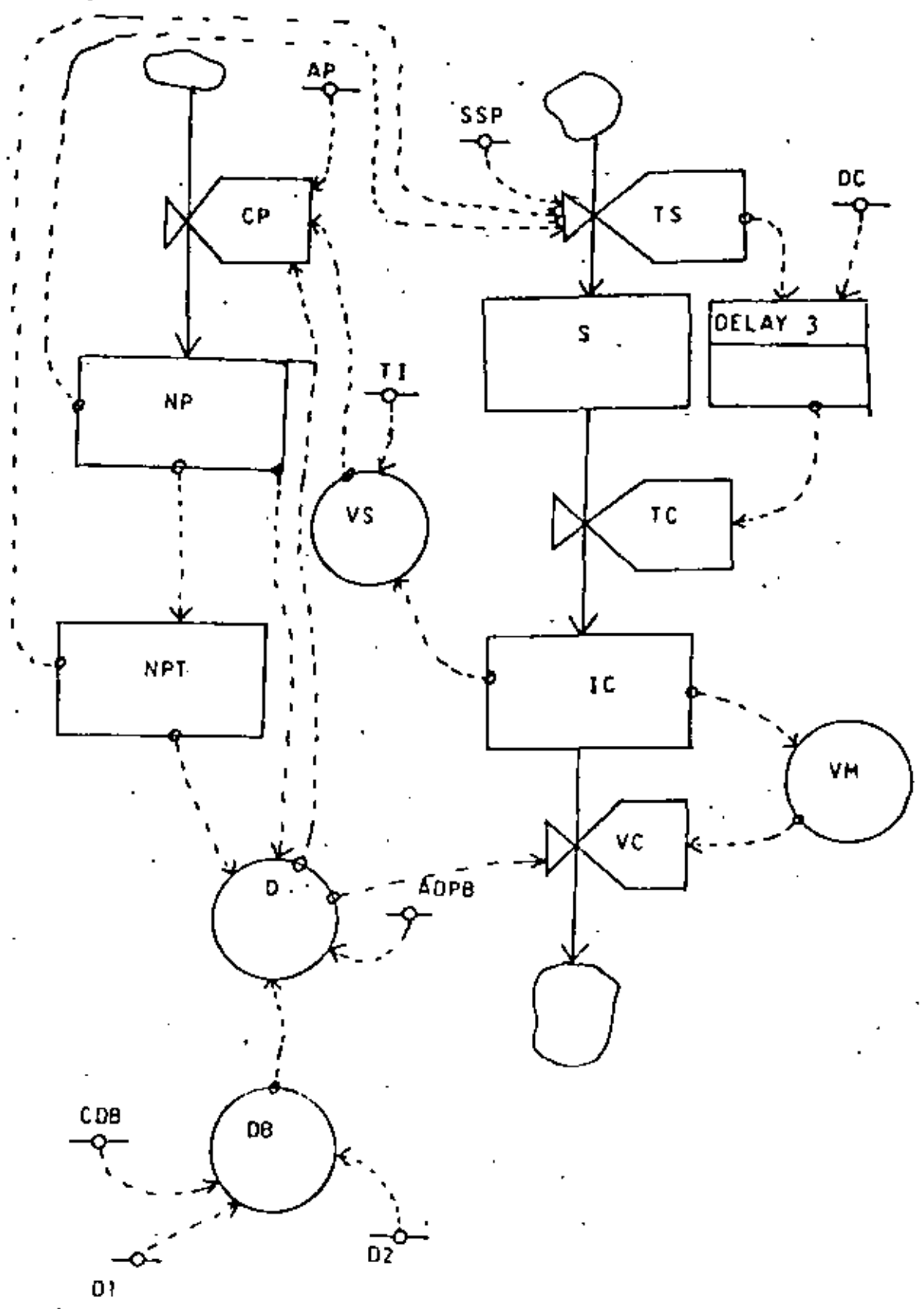
El gobierno federal le ha encargado a usted que ayude a resolver sus problemas de fluctuación de mercancías. Se ha desarrollado el siguiente modelo para tratar de explicarle al gobierno el sistema prevaleciente. Se desea saber porqué existen fluctuaciones en algunas cosechas mientras que en otras hay mucha estabilidad.

El modelo es general y contiene la estructura de muchas cosechas diferentes. Como lo único que cambia de un producto agrícola en particular a otro son los parámetros, es aquí donde se deben buscar las causas de la estabilidad o fluctuaciones.

Los parámetros dados en el modelo corresponden a una cosecha que no es ni muy oscilatoria ni muy estable.

La demanda básica es una variable exógena estacional o aleatoria respecto a un valor constante (con ruido aleatorio). Se introduce una función escalón para la demanda básica para observar que tan estable es el sistema y si existen frecuencias resonantes. Se verá porqué ciertos productos agrícolas amplifican las variaciones de la demanda estacional, y porqué otros productos oscilan en presencia de ruido aleatorio en su demanda básica y porqué otros son muy estables.

DIAGRAMA DYNAMO DEL MODELO AGRICOLA.



OK

BURROUGHS B6700/B7700 DYNAMO LEVEL DYN454110/2B/U0

INPUT PHASE BEGIN AT 12131 39

DYNAMO DLIST NARROW

RUN AGRICOLA

TS,KL=VC,JK+(SSP)(NF,K-NPT,K)

SSP=2000

S,K=S,J+(DT)(IC,JK-VC,JK)

S=20E3

TC,KL=DELAY3(TS,JK,UC)

DC=20

IC,K=IC,J+(DT)(TC,JK-VC,JK)

IC=40E3

VC,KL=CLIP(VH,K,D,K,D,K,VH,K)

D,K=DB,K-(ADPB)(NF,K-NPT,K)

ADPB=500

VS,K=IC,K/VI

VI=40

CP,KL=(D,K-VS,K)/AP

AP=2000

NF,K=NF,J+(DT)(CP,JK)

NF=2

NPT,K=NPT,J+(DT/TP1)(NF,J-NPT,J)

NPT=2.0

TP1=400

VH,K=IC,K/DT

DB,K=CLIP(D1,D2,CDB,TIME,K)

D1=1000

D2=1200

CDB=10

PRINT 1)TS/2)TC/3)VC/4)DB/5)S/6)IC/7)NF/8)NPT

PLOT TS=S,TC=C,VC=V,DB=B(0,2000)/S=P(0,40000)/IC=I(0,00000)/NF=N,NPT=I(0,4)

SPEC DT=1/LENGTH=200/PRIPER=10/PLIPLK=4

RUN 1

SSP=3000

DC=30

IC=50000

ADPB=400

RUN 2

SSP=1000

DC=10

IC=30000

ADPB=600

RUN 3

SSP=1000

DC=30

IC=50000

ADPB=400

CDB=70

RUN 4

SSP=3000

DC=10

IC=50000

ADPB=600

CDB=70

INPUT PHASE CONCLUDED AT 12133 46

GENERATION PHASE BEGAN AT 12133 47

RUN PHASE GENERATED AT 12134 38

PRINT PHASE GENERATED AT 12134 40

PLOT PHASES GENERATED AT 12134 57

ELAPSED COMPILATION TIME 4 4

PLEASE ENTER COMPILE AGRICO/380 WITH ALGOL. THEN
WAIT UNTIL YOUR TERMINAL REPORTS THAT YOUR COMPILATION
IS COMPLETE. AFTER GOOD COMPILATION ENTER EXECUTE
AGRICO/380

SET=4:18.2 FT=19.3 IO=8.9

COMPILE AGRICO/380 WITH ALGOL

COMPILING 2581

SET BCL RESET LIST

00001000 WARNING-BCL PROGRAMS ARE NOT PORTABLE TO LOGIC MACHINES.

SET=57.8 FT=15.8 IO=9.5

EXECUTE AGRICO/380

RUNNING 2602

PAGE 1 AGRIC

12:37.1586, 20 OCTOBER 1960

STARTED TO RUN CODE AT 12:37.1586, 20 OCTOBER 1960

PAGE 2 AGRIC

STARTED PRINTING AT 12:37.2581, 20 OCTOBER 1960

TIME	TS	TC	VC	BM	S	IC	NI	NI'
E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00
0.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
8.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
16.00	1674.4	1005.1	1041.1	1200.0	17377.	37377.	2.3203	2.0020
24.00	1810.0	1161.7	974.2	1200.0	17757.	37757.	2.4222	2.0106
32.00	1726.8	1427.3	1022.3	1200.0	21787.	41787.	2.3730	2.0184
40.00	1497.4	1606.7	1077.1	1200.0	25873.	45873.	2.2277	2.0240
48.00	1208.4	1629.2	1173.2	1200.0	27620.	47620.	2.0375	2.0257
56.00	950.7	1510.1	1277.4	1200.0	32155.	52155.	1.8374	2.0242
64.00	823.1	1307.4	1324.5	1200.0	33450.	53450.	1.7707	2.0177

BEGAN PLUTTING AT 12130.7764, 28 OCTOBER 1980

TS=S, TC=C, VC=V, DR=D, S=P, IC=I, NI=N, NPT=T

0.0	666.7	1333.3	2000.0	SCVB
0.0T	13.3T	26.7T	40.0T	P
0.0T	26.7T	53.3T	80.0T	I
0.0	1.3	2.7	4.0	NT

	S							SCVBIN
	S							SCVBIN
	S							SCVBIN
	C N	VD	S					CP11
	FCV	NR			S			CT
	FO	C	H			S		V11, DN
	V	CB				S		V11, DN
	VP	D	C			S		V11, DN
	TV	D	C			S		V1, DN
40	I VI	NR			C	S		BP
	I VI	B	P		S	C		VR
	I N	V	D			C		B1
	IN		SI		P	C		SVB
	NI	S	RV1			PL		
	NSI		D V1			C	P	
	SN	I	D	V1	C		P	
	S N	I	D	CV			P	V1
	S N	I	C	V			P	CD, V1
	SN	I	C	D	TV		P	
80	SN	IC	D	V			P	V1
	NSI		D	TV			P	SC
	C	TS	BIV			P		CH
	C	NI	S	RV		P		BI
	C	N		TVS		P		VD, NI
	CIN		TVB	TS				
	ICN	V	BP		S			V1
	I	NCV	BP		S			LI
	I	V	CBP		S			VIN
	I	VI	HC		S			CP, VR
	I	NO	B	TC	S			V1
120	I	N	V	B	TC	S		V1
	I	N	VB		SC			SP, V1
	IN		VB	S		C		CP, BI
	IN		VS			CP		VB1
	N		SUI			C	P	VB, NI
	NI	S	BP		C	P		V1
	NI	S	RVIC			P		
	NIS		B	C		P		CV1
	NIS		C	V		P		CB, VI
	NIS		CB	V		P		V1
160	NI	S	C	RV		P		V1
	NI	S	RV			P		SC, V1
	NI		CS	RV		P		BI
	N	C	SV			P		VD1, NI
	N	C	S			P		SVBI, NI
	IN	C	TVS			P		VS
	IN	C	VB	S	P			V1
	IN		CVB		SP			V1
	IN		CB		SP			CV1
	IN		VC		SP			CD, V1
200	IN		VDC		SP			V1

SSP	2000.0000	3000.0000
DC	20.0000	30.0000
IC	46753.9373	50000.0000
ADPB	500.0000	400.0000

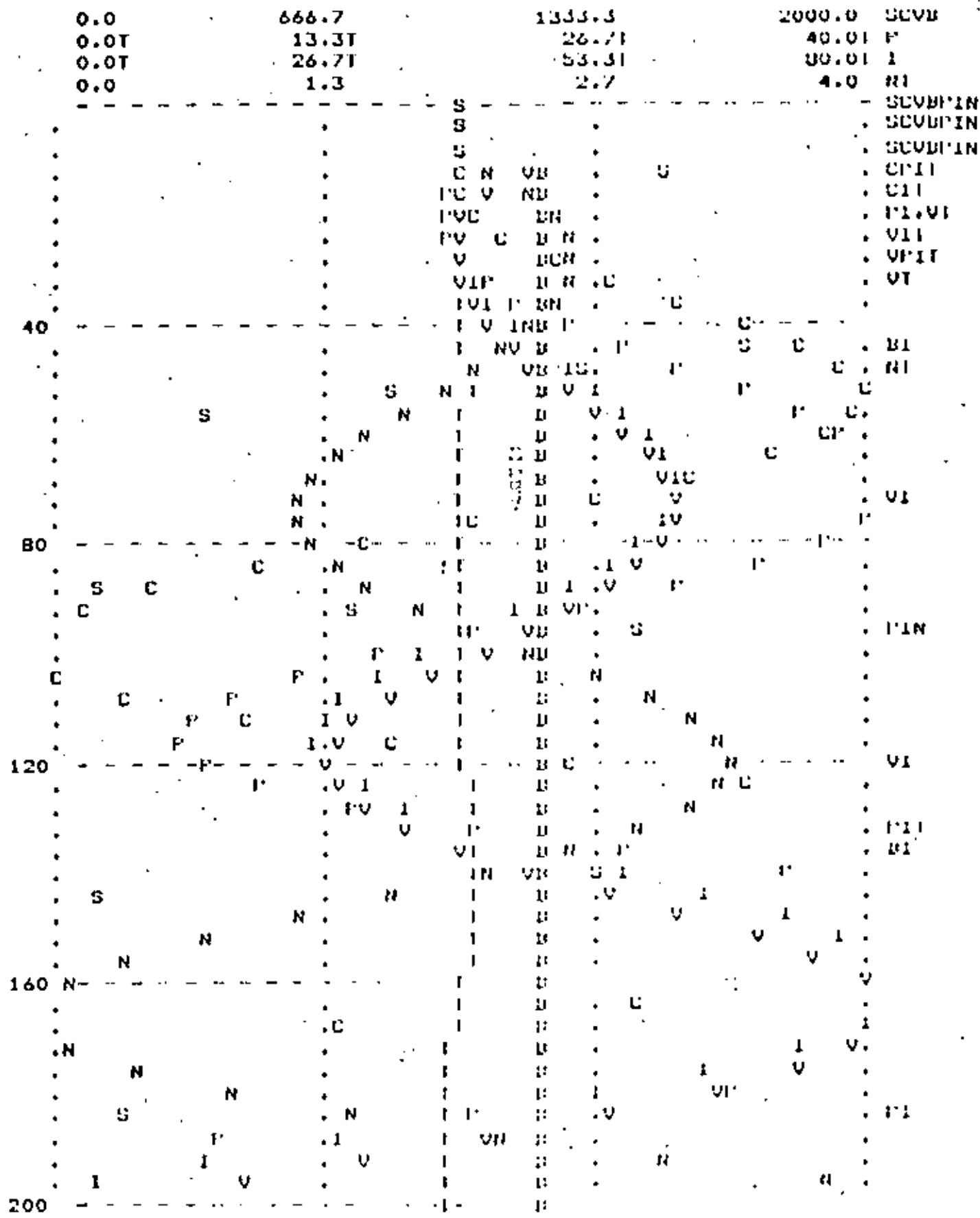
STARTED TO RUN CODE AT 12:41.2075, 20 OCTOBER 1960

STARTED PRINTING AT 12:43.7133, 20 OCTOBER 1960

TIME	TS	TC	VC	DB	S	IC	NI	NI1
E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00
0.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
8.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
16.00	2129.0	1002.1	1059.9	1200.0	17335.	37335.	2.3533	2.0030
24.00	2524.7	1101.9	796.6	1200.0	17373.	37373.	2.5208	2.0122
32.00	2459.1	1375.9	1005.7	1200.0	21110.	41110.	2.5002	2.0224
40.00	2040.3	1704.5	1069.0	1200.0	25053.	45053.	2.3500	2.0303
48.00	1293.9	1939.0	1183.0	1200.0	30690.	50690.	2.0755	2.0341
56.00	378.4	1972.1	1323.7	1200.0	36522.	56522.	1.7210	2.0310
64.00	-439.9	1756.4	1450.2	1200.0	40352.	60352.	1.3755	2.0211
72.00	-873.0	1317.8	1518.3	1200.0	41370.	61370.	1.2105	2.0033
80.00	-706.4	759.4	1474.6	1200.0	37006.	57006.	1.2541	1.7706
88.00	116.4	241.9	1349.9	1200.0	30401.	50401.	1.5542	1.7770
96.00	1447.3	-57.3	1166.3	1200.0	20000.	40000.	2.0002	1.7759
104.00	2943.9	0.5	936.0	1200.0	11040.	31040.	2.6442	1.7042
112.00	4146.1	462.4	749.6	1200.0	5430.	25430.	3.1290	2.0030
120.00	4604.9	1251.9	676.3	1200.0	7033.	27033.	3.3374	2.0202
128.00	4032.0	2170.8	761.3	1200.0	14717.	34717.	3.1476	2.0528
136.00	2423.9	2941.7	1005.9	1200.0	20124.	40124.	2.5530	2.0604
144.00	116.0	3204.4	1359.5	1200.0	33777.	53777.	1.6577	2.0605
152.00	-2264.3	3006.0	1726.4	1200.0	57530.	77530.	0.7337	2.0500
160.00	-3749.8	2005.2	1900.7	1200.0	63711.	83711.	0.0437	2.0155

BEGAN PLOTTING AT 12:45.2606, 20 OCTOBER 1960

TS=S, TC=C, VC=V, UD=B, S=P, IC=I, NI=N, NI1=I



FINISH TIME NUMBER 1

AT 12:45.2606, 20 OCTOBER 1960

PAGE 9 2

SSP	3000.0000	1000.0000
DC	30.0000	10.0000
IC	-1573.8116	30000.0000
ADPB	400.0000	400.0000

STARTED TO RUN CODE AT 12:47.8325, 20 OCTOBER 1960

PAGE 10 2

STARTED PRINTING AT 12:47.9009, 20 OCTOBER 1960

TIME	IS	IC	UC	DU	S	IC	NI	NPI
E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00
0.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
8.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
16.00	1331.7	1025.4	1026.0	1200.0	17462.	37462.	2.2713	2.0026
24.00	1330.3	1245.0	1000.7	1200.0	20425.	40425.	2.3411	2.0072
32.00	1297.5	1316.7	1043.0	1200.0	22573.	42573.	2.2754	2.0152
40.00	1263.6	1303.2	1075.6	1200.0	24570.	44570.	2.1754	2.0174
48.00	1230.2	1272.2	1136.2	1200.0	25771.	45771.	2.1204	2.0223
56.00	1221.0	1245.3	1163.2	1200.0	26057.	46057.	2.0950	2.0237
64.00	1212.0	1226.6	1177.7	1200.0	27300.	47300.	2.0505	2.0246
72.00	1206.3	1214.9	1109.1	1200.0	27674.	47674.	2.0432	2.0251
80.00	1203.3	1208.1	1174.4	1200.0	27833.	47833.	2.0347	2.0253
88.00	1201.6	1204.2	1177.2	1200.0	27917.	47917.	2.0302	2.0254
96.00	1200.0	1202.1	1170.6	1200.0	27950.	47950.	2.0270	2.0255
104.00	1200.4	1201.1	1177.3	1200.0	27981.	47981.	2.0267	2.0255
112.00	1200.2	1200.5	1177.7	1200.0	27991.	47991.	2.0261	2.0255
120.00	1200.1	1200.2	1177.7	1200.0	27996.	47996.	2.0258	2.0256
128.00	1200.0	1200.1	1177.7	1200.0	27998.	47998.	2.0257	2.0256
136.00	1200.0	1200.0	1200.0	1200.0	27997.	47997.	2.0255	2.0255
144.00	1200.0	1200.0	1200.0	1200.0	28000.	48000.	2.0255	2.0255

BEGAN PLOTTING AT 12:49.5664, 20 OCTOBER 1980

TS=S, TC=C, VC=V, DR=B, S=P, IC=1, NI=N, NIT=1

0.0	666.7	1333.3	2000.0	SCVD
0.0T	13.3T	26.7T	40.0T	P
0.0T	26.7T	53.3T	80.0T	I
0.0	1.3	2.7	4.0	NI
		S		SCVBPIN
		S		SCVBPIN
		S		SCVBPIN
		C N V D S		CPIT
		PIC N D S		CVIT
		V CRB S		VIIT
		VP NBC S		VIT
		YVP ND S		SCVI
		TVI P B SC		PN
		T VI P B SC		IN
40		T V DRSC		VIN
		T N V BSIC		VI
		T N V BSIC		VI
		T N VBSIC P		VI
		IN VBS P		SCVI
		IN VSC P		SCVI
		IN VSC P		SCVI
		IN SC P		SCVI
		IN S P		SCVD
		IN S P		SCVD
80		IN S P		SCVD
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
120		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
160		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
		N S P		SCVD,N
200		N S P		SCVD,N

SSF	1000.0000	1000.0000
DC	10.0000	30.0000
IC	40000.0031	50000.0000
ADPB	600.0000	400.0000
CDB	10.0000	70.0000

STARTED TO RUN CODE AT 12:52.2407, 20 OCTOBER 1980

STARTED PRINTING AT 12:52.4114, 20 OCTOBER 1980

TIME	TS	TC	VC	DB	S	IC	NI	NI1
E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00
0.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
8.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
16.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
24.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
32.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
40.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
48.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
56.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
64.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
72.00	1299.8	1000.0	1160.1	1200.0	19800.	39000.	2.0100	2.0003
80.00	1485.9	1013.4	1014.0	1200.0	19192.	39192.	2.0404	2.0073
88.00	1514.9	1007.1	990.4	1200.0	19521.	39521.	2.0416	2.0175
96.00	1493.2	1199.5	1002.6	1200.0	20347.	40347.	2.0212	2.0277
104.00	1439.8	1300.7	1035.6	1200.0	22473.	42473.	2.0452	2.0337
112.00	1365.4	1371.6	1005.3	1200.0	24379.	44379.	2.0303	2.0433
120.00	1203.2	1402.6	1140.0	1200.0	26733.	46733.	2.0770	2.0470
128.00	1206.3	1397.0	1191.0	1200.0	28050.	48050.	2.0379	2.0493
136.00	1144.8	1363.4	1233.0	1200.0	30234.	50234.	1.9841	2.0405
144.00	1104.6	1313.0	1261.0	1200.0	30774.	50774.	1.9714	2.0430
152.00	1087.0	1256.7	1274.0	1200.0	31151.	51151.	1.9554	2.0424

PAGE 17 4

SSP	1000.0000	3000.0000
DC	30.0000	10.0000
IC	47159.3426	50000.0000
ADPB	400.0000	600.0000
CDB	70.0000	70.0000

STARTED TO RUN CODE AT 12156.5703, 28 OCTOBER 1960

PAGE 18 4

STARTED PRINTING AT 12156.7989, 28 OCTOBER 1960

TIME	TS	TC	VC	UB	S	IC	NI	NPI
E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	L+00	L+00	L+00	E+00
0.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
8.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
16.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
24.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
32.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
40.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
48.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
56.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
64.00	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	20000.	40000.	2.0000	2.0000
72.00	1499.3	1000.0	1140.2	1200.0	17800.	39000.	2.1000	2.0003
80.00	2001.8	1327.3	1000.1	1200.0	17768.	39768.	2.3370	2.0059
88.00	1735.0	1036.2	1062.7	1200.0	24563.	44563.	2.2406	2.0117
96.00	1171.1	1756.8	1202.8	1200.0	30359.	50359.	2.0070	2.0137
104.00	781.1	1305.4	1302.9	1200.0	32707.	52707.	1.8400	2.0115
112.00	793.1	903.0	1303.0	1200.0	31300.	51300.	1.8331	2.0070
120.00	1088.7	820.0	1230.4	1200.0	27802.	47802.	1.9547	2.0056
128.00	1382.2	1027.7	1156.2	1200.0	25377.	45377.	2.0770	2.0061
136.00	1466.9	1300.2	1133.1	1200.0	25487.	45487.	2.1176	2.0081
144.00	1340.2	1427.6	1163.5	1200.0	27324.	47324.	2.0707	2.0077

152.00	1149.2	1359.6	1211.3	1200.0	27136.	47136.	1.7713	2.0102
160.00	1046.2	1197.6	1230.1	1200.0	27652.	47652.	1.7457	2.0092
168.00	1079.8	1081.5	1230.7	1200.0	28062.	48062.	1.7567	2.0080
176.00	1187.0	1080.7	1203.6	1200.0	27600.	47600.	2.0014	2.0075
184.00	1276.2	1164.3	1181.4	1200.0	27046.	47046.	2.0388	2.0078

PAGE 19

TIME	IS	TC	VC	DU	S	LC	NP	NP1
192.00	1285.8	1250.2	1170.4	1200.0	27257.	47257.	2.0443	2.0006
200.00	1232.3	1277.3	1191.4	1200.0	27733.	47733.	2.0234	2.0071

MODELO AGRICOLA.

Análisis de sensibilidad. La situación que impera en cada una de las corridas del modelo son las siguientes:

1. Cuando el inventario cosechado va en aumento, la venta de la cosecha también va en aumento paralelamente. Antes de sobrepasar las necesidades de la demanda básica, el nivel de precios tiende a crecer, cuando la siembra crece más allá de la demanda básica, el nivel de precios tiende a decrecer. El nivel de precios tiende a disminuir, cuando el inventario cosechado y la siembra empiezan a crecer y tiende a aumentar, cuando sucede lo contrario, o sea que, la relación oferta demanda tiende a encontrar un punto de equilibrio. La venta de la cosecha crece o decrece conforme lo hace el inventario cosechado. La siembra tiende a buscar el equilibrio conforme lo hace el inventario cosechado, si el inventario cosechado es muy grande (hay mucha oferta) la siembra tiende a disminuir y si el inventario cosechado es muy pequeño, la siembra tiende a aumentar. Cuando el inventario cosechado es máximo, el nivel de precios sube por arriba del nivel de precios tradicional y cuando el inventario es mínimo el nivel de precios baja más que el nivel de precios tradicional.

2. Se muestra que mientras el inventario cosechado varía, la venta de la cosecha varía de la misma manera, o sea, crecen o decrecen de la misma forma; ya que si el nivel de inventario de la cosecha es alto, el nivel de precios baja, lo cual permite precios accesibles y se vende la cosecha. Igualmente cuando el nivel de precios sube, es porque el inventario cosechado baja y esta baja en el volumen es lo que permite la venta de la cosecha.

3. Se presentan pocas variaciones en todas las variables tendiendo a estabilizarse rápidamente. La siembra alcanza su máximo rápidamente e inmediatamente se estabiliza.

Cuando la siembra empieza a crecer, el inventario cosechado permanece constante hasta que la siembra llega a su máximo, es entonces cuando el inventario cosechado empieza a crecer dado que no hay cosecha prácticamente. El inventario cosechado se estabiliza cuando la siembra lo hace, dado que el periodo fuerte de siembra provoca un nivel de inventario bajo. El nivel de precios tiende a subir y llega a su máximo. Cuando el nivel de inventarios empieza a crecer el nivel de precios tiende a disminuir, el nivel de precios deja de disminuir cuando alcanza el nivel de precios tradicional y se estabiliza en éste, dado que la siembra ya se ha estabilizado, y se crea una oferta. Como consecuencia de lo anterior se estabiliza el nivel de inventarios y con éste la venta de la cosecha dada la compensación que existe entre el inventario cosechado que está determinado por la siembra y los precios.

El inventario cosechado se mantendrá estable sólo cuando se logre una reducción en la demora del crecimiento de la semilla, lo que provocará una mayor producción reflejándose en un aumento en la demanda por disminución de precios y estabilización en el precio del producto.

4. Tenemos que la siembra al igual que todas las variables permanece constante un largo tiempo debido a la demora en el crecimiento de la semilla, esto ocasiona que cuando la siembra empieza a crecer baje ligeramente el inventario cosechado, lo que ocasiona un aumento en el nivel de precios, la sensibilidad de la siembra al precio hace que la siembra llegue a su máxima capacidad, pero como los precios están bajando, la sensibilidad de precios hace que la siembra baje nuevamente. Al registrarse está disminución en el nivel de precios; la demanda aumenta bruscamente ya que primero se estabiliza por debajo del nivel de precios tradicional y después junto con éste. La venta de la cosecha se realiza en función del inventario cosechado. Los cambios registrados en el inventa-

rio cosechado están generados por el aumento en la demanda debida a la disminución de precios.

5. A diferencia de la corrida anterior, tenemos que la demora en el crecimiento de la semilla es un poco menor y la siembra que estaba estabilizada empieza a crecer y llega rápidamente a un máximo dado que también hay una baja en el precio del producto, esto hace que la siembra decrezca dada la sensibilidad al precio; tenemos que el nivel de precios tiende a disminuir y es lo que ocasiona lo anterior. Como consecuencia del aumento en la siembra, el inventario cosechado empieza a crecer, pero también inmediatamente empieza a decrecer por debajo de las necesidades de la demanda básica dado que el nivel de precios está ligeramente mayor que el nivel de precios tradicional; el cambio en la demanda básica ocasiona que la siembra tienda a estabilizarse por debajo de las necesidades de ésta, lo cual repercute en que el inventario cosechado se estabilice o fluctúe de acuerdo a las necesidades de la demanda básica y que el nivel de precios se estabilice casi al nivel de los precios tradicionales.

El aumento en la demanda es ocasionado por la disminución de los precios y esta disminución de precios cambia la demanda y disminuye la siembra, que a su vez aumenta el inventario cosechado.

DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HUMANOS ESPECIALIZADOS EN EL MERCADO ACTUAL. (PROFESIONISTAS).

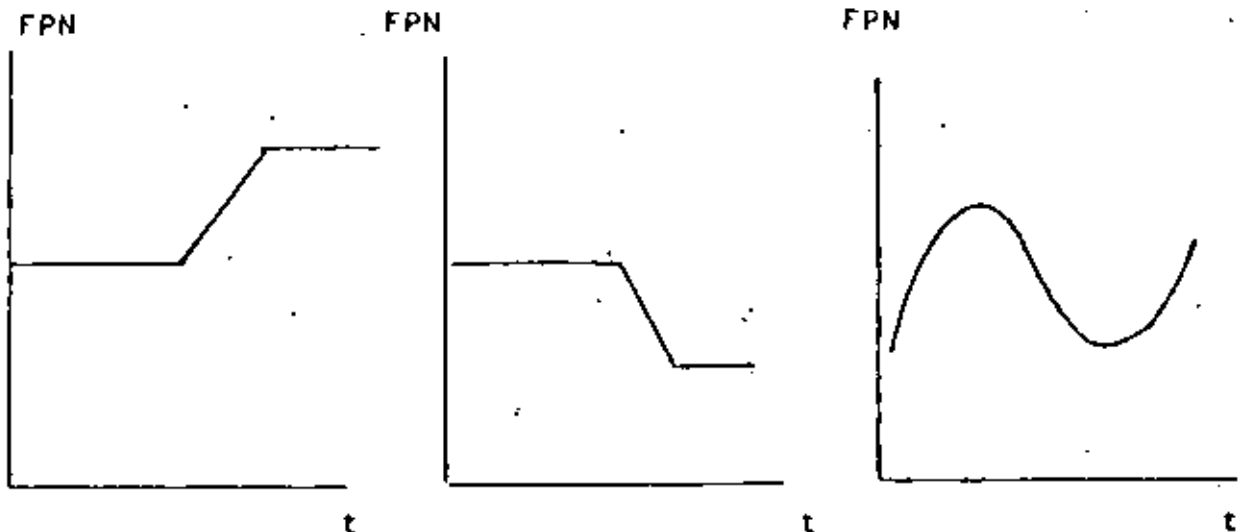
Son muy comunes los problemas de abundancia y carencia de profesionistas de las diferentes ramas . Existe en el mercado un sistema intuitivo de control que tiende a nivelar este efecto de abundancia o carencia que no es muy efectivo. Una teoria de cómo funciona este sistema de control es la siguiente . La tendencia o meta natural del sistema hacia el equilibrio del mercado no se alcanza debido a que existe un lapso de tiempo (demora) entre el tiempo en que se proporciona orientación profesional a los estudiantes, antes de elegir la carrera y la entrada a la profesión - después de haber realizado los estudios profesionales. Los parámetros que se utilizan en este modelo son una generalización.

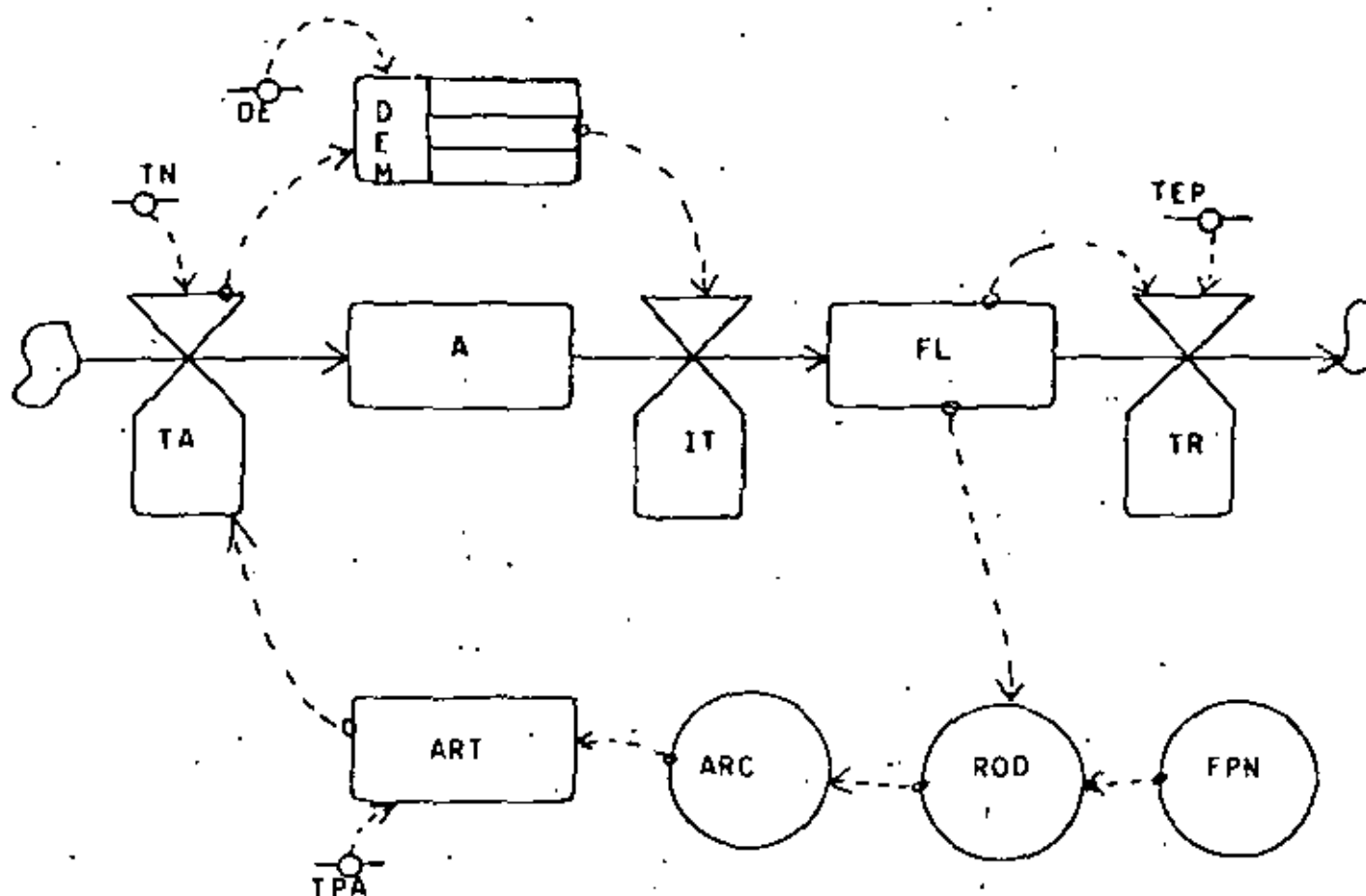
Con objeto de realizar un análisis en el modelo planteado se alimentará al modelo con tres tipos diferentes de demanda, aumento de la demanda a partir de la actual, disminución de la demanda a partir de la actual y una demanda cíclica, como se ilustra a continuación.

AUMENTO

DISMINUCION

OSCILACION





- TN = Tasa normal de entrada a la carrera
- TA = Tasa de entrada de alumnos
- DE = Duración de los estudios
- DEM 3 = Demora de tercer orden
- A = Alumnos
- IT = Instrucción terminada
- FL = Fuerza laboral de profesionistas
- TR = Tasa de retiro
- TEP = Tiempo promedio en el ejercicio profesional
- TPA = Tiempo para percibir el atractivo de la carrera
- ART = Atractivo relativo percibido
- ARC = Atractivo relativo de la carrera
- ROD = Relación oferta-demanda
- FPN = Fuerza de profesionistas necesaria.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.

1. La situación actual muestra que se parte de un punto de equilibrio entre la oferta de profesionistas y la demanda existente por los mismos, en un pequeño período de 10 semanas, después de este lapso el equilibrio desaparece originando que la oferta de profesionistas sea menor. Esto repercute en la relación oferta-demanda, lo que ocasiona que el número de estudiantes aumente a las 40 semanas. La relación entre los profesionistas y su demanda tiende al equilibrio rápidamente, sin embargo dado el aumento de la tasa de ingreso de los alumnos a profesional, origina una situación de saturación en el mercado ocasionando que la oferta de profesionistas sea superior a su demanda, este equilibrio desalentará la formación de nuevos alumnos observándose una baja en la tasa de los alumnos con instrucción terminada, así como en la tasa de ingreso de nuevos alumnos.

2. En las primeras 50 semanas de la situación anterior, el aumento en la demanda de alumnos no origina cambio alguno, sin embargo, después de este lapso la oferta de profesionistas irá aumentando, originando una superioridad paulatina con respecto a la demanda a partir de las 50 semanas, esto originará que el número de alumnos que ingresa a profesional siga aumentando, al igual que lo hace la tasa de alumnos con instrucción terminada, sin embargo, si partimos de la premisa que la demanda aumenta desequilibrando la relación oferta-demanda llegamos a un momento en que así como hubo un crecimiento en la población de alumnos, habrá una rápida disminución de ellos, como consecuencia de la pérdida de interés por la profesión.

3. En el caso inverso una disminución en la demanda presenta una situación de rápida saturación, ocasionada por la disminución de la demanda con las siguientes consecuencias: Un rápido aumento en la población estudiantil y una

dramática disminución de la misma, la fuerza laboral de profesionistas experimentará pequeños aumentos a través de los años, llegando a una saturación a mediano plazo y entonces la fuerza laboral bajará paulatinamente, la oferta de profesionistas será menor que la demanda sólo en los primeros años, después será mayor esta relación como consecuencia lógica.

4. La oscilación que se presenta en la vida real, ocasiona que la relación entre la oferta y la demanda de profesionistas también oscile de una manera anárquica, la fuerza laboral siempre irá en aumento, mientras que la cantidad de alumnos que entran a profesional seguirá la forma de una curva normal, la tasa de ingreso y la de instrucción terminada variarán, llegando al caso de que no exista ninguna relación entre estos puntos, originando así una completa desubicación entre los estudiantes y profesionistas, esto es, la fuerza laboral en perjuicio de las mismas profesiones de que se trate, no existirá de manera alguna la armonía deseada entre los alumnos de nuevo ingreso, la población de alumnos y la fuerza laboral, la cual está representada por los profesionistas egresados.

