

**Adaptación del Programa Optim a una Microcomputadora
Radio Shack TRS-80 Modelo II en Lenguaje Basic**

MANUEL CALLEJAS CASTRO

**Noviembre 1983
(primera edición)**

D-41

F-DEPFI

D-41

1983

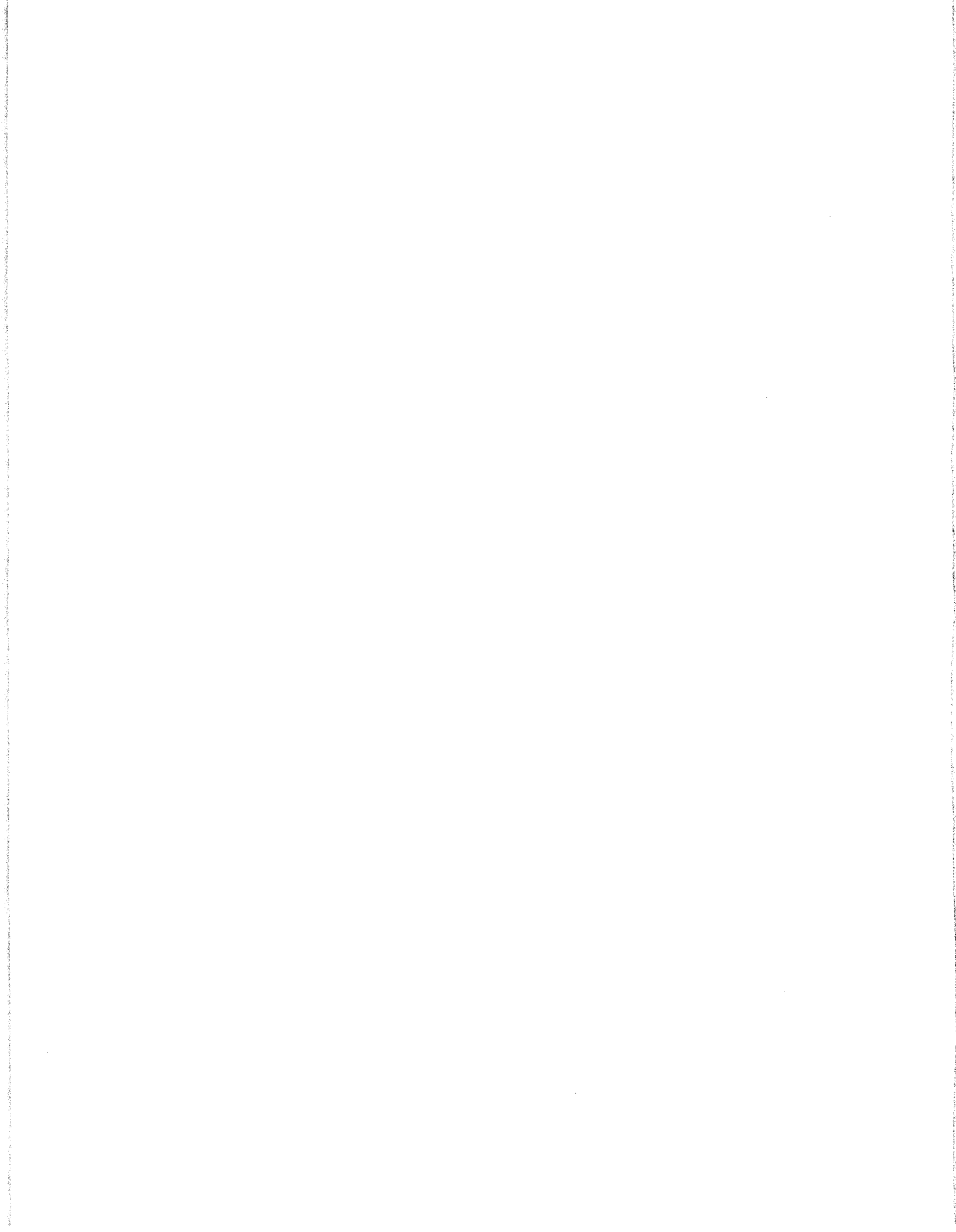
S.7



DEPFI

I N D I C E

Introducción	1
Descripción	2
Problema Ilustrativo	3
Codificación de la Subrutina MODEL	7
Disposición de los datos	8
Referencias	10
APENDICE A Programa OPTIM	11
APENDICE B Resultados	20



