



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

CIUDAD UNIVERSITARIA

**“BANDA DE REGULACIÓN DE GENERACION DE
PLANTAS CICLO COMBINADO DE LOS PRODUCTORES
EXTERNOS DE ENERGÍA, DE ACUERDO A LAS REGLAS
DE DESPACHABILIDAD EN MÉXICO”**

T E S Í S

**PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO ELÉCTRICO - ELECTRONICO**

P R E S E N T A N:

CARLOS TONATIUH SANTANA SEGOVIA

SAUL OMAR VALENCIA RUIZ

ASESOR:

Ing. Eduardo Carranza Torres

MEXICO, D. F. DICIEMBRE DE 2011



Agradecimientos de Carlos Tonatiuh para:

A mis padres:

Por su incondicional apoyo, desde el día que nací hasta el día de hoy, siempre eh contado con el amor y cariño de ellos, en las buenas y en las malas, y siempre darme ese empujón necesario para poder hacer las cosas, al tener ese ejemplo de dedicación de mi padre, su exigencias, consejos y sobre todo enseñanza . A mi madre, que con su sabiduría, paciencia y amor me han enseñado a ser una mejor persona cada día.

A la UNAM:

Por darme la educación necesaria para ser un profesionista dedicado con metas y objetivos para tener un país mejor, a mis profesores por expresar su sabiduría y experiencia en cada momento, en especial al Ing. Eduardo Carranza por su confianza en esta tesis.

A Leticia Pérez Ahuatl:

Por su amor, cariño, comprensión en cada momento, dándome fe, esperanza y dedicación, dándome ejemplo en cada momento de que cuando las cosas se las propone somos capaces de hacer cosas extraordinarias.

A mis hermanas:

Que en ellas está el amor y cariño en cada momento, su cariño y apoyo me hacer ser mejor ser humano.

Al Área de Control Central de la CFE:

Por darme la formación, capacitación y apoyo en cada momento. Creando Ingenieros de gran capacidad en esta nueva etapa de la empresa y en especial al Ing. Juan Villarreal por su gran apoyo.

Al Ing. Francisco Ventura Herrera López:

Por darme su apoyo, confianza, amistad y consejos en este proceso de formación profesional.

A los Ing's. :

Alfonso Márquez, Ernesto Botello, José Alfredo Esquerra, Ricardo López, Gabriel Aguilar, Manuel Santos, Efraín Ávila, Jorge Cano, Julián Puga, Raúl Rojas, Hugo García, Zoilo Cardozo, Víctor Granados, Eliseo Estrada, Víctor Trejo, Leonardo y Gilberto Carreón, Antonio Rosado, Félix Herrera y en especial a Jesús Aragón Astorga por sus conocimientos, consejos y sobre todo amistad.

A mis compañeros del trabajo:

José de la Cruz, Luis Martínez, Javier Menchaca, Gerardo Morales, Fernando Gutiérrez, Alberto Olguín, Federico Sánchez, Luis Vega, Luis Ríos, Rolando Albores, Oscar Castellanos, Carlos Zetina y Luis Flores por su valiosa amistad.

A mis amigos:

Genaro Pacheco, Jorge Bello, Ángel Michigua, Carlos Alcántara, Francisco Cruz, Ahmed García, Miguel Torres, Arturo Maya, Raúl Gonzales, Edgar Torres, Alfredo García, Antonio Torres y en especial a Saúl Valencia por esos momentos inolvidables en los que siempre hemos vivido, compartido y vamos a compartir.

A la Coordinación Comercial de la CFE:

Por brindarme su apoyo para formarme como profesionalista, en especial a la Gerencia de Ingeniería de Servicios al Cliente, al Lic. Alejandro Benítez y al Ing. Francisco Varela por su confianza en cada momento.

A mis amigas:

Mariana Merklin, Sandra Huerta, Anabel Silva, Alejandra Elizarraras, Maribel López, Miriam Alcalá, Luisa Juárez y Karla Martínez por su bella amistad.

A mi familia:

A todos por su gran apoyo, cariño y preocupación en todo momento.

A Dios:

Por darme la oportunidad de permitirme conocer, hacer y realizar todas estas cosas maravillosas, permitiéndome terminar esta tesis y en el trayecto aprender más de lo que se puede imaginar.

“Espera lo mejor, planea para lo peor”

Yo Saúl Omar agradezco:

A mi Papá.

Enrique Jaime Valencia Castillo, no tengo las palabras para aquel que alegre esperó mi llegada a este mundo, para el que me recibió en este mundo como fruto de amor, para mi héroe desde que era pequeño, mi admiración e inspiración; aquel hombre con mano dura para corregir y hacerme el hombre que soy hoy, pero al mismo tiempo una mano cálida llena ternura; por darme ejemplo de fortaleza, honestidad, integridad, entrega; a aquel que me enseñó la vida y como ir a ella sin temor por tener su amistad, y simplemente por ser mi PADRE.

A mi mamá

Otilia Ruiz Alba. Me dirijo a la mujer, que me llevo en su seno, a la que literalmente le dolí, y que aun así me recibió en sus brazos llenos de amor, siendo pequeñito y frágil; me guió en mis primeros pasos, me enseñó la palabra perfecta de amor, sin decirla. A aquella que siempre tiene una bendición en sus labios al verme partir y se alegra de corazón a mi regreso, no acabaría pero no son palabras las que le demostrarán mi agradecimiento, sino mis acciones, porque ella me educó para ir al mundo con la frente en alto. Por ser mi MADRE y amiga.

A mi hermano

Rodrigo Valencia Ruiz, a este joven que me inspira para seguir y ser un buen hombre, porque él lo es; al chico sincero, alegre y sencillo, a aquel que expresa su sentimiento con una mirada, su amistad con una sonrisa, al "pequeño" de la familia, al que pide mi consejo y ayuda; a quien me alegro en una sala de hospital y no tuve más palabras que: ¡fue niño! ¡fue niño!, y con ellas selle una mezcla se emociones que hoy en día guardo y atesoro. Por el mejor HERMANO que se puede pedir.

A mi tía

Miriam Ruiz Alba. Por aguantarme durante mi niñez, por esos cansancios prolongados por complacer al sobrino caprichoso, por la inspiración que causo en mi persona, a aquella que decía "salud pompa", con copa en mano junto conmigo; por su preocupación durante mi enfermedad y no solo en eso; por su apoyo incondicional. Porque me ha demostrado amor y confianza.

A mi tío

Hugo Tamayo Galindo. Por ser un hombre sincero y que siempre me ha dado palabras de aliento, de confianza; aquel que siempre tiene un abrazo y una apretón de manos llenos de sinceridad; por mi ser Padrino en la vida y el preferido, y por las palabras de "una gran familia". Por los brindis que solo él sabe preparar. Y por ser un integrante de mi vida.

A mis hermanos primos

Gaby y Ale, por ser los pequeños que trajeron más alegría y esperanza a la familia, por ser otros hermanos para mí, a aquellos que me actualizan en la vida; porque me han apoyado siempre de una manera sincera; por ser auténticos; por ser grandes músicos que llenan de música la vida y el corazón.

A mi Tita

María Bertha Alva San Miguel. Aunque ya no está entre nosotros, siempre tuvo un amor de madre para conmigo, y realmente es otra madre para mí. A aquella mujer de brazos fuertes y sonrisa sin igual, que me enseñó grandes cosas para ser cada día mejor. Desde donde estés, te dedico este triunfo.

A mis amigos

Karla, Mario, Gus, Alberto, Eniac, Tonatiuh, Sergio y Abraham, por su apoyo y sincera han compartido conmigo, la amistad es una virtud que no se puede enseñar, por eso es que atesoro y atesoraré su amistad.

A la UNAM

Por darme la formación necesaria para poder desarrollarme profesionalmente, a mis profesores y en especial al Ing. Eduardo Carranza por sus conocimientos y apoyo.

A Dios

Por darme esta vida llena de tropiezos, pues al levantarme me he hecho un hombre mejor. Por darme un grupo de personas valiosas que hoy comparten conmigo un nuevo camino (Josué, Faustino, Rodrigo, Jesús, Abel, Gabriel, Cesar, Luis, Alejandro, David E., David, Antonio).

“Procurar que las palabras nazcan del verdadero silencio...”

ÍNDICE

Introducción.....	1
1. Sistema Eléctrico Nacional.....	3
1.1 Tipos de Generación.....	7
1.2 Centrales de Ciclo Combinado.....	32
1.3 PRODUCTORES EXTERNOS DE ENERGÍA (PIE'S)	
ó Productores Independientes de Energía (PIE'S).....	41
1.3.1 Esquema bajo la ley de Productor Independiente de Energía.....	.42
1.3.2 Tipos de generación de capacidad de energía, usados por los PIE's.....	45
2. Regulación del Sistema Eléctrico Nacional.....	57
2.1 Balance de Carga – Generación.....	64
2.2 Comportamiento de la frecuencia eléctrica.....	68
2.2.1 Regulación Primaria.....	68
2.2.2 Regulación Secundaria.....	72
2.2.3 Regulación Terciaria.....	73
2.2.4 Tipos de Reserva.....	74
2.3. Despacho de Carga.....	77
2.4 Control Automático de Generación (AGC).....	94
3. Banda de Regulación de Generación para los PIE's.....	97
3.1 Criterios de Despachabilidad para PIE's.....	97

3.2 Criterios de Banda de Generación, de acuerdo al despacho.....	101
3.3 Afectación en caso de Energía no solicitada.....	102
3.4 Afectación en caso de Energía no entregada.....	103
3.5. Cóstos.....	104
Conclusión.....	107
Glosario de términos.....	109
Anexos.....	114
Bibliografía.....	148

BANDA DE REGULACIÓN DE GENERACIÓN PARA LAS CENTRALES CICLO COMBINADO DE LOS PRODUCTORES EXTERNOS DE ENERGÍA DE ACUERDO CON LAS REGLAS DE DESPACHABILIDAD EN MÉXICO.

INTRODUCCIÓN

La banda de Regulación en Generación para los Productores Independientes de Energía se basa en el despacho que se les da a las centrales, en cada una de sus unidades, estas a su vez deben presentar un tiempo en el cual se pueden ajustar a cierta carga, a regulación primaria, secundaria, y a la capacidad de generación que pueden aportar en cada momento al Sistema Eléctrico Nacional, mediante un programa de uso y mantenimiento de cada unidad coordinado con Comisión Federal de Electricidad (CFE), encargado de administrar dicha generación, tanto propia, como de los PIE's, quienes mediante un convenio entre ambas partes se establece una banda de regulación, la cual se debe aplicar en cada momento.

Muchos de los PIE's, tienen una regulación no adecuada, lo que genera pequeñas variaciones en el sistema, pero lo preocupante en este caso es que aun hoy, no hay un método bien definido para verificar la generación que entregan, en comparación con la energía que se les demanda, si en cualquier circunstancia no llegara a cumplir este punto, se les podría afectar económicamente, pues es bien sabido, que los contratos de PIE's, son beneficiados en muchos puntos de los contratos que han celebrado con CFE; en esta tesis se pretende explicar esa banda de regulación que hoy en día se aplica someramente en algunos casos y en otros no, así como una forma de mejorar esta mediante un análisis detallado y preciso de esta banda, para el mejor aprovechamiento y uso de energía eléctrica que se utiliza en la industria, comercio y vivienda.

- **Método**

Tomando en cuenta que los medidores fiscales, que se encuentran en cada planta de los PIE's, y la toma de lecturas, cada cinco minutos, y también considerando que hay un factor de corrección que se aplica debido a las condiciones ambientales; se propone un método analítico, tomando como punto de referencia la petición de despacho por parte del CENACE, dando una porcentaje tanto superior como inferior, verbigracia, si el despacho es de 500 MW:

Límite superior con un 3% de banda: $500\text{MW} + [(500\text{MW} \cdot 3\%) / 100\%] = 515 \text{ MW}$

Límite inferior con menos 3% de banda: $500\text{MW} - [(500\text{MW} \cdot 3\%) / 100\%] = 485 \text{ MW}$

Esto nos da una banda, de tolerancia por llamarla de algún modo, en la que la generación del Productor podrá oscilar, sin que afecte la frecuencia en general del sistema eléctrico.

De igual manera durante las rampas de ascenso y descenso de carga, hay esta tolerancia de acuerdo a incrementos y decrementos de 15 MW por cada cinco minutos.

Hay excepciones de la aplicación de la banda de tolerancia, y esto respetando algunos puntos del contrato de los Productores. Uno de ellos es en la regulación remota que se identifica por las siglas de AGC, durante el periodo en que la central se encuentre en esta regulación remota, no se aplicara la regulación, porque esto dependerá de las oscilaciones propias del sistema. También, se tomará como excepción aquellas ocasiones, en las que la central se encuentre bajo licencia, es decir, permiso de permanecer en una generación fija, o bien, en una generación que esta fuera de regulación, este caso es muy especial, ya que el límite de generación es el propio límite de la planta.

Volviendo a los casos de aplicación de la banda de tolerancia, habrá situaciones en las que de acuerdo al despacho y al límite superior de la banda, el productor entregue más energía de la solicitada, en la actualidad, se les paga esa energía, pero con este análisis hay bases bien fundamentadas para que esa energía que esta demás, tenga refutación en el momento de un costo económico. De caso contrario, habrá casos en los que la generación no alcanzara ni siquiera el límite inferior de la banda, lo que con mayor razón el productor deberá ser enterado y de alguna forma sancionado.

Con lo anterior podríamos hacer el análisis, pero la afectación se basaría de acuerdo a la formulación del anexo 2, de los *Power Purchase Agreement (PPA)*, es decir el contrato celebrado entre CFE y el Productor, así como a las propias reglas de despacho que se han asentado entre el CENACE y los PIE's.

1. SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL

La generación de energía eléctrica se ha basado históricamente en el uso de combustibles fósiles principalmente; sin embargo se pronostica que habrá desabasto de estos combustibles para las próximas décadas. Esto se puede prever fácilmente debido al pronóstico que se tiene de la escasez del petróleo, siendo este el combustible fósil por excelencia, es de obviarse que afectará a todo el sector energético, no solo de México, sino, del mundo.

Debido a que el uso de estos combustibles son causa principal del calentamiento global, y derivado de este el cambio climático, inducido por el exceso de dióxido de carbono y vapor de agua en la atmosfera, que los seres humanos generan principalmente por la industria y la propia generación de energía eléctrica, esto nos da como prioridad en la agenda a nivel mundial, dicho suceso; es indispensable e impostergable buscar fuentes alternativas para generar energía y destinar los recursos necesarios para desarrollar estas tecnologías; llevar a cabo estudios de los efectos que producen en su conexión con la red eléctrica y capacitar adecuadamente a gente que estará a cargo de su implementación.

En México, la competitividad en la industria que hace uso intenso de energía ha sido impactada debido a las fluctuaciones en los precios de los energéticos, especialmente del gas natural, lo que también induce un crecimiento en el costo de la electricidad. Se habla también de la evolución reciente de las tarifas de alta tensión de Comisión Federal de Electricidad (CFE), ocasionado por la misma causa antes mencionada.

El escenario descrito obliga a buscar alternativas confiables para el suministro energético, tales como combustibles alternativos, generación propia de electricidad por parte de las empresas, privilegiando los esquemas de cogeneración, y la implementación de medidas de ahorro y uso eficiente de energía.

Destaca la comparación de costo entre los ciclos combinados de CFE y los de los Productores Independientes de Energía (PIE's), donde la relación de costos de generación es casi de 2 a 1. No sabemos si la relación de costos se deba a diferencia en costos de adquisición del gas natural o a

que algunos ciclos combinados de CFE pudieron haber utilizado diesel, combustible alternativo en algunas plantas de ciclo combinado. Tal vez se deba a que los ciclos combinados de los 70s y 80s (CFE instaló algunos en esos años) tenían eficiencias muy inferiores a los ciclos combinados que los Productores Independientes de Energía han instalado recientemente.

Una de las alternativas a la que se apela en nuestro país, es la generación hidroeléctrica, debido a las grandes corrientes de agua que hay en nuestro país, sin embargo, no todas estas corrientes de agua cumplen con las condiciones idóneas, además analizando más a fondo, no es tan barata como podríamos esperar. Quizás se deba a la cantidad de personal, al aprovechamiento al activo, al pasivo laboral o a un bajo factor de planta. La incertidumbre en las últimas declaraciones se debe a que carecemos de detalles en la estructura de costos. Además un punto en contra en este tipo de plantas de generación es, que no se pueden tener en funcionamiento por lapsos de tiempo muy prolongados, o de manera constante, debido a que dependen de la acumulación de agua en sus vasos, en la mayoría de las que se cuentan en México; o bien dependen de la temporada de lluvias, en los casos de la hidroeléctricas de agua corriente.

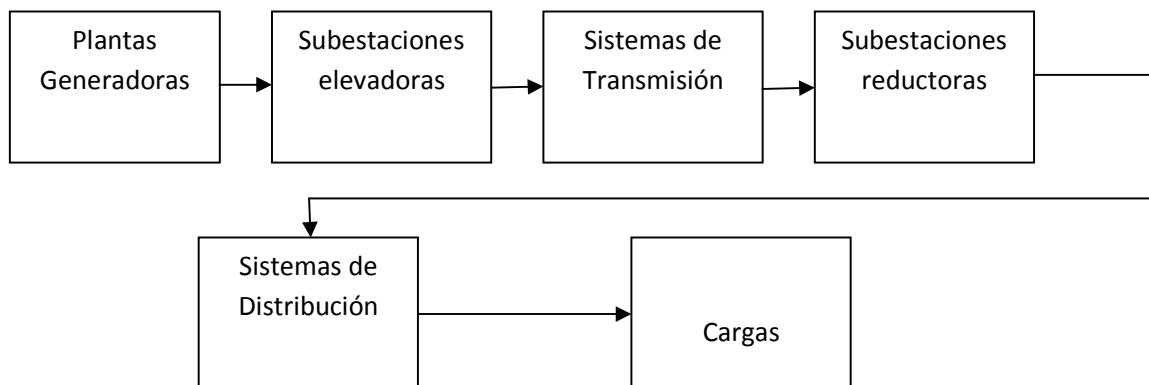
Las necesidades inherentes al crecimiento de la población, por lo tanto de las necesidades básicas, y de igual manera de los Sistemas Eléctricos de Potencia (SEP's), demandan una evolución similar en las estrategias de operación y control en los equipos del SEP para un mejor desempeño y uso para la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica.

Un sistema de energía eléctrica consiste en una gran diversidad de cargas eléctricas repartidas en una región en las plantas generadoras para producir la energía eléctrica consumida por las cargas, una red de transmisión y de distribución para transportar esa energía de las plantas generadoras a los puntos de consumo, y todo el equipo adicional necesario para lograr que el suministro de energía se realice con las características de continuidad de servicio, de regulación de la tensión y de control de la frecuencia requeridas.

La carga global de un sistema está constituida por un gran número de cargas individuales de diferentes clases (industrial, comercial, residencial). La potencia suministrada en cada instante por un sistema es la suma de la potencia absorbida por las cargas más las pérdidas en el sistema. Aunque la conexión y la desconexión de las cargas individuales, es impredecible, o mejor dicho, es

un fenómeno aleatorio, la potencia total varía en función del tiempo, siguiendo una curva que puede predeterminarse con bastante aproximación y que depende de las actividades humanas en la región a la que el sistema alimenta de energía eléctrica.

En este esquema se muestra los principales elementos de un sistema de energía eléctrica.



En general, las plantas generadoras están alejadas del centro de consumo y conectadas a estos a través de una red de alta tensión, aunque algunas plantas generadoras pueden ser conectadas directamente al sistema de distribución.

La tensión se eleva a la salida de los generadores para realizar la transmisión de energía eléctrica en forma económica, y se reduce en la proximidad de los centros de consumo para alimentar el sistema de distribución a una tensión adecuada. Esta alimentación puede hacerse directamente desde la red de transmisión, reduciendo la tensión en un solo paso al nivel de distribución, o a través de un sistema de subtransmisión o repartición, utilizando un nivel de tensión intermedio.

La elevación y la reducción de la tensión y la interconexión de los distintos elementos del sistema se realizan en las subestaciones, que constituyen los nodos de la red cuyas ramas están compuestas por las líneas. De acuerdo con la función que realizan, las subestaciones pueden clasificarse en:

- a) Subestaciones elevadoras de las plantas generadoras.
- b) Subestaciones de Interconexión de la red de alta tensión.

c) Subestaciones reductoras para alimentar los sistemas de subtransmisión o de distribución.

Los sistemas de distribución pueden adoptar diversas disposiciones, ya sea que la distribución se haga con líneas aéreas o subterráneas y diversos arreglos de la topología del sistema: radial, en anillo o en red, que a final de cuentas son las configuraciones, que por llamarlo de algunas manera, adoptaran la forma del nombre, para cubrir las necesidades de la región a alimentar, o bien para reducir perdidas y evitar colapsos del sistema. Esto depende en gran parte de la densidad de carga en un área determinada y del tipo de carga.

El suministro de energía eléctrica debe realizarse con una calidad adecuada, de manera que los aparatos que utilizan la energía eléctrica funcionen correctamente. La calidad del suministro de energía eléctrica queda definida por los siguientes tres factores: continuidad del servicio, regulación de voltaje y control de frecuencia.

La energía eléctrica ha adquirido tal importancia en la vida moderna, que una interrupción de suministro causa trastornos y pérdidas económicas insostenibles. Para asegurar la continuidad del suministro deben tomarse las disposiciones necesarias para hacer frente a una falla en algún elemento del sistema. A continuación se menciona las principales disposiciones:

- a) Disponer de la reserva de generación adecuada para hacer frente a la posible salida de servicio o indisponibilidad, de cierta capacidad de generación.
- b) Disponer de un sistema de protección automático que permita eliminar con la rapidez necesaria cualquier elemento del sistema que ha sufrido una avería.
- c) Diseñar el sistema de manera que la falla y desconexión de un elemento tenga la menor repercusión posible sobre el resto del sistema.
- d) Disponer de los circuitos de alimentación de emergencia para hacer frente a una falla en alimentación normal.
- e) Disponer de los medios para un restablecimiento rápido del servicio, disminuyendo así la duración de las interrupciones, cuando estas no han podido ser evitadas.

1.1 TIPOS DE GENERACIÓN

Planta de Generación: Una planta de generación de energía es un complejo creado por el hombre destinado a transformar la proveniente de alguna fuente de la naturaleza en una forma de energía útil para el hombre.

La planta de generación de energía viene a ser un complejo destinado a obtener energía de alguna fuente de energía de la naturaleza.

Clasificación de las plantas de generación de energía

La primera clasificación de estas plantas se puede hacer tomando como base el tipo de fuente de energía que utilice. De esta manera se tendrán:

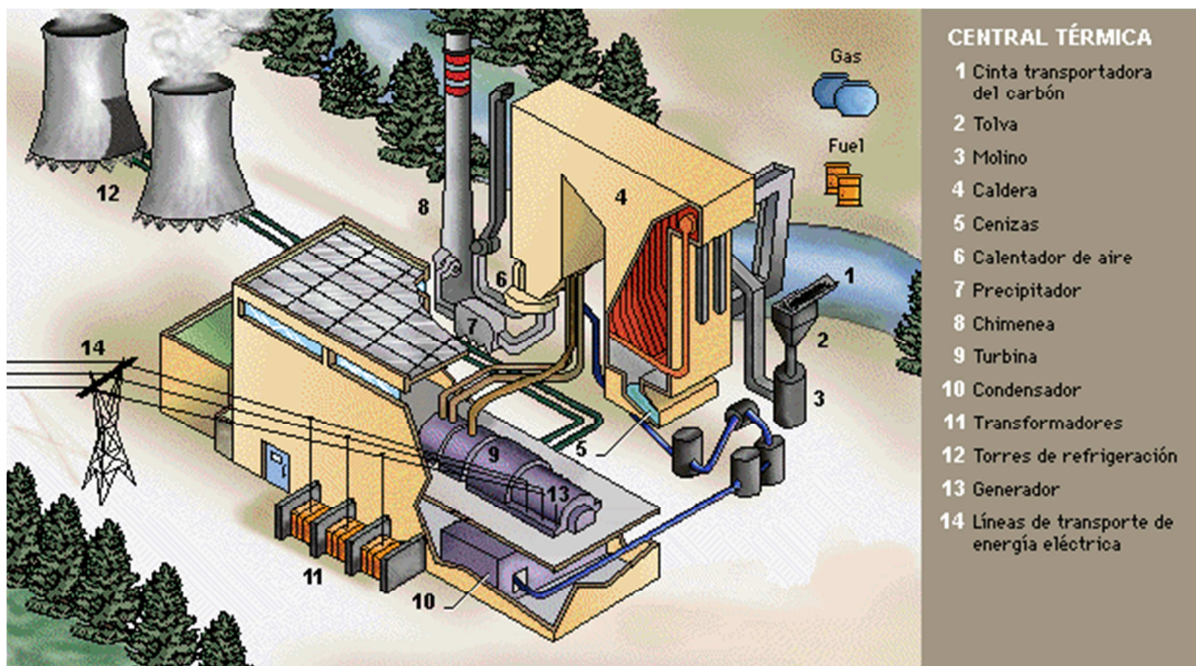
- Plantas térmicas.
- Plantas hidráulicas.
- Plantas eólicas.
- Plantas Solares.
- Plantas Nucleares
- Plantas geotermales.
- Plantas de fuentes novedosas o no tradicionales.

Las anteriores tienen como fuente de energía primaria respectivamente: El calor, el agua, el viento, el sol, y el calor de la tierra o una fuente novedosa que mediante un procedimiento diferente al tradicional permite transformar energía.

Plantas Térmicas: Se denominan centrales termoeléctricas clásicas o convencionales aquellas centrales que producen energía eléctrica a partir de la combustión de carbón, fueloil o gas en una caldera diseñada al efecto.

El apelativo de "clásicas" o "convencionales" sirve para diferenciarlas de otros tipos de centrales termoeléctricas (nucleares y solares, por ejemplo), las cuales generan electricidad a partir de un ciclo termodinámico, pero mediante fuentes energéticas distintas de los combustibles fósiles empleados en la producción de energía eléctrica desde hace décadas y, sobre todo, con tecnologías diferentes

y mucho más recientes que las de las centrales termoeléctricas clásicas. Independientemente de cuál sea el combustible fósil que utilicen (fuel-oil, carbón o gas), el esquema de funcionamiento de todas las centrales termoeléctricas clásicas es prácticamente el mismo. Las únicas diferencias consisten en el distinto tratamiento previo que sufre el combustible antes de ser inyectado en la caldera y en el diseño de los quemadores de la misma, que varían según sea el tipo de combustible empleado.