BURROUGHS P0700/P7700 DYNAPC LEVEL DYNOS4: 7/31/79

INPUT PHASE BEGIN AT 11:22 3P

DYNAMONZIP NARROW
RUN PROEES

MODELO PROFESIONAL
COPRIDA UNO

TN = TASA HORAL DE ENTADA A LA CARRERA
 TA = TASA DE ENTADA DE ALUMNOS
 DE = DURACION DE LOS ESTUDIOS
 DEM = DEMANDA DE EFECTU ORDEN
 A = ALUMNOS
 IT = INSTRUCCION TERMINADA
 FL = FUERZA LABORAL DE PROFESIONISTAS
 TP = TASA DE EFICIO.
 TFP = TIEMPO PRODUCTIVO DEL EJERCICIO PROFESIONAL
 TPA = TIEMPO PARA DECRETAR EL ATRACTIVO
 ART = ATRACTIVO RELATIVO PERCIBIDO
 APC = ATRACTIVO RELATIVO DE LA CARRERA
 FOP = RELACION OFERTA DEMANDA
 FPH = FUERZA DE PROFESIONISTAS NECESARIA

FPH.K = TARNI (FPHI, TIME, K, 0, 100, 10)
 FPHI = 1000/1000/2000/3000/4000/3000/2000/1000/1000/1000
 FOP.K = FL.K / FPH.K
 ARC.K = TARNI (ARC1, K, 0, 5, 2, 0, 25)
 ART = 10/3/1/0.0/0.3/0.15/0.1
 APC.K = APC.J + (DT) (1/TPA) (ARC.J - APC.J)
 APP = 1
 TPA = 20
 TA.KI = (TN) (APP.K)
 TNEH
 A.K = A.J + (DT) (TA.KI - IT.JEY)
 A = 100
 IT.KI = DELAY3 (TA.KI, DE)
 TE = 40
 FL.K = FL.J + (DT) (IT.KI - TP.KK)
 FL = 1000
 TP.KI = FL.K / TFP
 TFP = 250

PRINT (1) (FL/2) (FOP/3) (FOP/4) (APC/5) (APP/6) (TA/7) (IT/8) A
 PLOT FL = F, FPH = H (0, 1) / TARNI, J TFC, TR = H (0, 1) / FOP = F (0, 2) / APC = A, APP = P (0, 10)
 SPEC CT = 1
 SPEC LENGTH = 250
 SPEC PLTFR = 5
 SPEC CRTFR = 10

INPUT PHASE CONCLUDED AT 11:23 1P

GENERATION PHASE BEGAN AT 11:27 2P

RUN PHASE GENERATED AT 11:23 2P

PRINT PHASE GENERATED AT 11:23 3P

PLOT PHASES GENERATED AT 11:23 4P

ELAPSED COMPILATION TIME 1.53

PAGE 2

PROFUS

STARTED PRINTING AT 11:25, 9019, 31 JULY 1979

TIME	FL	FPM	FOD	APC	APP	TA	IT	A
E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00
0.00	1000.0	1000.0	1.0000	1.0000	1.0000	4.000	4.000	160.0
10.00	1000.0	1000.0	1.0000	1.0000	1.0000	4.000	4.000	160.0
20.00	1000.0	2000.0	0.5000	0.9999	2.7283	10.913	4.012	177.0
30.00	1001.5	3000.0	0.3333	10.0000	5.0461	22.585	4.543	302.7
40.00	1015.4	4000.0	0.2538	10.0000	7.3932	24.573	6.870	508.8
50.00	1000.0	3000.0	0.3530	10.0000	8.4392	30.757	11.159	738.5
60.00	1152.1	2000.0	0.5760	7.8707	8.9670	35.948	16.509	953.0
70.00	1293.2	1000.0	1.2932	0.5181	6.6002	20.641	21.852	1090.7
80.00	1470.1	1000.0	1.4701	0.3287	4.1050	10.662	25.663	1070.0
90.00	1670.3	1000.0	1.6703	0.1902	2.5971	10.388	20.471	923.7
100.00	1863.3	1000.0	1.8633	0.1273	1.0150	0.463	24.438	770.9
110.00	2014.4	1000.0	2.0144	0.1000	1.0173	4.049	20.705	595.2
120.00	2119.7	1000.0	2.1197	0.1000	0.6462	2.585	10.439	440.0
130.00	2179.0	1000.0	2.1790	0.1000	0.4271	1.703	12.426	310.2
140.00	2200.4	1000.0	2.2004	0.1000	0.2958	1.183	9.055	222.3
150.00	2190.0	1000.0	2.1900	0.1000	0.2172	0.869	0.429	154.4
160.00	2156.5	1000.0	2.1565	0.1000	0.1702	0.681	4.492	107.1
170.00	2111.3	1000.0	2.1113	0.1000	0.1420	0.568	3.118	75.1
180.00	2054.5	1000.0	2.0545	0.1000	0.1252	0.501	2.174	53.8
190.00	1992.1	1000.0	1.9921	0.1010	0.1151	0.460	1.542	39.9
200.00	1927.0	1000.0	1.9270	0.1100	0.1122	0.409	1.120	31.0
210.00	1861.0	1000.0	1.8610	0.1278	0.1158	0.463	0.858	25.0
220.00	1795.3	1000.0	1.7953	0.1409	0.1232	0.493	0.691	22.0
230.00	1731.3	1000.0	1.7313	0.1612	0.1332	0.533	0.594	21.3

PAGE 3

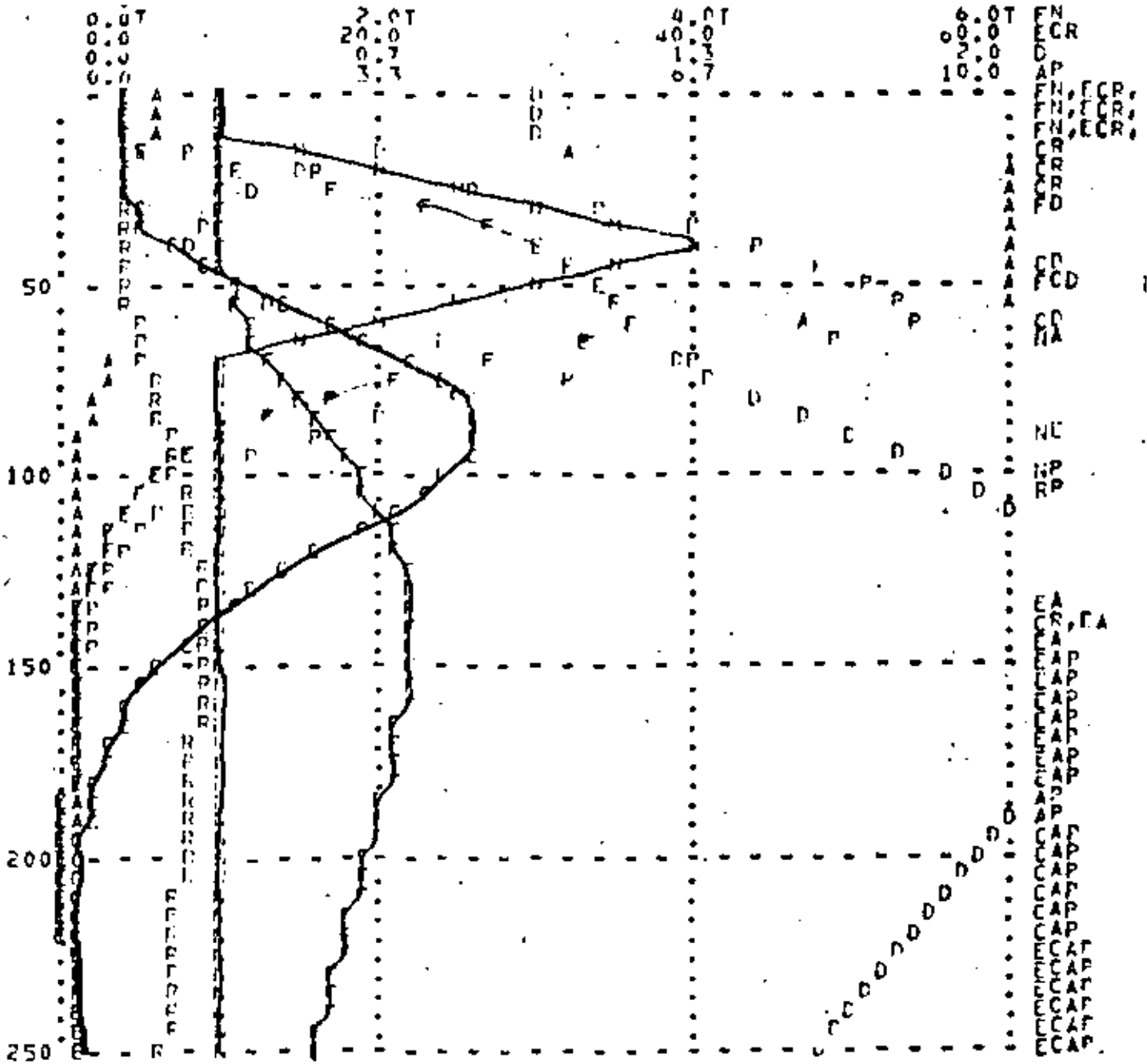
PROFUS

TIME	FL	FPM	FOD	APC	APP	TA	IT	A
240.00	1660.0	1000.0	1.6600	0.1987	0.1519	0.608	0.540	21.2
250.00	1608.0	1000.0	1.6080	0.2300	0.1750	0.711	0.534	22.0

PAGE 0 PAGES

REGAN PLOTTING AT 11:26.1211, 31 JULY 1979

FILE, PPHEN, TAE, ITEC, TRER, PDSO, APCSA, ALP&P



BUROUGHS 06700/07700 DYNAMO LEVEL DTI.4541 8/10/79

INPUT PHASE BEGIN AT 111 7 23

DYNAMO,NUZIP,MARKDOWN
RUN PROFES

MODEL PROFESIONAL
CORRIDA DOS

TN = TASA NORMAL DE ENTRADA A LA CARRERA
 TA = TASA DE ENTRADA DE ALUMNOS
 DE = DURACION DE LOS ESTUDIOS
 DEL = DELORA EL TERCER ORDEN
 A = ALIADOS
 TI = INSTRUCCION TERMINADA
 FL = FUERZA LABORAL DE PROFESIONISTAS
 TR = TASA DE RETIRO
 TEP = TIEMPO PRECIBIDO DEL EJERCICIO PROFESIONAL
 IFA = TIEMPO PARA PERCIBIR EL ATRACTIVO
 IAT = ATRACTIVO RELATIVO PERCIBIDO
 ADS = APLACION COMPLETIVA EN LA CARRERA
 FPN = FUERZA DE PROFESIONISTAS NECESARIA

FPN = TABLA (INT) TIME (2000/3000/2000/2000/2000/2000/2000/2000/2000/2000)
 RUD = FLOK / YHOF
 ANK = TABLA (ARC) (1.00 * K * 0.5 * 2 * 0.25)
 ANK1 = 10 / 3 * 1 * (0.5 * Y) / (A) * (2 * 0.3 - ANK * J)
 ANK2 = ARK * J * (0.5 * Y) / (A) * (2 * 0.3 - ANK * J)
 ANK3 = 1
 YFA = 20
 IA = KL * (TI) * (ARK * R)
 TN = A
 AK = A * J * (DT) * (TA * JK - IT * JK)
 A = 100
 II = KL * DELAY3 (IA * JK * UE)
 DE = 40
 FL = K * II * J * (DT) * (IT * JK - TF * JK)
 FL = 1000
 TR = AL * FI * K / TEP
 TEP = 250

SFLC DT = 1
 SFLC LENGTH = 250
 SFLC FC / FEP = 5
 SFLC PR / PEP = 10
 PRINT 1) FL / 2) FPN / 3) KLL / 4) ARC / 5) ADP / 6) IFA / 7) IAT / 8) A
 PLOT FL * FPI = K(C,*) / TA * L, IT = C * TE = 1. (C,*) / I.DL = L(C,2) / AR(C,*) * ADI * P(C,70)

INPUT PHASE CONCLUDE AT 111 7 43

GENERATION PHASE BEGAN AT 111 7 44
 ALL PHASE GENERATED AT 111 7 54
 PRINT PHASE GENERATED AT 111 7 50
 PLOT PHASES GENERATED AT 111 7 56

ELAPSED COMPUTATION TIME 3 37

PAGE 2

PRICES

STARTED PRINTING AT 11:08.5201, 16 AUGUST 1979

TIME	FL	FFL	FJJ	ALL	AMP	TA	IT	A
E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00
00.00	1000.0	1000.0	1.0000	1.0000	1.0000	4.000	4.000	160.0
10.00	1000.0	1000.0	1.0000	1.0000	1.0000	4.000	4.000	160.0
20.00	1000.0	1333.0	0.7532	2.9905	1.4331	5.732	4.004	165.1
30.00	1000.4	1667.0	0.6031	7.1961	2.9533	11.613	4.151	204.7
40.00	1004.7	2000.0	0.5024	9.9339	5.2339	20.935	4.988	318.7
50.00	1023.1	2000.0	0.5115	9.6772	7.0793	20.317	7.284	506.0
60.00	1070.9	2000.0	0.5354	9.0000	0.0072	32.029	11.242	719.1
70.00	1160.8	2000.0	0.5634	7.7443	0.1819	32.728	16.166	910.7
80.00	1295.9	2000.0	0.7430	5.0508	7.0551	30.020	20.995	1246.8
90.00	1469.3	2000.0	0.7346	3.4302	0.4093	25.077	24.784	1105.6
100.00	1665.8	2000.0	0.8329	2.3267	4.9068	19.947	26.866	1278.0
110.00	1862.2	2000.0	0.9331	1.5352	3.7642	15.057	26.940	984.2
120.00	2051.2	2000.0	1.0256	0.9591	2.7284	10.913	25.248	852.4
130.00	2200.4	2000.0	1.1032	0.8349	1.9929	7.972	22.365	707.1
140.00	2324.3	2000.0	1.1621	0.7406	1.5006	6.034	18.916	569.1
150.00	2403.1	2000.0	1.2016	0.6715	1.1069	4.748	15.447	449.8
160.00	2446.2	2000.0	1.2231	0.6431	0.9746	3.899	12.321	353.1
170.00	2459.0	2000.0	1.2295	0.6328	0.8389	3.356	9.710	278.5
180.00	2446.1	2000.0	1.2241	0.6415	0.7574	3.030	7.647	223.0
190.00	2419.7	2000.0	1.2079	0.6442	0.7150	2.840	6.087	183.4
200.00	2379.1	2000.0	1.1695	0.6507	0.7000	2.803	4.952	156.2
210.00	2330.5	2000.0	1.1052	0.7356	0.7066	2.627	4.159	138.6
220.00	2277.3	2000.0	1.1396	0.7702	0.7260	2.406	3.632	128.1
230.00	2271.4	2000.0	1.1109	0.8225	0.7560	3.024	3.305	123.0

PAGE 3

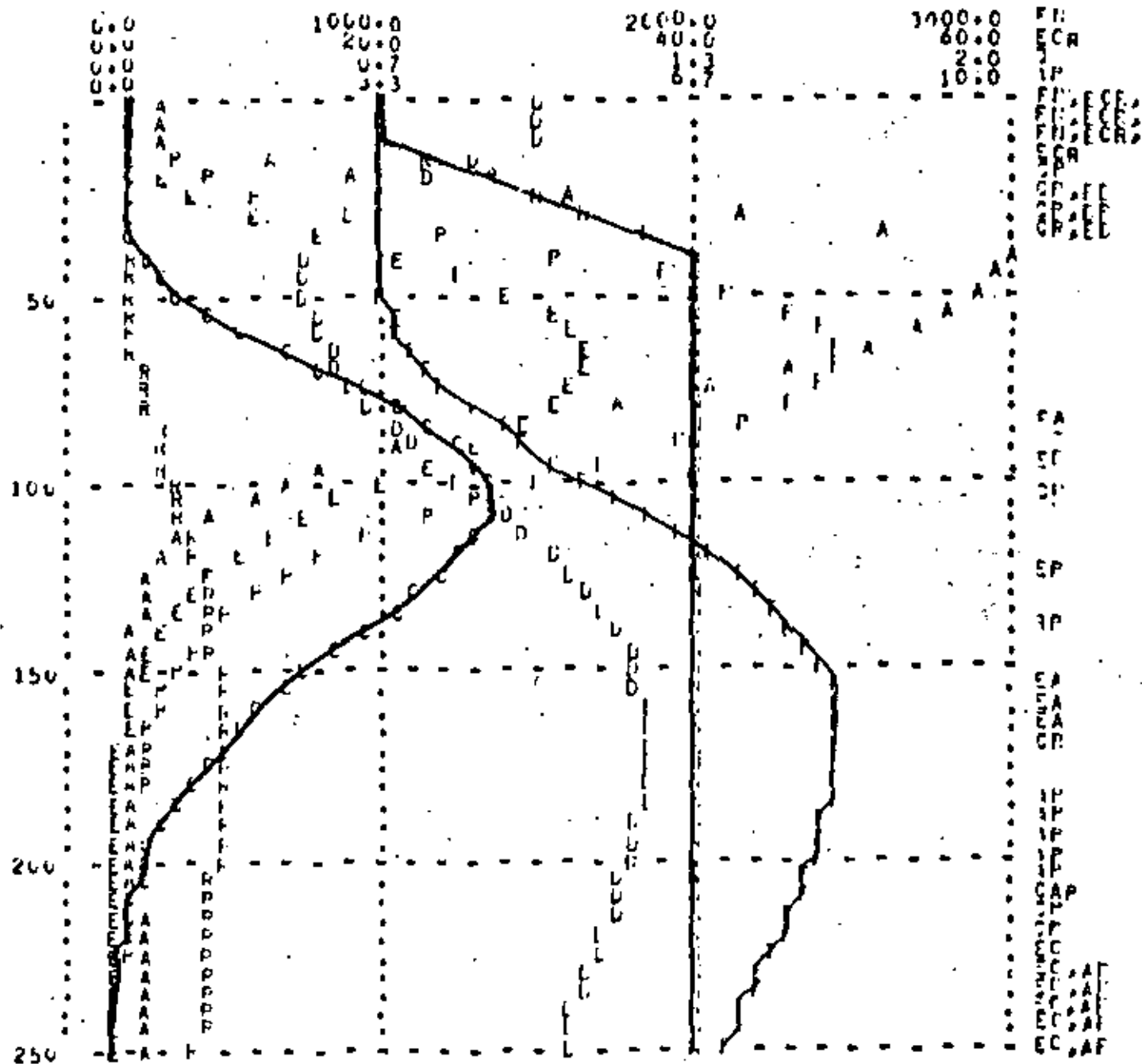
PRICES

TIME	FL	FFL	FJJ	ALL	AMP	TA	IT	A
240.00	2166.1	2000.0	1.0631	0.6071	0.7915	3.166	3.128	121.7
250.00	2111.4	2000.0	1.0557	0.9109	0.8305	3.372	3.061	123.2

PAGE 4 PAGES

BEGAL. FLIGHTING AT 1110M, 5750, 10 AUGUST 1979

II=I, IPI=I, TA=L, II=C, IR=I, RUC=I, ALC=A, AFI=P



300R01GHS 06700/07700 DYNAMO LEVEL LYM.4548 B/10/79
- INPUT PHASE BEGIN AT 1115 50

DYNAMO GZIP NARRON
RUN PROFES

MODELL PROFESIONAL
CURRIDA TRES

IN = TASA NORMAL DE ENTRADA A LA CARRERA
IA = TASA DE ENTRADA DE ALUMNOS
DE = DURACION DE LOS ESTUDIOS
DEM 3 = DEMORA DE TERCER ORLEN
A = ALUMNOS
IT = INSTRUCCION TERMINADA
EL = LUEGZA LABORAL DE PROFESIONISTAS
IR = TASA DE RETIRO
TEP = TIEMPO PROMEDIO DE EJERCICIO PROFESIONAL
AKT = TIEMPO DE PERCEPCION PERCIBIDA ACTIVO
ARC = ATRACTIVO RELATIVO DE LA CARRERA
RUD = RELACION DE CERTIFICACION
FPM = FUERZA DE PROFESIONISTAS NECESARIA

1000/1000/1000/1000/1000/1000/1000/1000/1000/1000

RUD = A * F / (A + F)
ARC = A * T / (A + T)
AKT = 1 / (3 * (1 / (A * T) + 1 / (A * R) + 1 / (A * J)))
ARC = J - ARC * J
ARP = 1
TPA = 20
IA = KL * (TH) * (ARP * A)
IN = 4
A * J = A * J * (DT) * (IA * JK - IT * JA)
A = 100
IT * KL = DELAY3(IA * JK, DE)
DE = 40
FL = K * (1 + J * (DT) * (IT * JK - TA * JK))
FL = 1000
JK * KL = FL * K / TEP
TEP = 250

SILE D1=1
SILE LENGTH=250
SILE PLIML=5
SILE PRIPET=10
PRINT 1)FL/2)IN/3)DE/4)ARC/5)ARP/6)TPA/7)I/8)A
PLC1 FL=F, FPM=K(O,*)/IA=E, IT=3, TH=F(O,*)/R.D1=L(O,2)/ARC=A, ARP=P(O), G)

INPUT PHASE CONCLUDED AT 1116 15

GENERATION PHASE BECAL AT 1116 16
RUN PHASE GENERATED AT 1116 34
PRINT PHASE GENERATED AT 1116 36
PLC1 PHASES GENERATED AT 1116 42
ELAPSED COMPUTING TIME 0.49

PAGE 2

FRIELES
STARTED PRINTING AT 11:17.5607, 10 AUGUST 1979

TIME	FL	FPI	FD	ARC	APP	TA	IT	A
E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00
0.00	1000.0	2000.0	0.5000	10.0000	1.0000	4.000	4.000	160.00
10.00	1000.2	2000.0	0.5001	9.9979	4.0113	18.445	4.114	230.94
20.00	1005.9	1667.0	0.6034	7.1149	6.2439	24.975	5.514	406.51
30.00	1034.2	1333.0	0.7758	2.7935	5.7334	22.934	8.876	585.09
40.00	1094.0	1050.0	1.0467	0.9253	4.1734	10.694	12.935	679.90
50.00	1197.3	1000.0	1.1973	0.6043	2.8246	11.299	15.832	676.73
60.00	1311.2	1000.0	1.3112	0.5206	1.9320	7.730	16.657	608.69
70.00	1426.0	1000.0	1.4200	0.3900	1.3421	5.368	15.660	511.29
80.00	1509.4	1000.0	1.5094	0.2944	0.9403	3.761	13.586	4.9.41
90.00	1572.7	1000.0	1.5727	0.2504	0.6731	2.692	11.132	376.92
100.00	1605.4	1000.0	1.6054	0.2343	0.5010	2.004	8.758	240.06
110.00	1622.6	1000.0	1.6226	0.2163	0.3920	1.568	6.704	179.94
120.00	1617.2	1000.0	1.6172	0.2197	0.3258	1.303	5.052	135.05
130.00	1597.4	1000.0	1.5974	0.2416	0.2694	1.157	3.791	102.61
140.00	1567.5	1000.0	1.5675	0.2595	0.2736	1.094	2.869	80.53
150.00	1531.0	1000.0	1.5310	0.2614	0.2721	1.049	2.221	65.83
160.00	1490.6	1000.0	1.4906	0.3113	0.2808	1.123	1.784	56.75
170.00	1448.2	1000.0	1.4482	0.3622	0.3030	1.212	1.506	51.66
180.00	1405.3	1000.0	1.4053	0.4137	0.3369	1.348	1.346	50.30
190.00	1362.9	1000.0	1.3629	0.4645	0.3778	1.511	1.278	51.41
200.00	1321.9	1000.0	1.3219	0.5137	0.4224	1.696	1.202	54.58
210.00	1282.0	1000.0	1.2820	0.5617	0.4684	1.874	1.342	59.25
220.00	1244.0	1000.0	1.2440	0.6004	0.5142	2.057	1.445	64.95
230.00	1211.8	1000.0	1.2118	0.6411	0.5622	2.249	1.576	71.35

PAGE 3

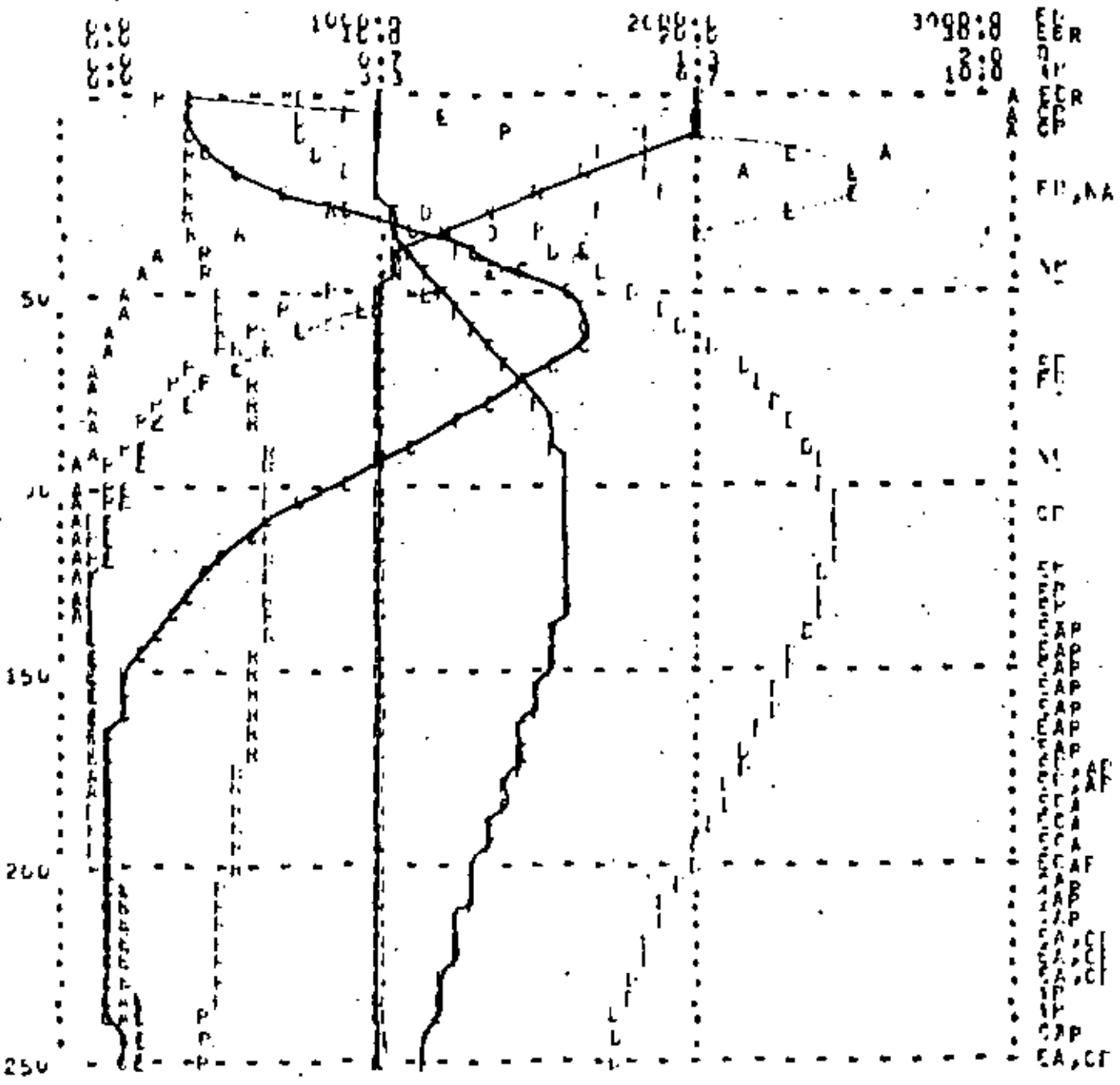
FRIELES

TIME	FL	FPI	FD	ARC	APP	TA	IT	A
240.00	1180.4	1000.0	1.1804	0.7114	0.6120	2.448	1.732	78.27
250.00	1151.7	1000.0	1.1517	0.7572	0.6611	2.744	1.900	85.57

PAGE 4 PRTES

BEGAN PLOTTING AT 1117.6767, 10 AUGUST 1976

FL=P, IPN=N, IAE=L, IT=C, IR=N, HLU=L, AIL=A, AKI=P



DYNAMICALLY HARPEN

INPUT PHASE BLG11 AT 10127 10

DYNAMICALLY HARPEN
RUN

MULTI PROFESSIONAL
CIENTIA MERE CLATRO

IA = TASA ANUAL DE PRIMATA CARRETA
 IA = TASA ANUAL EMISORA DE LUMEN
 IB = DURACION DE LOS PSTRON
 IC = DURACION DE YENEN O
 ID = ALUMEN
 IE = INSTANCIAS TRUJINDA
 IF = FUERZA CANTONAL DE PRO... NISTAS
 IG = TASA ANUAL DE PRIMATA
 IH = TIEMPO PARA EL IDIA... ICIE IACIONAL
 II = ATRACTIVO RELATIVO P... IRACTIVE
 IJ = ATRACTIVO RELATIVO P... CARRETA
 IK = FUERZA DE PRO... N NECESARIA

KA = (CAMPE) (SIN) (PIS) (TIME) (PERO)
 KB = 2000
 KC = (10) (10) (10) (10) (10) (10)
 KD = (10) (10) (10) (10) (10) (10)
 KE = (10) (10) (10) (10) (10) (10)
 KF = (10) (10) (10) (10) (10) (10)
 KG = (10) (10) (10) (10) (10) (10)
 KH = (10) (10) (10) (10) (10) (10)
 KI = (10) (10) (10) (10) (10) (10)
 KJ = (10) (10) (10) (10) (10) (10)
 KK = (10) (10) (10) (10) (10) (10)
 KL = (10) (10) (10) (10) (10) (10)
 KM = (10) (10) (10) (10) (10) (10)
 KN = (10) (10) (10) (10) (10) (10)
 KO = (10) (10) (10) (10) (10) (10)

BLG11
 X SPEC
 SPEC
 SPEC
 SPEC
 SPEC

INPUT PHASE CONCLUDED AT 10127 10

GENERAL PHASE BLG11 AT 10127 10
 PRINT PHASE BLG11 AT 10127 10
 PLOT PHASE BLG11 AT 10127 10

PAGE 2 - PROFILES

TITLE	FL	FRM	REF	SEC	AMP	TA	IT	A
2100	L+00	E+00	F+00	L+00	L+00	E+00	L+00	L+00
3000	1000.0	0.0	1.0000	1.0000	1.0000	4.0000	4.0000	160.0
7000	1000.0	1175.6	0.100	1.0000	3.0959	12.304	4.010	102.8
9000	1001.9	1002.1	0.345	1.0000	5.8063	23.465	4.052	319.3
3000	1017.7	1902.1	0.351	1.0000	7.5150	30.100	7.136	530.4
4000	1000.9	1175.6	0.400	1.0000	0.5101	34.072	11.634	760.4
5000	1163.0	0.0	1.163	1.0000	7.1150	23.460	17.027	951.6
6000	1307.2	-1175.6	-0.445	1.0000	4.8339	19.336	21.707	989.3
7000	1402.1	-1902.1	-0.603	1.0000	0.9669	27.027	24.001	993.2
8000	1660.3	-1902.1	-0.845	1.0000	0.1400	32.552	24.893	1049.1
9000	1647.0	-1175.6	-0.524	1.0000	0.2911	39.565	25.968	1136.5
10000	2037.6	0.0	2.038	1.0000	0.0040	24.016	27.724	1183.4
11000	2230.2	1175.6	1.000	1.0000	3.7903	15.193	26.047	1094.8
12000	2420.7	1902.1	0.237	1.0000	2.9012	11.425	27.746	942.7
13000	2543.0	1902.1	0.004	1.0000	2.0763	10.713	24.700	791.5
14000	2710.9	1175.6	1.000	1.0000	2.0030	0.004	21.141	657.0
15000	2800.9	0.0	2.804	1.0000	1.3200	5.315	17.023	530.5
16000	2852.1	-1175.6	-16.245	1.0000	1.1307	5.323	14.351	412.7
17000	2887.0	-1902.1	-0.179	1.0000	4.8094	19.230	21.004	404.4
18000	2681.9	-1902.1	-0.172	1.0000	0.8422	27.569	20.027	523.8
19000	2650.1	-1175.6	-10.200	1.0000	0.1092	32.557	22.504	710.4
20000	2800.0	0.0	2.807	1.0000	0.5000	22.215	26.300	660.1
21000	2951.0	1175.6	1.377	1.0000	0.0020	13.011	19.967	663.0
22000	2039.2	1902.1	1.000	1.0000	2.3040	9.000	21.133	770.1
23000	2120.2	1902.1	1.000	1.0000	1.7748	7.090	19.047	645.3

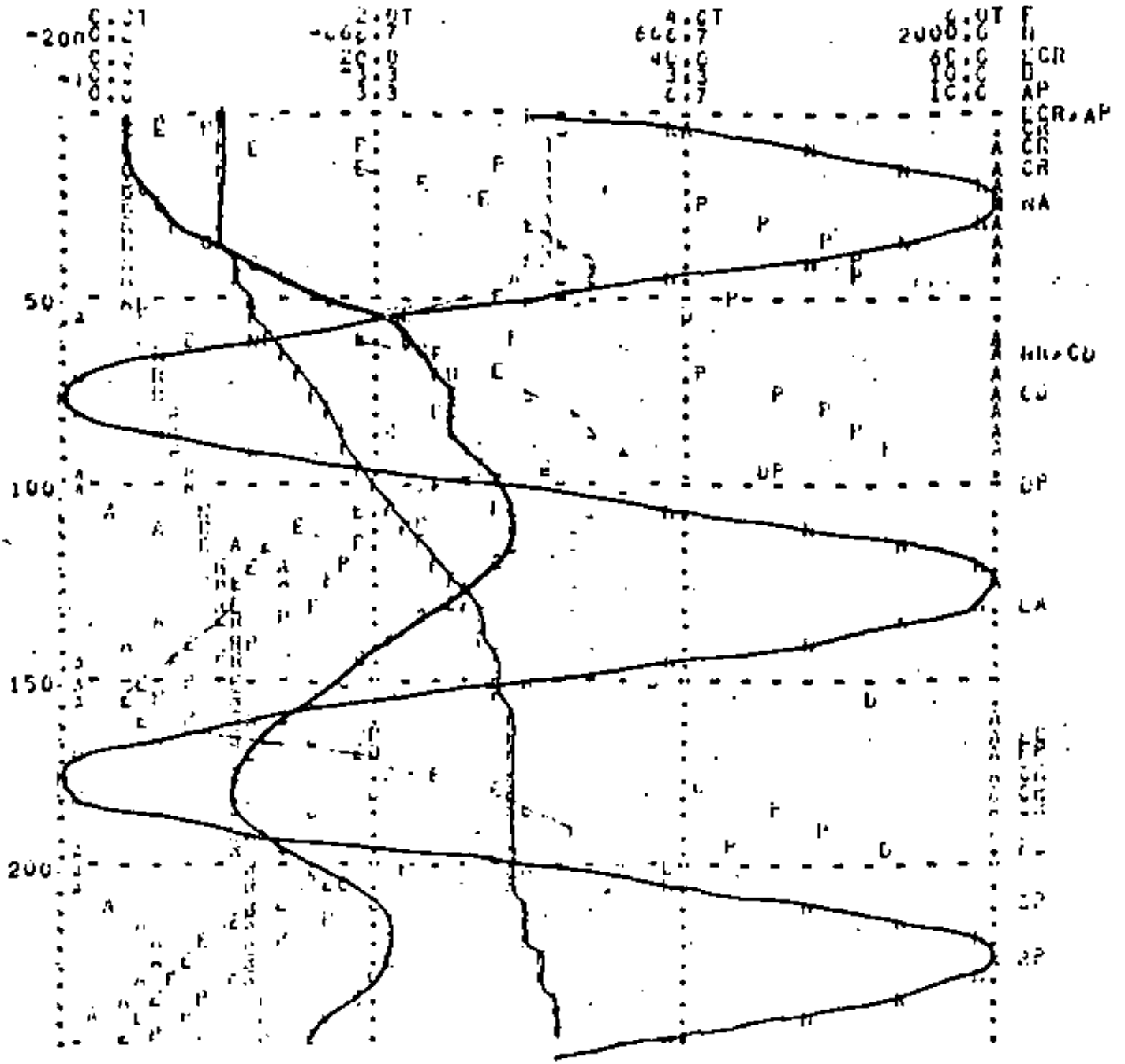
PAGE 3 - PROFILES

TITLE	FL	FRM	REF	SEC	AMP	TA	IT	A
24000	2174.2	1175.6	1.000	1.0000	1.3259	5.303	17.000	521.2
25000	2214.4	0.0	3.214	1.0000	0.0000	3.422	14.000	407.2

PAGE 4 PROFILES

PERMANENT FLOODING AT 10:30 A.M. 14 AUGUST 1979

FIELD NUMBER 14081303 TRAIL NUMBER 14081303



MODELO RESIDENCIAL

En una zona geográfica donde reside una comunidad, la disponibilidad de vivienda es el factor determinante del crecimiento de la población, además de su atractivo natural por clima y facilidades de recreación. En tanto la disponibilidad de vivienda iguale a la vivienda deseada, que es proporcional a la población, la gente llega a la comunidad. Las características de la comunidad atraen a la gente a una tasa anual del 14.5% de la población residente, sin embargo algunas personas se van por razones personales a una tasa del 2% anual.

La abundancia de vivienda tiende a atraer a la gente a una tasa mayor del 14.5% y a disminuir el 2% de salidas. Esto hace que los precios de compra de vivienda y rentas bajen, pudiendo los compradores o inquilinos tener un amplio margen de selección obligando a los fraccionadores a realizar promociones especiales para lograr ventas.

Cuando esta situación cambia y hay carencia de vivienda la gente no llega a la comunidad y algunos residentes al no encontrar la vivienda deseada se van.

Los posibles inmigrantes a la comunidad perciben o detectan los cambios en disponibilidad de vivienda, digamos después de cinco años. Además de haber flujos de entrada y salida de gente a la comunidad, hay una tasa neta de defunciones del 2.5% anual debido al carácter de la población que tiene muchos ancianos.

La industria de la construcción responde tanto a la disponibilidad de tierra como de vivienda. Las nuevas construcciones continúan apareciendo al haber terrenos disponibles. Bajo estas condiciones, la tasa de construcción anual será del 12% de las viviendas existentes para satisfacer el crecimiento normal de la población. Cuando hay saturación de viviendas los constructores dejan de construir. Cuando el mercado de vivienda escasea, la tasa de construcción aumenta para satisfacer la demanda. Al terminarse la tierra dis

ponible para vivienda la construcción cesa, puesto que la vida promedio de la vivienda es de 50 años, la tasa anual de demolición es de 2%.