ADAPTACION DEL PROGRAMA OPTIM
A UNA MICROCOMPUTADORA RADIO
SHACK TRS-80 MODELO II EN
LENGUAJE BASIC

MANUEL CALLEJAS CASTRO¹

Introducción

El Programa OPTIM fue creado por L.B. Evans [1]² en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, y realiza el método COMPLEX, debido a M.J. Box [2]. El programa de Evans fue adaptado al lenguaje FORTRAN de la Burroughs 6700 de la UNAM, por E. Chicurel y L.A. Castillo Lanz [3] en 1975. Con el advenimiento de las microcomputadoras, su fácil acceso y la economía de su uso, se justifica el traducir el programa aludido al lenguaje BASIC, universalmente adaptado para uso en microcomputadora. Por esta razón se realizó este manual.

¹ Ayudante de Profesor
División de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería, UNAM.

² Ver referencias al final del manual.

Descripción

Para utilizar OPTIM, el usuario debe primero plantear su problema en el siguiente formato:

Seleccione una serie de n variables de decisión independientes y almacénelas en el vector x

$$x = (x_1, \dots, x_n) \quad (1)$$

Defina una función objetivo a minimizar³

$$f = f(x_1, \dots, x_n) \quad (2)$$

que es una función de las variables de decisión.

Defina m variables dependientes adicionales.

$$\begin{aligned} y_1 &= y_1(x_1, \dots, x_n) \\ &\vdots \\ &\vdots \\ &\vdots \\ y_m &= y_m(x_1, \dots, x_n) \end{aligned} \quad (3)$$

que son también funciones de las variables de decisión. Establezca límites superiores e inferiores para las variables independientes y dependientes de la forma

$$(x_{\text{inf}})_i \leq x_i \leq (x_{\text{sup}})_i, \quad i=1, \dots, n \quad (4)$$

$$(y_{\text{inf}})_j \leq y_j \leq (y_{\text{sup}})_j, \quad j=1, \dots, m \quad (5)$$

El problema de optimización consiste en calcular los valores de las variables de decisión independientes (x_1, \dots, x_n) que reduzcan al mínimo el valor de la función objetivo ec.(2) satisfaciendo todas las restricciones explícitas ec.(4), así como las restricciones implícitas ec.(5)

³Máx $[-f(x)] = \text{Mín} [f(x)]$

El usuario, después de haber planteado su problema, debe codificar (escribir) una subrutina sencilla llamada MODEL en lenguaje BASIC, para evaluar la función objetivo y las variables dependientes.

Además de proporcionar la subrutina, el usuario tiene también que su ministrar una serie de datos para cada corrida de optimación.

El programa está dimensionado para 5 variables independientes, 10 va riables dependientes y 20 parámetros; pero estas limitaciones se pue den eliminar fácilmente haciéndole pequeños cambios a OPTIM.

Problema Ilustrativo

=====

Se requiere diseñar un resorte helicoidal para un convertidor de par.

Ya ha sido seleccionada la constante (K) del resorte, así como la fuerza máxima de compresión (Q).

El resorte ya montado en una flecha cuyo diámetro (D_e), ya se fijó, por lo que el diámetro interior (D_i) queda limitado. Además, por consideraciones de espacio existe un límite que no debe exceder el diámetro exterior (D_e) del resorte.

Ya se seleccionó el material, por lo cual ya quedaron determinados el esfuerzo permisible (τ_p) y el módulo de torsión (G).

Se desea hacer mínima la longitud cerrada del resorte (L_c) (cuando todas las espiras están en contacto), correspondiente a la carga máxima (Q).

Las relaciones que se emplean en el diseño de resortes helicoidales son :

$$W = \frac{4D_m - d}{4(D_m - d)} + 0.615 \frac{d}{D_m}$$

$$\tau = \frac{8Q L_m W}{\pi d^3}$$

$$K = \frac{G d^4}{8 N D_m^3}$$

donde :

- d = diámetro
- D_m = diámetro medio de la espira
- N = número de espiras
- W = factor de concentración de esfuerzos de Wahl

Minimizar L_c , dados los siguientes valores :

$$\begin{aligned} K &= 38 \text{ lb/in} \\ Q &= 418 \text{ lb} \\ D_t &= 2 \text{ in} \\ D_{\text{máx}} &= 4 \text{ in} \\ \tau_p &= 40,000 \text{ lb/in}^2 \\ G &= 12 \times 10^6 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