Una central termoeléctrica clásica posee, dentro del propio recinto de la planta, sistemas de almacenamiento del combustible que utiliza (parque de carbón, depósitos de fuel-oil) para asegurar que se dispone permanentemente de una adecuada cantidad de éste. Si se trata de una central termoeléctrica de carbón (hulla, antracita, lignito,...) es previamente triturado en molinos pulverizadores hasta quedar convertido en un polvo muy fino para facilitar su combustión. De los molinos es enviado a la caldera de la central mediante chorro de aire precalentado. Si es una central termoeléctrica de fuel-oil, éste es precalentado para que fluidifique, siendo inyectado posteriormente en quemadores adecuados a este tipo de combustible. Si es una central termoeléctrica de gas los quemadores están asimismo concebidos especialmente para quemar dicho

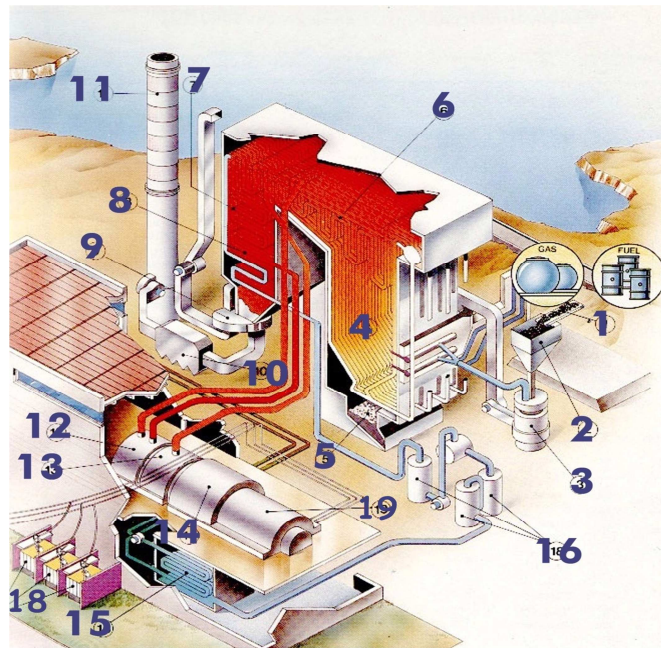
combustible. Las centrales termoeléctricas clásicas cuyo diseño les permite quemar indistintamente combustibles fósiles diferentes (carbón o gas, carbón o fuel-oil, etc.). Reciben el nombre de centrales termoeléctricas mixtas.

Una vez en la caldera, los quemadores provocan la combustión del carbón, fuel-oil o gas, generando energía calorífica. Esta convierte a su vez, en vapor a alta temperatura el agua que circula por una extensa red formada por miles de tubos que tapizan las paredes de la caldera. Este vapor entra a gran presión en la turbina de la central, la cual consta de tres cuerpos -de alta, media y baja presión, respectivamente- unidos por un mismo eje. En el primer cuerpo (alta presión) hay centenares de álabes o paletas de pequeño tamaño. El cuerpo a media presión posee asimismo centenares de álabes pero de mayor tamaño que los anteriores. El de baja presión, por último, tiene álabes aún más grandes que los precedentes. El objetivo de esta triple disposición es aprovechar al máximo la fuerza del vapor, ya que este va perdiendo presión progresivamente, por lo cual los álabes de la turbina se hacen de mayor tamaño cuando se pasa de un cuerpo a otro de la misma. Hay que advertir, por otro lado, que este vapor, antes de entrar en la turbina, ha de ser cuidadosamente deshumidificado. En caso contrario, las pequeñísimas gotas de agua en suspensión que transportaría serían lanzadas a gran velocidad contra los álabes, actuando como si fueran proyectiles y erosionando las paletas hasta dejarlas inservibles.

El vapor de agua a presión, por lo tanto, hace girar los álabes de la turbina generando energía mecánica. A su vez, el eje que une a los tres cuerpos de la turbina (de alta, media y baja presión) hace girar al mismo tiempo a un alternador unido a ella, produciendo así energía eléctrica. Esta es vertida a la red de transporte a alta tensión mediante la acción de un transformador.

Por su parte, el vapor -debilitada ya su presión- es enviado a unos condensadores. Allí es enfriado y convertido de nuevo en agua. Esta es conducida otra vez a los tubos que tapizan las paredes de la caldera, con lo cual el ciclo productivo puede volver a iniciarse.

1. Cinta transportadora
2. Tolva
3. Molino
4. Caldera
5. Cenizas
6. Sobrecalentador
7. Recalentador
8. Economizador
9. Calentador de aire
10. Precipitador
11. Chimenea
12. Turbina de alta presión
13. Turbina de media presión
14. Turbina de baja presión
15. Condensador
16. Calentadores
17. Torre de refrigeración
18. Transformadores
19. Generador



Plantas Hidroeléctricas: Una planta hidroeléctrica es la que aprovecha la energía hidráulica para producir energía eléctrica. Si se concentra grandes cantidades de agua en un embalse, se obtiene inicialmente, energía potencial, la que por la acción de la gravedad adquiere energía cinética o de movimiento pasa de un nivel superior a otro muy bajo, a través de las obras de conducción (la energía desarrollada por el agua al caer se le conoce como energía hidráulica), por su masa y velocidad, el agua produce un empuje que se aplica a las turbinas, las cuales transforman la energía hidráulica en energía mecánica.

Esta energía se propaga a los generadores que se encuentran acoplados a las turbinas, los que la transforman en energía eléctrica, la cual pasa a la subestación contigua o cerca de la planta. La subestación eleva la tensión o voltaje para que la energía llegue a los centros de consumo con la debida calidad.

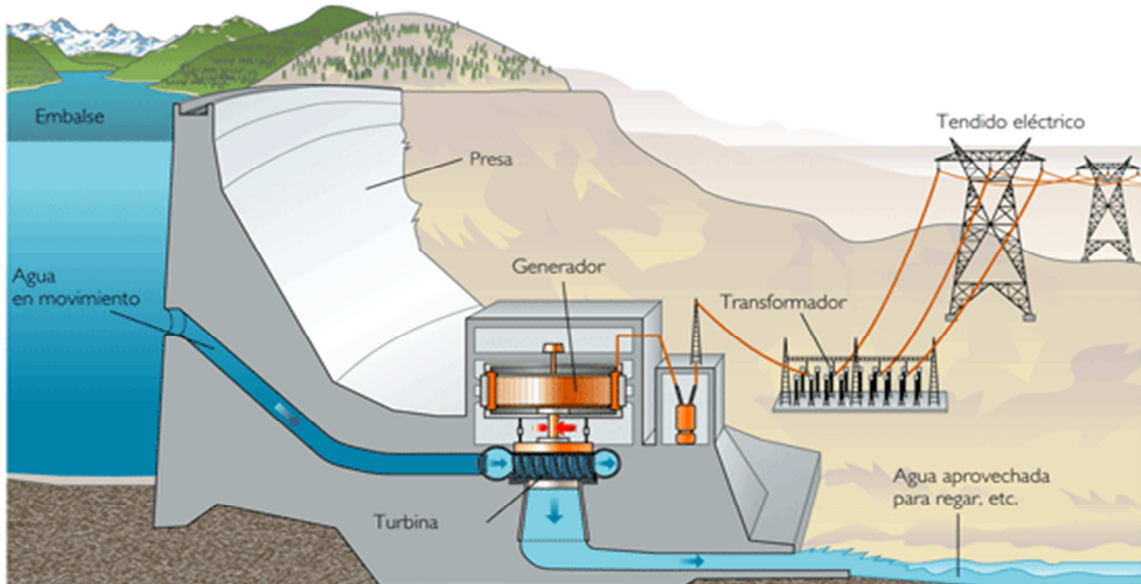
Las turbinas pueden ser de varios tipos, según los tipos de centrales:

1. Pelton: saltos grandes y caudales pequeños.
2. Francis: salto más reducido y mayor caudal.
3. Kaplan: salto muy pequeño y caudal muy grande.
4. De hélice

La energía hidroeléctrica es una de las más rentables, aunque el costo inicial de construcción es elevado, ya que sus gastos de explotación y mantenimiento son relativamente bajos. De todos modos tienen unos condicionantes:

- Las condiciones pluviométricas medias del año (las lluvias medias del año) deben ser favorables.
- El lugar de emplazamiento está supeditado a las características y configuración del terreno por el que discurre la corriente de agua.
- En las plantas hidroeléctricas el caudal de agua es controlado y se mantiene casi constante, transportándola por unos conductos, controlados con válvulas para así adecuar el flujo de agua que pasa por las turbinas, teniendo en consideración la demanda de electricidad, el agua luego sale por los canales de descarga de la planta.

Centrales hidroeléctricas Pueden ser clasificadas según varios argumentos, como características técnicas, peculiaridades del asentamiento y condiciones de funcionamiento.



1. Según utilización del agua, es decir si utilizan el agua como discurre normalmente por el cauce de un río o a las que ésta llega, convenientemente regulada, desde un lago o pantano.

- **Centrales de Agua Fluente:**

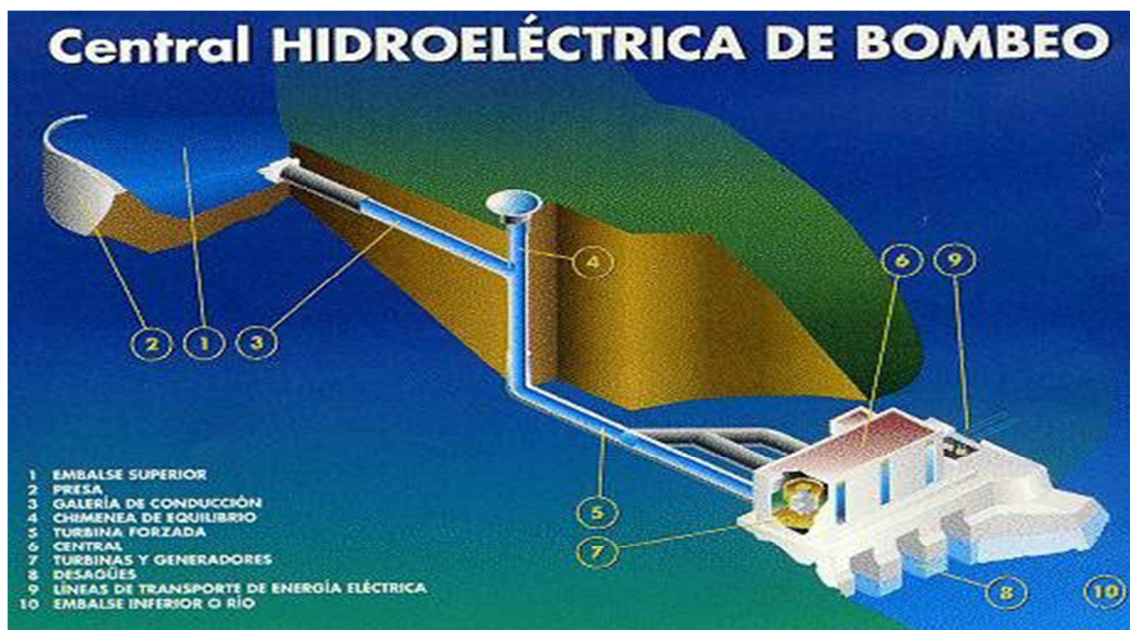
Llamadas también de agua corriente, o de agua fluyente. Se construyen en los lugares en que la energía hidráulica debe ser utilizada en el instante en que se dispone de ella, para accionar las turbinas hidráulicas. No cuentan con reserva de agua, por lo que el caudal suministrado oscila según las estaciones del año.

En la temporada de precipitaciones abundantes (de aguas altas), desarrollan su potencia máxima, y dejan pasar el agua excedente. Durante la época seca (aguas bajas), la potencia disminuye en función del caudal, llegando a ser casi nulo en algunos ríos en la época del estío.

Su construcción se realiza mediante presas sobre el cauce de los ríos, para mantener un desnivel constante en la corriente de agua.

Centrales de Agua Embalsada:

- Se alimenta del agua de grandes lagos o de pantanos artificiales (embalses), conseguidos mediante la construcción de presas. El embalse es capaz de almacenar los caudales de los ríos afluentes, llegando a elevados porcentajes de captación de agua en ocasiones. Esta agua es utilizada según la demanda, a través de conductos que la encauzan hacia las turbinas.



Centrales de Regulación:

Tienen la posibilidad de almacenar volúmenes de agua en el embalse, que representan periodos más o menos prolongados de aportes de caudales medios anuales.

Prestan un gran servicio en situaciones de bajos caudales, ya que el almacenamiento es continuo, regulando de modo conveniente para la producción. Se adaptan bien para cubrir horas punta de consumo.

Centrales de Bombeo:

Se denominan 'de acumulación'. Acumulan caudal mediante bombeo, con lo que su actuación consiste en acumular energía potencial. Pueden ser de dos tipos, de turbina y bomba, o de turbina reversible.

La alimentación del generador que realiza el bombeo desde aguas abajo, se puede realizar desde otra central hidráulica, térmica o nuclear.

No es una solución de alto rendimiento, pero se puede admitir como suficientemente rentable, ya que se compensan las pérdidas de agua o combustible.

2. Según la altura del salto de agua o desnivel existente:

Centrales de Alta Presión:

Aquí se incluyen aquellas centrales en las que el salto hidráulico es superior a los 200 metros de altura. Los caudales desalojados son relativamente pequeños, 20 m³/seg por máquina.

Situadas en zonas de alta montaña, y aprovechan el agua de torrentes, por medio de conducciones de gran longitud. Utilizan turbinas Pelton y Francis.

Centrales de Media Presión:

Aquellas que poseen saltos hidráulicos de entre 200 - 20 metros aproximadamente. Utilizan caudales de 200 m³/seg por turbina. En valles de media montaña, dependen de embalses

Centrales de Baja Presión:

Sus saltos hidráulicos son inferiores a 20 metros. Cada máquina se alimenta de un caudal que puede superar los 300 m³/seg.

Plantas Eólicas

La energía eólica es la energía cuyo origen proviene del movimiento de masa de aire es decir del viento.

En la tierra el movimiento de las masas de aire se deben principalmente a la diferencia de presiones existentes en distintos lugares de esta, moviéndose de alta a baja presión, este tipo de viento se llama viento geoestrófico.

Para la generación de energía eléctrica a partir de la energía del viento a nosotros nos interesa mucho mas el origen de los vientos en zonas más específicas del planeta, estos vientos son los llamados vientos locales, entre estos están las brisas marinas que son debida a la diferencia de temperatura entre el mar y la tierra , también están los llamados vientos de montaña que se producen por el calentamiento de las montañas y esto afecta en la densidad del aire y hace que el viento suba por la ladera de la montaña o baje por esta dependiendo si es de noche o de día.

La energía eólica es obtenida del viento a través de unas turbinas que la convierten en electricidad, con hélices que hacen girar un eje central conectado a un generador eléctrico por medio de engranajes.

En México podemos encontrar la planta eólica de “La Ventosa”, ésta se encuentra en Oaxaca, para ser más exactos en el Istmo de Tehuantepec en el pueblo de La Ventosa y es operada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Tiene una capacidad de 1.5 M.W y una adicional en aerogeneradores y aerobombas.

La zona de La Ventosa, es ideal para este tipo de proyectos, pues posee velocidades de viento de entre 5 y 20 m/s.

Ventajas competitivas de la energía eólica

Algunas de las ventajas de usar **energía eólica** como **energía renovable**:

- Reduce el uso de combustibles fósiles
- El tiempo de construcción es menor con respecto a otras fuentes de energía
- La búsqueda y desarrollo de nuevos diseños y materiales que sirvan para los aerogeneradores eólicos, hacen de la energía eólica una de las más dinámicas, por lo cual frecuentemente están saliendo al mercado nuevos productos más eficientes con mayor capacidad
- Pueden usarse materiales ecológicos para construcción de nuevas hélices

Uso de energía eólica en México

En México, el **desarrollo** tecnológico para el uso de este tipo de energía, se inició con un programa de aprovechamiento del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), hace ya muchos años, en febrero de 1977.

El uso de **energía eólica en México** aún es joven pues existen muchas zonas por explorar en búsqueda de un terreno propicio para la apertura de plantas eólicas. Sin embargo, las mediciones de pequeñas redes anemométricas, realizadas principalmente por el IIE y algunas otras entidades o empresas, han servido para saber de la existencia de vientos aprovechables y económicamente viables en las siguientes regiones:

- Península de Baja California
- Península de Yucatán
- Las costas del país
- El altiplano norte

Factores que influyen en la cantidad de potencia del viento

La energía eólica es aprovechada por nosotros básicamente por un sistema de un rotor que gira a medida que pasa viento por este.

La potencia del viento depende principalmente de 3 factores:

1. Área por donde pasa el viento (rotor)
2. Densidad del aire
3. Velocidad del viento

Para calcular la fórmula de potencia del viento se debe considerar el flujo másico del viento que va dado por:

ρ : Densidad del viento

A : Área por donde pasa el viento

V : Velocidad del viento

Entonces el flujo másico viene dado por la siguiente expresión:

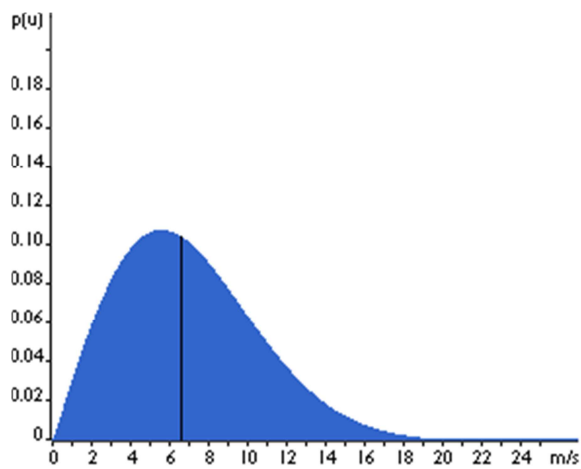
$$M = \rho AV$$

Entonces la potencia debido a la energía cinética está dada por:

$$P = \frac{1}{2} \rho AV^3$$

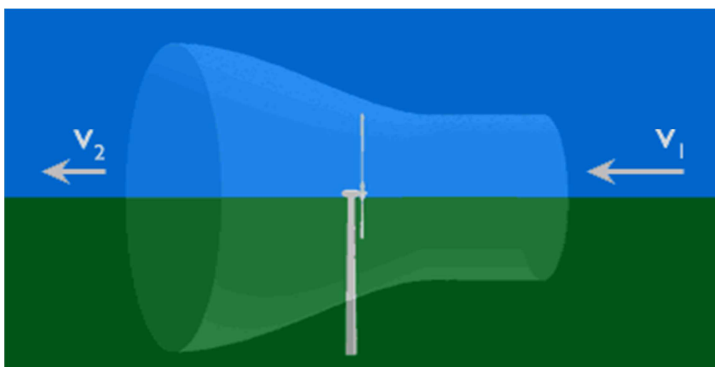
Algunas consideraciones con respecto al viento

Como la mayoría de las personas saben el viento no siempre se mantiene constante en dirección y valor de magnitud, es más bien una variable aleatoria, algunos modelos han determinado que el viento es una variable aleatoria con distribución weibull como la que muestra la siguiente figura



Dado que la energía del viento depende la velocidad del viento, ¿Cual seria la energía potencia que entrega el viento?

Para calcular la potencia promedio que es **aprovechada** por el rotor debemos usar la llamada ley de Betz que es demostrada de la siguiente manera:



Supongamos que la velocidad a la que entra el viento al tubo de corriente es de valor V_1 y a la velocidad que sale es de V_2 , podemos suponer que la velocidad a la que el viento entra al aerogenerador es de $(V_1+V_2)/2$.

El flujo másico que entra al rotor entonces tiene valor de:

$$M = \rho A \frac{(V_1 + V_2)}{2}$$

Dado que en tubo de corriente se debe conservar la potencia, la potencia que entra a velocidad V_1 tiene que ser igual a la suma de la potencia que sale a velocidad V_2 y la que se va por el rotor.

Entonces la potencia que se va por el rotor es:

$$P_{\text{rotor}} = \frac{1}{2} M (V_2^2 - V_1^2)$$

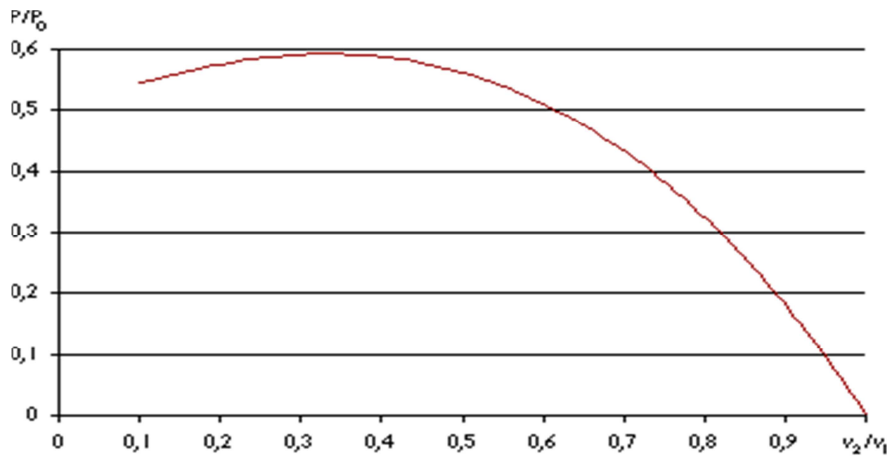
Y reemplazando la masa nos queda:

$$P = (\rho/4) (v_1^2 - v_2^2) (v_1+v_2) A$$

La potencia que lleva el viento antes de llegar al rotor viene dado por:

$$P_0 = (\rho/2) v_1^3 A$$

Ahora si la comparamos con la potencia que lleva el viento nos da la siguiente grafica:



Cuyo máximo viene dado por 0.59 aproximadamente, es decir la máxima potencia que se puede extraer del viento es de **0.59 veces esta potencia**

Principio de operación de las máquinas eólicas

Los molinos de viento, aeromotores, máquinas eólicas (términos que pueden ser considerados sinónimos), o los aerogeneradores, o turbinas eólicas en su acepción, son dispositivos que convierten la energía cinética del viento en energía mecánica.

Aunque existen dos tipos básicos de molinos, eje horizontal y eje vertical, el principio de operación es esencialmente el mismo. La captación de la energía eólica se realiza mediante la acción del viento sobre las **palas**, las cuales están unidas al eje a través de un elemento denominado **cubo** (conjunto que recibe el nombre de **rotor**). El principio aerodinámico, por el cual este conjunto gira, es similar al que hace que los aviones vuelen.



Según este principio, el aire que es obligado a fluir por las caras superior e inferior de una placa o perfil inclinado genera una diferencia de presiones entre ambas caras, dando origen a una **fuerza resultante (R)** que actúa sobre el perfil. Descomponiendo esta fuerza en dos direcciones se obtiene:

- a) La **fuerza de sustentación (S)**, o simplemente **sustentación**, de dirección perpendicular al viento.

- b) La **fuerza de arrastre (A)**, de dirección paralela

Para favorecer la circulación del aire sobre la superficie de las palas, evitar la formación de torbellinos y maximizar la diferencia de presiones, se eligen perfiles de pala con formas convenientes

desde el punto de vista aerodinámico. Según como estén montadas las palas con respecto al viento y al eje de rotación, la fuerza que producirá el par motor será predominantemente la fuerza de arrastre o la de sustentación. Con excepción de las panémonas y los rotores tipo Savonius, en todas las máquinas modernas la fuerza dominante es la de sustentación pues permite obtener, con menor peso y costo, mayores potencias por unidad de área del rotor. Analizaremos únicamente el comportamiento aerodinámico de las turbinas eólicas cuyo par motor está originado por las fuerzas de sustentación.

Como la fuerza de sustentación es la única que dará origen al par o cupla motora habrá que diseñar el perfil y ubicar las palas dándole un **ángulo de ataque (a)** que haga máxima la relación **fuerza de sustentación/fuerza de arrastre**.

Si el viento no supera la denominada **velocidad de puesta en marcha** (valor mínimo necesario para vencer los rozamientos y comenzar a producir trabajo útil) no es posible el arranque de un molino. Con velocidades mayores comenzará a girar entregando una potencia que responde a la conocida ley del cubo de la velocidad. Esto será así hasta que se alcance la **potencia nominal**, generalmente la máxima que puede entregar, punto en que comienzan a actuar mecanismos activos o pasivo de regulación para evitar que la máquina trabaje bajo condiciones para las cuales no fue diseñada. Continuará operando a velocidades mayores, aunque la potencia entregada no será muy diferente a la nominal, hasta que se alcance la **velocidad de corte** donde, por razones de seguridad, se detiene.



Tipos de máquinas eólicas

Desde los comienzos de la utilización de la energía eólica se han desarrollado gran cantidad de máquinas de los tipos más variados. Se dice que los pedidos de patentes superan a las de cualquier otro dispositivo que se haya ideado. De todos ellos, son relativamente pocos los que se generalizaron y alcanzaron escala de producción comercial.

Se acostumbra clasificar las máquinas eólicas según la posición del eje de rotación con respecto a la dirección del viento, pudiéndolos dividir en dos categorías principales:

- Molinos de eje

Máquinas eólicas en las cuales el eje de rotación es paralelo a la dirección del viento.

- Molinos de eje vertical.

Máquinas eólicas en las cuales el eje de rotación es perpendicular a la superficie terrestre y a la dirección del viento

Existen otros tipos, como los molinos de eje horizontal perpendicular a la dirección del viento, o los que utilizan el desplazamiento de un móvil. Ambos casos podemos considerarlos como anecdóticos pues no han demostrado ser muy eficaces ni prácticos por lo que su desarrollo fue abandonado.



Plantas Solares:

La energía solar fotovoltaica es aquella que se obtiene por medio de la transformación directa de la energía del sol en energía eléctrica.

Esta definición de la energía solar fotovoltaica, aunque es breve, contiene aspectos importantes sobre los cuales se puede profundizar:

1. La energía solar se puede transformar de dos maneras:

La primera utiliza una parte del espectro electromagnético de la energía del sol para producir calor. A la energía obtenida se le llama energía solar térmica. La transformación se realiza mediante el empleo de colectores térmicos.

La segunda, utiliza la otra parte del espectro electromagnético de la energía del sol para producir electricidad. A la energía obtenida se le llama energía solar fotovoltaica. La transformación se realiza por medio de módulos o paneles solares fotovoltaicos.

2. La energía solar fotovoltaica se utiliza para hacer funcionar lámparas eléctricas, para iluminación o para hacer funcionar radios, televisores y otros electrodomésticos de bajo consumo energético, generalmente, en aquellos lugares donde no existe acceso a la red eléctrica convencional.