Nombre de las variables usadas:

MPTD	= Multiplicador por tierra disponible
FOT	= Fracción de tierra ocupada
T	= Tierra (suelo)
TPU	= Tierra por unidad
CNV	= Construcción normal de vivienda
TCV	= Tasa de construcción de vivienda
MCV	= Multiplicador de construcción de vivienda
VPV	= Vida promedio de la vivienda
TDV	= Tasa de demolición de vivienda
V	= Vivienda
RV	= Relación de vivienda
MAM	= Multiplicador por atractivo por migración
PMA	= Percepción del atractivo por migración
TPM	= Tiempo de percepción de migración
INMI	= Inmigración normal
EMIN	= Emigración normal
POB	= Población
ME	= Multiplicador por emigración
FTM	= Factor de tasa de defunciones
TM	= Tasa de defunciones
VD	= Vivienda deseada
UP	= Unidades por persona

ECUACIONES.

$$1. \text{POB}_{.K} = \text{POB}_{.J} + (DT) (\text{INMI}_{.JK} - \text{EM}_{.JK} - \text{TM}_{.JK})$$

$$\text{Personas} = \text{Personas} + (\text{año}) (\text{Personas/año} - \text{Personas/año} - \text{Personas/año})$$

$$\text{POB} = 30.3 \text{ PERSONAS} \quad (\text{VALOR INICIAL})$$

2. $INMI.KL = (INMIN)(PMA.K)(POB.K)$

Personas/año = (fracción/año)(adimensional)(Personas)

Personas/año = Personas/año

INMIN = 0.145 /año

3. $PMA.KL = DELAY(MAM.K, TPM)$

Adimensional = Adimensional

TPM = 5 años

4. $MAM.K = TABLE(MAMT, RV.K, 0, 2, 0.25)$

MAMT* = 0.05/.1/.2/.4/1/1.6/1.8/1.9/2

5. $ME.K = 1/MAM.K$

Adimensional = Adimensional

6. $EMI.KL = (EMIN)(ME.K)(POB.K)$

Personas/año = (fracción/año)(adimensional)(personas)

Personas/año = Personas/año

EMIN = 0.02 / año

Fracción/año = Fracción/año

7. $TM.KL = (POB.K)(FTM)$

Personas/año = (personas)(fracción/año)

Personas/año = Personas/año

FTM = 0.025 /año

Fracción/año = Fracción/año

8. $V.K = V.J \cdot (\Delta T)(TCV.JK - TDV.JK)$

Unidades = Unidades/(años)(unidades/año - unidades/año)

Unidades=Unidades

V=10 unidades

9. $TCV.KL = (CNV)(MCV.K)(MPTD.K)(V.K)$

Unidades/año=(fracción/año)(adimensional)(adimensional)
(Unidades)

Unidades/año=Unidades/año

CNV=0.12 /año

10. $MCV.K = TABLE(MCVT, RV.K, 0, 2, .25)$

MCVT*=2.5/2.4/2.3/2/1/.37/.2/.1/.05

11. $RV.K = V.K/VD.K$

Adimensional=Unidades/Unidades

12. $VD.K = (POB.K)(UP)$

Unidades=(Personas)(Unidades/Persona)

Unidades=Unidades

UP=0.33 Unidades/Persona

13. $MPTD.K = TABLE(MPTDT, FOT.K, 0, 1, .25)$

MPTDT*=1/.8/.5/.2/0

14. $FOT.K = (V.K)(TPU/T)$

Adimensional=(Unidades)(Ha/Unidades/Ha)

Adimensional=Adimensional

TPU =1 Ha/Unidad

Ha/Unidad=Ha/Unidad

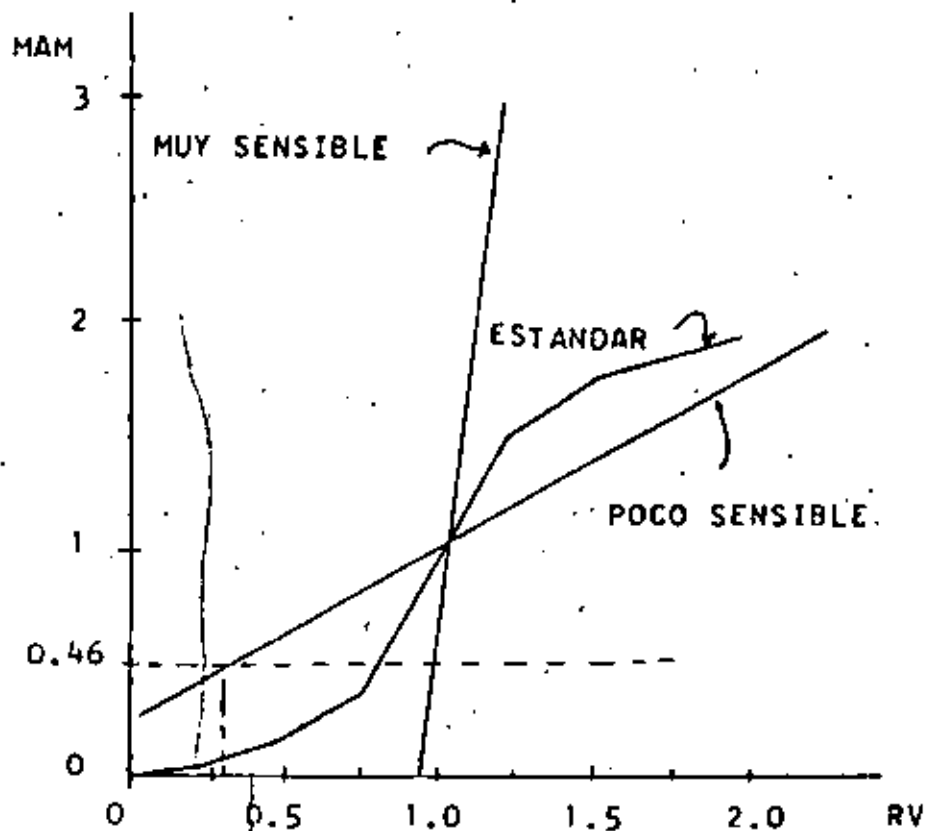
T=1500

15. $T \cdot DV \cdot KL = V \cdot K / VPV$

Unidades/año = Unidades/año

VPV = 50 años.

ANALISIS DE SENSIBILIDAD:



Para que haya equilibrio, el atractivo deberá valer 0.46
La curva de poco sensible supondría que la disponibilidad
de vivienda casi no afecta la inmigración, en este caso
la RV sería menor, o sea, 0.30 .

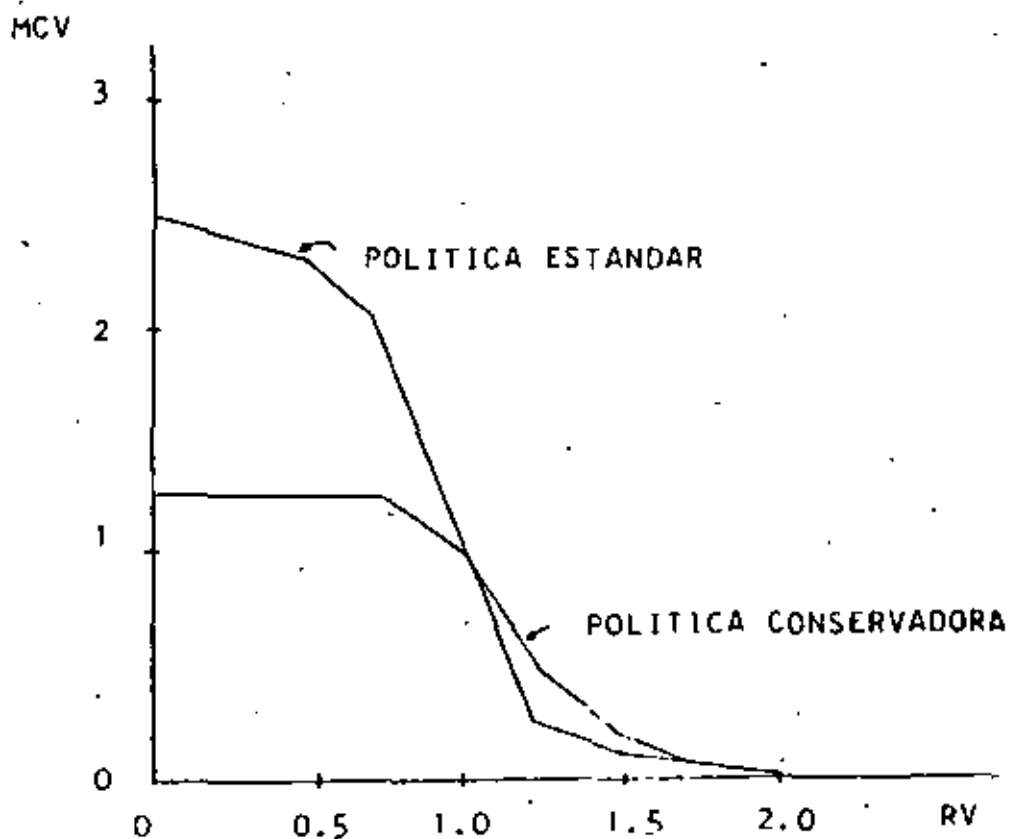
La recta de la figura anterior muy sensible el equilibrio se dá en 0.9. La forma de la función después del punto de definición no afecta el equilibrio del valor dado por RV.

CORRIDA NUMERO DOS.

La construcción normal de vivienda CNV, la cambiamos de 12% al año a 24% al año, esto implica una política especulativa de construcción muy optimista:

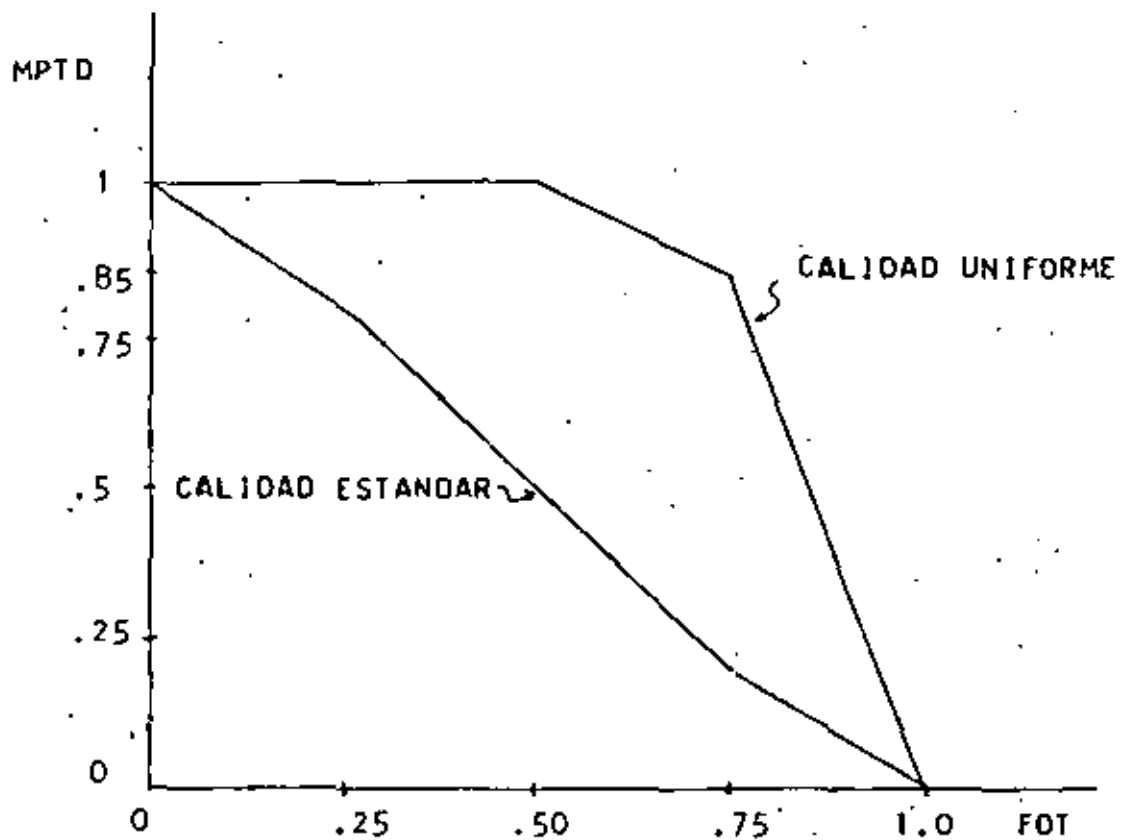
CORRIDA NUMERO TRES...

Para probar el efecto de una tabla conservadora de la variable MCV (multiplicador de construcción de vivienda, cambiamos la tasa original por la siguiente:



CORRIDA NUMERO CUATRO.

Supongamos ahora como última prueba que la tierra tiene una calidad uniforme, o sea que la construcción se detiene sólo cuando escasea la tierra.



MODELO RESIDENCIAL MODIFICADO.

Vamos a realizar una modificación al modelo residencial anterior consistente en agregar las siguientes variables:

C = Comida
GC = Generación de comida
CPH = Comida por habitante
PC = Proporción de comida
CCPH = Consumo de comida por habitante
CRT = Tiempo de regeneración de comida
CCAP = Capacidad de comida

Además usaremos algunas variables auxiliares y dejaremos al usuario la interpretación de las siguientes ecuaciones:

$$CPH.K = C.K / POB.K$$

$$C.K = C.J + (DT)(GC.JK - CC.JK)$$

$$GC.KL = (CCAP - C.K) / CRT.K$$

$$CV.K = C.K / CCAP$$

$$CRT.K = TABLE(CRTT, CV.K, 0, 1.5, .25)$$

$$CRTT* = 1/2/3/8/20$$

$$CC.KL = (POB.K)(CCPH.K)$$

$$CCPH.K = TABLE(CCPHT, PC.K, 0, 1.5, 0.25)$$

$$CCPHT* = 0/.25/.5/.75/1/1.12/1.2$$

Con estos nuevos valores realizamos la siguiente corrida.

MODELO RESIDENCIAL MODIFICADO

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD:

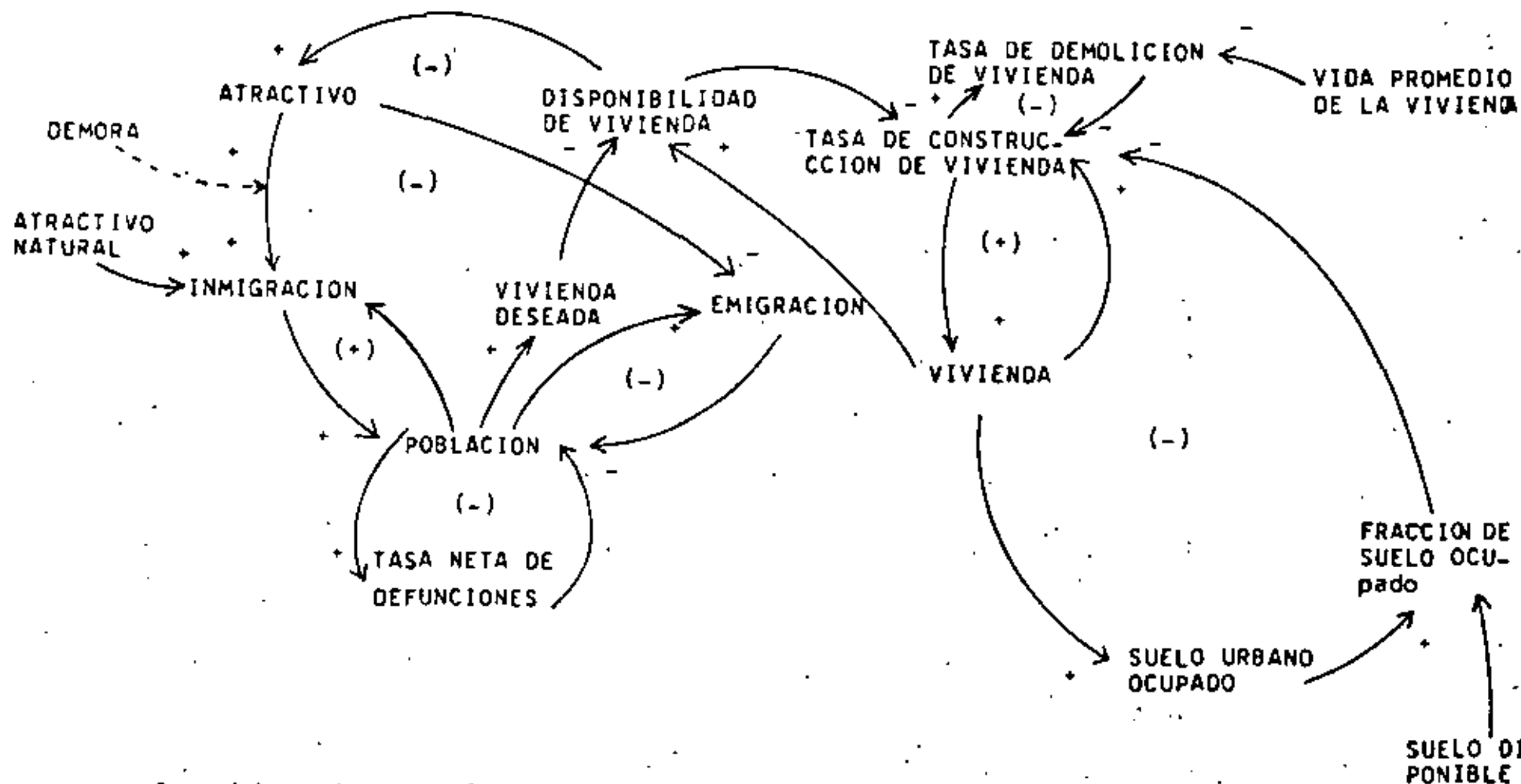
1. En esta corrida, el análisis de sensibilidad nos muestra que en la actualidad la población de un período de cien años presenta un monto de 5349 habitantes, con una producción alimenticia de 3410 unidades de comida. La tendencia de la gráfica nos muestra que para la población existente el número de miembros por familia es de 4 personas, el consumo per cápita es de 0.84 fracción de unidades diarias, con una producción alimenticia superior a las necesidades en los primeros 30 años y con una estabilización en la vivienda a partir de los 50 años.
2. Tenemos que si aumentamos la tasa de crecimiento de construcción normal de vivienda, se produce una disminución de vivienda muy moderada, lo que obliga a que el crecimiento de la población sea también moderado, mientras que el consumo per cápita supera al normal durante los primeros 50 años, estabilizándolo a partir de este año, mientras que la vivienda se estabiliza después de los 60 años.
3. Por otra parte tenemos que acelerando la construcción de vivienda en los primeros años, haciendo variar el multiplicador de construcción de vivienda en la forma expresada, nos encontramos que la población se estabiliza durante los primeros 25 años, debido a que dicha estabilización llegó muy rápido, el consumo per cápita existente será también superior durante los primeros 20 años.
4. De manera inversa, manteniendo casi constante el multiplicador de tierra disponible, la población crecerá muy po-

co y por lo tanto la comida existente en el lapso de 100 años mantendrá un nivel superior al normal, con un decaimiento pequeño producto del poco crecimiento existente en la población, la vivienda crecerá muy poco como una consecuencia de la población.

5. Durante los primeros 25 años, el consumo per cápita existente será superior durante ese lapso de tiempo, sucediendo lo mismo con la población y la vivienda, la cual a partir de ese momento tenderá a estabilizarse como consecuencia de los cambios tecnológicos existentes.

6. Estableciendo un consumo per cápita elevado en los primeros 20 años, obliga a una baja grave del mismo, después de dichos 20 años, posterior a ese lapso, la vivienda y la población se afectan y presentan una ligera disminución de crecimiento.

DIAGRAMA CAUSAL DEL MODELO RES. SOCIAL ORIGINAL.



Con objeto de determinar el signo de cada flecha se usa la siguiente regla:

"Cuando la variable donde esta la cola de la flecha crece, ¿Que cosa le sucede a la variable en la punta?, si esta crece lleva signo + si decrece signo -. El signo interior de los circuitos se determina con la regla de signos del álgebra.

PAGE 2

EPIC

RII.IIYU AI 10100.44.00 14 JULY 1975

TIME	V	PLL	TCV	TV	UPI	UUT	UV	FGT
E+00	E+00	+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00
0+00	10+0	30+3	1+193	0+700	0+81	4+39	1+0001	1+00067
2+00	10+0	44+4	1+751	0+292	0+89	0+43	0+9985	1+000975
8+00	21+6	04+9	2+550	0+428	1+30	5+38	0+9982	1+01425
12+00	31+2	94+0	3+717	0+024	1+91	13+69	0+9978	1+02081
16+00	41+1	130+4	5+434	0+911	2+79	19+97	0+9986	1+03035
20+00	50+3	201+9	7+631	1+326	3+09	29+06	0+9949	1+04420
24+00	56+3	294+0	11+205	1+920	3+99	42+15	0+9926	1+06419
28+00	139+3	420+0	16+145	2+700	0+70	60+87	0+9892	1+09288
32+00	200+5	517+2	22+046	4+005	12+83	87+30	0+9841	1+13364
36+00	280+1	607+5	31+794	5+700	18+00	124+18	0+9768	1+19072
40+00	403+4	765+3	42+735	6+008	27+55	174+04	0+9660	1+26692
44+00	550+1	960+5	53+022	11+011	41+29	230+85	0+9430	1+36938
48+00	773+1	147+5	61+659	14+002	62+80	311+17	0+9077	1+48073
52+00	910+5	222+3	61+959	16+071	85+42	373+47	0+8647	1+61302
56+00	1077+4	370+9	52+078	21+040	139+70	464+00	0+8205	1+71820
60+00	1150+7	540+3	44+094	23+073	163+07	592+34	0+7900	1+78910
64+00	1250+0	720+0	36+031	25+059	190+04	760+27	0+7857	0+83464
68+00	1280+9	495+1	32+035	23+700	211+71	951+36	0+7682	1+85495
72+00	1310+0	305+9	27+033	20+701	230+55	125+90	0+7640	1+87335
76+00	1320+5	1140+0	23+053	20+900	240+37	161+75	0+7787	1+88059
80+00	1320+1	2170+1	27+042	20+002	221+77	204+71	0+7771	1+88539
84+00	1330+4	3101+7	27+073	20+007	221+13	250+10	0+7786	1+88758
88+00	1330+7	3102+2	23+059	20+005	220+31	351+50	0+7793	1+88800
92+00	1330+4	4190+0	20+010	20+004	221+07	355+70	0+7785	1+88896

PAGE 3

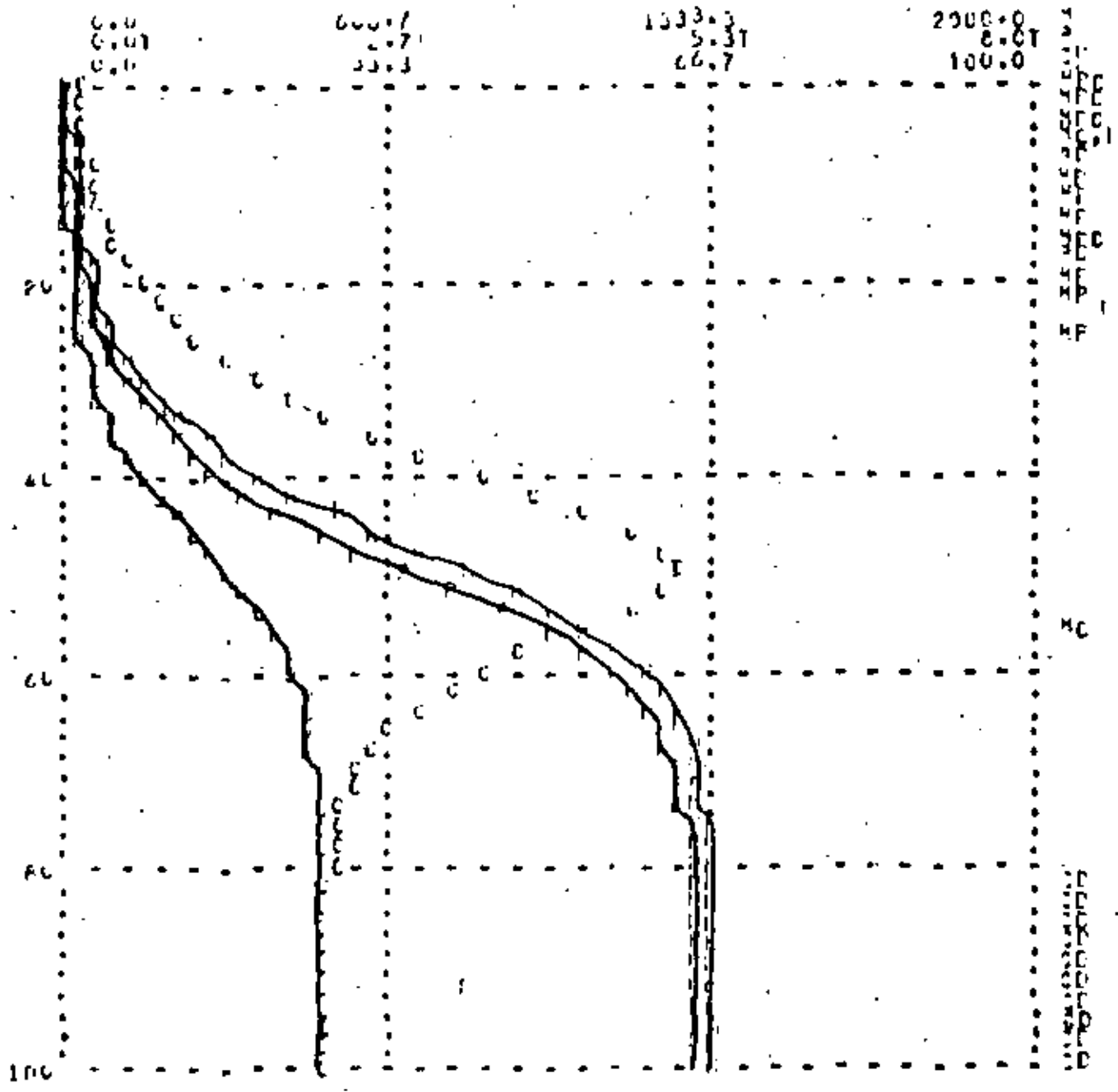
EPIC

TIME	V	PLL	TCV	TV	UPI	UUT	UV	FGT
96+00	1330+0	5197+5	25+074	20+019	221+79	355+32	0+7777	1+88930
100+00	1330+3	5197+0	25+020	20+005	221+00	351+90	0+7779	1+88951

PAGE 4

FIGURE
DIGITAL PLUTING AT 10300.4717, 14 JULY 1979

DATA: P(1)=P, T(L)=L

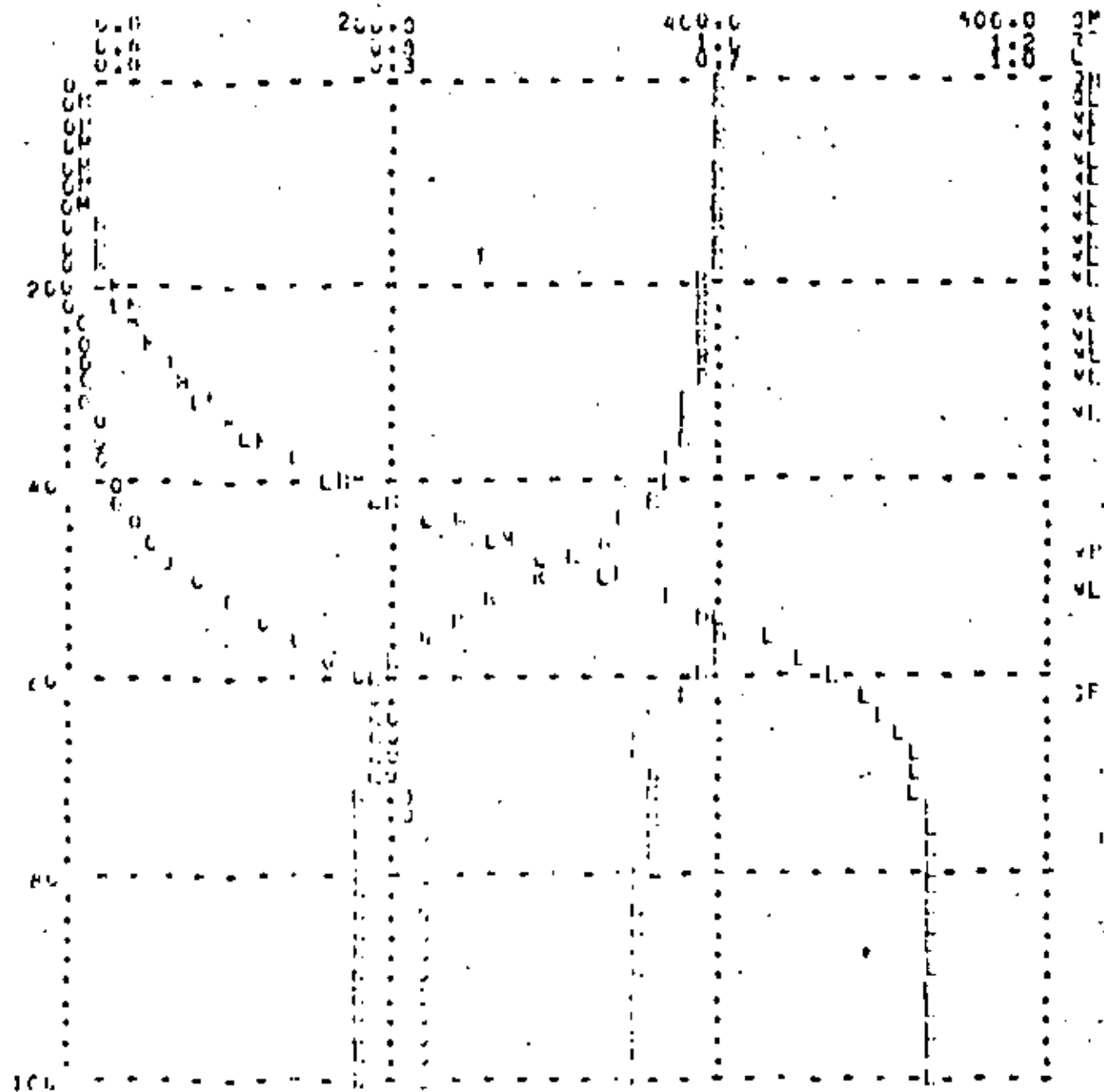


PAGE 5

LIJURA

DEPT. PLOTTING AT 10100.5522, 14 JULY 1979

LM100, IM100, RM100, ESTEL



PAGE 6 EIGHT

LFY (120) 00:00

STARTED TO PRINTING AT 10:00 14 JULY 1979

PAGE 7 EIGHT

STARTED PRINTING AT 10:00 14 JULY 1979

TIME	V	POB	TLV	TRV	LFY	HFY	RV	FDT
E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00
0+00	16+0	30+3	2+207	0+000	0+01	4+19	1+0001	2+00667
4+00	17+6	45+0	2+250	0+051	0+03	6+09	1+1630	2+01171
8+00	27+5	74+3	4+498	0+050	1+13	14+72	1+1224	2+021634
12+00	42+4	103+0	8+500	0+007	2+15	25+72	1+0987	2+03229
16+00	58+9	230+4	13+736	1+057	3+00	41+76	1+1161	2+05657
20+00	1+3+4	390+0	22+025	2+007	4+16	71+90	1+1118	2+09558
24+00	24+7	666+6	32+300	4+034	10+08	123+72	1+0954	2+16113
28+00	403+3	1124+1	60+513	6+007	19+12	203+65	1+0777	2+26889
32+00	64+9	1862+0	83+132	12+016	34+99	320+51	1+0310	2+42726
36+00	93+0	3006+5	95+038	16+719	69+16	481+70	0+9458	2+42597
40+00	120+7	4399+7	75+076	24+173	147+17	660+80	0+8325	2+40578
44+00	136+8	5468+9	40+065	27+725	203+63	829+75	0+7562	2+60984
48+00	141+9	5670+0	31+012	20+039	270+20	960+38	0+7534	2+64129
52+00	1417+7	5480+7	27+930	26+013	229+44	924+10	0+7627	2+64511
56+00	1415+5	5411+4	27+997	28+311	235+42	962+30	0+7927	2+64369
60+00	1415+5	5490+1	28+739	20+011	236+33	995+50	0+7805	2+64370
64+00	1417+4	5677+7	25+690	20+040	240+67	967+80	0+7714	2+64493
68+00	1417+3	545+3	28+263	20+001	241+21	967+30	0+7749	2+64538
72+00	1417+4	560+0	28+107	20+040	231+43	965+70	0+7606	2+64492
76+00	1417+6	560+0	26+025	20+037	230+44	974+80	0+7805	2+64455
80+00	1417+0	552+1	25+442	20+040	230+67	971+44	0+7776	2+64468
84+00	1417+8	529+7	25+384	20+047	230+25	975+22	0+7707	2+64491
88+00	1417+4	521+0	25+007	20+047	230+42	971+90	0+7779	2+64491
92+00	1417+2	514+4	20+011	20+040	231+12	972+99	0+7766	2+64400

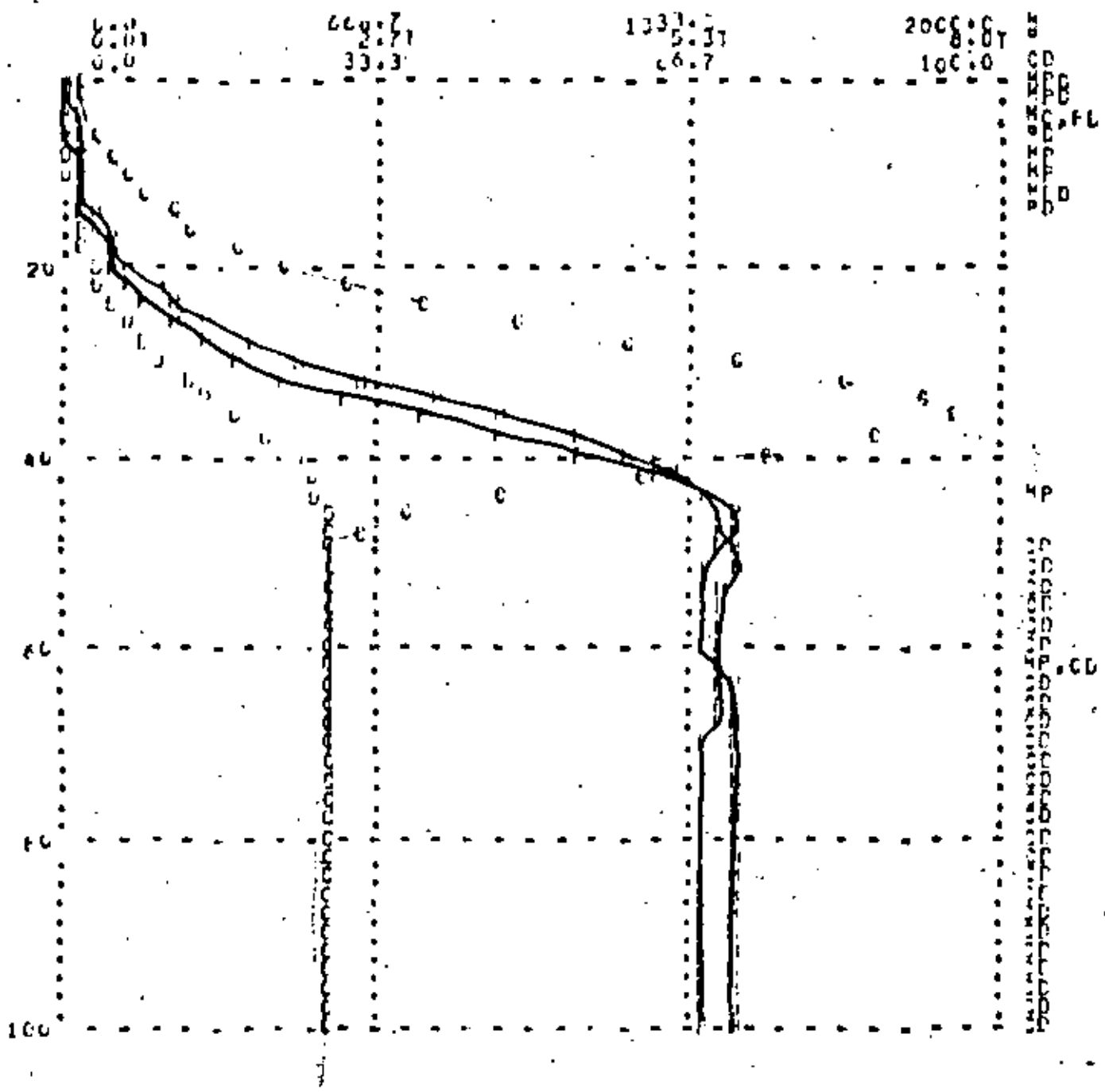
PAGE 8 EIGHT

TIME	V	POB	TLV	TRV	LFY	HFY	RV	FDT
96+00	1417+1	510+0	21+034	20+040	231+07	974+82	0+7764	2+64474
100+00	1417+2	521+0	32+064	20+040	230+51	974+97	0+7779	2+64481

PAGE 9 1st TUR.