Solución :
=====

Se establece FORMULACION INICIAL

$$\begin{aligned} L_c &= N d && \text{función a minimizar} \\ N &= \frac{G d^4}{8 D_m^3 K} \\ \tau &= \frac{8 Q D_m W}{\pi d^3} \\ W &= \frac{4 D_m - d}{4(D_m - d)} + 0.615 \frac{d}{D_m} \\ D_m &= \frac{D_i + D_e}{2} \\ D_e &= D_i + 2d \\ D_i &\geq D_f = 2 \text{ in} \\ \tau &\leq \tau_p = 4 \times 10^4 \text{ lb/in}^2 \\ D_e &\leq D_{\text{emáx}} = 4 \text{ in} \\ d &= 1/32, \dots, 1 \text{ in} \end{aligned}$$

} Requisitos de Funcionalidad

} Limitaciones

Variabtes independientes : D_1, d
Variabtes dependientes : τ, D_e
Parámetros : K, Q, G

FORMACION SECUENCIADA DE LA SUBROUTINA MODEL

$G = P(1)$
 $K = P(2)$ definición de parámetros
 $Q = P(3)$

$D = X(1)$ definición de las variables independientes
 $DI = X(2)$

$DE = DI + 2 * D$
 $DM = (DI + DE) / 2$ definición de
 $N = (G * D * D * D * D) / (8 * K * DM * DM * DM)$ las variables
 $LC = N * D$ dependientes.
 $W = (4 * DM - D) / (4 * DM + D) + 0.615 * D / DM$
 $TAU = 8 * Q * DM * W / (3.1416 * D * D * D)$

$Y(1) = DE$ designación de las variables dependientes
 $Y(2) = TAU$

$F = LC$ designación de la función objetivo

RETURN terminación de la subrutina

Esta es la codificación de la subrutina MODEL en lenguaje de programación BASIC, pero no tenemos libertad de utilizar cualquier nombre de variables, porque se podría usar alguna variable del programa, y ésta modificaría el funcionamiento del programa, dando resultado falsos. Esto se debe al nivel del lenguaje de programación.

Las variables forzadas que siempre se deben usar en la codificación de la subrutina son P(I) donde I=1,...,p arreglo en el que se definen los parámetros, el arreglo X(I), donde I=1,...,n., donde se definen las variables dependientes y la variable F donde se define la función objetivo.

Existen limitaciones en la utilización de ciertas variables al codificar (escribir) la subrutina MODEL para no interferir en el programa. Las variables a utilizar son las siguientes :

A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9.
B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9.
C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9.
D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9.
P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9.
Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q8, Q9.
R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9.
S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9.
T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9.
U1, U2, U3, U4, U5, U6, U7, U8, U9.
V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9.
W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9.

Como se puede observar se cuenta con 108 variables para codificar una subrutina MODEL.

A continuación se codifica nuevamente la subrutina anterior utilizando las variables permitidas (108) para asegurar resultados correctos.

Codificación de la subrutina model.

```
8000 A1 = P(1) ) (la flecha indica oprimir tecla 'ENTER')
8010 A2 = P(2) )
8020 Q1 = P(3) )
8030 D1 = X(1) ;
8040 D2 = X(2) ↓
8050 D3 = D2 + 2*D1 )
8060 D4 = (D2+D3)/2 ;
8070 C1 = (A1*D1*D1*D1*D1) / (8*A2*D4*D4*D4) ;
8080 C2 = C1*D1 )
8090 W1 = (4*D4-D1) / (4*(D4-D1)) + 0.615*D1/D4 ;
8100 T1 = 8* Q1*D4*W1 / (3.1416* D1*D1*D1) ;
8110 Y(1) = D3 )
8120 Y(2) = T1 ↓
8130 F = C2 )
8140 RETURN )
8150 oprimir tecla 'BREAK'
>Ready codificar la siguiente línea ' 5345 FIN = 1'
>5345 FIN = 1 ;
>RUN
```

Disposición de los datos:
=====

Título del problema (máximo:250 letras contando espacios en blanco).