3. Es necesario disponer de un sistema formado por equipos especialmente contruidos para realizar la transformación de la energía solar en energía eléctrica. Este sistema recibe el nombre de sistema fotovoltaico y los equipos que lo forman reciben el nombre de componentes fotovoltaicos.

La energía solar se encuentra disponible en todo el mundo. Algunas zonas del planeta reciben más radiación solar que otras, sin embargo, los sistemas fotovoltaicos tienen muchas aplicaciones. En el caso particular de América Central, los sistemas fotovoltaicos son una alternativa muy interesante, desde las perspectivas técnica y económica, pues la región dispone durante todo el año de abundante radiación solar.

Según las clasificaciones de la intensidad de la radiación solar en diferentes regiones del mundo, América Central es una región muy privilegiada con respecto del recurso solar disponible, aunque siempre es necesario evaluar el potencial solar de un sitio específico donde se planea instalar un sistema fotovoltaico.

La energía del sol es un recurso de uso universal; por lo tanto, no se debe pagar por utilizar esta energía. Sin embargo, es importante recordar que para realizar la transformación de energía solar en energía eléctrica se necesita de un sistema fotovoltaico apropiado. El costo de utilizar la energía solar no es más que el costo de comprar, instalar y mantener adecuadamente el sistema fotovoltaico.

Recogida directa de energía solar

La recogida directa de energía solar requiere dispositivos artificiales llamados colectores solares, diseñados para recoger energía, a veces después de concentrar los rayos del Sol. La energía, una vez recogida, se emplea en procesos térmicos o fotoeléctricos, o fotovoltaicos. En los procesos térmicos, la energía solar se utiliza para calentar un gas o un líquido que luego se almacena o se distribuye. En los procesos fotovoltaicos, la energía solar se convierte en energía eléctrica sin ningún dispositivo mecánico intermedio. Los colectores solares pueden ser de dos tipos principales: los de placa plana y los de concentración.

Colectores de placa plana

En los procesos térmicos los colectores de placa plana interceptan la radiación solar en una placa de absorción por la que pasa el llamado fluido portador. Éste, en estado líquido o gaseoso, se calienta al atravesar los canales por transferencia de calor desde la placa de absorción. La energía transferida por el fluido portador, dividida entre la energía solar que incide sobre el colector y expresada en porcentaje, se llama eficiencia instantánea del colector. Los colectores de placa plana tienen, en general, una o más placas cobertoras transparentes para intentar minimizar las pérdidas de calor de la placa de absorción en un esfuerzo para maximizar la eficiencia. Son capaces de calentar fluidos portadores hasta 82 °C y obtener entre el 40 y el 80% de eficiencia.

Los colectores de placa plana se han usado de forma eficaz para calentar agua y para calefacción. Los sistemas típicos para casa-habitación emplean colectores fijos, montados sobre el tejado. En el hemisferio norte se orientan hacia el Sur y en el hemisferio sur hacia el Norte. El ángulo de inclinación óptimo para montar los colectores depende de la latitud. En general, para sistemas que se usan durante todo el año, como los que producen agua caliente, los colectores se inclinan (respecto al plano horizontal) un ángulo igual a los 15° de latitud y se orientan unos 20° latitud S o 20° de latitud N.

Además de los colectores de placa plana, los sistemas típicos de agua caliente y calefacción están constituidos por bombas de circulación, sensores de temperatura, controladores automáticos para activar el bombeo y un dispositivo de almacenamiento. El fluido puede ser tanto el aire como un líquido (agua o agua mezclada con anticongelante), mientras que un lecho de roca o un tanque aislado sirven como medio de almacenamiento de energía.

Colectores de concentración

Para aplicaciones como el aire acondicionado y la generación central de energía y de calor para cubrir las grandes necesidades industriales, los colectores de placa plana no suministran, en términos generales, fluidos con temperaturas bastante elevadas como para ser eficaces. Se pueden usar en una primera fase, y después el fluido se trata con medios convencionales de calentamiento. Como alternativa, se pueden utilizar colectores de concentración más complejos y costosos. Son dispositivos que reflejan y concentran la energía solar incidente sobre una zona receptora pequeña. Como resultado de esta concentración, la intensidad de la energía solar se incrementa y las temperaturas del receptor (llamado 'blanco') pueden acercarse a varios cientos, o incluso miles, de grados Celsius. Los concentradores deben moverse para seguir al Sol si se quiere que actúen con eficacia; los dispositivos utilizados para ello se llaman heliostatos.

Hornos solares

Los hornos solares son una aplicación importante de los concentradores de alta temperatura. El mayor, situado en Odeillo, en la parte francesa de los Pirineos, tiene 9.600 reflectores con una superficie total de unos 1.900 m² para producir temperaturas de hasta 4.000 °C. Estos hornos son ideales para investigaciones, por ejemplo, en la investigación de materiales, que requieren temperaturas altas en entornos libres de contaminantes.

Receptores centrales

La generación centralizada de electricidad a partir de energía solar está en desarrollo. En el concepto de receptor central, o de torre de potencia, una matriz de reflectores montados sobre heliostatos controlados por computadora refleja y concentran los rayos del Sol sobre una caldera de agua situada sobre la torre. El vapor generado puede usarse en los ciclos convencionales de las plantas de energía y generar electricidad.

Enfriamiento solar

Se puede producir frío con el uso de energía solar como fuente de calor en un ciclo de enfriamiento por absorción. Uno de los componentes de los sistemas estándar de enfriamiento por absorción, llamado generador, necesita una fuente de calor. Puesto que, en general, se requieren temperaturas superiores a 150 °C para que los dispositivos de absorción trabajen con eficacia, los colectores de concentración son más apropiados que los de placa plana.

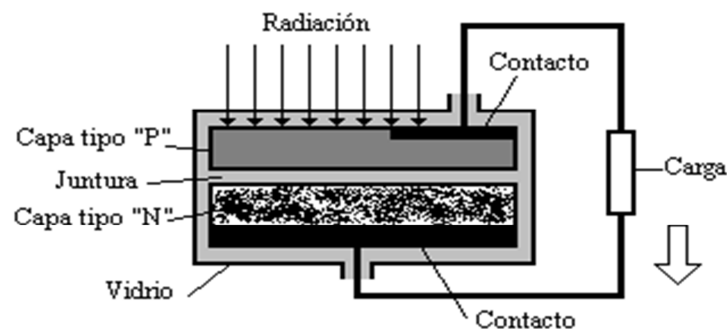
Electricidad fotovoltaica

Las células solares hechas con obleas finas de silicio, arseniuro de galio u otro material semiconductor en estado cristalino, convierten la radiación en electricidad de forma directa. Ahora se dispone de células con eficiencias de conversión superiores al 30%. Por medio de la conexión de muchas de estas células en módulos, el coste de la electricidad fotovoltaica se ha reducido mucho. El uso actual de las células solares se limita a dispositivos de baja potencia, remotos y sin mantenimiento, como boyas y equipamiento de naves espaciales.

Generación solar

La energía radiante del Sol puede transformarse en forma directa en energía eléctrica de corriente continua, mediante el uso de *captoreadores*. A nivel del suelo, la radiación solar puede estimarse en 1000 W/m^2 . Una parte de esa energía puede captarse por medio de las *células fotovoltaicas*, que se encargan de convertir los fotones incidentes en electrones libres. Estas células consisten en un monocristal del tipo semiconductor de silicio con impurezas.

La figura nos muestra la conformación de una célula y su circuito eléctrico externo.



Esta célula suele ser un círculo de unos 100 mm de diámetro y en las condiciones de 1000 W/m^2 de energía total recibida, con un rendimiento de este tipo de dispositivo del orden del 12 al 14 %, pudiendo suministrar una potencia del orden de 1 Watt. Este disco se comporta como un generador elemental de tensión 0,58 Volt a circuito abierto y puede suministrar en condiciones de corto circuito unos 2,3 Ampere.

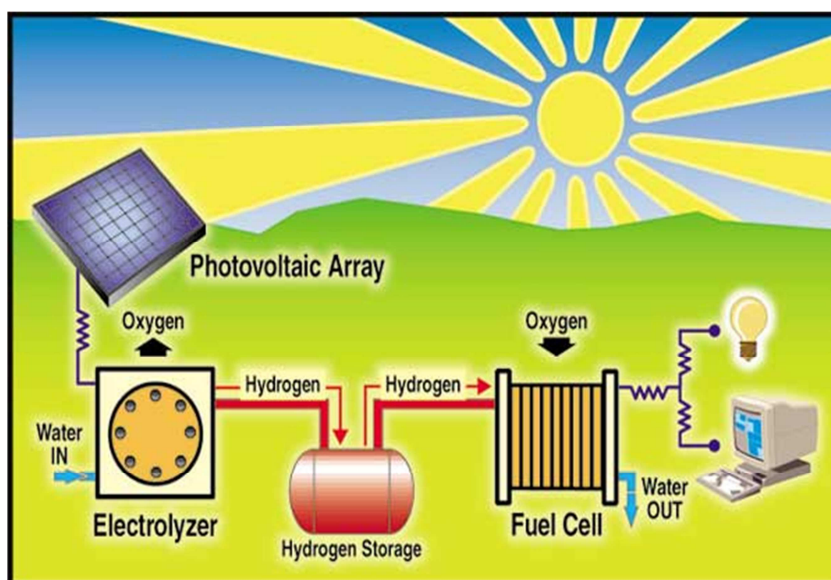
Estas células se agrupan en serie de 35, formando lo que se denomina *paneles solares*.

Se pueden encontrar modelos de los siguientes valores:

- Potencia (típica + 10%) 42,0 W
- Corriente típica en carga 2,9 A

- Tensión típica en carga 14,5 V
- Corriente de cortocircuito 3,26 A
- Tensión de circuito abierto 18,0 V

La instalación típica de los paneles solares se debe a un esquema como el siguiente:

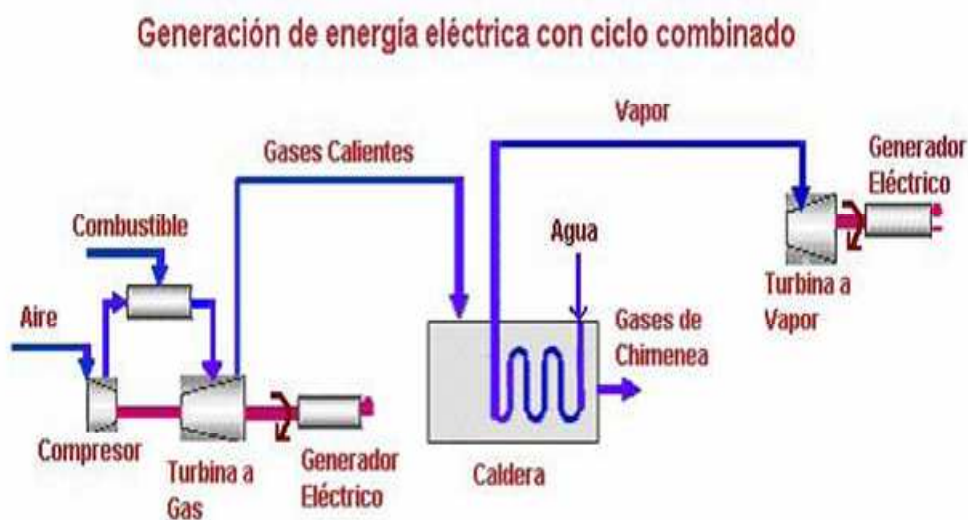


El panel solar se acopla a un cargador de baterías, que permite la *acumulación de energía*. Por eso, se emplea una *batería de acumuladores* que carga durante las horas de mayor radiación y devuelve durante las horas nocturnas. A la salida se le debe agregar, un *convertidor continua-alterna* de tipo electrónico.

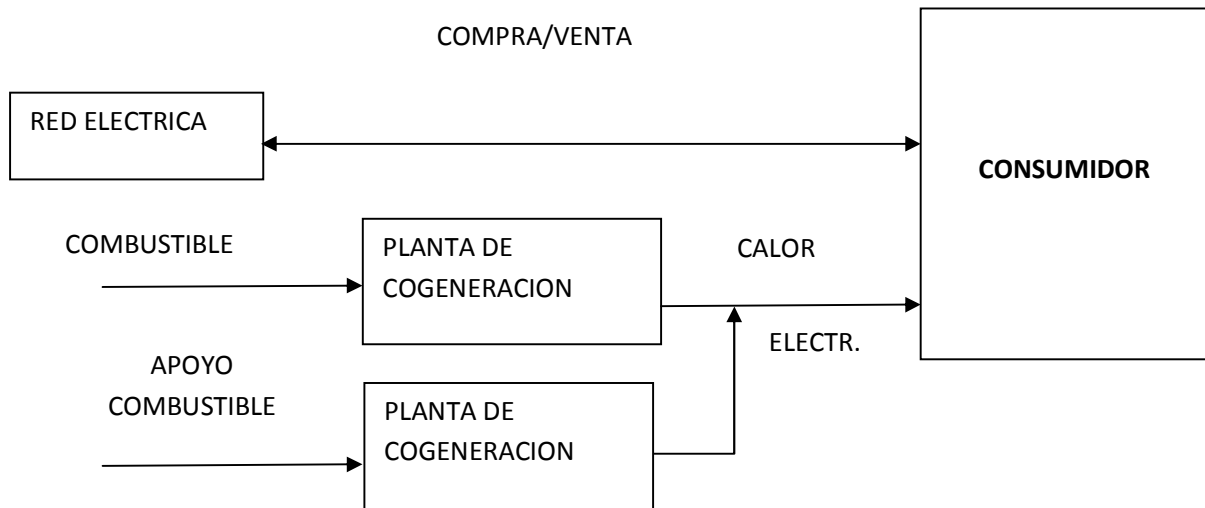


1.2 CENTRALES DE CICLO COMBINADO

Para entrar propiamente en el tema de las Centrales de Generación del tipo Ciclo combinado, tenemos que hablar del término cogeneración. Los sistemas de cogeneración son sistemas de producción conjunta de electricidad (o energía mecánica) y de energía térmica útil (calor) partiendo de un único combustible. El gas natural es la energía primaria más utilizada para el funcionamiento de las centrales de cogeneración de electricidad calor, las cuales funcionan con turbinas o motores de gas. No obstante, también se pueden utilizar fuentes de energía renovables y residuos como biomasa o residuos que se incineran.



En un proceso de cogeneración, el calor se presenta en forma de vapor de agua a alta presión o en forma de agua caliente. Por ejemplo, se puede utilizar el vapor caliente que sale de una turbina de producción de energía eléctrica, para suministrar energía para otros usos. Hasta hace poco lo usual era dejar que el vapor se enfriara, pero con esta técnica, con el calor que le queda al vapor se calienta agua para distintos usos. Aquí es donde entran la cogeneración, es decir, en el aprovechamiento del calor residual; los sistemas de cogeneración presentan rendimientos globales del orden del 85%, lo que implica que el aprovechamiento simultáneo de electricidad y calor favorezca la obtención de elevados índices de ahorro energético, así como una disminución importante de la factura energética, sin alterar el proceso productivo, ahorro energético que se incrementa notablemente si se utilizan energías residuales.



En una central eléctrica tradicional los humos salen directamente por la chimenea, mientras que en una planta de cogeneración los gases de escape se enfrían transmitiendo su energía a un circuito de agua caliente/vapor. Una vez enfriados los gases de escape pasan a la chimenea.

Las centrales de cogeneración de electricidad-calor pueden alcanzar un rendimiento energético del orden del 90%. El procedimiento es más ecológico, ya que durante la combustión el gas natural libera menos dióxido de carbono (CO₂) y óxido de nitrógeno (NOX) que el petróleo o el carbón. El desarrollo de la cogeneración podría evitar la emisión de 127 millones de toneladas de CO₂ en la Unión Europea (UE) en 2010 y de 258 millones de toneladas en 2020, ayudando a cumplir los objetivos fijados en el **Protocolo de Kioto**.

Ventajas:

- Ahorra energía y mejora la seguridad del abastecimiento.
- Disminuye las pérdidas de la red eléctrica, especialmente porque las centrales de cogeneración se suelen situar próximas a los lugares de consumo
- Aumenta la competencia entre los productores
- Permite crear nuevas empresas
- Se adapta bien a las zonas aisladas o ultraperiféricas

Existen plantas con motores alternativos que utilizan gas, gasóleo o fuel-oil como combustible. Son muy eficientes eléctricamente, pero son poco eficientes térmicamente. El sistema de recuperación térmica se diseña en función de los requisitos de la industria y en general se basan en la producción de vapor a baja presión (hasta 10 bares), aceite térmico y en el aprovechamiento del circuito de alta temperatura del agua de refrigeración del motor. Son también adecuadas la producción de frío por absorción, bien a través del vapor generado con los gases en máquinas de doble efecto, o utilizando directamente el calor del agua de refrigeración en máquinas de simple efecto.

También hay plantas con turbinas de vapor, en estos sistemas, la energía mecánica se produce por la expansión del vapor de alta presión procedente de una caldera convencional. El uso de esta turbina fue el primero en cogeneración. Actualmente su aplicación ha quedado prácticamente limitada como complemento para ciclos combinados o en instalaciones que utilizan combustibles residuales, como biomasa o residuos que se incineran.

La aplicación conjunta de una turbina de gas y una turbina de vapor es lo que se denomina "Ciclo Combinado".

Hay también plantas con turbinas de gas, en los sistemas con turbina de gas se quema combustible en un turbogenerador, cediendo parte de su energía para producir energía mecánica. Su rendimiento de conversión es inferior al de los motores alternativos, pero presentan la ventaja de que permiten una recuperación fácil del calor, que se encuentra concentrado en su práctica totalidad en sus gases de escape, que está a una temperatura de unos 500°C, idónea para producir vapor de agua, en un generador de recuperación.

Se diferencian 2 tipos de ciclos:

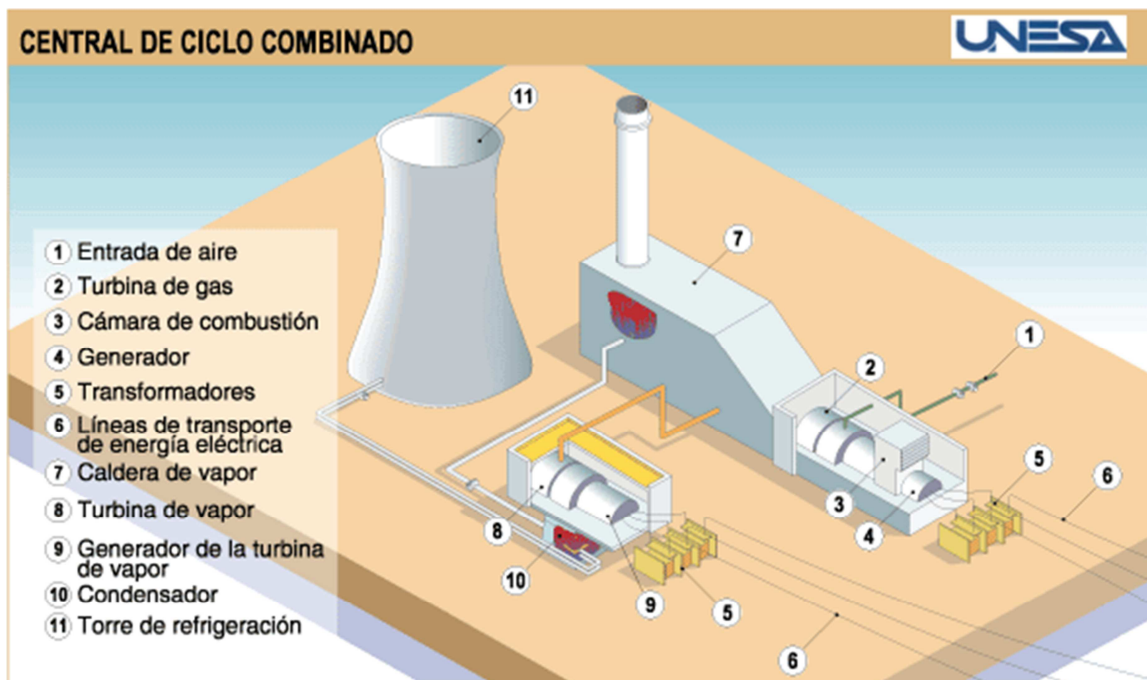
- a) Simple: cuando el vapor se produce a la presión de utilización del usuario.
- b) Combinado: cuando el vapor se produce a alta presión y temperatura para su expansión previa en una turbina de vapor.

Hablando de la planta del primer inciso, anterior, es la planta clásica de cogeneración y su aplicación es adecuada cuando los requisitos de vapor son importantes (>10 t/h), situación que se encuentra

fácilmente en numerosas industrias (alimentación, química, papelera). Son plantas de gran fiabilidad y económicamente rentables cuando están diseñadas para una aplicación determinada.

El diseño del sistema de recuperación de calor es fundamental, pues su economía está directamente ligada al mismo, ya que a diferencia de las plantas con motores alternativos el precio del calor recuperado es esencial en un ciclo simple de turbina de gas.

Una vez descritos los antecedentes de la cogeneración podríamos definir una Central de Ciclo Combinado (CC): como un Sistema Energético altamente eficiente, de bajos costes de inversión en comparación con los restantes Sistemas Energéticos de Generación de Electricidad, de un corto plazo de ejecución, con una gran flexibilidad de operación, con un bajo impacto ambiental, que puede instalarse próximo a los Centros de consumo; con el consiguiente ahorro en pérdidas por transporte, y sin que sea necesario instalar nuevas líneas de Alta Tensión, y usando un combustible, de fácil transporte y manejo como es el Gas Natural.

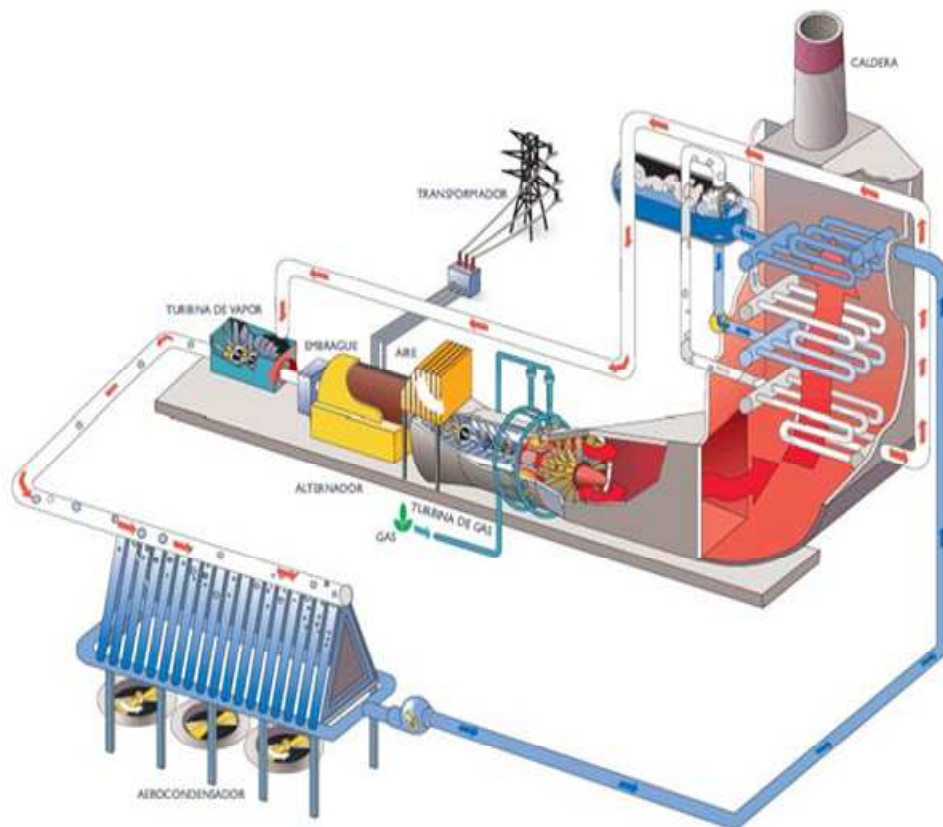


Un Ciclo Combinado ayuda a absorber una parte del vapor generado en el ciclo simple y permite, por ello, mejorar la recuperación térmica, o instalar una turbina de gas de mayor tamaño cuya

recuperación térmica no estaría aprovechada si no se utilizara el vapor en una segunda turbina de contrapresión.

El Ciclo Combinado permite una amplia variedad de configuraciones para adaptarse a las necesidades de cada mercado: subidas y bajadas rápidas de carga, cortos tiempos de arranque partiendo de máquina parada o bien en reserva fría, así como de reserva rodante,...etc.

El proceso de vapor es esencial, en un Ciclo Combinado para lograr la eficiencia del mismo. La selección de la presión y la temperatura del vapor vivo, se hace en función de las turbinas de gas y vapor seleccionadas, selección que debe realizarse con criterios de eficiencia y economía. Por ello se requiere la existencia de experiencias previas e "imaginación responsable" para crear procesos adaptados a un centro de consumo, que al mismo tiempo dispongan de gran flexibilidad que posibilite su trabajo eficiente en situaciones alejadas del punto de diseño.



Si a las características generales de los Ciclos Combinados añadimos la liberalización de los mercados eléctricos facilitando la entrada de nuevos generadores y el hecho, al menos de partida, de un combustible barato, tendremos la explicación del entusiasmo por este tipo de instalaciones, y la gran afluencia en las dos últimas décadas en nuestro país.

Las nuevas inversiones en ciclo combinado se caracterizan por adjudicarse bajo la modalidad de “Productores Independientes de Energía”. Esto trae como consecuencia la contratación de la mayor parte de los equipos en el extranjero, con una baja participación de Comisión Federal de Electricidad de bienes de equipos, en las que la contratación por paquete y una ingeniería de integración, daba más oportunidades de participar a los suministradores nacionales.



Esta moda impuesta por las exigencias de las entidades financieras de un responsable único para la financiación de los proyectos, se está extendiendo incluso a los proyectos que no son financiados, con una repercusión negativa en la industria, en las ingenierías y en la calidad final.

Se han resaltado las ventajas que tienen los Ciclos Combinados, y el porqué del entusiasmo por este tipo de instalaciones. No hemos dicho nada del precio del combustible, que como componente principal del costo del kWh, fue uno de los principales factores motivadores de las inversiones en Ciclos Combinados. Hace años el precio horizonte que bajaba para cuando entraban en servicio los Ciclos Combinados. Hoy el panorama es distinto y los precios del gas a futuro, ligados a la cotización del petróleo, del dólar y a la presión de la demanda, presentan incertidumbres, a parte de un incremento importante de costo.