BEGIN FLIGHTING AT 10:00.667L, 24 JULY 1979

V=0, P=0, T=0, U=0

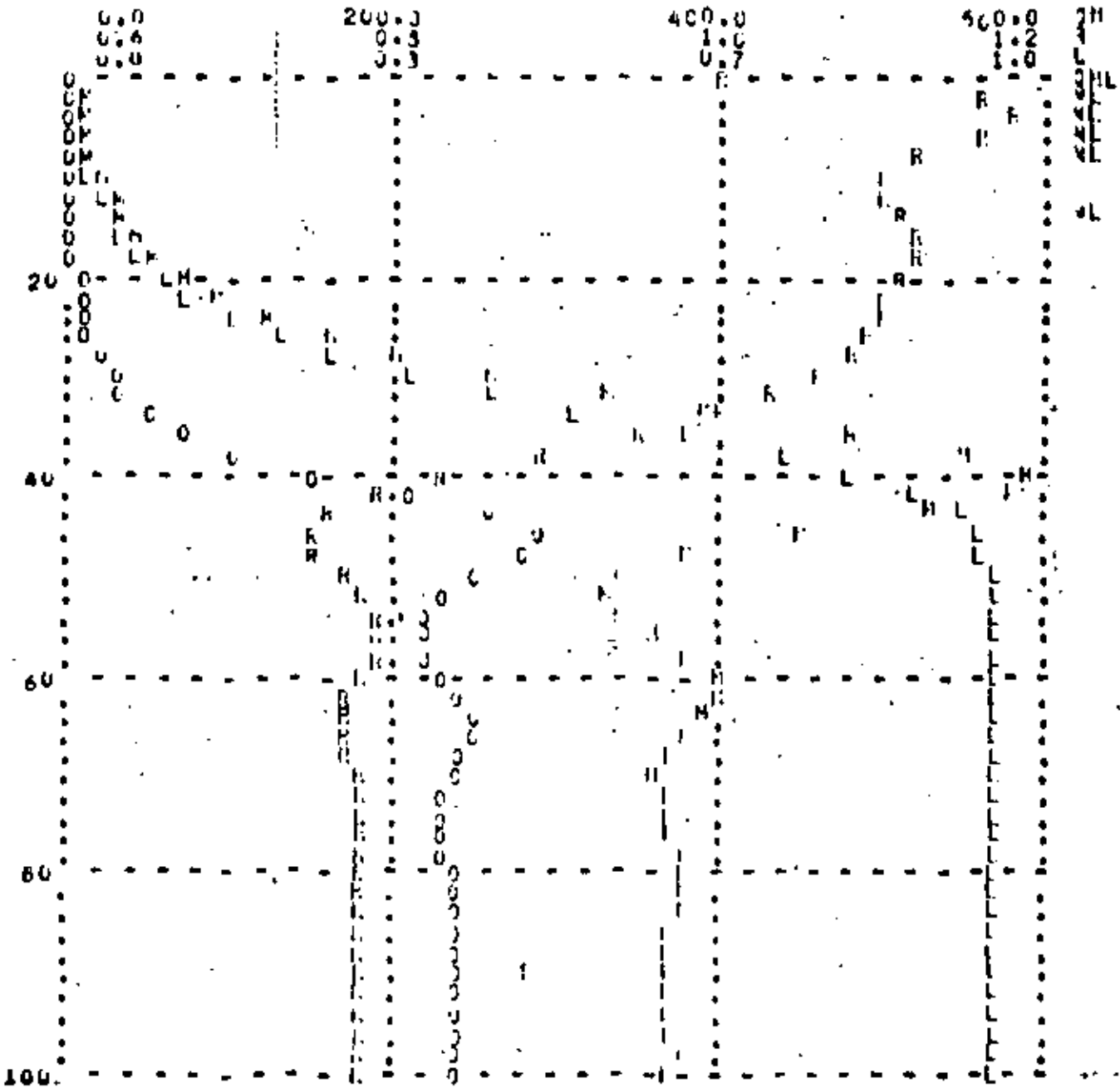


PAGE 10

EMIGR1

BEGAN PLANNING AT 10100.7353, 14 JULY 1979

EMIGR1 INHIBITORS RANKS TOTAL



DYNAMOZIP HARRON
RUN RAICHA

MODELO RESIDENCIAL
CORRIDA 3

HPTU = MULTIPLICADOR POR TIERRA DISPONIBLE
 FUT = FRACCION DE TIERRA OCCUPADA
 T = TIERRA
 TPV = TIERRA POR UNIDAD DE VIVIENDA
 CNV = CONSTRUCCION RORRAL DE VIVIENDA
 TCV = TASA DE CONSTRUCCION DE VIVIENDA
 MCV = MULTIPLICADOR DE CONSTRUCCION DE VIVIENDA
 VPV = VIDA PROTECCION DE LA VIVIENDA
 TDV = TASA DE DEMOLICION DE VIVIENDA
 V = VIVIENDA
 RV = RELACION DE VIVIENDAS
 HAM = MULTIPLICADOR DE ATRACTIVO POR MIGRACION
 PRA = PERCEPCION DEL ATRACTIVO POR MIGRACION
 TPH = TIEMPO DE PERCEPCION DE LA MIGRACION
 INMI = TASA DE INMIGRACION
 INMIK = INMIGRACION NORMAL
 ENMI = EMIGRACION NORMAL
 ENMIK = TASA DE EMIGRACION
 POB = POBLACION
 NE = MULTIPLICADOR POR EMIGRACION
 FTH = FACTOR DE TASA DE MUERTES
 TH = TASA DE MUERTES
 VD = VIVIENDA DESEADA
 UP = OFICIALES POR PERSONA

$POP.K = POP.J + (DT)(INMI.KK - ENI.JK - TH.JK)$
 $POP = 30.3$
 $INMI.KK = (INMIK)(PRA.K)(POB.K)$
 $ENI.KK = 0.145$
 $PRA.KK = DELAY3(HAM.K, TH)$
 $TPH = 5$
 $HAM.K = TABLL(MHRT, RV, K, 0.2, 0.25)$
 $MHRT = .05/1.1 + 2/.4/1/1.07/1.8/1.9/2$
 $NE.K = 1/HAM.K$
 $ENI.KK = (ENMI)(NE.K)(POB.K)$
 $ENI = 0.02$
 $TH.KK = (POB.K)(FTH)$
 $FTH = 0.025$
 $V.K = V.J + (DT)(TCV.JK - T.V.JK)$
 $V = 10$
 $TCV.KK = (CNV)(PCV.K)(H.TD.K)(V.F)$
 $CNV = 0.12$
 $MCV.K = TABLL(MCVT, RV, K, 0.2, 0.25)$
 $MCVT = 1.25/1.25/1.25/1.25/1.25/1.3/1.09/1.05$
 $RV.K = V.K/VL.K$
 $VJ.K = (POP.K)(UP)$
 $UP = 0.33$
 $HPTU.K = TABLL(HPTUT, FUT, 1, 0.1, 0.25)$
 $HPTUT = 17.0/5/2/0$

$FUT.F = (V.K)(HPTUT)$
 $TPU = 1$
 $T = 1000$
 $TDV.KK = V.K/VPV$
 $VPV = 0$

PRINT 1) V/3) POP/3) TCV/4) TDV/5) ENI/6) INMI/7) RV/8) FCT
 PLOT V=(0,200) PCH=PCV(0,200) VV=V(0,200) FV=V(0,200)
 ENI=0 INMI=K(0,200) RV=K(0,200) FV=V(0,200)
 SPLIC DT=1
 SPEC LENGTH=100
 SPEC PLYTH=2
 SPLIC PRTPER=4

INPUT PHASE CONCLUDES AT 111 4 47
 GENERATION PHASE BEGINS AT 111 4 47
 POP PHASE GENERATED AT 111 5 4
 PLOT PHASE GENERATED AT 111 5 11
 ESCAPED COMPILATION TIME 1 36

AGE 2 EMIGRA

STARTED PRINTING AT 1100.0156, 14 JULY 1979

TIME	V	POB	TCV	TDV	LHI	LLI	RV	FUT
E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00
0.00	10.0	30.3	1.193	0.200	0.61	4.39	1.0001	0.00667
4.00	14.6	44.4	1.743	0.292	0.89	6.43	0.9978	0.00974
8.00	21.3	64.9	2.540	0.427	1.31	9.37	0.9963	0.01422
12.00	31.1	94.6	3.685	0.622	1.91	13.61	0.9959	0.02073
16.00	45.2	137.8	5.125	0.905	2.79	19.79	0.9948	0.03016
20.00	65.6	200.4	7.660	1.312	4.09	28.72	0.9917	0.04373
24.00	94.8	290.8	10.933	1.895	6.00	41.41	0.9873	0.06317
28.00	136.1	419.9	15.415	2.721	8.78	59.19	0.9820	0.09071
32.00	193.7	602.1	21.366	3.873	12.82	83.80	0.9747	0.12910
36.00	272.3	855.7	28.920	5.445	18.73	117.00	0.9642	0.18151
40.00	376.4	1201.1	37.902	7.527	27.33	160.26	0.9496	0.25091
44.00	505.7	1655.4	45.338	10.114	40.29	213.05	0.9257	0.33714
48.00	650.8	2218.2	50.263	13.017	60.45	260.89	0.8891	0.43389
52.00	797.7	2837.2	50.756	15.953	80.02	310.88	0.8519	0.53177
56.00	928.0	3412.6	46.829	18.560	110.14	330.04	0.8241	0.61867
60.00	1029.0	3867.5	40.800	20.580	144.57	333.46	0.8063	0.68601
64.00	1098.7	4188.6	35.117	21.975	184.99	331.56	0.7949	0.73249
68.00	1143.4	4399.1	31.639	22.867	179.45	326.32	0.7876	0.76225
72.00	1174.5	4531.0	29.719	23.489	160.80	325.09	0.7855	0.78297
76.00	1196.3	4620.5	28.259	23.927	191.30	325.93	0.7846	0.79755
80.00	1211.5	4691.6	27.233	24.230	196.29	326.99	0.7825	0.80767
84.00	1222.0	4746.0	26.517	24.441	200.83	329.83	0.7803	0.81469
88.00	1229.3	4779.9	25.959	24.585	203.24	326.51	0.7793	0.81952
92.00	1234.2	4799.1	25.631	24.684	204.07	327.71	0.7793	0.82278

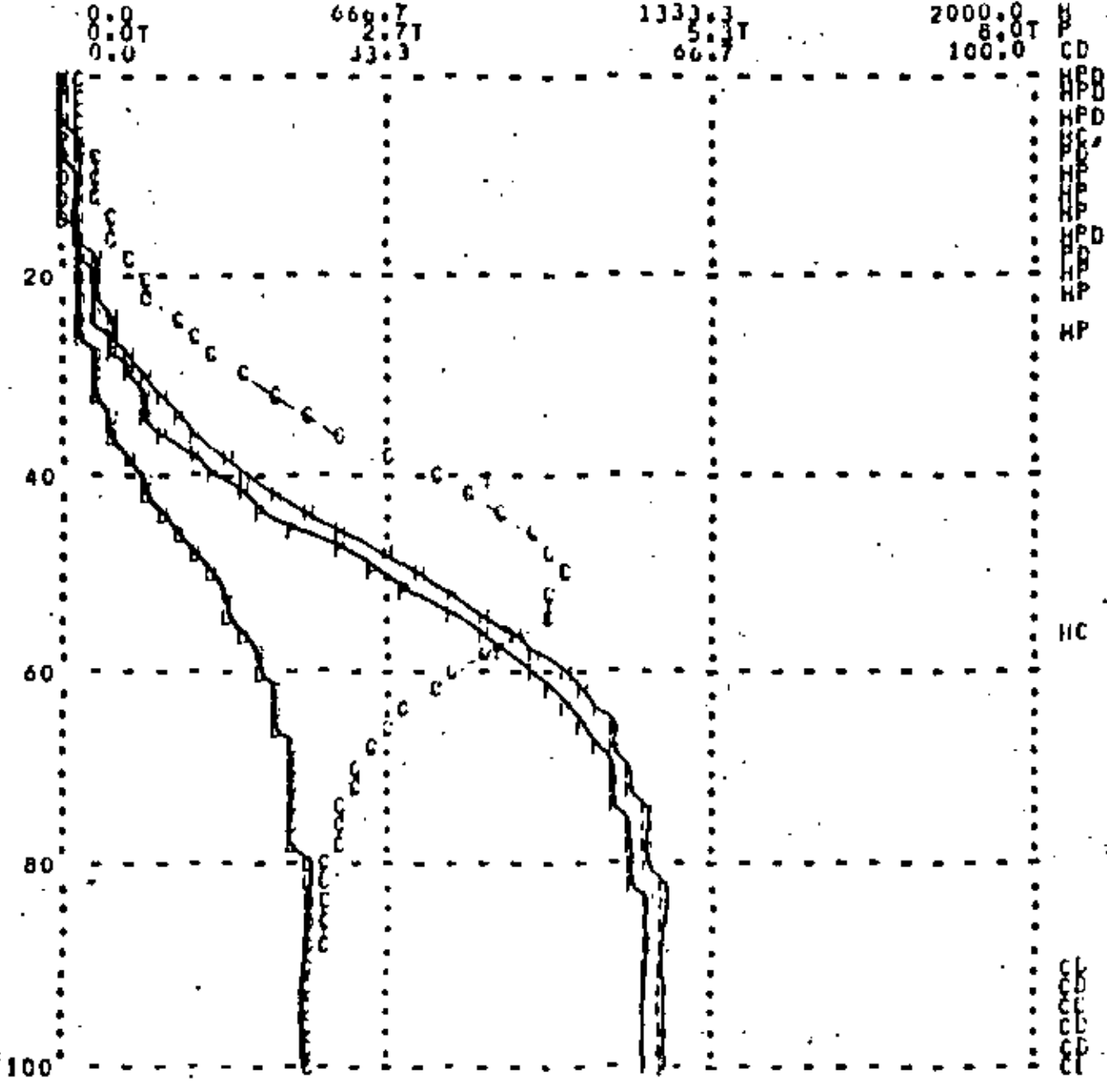
AGE 3 EMIGRA

TIME	V	POB	TCV	TDV	LHI	LLI	RV	FUT
96.00	1237.5	4812.7	25.305	24.749	204.81	324.23	0.7792	0.82497
100.00	1239.7	4824.3	25.220	24.793	205.80	324.82	0.7787	0.82644

PAGE 4 LH1GRA

REGAN PLOTTING AT 11100.0800, 14 JULY 1979

V=H, PDB=P, TCV=C, TOV=D



INPUT PHASE BEGIN AT 1117 25

- 131 -

DYNAMIC ZIP HARMON
RUN CHICPA

NUCLEO RESIDENCIAL
CORRIDA A

MPTU = MULTIPLICADOR POR TIERRA LISIVABLE
 FUT = FRACCION DE TIERRA OCUPADA
 T = TIERRA
 IPV = TIERRA POR UNIDAD
 COV = CONSTRUCCION NOCTAL DE VIVIENDA
 TCV = TASA DE CONSTRUCCION DE VIVIENDA
 MCV = MULTIPLICADOR DE CONSTRUCCION DE VIVIENDA
 MCV = TASA PROPECION DE LA VIVIENDA
 TOV = TASA DE DEMOLICION DE VIVIENDA
 V = VIVIENDA
 PV = PERCEPCION DE VIVIENDA
 HAN = MULTIPLICADOR DE INACTIVO POR INMIGRACION
 HAN = PERCEPCION DEL INACTIVO POR INMIGRACION
 YIN = TIEMPO DE PERCEPCION DE INMIGRACION
 IIN = TASA DE INMIGRACION
 IIN = PERCEPCION NOCTAL
 EIN = TASA DE EMIGRACION
 EIM = PERCEPCION
 PEI = MULTIPLICADOR POR INMIGRACION
 PEI = TASA DE INMIGRACION
 PEI = VIVIENDA RESIDUA
 UP = UNIDADES POR PERSONA

PUE = PUNTO DE COORDENADA (X, Y, Z)

SHA = TABLA DE PERCEPCION (X, Y, Z)

SHA = TABLA DE PERCEPCION (X, Y, Z)

SHA = TABLA DE PERCEPCION (X, Y, Z)

SHA = TABLA DE PERCEPCION (X, Y, Z)

SHA = TABLA DE PERCEPCION (X, Y, Z)

SHA = TABLA DE PERCEPCION (X, Y, Z)

SHA = TABLA DE PERCEPCION (X, Y, Z)

SHA = TABLA DE PERCEPCION (X, Y, Z)

SHA = TABLA DE PERCEPCION (X, Y, Z)

SHA = TABLA DE PERCEPCION (X, Y, Z)

SHA = TABLA DE PERCEPCION (X, Y, Z)

SHA = TABLA DE PERCEPCION (X, Y, Z)

SHA = TABLA DE PERCEPCION (X, Y, Z)

SHA = TABLA DE PERCEPCION (X, Y, Z)

SHA = TABLA DE PERCEPCION (X, Y, Z)

SHA = TABLA DE PERCEPCION (X, Y, Z)

SHA = TABLA DE PERCEPCION (X, Y, Z)

SHA = TABLA DE PERCEPCION (X, Y, Z)

SHA = TABLA DE PERCEPCION (X, Y, Z)

RECIBIENDO DATOS DE ENTRADA

RECIBIENDO DATOS DE ENTRADA

RECIBIENDO DATOS DE ENTRADA

RECIBIENDO DATOS DE ENTRADA

RECIBIENDO DATOS DE ENTRADA

INPUT PHASE CONCLUDED AT 1118 14

GENERATION PHASE BEGAN AT 1118 14

PRINT PHASE BEGAN AT 1118 25

PLT PHASE BEGAN AT 1118 25

ELAPSED COMPILATION TIME 1 15

NO ZIP TO HIGH COMPILER

PAGE 2 / EPICRA

STARTED PRINTING AT 11119.4320, 14 JULY 1979

TIME	V	POB	TCV	TUV	LHI	IHHI	RV	FDT
E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00
0.00	10.0	30.3	1.20	0.200	0.61	4.39	1.0001	0.00667
4.00	14.6	44.4	1.76	0.293	0.89	6.43	1.0000	0.00976
8.00	21.4	65.0	2.57	0.429	1.30	9.42	1.0000	0.01429
12.00	31.4	95.1	3.77	0.620	1.90	13.79	1.0000	0.02092
16.00	46.0	139.2	5.51	0.919	2.78	20.19	1.0000	0.03063
20.00	67.3	203.9	8.07	1.340	4.08	29.56	1.0000	0.04485
24.00	98.5	290.5	11.32	1.970	5.97	43.28	1.0000	0.06567
28.00	140.2	437.0	17.31	2.864	8.74	63.37	1.0000	0.09615
32.00	211.1	639.8	25.24	4.223	12.80	92.78	1.0000	0.14077
36.00	309.1	936.8	37.10	6.185	18.74	135.84	1.0000	0.20610
40.00	452.6	1371.6	54.31	9.052	27.43	198.88	1.0000	0.30174
44.00	662.7	2000.1	79.52	13.254	40.16	291.18	1.0000	0.44178
48.00	964.6	2939.8	109.94	19.291	59.62	420.28	0.9943	0.64304
52.00	1352.9	4268.5	172.09	26.459	101.48	615.50	0.9348	0.88196
56.00	1956.7	5927.9	254.47	39.133	149.61	755.18	0.7446	0.97110
60.00	2805.8	8619.3	39.40	59.310	203.03	490.64	0.6710	0.97720
64.00	3965.3	11306.6	58.94	89.305	323.16	310.87	0.7243	0.97684
68.00	5462.5	15616.4	88.20	131.251	427.45	301.28	0.7891	0.97503
72.00	7459.9	21492.8	131.17	191.197	602.13	360.83	0.8054	0.97325
76.00	10261.1	29603.0	191.61	282.222	837.73	429.30	0.7818	0.97406
80.00	14033.0	41977.3	284.43	412.260	1200.35	412.02	0.7647	0.97532
84.00	19022.9	57427.7	410.63	592.259	1733.71	370.96	0.7720	0.97529
88.00	25622.0	79555.1	590.66	852.239	2435.56	367.85	0.7834	0.97464
92.00	34612.6	109545.5	852.51	1232.230	3435.63	380.13	0.7833	0.97443

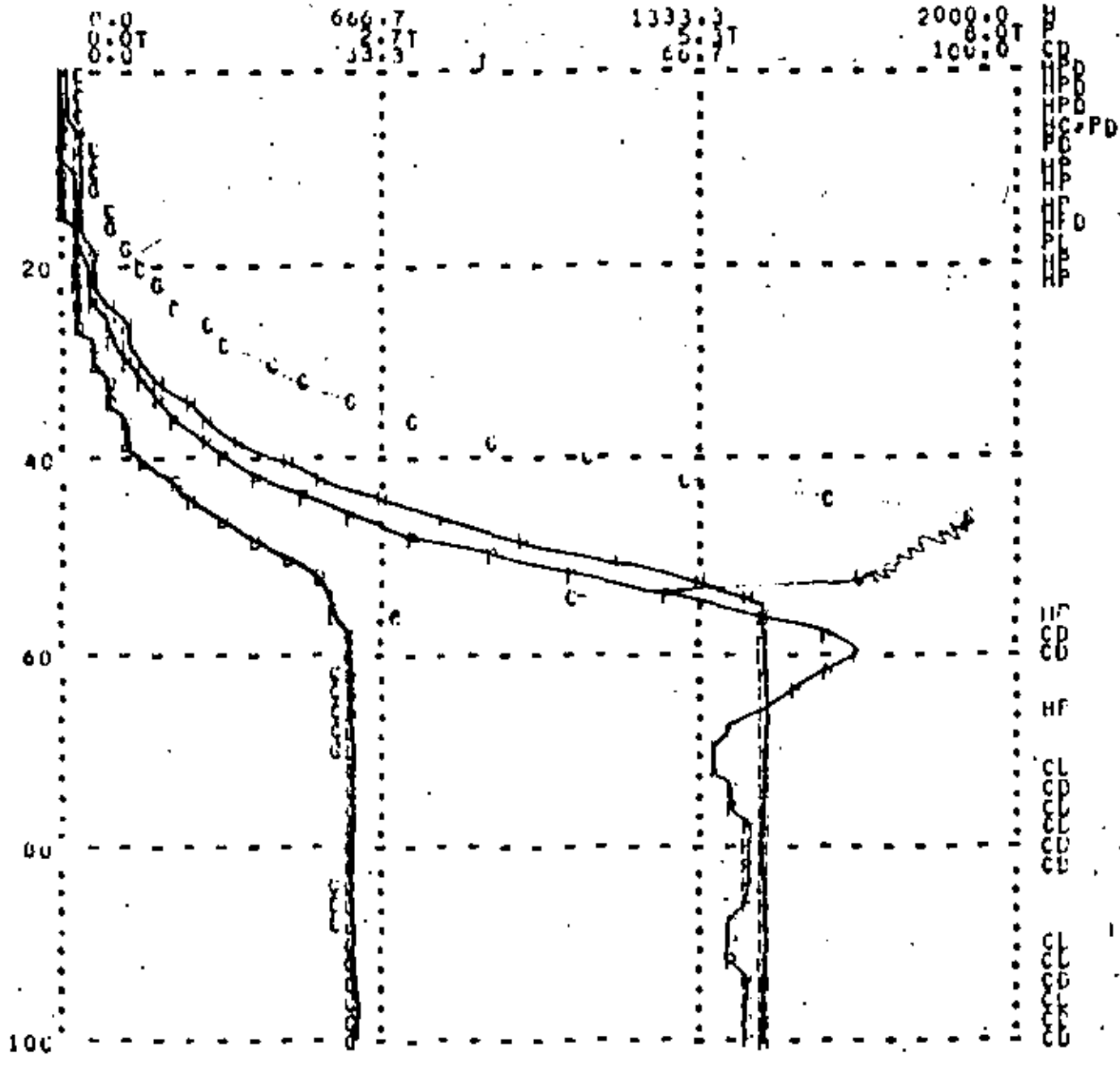
PAGE 3 / EPICRA

TIME	V	POB	TCV	TUV	LHI	IHHI	RV	FDT
96.00	46623.1	157023.4	1232.56	1752.240	2435.41	390.62	0.7770	0.97473
100.00	62623.4	217103.7	1752.25	2352.240	3240.74	360.44	0.7749	0.97494

PAGE 4 EMIGRA

NEGATIVE PLOTTING AT 11119.4563, 14 JULY 1979

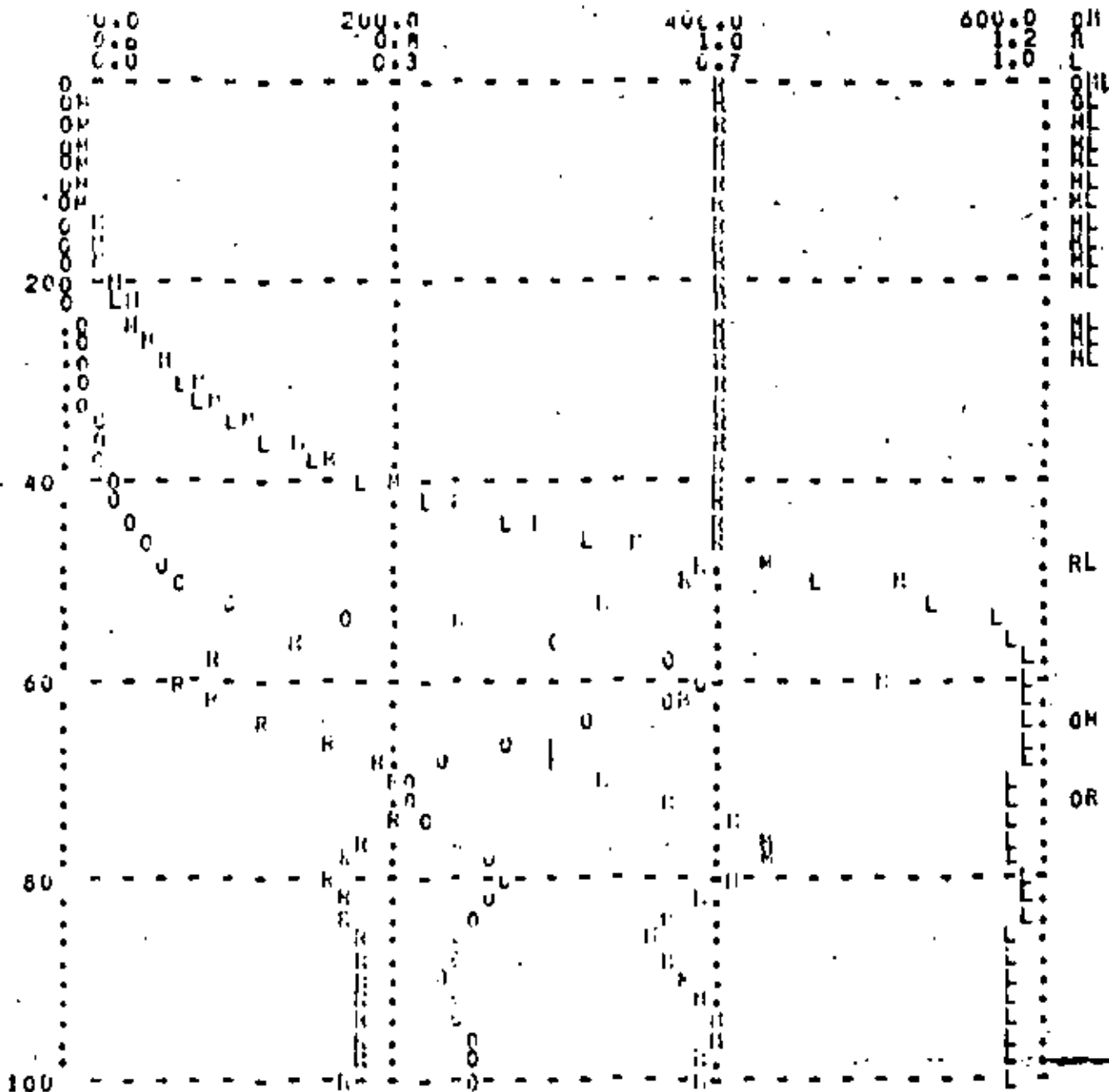
V=H, FDU=C, TCV=C, TDV=D



PAGE 5 ENIGRA

BEGAN PLOTTING AT 1119.4592, 14 JULY 1979

ENIGRA, INMIGRA, RVR, FUTA



BURROUCHS B6700/B7700 DYNAMIC LEVEL DYNOSA: 8/24/79

INPUT PHASE BEGIN AT 21:30 5

DYNAMON02IF
RUN FMIGRA

MODELO RESIDENCIAL
CUBIQA NUMERO CINCO

MPID = MULTIPLICADOR POR TIERRA DISPONIBLE
 POT = FRACCION DE TIERRA OCUPADA
 T = TIERRA
 TVU = TIERRA POR UNIDAD
 CNV = CONSTRUCCION NORMAL DE VIVIENDA
 TCV = TASA DE CONSTRUCCION DE VIVIENDA
 MCV = MULTIPLICADOR DE CONSTRUCCION DE VIVIENDA
 VPV = VIDA PROMEDIO DE LA VIVIENDA
 TDV = TASA DE DEMOLICION DE VIVIENDA
 V = VIVIENDA
 RV = RELACION DE VIVIENDA
 MAN = MULTIPLICADOR DE ATRACTIVO POR MIGRACION
 PMA = PERCEPCION DEL ATRACTIVO POR MIGRACION
 TPI = TIEMPO DE PERCEPCION DE MIGRACION
 IMI = TASA DE INMIGRACION
 IMIN = INMIGRACION NORMAL
 CMN = EMIGRACION NORMAL
 EM = TASA DE EMIGRACION
 POP = POBLACION
 ME = MULTIPLICADOR POR EMIGRACION
 FIM = FACTOR DE TASA DE MUERTES
 TM = TASA DE MUERTES
 VD = VIVIENDA DESLADA
 UP = UNIDADES POR PERSONA
 C = COMIDA
 CC = GENERACION DE COMIDA
 CPH = COMIDA POR HABITANTE
 CC = PROPORCION DE DE COMIDA
 CCRH = CONSUMO DE COMIDA POR HABITANTE
 CPT = TIEMPO DE DEGENERACION DE COMIDA
 CCAP = CAPACIDAD DE COMIDA
 FICI = FACTOR DE LA TASA DE CRECIMIENTO DE INMIGRACION

POP.K = POP.(J+(DT))(IMI.K-EMI.K-TM.K)
 POP = 4500
 IMI.KL = (FICI.K)(PMA.F)(POP.K)
 FICI.K = TABUL(FICIT,POP.K,0.25,0.25)
 FICIT = 0.14/0.16/0.18/0.20/0.22/0.24/0.26/0.28
 CC.K = CPH.K/CPRH
 CPRH = 1
 CPH.K = C.K/POP.K
 PMA.KL = CGLAY3(MAN.K,TPI)
 TPI = 5
 MAN.K = TABUL(MANT,POP.K,0.2,0.25)
 MANT = .85/.17/.27/.47/.1.6/.1.8/.1.9/2
 ME.K = 1/BAH.K
 FMI.KL = (FMIH)(ME.K)(POP.K)
 FMIH = 0.07
 TM.KL = (POP.K)(FIM)

```

FTI=0.025
V.K=V.J+(DT)(TCV.JY-TCV.JK)
V=10
TCV.KL=(CHV)(HCV.K)(MPTD.K)(V.K)
CHV=0.12
MCV.K=TABLE(MCVT,PV.V,0.2,.25)
MCV*2=2.5/2.4/2.3/2/1/2.37/2/1/1.05
PV.K=V.K/VPV.K
VPV.K=(POR.K)(UP)
UP=0.33
MPTD.K=TABLE(MPTDT,FDT.K,0,1,0.25)
MPTDT*2=1/.8/.5/.2/0
FDT.K=(V.K)(TPU/T)
TPU=1
T=1500
TDV.KL=V.K/VPV
VPV=50
C.K=C.J+(DT)(CC.JK-CC.JK)
C=450
CC.KI=(CCAP-C.K)/CPT.K
CCAP=450
CV.K=C.K/CCAP
CPT.K=TABLE(CRIT,CV.V,0,1,0.25)
CRIT*2=1/2/1/0/20
CC.KI=(POR.K)(CCPH.K)
CCPH.K=TABLE(CCPHT,PC.V,0,1.5,0.25)
CCPH*2=0/0.25/0.5/0.75/1/1.12/1.5
PRINT 1)V/2)POB/3)TCV/4)PV/5)C
PLOT V=M(0,2000)/POR=M(0,POG0)/TCV=C,TDV=D(0,100)/C=T(0,6000)/EMI=0,INH
X T=M(0,600)/RV=R(0.6,1.2)/FDT=L(0,1)
SPEC (T=1
SPEC LFC7H=100
SPEC FLTPED=2
SPEC CRTPER=4

```

INPUT PHASE CONCLUDED AT 21:30 46

GENERATION PHASE BEGAN AT 21:30 46

RUN PHASE GENERATED AT 21:31 13

PRINT PHASE GENERATED AT 21:31 14

PLOT PHASES GENERATED AT 21:31 19

ELAPSED COMPILATION TIME 1 17

NO ZIP TO ALGOL COMPILER *****

DYNAMO SOURCE FILE NAME= INHICE/INIGEA

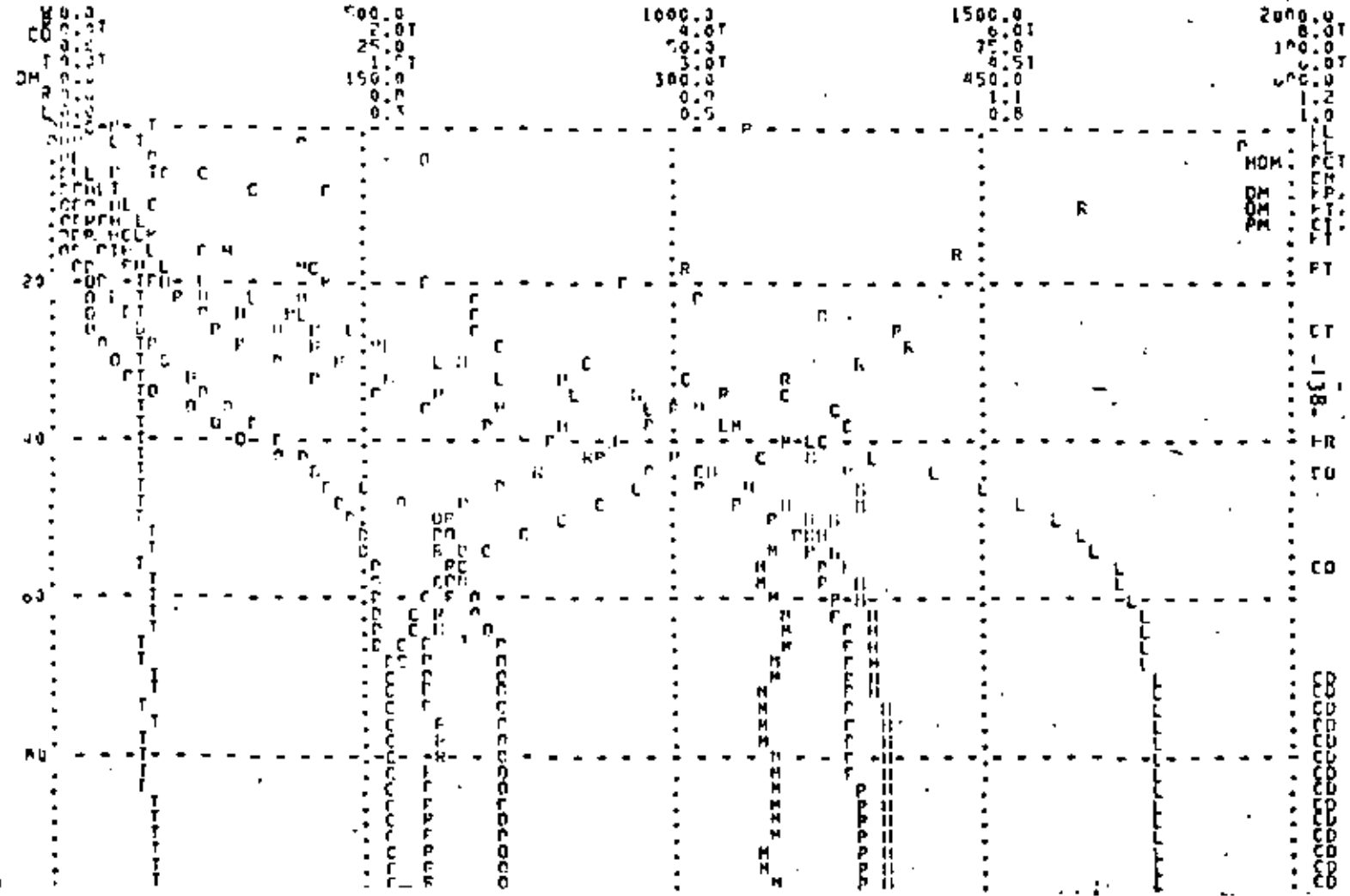
PAGE 2 CMIGRA

TIME	V	POP	TCV	TDV	C
E+00	E+00	E+00	E+00	E+00	E+00
0.00	10.0	4500.0	2.981	0.200	450.00
4.00	26.5	668.1	7.695	6.531	450.00
8.00	66.6	276.0	15.595	1.333	292.40
12.00	100.3	243.2	4.272	2.006	265.96
16.00	116.4	339.6	11.814	2.379	305.95
20.00	184.7	640.7	30.087	3.694	408.67
24.00	300.9	940.0	33.959	6.017	446.54
28.00	410.6	1274.1	36.447	8.211	449.78
32.00	539.7	1716.3	51.435	10.794	449.99
36.00	718.7	2416.2	63.194	14.374	450.00
40.00	909.2	3161.9	61.571	18.185	450.00
44.00	1065.3	3854.5	52.397	21.566	450.00
48.00	1171.3	4473.1	64.294	23.875	450.00
52.00	1242.7	4775.9	77.776	24.854	450.00
56.00	1284.4	4924.0	72.576	25.688	450.00
60.00	1306.4	5011.1	29.788	26.178	450.00
64.00	1318.4	5089.7	28.503	26.368	450.00
68.00	1325.5	5138.7	27.736	26.510	450.00
72.00	1329.3	5150.8	27.175	26.587	450.00
76.00	1331.1	5149.7	26.865	26.622	450.00
80.00	1331.8	5153.8	26.773	26.637	450.00
84.00	1332.3	5161.0	26.744	26.617	450.00
88.00	1332.7	5163.8	26.715	26.654	450.00
92.00	1332.8	5162.5	26.673	26.677	450.00

PAGE 3 CMIGRA

TIME	V	POP	TCV	TDV	C
96.00	1332.9	5161.5	26.658	26.657	450.00
100.00	1332.9	5162.2	26.663	26.658	450.00

V&R, POP=D, TCV&C, TCV&P, C&T, F&I&C, INH&M, N&V&P, F&T=L



UN MODELO APÍCOLA.

Se ha desarrollado un modelo apícola con objeto de determinar el número de "cajones" (término usado en apicultura para describir los módulos de dimensiones estandar en que viven las abejas domésticas), que se deben asignar teniendo una extensión determinada de terreno a la función de la floración anual en la zona y al comportamiento interno de la población de las abejas en la producción de miel.

Los resultados obtenidos nos deben conducir también a la determinación de las cantidades de miel que se les puede expropiar a las abejas y cuando es conveniente hacerlo.

DESCRIPCION DEL SISTEMA.

Las abejas se alimentan básicamente de miel, y ésta la producen ellas mismas cuando procesan el néctar que recogen de las flores.

La miel es guardada en celdas de cera en el interior del cajón.

La población de abejas se incrementa en las épocas donde hay más flores, pues la reina (ser en el mundo de las abejas con características únicas de producir huevecillos fecundados y tener la función de ser absoluta), es la encargada de incrementar esta población; toma en cuenta la cantidad de miel que introducen las abejas al cajón, para pronosticar la población que será necesaria para recolectar la mayor cantidad de miel en el período de floración.

Sólo pueden estar un cierto número de cajones en una superficie determinada y no se pondrá otro conjunto de cajones en un radio considerable.

Existe una determinada población en el cajón que realiza labores específicas dentro de éste durante todo el año, y cada elemento comerá una cantidad fija de miel en toda su vida.

La vida de las abejas es uniforme para todas salvo la reina.

A medida que pasa el tiempo de floración, se hace cada vez más difícil conseguir el néctar, lo que bajará el rendimiento de cada abeja, aunque normalmente existe una producción por pequeña que sea.

Al notar la reina esta baja, reajusta el pronóstico de huevos que necesita producir, pues no le conviene que suba la población de tal forma que la producción de miel media sea menos que el consumo de miel.

Por otro lado, si la población de algún cajón es muy numeroso (alta densidad), las abejas alimentarán a una nueva reina y se dividirá el enjambre en dos partes aproximadamente iguales. Una parte se irá lejos del radio de acción y la otra permanecerá en el cajón. A menos que la primera parte no represente trastornos en el alimento y que haya suficiente néctar en el área se quedan a vivir dentro del mismo radio de acción que la segunda parte.

Cada huevecillo pasa por una metamorfosis de duración constante y a su término estará formada la abeja.

En esta descripción se mencionan cajones como la residencia de cada enjambre, pero se pueden considerar residencias - auto-construidas y de población similar a los cajones.

La ventaja de considerar cajones, es la facilidad de expropiación de la miel.

El apicultor podrá controlar algunos aspectos con el fin de aumentar la producción de miel y guardar un equilibrio en cada uno de los cajones:

- Regulará la producción de reinas.
- Regulará la densidad de los cajones
- Ayudará a las abejas en el proceso inicial de construcción de las celdas
- Podrá intervenir con medios artificiales a cambiar el pronóstico de la población necesaria a la reina en los primeros días del período de mayor floración
- Podrá alimentar a las abejas con medios artificiales cuando exista escasez de miel en los cajones.

HIPOTESIS:

Para fines del modelo supondremos que por falta de alimento no existirán bajas, pues el objetivo es saber cuánto mi el es posible expropiar a través del año y no el comportamiento de las abejas en épocas de crisis.

Se supondrá también que habrá capacidad suficiente en el cajón como para no tener problemas por bajas por exceso de densidad de población.

No habrá bajas por malos tratos, especies enemigas, clima desfavorable, contaminación, etc.

Para considerar la producción de huevecillos de la reina supondremos que se verá sujeta a las siguientes influencias:

- Su capacidad de fecundar huevos
- El inventario de miel
- La cantidad de miel que acarrear las abejas (debido a la floración existente).
- Cantidad actual de abejas y huevos en metamorfosis.
- Su instinto natural al ciclo anual (herencia).