? OPTIMACION DE LA LONGITUD DE UN RESORTE

NUM. DE VARIABLES INDEPENDIENTES'	NUM. DE VARIABLES DEPENDIENTES	NUM. DE PA RAMETROS	NUM. MAXIMO DE ITERACC.'	FRECUENCIA DE IMPRESIONES DE ITERACIONES
? 2,2,3,200,	100	6 - 100		>0 imprimir <0 no imprimir

NOMBRE DE LA VA (se puede usar el nombre de la
RIABLE INDEPEND: UNIDADES variable usada en la fórmula)

? D, IN

LIMITE INFERIOR'	LIMITE SUPERIOR'	VALOR INICIAL
? 0,	1,	0.66

NOMBRE DE LA VARIABLE INDEP. UNIDADES

? DI, IN

LIMITE INFERIOR'	LIMITE SUPERIOR'	VALOR INICIAL
? 2,	4,	2.2

NOMBRE DE LA VA UNIDADES
RIABLE DEPENDIENTE'

? DE, IN

LIMITE INFERIOR'	LIMITE SUPERIOR
? 2,	4

NOMBRE DE LA VARIA UNIDADES
BLE DEPENDIENTE'

? TAU, LB/IN*IN

LIMITE INFERIOR'	LIMITE SUPERIOR
? 0,	40000

NOMBRE DEL
PARAMETRO' UNIDADES

? G, LB/IN* IN

VALOR DEL PARAMETRO

? 12000000

NOMBRE DEL
PARAMETRO' UNIDADES

? K, LB/IN

VALOR DEL PARAMETRO

? 38

NOMBRE DEL
PARAMETRO' UNIDADES

? Q, LB

VALOR DEL PARAMETRO

? 418

NOMBRE DE LA
FUNCION OBJETIVO' UNIDADES

? LC, IN

DESVIACION RELATIVA
MAXIMA EN EL VALOR'
OPTIMO

? 0.001, 0.01

DESVIACION ABSOLUTA
MAXIMA EN EL VALOR
OPTIMO

Referencias

1. Evans L.B., Optimization Techniques for Use in Analysis of Chemical Processes, A set of Notes, Massachusetts Institute of Technology, 1971.
2. Box M.J., "A new method of constrained optimization and a comparison with other methods", Computer Journal, Vol. 8, 1965, pp. 42-52.
3. Murray M.A., Chicurel E., et al, Aplicaciones de Computación a la Ingeniería, Limusa, S.A., México 1975.

```

1000 REM -----
1020 REM
1040 REM           O P T I M
1060 REM -----
1080 REM
1100 DIM XDEV(5),SX(5,10),X(5),Y(10),P(20),XL(5),XU(5),YL(10),YU(10),XC(5)
1120 DIM XX(5,10),YY(10,10),FF(10),XN$(5),YN$(10),PN$(20),UNAM(12),UX$(5),UY$(10),UP$(20)
1140 REM
1160 REM   INICIA PARAMETROS DEL OPTIM.
1180 REM
1220   FOR I=1 TO 5 : FOR J=1 TO 10
1240   READ SX(I,J) : NEXT J : NEXT I
1260   DATA 0.1748,0.22368,0.2413,0.42167,0.5737,0.77921,0.99562,0.96301,0.895
1280   DATA 0.87475,0.28918,0.63553,0.09429,0.10365,0.07119,0.51087,0.02368
1300   DATA 0.01011,0.52162,0.07056,0.48663,0.54164,0.32639,0.29334,0.111,0.33
1320   DATA 0.02488,0.15011,0.46573,0.4836,0.93093,0.39975,0.06907,0.72935,0.2
1340   DATA 0.91977,0.14342,0.36857,0.698758,0.40961,0.93969,0.61129,0.12765
1360   DATA 0.21382,0.54092,0.53926,0.97628,0.1195,0.34567,0.98765,0.123456
1380   FOR I=1 TO 5 : XDEV(I)=0 :NEXT I
1400   ALFA=1.3 : BETA=0.5
1420 REM
1440 REM           LEE DATOS BASICOS PARA LA CORRIDA DE OPTIMACION
1460 REM
1480   GOSUB 5300
1500   MCC=1 : GOSUB 5640
1540   FOR I=1 TO NX : XC(I)=X(I) : NEXT I
1560   NMAX = 1 : NTIPO = 4
1580   GOSUB 4260
1600 REM
1620 REM           ESTABLECE COMPLEX INICIAL
1640 REM
1660   NIT=0
1680   KMAX=2*NX
1700   K=1
1720   FF(K)=F
1740   FOR I=1 TO NX : XX(I,K)=X(I) : NEXT I
1760   IF NY <= 0 THEN GOTO 1800
1780   FOR I=1 TO NY : YY(I,K)=Y(I) : NEXT I
1800   FOR I=1 TO NX : XC(I)=(XC(I)*(K-1)+X(I))/K : NEXT I
1820   IF K-KMAX => 0 THEN GOTO 2020