Por otra parte, no todo son virtudes en los Ciclos Combinados, también tienen sus puntos débiles, como es el mal comportamiento de la eficiencia a cargas parciales, lo que unido al elevado costo del combustible y al menor valor del kWh en horas pico, obligará a replantear su operativa y tal vez la conveniencia de diversificar la Generación de Energía Eléctrica.

La estructura de costos de generación nos indica que el factor decisivo de las inversiones de cara al futuro va a ser el costo del combustible, y este factor, junto a las consideraciones medioambientales relacionadas con las emisiones de CO₂, y su manejo, van a determinar en el futuro la continuidad ó no de las inversiones masivas en Ciclos Combinados. Una variante del ciclo combinado, es el ciclo combinado a condensación.

Ciclo combinado a condensación: Variante del ciclo combinado de contrapresión clásico, se basa en procesos estrictamente cogenerativos. Se basa en una gran capacidad de regulación ante demandas de vapor muy variables.

El proceso clásico de regulación de una planta de cogeneración consiste en evacuar gases a través del by-pass cuando la demanda de vapor es menor a la producción y utilizar la post-combustión cuando sucede lo contrario; bajando sensiblemente su potencia, no se consigue su adaptación a la demanda de vapor, debido a una importante bajada en el rendimiento de recuperación, ya que los gases de escapa mantienen prácticamente su caudal y bajan ostensiblemente su temperatura. Por ellos, las pérdidas de calor se mantienen prácticamente constantes, y la planta deja de cumplir los requisitos de rendimiento.

Por el contrario, un ciclo de contrapresión y condensación permite aprovechar la totalidad del vapor generado, regulando mediante la condensación del vapor que no puede usarse en el proceso, produciendo una cantidad adicional de electricidad.

La producción de energía eléctrica y su costo, en las centrales de ciclo combinado, está relacionada por la eficiencia de sus procesos con las condiciones ambientales bajo las cuales se llevan a cabo. Estos procesos requieren del monitoreo continuo de las condiciones de: temperatura ambiente, humedad ambiental y presión atmosférica. Para la medición de estas magnitudes se utilizan: termómetros, higrómetros y barómetros de tipo transmisor que conforman la estación meteorológica.

Dichos instrumentos requieren estar bajo estricto control metrológico debido al impacto que sus errores e incertidumbres de medición tienen sobre el proceso de facturación de la energía producida. Se presentan las experiencias con Productores Independientes de Energía eléctrica y los criterios para evaluar y determinar:

- a) La consistencia entre la capacidad de medición de los instrumentos involucrados y los requisitos: técnicos, normativos y legales del proceso, así como los criterios prácticos para:
- b) Evaluar la conformidad de los resultados de calibración de dichos instrumentos contra las tolerancias que para estos instrumentos se obtienen del proceso de evaluación de consistencia.

CENTRAL ELÉCTRICA DE CICLO COMBINADO (CCC)



1.3 PRODUCTORES EXTERNOS DE ENERGÍA (PIE'S) o Productores Independientes de Energía (PIE'S).

Los Productores Independientes de Energía, significa:

- “Es cualquier persona o sociedad que proporciona capacidad de generación de energía eléctrica utilizando sus propios recursos para desarrollar, construir y operar una Central de generación eléctrica y venderle toda la energía eléctrica a la C.F.E., quien la distribuye a través del sistema de transmisión que tiene en el país.

En México, han entrado en operación 22 centrales eléctricas de ciclo combinado operadas inicialmente por las compañías: Iberdrola (española) en Monterrey III y Altamira III y IV; Electricité de France (francesa) en Saltillo y Río Bravo II y III; AES (norteamericana) en Mérida III; Mitsubishi (japonesa) en Tuxpan II y Altamira II; Unión FENOSA (española) en Hermosillo, Agua Prieta y Tuxpan III y IV; Trans Alta (canadiense) en Campeche II y Chihuahua III; Intergen (norteamericana) en Mexicali y otras más con una capacidad de 11907 MW demostrados. Aunque dentro de los Productores Independientes de Energía ha habido cambios, como en Electricité de France, que fue comprada por Compañías Mexicanas de Gestión (COMEGO) y después esta fue absorbida por Gas Natural y esta a su vez en el año 2009 vendió los activos de COMEGO a Mitsui una empresa japonesa, y este tan solo es una de los tantos cambios que se han dado dentro de los Productores Independientes de Energía

Organismos reguladores

Los productores independientes forman la AMEE - Asociación Mexicana de Energía Eléctrica. Para autorizar la operación en México de estas centrales generadoras de energía eléctrica, se encuentran bajo la regulación y evaluación de organismos como:

CFE - Comisión Federal de Electricidad

CRE - Comisión Reguladora de Energía

SENER - Secretaría de Energía

1.3.1 Esquema bajo la Ley de Productor Independiente de Energía.

Marco Legal y Antecedentes

A partir del 14 de agosto de 1937 se constituyó formalmente la Comisión Federal de Electricidad (CFE), con el objetivo “organizar y dirigir un sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, basado en principios técnicos y económicos, sin propósito de lucro y con la finalidad de obtener con un costo mínimo, el mayor rendimiento posible en beneficio de los intereses generales”.

Hacia 1960, la CFE aportaba el 54% de la capacidad instalada y sólo el 44% de la población contaba con electricidad, razón por la cual el presidente Adolfo López Mateos presentó al Senado de la República el 25 de octubre de 1960, una iniciativa para adicionar el párrafo sexto del artículo 27 constitucional, con el fin de nacionalizar la industria eléctrica, es decir para reservar de manera exclusiva a la nación la generación, conducción, transformación, distribución y abastecimiento de energía eléctrica.

En este contexto, el 22 de diciembre de 1975 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, misma que ha sufrido diversas modificaciones ocurridas en 1983, 1986, 1989, 1992, hasta llegar a su última reforma del 22 de diciembre de 1993, en la que se establece en su artículo tercero que ya no se considera servicio público lo siguiente:

- I. La generación de energía eléctrica para autoabastecimiento, cogeneración o pequeña producción;
- II. La generación de energía eléctrica que realicen los productores independientes para su venta a la Comisión Federal de Electricidad;
- III. La generación de energía eléctrica para su exportación, derivada de cogeneración, producción independiente y pequeña producción;
- IV. La importación de energía eléctrica por parte de personas físicas o morales, destinada exclusivamente al abastecimiento para usos propios;
- V. La generación de energía eléctrica destinada a uso en emergencias derivadas de interrupciones en el servicio público de energía eléctrica

En diciembre de 1995 se reformó la Ley General de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal y la Ley General de Deuda Pública en sus artículos 30 y 18 respectivamente. Estas reformas dieron lugar a los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo también conocidos como PIDIREGAS. Bajo este esquema de financiamiento se definió como **PIDIREGAS CONDICIONADO** el apartado específico para productores independientes de energía dado que en realidad se trata de la compra de servicios en materia de capacidad y energía.

La contratación de Productores Independientes de Energía se sustenta en la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y la adjudicación de la licitación pública correspondiente se determina de conformidad con el precio nivelado de energía propuesto en pesos/kwh.

La presencia de Productores Independientes de Energía se asoció, en un principio, a la propuesta de Reforma Eléctrica del Ejecutivo Federal donde se planteó la posibilidad de la creación de un mercado eléctrico con independencia de despacho de la CFE, sin embargo, no fue aprobada integralmente la citada Reforma Eléctrica, quedando pendiente este asunto.

Condiciones generales en contratos de Productores Independientes de Energía

1. Se trata de proyectos al amparo de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento;
2. Su objeto consiste en la provisión de la capacidad neta garantizada de energía propuesta por el productor (misma que no deberá ser menor a la solicitada por la CFE) y la venta de la producción neta de energía asociada con dicha capacidad garantizada de acuerdo a los requerimientos de demanda de la CFE, y que para tal efecto, el productor deberá (a) programar, diseñar, construir y llevar a cabo todas aquellas actividades necesarias para poner en operación la central de conformidad con lo establecido en los contratos, (b) operar, ser propietario y mantener la central de conformidad con lo establecido en los contratos, y (c) vender a la CFE exclusivamente la producción neta de energía asociada a la capacidad garantizada por el productor en su propuesta.
3. El riesgo de la construcción y operación recae en los productores por tratarse de una estructura de "proyecto financiado".

4. El plazo del contrato es por 25 años contados a partir del inicio de operación de la central
5. se garantiza el cumplimiento de las obligaciones de los productores (durante construcción y operación) mediante carta de crédito stand by.

Dependiendo de la autorización de la Secretaría de Energía, la responsabilidad del abastecimiento de combustible a la Central puede recaer en la CFE o directamente por el Productor Externo de Energía.

Cuando la CFE es la responsable del abastecimiento, se trata de un Contrato accesorio del Contrato de Capacidad y Energía, y le corresponde contratar la compra de la molécula de gas así como el transporte correspondiente, entregando el gas ya sea en el punto de interconexión con el ducto principal de acceso abierto o en el sitio de la Central, dependiendo de las condiciones en que se encuentre el Sistema de Transporte en la región. El objeto de este contrato consiste en entregar al dueño de la Central aquellas cantidades de gas natural, hasta la capacidad máxima diaria, requeridas para generar la Producción Neta de Energía despachada por la CFE conforme al Contrato de Capacidad y Energía. En él se establecen, entre otras, las condiciones de entrega, como presión, temperatura, punto de entrega, composición del gas, volumen; precio, forma de pago, vigencia, procedimiento de medición, indemnizaciones, etc.

En el caso de que el Productor sea el responsable del suministro, entonces éste deberá contratar y hacer todos los arreglos necesarios para llevar el combustible desde la cuenca más cercana hasta las Instalaciones.

El gas natural puede suministrarse de fuentes de producción nacional o de importación, ya sea, esta última, gas continental procedente de EUA, o gas natural licuado, de otras partes del Mundo.

Al suministrarse gas nacional o mezcla con gas de importación, le es aplicable la regulación que en materia de gas natural emite la Comisión Reguladora de Energía (CRE), en donde se establecen los parámetros técnicos, económicos y financieros que se deben cumplir para efectos de ventas de primera mano, transporte, distribución y almacenamiento de gas natural. En caso de suministrarse gas de importación, son empleadas las prácticas del mercado internacional, principalmente las

establecidas en los mercados relevantes del Sur de Texas, EUA; las cuales son reguladas por la Federal Energy Regulatory Commission (FERC).

1.3.2 Tipos de generación de capacidad de energía, usados por los PIE's

Los Productores Independientes de Energía han implementado como base de su generación, principalmente Centrales de Ciclo combinado, comienzan a tener influencia en el campo de la generación eólica, pero en más del 95% de la producción de capacidad instalada, en el territorio mexicano, es de origen termoeléctrico.

En la siguiente tabla, podemos ver la capacidad de las centrales que hasta el día de hoy están en funcionamiento, así como la fecha de entrada de operación.



N o.	Central Ciclo Combinado	Razón Social	Consorcio	Ubicación
1	Mérida III	AES Mérida III, S. de R.L. de C.V. A. en P.	AES / Hermes / Sojitz	Mérida, Yucatán
2	Hermosillo	Fuerza y Energía de Hermosillo, S.A. de C.V.	Gas Natural	Hermosillo, Sonora
3	Saltillo	Central Saltillo, S.A. de C.V.	Mitsui & Co., Ltd.	Ramos Arizpe, Coahuila
4	Tuxpan II	Electricidad Águila de Tuxpan, S. de R.L. de C.V.	Mitsubishi Corporation / Kyuden International	Tuxpan, Veracruz
5	Río Bravo II (Anáhuac)	Central Anáhuac, S.A. de C.V.	Mitsui & Co., Ltd.	Valle Hermoso, Tamaulipas
6	Bajío	Energía Azteca VIII, S. de R.L. de C.V.	Intergen	San Luis de la Paz, Querétaro
7	Monterrey III	Iberdrola Energía Monterrey, S.A. de C.V.	Iberdrola Energía	Pesquería, Nuevo León
8	Altamira II	Electricidad Águila de Altamira, S. de R.L. de C.V.	Mitsui & Co., Ltd.	Altamira, Tamaulipas
9	Tuxpan III y IV	Fuerza y Energía de Tuxpan, S.A. de C.V.	Gas Natural	Tuxpan, Veracruz
10	Campeche	Energía Campeche, S.A. de C.V.	Intergen	Palizada, Campeche
11	Mexicali	Energía Azteca X, S. de R.L. de C.V.	Intergen	Mexicali, Baja California
12	Chihuahua III	Energía Chihuahua, S.A. de C.V.	Intergen	Juárez, Chihuahua

13	Naco-Nogales	Fuerza y Energía de Naco-Nogales, S.A. de C.V.	Gas Natural	Agua Prieta, Sonora
14	Altamira III y IV	Iberdrola Energía Altamira, S.A. de C.V.	Iberdrola Energía	Altamira, Tamaulipas
15	Río Bravo III	Central Lomas de Real, S.A. de C.V.	Mitsui & Co., Ltd.	Valle Hermoso, Tamaulipas
16	La Laguna II	Iberdrola Energía La Laguna, S.A. de C.V.	Iberdrola Energía	Gómez Palacio, Durango
17	Río Bravo IV	Central Valle Hermoso, S.A. de C.V.	Mitsui & Co., Ltd.	Valle Hermoso, Tamaulipas
18	Valladolid III	Compañía de Generación Valladolid, S. de R.L. de C.V.	Mitsui & Co., Ltd. / Valladolid International Investments	Valladolid, Yucatán
19	Tuxpan V	Electricidad Sol de Tuxpan, S. de R.L. de C.V.	Mitsubishi Corporation / Kyuden International	Tuxpan, Veracruz
20	Altamira V	Iberdrola Energía del Golfo, S.A. de C.V.	Iberdrola Energía	Altamira, Tamaulipas
21	Tamazunchale	Iberdrola Energía Tamazunchale, S.A. de C.V.	Iberdrola Energía	Tamazunchale, San Luis Potosí
22	Norte	Fuerza y Energía de Norte Durango, S.A. de C.V.	Gas Natural	Durango, Durango

Debido a que estos organismos independientes, solamente pueden vender en grandes cantidades la energía a Comisión Federal de Electricidad, y solamente con ella han celebrado contratos de compra y venta de energía, se han formulado unos esquemas de pago, que van de acuerdo a las necesidades inherentes de generación de las plantas, aunque, en algunos caso se ven en demasía, beneficiados, por estos cargos, también cabe resaltar que los cargos más fuertes en cuanto a éstos, son los relacionados con el combustible, que en estos casos, es gas natural.

Centrales Tipo Termoeléctrica Convencional, Combustión Interna y Eólica de CFE

Ubicación geográfica de las plantas Generadoras



	CENTRAL	U's	TOTAL MW
TERMOELÉCTRICAS			
1	PRESIDENTE JUÁREZ	6	320.00
2	PUNTA PRIETA II	3	112.50
3	PUERTO LIBERTAD	4	632.00
4	GUAYMAS II	4	484.00
5	GUAYMAS I	2	0.00
6	TOPOLOBAMPO	3	320.00
7	MAZATLÁN II	3	616.00
8	SAMALAYUCA	2	316.00
9	FRANCISCO VILLA	5	300.00
10	LA LAGUNA	1	0.00
11	LERDO	2	320.00
12	SAN JERÓNIMO	2	0.00
13	MONTERREY	6	0.00
14	RÍO BRAVO	1	300.00
15	MANZANILLO I	4	1200.00
16	MANZANILLO II	2	700.00
17	VILLA DE REYES	2	700.00
18	SALAMANCA	4	866.00
19	TULA	5	1605.60
20	VALLE DE MÉXICO	3	450.00
21	ALTAMIRA	4	800.00
22	TUXPAN	6	2100.00
23	POZA RICA	3	117.00
24	LERMA	4	150.00
25	NACHI-COCOM	2	0.00
26	MÉRIDA II	2	168.00
27	CARRILLO PUERTO	2	75.00
COMBUSTION INTERNA			
28	BAJA CALIFORNIA SUR	2	78.90
29	GUERRERO NEGRO	3	10.80
30	STA. ROSALIA	11	13.00
31	YÉCORA	4	1.80
32	HOL-BOX	8	3.20
EOLICA			
33	LA VENTA	104	84.65

Centrales Tipo Ciclo Combinado, Turbogás y Dual

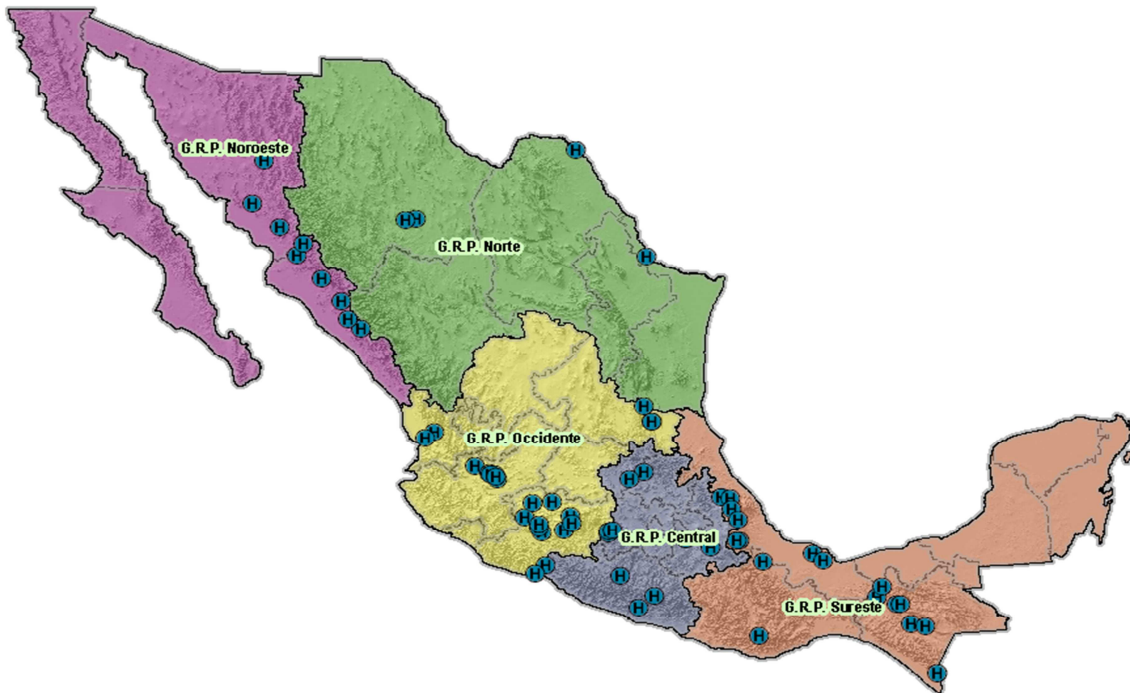


	CENTRAL	U's	TOTAL MW
CICLO COMBINADO			
1	PDTE. JUÁREZ	4	773.00
2	HERMOSILLO	2	227.022
3	EL SAUZ	7	603.00
4	TULA	6	489.00
5	VALLE DE MÉXICO	4	549.30
6	SAN LORENZO POTENCIA	3	432.12
7	GÓMEZ PALACIO	3	239.80
8	SAMALAYUCA II	6	521.76
9	HUINALÁ	5	377.66
10	HUINALÁ II	2	450.20
11	CHIHUAHUA II (ENCINO)	5	619.40
12	RÍO BRAVO	3	211.12
13	DOS BOCAS	6	452.00
14	VALLADOLID	3	220.00

CARBÓN			
15	RIO ESCONDIDO	4	1,200.00
16	CARBÓN II	4	1,400.00
DUAL			
17	PETACALCO	7	2,778.36

TURBOGAS			
18	TIJUANA	3	150.00
19	HUINALA	6	150.00
20	TUXPAN	7	163.00

Centrales Tipo Hidroeléctrica y Geotermoeléctrica



CENTRAL	U's	TOTAL MW
HIDROELÉCTRICAS		
EL NOVILLO	3	135.00
HUITES	2	422.00
BACURATO	2	92.00
HUMAYA	2	90.00
COMEDERO	2	100.00
FALCÓN	3	31.50
LA AMISTAD	2	66.00
AGUAMILPA	3	960.00
AGUA PRIETA	2	240.00
VILLITA	4	300.00
INFIERNILLO	6	1120.00
EL CAJÓN	1	750.00
EL CARACOL	3	600.00
ZIMAPÁN	2	292.00
PEÑITAS	4	420.00
MALPASO	6	1080.00
CHICOASÉN	8	2400.00
ANGOSTURA	5	900.00
TEMASCAL	6	354.00
MAZATEPEC	4	220.00

CENTRAL	U's	TOTAL MW
GEOTERMoeLECTRICAS		
CERRO PRIETO II	5	180.00
CERRO PRIETO II	2	220.00
CERRO PRIETO III	2	220.00
CERRO PRIETO IV	4	100.00
TRES VIRGENES	2	10.00
LOS AZUFRES	15	194.50
HUMEROS	8	40.00

Estructura General de los Pagos

Cargos por Capacidad *	
Fijo por Capacidad	Corresponde a la recuperación de la inversión asociada a la disponibilidad de la central
Fijo por Operación y mantenimiento	Corresponde a los costos fijos de materiales, mano de obra y refacciones de la central
Fijo por reserva de capacidad	Asociado a tarifas de transporte de gas de la CRE

Cargos por Energía	
Por Combustible	Asociado a un consumo térmico garantizado por el Productor
Variable de Operación y Mantenimiento	Asociado a la cantidad de energía entregada por el Productor
Cargo por Arranques	Asociado a las instrucciones de despacho de la propia Comisión

* Estos cargos se pagan independientemente del despacho de la Central

Programa de incremento en la capacidad instalada

Con base en los lineamientos de política energética formulados por la SENER para las fuentes de generación, se ha limitado la dependencia del gas natural en el sector eléctrico, por lo que la capacidad adicional de generación para licitaciones futuras por parte de la CFE se han definido como tecnología libre.

Aún cuando para la planeación de largo plazo se toman en cuenta los lineamientos de política energética para elaborar los requerimientos futuros de generación, la tecnología de ciclo combinado mantiene una participación importante. El atractivo de esta opción es la alta eficiencia y la limpieza en el proceso de conversión de la energía.

Asimismo, existen proyectos de centrales que se licitarán en función de su fecha programada de entrada en operación comercial, quedando pendiente en la mayoría de los casos la definición de la tecnología a utilizar así como esquema bajo los cuales serán construidos y operados. De acuerdo con el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico, 2010-2024, elaborado por la CFE, se tiene previsto incrementar la capacidad instalada en centrales de ciclo combinado y de tecnología libre.

Fortalezas

- La inversión en la elaboración del Proyecto y en la construcción de las Centrales, es íntegramente financiado por los Productores Independientes de Energía; Comisión Federal de Electricidad realiza el primer pago después de haber recibido y comercializado la energía generada durante la etapa de pruebas y la del primer mes de operación comercial.
- Corresponde a los Productores Independientes de Energía la operación de las Centrales; por lo tanto, están garantizados los mantenimientos preventivos así como aquellos correctivos ante la presencia de fallas y su ejecución no depende de una autorización de recursos por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
- Los Productores independientes de Energía han garantizado valores de disponibilidad y eficiencia térmica durante la vida útil de las Centrales, lo que permite una mejor programación del despacho de Centrales y mayor certeza en que la eficiencia de las mismas no se perderá al paso de los años.
- El esquema de Productores Independientes de Energía ha tenido un reconocimiento a nivel internacional, lo que se evidencia con la entrada de nuevos participantes a través de ventas de Centrales las que, en términos generales, se han llevado a cabo en valores más altos del que contablemente tienen las instalaciones.
- En esta última década, con la participación de los Productores Independientes de Energía, se ha generado un ambiente de confianza y certidumbre en los inversionistas tanto nacionales como extranjeros ya que la Comisión Federal de Electricidad ha pagado en tiempo y forma todas las facturas que le han presentado; asimismo, ante la seriedad de la CFE se ha generado con los Productores Independientes de Energía un trato justo y equitativo, honrando en todo momento lo pactado contractualmente.
- Al ser Proyectos de Impacto Diferido en el Registro del Gasto (PIDIREGAS) los costos que significan los contratos son recuperados con los ingresos que las Centrales generan y en la mayoría de los casos se tiene un remanente a favor de la CFE.

Debilidades

- En caso de que se presente alguna falla y ésta ocasione que la Central deje de generar electricidad y, como consecuencia, salga del Sistema Eléctrico Nacional, la Comisión Federal de Electricidad tiene que restablecer, en el menor tiempo posible, el servicio público de la energía eléctrica, en tanto

que los Productores Independientes de Energía, dan prioridad a los aspectos económicos que menos afecten sus utilidades.

- En virtud de tratarse de contratos de largo plazo (25 años) de absoluta rigidez, cualquier cambio de circunstancias hace prácticamente imposible adecuar el contenido de los mismos, debido a las repercusiones que se presentan mediante observaciones de los organismos fiscalizadores.
- La capacidad y generación de energía eléctrica por los Productores Independientes de Energía se encuentra en los niveles cercanos a los máximos convenientes de acuerdo a las políticas públicas fijadas.
- No se aprobó integralmente la reforma eléctrica y por tanto hay indefiniciones en cuanto al futuro de las instalaciones propiedad de los Productores Independientes de Energía a la terminación de los Contratos
- A finales de 2009 el Balance entre las reservas probadas de gas natural y el consumo de dicho combustible es de 8.2 años por lo que de no fortalecerse el esquema de importaciones de Gas Natural Licuado o incrementar el desarrollo de nuevos campos de extracción de este combustible no habrá suficiente gas para alimentar la producción de energía eléctrica de Productores Independientes de Energía.

2. REGULACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL.

Los mercados eléctricos competitivos han sido diseñados para mejorar el costo y calidad de los sistemas interconectados. Tensión y frecuencia son indicadores que permiten medir los parámetros y los participantes del sistema eléctrico (demanda, distribución, transmisión, generación y operaciones) son los responsables de esta calidad de sistema para los usuarios que día a día necesitan una energía eléctrica más exacta y continua.

Resulta indispensable conocer el verdadero valor de los parámetros y si esto se puede hacer instante a instante es posible determinar que generador no cumple con la regulación de frecuencia.

Las necesidades inherentes al crecimiento de los Sistemas Eléctricos de Potencia (SEP's), demandan una evolución similar en las estrategias de operación y control de los mismos.

El avance en la tecnología de los Sistemas de Administración de Energía, permiten el manejo de la información en Tiempo Real para lograr los objetivos de la empresa.

El control de frecuencia en los Sistema Eléctrico de Potencia, es uno de los objetivos primordiales de los Centros de Control.