DIAGRAMA CAUSAL BASICO:

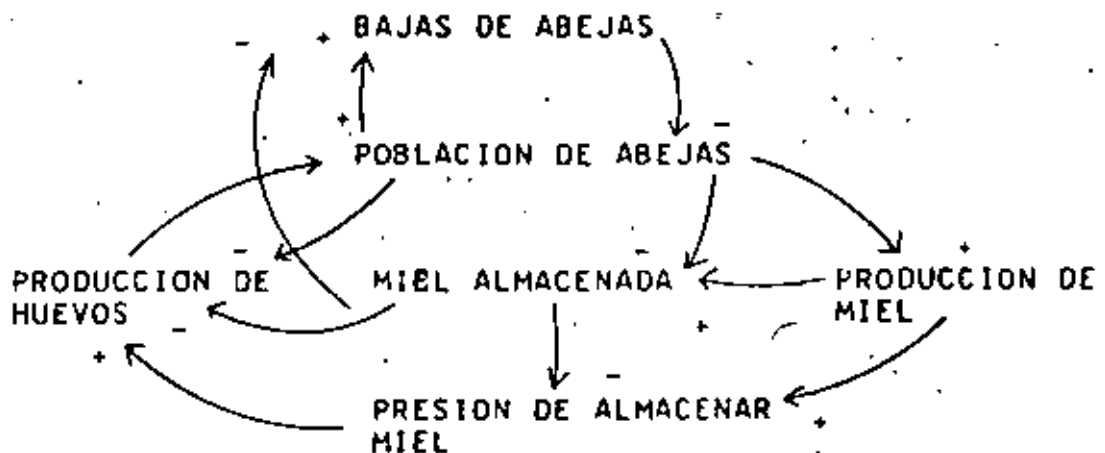
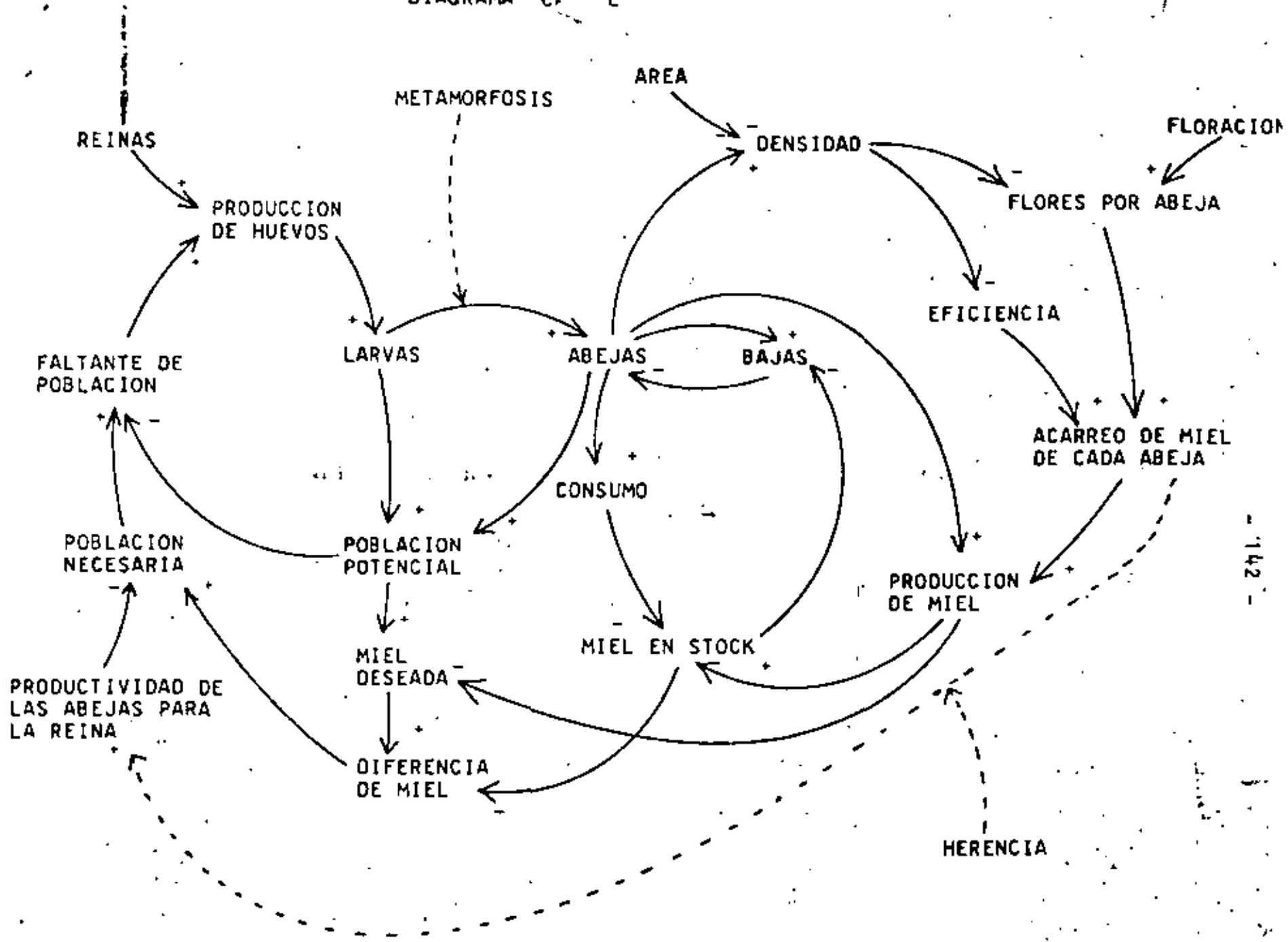


DIAGRAMA C/ L



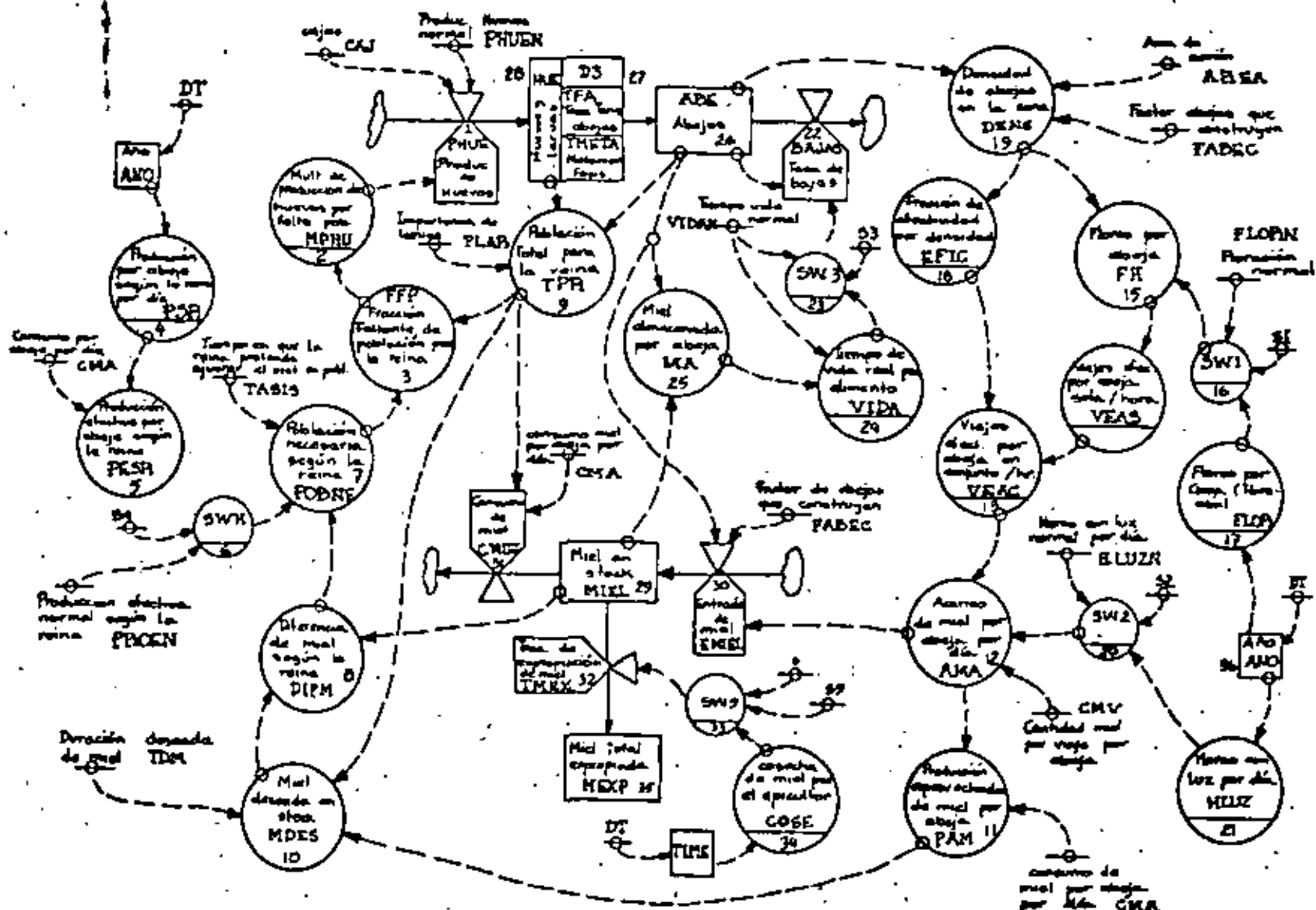


DIAGRAMA DE FLUJO

BUPROMING 06700/07700 DYNAMO LEVEL DYNOSA: 3/21/79
INPUT PHASE BEGIN AT 10:51 50

DYNAMOZIT
RUN

```

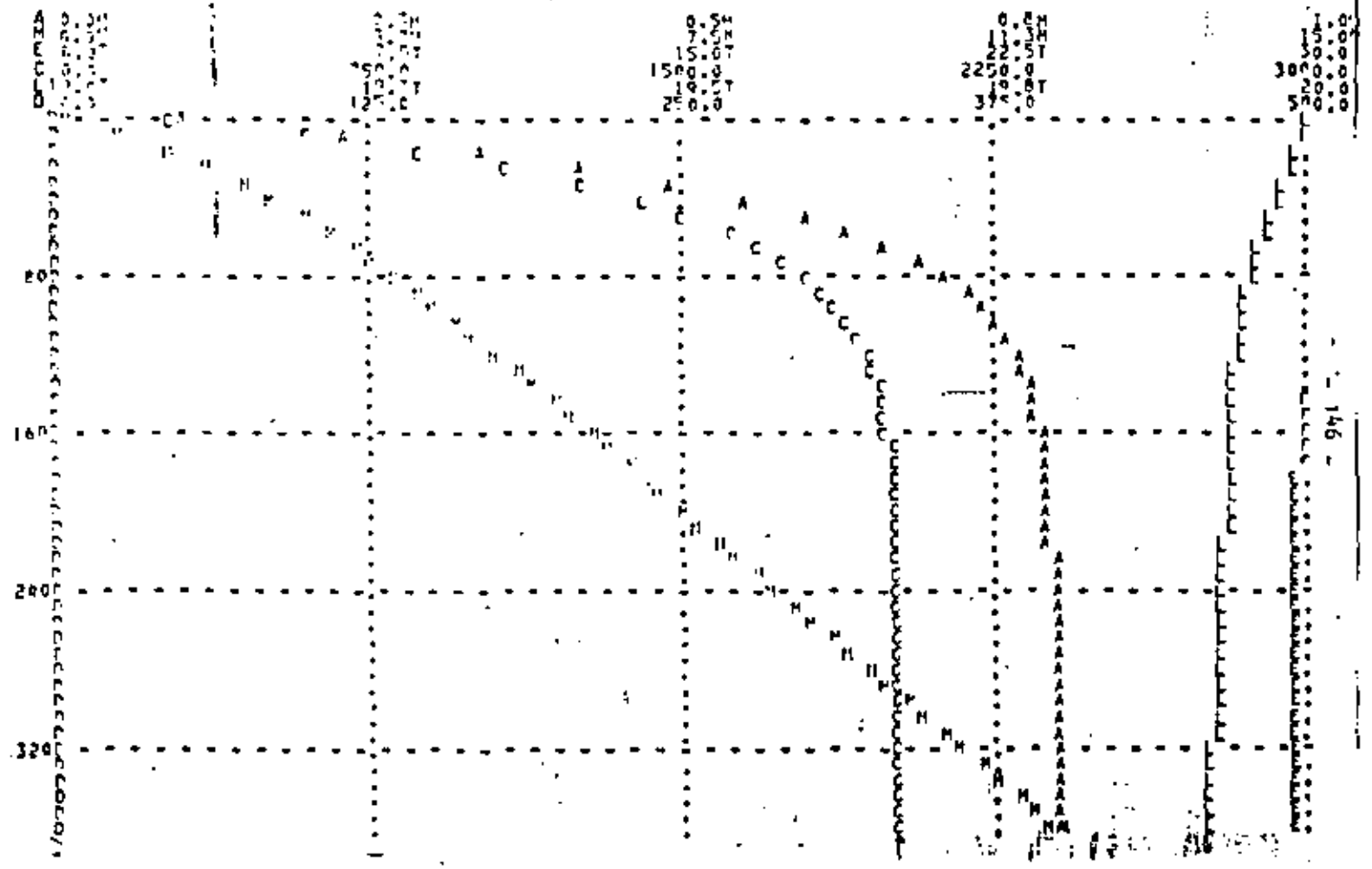
ADGJAS
PHUE,KL=(PHUEN)(MPHU,K)(CAJ)
PHUER=500
CAJ=10
MPHU,K=TABLE(MPHUT,FFP,K,0,1,.25)
MPHU+*=27/7/2/3 4/4
FFC,K=(PHUE,K-TAR,K)/DORNE,K
PSP,K=TABLE(PSPRT,ALC,K,0,360,30))(0.001)
PSP+*=0/1/1/5/5/6/6.0/6/0/3/1/0/0/0
PFSR,K=PSP,K-CHA
CHA=0.0025
SWQ,K=SWITCH(PPOEN,PFSR,K,54)
PRDCH=0.3039
POND,K=DIFF,K/((SWQ,K)(TASIS))
TASIS=40
DICH,K=HDFG,K-VHICL,K
TDF,K=ANF,K+(PHUE,K)(FLAR)
FLAR=0.1
HDFG,K=(CAM,K)(TCH,K)(TDM)
TDM=120
CAM,K=ANA,K-CHA
ANA,K=(VFAR,K)(SNZ,K)(CMV)
CMV=0.0069
VFAR,K=(VEAS,K)(FFTC,K)
VEAS,K=TABLE(VFART,FA,V,0,200,25)
VEAS+*=0/5/1/2/2.5/2/7.5/8.5/10
FA,K=SH1,K/DENS,K
SWI,K=SWITCH(FLORH,FLOR,K,91)
FLORH=20000
FLOR,K=TABLE(FLORT,ARG,K,0,360,30))(1000)
FLOR+*=0/10/20/47/50/47/40/20/15/10/0/0/0
FFTC,K=TABLE(FFICT,GEN,K,0,1200,200)
FFICT+*=1/1/R/SP/3/2/1
DENS,K=((1-ABFC)(ABF,K))/AREA
ABFC=(3.1416)(20)(20)
ABF=0.33
SWI,K=SWITCH(HLUZH,HLUT,K,52)
HLUT=12
HLUZ,K=TABLE(HLUZT,ARG,K,0,360,30)
HLUZ+*=11/11.25/11.5/11.75/12/12.25/12/11.75/11.5/11.25/11/11/11
PAJAG,K=LEAF,K/SW3,K
SW3,K=SWITCH(VTCAH,VTDA,K,52)
VTCAH=40
VTDA,K=TABLE(VTDAT,PA,K,0,1,1)
VTAT=0/0
VA,K=HICL,K/ABF,K
ABF,K=ABF,K+(D-)(TCA,JK-PAJAG,JK)
ABF=(10)(1000)
TFA,K=DF(CAY,(PHUE,JK,THETA))
THETA=21
HUF,K=HUF,K+(D-)(PHUE,JK-TCA,JK)
HUF=(10000)(10)
HICL,K=HICL,K+(D-)(HICL,JK-CHICL,JK-T*EXP,JK)
HICL=(10)(10)(1000)
PHTEL,KL=(1-ABFC)(ABF,K)(ANA,V)