```

```

1040      K=K+1
1060      FOR I=1 TO NX : X(I)=X(I)+X(I)*K*(X(I)-Y(I)) : NEXT I
1080      NMAX=10 : NTIPO=1
1900      GOSUB 4260
1920      GOTO 1720
1940      REM
1960      REM      COMIENZA LA BUSQUEDA ITERATIVA DEL PUNTO OPTIMO
1980      REM      ESTABLECE CONTADOR PARA IMPRESION INTERMEDIA.
2000      REM
2020      IF NQ > 0 THEN GOTO 2080
2040      IPRT=MI+1
2060      GOTO 2220
2080      IPRT=NQ
2100      LPRINT "ITERACION",NIT
2120      MCC=3 : GOSUB 5640
2160      REM
2180      REM      ENCUENTRA MAXIMO Y MINIMO DEL COMPLEX
2200      REM
2220      NIT=NIT+1
2240      F2MAX=-1000*1000*1000*10
2260      F1MIN=-F2MAX
2280      JG=0 : JL=0
2300      FOR J=1 TO KMAX
2320      IF FF(J)-F2MAX <= 0 THEN GOTO 2380
2340      JG=J
2360      F2MAX=FF(J)
2380      IF FF(J)-F1MIN => 0 THEN GOTO 2440
2400      F1MIN=FF(J)
2420      JL=J
2440      NEXT J
2460      REM
2480      REM      PRUEBA DE CONVERGENCIA.
2500      REM
2520      FDEV=F2MAX-F1MIN
2540      IF FDEV-FR*ABS(F1MIN)-FA > 0 THEN GOTO 2820
2560      REM
2580      REM      PRUEBA SATISFECHA EL PROCESO CONVERGE.
2600      REM
2620      MCC=1 : GOSUB 5640
2640      LPRINT "EL PROCESO CONVERGE EN ",NIT," ITERACIONES"

```



```

2680 LPRINT " LA SOLUCION ES :"
2700 MCC=2 : GOSUB 5640
2740 END
2760 REM
2780 REM PRUEBA NO SATISFECHA, SE PROCEDE A OTRA ITERACION.
2800 REM
2820 IF NIT-MI <= 0 THEN GOTO 3140
2840 REM
2860 REM SE SOBRE-PASO EL NUMERO DE ITERACIONES PERMITIDO
2880 REM
2900 MCC=1 : GOSUB 5640
2940 LPRINT "EL PROCESO NO CONVERGE EN",NIT,"ITERACIONES"
2960 LPRINT "LA SOLUCION DE PRUEBA Y EL COMPLEX ACTUALES SON :"
2980 MCC=2 : GOSUB 5640
3000 MCC=3 : GOSUB 5640
3020 MCC=2 : GOSUB 5640
3040 END
3060 REM
3080 REM CALCULA EL CENTROIDE DE LOS PUNTOS EN COMPLEX EXCLUYENDO
3100 REM EL MAXIMO.
3120 REM
3140 FOR I=1 TO NX
3160 XC(I)=0
3180 FOR J=1 TO KMAX : XC(I)=XC(I)+XX(I,J) : NEXT J
3200 XC(I)=(XC(I)-XX(I,JG))/(KMAX-1)
3220 NEXT I
3240 REM
3260 REM CALCULA NUEVO PUNTO DE PRUEBA RELAJANDO EL MAXIMO MEDIANTE
3280 REM EL CENTROIDE DE LOS PUNTOS RESTANTES.
3300 REM
3320 FOR I=1 TO NX
3340 X(I)=XC(I)-ALFA*(XX(I,JG)-XC(I))
3360 REM
3380 REM PRUEBA CADA VARIABLE EXPLICITA, SI VIOLA LOS LIMITES, SE
3400 REM INTRODUCE A LA R.D.F. A UNA PEQUENA DISTANCIA DEL LIMITE.
3420 REM
3440 IF XU(I)-X(I) > 0 THEN GOTO 3480
3460 X(I)=XU(I)-XDEV(I)
3480 IF X(I)-XL(I) > 0 GOTO 3520
3500 X(I)=XL(I)+XDEV(I)