El control de frecuencia en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) se realiza de forma centralizada en el Centro Control con el objeto de dar seguimiento a la planeación de la operación, que se realiza a diferentes horizontes de tiempo (Corto, mediano y largo Plazo), de tal forma de optimizar y coordinar los diferentes recursos de generación disponible, así como el uso de la red de transmisión. Referente al control y administración de energía, en el cual reside el Control Automático de Generación (AGC), que es la herramienta en tiempo real que tiene como objetivo principal mantener los valores de frecuencia e intercambio neto a valores programados. Además de incorporar el factor económico a la operación del sistema mediante la ejecución de un Despacho Económico en Tiempo real.

La interconexión del SEN con Centroamérica, ofrece la oportunidad de migrar a estándares de confiabilidad y control internacionales, para participar en un mercado de energía confiable.

Como la frecuencia eléctrica está ligada al balance de potencia activa en el sistema eléctrico, suele hablarse indistintamente de control de frecuencia, control de potencia, o control de frecuencia-potencia. De manera breve puede decirse que la frecuencia del sistema y los flujos de potencia por determinadas líneas son las variables que se quieren controlar, y las potencias entrantes a los generadores son las variables empleadas para controlarlas.

Aunque la frecuencia de un sistema eléctrico es la misma en todos sus nudos únicamente cuando el sistema se encuentra en régimen permanente, al estudiar el control frecuencia-potencia, asumimos que las desviaciones del punto de equilibrio son pequeñas, y que la frecuencia puede considerarse la misma en todos los nudos del sistema. Por ello, el control de frecuencia es un problema que se aborda de manera global. En este sentido es distinto al control de tensión, eminentemente local y que afecta, salvo en casos muy especiales como el colapso de tensión, a un conjunto limitado de nudos. Así, los sistemas de control de frecuencia y de tensión se conciben de forma independiente, aprovechando el débil acoplamiento entre el flujo de potencia reactiva y las tensiones, por un lado, y el flujo de potencia activa, los ángulos de tensión y la frecuencia, por otro.

La potencia generada en cada planta debe atender también a otros requerimientos además de la frecuencia, fundamentalmente compromisos adoptados durante el funcionamiento del mercado eléctrico. Estos compromisos se refieren tanto a la producción en cada planta como al intercambio de potencia entre áreas de control vecinas. En la actualidad, dada la extensión geográfica alcanzada por los sistemas eléctricos modernos y la variedad de instituciones involucradas en su organización, éstos se dividen en áreas interconectadas para facilitar su gestión técnica y económica. Las transacciones de energía en un instante determinado entre áreas quedan programadas con antelación, y cada área debe disponer de las suficientes reservas de energía para hacer frente a sus posibles desequilibrios entre generación y demanda.

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones relativas a la potencia, el control de frecuencia debe conseguir que

- Se mantenga el equilibrio entre generación y demanda
- Se mantenga la frecuencia de referencia en el sistema
- Se cumplan los compromisos de intercambio de energía con las áreas vecinas
- Se mantenga la suficiente energía de reserva

Todo ello, además, debe organizarse dentro del marco regulatorio vigente, correspondiente a un mercado de energía competitivo.

Para cumplir estos objetivos, el control frecuencia-potencia se organiza en tres niveles: primario, secundario y terciario. Cada uno de los niveles opera en un margen de tiempo e involucra un conjunto de variables provenientes de una parte más o menos amplia del sistema eléctrico:

Definiciones.

Reserva de regulación primaria: Se define la banda de regulación primaria del sistema como el margen de potencia en el que los grupos generadores pueden modificar su potencia generada de forma automática y en los dos sentidos, mediante la actuación de su regulador de velocidad, en caso de producirse un desvío de frecuencia.

Esta es la regulación rápida de la generación destinada a equilibrar los apartamientos de la frecuencia respecto del setpoint previsto y compensar los requerimientos variables de la demanda, cuando el sistema eléctrico se encuentra en régimen de operación normal.

Se realiza a través de los sistemas de control instalados en los generadores que permiten modificar en forma automática su producción de potencia.

Reserva de regulación secundaria: Se define la reserva de regulación secundaria del sistema como el margen de variación de potencia en el que el regulador secundario del sistema peninsular español puede actuar automáticamente y en los dos sentidos, partiendo del punto de funcionamiento en que se encuentre en cada instante. Viene dada por la suma, en valor absoluto, de las contribuciones individuales de todos los grupos generadores sometidos a este tipo de regulación.

El margen de potencia, en cada uno de los dos sentidos, se conoce como reserva o banda de regulación secundaria a subir o a bajar.

Reserva de regulación terciaria: Está constituida por la variación máxima de potencia a subir o a bajar de todos los grupos generadores del sistema que puede ser movilizada en un tiempo no superior a quince minutos, y que puede ser mantenida, al menos, durante dos horas consecutivas, con objeto de reconstituir la reserva de regulación secundaria.

Determinación de los niveles de reserva.

Dependiendo de la escala de tiempo en que tiene lugar su acción y de la señal que origina su actuación, se establecen cuatro niveles de reserva:

- Reserva de regulación primaria.
- Reserva de regulación secundaria.
- Reserva de regulación terciaria.
- Reserva programable mediante el mecanismo de gestión de desvíos.

El control primario

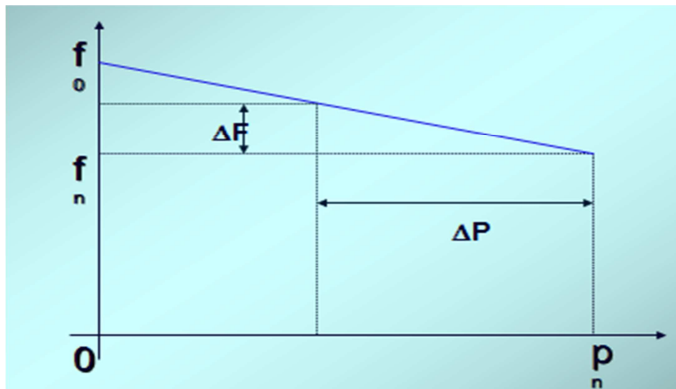
Es el más rápido, operando en un margen de tiempo de entre 2 y 20 segundos. Actúa de forma local en cada generador síncrono, atendiendo a la velocidad de giro del eje. La rapidez de este control está limitada por la propia inercia de los generadores.

Calidad de servicio

Los principales indicadores que se utilizan para evaluar la calidad de servicio en lo que respecta a la Regulación Primaria de Frecuencia son *Estatismo*, *Tiempo de Establecimiento* y *Banda Muerta*.

- **Estatismo**

Es la relación de cambio en la producción de potencia del generador ante un cambio en la frecuencia del sistema al cual está conectado



$$Estatismo = \frac{(F_{final} - F_{inicial}) / F_{nominal}}{-(P_{final} - P_{inicial}) / P_{nominal}} * 100$$

Energía de Regulación.- Característica que define el cambio de carga de una unidad en forma automática a través de su sistema de regulación de frecuencia/potencia.

$$R = - \frac{(\Delta F \text{ pu})}{(\Delta P \text{ pu})} \quad \dots(1)$$

Donde:

$$\frac{1}{R} = - \frac{(\Delta P \text{ pu})}{(\Delta F \text{ pu})} \quad \text{en MW / HZ} \quad \dots (2)$$

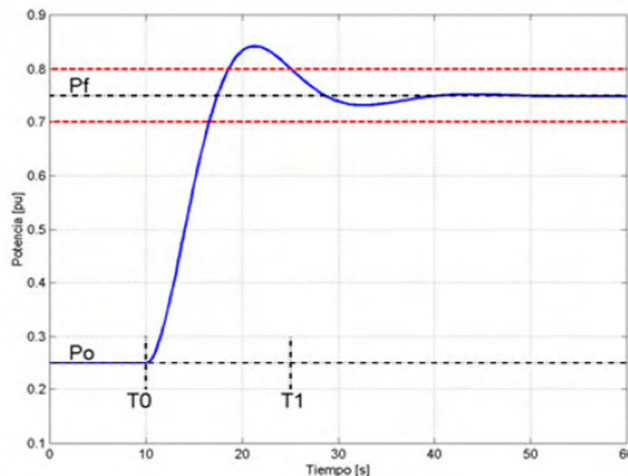
Donde 1/R= Energía de Regulación

Es más común manejarlo como: MW / d Hz

Es muy importante este valor para los Productores Independientes, debido a que en él se determina la banda de tolerancia aplicada a ellos, y en base a la respuesta dada ante una contingencia, se determina la penalización económicamente y en generación o en estado estale según sea el caso requerido por el centro de control.

Tiempo de Establecimiento

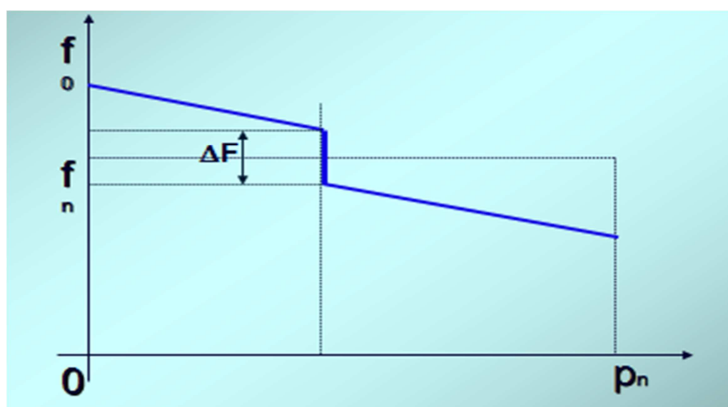
Tiempo que tarda la potencia mecánica de la unidad en ingresar a la banda de 10% del valor final ante una variación en la frecuencia tipo escalón.



Banda Muerta

Característica que define el intervalo de cambio de frecuencia con respecto a la nominal y en el cual no tiene efecto la característica de estatismo, por lo que la unidad no participa en la regulación primaria en esta banda muerta.

Es la banda de variación de frecuencia alrededor de la nominal que no produce cambios en la potencia mecánica de la unidad. La misma puede ser programada para evitar oscilaciones de las válvulas de control o estar presentes en los actuadores



El control secundario

Opera en un margen de tiempo de entre 20 segundos y 2 minutos. Actúa en el ámbito del área de control, atendiendo a la frecuencia y al intercambio de potencia con las áreas vecinas.

El control terciario

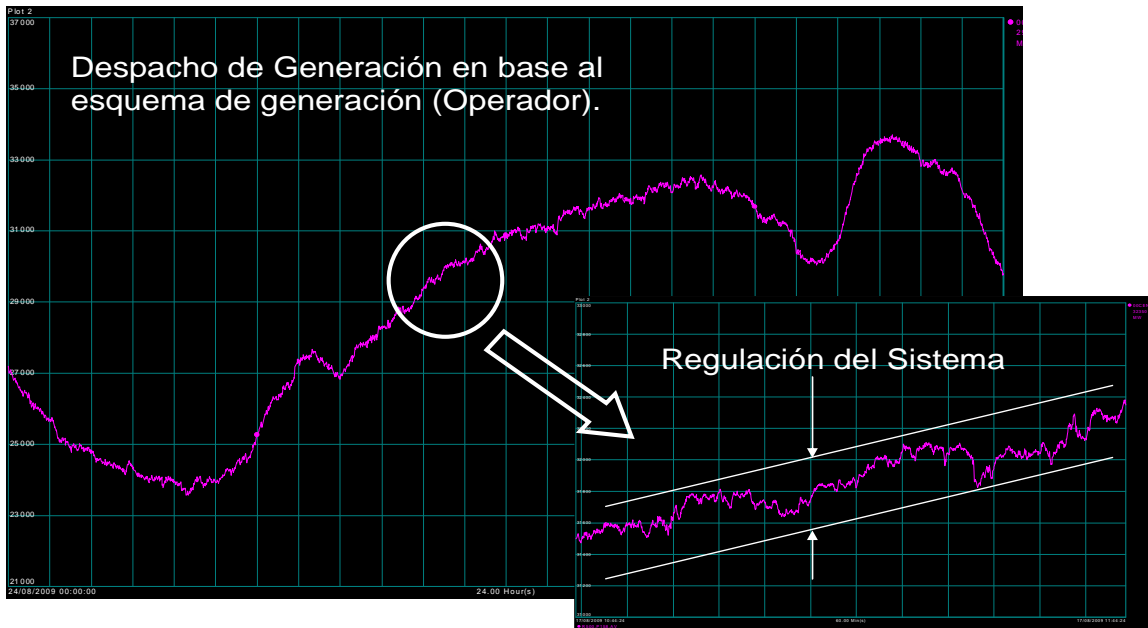
Opera en un margen de tiempo superior a 10 minutos. Actúa en el ámbito de un sistema eléctrico extenso, buscando un reparto de cargas optimizado que asegure suficientes reservas de energía.

2.1 Balance de Carga – Generación.

Balance Carga-Generación.

Las necesidades inherentes al crecimiento de los Sistemas Eléctricos de Potencia (SEP), demandan una evolución similar en las estrategias de operación y control de los mismos. El Avance en la tecnología de los sistemas EMS-SCADA, permite el manejo de la información en tiempo real, para lograr los objetivos en el control y la administración de los recursos. Los sistemas interconectados, cuentan con criterios de confiabilidad que garantice las transacciones externas previamente pactadas. Un objetivo principal de los Centros de Control, es mantener el balance Carga-Generación en el sistema interconectado. El Balance Carga-Generación en el SIN, debe mantenerse de manera continua, cualquier diferencia en este balance, ocasiona una desviación de frecuencia.

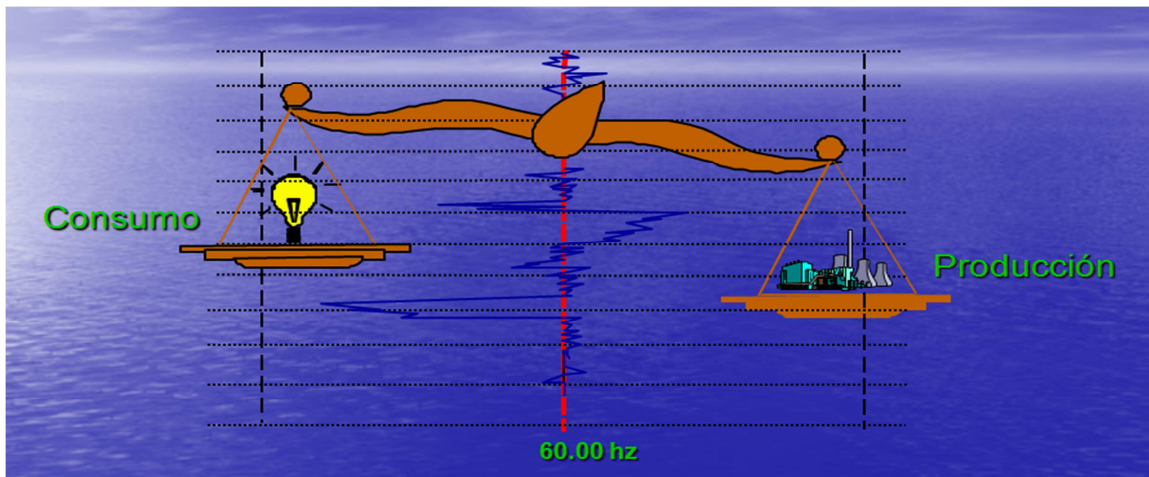
El balance carga-generación en el sistema eléctrico debe mantenerse de manera continua, cualquier diferencia en este balance ocasiona una desviación de frecuencia. Para cumplir con los requisitos de balance y corregir sus diferencias, las unidades generadoras deben ser operadas y controladas en diferentes horizontes de tiempo, de tal forma de cumplir con el consumo y regular la frecuencia del sistema.



Actualmente el balance carga-generación se realiza en diferentes etapas sucesivas, manteniendo una relación entre ellas.

- Despacho de Generación.
- Regulación del Sistema.

Balance Carga – Generación



Despacho de Generación

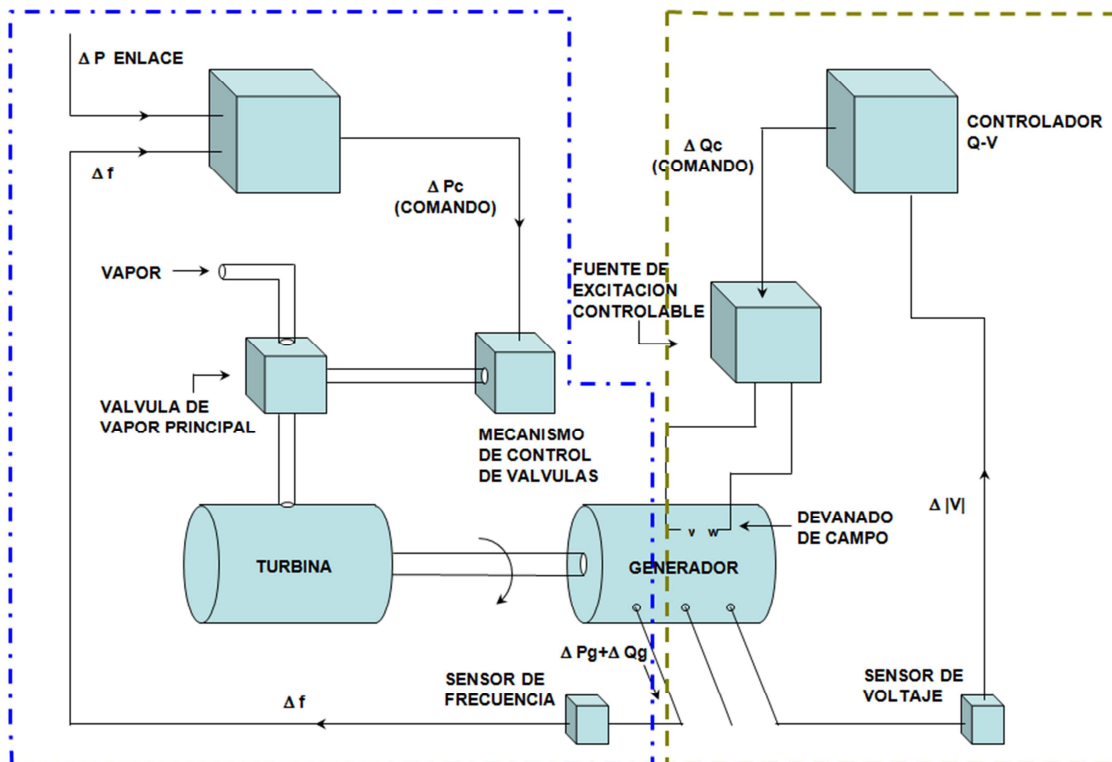
El Despacho de Generación consiste en satisfacer la demanda pronosticada del Sistema Eléctrico, cumpliendo con la asignación de generación establecido en el Esquema de Generación diario (Predespacho).

Las desviaciones que se presentan en la demanda, se cubren con los recursos de generación disponibles, no contemplados en el Predespacho diario, en base a los siguientes criterios de operación

- Estrategia Operativa Semanal.
- Curvas de Costo Incremental.
- Límites de Transmisión.

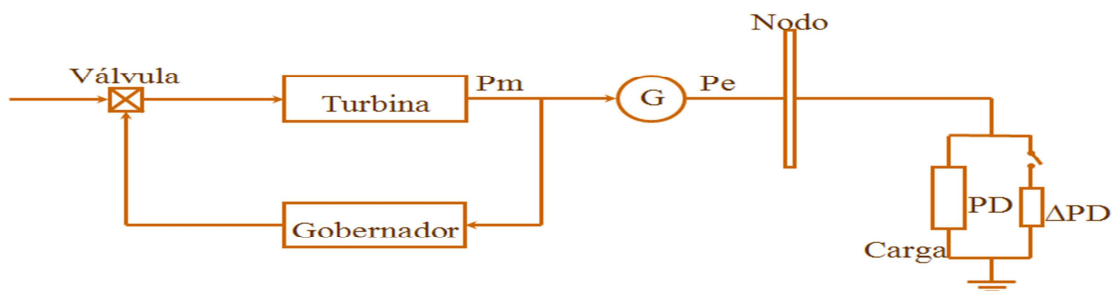
Lazos de Control

- Regulador de Voltaje (Q-V)
- Controla el voltaje terminal a través del sistema de excitación.
- Control de Frecuencia (P-f)
- Actúa a través del regulador de velocidad y de las válvulas de vapor o agua.



Análisis en el Tiempo de la Frecuencia

- Estudios Dinámicos
- Análisis y sintonización de controles
- Estudios de Estado Estable
- Característica de Regulación



El Sistema Eléctrico Nacional perturba su equilibrio de potencia cuando ocurre un disturbio en el sistema, esto ocasiona desbalance el Carga-Generación, ocasionando variaciones no deseadas a los parámetros de Tensión, Frecuencia y Potencia entregada a los usuarios, por ello al ocurrir un evento de este tipo produce una respuesta del sistema de gobernación de velocidad, corrigiendo la frecuencia estabilizándola a su nominal en la Republica Mexicana que es de 60 Hz. La respuesta del gobernador se refleja en el cambio de la posición de válvulas produciendo un nuevo par mecánico tratando de lograr el equilibrio entre potencias.

Causas que provocan el desbalance

- Carga Normal del Sistema.
- Salida/entrada de alumbrado.
- Cargas no Conformables.
- Rechazo de Carga de unidades (programados)
- Disparo de unidades generadoras.
- Desconexión de carga.

2.2 Comportamiento de la frecuencia eléctrica

Regulación del Sistema (frecuencia).

La regulación del sistema, consiste en mantener la frecuencia (resultado del desbalance carga-generación), a su valor nominal o programado. La regulación del sistema, comprende diferentes acciones.

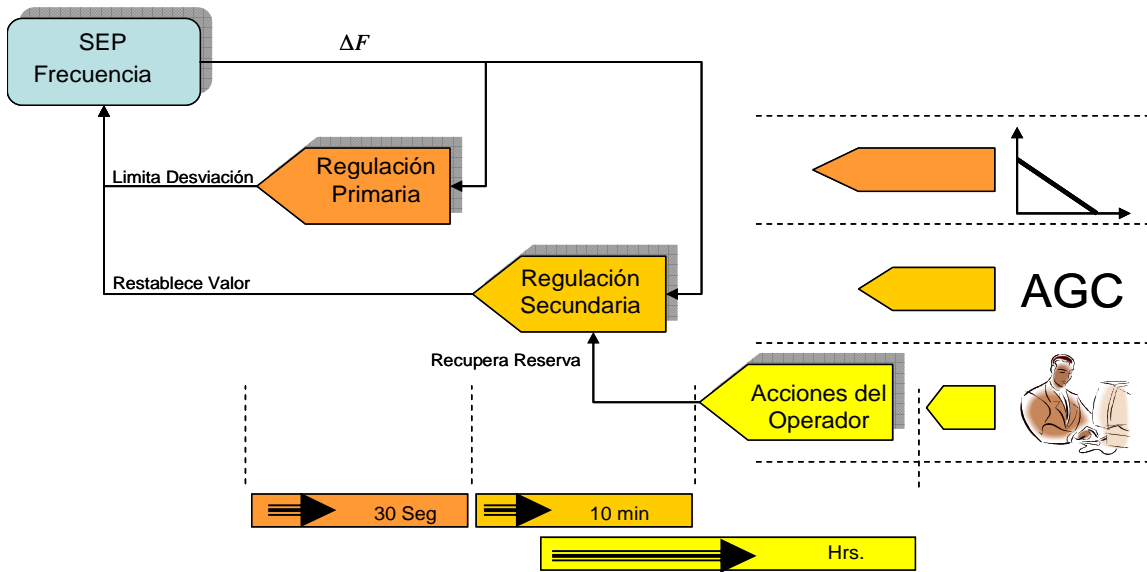
- Regulación Primaria.
- Regulación Secundaria.
- Acciones del Operador (Regulación Terciaria)

2.2.1 Regulación Primaria.

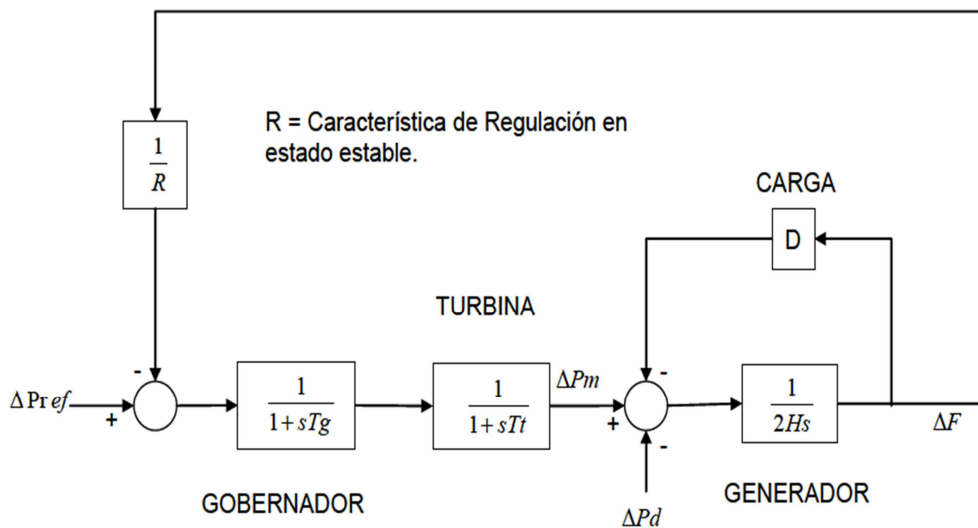
Es la respuesta natural del sistema que comprende la acción de los gobernadores de velocidad de las unidades generadoras, en función de su característica de regulación R.

El objetivo de la regulación Primaria es limitar la desviación de frecuencia en donde las válvulas de admisión de la turbina evitan la desviación de la frecuencia.

Esta regulación se basa en la respuesta natural del sistema que comprende la acción de los gobernadores de velocidad de las unidades generadoras en función de su característica de regulación en estado estable (R).