```


AGE 2 APR 195

NEGAN PLOTTING AT 19:50, 0300, 21 AUGUST 1979

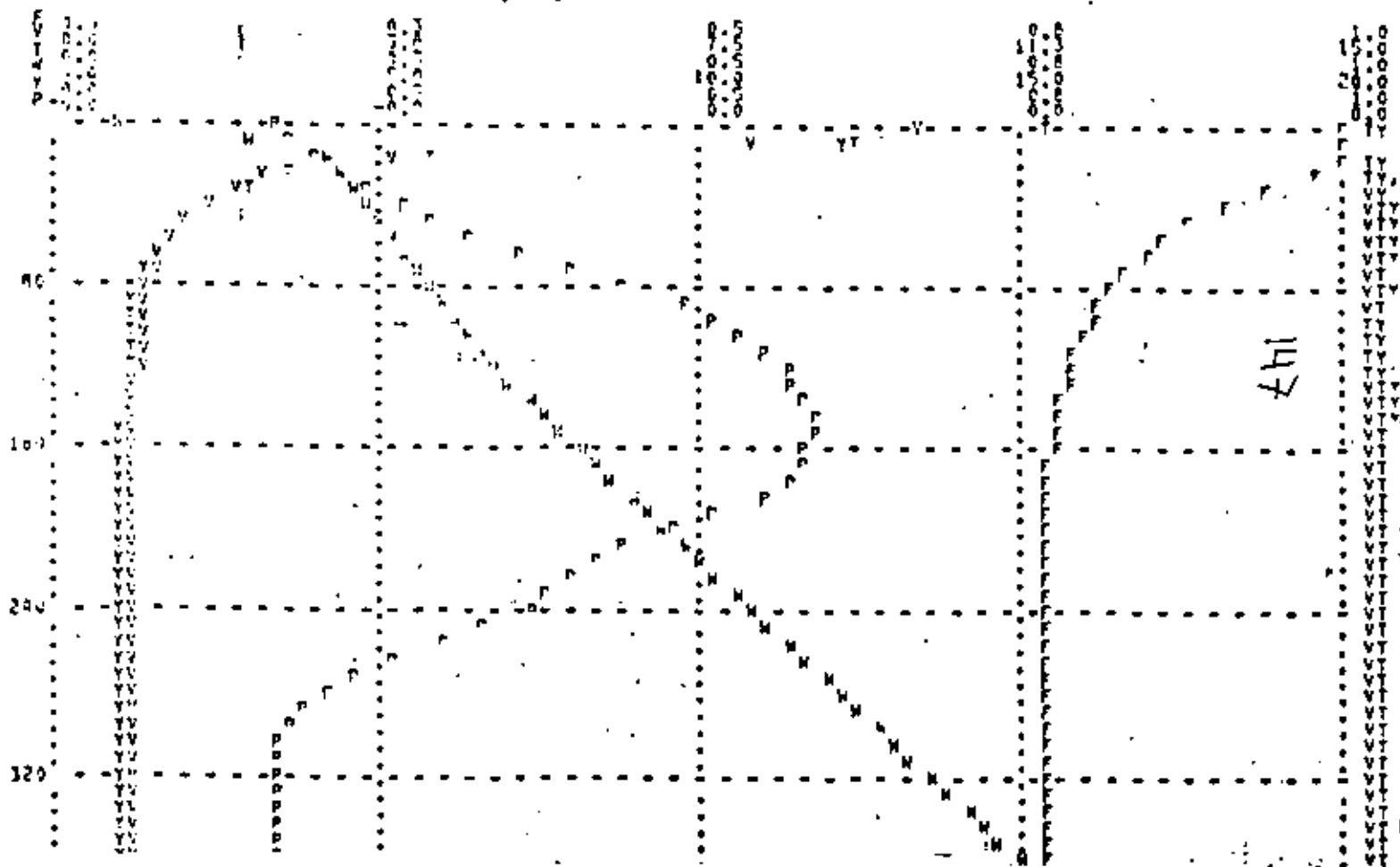
APPLA, HIFLAI, PHILAC, CHIFLAC, PHIELL, DELISL



ACC 2 AREAS

BEGAN PLOTTING AT 14154.012g, 21 AUGUST 1979

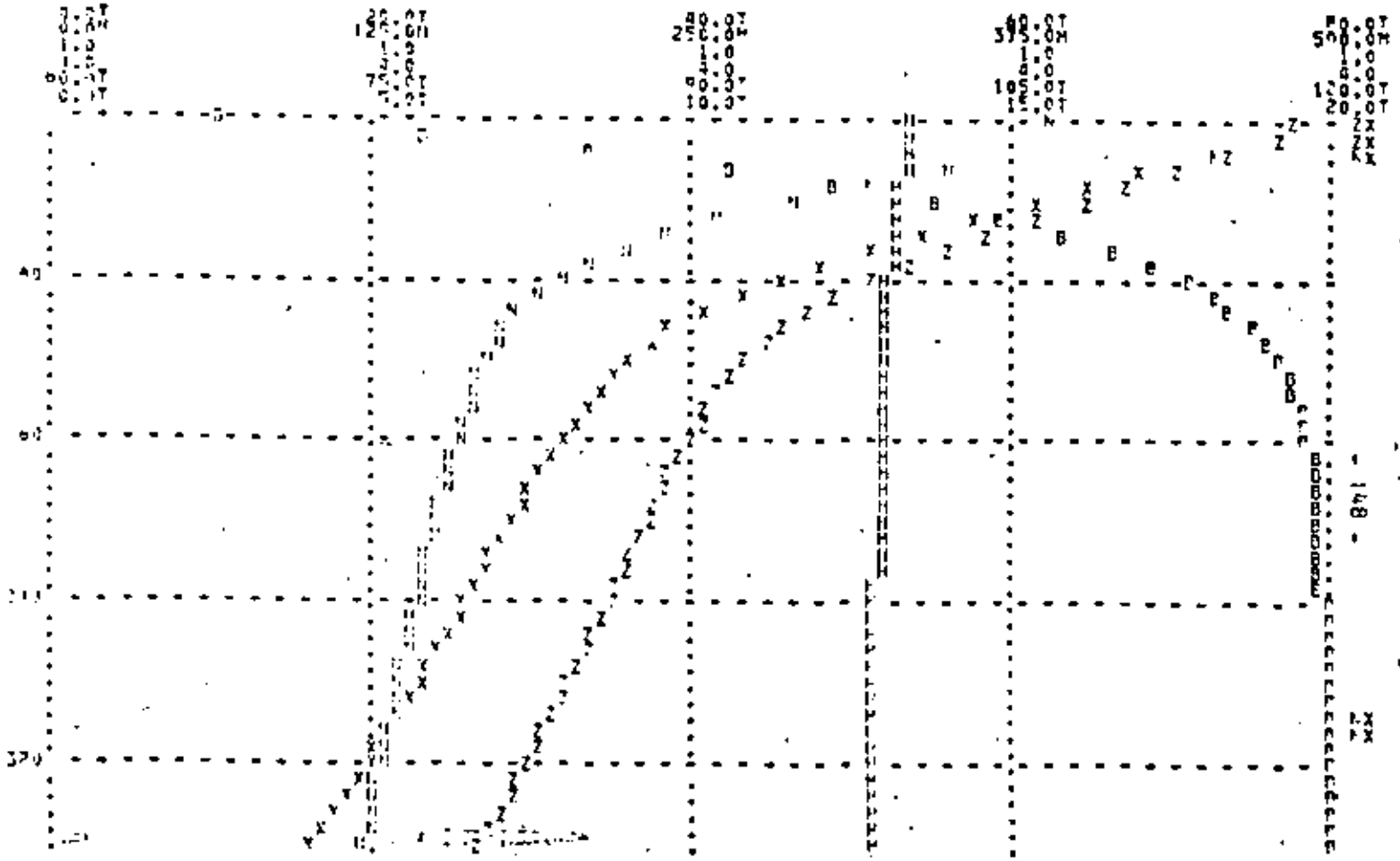
PROF. SPACV, AMST, MASH, PANAY, PEGAS



CC 6 AFDJAT

BEGAN PLOTTING AT 19154.9961, 21 AUGUST 1979

PL 130, 001000, 0000, 00000, 00000, 001000

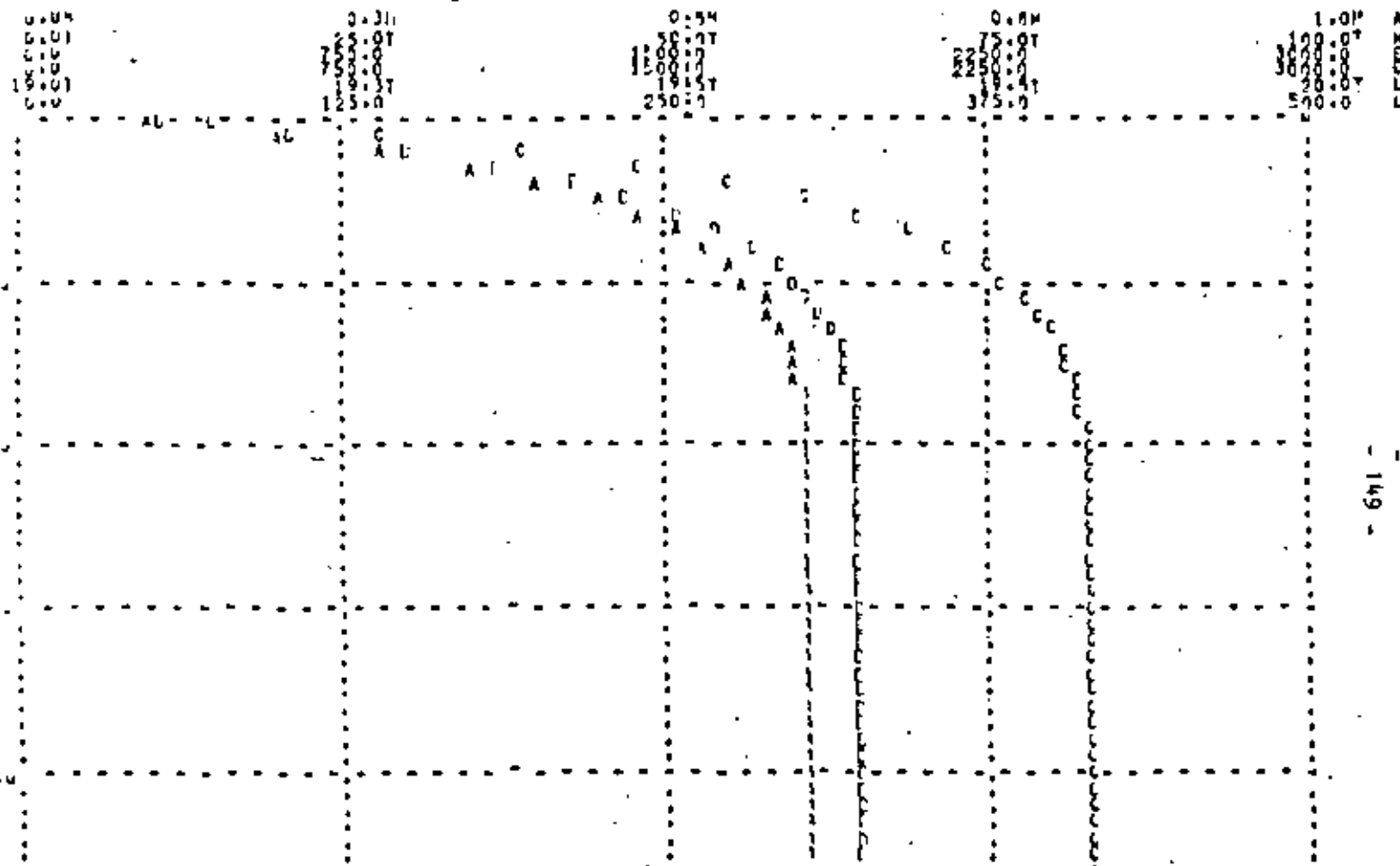


FINISHED RUN NUMBER AFDJAS AT 19155.1061, 21 AUGUST 1979

- 148 -

XX

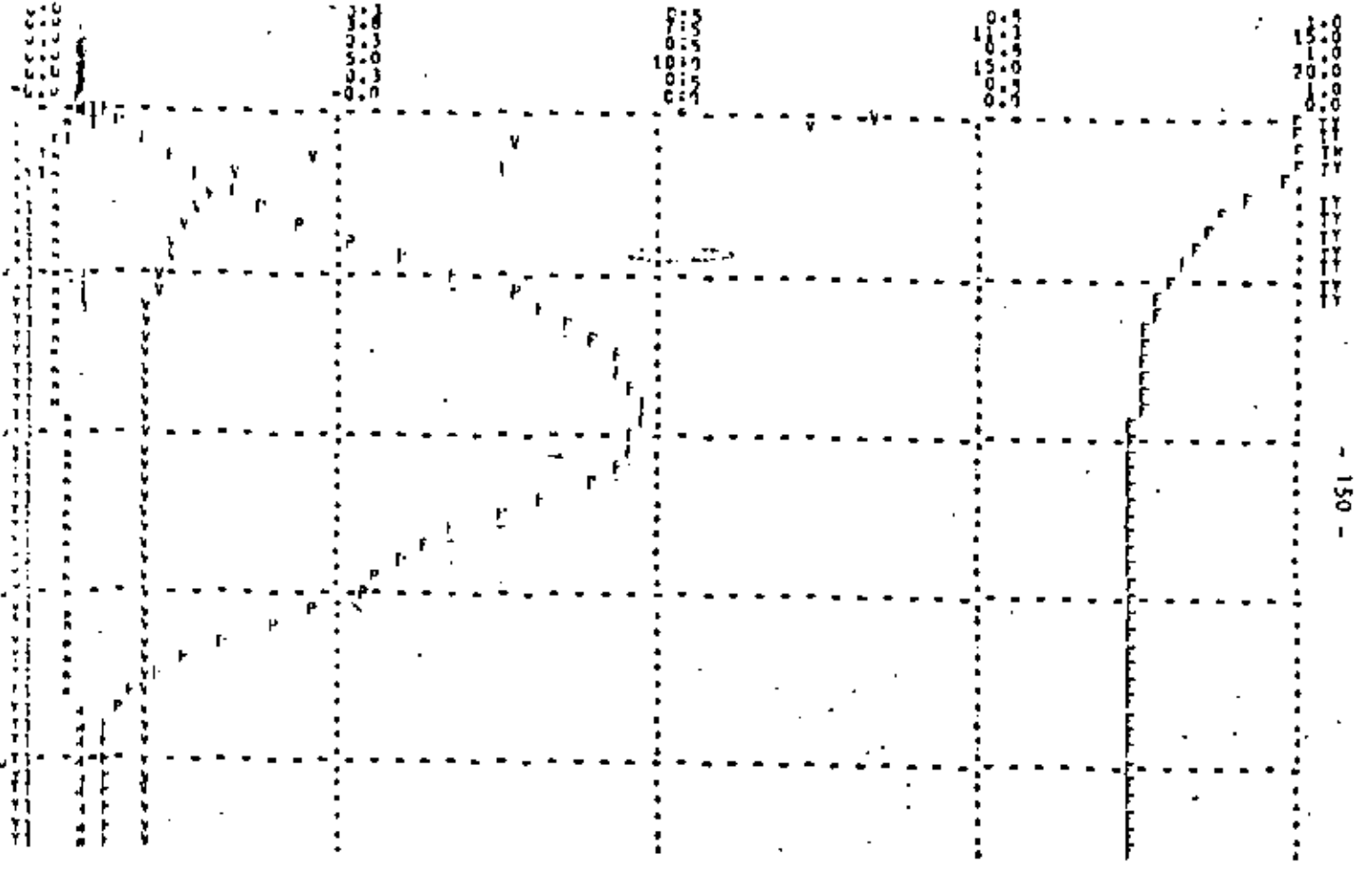
ALFAS HILLER LILLER CHILLER PHILLER DENSER



3 100000

ILGAR PLOTTING AT 16119.8, 44. 22 AUGUST 1979

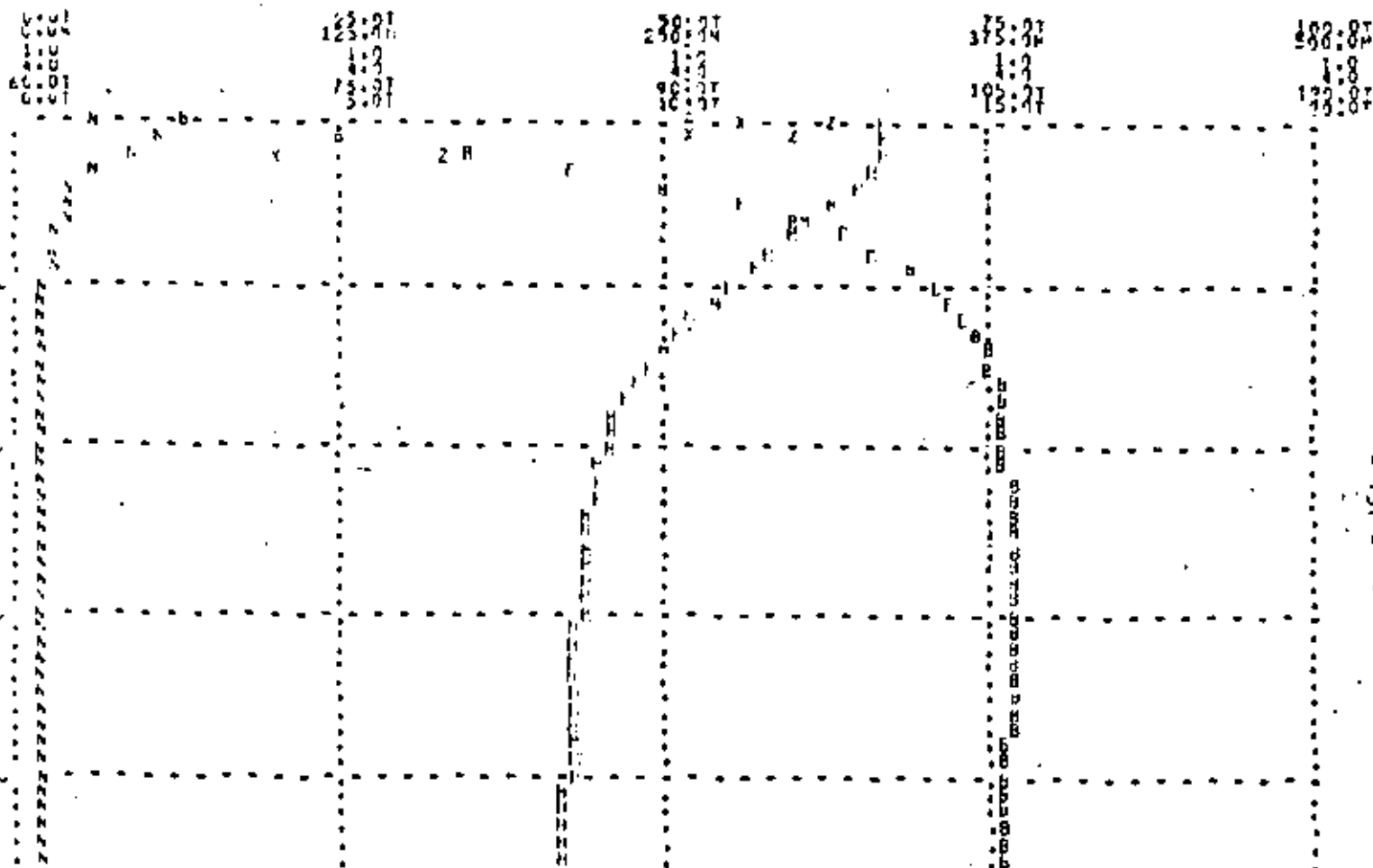
CPICOP, VLASOV, ALAB, I 100000, PLS, KP



NO 8 APLJAS

REGAL PLOTING AT 16119.9,17 22 AUGUST 1979

CIP=NR, GOLFENK, IFF=Z, NPUNX, IDEX=8 LAJAS=8

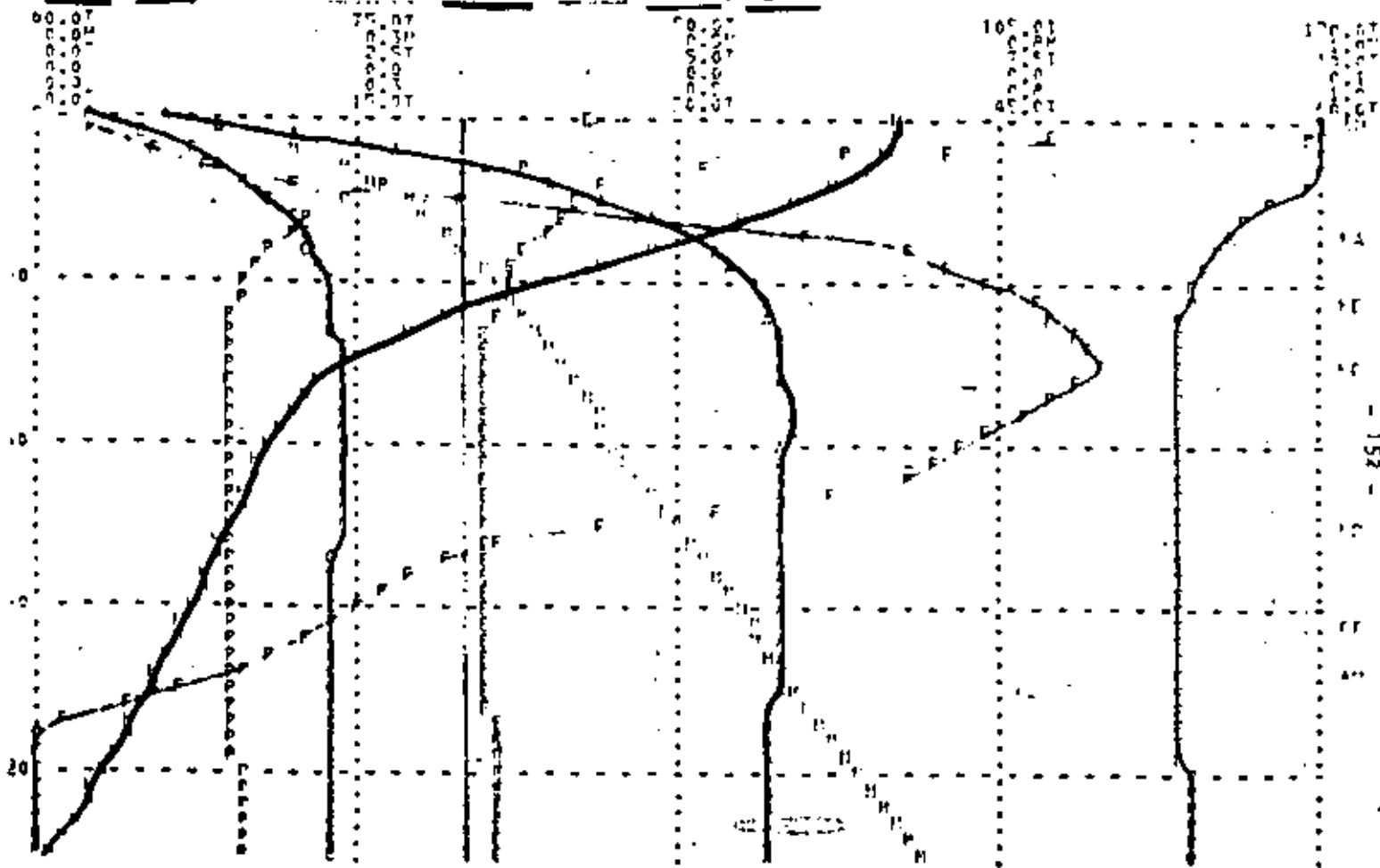


FINISHED FOR GOLFENK, APLJAS AT 16120.1547 22 AUGUST 1979

C 2 ABCJAS

BEGAN PLOTTING AT 14:54.2831, 23 AUGUST 1979

HUE=H, ADC=A, MYEL=M, PHIL=P, CHIEF=C, ANASH=N, REICH=R, FLORE=F

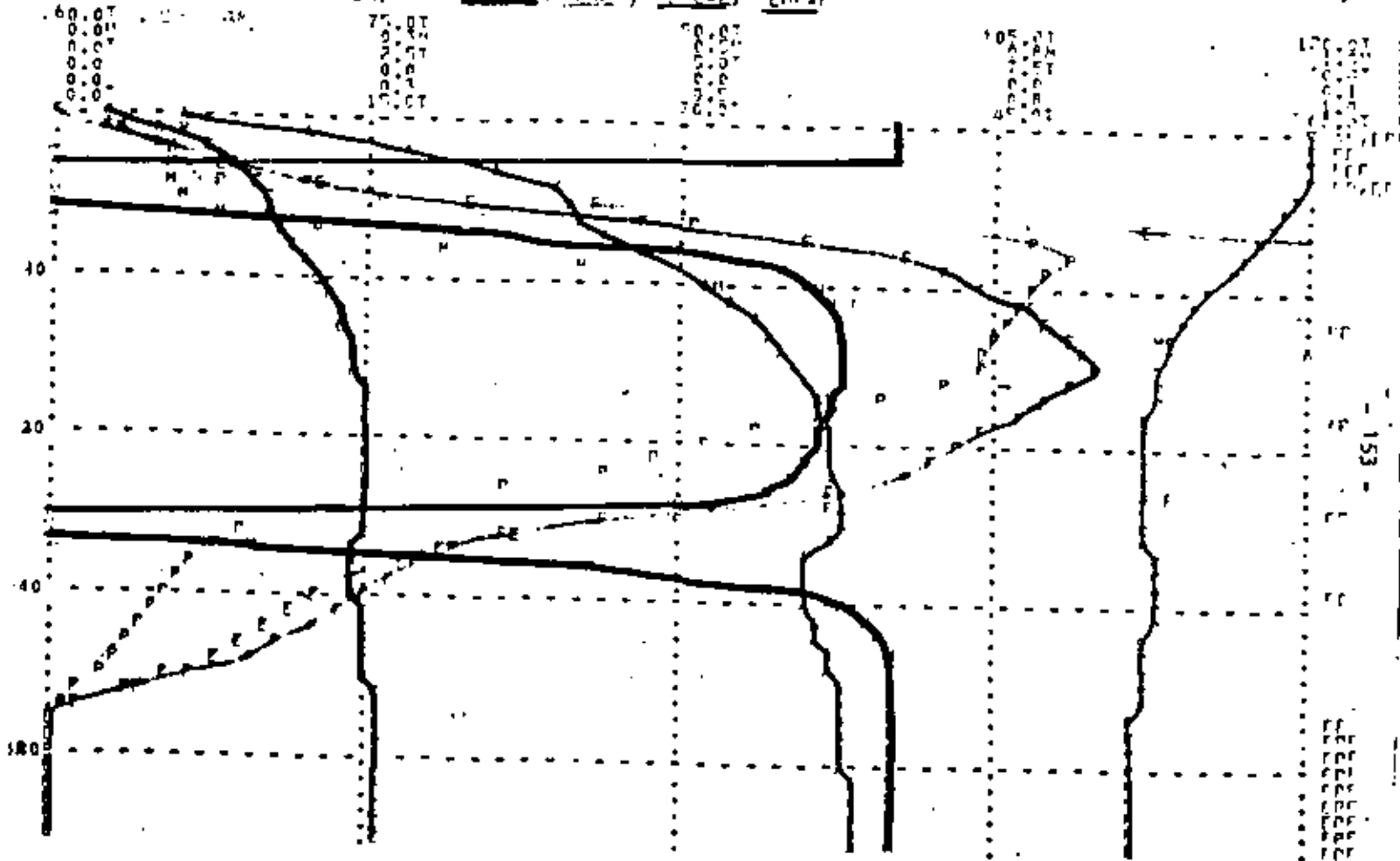


FINISHED RUN NUMBER ABCJAS AT 14:59.2831, 23 AUGUST 1979

IE 4 ABC1

REAR PLOTTING AT 14144.9283, 23 AUGUST 1979

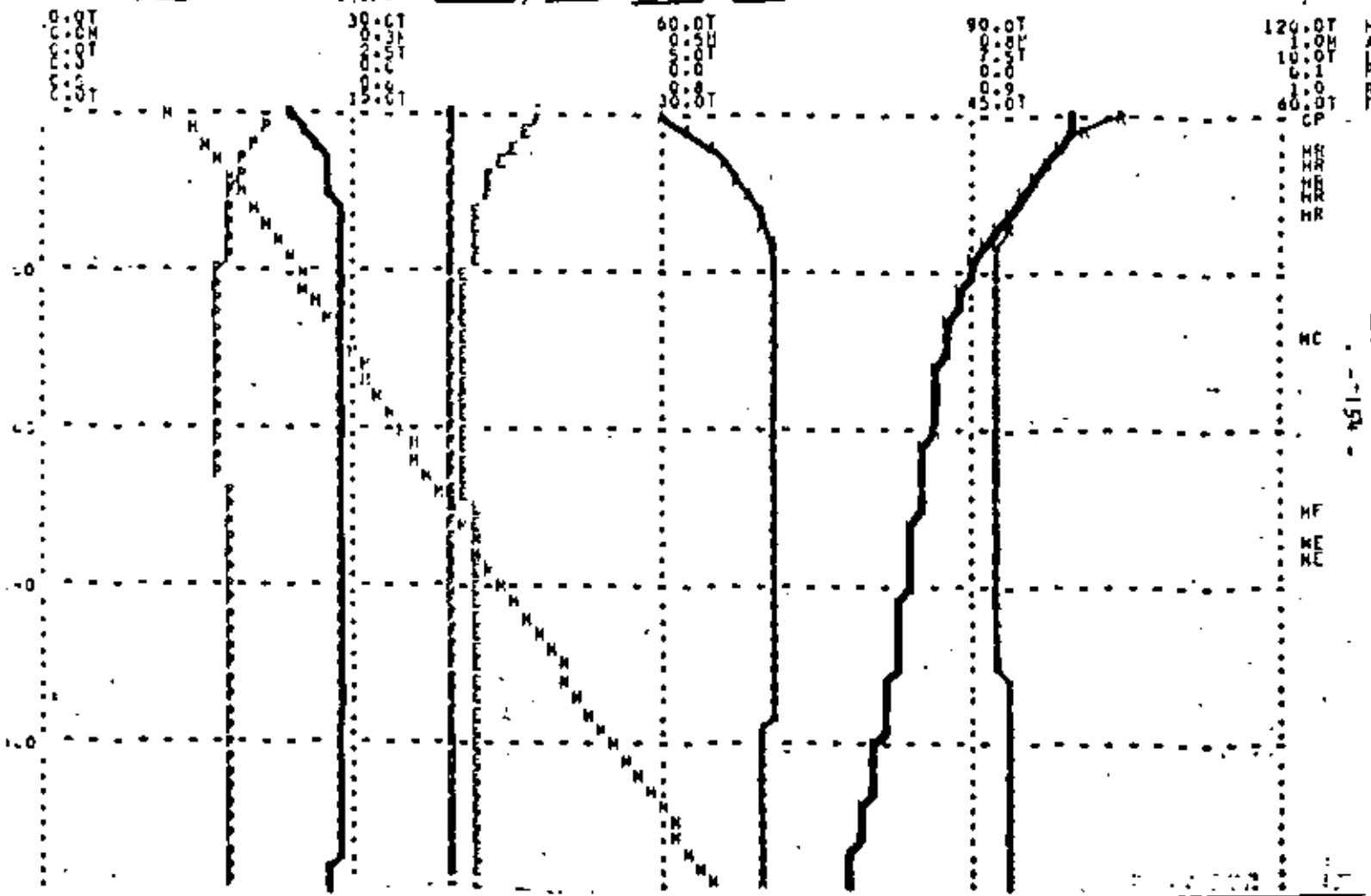
MURCH, ADAMS, HIGLEY, CHITLED, AMARY, FAYED, FLOOR

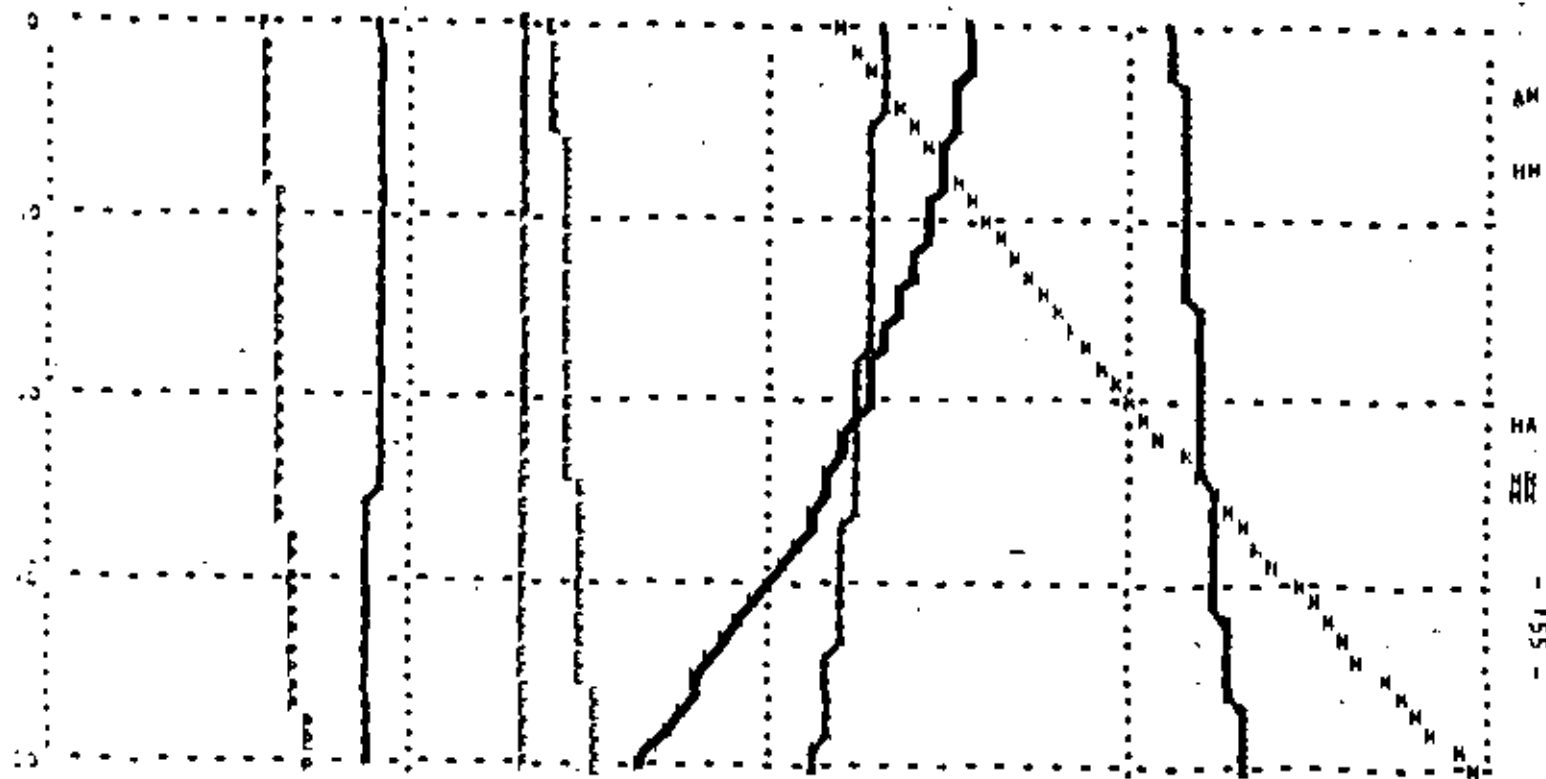


Plot shown to rear plotting at 14144.9283, 23 AUGUST 1979

BEGAN PLOTTING AT 1122.2064, 24 AUGUST 1979

FILE# ABE# VIEL# ENIEL# CHIEL# AMA# LFIC# SKIN#

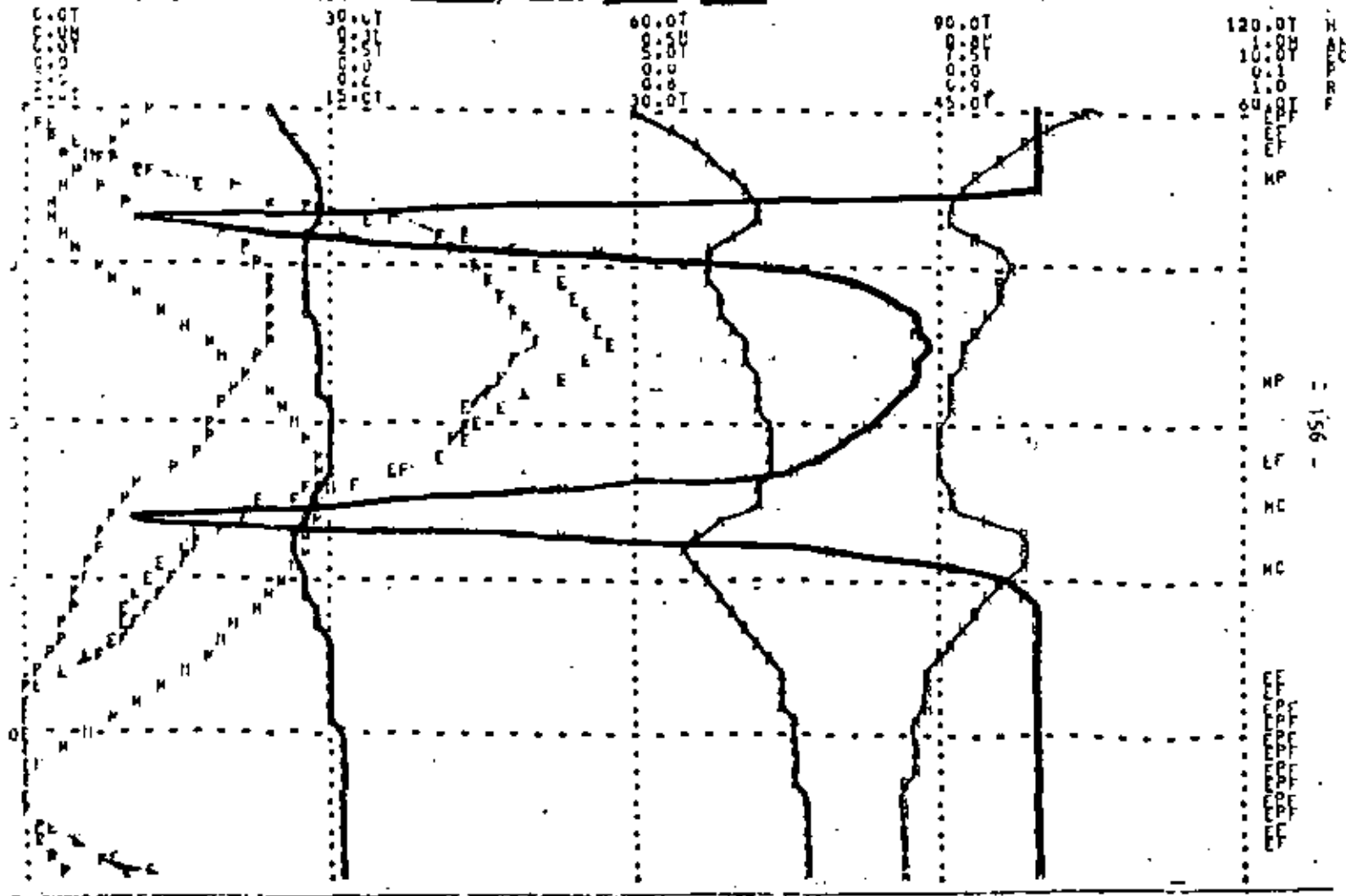


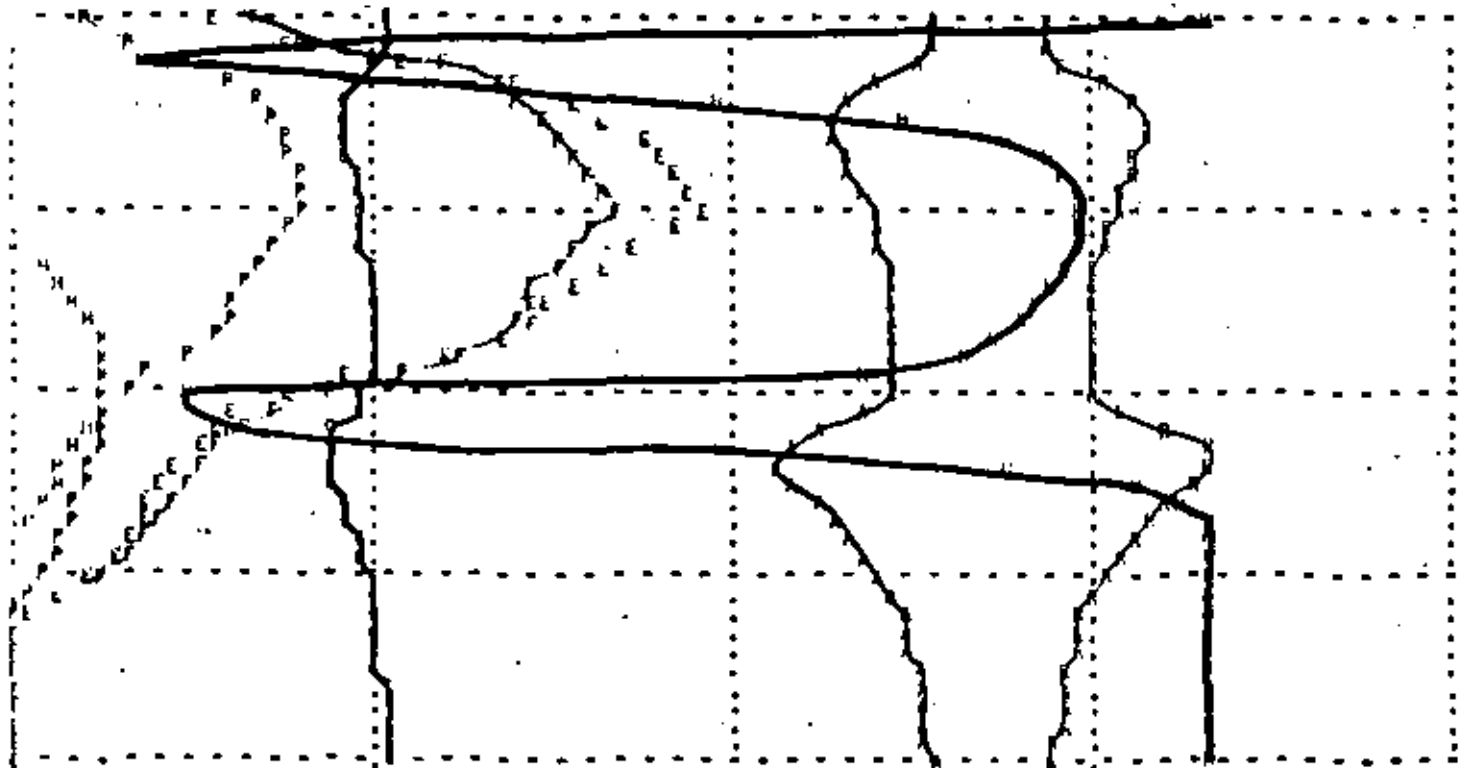


TENSILD RUN NUMBER ABEJAK AT 11124+2358, 24 AUGUST 1979

BEGAN PLOTTING AT 11:23.3522, 24 AUGUST 1979

DEATH, ABE=AP, NIEL=H, EMIEL=H, CMIEL=H, AN=AP, EFIC=H, SK=H



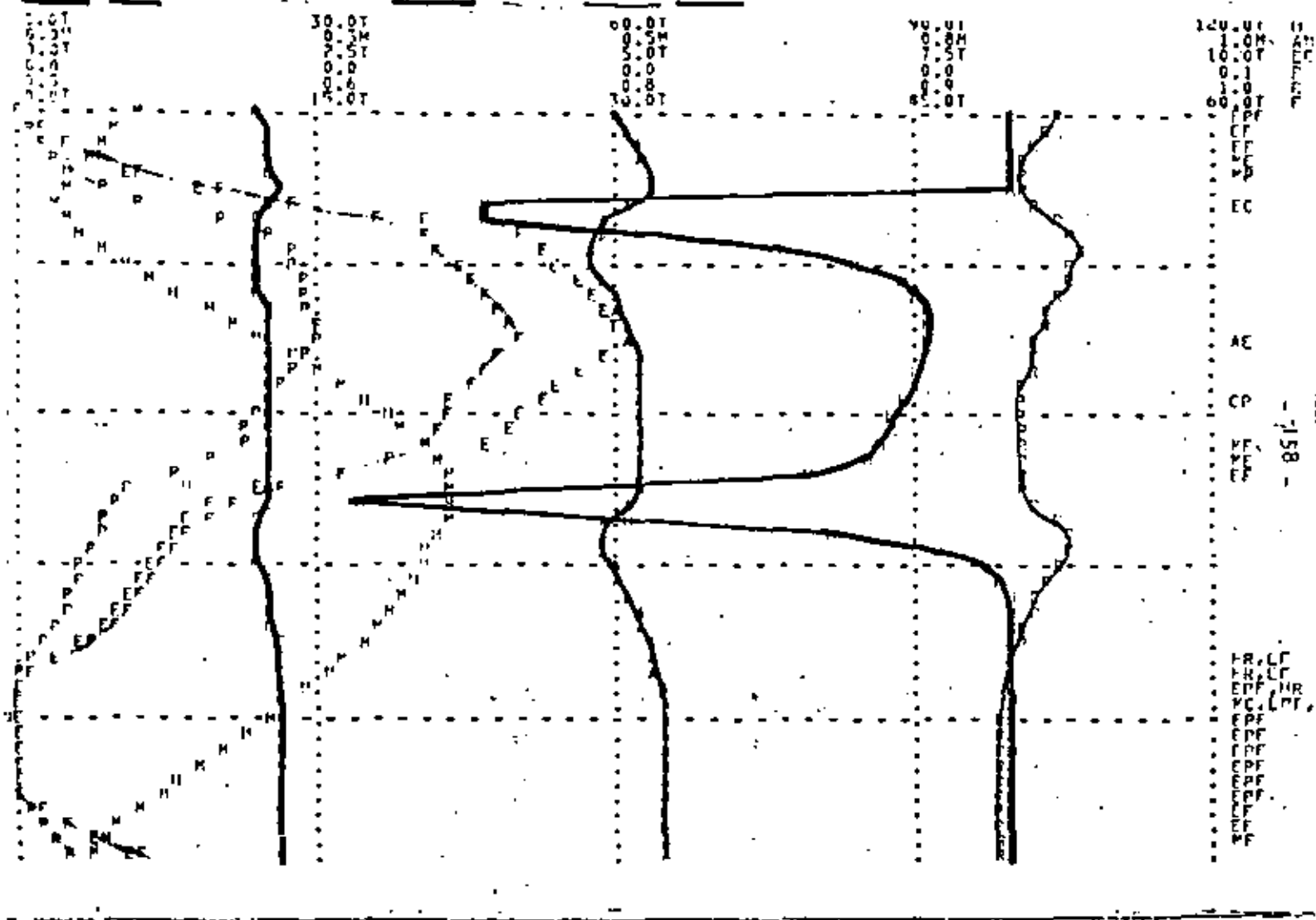


1. LINE 1000
 2. LINE 1000
 3. LINE 1000
 4. LINE 1000
 5. LINE 1000
 6. LINE 1000
 7. LINE 1000
 8. LINE 1000
 9. LINE 1000
 10. LINE 1000
 11. LINE 1000
 12. LINE 1000
 13. LINE 1000
 14. LINE 1000
 15. LINE 1000
 16. LINE 1000
 17. LINE 1000
 18. LINE 1000
 19. LINE 1000
 20. LINE 1000
 21. LINE 1000
 22. LINE 1000
 23. LINE 1000
 24. LINE 1000
 25. LINE 1000
 26. LINE 1000
 27. LINE 1000
 28. LINE 1000
 29. LINE 1000
 30. LINE 1000
 31. LINE 1000
 32. LINE 1000
 33. LINE 1000
 34. LINE 1000
 35. LINE 1000
 36. LINE 1000
 37. LINE 1000
 38. LINE 1000
 39. LINE 1000
 40. LINE 1000
 41. LINE 1000
 42. LINE 1000
 43. LINE 1000
 44. LINE 1000
 45. LINE 1000
 46. LINE 1000
 47. LINE 1000
 48. LINE 1000
 49. LINE 1000
 50. LINE 1000
 51. LINE 1000
 52. LINE 1000
 53. LINE 1000
 54. LINE 1000
 55. LINE 1000
 56. LINE 1000
 57. LINE 1000
 58. LINE 1000
 59. LINE 1000
 60. LINE 1000
 61. LINE 1000
 62. LINE 1000
 63. LINE 1000
 64. LINE 1000
 65. LINE 1000
 66. LINE 1000
 67. LINE 1000
 68. LINE 1000
 69. LINE 1000
 70. LINE 1000
 71. LINE 1000
 72. LINE 1000
 73. LINE 1000
 74. LINE 1000
 75. LINE 1000
 76. LINE 1000
 77. LINE 1000
 78. LINE 1000
 79. LINE 1000
 80. LINE 1000
 81. LINE 1000
 82. LINE 1000
 83. LINE 1000
 84. LINE 1000
 85. LINE 1000
 86. LINE 1000
 87. LINE 1000
 88. LINE 1000
 89. LINE 1000
 90. LINE 1000
 91. LINE 1000
 92. LINE 1000
 93. LINE 1000
 94. LINE 1000
 95. LINE 1000
 96. LINE 1000
 97. LINE 1000
 98. LINE 1000
 99. LINE 1000
 100. LINE 1000

SHIP NUMBER ABE1 AT 11124-8972, 24 AUGUST 1979

DEGAN PLOTTING AT 14:14.422Z, 24 AUGUST 1979

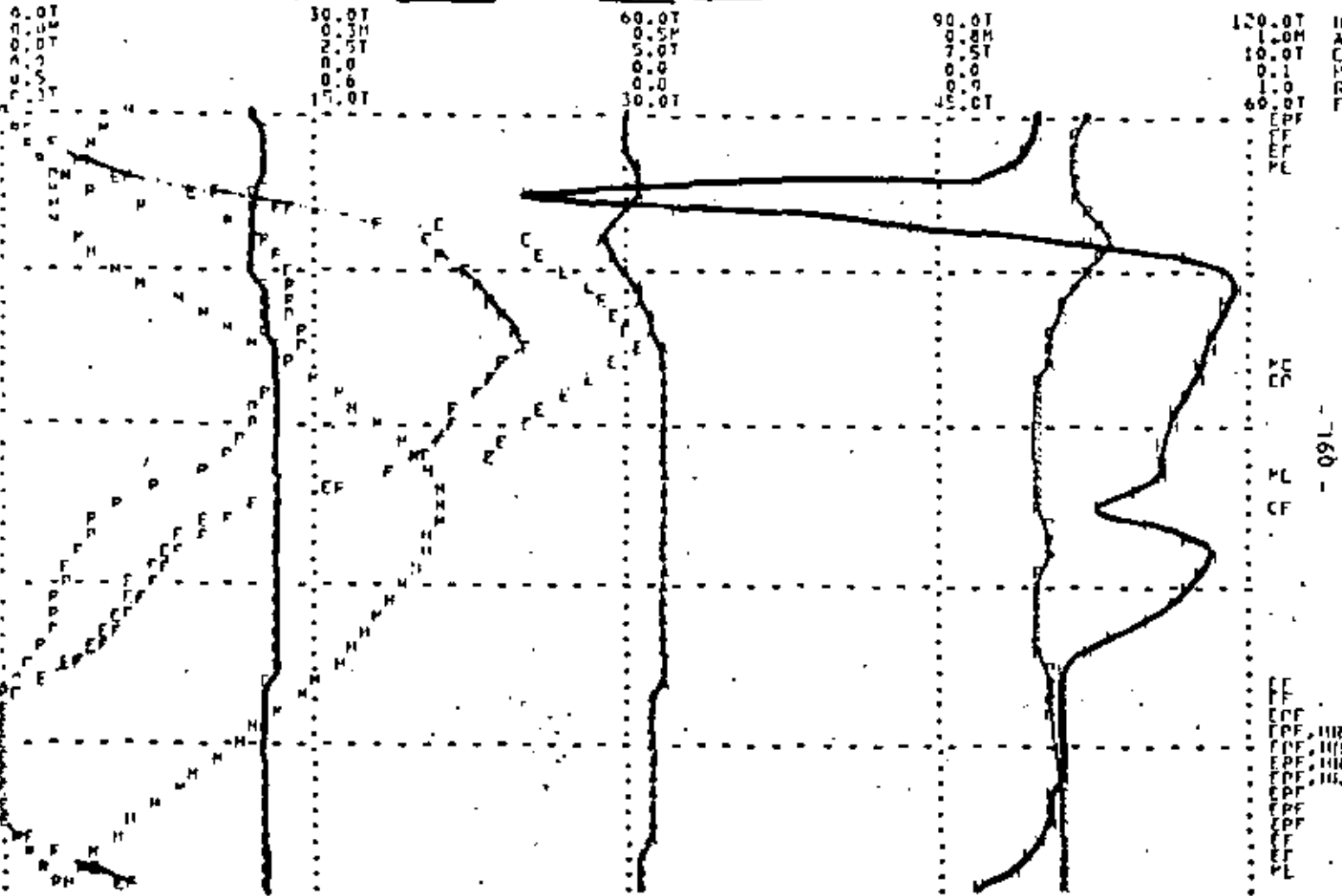
HEFH, ALFA, HTELRH, CHIEL=H, CHIEL=C, ANARP, EPICZR, SHI=H

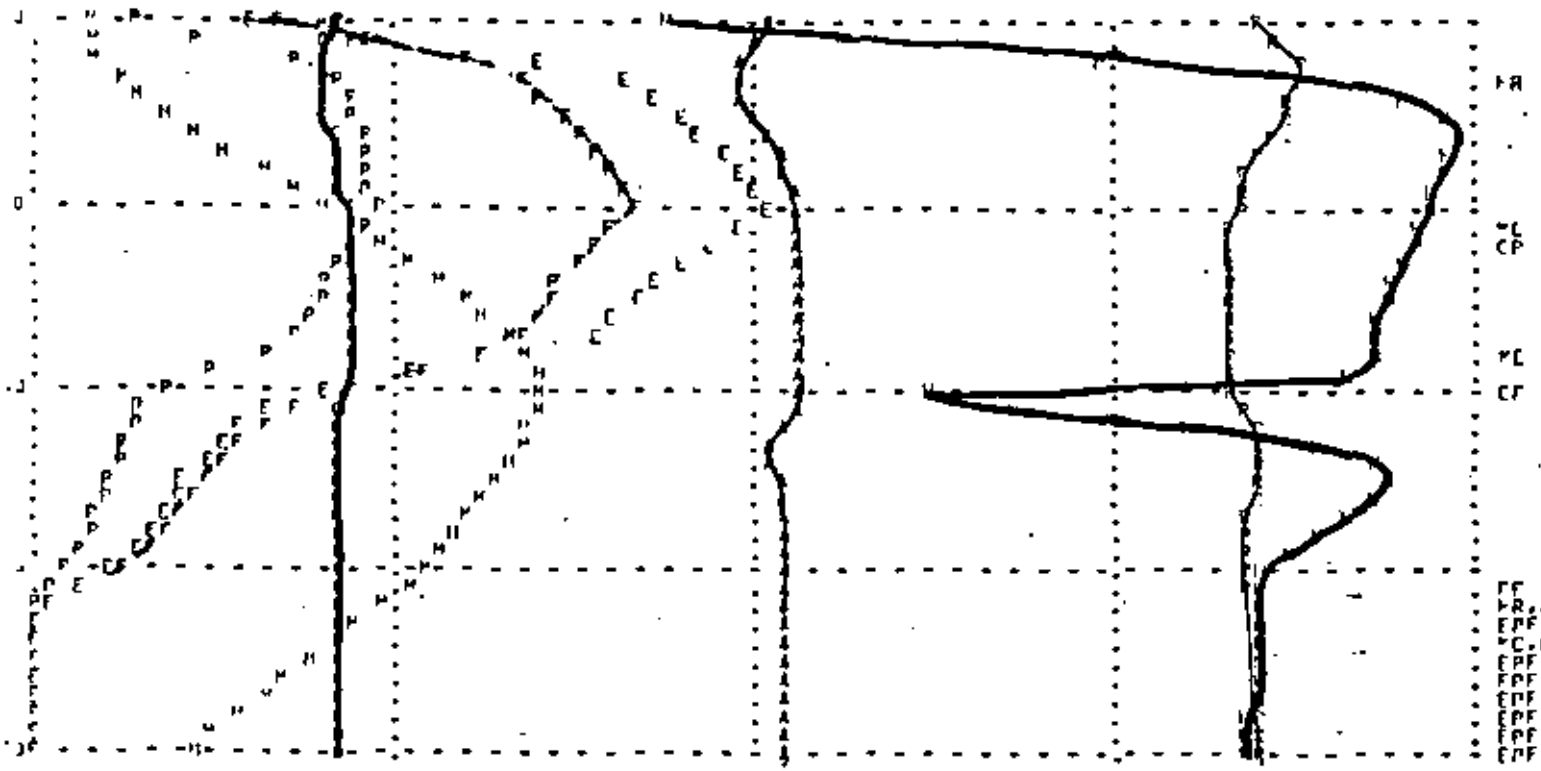


4 APR 68

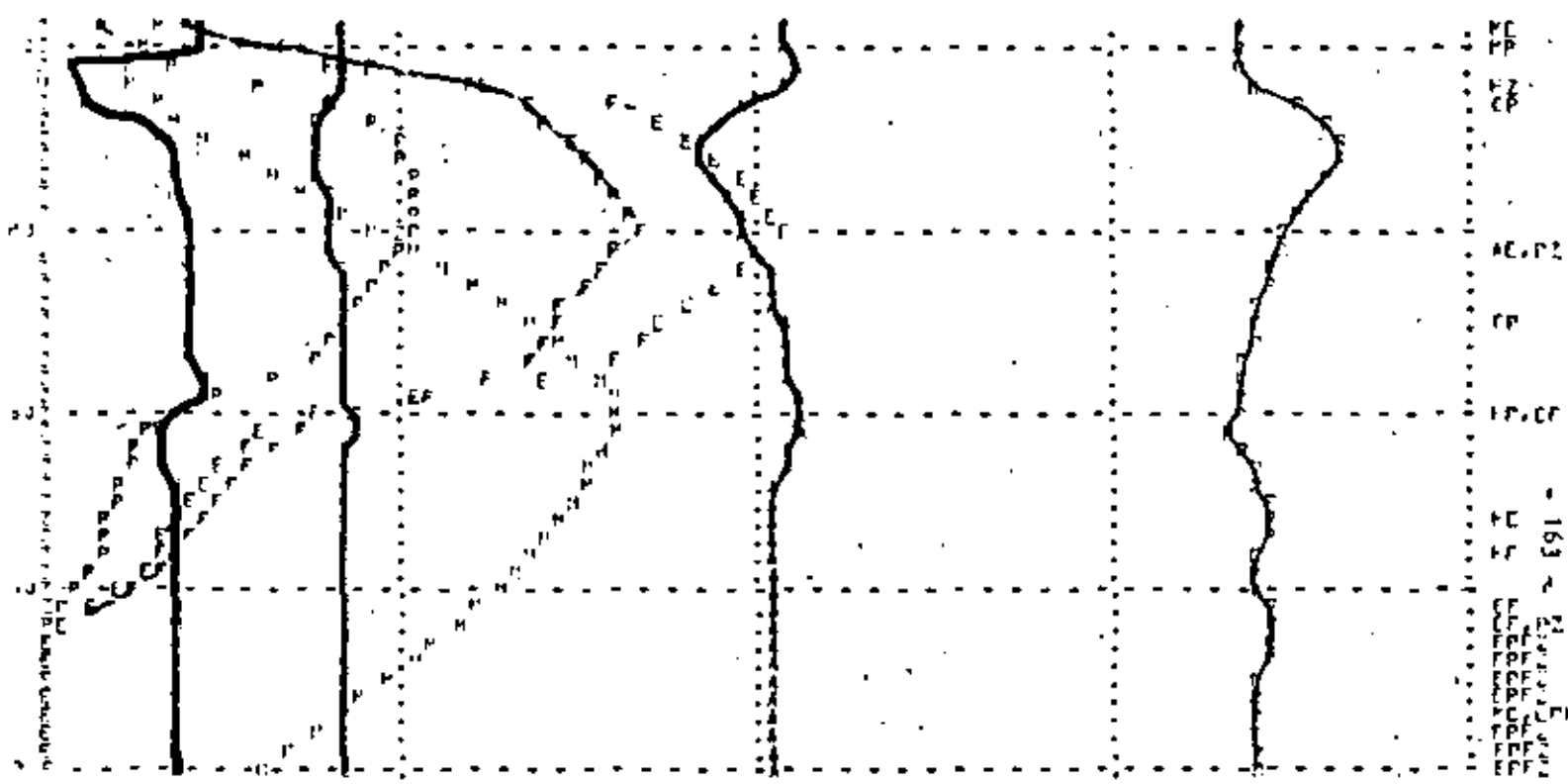
BEGAN PLOTTING AT 14:15.2487, 24 AUGUST 1979

LINE#, ANF#, HTL#, FNTEL#, CHTEL#, AP#, EFIC#, SWIF



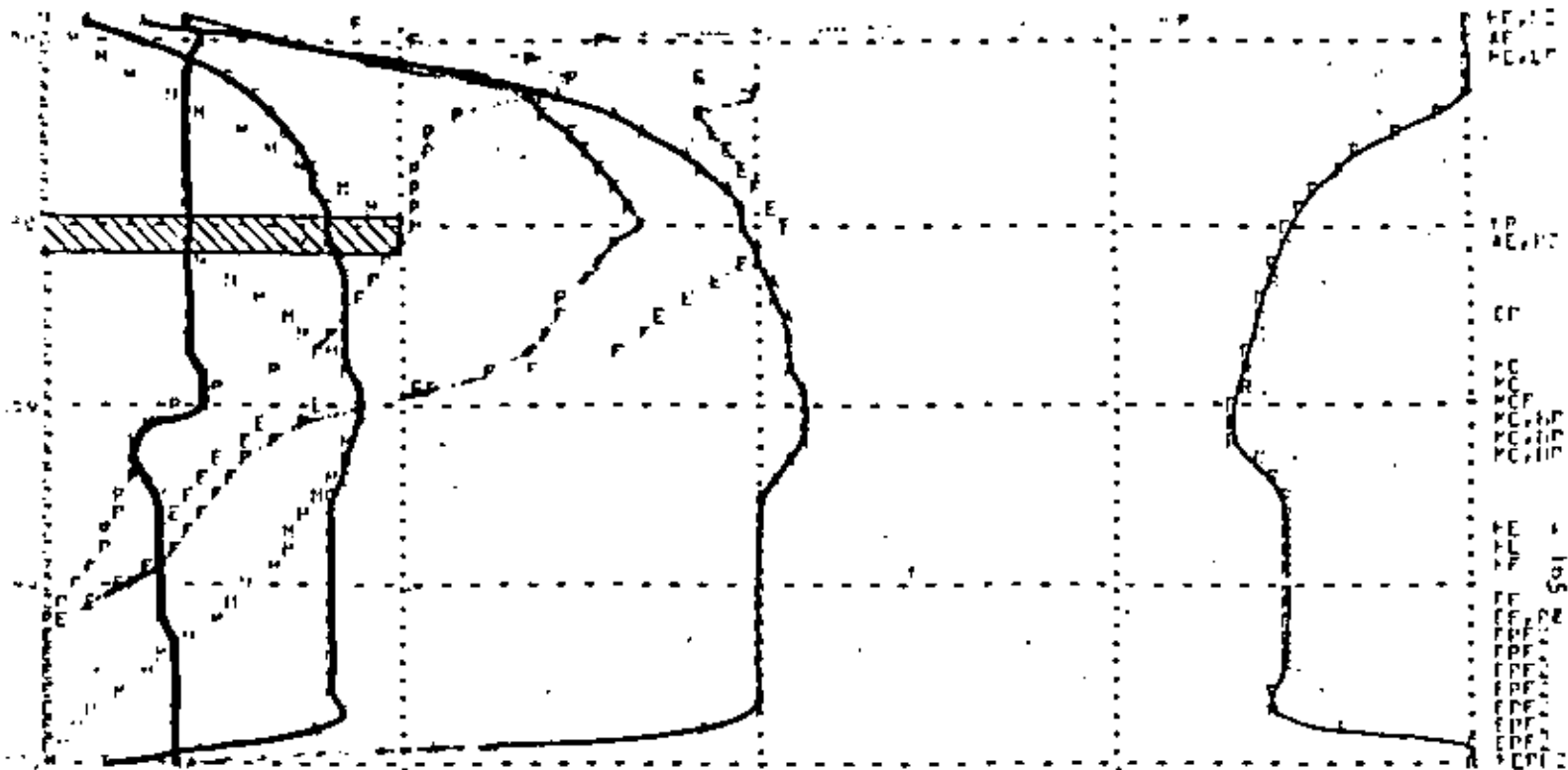


UNCLASSIFIED RUC UNCLASSIFIED ADF4 AT 14115.0042, 24 AUGUST 1979



RESEARCH AND DEVELOPMENT DIVISION, AIR FORCE, 24 AUGUST 1979

163
 164
 165
 166
 167
 168
 169
 170
 171
 172
 173
 174
 175
 176
 177
 178
 179
 180
 181
 182
 183
 184
 185
 186
 187
 188
 189
 190
 191
 192
 193
 194
 195
 196
 197
 198
 199
 200



REFERENCE REA. NUMBER ADP5 AT 19:30.0764, 24 AUGUST 1979

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES DE CADA CORRIDA

CORRIDA 1.