```

```

3520     NEXT I
3540 REM
3560 REM           PRUEBA SI LAS VARIABLES IMPLICITAS VIOLAN LOS LIMITES
3580 REM
3600     NTIPO=2 : NMAX=10
3620     GOSUB 4260
3640 REM
3660 REM           PRUEBA PARA VER SI EL PUNTO DE PRUEBA PRODUCE UN MAXIMO
3680 REM           EN EL NUEVO COMPLEX.
3700 REM
3720     FOR J=1 TO KMAX
3740     IF J >< JG AND FF(J) > F THEN GOTO 3980
3760     NEXT J
3780 REM
3800 REM           YA QUE EL PUNTO DE PRUEBA PRODUCE UN MAXIMO, MUEVELO UNA
3820 REM           DISTANCIA BETA DEL CENTROIDE DE LOS PUNTOS RESTANTES.
3840 REM
3860     FOR I=1 TO NX
3880     X(I)=XC(I)+BETA*(X(I)-XC(I))
3900     NEXT I
3920 REM
3940 REM           COLOCA EL PUNTO DE PRUEBA EN UN NUEVO COMPLEX
3960 REM
3980     NTIPO=3 : NMAX=10
4000     GOSUB 4260
4020     FOR I=1 TO NX : XX(I,JG)=X(I) : NEXT I
4040     IF NY <= 0 THEN GOTO 4080
4060     FOR I=1 TO NY : YY(I,JG)=Y(I) : NEXT I
4080     FF(JG)=F
4100 REM
4120 REM           IMPRESION INTERMEDIA SI SE REQUIERE.
4140 REM
4160     IF NIT-IPRT < 0 THEN GOTO 2220
4180     MCC=4 : GOSUB 5640
4200     MCC=3 : GOSUB 5640
4220     IPRT=IPRT+NQ
4240     GOTO 2220
4260 REM
4280 REM           S U B R U T I N A   D O X
4300 REM

```

```

4320 REM          EN ESTA SUBROUTINA SI LAS RESTRICCIONES IMPLICITAS SON VIOLADAS
4340 REM          LA VARIABLE EXPLICITA DE DECISION SE MUEVE LA MITAD DEL CAMINO
4360 REM          HACIA EL CENTROIDE.
4380 REM          N, NUMERO DE MOVIMIENTOS DEL PUNTO DE PRUEBA HACIA EL CENTROIDE
4400 REM          NMAX, NUMERO MAXIMO DE MOVIMIENTOS.
4420 REM
4440     N=1
4460 REM
4480 REM          SE EVALUA LA FUNCION OBJETIVO Y VARIABLES DEPENDIENTES.
4500 REM
4520     GOSUB 8000
4540     IF NY <= 0 THEN GOTO 5080
4560 REM
4580 REM          PRUEBA SI SE VIOLA ALGUNA RESTRICCION IMPLICITA.
4600 REM
4620     FOR I=1 TO NY
4640     IF Y(I) < YL(I) OR YU(I) < Y(I) THEN GOTO 4800
4660     NEXT I
4680     GOTO 5080
4700 REM
4720 REM          COMO EL PUNTO DE PRUEBA VIOLA LAS RESTRICCIONES IMPLICITAS,
4740 REM          SE MUEVE UNA DISTANCIA BETA DEL CENTROIDE DE LOS PUNTOS
4760 REM          RESTANTES.
4780 REM
4800     FOR I=1 TO NX
4820     X(I)=XC(I)+BETA*(X(I)-XC(I))
4840     NEXT I
4850     IF N=NMAX => 0 THEN GOTO 4980
4860     N=N+1
4880     GOTO 4520
4900 REM
4920 REM          EL PUNTO DE PRUEBA NO SATISFACE LA RESTRICCION IMPLICITA
4940 REM          DESPUES DE NMAX MOVIMIENTOS HACIA EL CENTROIDE DE LOS PUNTOS
4960 REM          RESTANTES.
4980     IF NTIPO >> 4 THEN GOTO 5060
5000     MCC+2 : GOSUB 5640
5020     LPRINT"EL PUNTO INICIAL VIOLA ALGUNA RESTRICCION"
5040     END
5060     GOSUB 5180
5080     IF NTIPO >> 4 THEN GOTO 5120