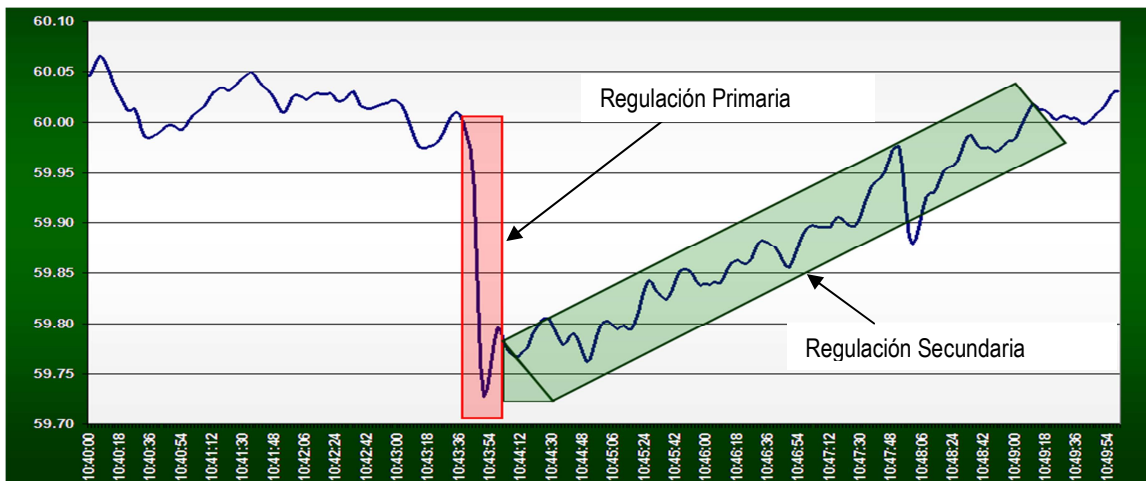


Al ocurrir una desviación de frecuencia debido a una variación en la carga, entran en acción los sistemas de control para lograr nuevamente una condición de equilibrio a un valor de frecuencia diferente a la nominal.



Cuando ocurre un disturbio, se presenta un desequilibrio entre la potencia eléctrica suministrada a la carga y la potencia mecánica que produce la turbina (primo motor), causando una desviación de la

frecuencia (ΔF). La desviación de frecuencia es detectada por el gobernador de velocidad que actúa modificando la posición de las válvulas de admisión de la turbina. Esta acción produce un cambio en la potencia mecánica.

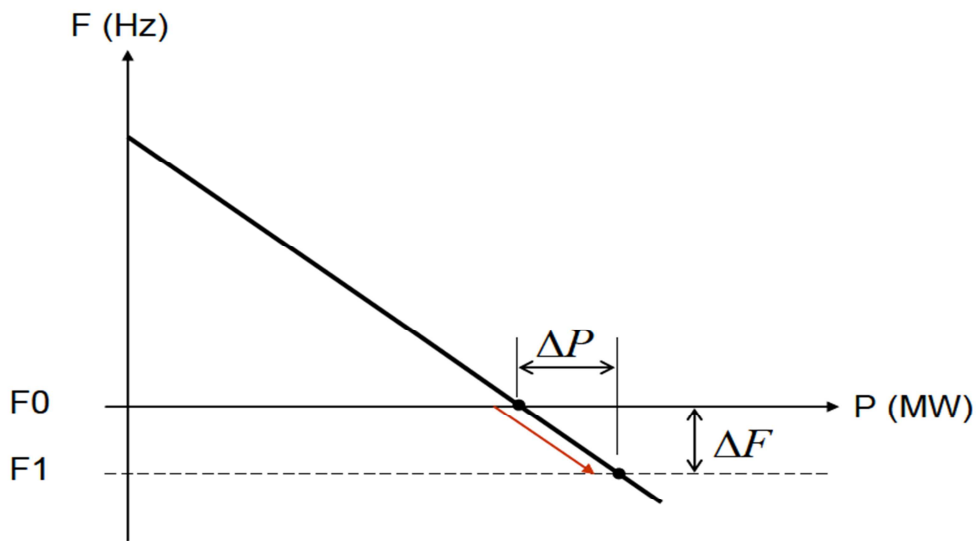


Este cambio en la potencia mecánica se aplica al rotor del generador, el cual mediante el proceso de conversión de energía, se obtiene un cambio en la potencia eléctrica a la salida del generador.

Cabe señalar que el proceso de producción de potencia mecánica en el primo motor, depende de las constantes de tiempo del gobernador de velocidad (T_g) y de la turbina (T_t).

Característica de Regulación en Estado Estable (R).

Esta característica generalmente se define con una pendiente, que ante una variación de frecuencia ΔF , la unidad responde con una variación de potencia ΔP .



$$\Delta F = -R\Delta P, \text{ por lo tanto. } R = -\frac{\Delta F}{\Delta P}$$

Donde % Regulación es =

$$\%Regulacion = -\frac{(P_{nom}) \times (F_{final} - F_{inicial})}{60 \times (P_{final} - P_{inicial})} * 100$$

Donde:

P_{nom}= Potencia Nominal

F_{final}= Frecuencia final

F_{inicial}= Frecuencia inicial

P_{final}= Potencia final

P_{inicial}= Potencia inicial

TABLA DE RANGOS	
ENTRE 2 Y 8%	BUENO
ENTRE 8 Y 15%	REGULAR
ENTRE 15 Y 20%	MALO
MENOS DE 2%	MALO
MAYOR DE 20%	NO REGULA

Ante una variación de carga, existe una desviación de frecuencia, el gobernador de velocidad lo detecta y modifica válvulas o compuertas para admitir más vapor o agua. Este comportamiento es automático, después de pasar por un comportamiento dinámico, la frecuencia se estabiliza en un valor diferente a la nominal. Este accionamiento del sistema de gobernación de velocidad se realiza sin modificar la posición del variador de velocidad.

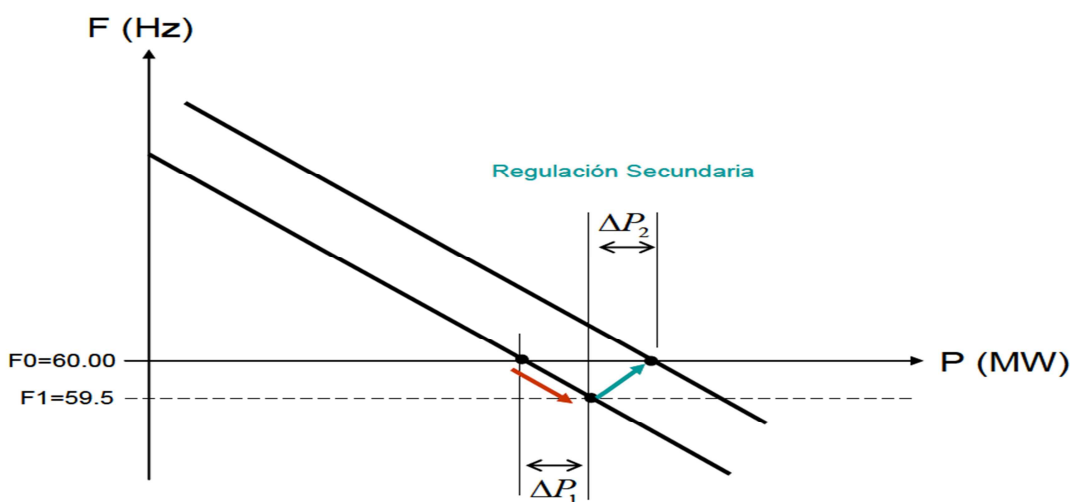
2.2.2 Regulación Secundaria.

Es la acción comandada por un control suplementario, para ajustar la referencia de potencia de la unidad generadora.

El objetivo de la Regulación Secundaria es minimizar el Error de Control de Área (ECA), manteniendo los valores de frecuencia e intercambios externos a valores programados actuando el variador de velocidad de la unidad.

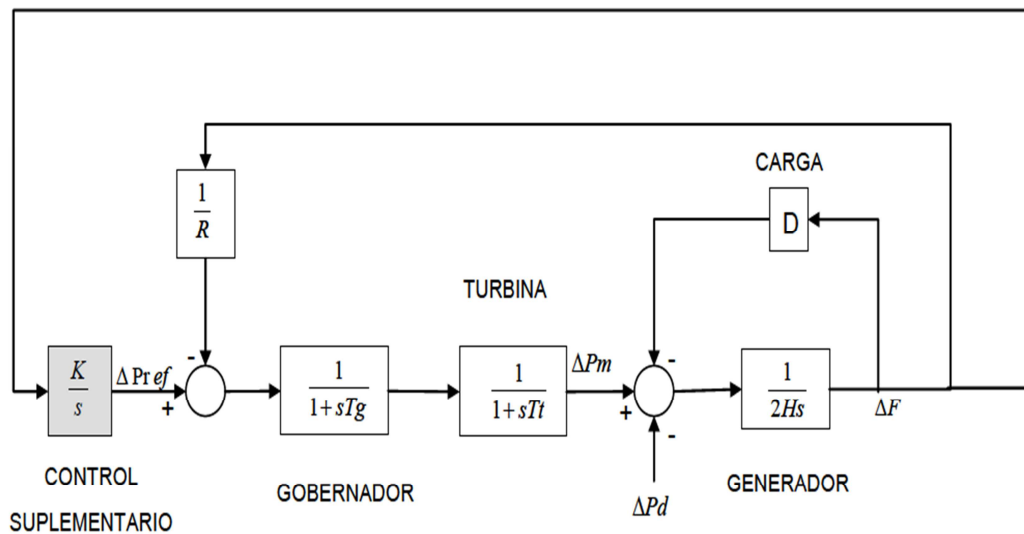
Ante desviación de frecuencia producida por una variación de carga, las unidades generadoras han incrementado su generación en función de su característica de regulación en estado estable (R%), para alcanzar una estabilización de la frecuencia a un valor diferente a la nominal. Esta acción de los gobernadores se realizó sin modificar la posición del variador de velocidad ΔP_{ref} .

Una vez que se ha obtenido un balance a un valor de frecuencia diferente a la nominal, es necesario un control complementario (o suplementario) para restablecer la frecuencia a su valor nominal, a esta acción se le denomina **Regulación Secundaria**.



En la **Regulación Primaria y Secundaria** coexisten en la operación de una unidad generadora, y son necesarias para la regulación de frecuencia en el sistema eléctrico

La acción de este control forzará la desviación de frecuencia a cero, mediante el ajuste de la potencia de referencia ΔP_{ref}



2.2.3 Regulación Terciaria.

Es la acción manual del operador del centro de control para complementar el control, que por criterios de reserva o insuficiencia de la regulación primaria y secundaria, no se llega al objetivo.

La regulación terciaria consiste en utilizar los recursos que se tienen establecidos como reserva operativa (Rodante (No AGC) y Fría), para reemplazar de manera económica la reserva de regulación, que previamente se hizo efectiva para el control de frecuencia.

Uno de los Objetivos de la Regulación Terciaria, es mantener una reserva de regulación (AGC) disponible, para el control de frecuencia.

Las acciones manuales del operador del sistema debe realizarse en un periodo no mayor a 15 min. (posterior a un evento). Típicamente la regulación terciaria se ejecuta después de la regulación secundaria.

Algunas acciones de regulación terciaria.

- Redistribución de generación.
- Conexión/Desconexión de unidades
- Reprogramación de intercambios.
- Modificación del punto de operación en unidades operando en modo Manual

Nota: La reserva terciaria, debe utilizarse en un tiempo máximo de 15 minutos, para el restablecimiento de la banda de reserva de regulación (secundaria).

Nota: El operador del Centro de Control, debe activar la reserva terciaria inmediatamente en caso que no haya suficiente reserva secundaria disponible, con el fin de liberar nuevamente la reserva de regulación.

2.2.4 Tipos de Reserva

Clasificación de Reserva.

La clasificación de reserva en el subsistema, están definidos para diferentes niveles, Unidades generadoras, Plantas, Zonas, Áreas y Sistema.

El cálculo de las diferentes reservas se asocia a un periodo de tiempo (primario, secundario), que es el tiempo en el cual se hace efectivo estas reservas. Actualmente se tiene definido el tiempo primario T1= 3 Min., y el tiempo secundario T2 = 20 Min., estos tiempos aplican para los diferentes tipos de reserva.

Los requerimientos de reserva (regulación y rodante) son definidos a nivel Zonas de forma manual por el operador del centro de control, y el AGC verifica y alarma cuando no se cumple con este requerimiento.

Reserva Fría: Es la cantidad expresada en MW resultante de las unidades generadoras disponibles y que no se encuentran conectadas al sistema.

Modo de Control	Cálculo de reserva Fría	Reserva Fría
Disponible	SI	Máxima Capacidad.
No Disponible	NO	0.0

Reserva Rodante: Es la cantidad expresada en MW de la diferencia entre la capacidad rodante y la demanda del Sistema Eléctrico en cada instante.

Tipos de Reserva Rodante:

Reserva Rodante Subir: Es la reserva para subir que se tiene disponible en las unidades sincronizadas al sistema, el cálculo de esta reserva es en función de los límites de regulación, la rampa y los tiempos primario y secundario.

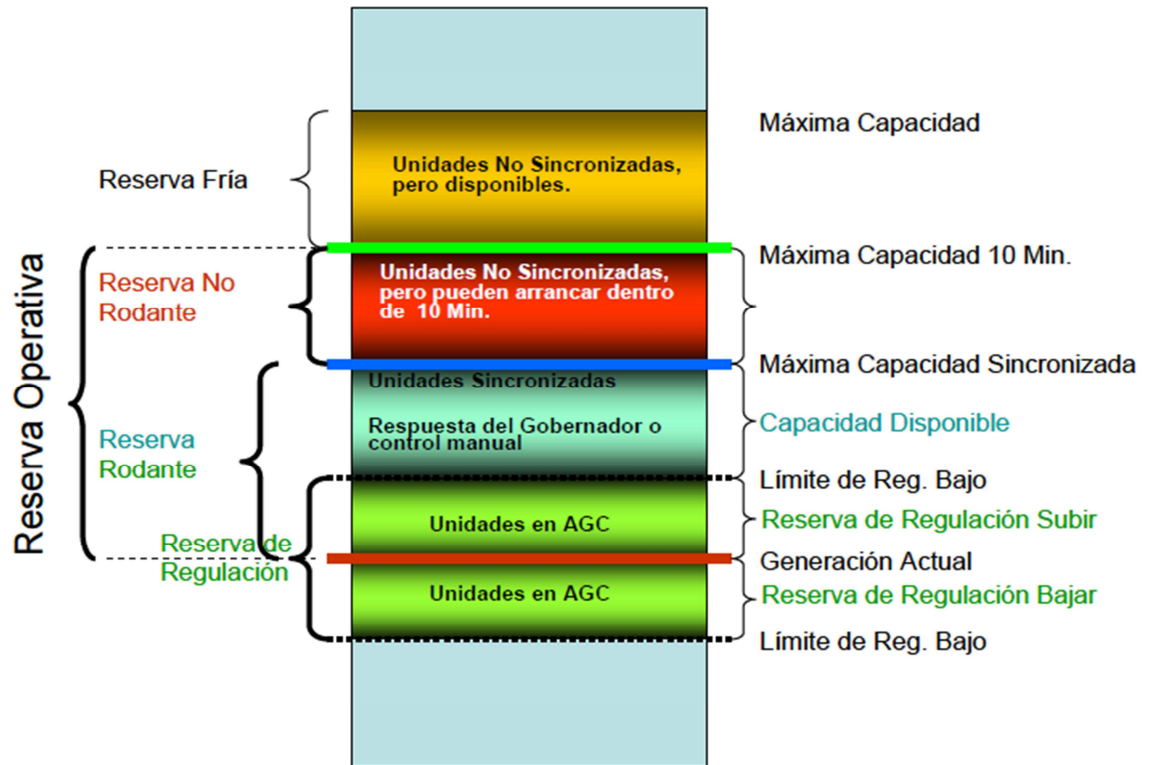
$$RES\ RODSUBIR = \text{Mín}((\text{Lím AltoReg} - \text{Gen Actual}), (\text{Rampa} * T1))$$

$$RES\ RODSUBIR = \text{Mín}((\text{Lím AltoReg} - \text{Gen Actual}), (\text{Rampa} * T 2))$$

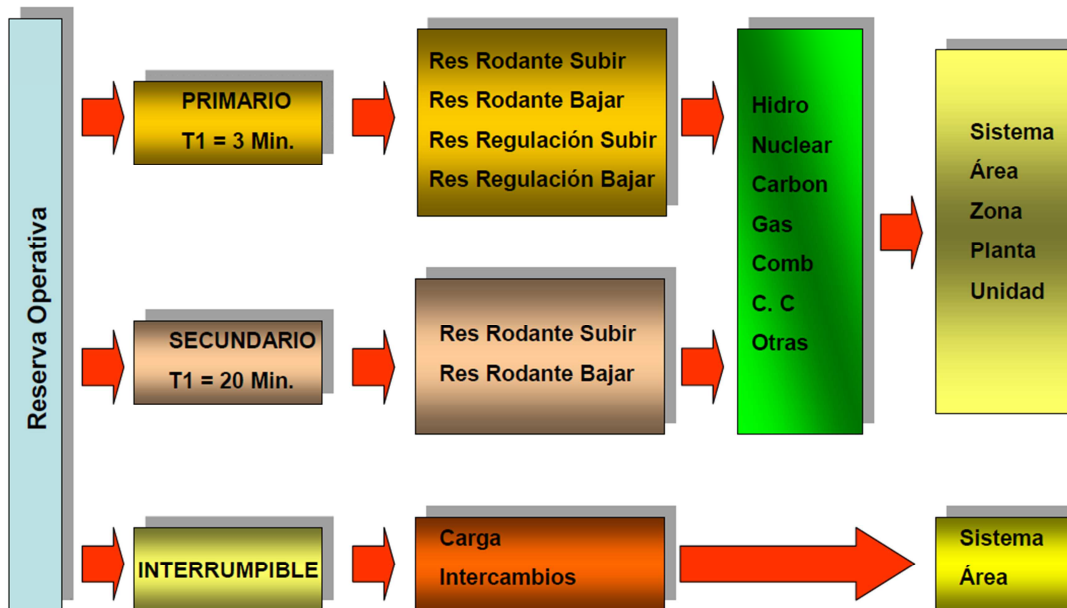
Reserva Rodante Bajar: Es la reserva para bajar que se tiene disponible en las unidades sincronizadas al sistema, el cálculo de esta reserva es en función de los límites de regulación, la rampa y los tiempos primario y secundario.

$$RES ROD BAJAR = \text{Mín}((\text{Gen Actual} - \text{LímBajoReg}), (\text{Rampa} * T1))$$

$$RES ROD BAJAR = \text{Mín}((\text{Gen Actual} - \text{Lím BajoReg}), (\text{Rampa} * T2))$$

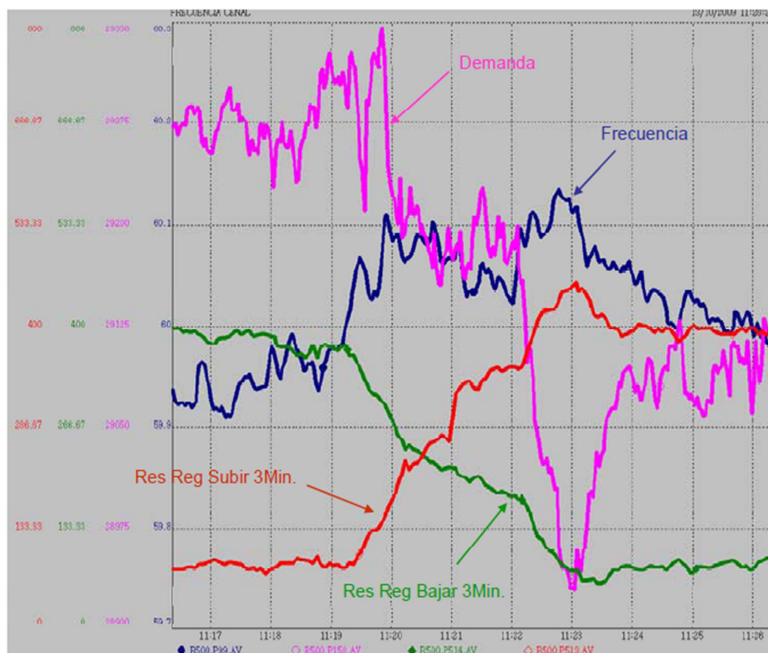


Reserva Operativa: Es la reserva rodante del área más la generación que puede ser conectada en un periodo de tiempo determinado (10 minutos normalmente), mas la carga que puede ser interrumpida dentro del mismo periodo de tiempo.



Función de la Reserva de Regulación en el sistema.

La regulación secundaria del sistema se realiza a través de las unidades que se encuentran bajo control del AGC, en algún modo de control regulable, estas unidades para poder realizar las acciones de control, deben contar con suficiente reserva de regulación (Subir/Bajar).



2.3. Despacho de Carga

Reglas de Despacho Económico

El despacho económico consiste básicamente en designar la cantidad de potencia que debe suministrar cada generador para satisfacer una condición de demanda minimizando los costos de generación del sistema eléctrico.

El costo de producción de cada unidad de generación en donde se incluye el costo de cualquier insumo variable que dependa de la potencia de salida de generador.

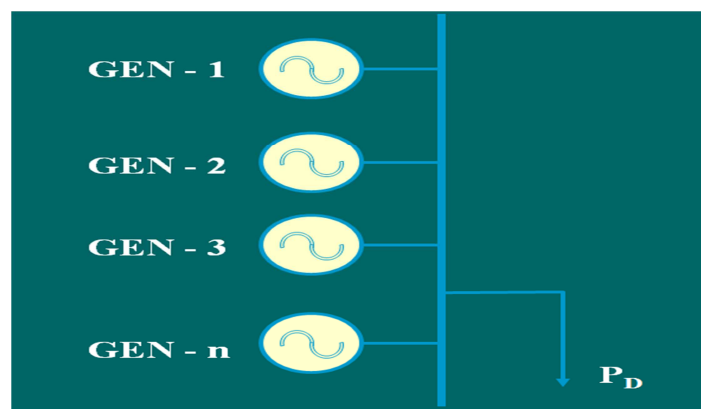
- Combustible
- Agua
- Lubricantes

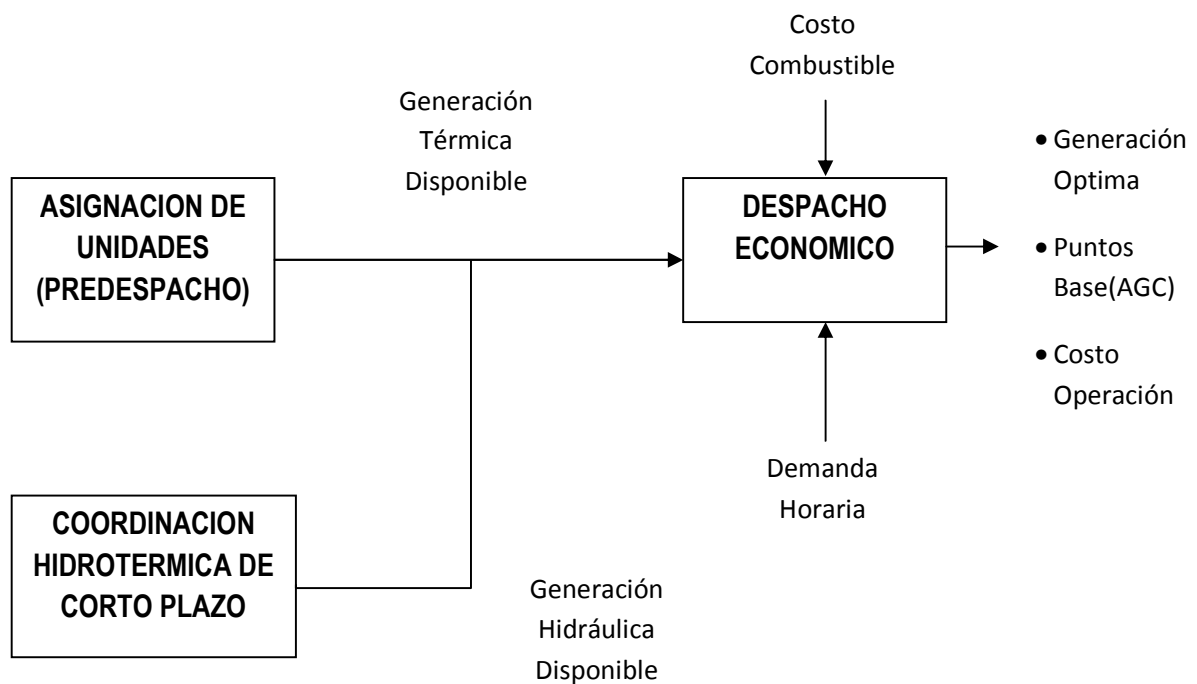
Son las condiciones necesarias que se deben cumplir para encontrar una solución óptima y factible.

- Demanda de potencia
- Límites físicos de los generadores
- Reserva rodante
- Velocidad de cambio de generador

Otras:

- Restricciones de transmisión
- Límite de Voltaje y Potencia Reactiva





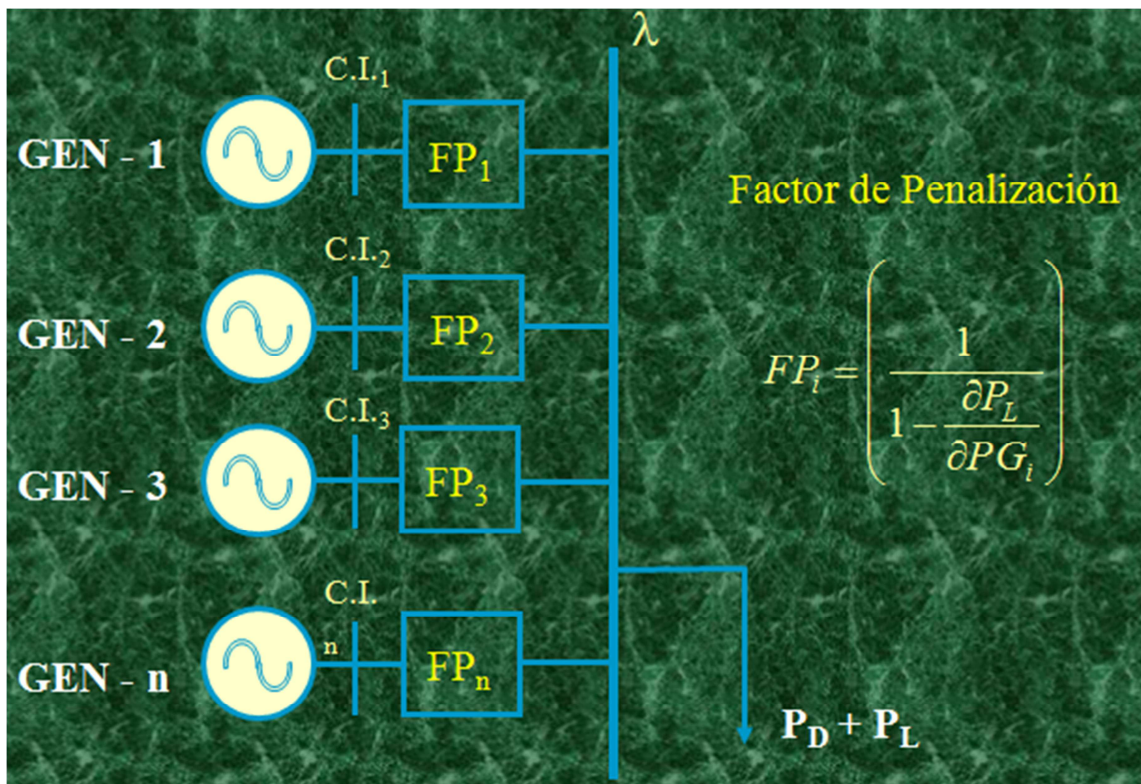
El despacho económico es un procedimiento que trata de encontrar el mejor despacho de generación de unidades térmicas para una condición de demanda.