Se realizó una corrida inicial del modelo con condiciones iniciales mínimas, con el objeto de definir las escalas de las variables y el estado de estabilización.

Se graficaron todas las variables significativas para saber el comportamiento general del sistema.

La producción de miel y abejas fue exagerada.

CORRIDA 2.

Se modificó la ecuación de viajes efectivos que realiza cada abeja (VEAS), pues se consideró trabajar en base al acarreo de miel por hora, así :

$$VEAC.K = ((VEAS.K)(EFIC.K)(1/12))$$

Se reguló un poco lo exagerado de la producción de la miel.

CORRIDA 3.

La duración deseada de la miel que tiene la reina disminuyó de dos años a un año, de donde $TDM=360$ días, y con eso:

- Se obtuvieron valores factibles de producción de miel y se mejoró, también el efecto en la producción de huevos de la reina. En una corrida más se probó también el efecto de la floración real estacional con respecto a la floración normal constante.

- Con esta floración estacional, el efecto en la producción de miel fue muy elevado .

CORRIDA 4.

Se aumentó el estado inicial del sistema con una población de abejas cinco veces mayor que la supuesta inicialmente.

De 10 000 abejas/cajón se aumentó a 50 000 abejas/cajón, así se omitió el comportamiento para alcanzar su estabilidad en el sistema y se pudo de esta manera probar los efectos por dos años. Se supuso en esta corrida la floración -- constante. Se realizó otra corrida con floración estacional.

El resultado que se obtuvo con el efecto de la estacionalidad en la floración fue baja en la producción de miel, hasta tenerse que subsidiar el sistema.

CORRIDA 5.

Con el switch uno de floración cerrado se probaron independientemente los efectos de cerrar los switches 2, 3 y 4. Así se considera, al cerrar el switch 2, que la luz del día a través del año no es constante. Pero el efecto no es de ninguna forma significativo.

Con el switch 3, se supone que no existirá un amplio subsidio en la alimentación en épocas de escasez de miel. Pero, éste efecto no se notó, pues el nivel de miel se mantuvo positiva.

Con el switch 4, se prueba la herencia de información de la reina con la cual hará su pronóstico de población de huevos que necesitará.

CORRIDA 6.

Aquí se actualizó la herencia de información del sistema que la reina debe suponer para el pronóstico de su población necesaria. Y los switches 1, 2, 3 y 4 se mantienen cerrados. En esta corrida se llega a determinar una expropiación de 20 kg por cajón en cada año, que se efectúa el mes de mayo. El resultado de esta extracción con el medio supuesto es que hubo una escasez aguda posterior (en los meses de poca floración) de miel, por causa del consumo de las abejas, y como no se supone subsidio amplio, la mortandad de abejas aumenta bajando mucho su población.

Con esto se puede contestar a las preguntas iniciales de cuanto y cuando se deben hacer la expropiación; y con los cambios que se le hagan al parámetro de cajones existentes (CAJ), se puede contestar a la pregunta de cuantos de ellos se deben asignar a la zona con un medio ambiente dado.

CONCLUSION GENERAL.

Con las respuesta que nos arrojen las corridas que se realicen posteriormente se puede alcanzar el objetivo planteado de tener un modelo de simulación dinámica que nos simule el medio ambiente y contestar a las preguntas:

¿Cuántos cajones se deben asignar a la zona?

¿Cuánto es la expropiación de miel posible que se puede obtener de ellos?

¿Cuándo se debe realizar la expropiación?

No.	VARIABLE	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
1	PHUE	Producción de huevos	abejas/dfa
	PHUEN	Producción de huevos normal	abejas/dfa/cajón
	CAJ	Cajones asignados	cajones
2	MPHU	Multiplicador de producción de huevos por falta de población	adimensional
3	FFP	Fracción faltante de población según la reina	adimensional
4	PSR	Producción por abeja según la reina	gramos/abeja/dfa
5	PESR	Producción efectiva por abeja según la reina	gramos/abeja/dfa
	CMA	Consumo por abeja por dfa	gramos/abeja/dfa
6	SW4	Variable de control	
	PROEN	Producción efectiva normal de la abeja según la reina	gramos/abeja/dfa
7	POBNE	Población necesaria según la reina	abejas
	TASIS	Tiempo en que la reina pretende ajustar el sistema de población	dfas
8	DIFM	Diferencia de miel según la reina	gramos
9	TPR	Población total según la reina	abejas
10	MDES	Miel deseada en stock	gramos
	PLAR	Importancia de larvas según la reina	adimensional
	TOM	Duración deseada de miel de stock	dfas
11	PAM	Producción aprovechada de miel por abeja	gramos/abeja/dfa
12	AMA	Acarreo de miel por abeja por dfa	gramos/abeja/dfa
	CMV	Cantidad de miel por viaje efec.	gramos
13	VEAC	Viajes efectivos por abeja en conjunto por hora	1/hora
14	VEAS	Viajes efectivos por abeja sola por hora	1/hora
15	FA	Flores por abeja	flores/abeja
16	SW1	Variable de control	
	FLORN	Floración normal	flores/hectárea
17	FLOR	Floración estacional	flores/hectárea
18	EFIC	Fracción de efectividad por densidad	adimensional
19	DENS	Densidad de abejas en la zona	abejas/hectárea
	AREA	Superficie de acción	hectáreas
	FABEC	Fracción de abejas que construyen	adimensional
20	SW2	Variable de control	
	HLUZN	Horas con luz de dfa normal	horas
21	HLUZ	Horas con luz de dfa real	horas
22	BAJAS	Mortalidad de abejas	abejas/dfa
23	SW3	variable de control	
	VIDAN	Tiempo de vida normal de la abeja	dfas
24	VIDA	Tiempo de vida real de la abeja por alimento	dfas
25	MA	Miel almacenada por abeja	gramos/abeja
26	ABE	Población de abejas	abejas

No.	VARIABLE	DESCRIPCION	UNIDADES
27	TFA	Tasa de formacion de abejas	abejas/dfa
	TMETA	Tiempo de metamorfosis de abejas	dfas
28	HUE	Cantidad de huevos en metamorf.	abejas
29	MIEL	Stock de miel	gramos
30	EMIEL	Entrada de miel	gramos/dfa
31	CMIEL	Consumo de miel	gramos/dfa
32	TMEXP	Tasa de expropiación de miel	gramos/dfa
33	SWS	Variable de control	
34	COSE	Cosecha de miel	gramos/dfa
	A	Variable de control	
	B	Variable de control	
	C	Variable de control	
	D	Variable de control	
	T1	Tiempo de inicio de la primera cosecha	
	T2	Tiempo final de la primera cosecha	
	T3	Tiempo de inicio de la segunda cosecha	
	T4	Tiempo final de la segunda cosecha	
	ALT1	Intensidad de la primera cosecha	gramos/dfa
	ALT2	Intensidad de la segunda cosecha	gramos/dfa
35	MEXP	Miel total expropiada	gramos
36	ANO	Variable para medir la fecha del año	
	S1	Variable binaria de control	
	S2	Variable binaria de control	
	S3	Variable binaria de control	
	S4	Variable binaria de control	
	S5	Variable binaria de control	

XIV OTRAS APLICACIONES

Los modelos de simulación permiten resolver una gran cantidad de problemas, donde otros métodos resultan muy difíciles o no aplicables.

Al realizar el proceso de la creación del modelo de simulación, lo que se hace es identificar las variables que son relevantes en el contexto del problema, dándoles su valor real. Se investiga el porcentaje de crecimiento o variación de estas variables, su relación entre ellas y los parámetros que las controlan. Al hacer variar la variable tiempo, las variables actúan según los valores preestablecidos en el modelo y nos permiten ver su comportamiento. Al estudiar este comportamiento podemos cambiar algunos datos iniciales con objeto de lograr que el valor de las variables oscile entre valores deseados o que tienda a ciertos límites.

Si fuera el caso que estuviéramos modelando un sistema cuyo comportamiento histórico es conocido, estos valores nos servirán para adecuar el valor de los parámetros de tal manera, que el modelo al ser procesado en la computadora repita el proceso histórico, extrapolando su comportamiento para un número futuro de años. Este trabajo se conoce como calibración del modelo.

Veamos a grandes rasgos los campos de aplicación que tienen los modelos de simulación dinámica:

En la Industria:

Existe desde hace aproximadamente unos 15 años un campo conocido como la "Dinámica Industrial" en donde se simula todo el proceso industrial, desde la producción y formación de inventarios hasta su distribución y comercialización. Se contemplan también los principales flujos de caja y diversos impactos en la industria como son los efectos de la publicidad en las ventas, el aumento o disminución en los inventarios, etc. La simulación permite a los directores de la industria tomar decisiones anticipadas

a la ocurrencia de los eventos, "probándolas" en los modelos de simulación.

En Planeación:

Desde hace algunos años se usa la simulación para resolver problemas de Planeación, basta con que se identifique algún problema, se determinen sus variables relevantes y se cree el modelo de simulación para que puedan probarse políticas que de no probarse en un modelo de simulación, en la realidad, además de ser mucho muy caras, crean efectos sociales irreversibles.

En Planeación

Urbana:

Se han creado modelos urbanos de grandes ciudades y pequeños poblados para la prueba de políticas.

En la Planeación

Regional:

Se han modelado las principales variables regionales para cuestionar la Economía Regional como en el caso del Estudio del Vaso del Rfo Susquehanna en Estados Unidos, en los Estados de Maryland, Pennsylvania del centro y el sur del Estado de Nueva York en 1962.

En Ecología:

Las componentes de los sistemas ecológicos se han estudiado aisladamente y apenas hace pocos años se ha iniciado el estudio global de todo el sistema. Los modelos de simulación permiten controlar el comportamiento del sistema. Existe un modelo clásico de la relación entre Predadores y Presas (conejos y coyotes) de Nathan B. Forrester del Instituto Tecnológico de Massachusetts.

En Ingeniería

Sanitaria:

Hay varios modelos de simulación que simulan el desarrollo de una epidemia, muestran la propagación de ésta y su posible control. También es posible simular el comportamiento de pozos, desarrollo de bacterias; etc.

- En la Física:** Se han desarrollado una gran cantidad de modelos para simular suspensiones mecánicas, fenómenos de amortiguación variable, procesos en general, fenómenos de flujo, temperatura, presión, etc. Y en general en todos aquellos fenómenos que tengan una tasa de cambio son susceptibles de simularse.
- En Administración:** Hay modelos para simular los procesos Administrativos y modelos sobre varios problemas en la Administración.
- En Arquitectura:** El campo ha sido poco desarrollado pero tiene muchísimos alcances, sobre todo en las áreas de Tecnología, Urbanismo y Restauración.
- En Medicina:** Se usan mucho los modelos para simular el comportamiento de diversos órganos internos para medir su comportamiento con diferentes estímulos.
- En Química:** Se pueden simular procesos para control, monitoreo e investigación.
- En C. Sociales:** Hay modelos sobre el uso de narcóticos, sobre sistemas sociológicos, educativos, etc.
- En Investigación:** La construcción de modelos orienta a la investigación cuando se están creando modelos, pues se requieren verificaciones de hipótesis que a veces sólo son posibles simulando.
- Otros Campos:** Finanzas, Psicología, Comercio, Biología, Astronomía, Geología, Geografía, Derecho, etc.

INTRODUCCION A UN MODELO GRAVITACIONAL.

Plantearémos cómo realizar la simulación del fenómeno de la atracción entre dos polos de masa M_1 y M_2 a una distancia D uno de otro y con las siguientes condiciones:

- M_1 tiene un crecimiento exponencial determinado por condiciones propias.
- M_2 Crece proporcionalmente a la fuerza de atracción F
- La distancia D entre los polos disminuye proporcionalmente al valor de F .

Si usamos la Ley de Kepler que dice: "La atracción de los cuerpos es directamente proporcional a sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de las distancias de los cuerpos", usando la siguiente fórmula:

$$F = G M_1 M_2 / D^N$$

Tenemos las siguientes ecuaciones DYNAMO:

```

M1.K=M1.J+(DT)(TM1.JK)
M1=
TM1.KL=(M1.K)(TNM1)
TNM1=
F.K=(G)(M1.K)(M2.K)/D1.K
G=
D1.K=EXP(C)
C=(N)(LOGN(D2.K)
N=
D2.K=D2.J+(DT)(TD.JK)
TD.KL=(TNA)(F.K)
TNA=
M2.K=M2.J+(DT)(TM2.JK)
M2=
TM2.KL=(TNM2)(M2.K)(F.K)
TNM2=

```

Se sugiere al usuario revisar el modelo anterior, formular el diagrama causal y el diagrama DYNAMO y procesarlo, determinando los rangos de valores congruentes con la realidad.

XV. BIBLIOGRAFIA

En los siguientes libros y manuales se pueden encontrar más ejemplos y algunas características de diversas versiones.

1. DYNAMO II USER'S MANUAL. Fourth edition, Alexander L. Pugh III, 1973 MIT Press.
2. DYNAMO USER'S MANUAL BURROUGHS 1975 y 1972.
3. A MODEL FOR SIMULATING DYNAMIC PROBLEMS OF ECONOMIC DEVELOPMENT. Edward P. Holland, Benjamin Tencer y W. Gillespie. Center for International Studies MIT, 1960.
4. PRINCIPLES OF SYSTEMS, 2 ed. Jay W. Forrester 1968.
5. INDUSTRIAL DYNAMICS Jay W. Forrester MIT, 1977.
6. URBAN DYNAMICS Jay W. Forrester MIT
7. PROBLEMS IN INDUSTRIAL DYNAMICS MIT W. Edwin Jarman
8. SYSTEMS SIMULATION FOR REGIONAL ANALYSIS, AN APPLICATION TO RIVER BASIN PLANNING, Hamilton, Goldstone, MIT 1969
9. WORLD DYNAMICS Jay W. Forrester
10. THE LIFE CYCLE OF ECONOMIC DEVELOPMENT ,Nathan B. Forrester.
11. INTRODUCTION TO URBAN DYNAMICS Alfred Louis, MIT, 1976.
12. STUDY NOTES IN SYSTEM DYNAMICS, Michael Goodman.
13. Simulation Modeling Forrest Paul Wyman John W. 1970.
14. System Simulation, Geoffrey Gordon, Pentice Hall, 1969.
15. Análisis y Simulación de Sistemas Industriales, J.W. Schmidt, R.E. Taylor. F. Trillas ,1979.
16. Computer Simulation Experiments with Models of Economic Systems. Thomas H. Naylor, John Wiley, 1971.
17. Técnicas de Simulación en Computadoras, Naylor, Balintfy, Burdick, Kong Chu, Limusa, 1973.
18. Aplicación de Computación a la Ingeniería ,Murray Lasso, Chicurel U., Limusa, 1975.
19. Simulation Model Building, Urban Norlen, John Wiley, 1975.



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

CURSO " DINAMICA DE SISTEMAS "

BANCO NACIONAL DE MEXICO, S, A.

MODELO SINTETICO DEL PROCESO.

PROF. M: en I. FRANCISCO ALVAREZ CASO

11 de JULIO de 1981.

Tema nº 11 Julio 1981

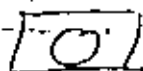
División de Educación Continua

Centro Institucional para
Exto Nal. de México

Sábado:

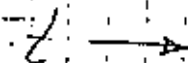
9:00 - 10:45

1. Teoría de Sistemas



2. Dinámico de Sistemas

3. Modelos



4. Aplicaciones

→ Económico, Cliperon, Moneda
Industria, etc.

11:00 - 13:00

1. Ventajas de los sistemas interactivos de
computación, confidencialidad, decisiones
y eficiencia.

2. Establecimiento de la necesidad de
crear un modelo de simulación.

3. Primeras acciones:

Análisis de problemas → concepción anecdótica.

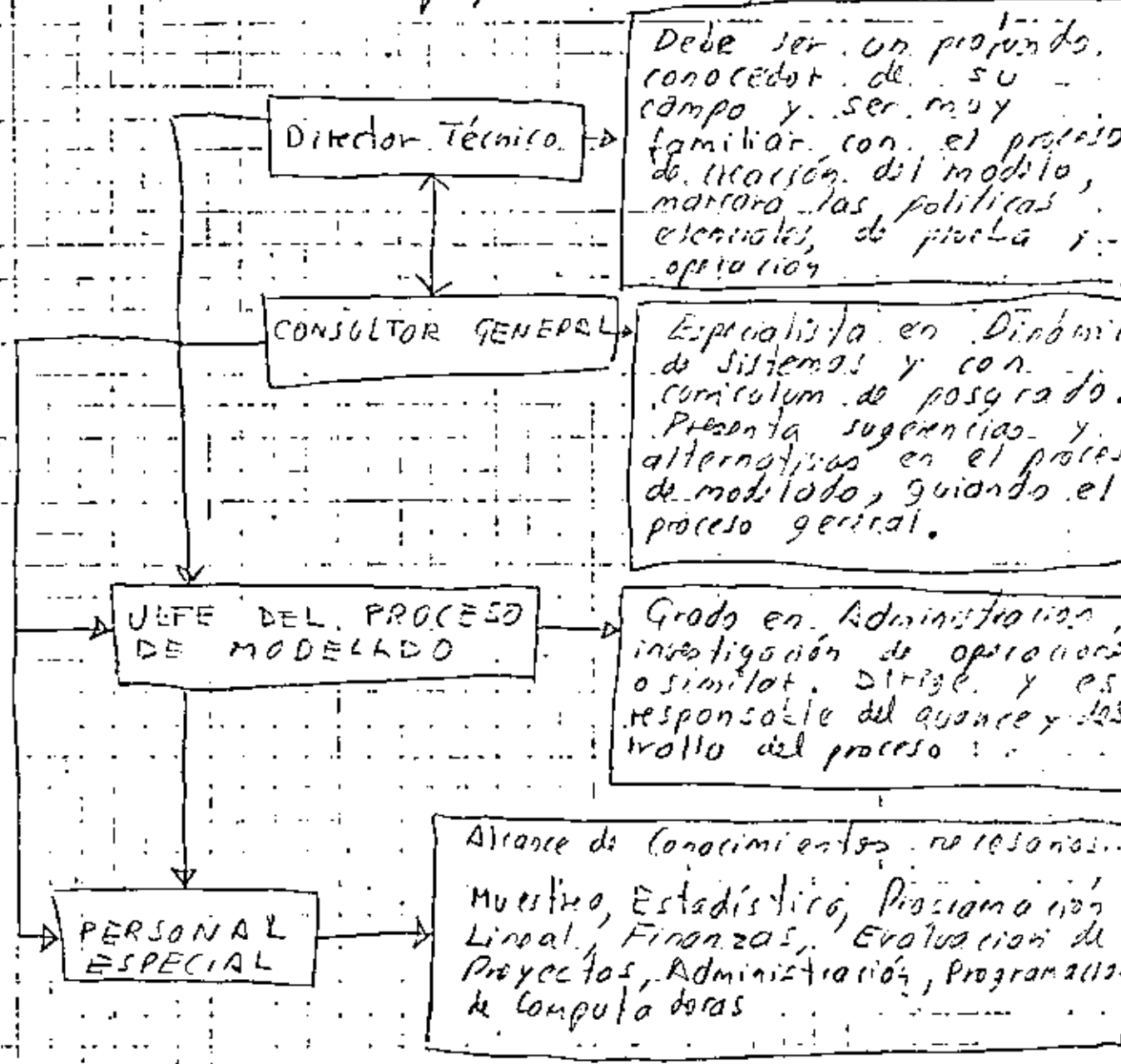
4. Formalización:

a) Definición del problema

b) Diagnóstico

c) Pronóstico $\left\{ \begin{array}{l} \text{natural} \\ \text{deseado} \end{array} \right\}$ justificación
de modelos

5. Diseño del Equipo de trabajo



6. Programa Tentativo

I. obtención de Diagnóstico

- a) Recopilación de datos
- b) Procesos Estadísticos
- c) Estudio de Índices
- d) Selección de datos
- e) Analisis / obtener información

II Estudio de Mecanismos y Relaciones

- a) Mecanismos Básicos
- b) " " Secundarios

III Estudio de Desagregación

- a) Formación de árboles
- b) Decisiones

IV Proceso de Modelado

- a) Modelo anecdótico
- b) Diagrama causal
- c) Diagrama DYNAMO
- d) Ecuaciones
- e) Validación y/o calibración
- f) Análisis de sensibilidad

NOTA: El proceso de modelado es iterativo, o sea se avanza hasta un nivel primario en los incisos b), c), d), e), y f), se retroalimenta y se incrementa el nivel hasta llegar a un nivel óptimo para su uso.

V Documentación del Modelo

- a) Recopilación, organización y exposiciones del proceso.
- b) Concientización del personal dependiente de la empresa para sugerencias y aportaciones futuras.
- c) Diseño del manual de operación y consulta
- d) Guía para interpretar los resultados.

VI Implantación

- a) Delimitación de Responsabilidades.
- b) Adjudicación de claves jerárquicas para acceso al programa completo y partes.
- c) Creación de instrumentos de mantenimiento y actualización de la información y del modelo.
- d) Diseño del proceso de consulta.
- e) Diseño del proceso de evaluación determinando índices de eficiencia y coeficientes de amortización u otros.
- f) Capacitación del Personal de alta jerarquía.

VII Investigación y Desarrollo de la Empresa.

En esta etapa se estudian los mecanismos para crear la transición necesaria en la implantación, a veces se generarán decisiones al estudiar los resultados que podrían ir en contra de la tradición, por lo que se debe proceder paulatinamente.

FRANCISCO JOSE ALVAREZ CASO

INGENIERO CIVIL MAESTRO EN INGENIERIA

ESPECIALISTA EN PLANEACION Y SISTEMAS

CED. PROF:

I. C. 162763

M. I. 548064

R. F. C. AACF 390123

MODELO SINTETICO DEL PROCESO DE CONSTRUCCION DE UN MODELO DINAMICO DE SIMULACION Y LA CONSULTORIA CORRESPONDIENTE.

MODELO ANECDOTICO.

PROCESO NORMAL. Para lograr construir un modelo dinámico de simulación se requiere una vez definida la problemática a considerar, obtener información en suficientes cantidades y de la calidad adecuada para conocer el ámbito de la realidad a simular, esta información es discriminada y sintetizada para su uso.

La información anterior se procesa a través de un proceso de construcción del modelo, llegándose a obtener un esquema general inicial que se va afinando a partir del uso y aprendizaje que se obtiene del modelo. Este proceso se repite cíclicamente retroalimentando los resultados hasta llegar a dominar su uso.

PROCESO DE CONSULTORIA. Para dar un apoyo de consultoría se repite todo el proceso anterior pero en forma de revisión para garantizar completez, exhaustividad y retroalimentación de experiencias. Al contar con consultoría se tiene a un experto sumergido en la problemática pero siempre pensando en los objetivos y metas y cuidando los aspectos generales importantes que a veces se descuidan.

DIAGRAMA CAUSAL.

Para construir el diagrama causal señalaremos las principales variables a considerar, su clave y, usaremos la convención de colocar un signo + o - en la punta de la flecha que conecta las variables de acuerdo a la siguiente regla. Si la variable de la cola aumenta y la de la punta también aumenta, colocamos en la punta un signo +, si la variable de la cola aumenta y la de la punta disminuye colocamos en la punta un signo - . Este análisis se realiza haciendo un corte en el tiempo, por lo que dependiendo del momento del corte el diagrama puede variar en signos, generalmente se escoge la situación que más prevalece durante todo el tiempo a simular.

Dentro de los principales elementos del modelo tenemos: Información, Construcción del Modelo, Uso y Aprendizaje Modelo de Consultoría y Modelo normal.

En la siguiente tabla vemos la interrelación de estos elementos y las variables que se han elegido.

FRANCISCO JOSE ALVAREZ CASO

INGENIERO CIVIL MAESTRO EN INGENIERIA

ESPECIALISTA EN PLANEACION Y SISTEMAS

CED. PROF:

I. C. 162783

M. I. 846064

R.F.C. AACF 390123

TIPO DE MODELO	INFORMACION	CONSTRUCCION DEL MODELO	USO Y APRENDIZAJE
MODELO DE CONSULTORIA	TR1 RI C1 PI	TR2 RPM C2 P2	TR3 RAU C3 P3
MODELO NORMAL	TI I DI TNI	TP PM PCM TNP	TU AU A TNU

Con el siguiente significado de las variables:

- TR1 Tasa de revisión de la información
- RI Revisión de la información acumulada
- C1 Proceso de consultoria que modifica a la tasa normal de revisión PI
- PI Tasa normal de revisión de la información
- TR2 Tasa de revisión del proceso de modelado
- RPM Revisión del proceso de modelado acumulado
- C2 Proceso de consultoria que modifica a la tasa normal de revisión del proceso de modelado P2
- P2 Tasa normal de revisión del proceso de modelado
- TR3 Tasa de revisión del proceso de aprendizaje y uso del modelo
- RAU Revisión del proceso de aprendizaje y uso
- C3 Proceso de consultoria que modifica a la tasa normal de aprendizaje y uso P3.

Como se observa el proceso de consultoria puede modificar favorablemente (aumentando) las tasas normales de desarrollo de los trabajos, principalmente ayuda a el uso y aprendizaje más expeditos.

- TI Tasa de recopilación de información
- I Información acumulada
- DI Discriminación de la información para su uso en el modelo, modifica a la tasa normal de inf.
- TNI Tasa normal de información.

FRANCISCO JOSE ALVAREZ CASO

INGENIERO CIVIL MAESTRO EN INGENIERIA

ESPECIALISTA EN PLANEACION Y SISTEMAS

CED. PROF:

I. C. 162763

M. I. 546064

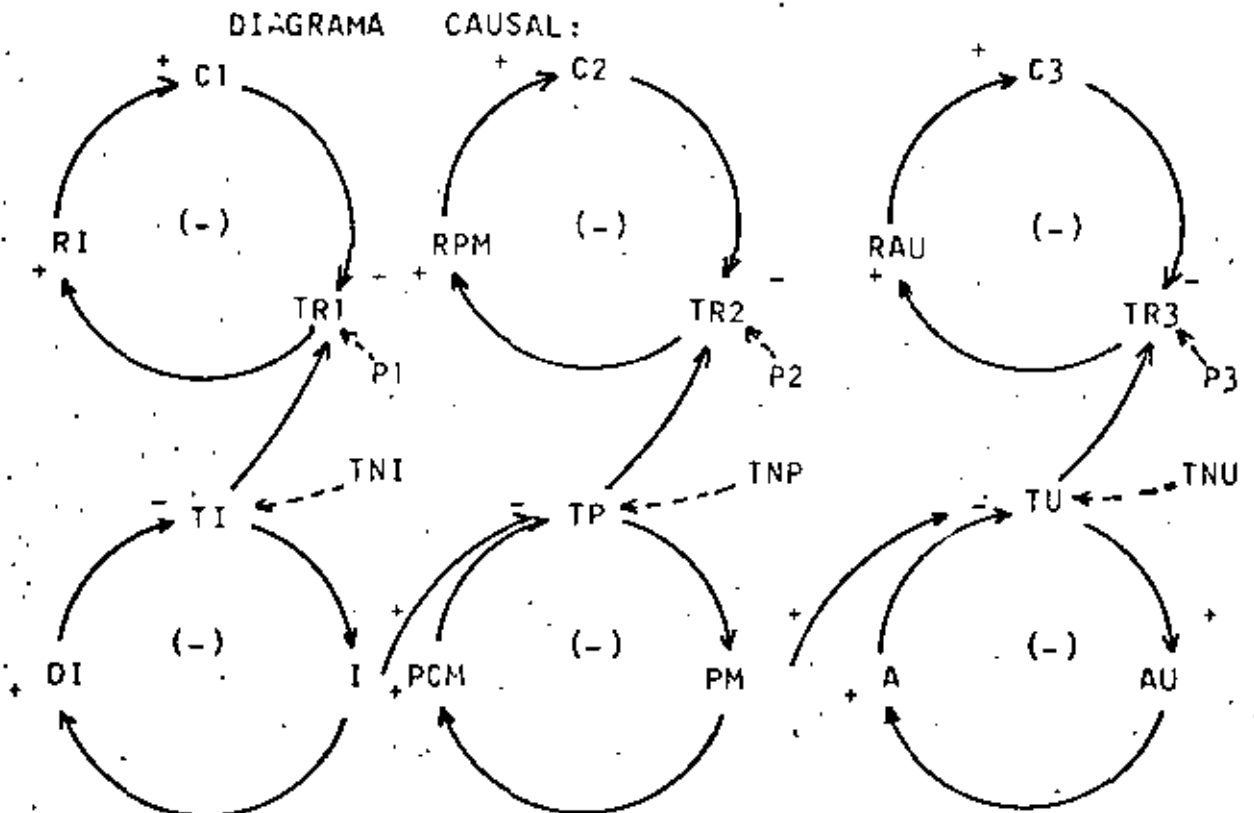
R. F. C. AACF 390123

- 3 -

TP Tasa normal de procesado del modelo
 PM Procesado del modelo acumulado
 PCM Modificador del proceso de construcción del modelo según las condiciones de trabajo.
 TNP Tasa normal de procesado del modelo.

TU Tasa de uso del modelo
 AU Aprendizaje y uso del modelo
 A Aprendizaje, modificador de la tasa normal de uso y aprendizaje según las condiciones.
 TNU Tasa normal de uso y aprendizaje del modelo.

El flujo principal que simula el modelo, es de información que se va transformando, al pasar por diferentes etapas de su proceso, hasta llegar a obtener con la ayuda de la consultoría el modelo final. Por lo que podemos manejar abstractamente unidades de información que al transformarse constituyen el modelo.



FRANCISCO JOSE ALVAREZ CASO

INGENIERO CIVIL MAESTRO EN INGENIERIA

ESPECIALISTA EN PLANEACION Y SISTEMAS

CEO. PROF:

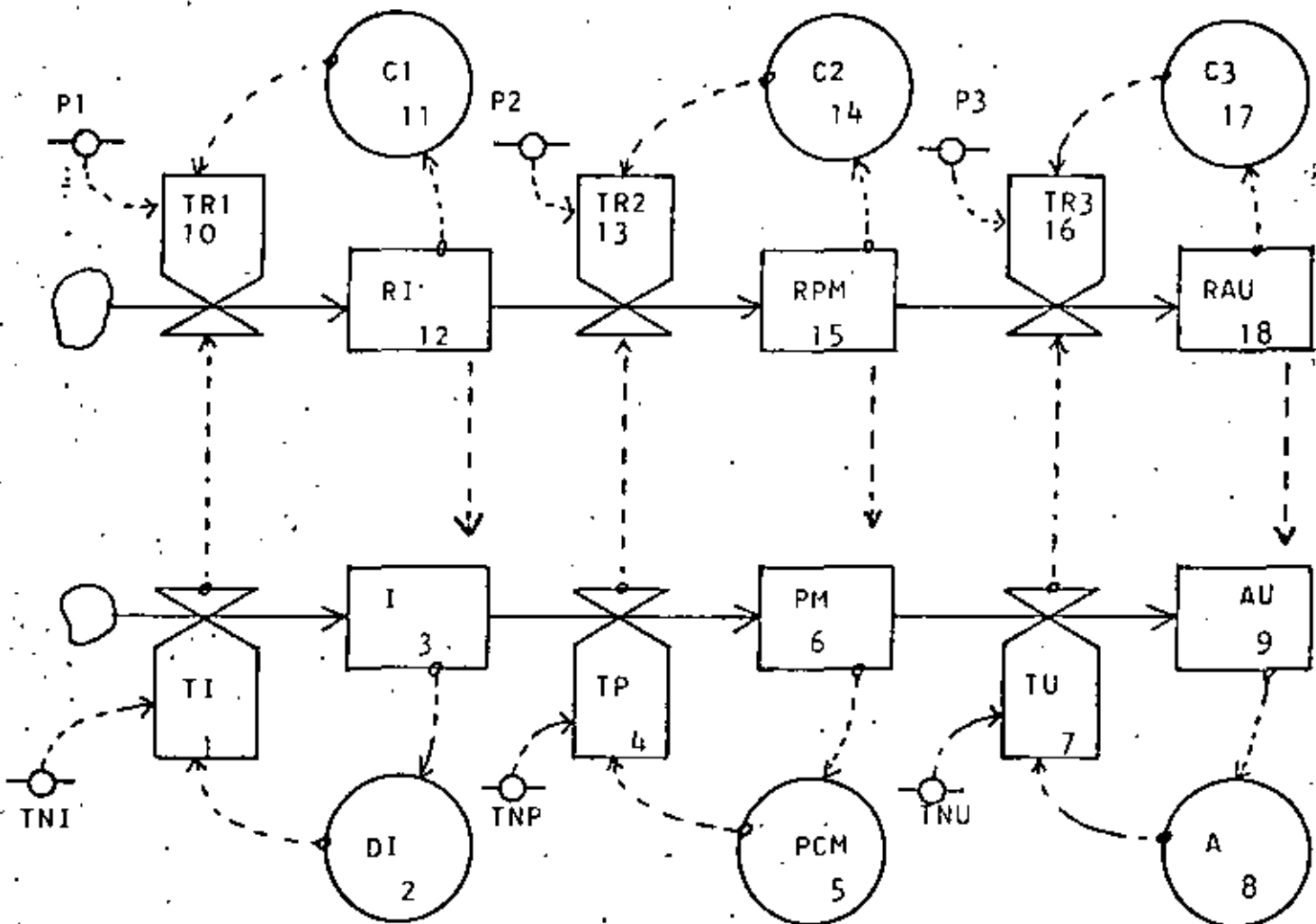
I. C. 162783

M. I. 546084

R.F.C.AACF 390123

4

Diagrama DYNAMO:



El diagrama ilustra en su parte superior el proceso de consultoria y en la parte inferior el proceso normal. Los resultados del proceso normal se inyectan a las tasas de consultoria TR1, TR2 y TR3 para iniciar el proceso. Los resultados de consultoria se retroalimentan a los niveles I, PM y TU del proceso normal.

FRANCISCO JOSE ALVAREZ CASO

INGENIERO CIVIL MAESTRO EN INGENIERIA

ESPECIALISTA EN PLANEACION Y SISTEMAS

CEO. PROF:

I. C. 162763

M. I. 548084

R.F.C. AACF 390123

- 5 -

ECUACIONES DYNAMO:

Proceso Normal:

$$TI.KL=(TNI)(DI.K) \quad (1)$$

$$TNI=.02$$

$$DI.K=TABLE(DIT,I.K,0,100,10) \quad (2)$$

$$DIT*=0/1/2/4/5/5/5/5/5/0$$

$$I.K=I.J+(DT)(TI.JK-TP.JK) \quad (3)$$

$$I=0$$

$$TP.KL=(TNP)(PCM.K)(I.K) \quad (4)$$

$$TNP=.15$$

$$PCM.K=TABLE(PCMT,PM.K,0,100,10) \quad (5)$$

$$PCMT*=0/.5/1/1.5/2/2.5/2.8/3.4/4/4.5/0$$

$$PM.K=PM.J+(DT)(TP.JK-TU.JK) \quad (6)$$

$$PM=0$$

$$TU.KL=(TNU)(PM.K)(A.K) \quad (7)$$

$$TNU=1$$

$$A.K=TABLE(AT,AU.K,0,100,10) \quad (8)$$

$$AT*=0/.3/.75/.9/.95/1/1/1/1/1/1$$

$$AU.K=AU.J+(DT)(TU.JK) \quad (9)$$

Proceso de Consultoria:

$$TRI.KL=(TNI)(DI.K)(P1)(C1.K) \quad (10)$$

$$P1=.1$$

$$C1.K=TABLE(CIT,RI.K,0,100,10) \quad (11)$$

$$CIT*=0/0/1/1.8/2.5/3.1/3.8/4/4.5/5/0$$

$$RI.K=RI.J+(DT)(TRI.JK-TR2.JK) \quad (12)$$

$$RI=0$$

$$TR2.KL=(TNP)(PCM.K)(I.K)(C2.K)(P2) \quad (13)$$

$$P2=.25$$

$$C2.K=TABLE(C2T,RPM.K,0,100,10) \quad (14)$$

$$C2T*=0/1/2.5/4/5/5/5/5/5/0$$

$$RPM.K=RPM.J+(DT)(TR2.JK-TR3.JK) \quad (15)$$

$$RPM=0$$

$$TR3.KL=(TNU)(PM.K)(A.K)(C3.K)(P3) \quad (16)$$

$$P3=.3$$

$$C3.K=TABLE(C3T,RAU.K,0,100,10) \quad (17)$$

$$C3T*=0/3/5/5/5/5/5/5/5/5$$

$$RAU.K=RAU.J+(DT)(TR3.JK) \quad (18)$$

$$RAU=0$$

En estas ecuaciones las condiciones iniciales se han considerado igual a cero en todos los casos.

FRANCISCO JOSÉ ALVAREZ CASO

INGENIERO CIVIL MAESTRO EN INGENIERIA
ESPECIALISTA EN PLANEACION Y SISTEMAS

CEO. PROF:
I. C. 162783
M. I. 546064
R. F. C. AAGP 390123

- 6 -

PROCESAMIENTO EN COMPUTADORA.

El modelo anterior se ha procesado en computadora cambiando las condiciones iniciales de cero a uno. Se le ha pedido a DYNAMO que unicamente grafique las variables con objeto de observar el comportamiento inicial y ver si existen errores.

Los valores que se han dado en las tablas son relativamente arbitrarios, sólo se ha guardado cierta lógica en la tendencia de los valores, desde este punto de partida se puede iniciar una investigación para deducir los valores de la realidad.

RESULTADOS.

Como el proceso se inició con valores iniciales de uno y estos valores dependen, para aumentar o disminuir, de los valores de las tablas, que a su vez modifican los valores normales de las tasas, estas tasas no alcanzaron un valor mayor que 1 y por lo tanto funcionaron al revés en lugar de inyectar valores fueron reduciendo el valor inicial.

Los resultados esperados son, que cada proceso va acumulando resultados en los niveles (rectángulos del diagrama - DYNAMO) y conforme el proceso va ocurriendo, la acumulación se va disminuyendo, hasta cero, paulatinamente en cada nivel sucesivamente. Esto ocurre por las tasas que inyectan y sustraen, de acuerdo a los niveles de acumulación, de acuerdo a los valores de las tasas normales y de acuerdo a los valores de las tablas.

Para que lo anterior ocurra es necesario variar los valores de los parámetros dentro de los rangos adecuados que se van determinando poco a poco.