```

```

5100 MCC=2 : GOSUB 5640
5120 RETURN
5140 REM
5160 REM          S U B R U T I N A   F A L L A
5180 REM
5200 LPRINT" ERROR EN OPTIMIZACION TIPO",NTIPO
5220 LPRINT " VIOLACION DE RESTRICCION"
5240 MCC=2 : GOSUB 5640
5260 MCC=3 : GOSUB 5640
5280 END
5300 REM
5320 REM          S U B R U T I N A   D E   L E C T U R A
5340 REM
5350 IF FIN = 1 THEN GOTO 5354
5352 GOSUB 6900
5354 PRINT" ENCABEZADO DEL PROBLEMA"
5356 INPUT TITUL$
5358 PRINT" # DE VAR.IND., # DE VAR.DEP., # DE PAR., # MAX.ITER.,FRE.IMP.ITER."
5360 INPUT NX,NY,NP,MI,NQ
5380 FOR I=1 TO NX
5382 PRINT" NOM.VAR.IND., UNIDADES"
5400 INPUT XN$(I),UX$(I)
5402 PRINT" LIM.INF.VAR.IND., LIM.SUP., VALOR INICIAL"
5410 INPUT XL(I),XU(I),X(I)
5420 NEXT I
5440 IF NY <= 0 THEN GOTO 5520
5460 FOR I=1 TO NY
5462 PRINT" NOM.VAR.DEP., UNIDADES"
5480 INPUT YN$(I),UY$(I)
5482 PRINT" LIM.INF.VAR.DEP., LIM.SUP."
5490 INPUT YL(I),YU(I)
5500 NEXT I
5520 IF NP <= 0 THEN GOTO 5600
5540 FOR I=1 TO NP
5542 PRINT" NOM.DEL PARAMETRO, UNIDADES"
5560 INPUT PN$(I),UP$(I)
5562 PRINT" VALOR DEL PARAMETRO"
5570 INPUT P(I)
5580 NEXT I
5600 PRINT" NOM. DE LA FUNCION OBJETIVO, UNIDADES"

```

```

5602 INPUT FO$,UF$
5604 PRINT " DESV.REL., DESV. ABS."
5606 INPUT FR,FA
5607 FOR I=1 TO 6:LPRINT " ":NEXT I
5608 LPRINT TAB(21) CHR$(31)"UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO"
5610 LPRINT " ":LPRINT " "
5612 LPRINT TAB(11) " FACULTAD DE INGENIERIA"
5614 LPRINT " ":LPRINT " "
5616 LPRINT TAB(11) " DIVISION DE INGENIERIA MECANICA"
5618 FOR I=1 TO 4 :LPRINT CHR$(30)" ":NEXT I
5620 RETURN
5640 REM
5660 REM SUBROUTINA DE IMPRESION
5680 REM
5700 FOR I=1 TO 12 : UNAM(I)=I : NEXT I
5720 ON MCC GOTO 5800,5880,6380,6860,6880
5740 REM
5760 REM IMPRIME ENCABEZADO
5780 REM
5800 LPRINT " ":LPRINT " ":LPRINT TITUL$:LPRINT " " : RETURN
5820 REM
5840 REM IMPRIME SOLUCION DE PRUEBA Y LIMITES
5860 REM
5880 LPRINT " VARIABLES INDEPENDIENTES"
5900 LPRINT "NOMBRE", "LIM. INF.", "LIM. SUP.", "VALOR", "UNIDADES"
5920 FOR I=1 TO NX
5940 LPRINT XN$(I), XL(I), XU(I), X(I), UX$(I)
5960 NEXT I
5980 IF NY <= 0 THEN GOTO 6100
6000 LPRINT "VARIABLES DEPENDIENTES"
6020 LPRINT " NOMBRE", "LIM. INF.", "LIM. SUP.", "VALOR", "UNIDADES"
6040 FOR I=1 TO NY
6060 LPRINT YN$(I), YL(I), YU(I), Y(I), UY$(I)
6080 NEXT I
6100 IF NP <= 0 THEN GOTO 6220
6120 LPRINT "PARAMETROS"
6140 LPRINT " NOMBRE", "VALOR", "UNIDADES"
6160 FOR I=1 TO NP
6180 LPRINT PN$(I), P(I), UP$(I)
6200 NEXT I