Para operar a costo mínimo es necesario que todas las unidades operen al mismo costo incremental.

CONDICIONES QUE EVITAN OPERAR A MISMO COSTO INCREMENTAL

- Costo incremental a potencia mínima del generador por arriba del costo incremental del sistema
- Costo incremental a potencia máxima del generador por abajo del costo incremental del sistema
- Funciones de costo lineales
- Decrementos en capacidad en potencia máxima por falla en equipos auxiliares
- Límite en la velocidad de cambio de la potencia de salida del generador
- Consumo de combustibles limitados por cantidad o por emisiones de contaminantes

Perdidas (Factor de Penalización)



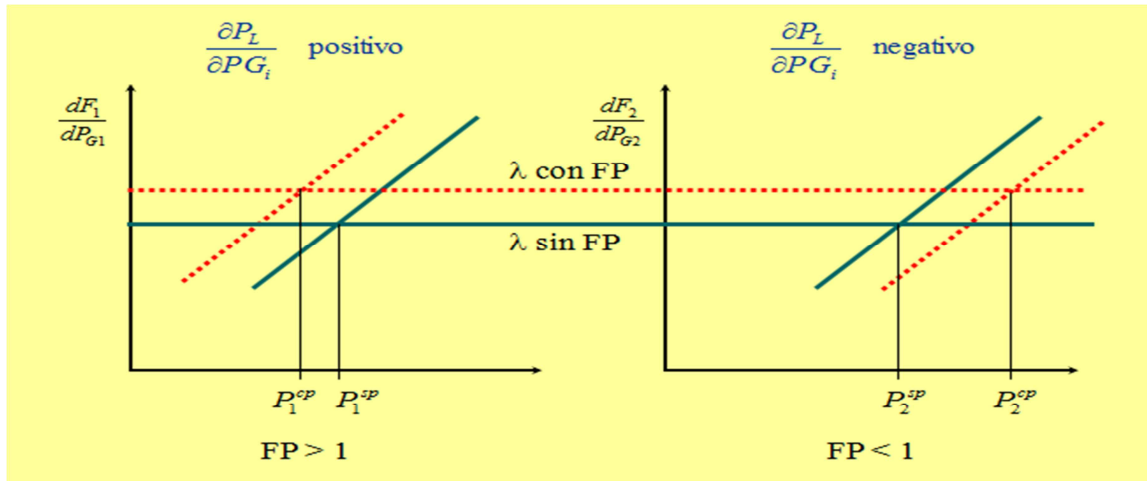
Factor de Penalización: Modifica el costo incremental de la unidad para incluir el efecto de la red de transmisión en terminales del generador.

$$FP_i = \left(\frac{1}{1 - \frac{\partial P_L}{\partial P_{G_i}}} \right)$$

Pérdidas Incrementales: Representan el efecto en pérdidas totales con respecto a una inyección nodal (generación).

$$\frac{\partial P_L}{\partial P_{G_i}}$$

Despacho Económico con Pérdidas



- Para cumplir con las condiciones de optimalidad es necesario operar a un mismo costo incremental.
- El efecto de las restricciones impide operar a un mismo costo incremental teniendo un aumento en costo con respecto a la condición óptima.
- El efecto de las pérdidas incrementales penaliza las funciones de costo incremental de cada unidad.

En el despacho económico con pérdidas el objetivo es minimizar el costo considerando el efecto de las pérdidas de transmisión.

En despacho con pérdidas el costo incremental es diferente en todos los nodos del sistema.

El Despacho Económico es un procedimiento que asigna la generación de manera económica para cumplir con las restricciones.

Usos del despacho económico

- Costo Incremental del Sistema para los tres diferentes Despachos.
- Puntos Base Económico de la unidad.
- Costo Incremental de unidad.
- Costo de operación y mantenimiento.

- Costo de Combustible por Unidad.
- Consumo de Combustible por Unidad.
- Costos acumulados de combustible (hora actual y Hora previa)
- Costos de producción por unidad (Actual y económico).
- Costo de producción acumulado por unidad (hora previa y hora actual).
- Costo de producción por planta.
- Consumo de combustible por planta.

Despacho de Carga

La carga en un cierto instante de tiempo puede suministrarse en una variedad de maneras. La asignación de unidades y su salida de potencias activa y reactiva es un problema conocido como despacho óptimo.

En este subtema se menciona que en un sistema eléctrico de potencia puede satisfacer la demanda durante un día. La carga base la integran los generadores que operan a un 100% de su capacidad sobre una base de 24 horas. Los generadores intermedios o controlables están conectados al sistema durante casi todo este periodo de tiempo, pero no necesariamente a plena carga. Las unidades de pico son mantenidas conectadas en el sistema únicamente durante unas pocas horas todos los días. La capacidad de reserva se requiere para enfrentar situaciones de emergencia (incrementos de carga no previstos o salidas repentinas de generación. A continuación, se describe el tipo de unidades de generación que cubren cada una de los bloques de demanda de la curva horaria.

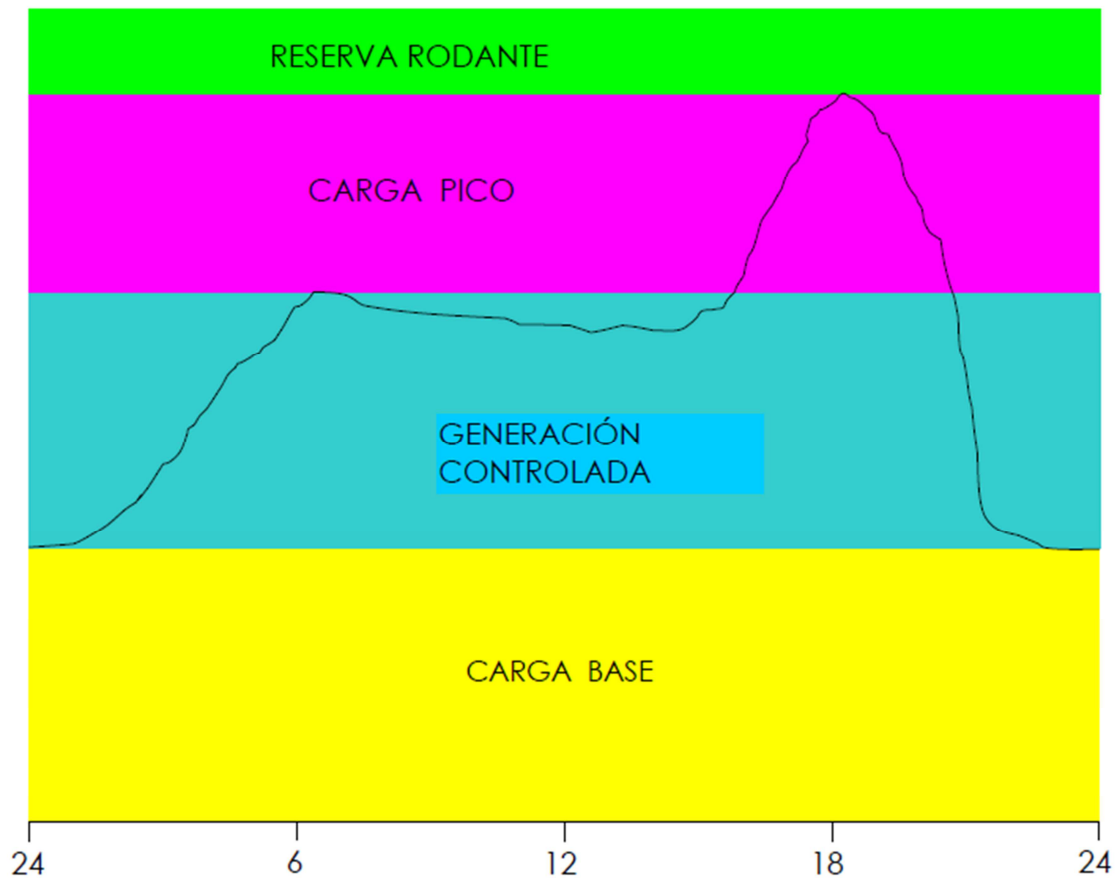
Unidades de Carga Base. Las unidades nucleares típicamente caen dentro de esta categoría.

Debido a la necesidad de mantener los reactores nucleares y el sistema de vapor en un balance térmico, es deseable mantener la potencia de salida de estas unidades a un nivel constante tanto como sea posible. Adicionalmente, las grandes unidades generadoras termoeléctricas basadas en carbón o combustóleo, normalmente se mantienen en puntos de operación constantes.

Unidades Intermedias. Cuando la salida de potencia debe regularse, las turbinas hidráulicas son la selección más conveniente. La potencia de salida de un hidrogenerador se controla simplemente cambiando el flujo de agua a través de la turbina. No todos los sistemas eléctricos cuentan con este recurso y deben usar unidades termoeléctricas. Debido a las constantes de tiempo del sistema térmico, normalmente es necesario regular tales unidades a sus valores especificados, es decir, a los valores máximos expresados en MW/minuto a los cuales el nivel de potencia puede cambiarse.

Unidades Pico. Generadores con turbinas de gas pueden tomar carga muy rápidamente y son usadas para propósitos de satisfacer los incrementos rápidos de demanda que ocurren durante el periodo de carga pico. Sin embargo, estas unidades tienen costos de producción mayores y son de relativa baja capacidad, de modo que no son usadas durante los periodos de carga intermedia (media) o base. Además, los hidrogeneradores son una excelente opción para satisfacer los incrementos de carga durante el periodo pico.

Unidades de Reserva. El margen requerido de generación puede consistir de generadores que tengan sus potencias de salida por debajo de sus nominales, de modo que mantengan una capacidad adicional sincronizada (rodante). Adicionalmente, puede considerarse los casos en que unidades generadoras puedan sincronizarse en lapsos de tiempo de algunos minutos (10 por ejemplo).



El costo de la energía, expresado en unidades monetarias por MWh, varía ampliamente entre los distintos tipos de unidades. Las unidades pico son las más costosas, debido a que, en promedio, tienen un factor de planta bajo. Si un sistema, mediante la administración de su demanda, puede disminuir el pico, puede posponerse por algunos años la necesidad de la adquisición de unidades para satisfacer la demanda pico.

El sostenimiento de una combinación adecuada de unidades generadoras es un requisito muy importante en cualquier sistema eléctrico de potencia. El problema no se debe únicamente a satisfacer la demanda horaria, sino que además debe considerarse que todas las unidades de generación deben desconectarse del sistema para su mantenimiento y, en el caso de las unidades

nucleares, para reabastecerlas de combustible. El éxito de la operación de un sistema eléctrico de potencia depende altamente de la capacidad para satisfacer la carga no únicamente durante un periodo de corto plazo (días), sino además para horizontes de tiempo más amplios como pueden ser estacionales y anuales, sobre todo en sistemas eléctricos de potencia donde la demanda crece constantemente, característica común en todos los países en vías de desarrollo.

En base al Predespacho diario del día y las condiciones predominantes en la Operación de tiempo real en el Sistema Eléctrico, el seguimiento se hace hasta asignar la generación mostrada en el mismo para la hora en ejecución, pero una vez completada, las desviaciones se cubren con los recursos de generación disponibles, no contemplados en el Predespacho diario en base a los siguientes criterios de Operación:

- Estrategia Operativa Semanal
- Curvas de Costo Incremental de las Unidades
- Límites de Transmisión Mensuales”

COORDINACION DEL DESPACHO DE CARGA

Importancia de la Planificación y Programación de la Operación

La operación económica óptima junto con la planificación de los sistemas de generación y transporte siempre ha ocupado en forma creciente un rol muy importante por las implicancias económicas en costos de combustibles que requiere esta industria, principalmente en aquellos países que deben importar grandes cantidades. Al aspecto económico debe sumarse el hecho de que los combustibles fósiles no son renovables y las crisis históricas referidas a las escaladas de precios de los mismos. Téngase presente que un pequeño porcentaje representa importantes valores absolutos de dinero y que en los últimos tiempos el concepto del déficit de energía es cuantificado con valores varias veces superior al de la energía suministrada.

El Problema de la Programación Óptima de la Operación

El suministro con mínimo costo de la energía eléctrica requerida por los consumidores, respetando además todas las restricciones técnicas, requiere la realización de múltiples tareas de planificación. La tarea global involucra tanto la planificación de la expansión del parque de generación y de la red de transmisión como la programación óptima de la operación. El criterio económico seleccionado para calcular la programación óptima de la operación se puede representar matemáticamente por una función objetivo (F.O.) tal como la expresada en la ecuación.

$$**F. O. = \Sigma (Costo Operación + Costo Falla) \Rightarrow \text{Mínimo}**$$

Para el sistema ya definido y dado que la energía eléctrica no es almacenable en grandes cantidades en forma económica, la operación debe ser adecuadamente planificada. La programación de la operación involucra la toma de una serie de decisiones tendientes a definir de entre las unidades generadoras disponibles: cuales, en qué período de tiempo y con qué potencias deben ser puestas en servicio, de manera de suministrar con mínimo costo la energía eléctrica requerida por los usuarios. La resolución del problema global de la planificación de la operación requiere la subdivisión en tareas parciales.

Dado el acoplamiento existente entre los diferentes niveles de solución, el tratamiento en etapas del problema global, proporciona una muy buena aproximación. Considerando que los resultados de cada subproblema son utilizados como datos de entrada y/o restricciones para la solución del subproblema siguiente, se puede esperar que la solución alcanzada estará muy cercana a la solución óptima.

La definición del plan óptimo de mantenimiento del parque de generadores representa una compleja tarea de optimización. Los diferentes procedimientos de solución que han sido desarrollados, pueden clasificarse en general en dos grupos, según sea el objetivo considerado. Por una parte

están los procedimientos que optimizan la potencia total de reserva y por otro los procedimientos que tienen como objetivo la minimización de los costos totales de operación. Los ciclos de mantenimiento de cada unidad generadora son dependientes de la antigüedad de la misma y varían según el tipo de central.

FUNDAMENTOS

La programación del despacho de carga requiere la equiparación de los pronósticos de disponibilidad de generación (incluyendo reservas) con los de demanda.

Son sus objetivos:

- a) Satisfacer las demandas de potencia y energía eléctrica proyectadas con márgenes operativos adecuados en la generación.
- b) La programación de la salida de servicio de instalaciones de generación y transmisión tomando en cuenta la operación económica y estable del SEN
- c) La optimización de la generación hidrotérmica, tomando en cuenta restricciones operativas, contratos de compra –venta de energía eléctrica, de combustibles, y consideraciones ambientales, condiciones hidrológicas y las necesidades y los usos múltiples del agua.
- d) Ayudar a la identificación y solución de problemas operativos.

A medida que se vayan estableciendo las normas de coordinación comercial con los países limítrofes se adecuará el contenido del presente capítulo a fin de prever el despacho conjunto de unidades generadoras.

Programación de Largo Plazo

Antes de la finalización de cada Año Estacional, se efectúa la programación indicativa de la operación correspondiente al Año Estacional siguiente Incluirá la siguiente información:

- a) Valores mensuales de generación y demanda.
- b) Programa de Mantenimiento Mayor de unidades generadoras e instalaciones de transporte de energía.

- c) Operación mensual de los embalses, considerando restricciones ambientales y usos múltiples del agua, detectando y cuantificando los riesgos de vertimiento y de escasez de la oferta hidroeléctrica.
- d) Proyección de los precios medios ponderados de la energía por banda horaria.
- e) Estimación de energía no suministrada.
- f) Asignación de energía a los generadores con contratos a los que se refiere el artículo 40 del Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista.
- g) Determinación de restricciones permanentes en el sistema de transporte.
- h) Asignación de márgenes adecuados de reservas operativas según los criterios establecidos.
- i) Cálculo de las curvas de valor del agua de las centrales hidroeléctricas con embalse y valores de agua previstos, con detalle mensual para el período correspondiente.
- j) Determinación de los Costos variables de generación de cada generador térmico, que será igual a los registrados por el estudio para esa misma semana doce (12) meses antes, más un ajuste que resulte de las hipótesis de variación de precios de combustibles relacionadas con los Precios de Referencia de combustible y el comportamiento esperado de dichos combustibles en el mercado utilizado como referencia.

El **despacho de carga** programará la operación del sistema de manera de obtener el mínimo costo de operación para satisfacer la demanda prevista, tomando en cuenta las restricciones operativas del Sistema Eléctrico Nacional, contratos de compra - venta de energía y criterios de calidad del servicio, utilizando para ello modelos de planificación para la planeación de un uso eficiente y practico de generación y costo del país.

Simultáneamente identificará las restricciones y topologías más adecuadas del Sistema Eléctrico Nacional con base en estudios de flujo de cargas, cortocircuito y estabilidad transitoria.

Bases de Datos. Las Bases de Datos que utilizados para la programación, coordinación, despacho, asignación de servicios complementarios, cálculo de precios, liquidaciones y análisis de fallas y resultados de la programación, serán auditables a requerimiento de un Agente, Estarán a disposición de los Agentes, Usados por un **Centro de Control** encargado del mismo.

Base de Datos para Monitoreo del Mercado Mayorista. El centro de Control deberá coordinar y poner a disposición Agentes y Grandes Usuarios Participantes la Base de Datos y modelos matemáticos correspondientes a los procesos de programación.

La información proporcionada por los Participantes y los resultados de cálculo efectuados por el Centro de Control se usará para la Programación de Largo Plazo, Programación Semanal y Despacho Diario, serán confidenciales hasta la publicación de la programación correspondiente.

A más tardar tres meses antes del inicio de cada Año Estacional, el **Centro de Control** deberá contar con la declaración de cada uno de los Participantes que contenga la siguiente información relativa al Año Estacional siguiente:

a) Generadores:

- I. Adiciones o retiros de unidades de generación y planes de Mantenimiento Mayor
- II. Modificaciones en los valores incluidos en la Base de Datos para cada una de las unidades generadoras
- III. Para unidades térmicas: disponibilidad y programa de abastecimiento de combustibles, metodología para cálculo de costos variables de generación, asociados al combustible, costos de operación y mantenimiento, costos de arranque y parada de las máquinas y las eficiencias correspondientes a las mismas; así como otros que sean necesarios de acuerdo a las características de la unidad y los coeficientes representativos de la variación de eficiencia en función del nivel de carga de la máquina para condiciones de operación forzada. La metodología de cálculo de costos variables de generación no podrá ser modificada durante el año y será función de parámetros que afectan los costos de producción. La metodología declarada deberá ser expresada como una fórmula y deberá incluir todas las explicaciones correspondientes, incluyendo las condiciones en las que pueden variar los parámetros distintos al costo de combustible, expresados en la fórmula de cálculo declarada en la metodología, para que el Centro de Control pueda realizar los cálculos.
- IV. Para centrales hidroeléctricas: potencia disponible, costos de operación y mantenimiento, pronósticos de caudales entrantes y caudales mínimos por requerimientos ambientales o de

usos diferentes del agua, aguas abajo. Además, las centrales con embalse de regulación anual también deberán declarar la metodología para la determinación de su energía semanal disponible y por lo menos uno de los tres parámetros siguientes:

- V. El volumen de agua almacenado, el nivel del embalse o el total de energía disponible en su embalse. La metodología de cálculo para determinar las energías semanales disponibles de centrales hidroeléctricas con embalse de regulación anual, se establecerá en la programación de largo plazo, no podrá ser modificada durante el año y su objetivo deberá ser la minimización del costo total de operación del sistema en su conjunto.
- VI. Para centrales generadoras basadas en recursos renovables no hidráulicos, sus respectivos costos de operación y mantenimiento y la metodología para el cálculo del costo variable de generación. Además:
- VII. Para las centrales térmicas que utilicen como combustible la biomasa u otros combustibles renovables, disponibilidad mínima de combustibles y programa de abastecimiento de combustibles.
- VIII. Para las centrales eólicas, los datos históricos de la velocidad del viento, medidas a la altura de las aspas del generador de por lo menos 5 años anteriores, los rangos de velocidad del viento con los que puede generar cada unidad de la central generadora, toda la información necesaria para la estimación de su energía y la información de las características técnicas de los equipos para compensación de potencia reactiva que utilicen.
- IX. Para las centrales geotérmicas, la cantidad de energía prevista y los datos históricos de la producción de vapor de sus pozos de por lo menos 5 años anteriores.

b) Los **Distribuidores y los Participantes Consumidores** no vinculados a redes de Distribución:

Proyecciones de demanda mensuales totales por punto de conexión al Sistema Eléctrico Nacional y los cambios o adiciones de puntos de conexión. Las proyecciones deberán incluir:

1. Energía mensual

2. Potencia activa máxima mensual y potencia reactiva coincidente a la hora de máxima demanda del Sistema Eléctrico Nacional; el Centro Control informará la hora de máxima demanda del Sistema Eléctrico Nacional.
3. Potencia activa mínima mensual y potencia reactiva coincidente a la hora de mínima demanda del Sistema Eléctrico Nacional; el **Centro de Control** informará la hora de mínima demanda del Sistema Eléctrico Nacional.
4. Curvas de carga típicas, para días hábiles, fin de semana y feriados a nivel mensual.

c) Transportistas:

Planes de Mantenimiento Mayor, así como todos los demás mantenimientos de las instalaciones y equipos de transmisión que, de acuerdo a los estudios eléctricos realizados por el Centro de Control, afecten la capacidad de transporte, la calidad del servicio del sistema eléctrico o representen desconexión de generación que reduzca las reservas a niveles de riesgo. También deberán informar los cambios de topología de la red y adiciones o retiros de equipos principales que pudieran modificar permanentemente la capacidad de transporte de energía o la calidad del servicio en el sistema de transmisión.

La declaración de los planes de mantenimiento mayor se debe incluir como mínimo:

1. Identificación de la(s) unidad(es) generadora(s), equipo(s) de subestación o línea(s) de transmisión involucrados
2. En el caso de unidades de generación, cuando corresponda, la fórmula para la determinación de las horas equivalentes de operación en base a las horas de operación efectivas y los arranques y paradas que tuvo dicha unidad; si el responsable no proporciona la fórmula, el Centro de Control calculará las horas equivalentes de operación con la información disponible.
3. Potencia afectada
4. Causas del retiro de servicio
5. Duración esperada de la salida de servicio

6. Fecha estimada de comienzo
7. Fecha más temprana y más tardía de inicio del mantenimiento

Declaración de Demanda Interrumpible.

El usuario podrá declarar su demanda como Demanda Interrumpible de largo plazo asegurando el retiro de su demanda durante períodos prolongados y al precio que requiera, en la medida que el Centro de Control lo habilite a proveer el Servicio Complementario de Demanda Interrumpible. Para ello, a más tardar tres meses antes del inicio del Año Estacional, el usuario deberá contar con la habilitación del Centro de Control para proveer el Servicio Complementario de Demanda Interrumpible.

La información que debe presentar el usuario con Demanda Interrumpible es la siguiente:

- a) Su habilitación como usuario con Demanda Interrumpible.
- b) Potencia que ofrece interrumpir.
- c) Bloques de desconexión de carga de la potencia que ofrece interrumpir.
- d) Tiempo de aviso previo requerido para interrumpir su demanda, el cual no podrá ser inferior a 30 minutos, ni mayor a una (1) hora.
- e) Periodo de tiempo que dura la condición de interrumpibilidad declarada, la cual no podrá ser inferior a un Año Estacional.
- f) Mecanismos implementados para verificar y hacer efectiva la interrupción de carga.

- g) Equipamiento para efectuar la interrupción de carga, local y remota.

Los precios de Demanda Interrumpible ofertados para la Programación de Largo Plazo no podrán ser modificados a lo largo del Año Estacional correspondiente.

El Centro de Control revisará la información recibida con el objeto de validarla para su utilización en la Programación de Largo Plazo (PLP).

Si el Centro de Control detecta inconsistencias en sus procesos de validación, solicitará justificación al Participante correspondiente y/o le sugerirá las modificaciones justificadas que considere pertinentes. Si no llegan a un acuerdo, el Centro de Control utilizará la información proporcionada por el Participante bajo su responsabilidad, pero dejará constancia de sus observaciones y discrepancias. En tanto la Centro de despacho de carga resuelve, el Centro de Control utilizará la información proporcionada por el Participante bajo la responsabilidad de éste.

En tal sentido los Productores Independientes de Energía seguirán los siguientes pasos:

(a) Generadores:

1. Comparación de la nueva información recibida con la correspondiente a unidades generadoras similares. Si los datos difieren en una magnitud que el Centro de Control no considerara justificada, podrá requerir información adicional y, si ésta no explicara las diferencias, informará a la Centro de despacho.
2. Para centrales hidroeléctricas de capacidad anual, el Centro de Control verificará la coherencia de sus restricciones de operación y despacho con la información suministrada por otros Generadores sobre la misma cuenca y con lo indicado en el contrato de concesión respectivo. Si detectara inconsistencias solicitará una justificación al Generador correspondiente y/o le sugerirá modificaciones.

3. Si no se llegara a un acuerdo, el Centro de Control utilizará la información suministrada por el Participante, dejando constancia de sus observaciones en la Programación de Largo Plazo e informará al personal encargado del despacho de generación del Centro de Control.
4. El Centro de Control evaluará los datos de los aportes de caudales declarados por los Participantes, comparándolos con datos históricos de las cuencas hidrológicas o Regiones donde se encuentran las centrales hidroeléctricas, considerando los parámetros hidrológicos que considere pertinentes. El Centro de Control podrá solicitar las aclaraciones o justificaciones que considere necesarias.
5. Para los generadores térmicos, el Centro de Control validará las curvas de costos variables de generación con base a la información presentada por el generador, comparando los valores reales declarados por el agente con la curva de rendimiento a cargas parciales. Estos valores no pueden ajustarse a menos que el propietario justifique el cambio mediante una auditoría técnica previamente aceptada por el Centro de Control.