Un criterio para escoger los parámetros del proceso normal y de la consultoría, es que el esfuerzo para realizar el proceso de consultoría, físicamente es menor que el otro pero intelectualmente, puede ser igual o mayor, como el esfuerzo físico, requiere una íntima relación con el tiempo y el intelectual requiere también de tiempo, pero éste se refiere a alcanzar un cierto nivel intelectual mediante estudio y práctica durante el desarrollo profesional, lo que acontece es que el consultor desarrolla un poder de síntesis que también requiere de un esfuerzo físico, pero menor que el otro. Por lo que se estima que genericamente el esfuerzo de consultoría es 4 o 5 veces menor que el otro.

A continuación se presentan el listado de computadora y las gráficas de los procesos simulados inicialmente.

FRANCISCO JOSE ALVAREZ CASO

INGENIERO CIVIL MAESTRO EN INGENIERIA
ESPECIALISTA EN PLANEACION Y SISTEMAS

- 7 -

CEO. PROF:
I. C. 102763
M. I. 846064
R. F. C. AACF 390123

BURKET LEE DYNAMIC INPUT (02/18/81)

```

100  KENOE
200  DYNAMO ALIISI DISTI NARRCO
300  RUN CONSULTOR FREYRE CLE 1981
400  NOTE
500  NOTE A CONTINUACION SE SIMULA EL PROCESO NORMAL DE
600  NOTE CONSTRUCCION DE MODELOS EN FORMA SIMETICA
700  NOTE
800  NOTE
900  NOTE
1000 I1.KI=(IN1)(U1.K) EC1
1100 I1I=10
1200 U1.K=1/BLU((U11,H1,K,C,100,10) EC2
1300 U1I=C/1/2/4/5/5/5/5/5/5/0
1400 I1.K=1+J*(U1)(I1.KI-IP.KI) EC3
1500 IPI
1600 I1.KI=(IP1)(PM.K)(1,0) EC4
1700 IPI=15
1800 PM.K=1/BLU((PM1,H1,K,C,100,10) EC5
1900 PMI=C/1/2/1/1,5/2/2,5/2,8/3,4/4/4,5/0
2000 PM.K=1+J*(U1)(IP.KI-IP.KI) EC6
2100 PPI=1
2200 I1.KI=(IN2)(FM.K)(A.K) EC7
2300 I1I=1
2400 A.K=1+J*(AI,AL,K,C,100,10) EC8
2500 AI=C/1,3/2/5/2/5/2/1/1/1/1/1/1/1 EC9
2600 AL.K=1+J*(U1)(IU,K)
2700 AC=1 EC9
2800 NOTE
2900 NOTE PROCESO DE CONSULTORIA
3000 NOTE
3100 NOTE
3200 NOTE
3300 NOTE
3400 NOTE
3500 NOTE
3600 NOTE
3700 I1.KI=(IN3)(P1)(U1.K)(U1.K) EC10
3800 I1I=1
3900 U1.K=1/BLU((U11,H1,K,C,100,10) EC11
4000 U1I=C/1/1/1,8/2,5/3,1/3,8/4/4,5/5/0
4100 H1.K=1+J*(U1)(I1.KI-IP1.KI) EC12
4200 H1I=1
4300 I1.KI=(IP2)(PM2.K)(I1.K)(U2.K)(P2) EC13
4400 I1I=15
4500 U2.K=1/BLU((U21,H1,K,C,100,10) EC14
4600 U2I=C/1/2,5/4/5/5/5/5/1/5/5/0
4700 IP2.K=1+J*(U1)(IP2.KI-IP3.KI) EC15
4800 IP2I=1
4900 I1.KI=(IN4)(FM.K)(A.K)(U3.K)(P3) EC16
5000 I1I=15
5100 U3.K=1/BLU((U31,H1,K,C,100,10) EC17
5200 U3I=C/1/3/3/3/3/3/5/5/5/5/5/0 EC18
5300 HAL=C/1+J*(U1)(IP3.KI) EC18
5400 HAL=1
5500 NOTE
5600 NOTE VALORES DE GRAFICACION Y CONTROL
5700 NOTE
5800 NOTE
5900 NOTE
6000 NOTE
6100 NOTE
6200 NOTE
6300 NOTE
6400 NOTE
6500 NOTE
6600 NOTE
6700 NOTE
6800 NOTE
6900 NOTE
7000 NOTE
7100 NOTE
7200 NOTE
7300 NOTE
7400 NOTE
7500 NOTE
7600 NOTE
7700 NOTE
7800 NOTE
7900 NOTE
8000 NOTE
8100 NOTE
8200 NOTE
8300 NOTE
8400 NOTE
8500 NOTE
8600 NOTE
8700 NOTE
8800 NOTE
8900 NOTE
9000 NOTE
9100 NOTE
9200 NOTE
9300 NOTE
9400 NOTE
9500 NOTE
9600 NOTE
9700 NOTE
9800 NOTE
9900 NOTE

```

FRANCISCO JOSE ALVAREZ CASO

INGENIERO CIVIL MAESTRO EN INGENIERIA

ESPECIALISTA EN PLANEACION Y SISTEMAS

CED. PROF:

I. C. 162783

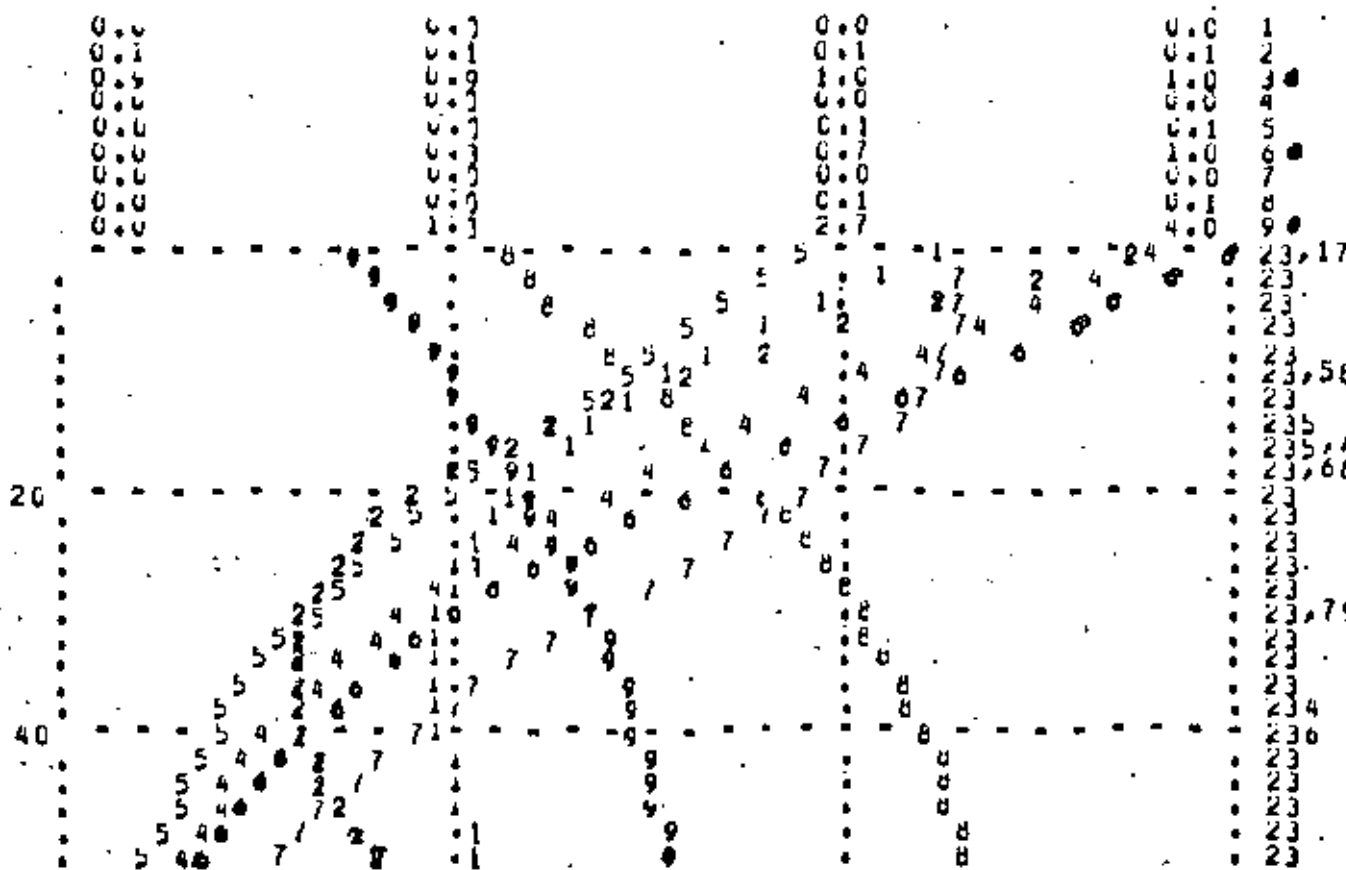
N. C. 546064

R. F. C. AACF 390123

PAGE 2 LLNSCL

LEGAR PLTTING AT 23:19.1126, 18 FEBRUARY 1961

II=1, LI=2, I=3, IF=4, PCP=5, PR=6, IU=7, A=8, AU=9



GRAFICAS DEL PROCESO NORMAL

FRANCISCO JOSÉ ALVAREZ CASO

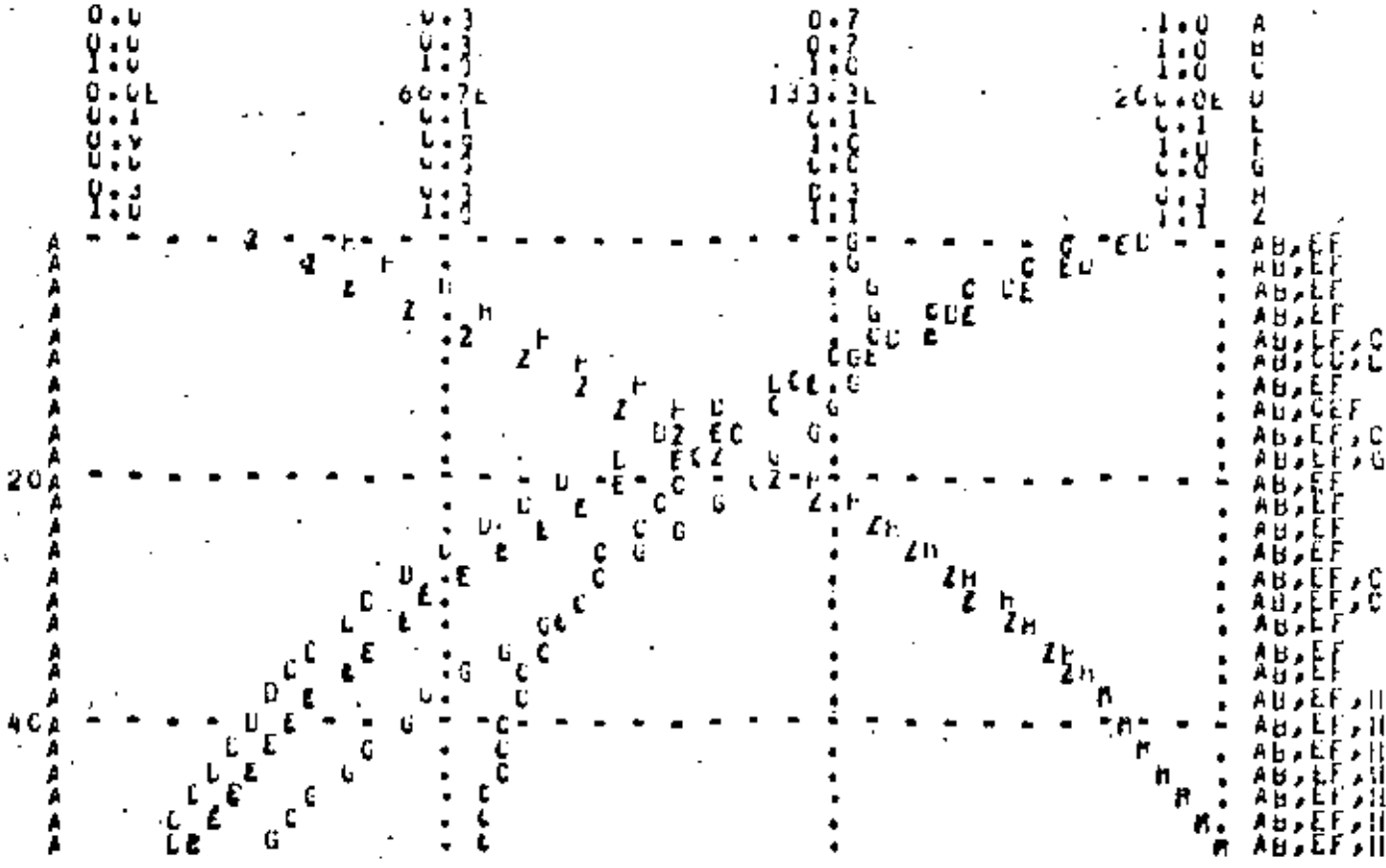
INGENIERO CIVIL MAESTRO EN INGENIERIA
 ESPECIALISTA EN PLANEACION Y SISTEMAS

CED. PROF:
 I. C. 162783
 M. S. 840064
 R. F. C. AACF 390123

PAGE 3 CONS L

EEGAN FLLTING AT 21:19.2063, 18 FEBRUARY 1981

TH1=A, C1=C, NI=C, TN2=C, C2=E, RPA=1, TH3=C, C3=H, HAL=2



FINISHED RUN NUMBER CONSUL AT 21:19.2520, 18 FEBRUARY 1981

GRAFICAS DEL PROCESO DE CONSULTORIA.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

DINAMICA DE SISTEMAS

CARACTERISTICAS DE SISTEMAS COMPLEJOS

DR. JOSE J. ACOSTA FLORES.

13 de julio, de 1981.

CARACTERÍSTICAS DE SISTEMAS COMPLEJOS

Se presenta a continuación una traducción del capítulo 6 de Dinámica Urbana del Dr. Jay W. Forrester, M.I.T., Press, 1969.

Este capítulo es una introducción a los comentarios sobre la naturaleza general de Sistemas Complejos.

6.1 Naturaleza de los Sistemas Complejos.

Los Sistemas Complejos tienen respuestas especiales que causan muchos de los fracasos y frustraciones que se experimentan al tratar de mejorar su comportamiento. La frase "Sistema Complejo" como se usa aquí se refiere a una estructura de retroalimentación no-lineal con circuitos múltiples y de orden superior. Todos los sistemas sociales pertenecen a esta clase. La estructura administrativa de una corporación tiene todas las características de un sistema complejo. De igual manera una área urbana, un gobierno nacional, un proceso económico, y el Comercio Exterior se consideran como sistemas complejos. Estos sistemas tienen muchas características inesperadas y poco comprendidas. Como todos los sistemas el sistema complejo es una estructura entrelazada de circuitos de retroalimentación. "El circuito de retroalimentación" es el término técnico que describe el medio ambiente alrededor de cualquier punto de decisión en un sistema. La decisión lleva a un curso de acción que cambia el estado del sistema que lo rodea y da lugar a nueva información sobre la que estarán basadas las decisiones futuras. Esta estructura de circuitos involucra todas las decisiones públicas o privadas concientes o inconcientes. Los procesos del hombre y la naturaleza de Psicología y Física, de Medicina e Ingeniería, caen dentro de esta estructura. Pero el sistema complejo tiene algunas características especiales.

El sistema complejo es de orden superior. El orden de un sistema está determinado por el número de ecuaciones de nivel en la descripción del sistema. Una compañía podría tener variables de nivel separadas que representan los empleados, el balance, el inventario terminado, el inventario en proceso, la maquinaria física, diversas actitudes psicológicas, componentes de reputación y elementos de tradición. Un sistema de orden mayor al 4o. ó 5o. entra al rango definido aquí como sistema complejo. Una representación adecuada de un sistema social, aún para un propósito muy limitado, puede variar de orden 10 a 100. El

sistema urbano en este libro es de orden 20.

Un sistema complejo es un circuito múltiple. Tendrá más de 3 ó 4 circuitos de retroalimentación que interactúan. La interacción entre estos circuitos y el transporte de dominancia de uno a otro, le proporciona al sistema complejo mucho de su carácter.

El sistema complejo tiene circuitos de retroalimentación tanto positivos como negativos. El circuito de retroalimentación negativo es el que se encuentra con mayor frecuencia en la literatura de teoría de sistemas y casi es el único que se discute en Ingeniería. Pero es el circuito de retroalimentación positivo el que genera todos los procesos de crecimiento, ya sean biológicos o económicos. Los circuitos negativos de retroalimentación están buscando metas tendiendo a regular el sistema hacia algún objetivo. Los circuitos positivos de retroalimentación divergen de las metas, tienden a alejarse exponencialmente de algún punto de equilibrio inestable. Pero el carácter positivo de retroalimentación que da al circuito positivo su comportamiento de crecimiento, viene no sólo de la estructura sino también de numerosos factores variables alrededor del circuito. Estos factores a menudo se establecen y están controlados por otros circuitos en el sistema. Cuando estos factores cambian, el circuito de crecimiento positivo puede deprimirse en sus características regeneradoras y traerse a un punto neutral marcando la frontera entre el comportamiento de retroalimentación positivo y el negativo. Si el circuito se empuja dentro de la región de retroalimentación negativa el circuito comienza a generar un colapso exponencial hacia el punto de referencia original del cual está divergiendo. El comportamiento de sistemas sociales está íntimamente relacionado con esta interacción entre los procesos de retroalimentación positivos y negativos. Por ejemplo, los cambios grandes que se ven en la figura 4-9 son consecuencia del transporte de circuitos positivos a una forma de colapso que encuentra un nuevo equilibrio mucho más bajo.

El sistema complejo es no-lineal. Las matemáticas modernas tratan casi exclusivamente con procesos lineales. La vida y la sociedad son casi totalmente procesos no-lineales. El acoplamiento no-lineal permite que un circuito de retroalimentación domine al sistema durante un tiempo y después pueda causar que esta dominancia se transporte a otra parte del sistema donde el comportamiento es tan diferente que aparentemente los dos no están relacionados. Estos circuitos múltiples junto con varias funciones no-lineales hacen que el sistema complejo sea muy insensible a la mayoría de los parámetros del sistema. El mismo comportamiento no lineal hace al sistema resistente a los esfuerzos para cambiar su comportamiento. Cuando se comprenden las no-linealidades, es relativamente fácil producir modelos de sistemas con características dinámicas reales. Mucho de nuestro conocimiento sobre componentes de sistemas reside en el rango de las relaciones no-lineales. Únicamente tratando directamente las no-linealidades en sistemas se podrá comprender la dinámica del comportamiento social. La no-linealidad es necesaria para representar el comportamiento de los sistemas complejos. La no-linealidad es fácil de manejar una vez que se dejan de demandar soluciones analíticas a sistemas de ecuaciones y se acepta el enfoque menos elegante, pero más empírico de simulación de sistemas. La aceptación de la naturaleza no-lineal de los sistemas cambia nuestra atención lejos del esfuerzo fútil de medir aproximadamente los parámetros de los sistemas sociales y en su lugar enfoca la atención sobre los aspectos más importantes de la estructura de los sistemas.

Los sistemas complejos tienen características que normalmente son desconocidas. Estos sistemas se comportan de manera muy diferente a los sistemas simples en los que se han formado nuestras respuestas intuitivas. Son diferentes del comportamiento estudiado en la ciencia y en las matemáticas, donde solamente se les ha prestado atención y se han analizado los sistemas simples.

Los sistemas sociales complicados tienen juntos muchos factores que, por caprichos de la historia, se han agrupado dentro de campos intelectuales aislados. Las barreras entre disciplinas deben mantenerse lejos si se desea contender con éxito con los sistemas complejos. Dentro del mismo sistema se deben admitir las interacciones psicológicas, económicas, técnicas, culturales y políticas. Las interacciones entre ellas a menudo son más importantes que el contenido interno de cualquier al considerarse de manera aislada. Pero si estas disciplinas separadas las aislamos en nuestro estudio y en nuestro pensamiento nunca podremos conocer sus interacciones. Los sistemas complejos tienen muchas características de comportamiento importantes que se deben comprender si se espera diseñar sistemas que se comporten de mejor manera. Los sistemas complejos: 1.- son contra-intuitivos; 2.- notablemente insensibles a cambios en muchos parámetros del sistema; 3.- resisten obstinadamente los cambios en las políticas; 4.- contienen puntos de presión de influencia, a menudo en lugares inesperados, de los que se radiarán fuerzas que alterarán el balance del sistema; 5.- contra-actúan y compensan los esfuerzos correctivos que se aplican externamente reduciendo la acción correspondiente generada de manera interna (el programa correctivo se absorbe mucho reemplazando la acción interna perdida); 6.- reaccionan a menudo a un cambio a la política a largo plazo en una forma opuesta a como reaccionan en el corto plazo; 7.- tienden hacia un funcionamiento bajo. Cada una de estas siete características se examinará con mayor detalle.

6.2. Comportamiento Contra-intuitivo.

El comportamiento contra-intuitivo que se espera en los sistemas complejos se mencionó en el capítulo 1 como una de las razones principales para realizar este estudio de dinámica urbana. Todos los sistemas complejos ya sea en Ingeniería, Biología, Economía, Administración o Política puede esperarse que exhiban este comportamiento tortuoso.

El capítulo 3 ha mostrado, quizá con sorpresa para algunos, que los procesos de crecimiento, de paso del tiempo y movimientos de la población crean la decadencia urbana. El capítulo 4 sugiere el resultado aún mas inesperado que los programas pasa dos diseñados para resolver problemas urbanos pueden muy bien estar empeorando la situación. El capítulo 5 sugiere que son necesarios cambios en la política en la dirección opuesta a los trenes presentados si se desean renovar los centros decadentes de la Ciudad.

La intuición y el juicio, generados por una vida de experiencia con los sistemas simples que rodean la acción de cada uno, crean una red de esperanzas y percepciones que difícilmente se podrían haber diseñado mejor para desorientar al irreflexivo cuando se mueve dentro de la realidad de los sistemas complejos. La vida y los procesos mentales de uno se han condicionado casi exclusiva mente por la experiencia con circuitos de retroalimentación ne gativos de primer orden. Tales circuitos están buscando metas y contienen una sola variable de nivel. Por ejemplo, se puede levantar un objeto de la mesa porque se siente la diferencia en posición entre la mano y el objeto se controla el movimiento para disminuir esta diferencia. Aunque están involucrados muchos nervios y respuestas musculares, el sistema está dominado por la variable de nivel que representa la posición de la mano.

De toda la experiencia personal uno aprende que la causa y el efecto están muy relacionados en el tiempo y en el espacio. Una dificultad o fracaso del sistema simple se observa al mismo tiempo. La causa es obvia y precede inmediatamente a la conse cuencia. Pero en los sistemas complejos todos estos hechos llegan a ser falacias. Las causas y los efectos no están cercanamente relacionadas ni en el tiempo ni en el espacio. Las causas de un síntoma actualmente pueden estar en un sector muy alejado de un sistema social.

Adicionalmente los síntomas pueden aparecer mucho tiempo después que ha ocurrido la causa.

Pero el sistema complejo es mucho más tortuoso y diabólico que la sola diferencia de los sistemas simples con los que tenemos experiencia. Aunque realmente es distinto aparenta ser el mismo. El sistema complejo presenta una causa aparente que está cercana en el tiempo y el espacio a los síntomas observados. Pero usualmente la relación no es la causa y efecto. En su lugar ambos son síntomas coincidentes que surgen de la dinámica de la estructura del sistema. Casi todas las variables en un sistema complejo están muy correlacionadas, pero la correlación en el tiempo significa poco para distinguir la causa del efecto. Muchos análisis estadísticos de correlación están fútilmente tratando de conseguirlo.

En una situación donde los síntomas coincidentes aparecen como causas, una persona actúa para disipar los síntomas. Pero permanecen las causas que los originaban. El tratamiento puede ser o inefectivo o en detrimento. Con un alto grado de confianza se puede establecer que las soluciones intuitivas a los problemas de sistemas sociales complejos la mayor parte del tiempo estarán equivocadas. Aquí está gran parte de la explicación para los problemas de compañías endeblas, desacuerdos en naciones en desarrollo, crisis de comercio exterior y problemas de áreas urbanas.

6.3 Insensibilidad a cambios en los parámetros.

Los sistemas complejos son notablemente insensibles a cambios en muchos de los parámetros del sistema (constantes en las ecuaciones). La ciencia social intenta medir con un alto grado de aproximación muchas de las características de los sistemas económicos y psicológicos. Sin embargo, los modelos no-lineales

de retroalimentación de estos mismos sistemas muestran poco cambio en el comportamiento aún para varios cambios simultáneos de parámetros. Una indicación que esto debe ser verdadero se obtiene al contemplar nuestros sistemas sociales. El ciclo de vida de las compañías sigue patrones similares en industrias muy disímiles y aún en países diferentes. Los problemas en desarrollo económico son casi los mismos independientemente del continente, herencia social o aún disponibilidad de materias primas. Los sistemas económicos se han comportado más o menos de la misma manera en los últimos 100 años aunque los países desarrollados han pasado de sociedades agrícolas a urbanas, de banca independiente a central, de empresarios individuales a grandes corporaciones y de demoras en comunicación de semanas a segundos. En efecto, los sistemas sociales están dominados por factores naturales y psicológicos que cambian muy poco.

6.4 Resistencia a cambios en las políticas

Los sistemas complejos resisten la mayoría de los cambios en las políticas. Cuando se hace un cambio en un sistema, aún uno substancial, a menudo el comportamiento permanece igual. Las razones están en la naturaleza contra-intuitiva de sistemas complejos y en su insensibilidad a cambios en los parámetros.

Una política está compuesta tanto de estructura (esto es, qué fuentes de información se eligen y cómo se utilizan) como de parámetros (determinar de la información las influencias y las acciones). La inestabilidad de un sistema a la mayoría de sus parámetros significa que el sistema también es insensible a la mayoría de las modificaciones que serían llamadas cambios en la política, porque a menudo los cambios en la política son únicamente cambios en el grado de influencia de la información o de la acción. Aquí está la explicación para la naturaleza caprichosa de los sistemas sociales. Cuando se cambia de política muchos niveles del sistema cambian ligeramente y ofre

cen un nuevo ensamblado de información al punto de decisión en el sistema. La nueva información procesada al través de la nueva política proporciona, casi sin cambio, los resultados antiguos.

6.5 El control al través de los puntos de influencia.

Los sistemas complejos tienen una alta sensibilidad a los cambios en unos pocos parámetros y algunos cambios en la estructura. De manera que también es cierto lo inverso de insensibilidad a los parámetros.

Existen unos pocos puntos en cualquier sistema a los que el comportamiento es sensible. Si se cambia una política en uno de estos puntos, la presión irradia al través del sistema. El comportamiento en todas partes parece diferente. Pero a las personas no se les ha ni persuadido ni forzado para reaccionar de manera diferente. Al responder ellos de la manera antigua a la nueva información cambian sus acciones (se han visto ejemplos de esto en el capítulo 5).

Los cambios estructurales y los parámetros a los que es sensible un sistema usualmente no son evidentes. Deben descubrirse mediante un examen cuidadoso de la dinámica del sistema.

6.6 Programas correctivos que tienen acciones contrarias por el sistema.

Los programas correctivos activos que se imponen en un sistema social pueden tener un efecto menor que el que se anticipa debido a que tienden a desplazar los procesos internos correspondientes. Como se ha visto repetidamente en los capítulos 4 y 5 los programas correctivos y activos cambian el balance del sistema de manera que los procesos naturales correspondientes encuentran mas resistencia y reducen la carga que estaban llevando anteriormente. Por ejemplo, en la figura 4-4 el

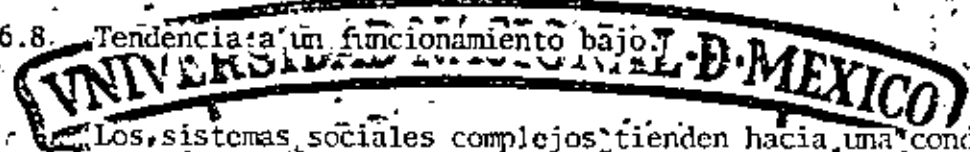
programa de entrenamiento de sub-empleados capacita a 19,100 personas por año sin embargo el flujo neto de sub-empleados a empleados aumenta solamente en 11,300. La eficiencia del 90% del nuevo programa se explica por la declinación en la movilidad natural de sub-empleados a empleados que existía anteriormente. Esta tendencia de un sistema a resistir y actuar en contra de la aplicación de una fuerza debe considerarse cuidadosamente. Las acciones compensadoras en contra pueden ser desastrosas si los programas aplicados son costosos. El financiamiento externo requerido puede ser imposible de sostener. Únicamente los programas aplicados de bajo costo intrínseco son factibles. Probablemente ningún programa activo, impuesto externamente es superior a una modificación del sistema que cambia los incentivos internos y deja la carga de mejorar al sistema a los procesos internos.

6.7. Respuesta de largo plazo versus corto plazo.

El cambio en un sistema complejo comúnmente causa respuesta a corto plazo en la dirección opuesta del enfoque a largo plazo. Estas sucesiones "empeorar antes de mejorar" serán particularmente engorrosas al líder político encarado con revivir un sistema urbano. Se encuentra repetidamente el conflicto entre el corto y el largo plazo. En la figura 4-3a el programa de entrenamiento de sub-empleados redujo primero el número de sub-empleados y después lo llevó a una inversión con el valor final ligeramente superior que al principio. En la figura 4-8c el programa de construcción de viviendas de bajo costo produjo un atractivo inicial elevando la tasa de llegadas de sub-empleados la cual posteriormente cayó 17% abajo del valor inicial. En los programas de demolición de viviendas inservibles de las figuras 5-10 a la figura 5-17 los aspectos políticos desfavorables de reducción de vivienda y las contra-presiones causadas por la reubicación necesaria de las personas dentro del área aparecerá mas rápido que los aspectos mas favorables de disponibilidad de trabajos y mejora económica.

Este conflicto entre las respuestas del sistema a corto y a largo plazo parcialmente es la causa del estado insatisfactorio de nuestros sistemas urbanos actuales. La presión del voto y el apresuramiento político se combinan para favorecer las condiciones a corto plazo estableciéndose la etapa para degeneración a largo plazo.

6.8. Tendencia a un funcionamiento bajo



The logo of the Universidad Nacional D. México is a circular emblem. At the top, a banner contains the text 'UNIVERSIDAD NACIONAL D. MEXICO'. Below the banner, there is a central figure that appears to be a stylized eagle or a similar mythical creature, with its wings spread. The background of the emblem is filled with intricate, repeating patterns that resemble architectural or decorative motifs.

Los sistemas sociales complejos tienden hacia una condición de funcionamiento pobre. Su naturaleza contra-intuitiva causa cambios detrimentales en el diseño. También la dirección opuesta de las respuestas a corto y largo plazo lleva a políticas que producen un sistema menos satisfactorio. Por ejemplo, un cambio particular en la política puede mejorar las cosas durante un período de un año o dos mientras se está estableciendo la etapa para cambios que bajarán el funcionamiento y descabilidad adicionalmente en el futuro. Pero la interpretación natural es observar los bienes que resultarán del cambio y cuando las cosas llegan a estar peor se duplican con mayor intensidad los esfuerzos originales.

Esta acción intensificada produce otra mejora a corto plazo y dificultades aún más profundas a largo plazo. De nuevo el sistema complejo está artemente en su habilidad de desorientación.

6.9. Sobre el modelado.

Un Modelo

Un modelo de simulación es una teoría que describe la estructura e interrelaciones de un sistema. El hecho que el proceso de simulación se utilice no hace por sí mismo a la teoría correcta.

Los modelos pueden ser útiles o sin utilidad. Pueden concebirse sana, inadecuada o equivocadamente. Pueden ser concisos y claros y describir solamente estas características necesarias del sistema real para dar las características de interés del comportamiento o pueden ser de palabrería, oscuros y que desconciertan con detalles sin importancia, de tal manera que confundan en lugar de informar. Pueden estar estructurados reconociendo los principios dinámicos del comportamiento de los sistemas de retroalimentación o simplemente ser una reunión de fragmentos observados del sistema omitiendo la estructura esencial. Los conceptos correctos de estructura deben guiar la construcción del modelo. Cualquiera utiliza modelos. Una descripción escrita es un modelo que presenta un aspecto de la realidad. Una imagen mental utilizada en el pensamiento es un modelo ya que no es el sistema real. El modelo de simulación difiere en que es lógicamente completo. Describe un proceso dinámico y puede manipular tasas y niveles para generar una historia en el tiempo de acuerdo con los enunciados con que está compuesto el modelo.

Validez del modelo. Un modelo deberá crearse siempre con un propósito. Lo adecuado del modelo puede juzgarse solo en función de este propósito. No existe posibilidad de prueba absoluta que un modelo sea apropiado para su objetivo. Pero el modelo puede evaluarse en varias etapas. Las hipótesis básicas pueden verificarse en contra de la experiencia y datos disponibles. El comportamiento dinámico de un modelo puede compararse con los sistemas reales que deberá representar. Pueden estar relacionados con cambios similares que han ocurrido en la realidad.

Modelando para crear síntomas. El primer paso al modelar es generar un modelo que crea al problema. Unicamente si se comprenden los procesos que llevan a las dificultades se puede esperar reestructurar el sistema de manera que los procesos internos lo lleven en una dirección diferente. Si el modelo

está para crear las dificultades, debe contener todas las relaciones de interacción necesarias que llevan al sistema problemas. Los problemas no se imponen en el sistema desde fuera de la estructura que se está modelando. El modelo será un modelo cerrado que no depende para su comportamiento característico de ninguna variable transmitida al través de su frontera con el mundo externo.

UNIVERSIDAD NACIONAL D. MEXICO

El concepto de la frontera cerrada y el desarrollo de un modelo de simulación que tenga dentro de sí todos los mecanismos generadores de los problemas del sistema es esencial para la investigación exitosa de los sistemas complejos. Un estudio de sistemas deberá comenzar sin énfasis sobre la corrección de dificultades. En su lugar enfoca la atención sobre las causas de la dificultad y como disolverlas. El disolver causas puede llevar a acciones muy diferentes de las necesarias para quitar síntomas. El costo de disolver causas a menudo es menor, su influencia mucho más profunda y las mejoras duran más.

Información adecuada. En las ciencias sociales el fracaso para comprender estos sistemas a menudo se le achaca a los datos inadecuados. La barrera al progreso en los sistemas sociales no es la ausencia de datos. Tenemos mucha más información que la que usamos, en una manera ordenada y organizada. La barrera es la deficiencia en las teorías existentes de la estructura. Las formas convencionales de recolectar datos raras veces producirán nuevos conocimientos sobre los detalles de la estructura del sistema. Estas percepciones vienen de un conocimiento de trabajo íntimo con los sistemas actuales. Además la estructura de una teoría adecuada de un sistema debe hacerse sin considerar las fronteras de las disciplinas intelectuales convencionales. Uno debe interrelacionar dentro de un solo sistema lo económico, lo psicológico y lo físico. Cuando esto

se hace adecuadamente la estructura resultante provee rincones y esquinas para recibir los fragmentos de nuestro almacén fabuloso de conocimiento, experiencia y observación.

Mucho del comportamiento de sistemas descansa en las relaciones e interacciones que se piensa, y probablemente es correcto, que son importantes, pero que por largo tiempo evadirán la medida

cuantitativa. Al menos que tomemos nuestros mejores estimadores de estas relaciones y los incluyamos en un modelo del sistema,

estamos en realidad diciendo que no tienen importancia y pueden omitirse. Es más serio omitir una relación que se piensa es

importante que incluirla en un nivel bajo de aproximación que se ajuste dentro del rango plausible de incertidumbre. En este

aspecto particular la clase de modelado discutida aquí sigue la filosofía del gerente o líder político más que la del científico.

Si uno piensa que una relación es importante, se actúa acorde con esto y se hace el mejor uso que se puede de la información disponible. Se está dispuesto a permitir que su reputación

descanse en su agudeza de percepción e interpretación.

Una escasez de información no es una barrera principal para comprender la dinámica urbana. Uno puede decir lo mismo para

otros sistemas complejos. La barrera es la ausencia de disposición y habilidad para organizar la información que ya

existe dentro de una estructura que represente la estructura del sistema actual y por consiguiente tiene oportunidad para comportarse como lo haría el sistema real. Cuando la estructura se

representa bien, los valores de los parámetros son de importancia secundaria. Los valores de los parámetros no deben ser

cruciales porque las ciudades tienen el mismo carácter y ciclo de vida independientemente de la era y la sociedad dentro de la

que existen. Modelos similares emergen en ciudades que tienen restricciones económicas y tradiciones sociales muy diferentes.

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO: "DINAMICA DE SISTEMAS"

DEL 11 AL 13 DE JULIO DE 1981

<u>NOMBRE Y DIRECCION</u>	<u>EMPRESA Y DIRECCION</u>
1. MANUEL ALONSO GARCIA Francisco I. Madero No. 18 Casa 11 Col. Tlacopac, San Angel. Tel. 518 13 60	BANAMEX Isabel la Católica No. 39-3er. Piso. Centro. México 1, D.F. Tel. 518 90 20 Ext. 763
2. RICARDO BARRERA RIVERA Diagonal San Antonio # 1916 Col. Narvarte, México, D.F. Z.P. 12 Tel. 519 08 54	BANAMEX 16 de Septiembre # 73 5° PISO. Centro México 1, D.F. Tel. 518 90 20 Ext. 512, 514, 516
3. RUBEN BARRERA RIVERA Albatrocés No. 182 Col. Aguilas México 20, D.F. 593 46 44	BANAMEX Isabel la Católica # 165 México 1, D.F. 518 90 20
4. EDUARDO BASAVE PRECIADO Monterrey # 388 Col. Roma, México 7, D.F. 574 79 30	BANAMEX Av. Juárez 42, Edif. C 6° PISO. Col. Centro, México 1, D.F. 585 02 88
5. MARIANO RAFAEL BLANCO CASTILLO Margaritas 153-12 Col. Florida México 20, D.F. 524 61 84	BANAMEX Isabel la Católica # 44 1er. Piso. Col. Centro, México 1, D.F. Tel. 518 90 20
6. DAVID CASIQUE RUIZ Cerro los Remedios # 21, Col. Campestre Churubusco México 21, D.F.	BANAMEX Isabel la Católica # 44 Col. Centro, México 1, D.F. Tel. 518 90 20 Ext. 875
7. MIGUEL DEL CASTILLO NEGRETE ROVIRA Nueva York 61, Casa "C" Col. Nápoles México 18, D.F. 523 80 03	BANAMEX Madero 21, 1er. Piso Col. Centro México 1, D.F. Tel. 585 00 66 Ext. 327

16. JUAN MANUEL PINA MEDINA
Colegio 803
Col. Pedregal
México 20, D.F.
Tel. 568 26 32
17. JOSE LUIS SILVA ORTIZ
Ciucuito Héroes 11,
Cd. Satélite
Edo. de México,
Tel. 562 61 90
18. ADELWART STRUCK CANO
Mina # 39
Col. Del Carmen, Coyoacán
México 21, DF.
Tel. 534 64 60
19. TORRES SANSOUBE
Isabel la Católica # 44
4° Piso
México 1, D.F.
20. RICARDO ZAMORANO VELAZQUEZ
Rincón Colonial, Lote 9, No. 2
Col. Cuautitlán Izcalli
Edo. de México
- BANAMEX
Isabel la Católica # 44
Col. Centro
México 1, D.F.
Tel. 518 90 20
- BANAMEX
Madero 21, 1er. Piso
Col. Centro
México 1, D.F.
Tel. 585 00 66 Ext. 146
- BANAMEX
Fray Servando Teresa de Mier
42, 9° Piso.
México, D.F.
Tel. 588 77 75
- BANAMEX
Isabel la Católica # 44
Col. Centro
México 1, D.F.
Tel. 518 90 20
- BANAMEX
Madero 21, Piso 1.
Col. Centro
México 1, D.F.
Tel. 585 00 66 Ext. 165