```

```

6320 LPRINT "COMPLEJON OSMETIVO"
6340 LPRINT "CENTROIDE"; "VALOR"; "DES. REL."; "DES. ABS."; "UNIDADES"
6360 LPRINT FO#;F;FR;FA;UF#
6380 RETURN
6400 REM
6420 REM IMPRIME VALORES DE VARIABLES EN LOS VERTICES DEL COMPLEX
6440 REM ACTUAL
6460 REM
6480 K1MAX=KMAX+1
6500 LPRINT "VARIABLES DEL COMPLEX / CENTROIDE = VERTICE";K1MAX;"")
6520 LPRINT " VERTICE"
6540 FOR I=1 TO NX
6560 XX(I,K1MAX)=XC(I)
6580 FOR K=1 TO K1MAX
6600 LPRINT K,XN$(I);"=";XX(I,K)
6620 NEXT K
6640 NEXT I
6660 IF NY <= 0 THEN GOTO 6720
6680 FOR I=1 TO NY
6700 FOR K=1 TO KMAX
6720 LPRINT K,YN$(I);"=";YY(I,K)
6740 NEXT K
6760 NEXT I
6780 FOR K=1 TO KMAX
6800 LPRINT K,FO#;"=";FF(K)
6820 NEXT K
6840 RETURN
6860 REM
6880 REM IMPRIME LOS RESULTADOS DE LA ITERACION ACTUAL
6900 REM
6920 REM SE IMPRIME INTRUCTIVO.
6940 CLS
6960 PRINT TAB(11)"UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO "
6980 PRINT " ":PRINT " "
7000 PRINT TAB(11)" FACULTAD DE INGENIERIA"
7020 PRINT " ":PRINT " "
7040 PRINT TAB(11)" DIVISION DE INGENIERIA MECANICA"

```

```

6914 FOR I=1 TO 4:PRINT " ":NEXT I
6916 PRINT " CODIFICAR LA SUBROUTINA MODEL APARTIR DE LA"
6918 PRINT " LINEA 8000, LA SECUENCIA APARECE AUTOMATICAMENTE."
6922 PRINT " Y LA ULTIMA LINEA DE LA CODIFICACION DEBE SER"
6930 PRINT " > RETURN"
6935 PRINT " OPRIMA LA TECLA 'BREAK'"
6936 PRINT " CODIFIQUE EN LA LINEA >5345 FIN=1"
6938 PRINT " Y CORRA DE NUEVO EL PROGRAMA >RUN"
6939 AUTO 8000,10
6940 RETURN
6960 REM
6980 REM SUBROUTINA MODEL
7000 REM
8000 A1=P(1)
8010 A2=P(2)
8020 Q1=P(3)
8030 D1=X(1)
8035 D2=X(2)
8040 D3=D2+2*D1
8050 D4=(D2+D3)/2
8060 C1=(A1*D1*D1*D1*D1)/(8*A2*D4*D4*D4)
8070 C2=C1*D1
8080 W1=(4*D4-D1)/(4*(D4-D1))+0.615*D1/D4
8090 T1=8*Q1*D4*W1/(3.1416*D1*D1*D1)
8100 Y(1)=D3
8110 Y(2)=T1
8120 F=C2
8130 RETURN

```



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION DE INGENIERIA MECANICA

OPTIMACION DE LA LONGITUD DE UN RESORTE

VARIABLES INDEPENDIENTES

NOMBRE	LIM. INF.	LIM. SUP.	VALOR	UNIDADES
D	0	1	.66	IN
DI	2	4	2.2	IN

VARIABLES DEPENDIENTES

NOMBRE	LIM. INF.	LIM. SUP.	VALOR	UNIDADES
DE	2	4	3.52	IN
TAU	0	40000	14474.2	LB/IN*IN

PARAMETROS

NOMBRE	VALOR	UNIDADES
G	$1.7E+07$	LB/IN*IN
K	28	LB/IN
Q	119	LB

FUNCION OBJETIVO

NOMBRE	VALOR	RES. REL.	DES. ABS.	UNIDADES
CO	11.314	1E-03	.01	IN

OPTIMACION DE LA LONGITUD DE UN RESORTE

EL PROCESO CONVERGE EN
 LA SOLUCION ES :
 VARIABLES INDEPENDIENTES

41

ITERACIONES

NOMBRE	LIM. INF.	LIM. SUP.	VALOR	UNIDADES
D	0	1	.482986	IN
DI	2	4	3.03364	IN

VARIABLES DEPENDIENTES

NOMBRE	LIM. INF.	LIM. SUP.	VALOR	UNIDADES
DE	<	4	3.99961	IN
TAU	0	40000	39996.3	LB/IN*IN

PARAMETROS

NOMBRE	VALOR	UNIDADES
G	1.2E+07	LB/IN*IN
K	38	LB/IN
Q	418	LB

FUNCION OBJETIVO

NOMBRE	VALOR	DES. REL.	DES. ABS.	UNIDADES
LC	23.0561	1E-03	.01	IN

F-DEPFI/D-41/1983/Ej.7



720881