(b) Proyecciones de la demanda:

1. Verificación de la coherencia de la información, el Centro de Control con base en los datos históricos de la demanda y utilizando sus propios modelos de proyección de demanda, verificará la coherencia de la información presentada por los Participantes Consumidores.
2. Solicitud de aclaraciones y acuerdo de eventuales modificaciones con los Distribuidores y Grandes Usuarios.
3. Agregación de la proyección de la demanda acordada, ajustándola según el comportamiento histórico registrado por el Centro de Control.
4. Las proyecciones de Demanda Firme, Demanda Máxima Proyectada y otras proyecciones de demanda, estarán sujetas a los procedimientos establecidos en las Normas establecidas por cada región.
5. Para la validación de la Demanda Interrumpible, el Centro de Control deberá proceder de acuerdo a lo establecido en la Normas establecidas para la aplicación, y en la habilitación de Demanda Interrumpible en donde se establezcan las condiciones aplicables a dicha demanda.

(c) Programas de Mantenimiento Mayor:

1. Verificación de que los planes presentados satisfagan los márgenes de reservas operativas requeridos, tomando en cuenta las proyecciones de demanda ajustada, con costo mínimo para el Sistema Eléctrico Nacional.
2. Solicitud de modificaciones a los planes que afecten los márgenes de reserva anteriores y/o incrementen innecesariamente los costos de operación del Sistema Eléctrico Nacional.
3. Realización de reuniones con todos los Participantes cuyos planes deban ser coordinados a los fines mencionados o por razones contractuales
4. Si no se obtuviera un acuerdo, el Centro de Control elaborará el programa de Mantenimiento Mayor que satisfaga las restricciones mencionadas, el cual deberá ser respetado por todos los Participantes.

2.4 Control Automático de Generación (AGC).

Estructura del AGC.

El AGC es una aplicación (Software) que reside en el centro de control el cual interacciona con el Sistema Eléctrico de Potencia y con otras aplicaciones.

La interacción con el Sistema Eléctrico de Potencia es a través de telemetrías y la retroalimentación en forma de controles (Raise/Lower o Setpoint).

Objetivo del AGC.

El Objetivo Principal del AGC, es la minimización de ACE (Error Control de Área), mediante el ajuste de la referencia de potencia activa (MW) de las unidades generadoras que se encuentran bajo control, para mantener los valores de frecuencia e intercambios netos a su valor programado (dependiendo del modo de cálculo del ACE).

En conjunto con el Despacho Económico (ED), se realiza la distribución económica de la generación entre las unidades despachables, minimizando los costos de producción y cumpliendo con restricciones operativas del sistema.

Modos de Control de Unidades Generadoras.

La participación de la unidad generadora en la minimización del ACE, así como la aportación de reserva, está definido por el modo de control de unidad. El AGC consta de 16 modos de control en los cuales puede operar la unidad.

Cálculo del ACE.

Modalidad de Operación del AGC	Calculo del ACE	Comentarios
Frecuencia Constante (CF).	<p>El ACE se calcula como la desviación de frecuencia multiplicado por el Bias de frecuencia.</p> $ACE = -10 B_f * (F_a - F_s)$ <p>B=Bias de frecuencia MW/0.1Hz. Fa = Frecuencia actual Hz. Fs = Frecuencia Programada Hz.</p>	<p>Actualmente el opera bajo esta modalidad de control. Esta modalidad de control se aplica a Áreas de control aisladas (no existen intercambios programados).</p>
Intercambio Neto Constante (CNI).	<p>El ACE se calcula como la diferencia entre el intercambio neto actual y el intercambio neto programado.</p> $ACE = I_a - I_s$ <p>En este modo de operación se tiene la funcionalidad de corrección del intercambio inadvertido.</p> $ACE = I_a - (I_s + S_o - I_i)$ <p>Ia = Intercambio neto actual. Is = Intercambio neto programado. So = Desplazamiento del intercambio neto programado. Ii = Intercambio inadvertido.</p>	<p>En esta modalidad de operación del AGC, las acciones del control son enfocadas a realizar el control del enlace.</p>
Tie Line Bias (TLB).	<p>El ACE se calcula como la desviación del intercambio neto menos la desviación de frecuencia.</p> $ACE = (I_a - I_s) - 10 B_f * (F_a - F_s)$ <p>Tie line Bias con corrección del intercambio inadvertido.</p> $ACE (I_a - (I_s + S_o - I_i) - 10 B_f * (F_a - F_s)$	<p>Este es el modo de operación del AGC para sistemas interconectados.</p> <p>Esta modalidad de operación requiere que cada Área de control cuente con suficiente reserva para hacer frente a sus propias variaciones de carga</p>

Filtrado del ACE.

Como se menciona, el objetivo principal del AGC es la minimización del ACE, y sabemos que la variable de control para lograr este objetivo es ajustar la salida de potencia activa de cada unidad generadora que está bajo control.

Como se observa en las diferentes formas del cálculo del ACE, las variables involucradas son la frecuencia y los intercambios, por lo tanto el ACE crudo es muy dinámico para convertirse en una señal de control.

Objetivo del Filtrado del ACE.

- Minimizar desgastes en los mecanismos de control de velocidad de la unidad.
- Minimizar Esfuerzos térmicos en turbina y caldera.
- Evitar sobrecontrol en las unidades.
- Ignorar componentes de ruido en la señal del ACE.
- Asegurar una respuesta a valores pequeños pero persistentes del ACE.

El filtro del ACE consta de dos componentes.

- Un promedio móvil que se basa en las “n” últimas muestras del ACE.
- Un promedio móvil exponencial basado en la constante de tiempo T.

3. BANDA DE REGULACIÓN DE GENERACIÓN PARA LOS PIE'S.

En este capítulo se describe el análisis que se debe de llevar a cabo, a los PIE's, en el perfil de carga, es decir en los datos de la generación entregada, con el fin de monitorear el verdadero cumplimiento de la orden de despacho dado por el centro de control.

Como primer punto debemos de tomar en cuenta, que a la salida de cada subestación de central, hay medidores de energía eléctrica, los cuales están para medir la Producción Neta de Energía puesta a la CFE por los PIE's en el Punto de Interconexión, y la información se monitorea cada cinco minutos, y estos son los datos que son enviados, tanto a los mismos PIE's como a Comisión y al CENACE.

Estos datos son utilizados para promediar de la energía entregada, en cierto intervalo de tiempo; para entrar en más detalles primero se tendrán que especificar algunas de las reglas de despacho, y como son aplicables a los PIE's.

3.1 Criterios de Despachabilidad para PIE's.

Los PIE's deben de cumplir con ciertas condiciones en sus centrales, como todas las demás del Sistema Eléctrico Nacional, pero hay algunos casos en los que se deben de considerar algunas reglas, que se establecieron en común acuerdo, entre PIE's y el Centro de Control.

- El Centro de Control, lleva a cabo las pruebas de regulación primaria que considere necesarias, todas las unidades participan en dichas pruebas.
- Los ajustes del Estatismo de los gobernadores de velocidad de las unidades generadoras, serán fijados por el Centro de Control, en acuerdo con las políticas nacionales, y siempre permanecerán libres.
- Las unidades convenidas para participar en el control automático de generación (Regulación Secundaria) en los rangos y velocidades de respuesta establecidos
- Las unidades que estén programadas para mantenimiento o salida forzada deberán hacerlo en coordinación por el Centro de Control.
- En caso de que la unidad no sea necesaria estar conectada al sistema, CFE y PIE se coordinarán para dejar la unidad en "RESERVA FRIA"

- Los responsables de las unidades generadoras, proporcionara al Centro de Control, un programa anual tentativo de mantenimiento. Este programa deberá cumplirse de la manera más exacta, las modificaciones serán de acuerdo entre ambas Partes.
- La Potencia Activa y Reactiva de las unidades generadoras sincronizadas al Sistema Eléctrico Nacional, solo podrán ser modificadas por el Centro de Control.
- Todas las unidades apoyaran a la medida de sus posibilidades con la energía eléctrica para el servicio público, cuando por caso fortuito o fuerza mayor o *emergencia* dicho servicio se vea interrumpido o restringido o únicamente por el lapso que comprenda el caso.
- El Centro de Control evitara operar los generadores conectados al Sistema Eléctrico Nacional en los rangos de Potencia activa y Reactiva que afecten su confiabilidad y seguridad. Los cuales son acordados con los responsables de las unidades.
- Con el propósito de salvaguardar la confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional, todos los generadores conectados coordinaran sus esquemas de protección por baja frecuencia con el Centro de Control.
- Cuando por condiciones extraordinarias y resguardando la seguridad y confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional, al tener una degradación (derrateo) o una salida forzada, se deberá informar al Centro de Control a la brevedad posible, causa y duración de la indisponibilidad.
- En situaciones de emergencia, el Centro de Control, podrá solicitar la desconexión inmediata o disminución de carga de una unidad generadora, informando posteriormente los motivos.
- Por condiciones de seguridad, el Centro de Control, podrá solicitar la incorporación de cualquier unidad al Disparo Automático de Generación (DAG).
- El Centro de Control puede solicitar a las centrales Generadoras por tele medición las lecturas horarias e instantáneas que considere importantes en los equipos, existencias y consumos de combustibles, para el control estadístico de operación del Sistema Eléctrico Nacional, los responsables de la instalación, están obligados a proporcionar ésta y otras informaciones de manera fehaciente y oportuna por los medios idóneos para su recepción. La información estadística no puede ni será con propósitos diferentes a los señalados.

- En operación normal, al ser entregado el programa de generación para porteo por parte de los PIE's, este es vinculatorio y no podrá ser modificado, sino solamente en condiciones de *emergencia*, caso fortuito o fuerza mayor.
- Cualquier generador solo podrá sincronizar al Sistema Eléctrico Nacional con autorización del Centro de Control.
- Ningún generador podrá modificar su generación por decisión propia a menos que sea de carácter emergente.

Dentro de los despachos que se dan para cualquier tipo de central del Sistema Eléctrico Nacional, existen varios tipos de "Licencias", los cuales se otorgan en los casos de haber malas condiciones atmosféricas, o bien por falla en algún equipo de la central, y hay un caso en el cual, la central queda abierta a la variación directa del sistema y se le llama "**licencia por medidores**", cabe resaltar que el nombramiento de este último tipo de licencia, es un tanto al interno del rubro de PIE'S.

Se hace mención de estos casos, ya que en algunos de ellos se presenta una problemática con respecto al tiempo de respuesta de las centrales, como casos de rampa que se observa en el perfil de carga, en el momento de descenso y ascenso de carga, no cumple con lo especificado en los contratos.

Además hay que aclarar que dependiendo de los despachos o incluso si la central se encuentra con una Licencia otorgada, pueden cambiar los criterios de análisis de la banda de tolerancia que se propone como método analítico, es este trabajo.

Para el caso de la Licencia por energía medida, la central queda a disposición del Sistema Eléctrico Nacional y la generación dependerá de lo que necesite dicho sistema, siempre y cuando no salga de las propias capacidades de la planta. El perfil de carga se muestra en el figura 3.A.

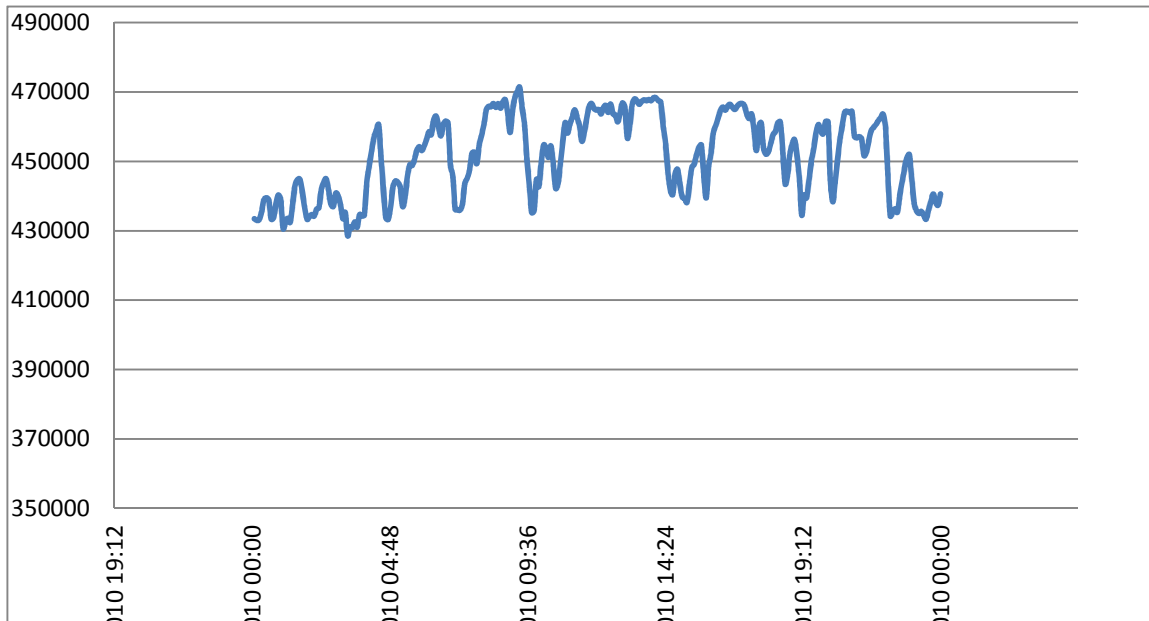


Figura 3.A

De la figura 3.A, la banda de tolerancia no tendrá efecto ya que la central estará controlada remotamente por el centro de control, aunque en mayor medida por el sistema, es decir entra al control de AGC, por lo que no tiene algún caso hacer el análisis, ya que CFE tendrá que admitir la operación de la planta sin objeción alguna.

También se puede presentar el caso, donde el centro de control manda un despacho de capacidad fija; en este las centrales deben de acatar la orden de despacho cumpliendo con la capacidad solicitada; claro que tienen un rango de tolerancia que es del 3% más o menos de la capacidad solicitada.

Con las consideraciones anteriores podemos comenzar con el tema de la banda de regulación, ya que esta considerará, como se acaba de mencionar, el 3% más o menos del despacho solicitado por el centro de control, y gráficamente sería como en la siguiente figura 3.B.

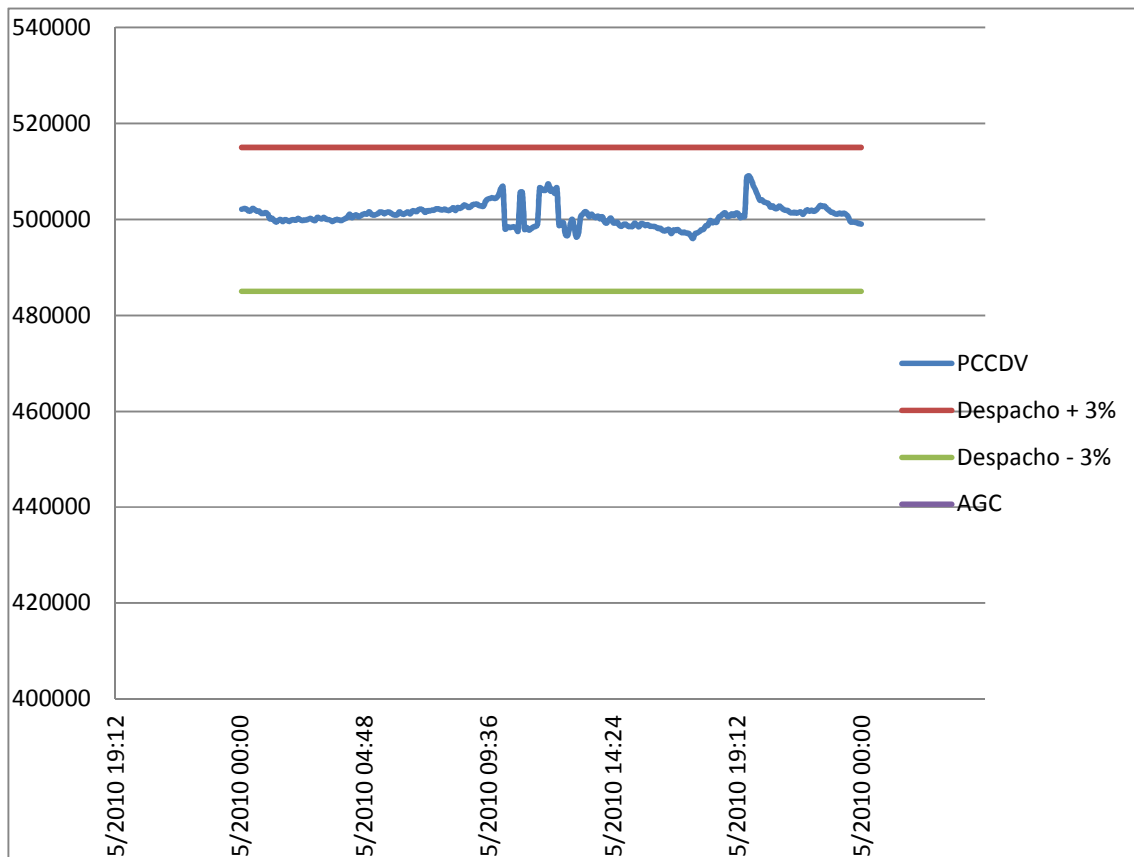


Figura 3.B

Como se puede observar claramente en la figura 3.B, la central presenta pequeñas variaciones propias del sistema, tanto interno como externo de la planta, pero en esta situación respeta o mejor dicho, el comportamiento queda dentro de la tolerancia del 3% más y menos, tomando como referencia el despacho fijo.

TEMA 3.2 CRITERIOS DE BANDA DE GENERACIÓN, DE ACUERDO AL DESPACHO.

Los criterios que se consideran en este tema se basan en las interpretaciones de bitácoras, es decir el comportamiento real de una central de generación; pero dentro de lo establecido en los contratos celebrados entre CFE y los PIE's.

Para comenzar con los criterios, se tiene que hablar de la manera en que se interpretan las bitácoras de comportamiento de las centrales.

Como ejemplo, la banda que se está proponiendo se considera que en casos de funcionamiento normal, o dentro de los estándares, la tolerancia es más-menos el 3% de la capacidad de la Central; en este punto algunos PIE's, han comenzado a aplicar algún tipo de tolerancia, de un más-menos 3% de la capacidad total de la central, es decir que si la capacidad de la central es de 500 MW, ellos consideran una banda de tolerancia con una amplitud de 30 MW, cosa que es demasiado ventajosa de parte de ellos pues suponiendo un caso demasiado forzado, o hasta cierto punto hipotético, si se le manda un despacho de 30 MW, tendrían una tolerancia desde cero hasta 60 MW.

En este punto se plantea la opción que este porcentaje de tolerancia sea del mismo 3% más y menos, pero que este porcentaje sea calculado con el despacho, por ejemplo: Si se tiene un despacho de 150 MW, el 3% (mas y menos) sería una banda de 9 MW, en total, es decir, 4.5 MW mas y menos, quedando específicamente la banda desde los 145.5 MW hasta 154.5 MW.

3.3 Afectación en caso de energía no solicitada

Se menciona este tema, ya que se presentan casos con los PIE's de un exceso de energía entregada, es decir un periodo de tiempo que la central, está dando energía de más, energía no solicitada.

Para dar un primer vistazo con el método propuesto, se verifica cincominutal por cincominutal mediante herramientas de software. Un ejemplo práctico es cuando el centro de control pide a una central de 500 MW un despacho de 400 MW, según lo dicho con anterioridad, la central tiene un tiempo especificado para bajar su generación, si vemos el perfil de carga, se generara una rampa de descenso, en este caso habrá que verificar el tiempo de descenso, pues de lo contrario la rampa se prolongaría demasiado, provocando un costo innecesario, al menos para Comisión, pero esto a la larga sería una ganancia para los PIE's, y aparentemente hasta hoy no se verifica de la manera adecuada. También se tiene que verificar que durante el periodo del despacho la central este dentro de la banda de tolerancia, ya que si el PIE generara por arriba del límite superior de la banda de tolerancia, por un periodo de 3 cincominutales (15 min), ya estaría generando un incumplimiento al despacho del centro de control.

3.4 Afectación en caso de energía no entregada

A diferencia del tema anterior, también se puede dar el caso contrario, que el centro de control mande un cierto despacho y la central por algún motivo no lo pueda cumplir. Para este caso también hay un procedimiento específico que se verá reflejado al hacer el análisis con el método propuesto.

En este caso específico, se propone considerar la banda hasta el límite inferior y si aun así la central no cumple con el despacho del centro de control, entonces habrá un incumplimiento por parte del Productor, este es el peor de los escenarios (figura 3.C), ya que por ningún motivo de fallo, es decir en condiciones normales de funcionamiento, la planta no cumpla ni con el límite inferior de la banda. Obviamente este caso es hipotético, porque en la realidad, aunque la central no haya reportado alguna falla, en el momento en que no cumple con el despacho, de manera táctica, por llamarla de alguna forma, le central pedirá alguna licencia, por cualquiera de los casos que ya se han mencionado con anterioridad, para que no se vea tan afectada, en el momento de la revisión de generación.

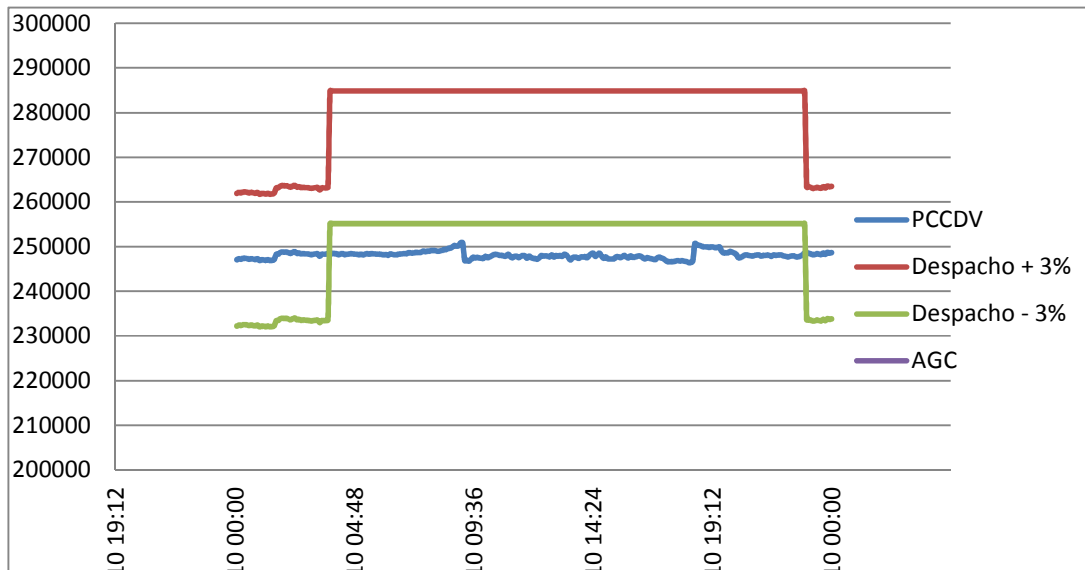


Figura 3.C

Otro momento en el que se debe prestar atención con respecto a esto, es en los ascensos y descensos de carga, pues se debe de cumplir con un despacho en cierto tiempo, cosa que en el

perfil de carga se verá reflejado en las rampas de ascenso y descenso, si estas son demasiado prolongadas o si cumplen con lo estipulado en el contrato (figura 3.D)



Figura 3.D

En el caso de la figura 3.D, se nota claramente, una rampa de ascenso, que se prolongó más de lo debido, e incluso no cumple ni con el límite inferior de la banda, por lo que este caso es para la energía solicitada y no entregada (ver la serie PCCDV, en la figura 3.D).

3.5. Costos

Se ha tratado de explicar la manera en la que los PIE's han estado funcionando y su comportamiento, o mejor dicho, su respuesta ante algunas situaciones fuera de lo *normal*, pero cabe recordar en este apartado lo siguiente: la generación que el productor registra, es de alguna manera la energía neta, es decir, sólo aquella energía que llega al punto de interconexión con el sistema, de alguna manera en estos datos solo se ven reflejadas las pérdidas debidas al sistema interno de la planta, pero las perdidas del sistema no. Al inicio del proyecto de cada planta generadora, se presenta un *modelo matemático*, este con el fin de hacer la gran parte de los cálculos necesarios, para que los PIE's presenten el día 7 de cada mes, el informe de su producto, en este caso la energía eléctrica, pero principalmente es para hacer una corrección de perdidas, es decir, se toman

en consideración, las variables ambientales, de temperatura, humedad y presión atmosférica, esto con el fin de calcular un factor que será aplicado a los datos de energía, para que así se vean reflejadas las pérdidas, por este tipo de factores. Esto anterior, asentado en los contratos PPA, antes mencionados, y celebrados entre los PIE's y CFE. Los productores presentan cargos a cobrar, a CFE, quien es la única institución a la que le pueden vender la energía que generan, y específicamente a las capacidades que generan; estos cargos son mensuales en la mayoría de los casos y son principalmente de dos tipos: Cargos por Capacidad y Cargos por Energía.

Uno de los principales cálculos que realiza, en la mayoría de las plantas de los PIE's, el modelo matemático, tiene que ver, precisamente con las pérdidas del sistema, como ya se mencionaba arriba, manejándose al final dos tipos de resultados, por un lado lo neto (al salir de la planta, considerando las pérdidas al interior de la planta) y por otro lo que se nombra como *Potencia Corregida a Condiciones de Diseño de Verano (PCCDV)*.

En algunas plantas de los productores, los cargos antes mencionados se calculan en base a esta PCCDV, por lo que aquí se presenta un primer problema, ya que los despachos del centro de control, se dan en PCCDV y también los datos que nos arroja el modelo matemático son de esta índole, hasta este momento pareciera no haber mayor complicación, pero para el caso de la energía no solicitada, simplemente se hace un recorte, es decir, si al productor se le solicita una generación de 190 MW, con su banda de tolerancia el rango queda en su nivel superior hasta los 195.7 MW, y la planta durante 6 cincominutales entrego 197 MW; el acto para corregir esto es simplemente recortar los 1.3 MW en ese lapso de tiempo. Pero no hay que perder de vista que todo esto está en PCCDV; pero no estamos considerando, que los datos que ingresan al modelo matemático, no son datos corregidos a condiciones de diseño de verano. Algunos podrían encontrar aquí un pretexto para no hacer dicha corrección, cosa que se puede solucionar sencillamente, haciendo un consciente de la PCCDV (esta ya corregida, o recortada, al límite de la banda, ya sea inferior o superior) entre la Potencia Neta (PN); esto con el fin de obtener una cifra que después utilizaremos como factor de corrección. Una vez que recortemos la PCCDV; será dividida por este factor, para que de alguna manera reflejemos la corrección a condiciones de diseño de verano y así continuar con los cálculos.

Ahora en lo concerniente a los Costos que esto implica; el mayor impacto será para los cargos que representan los dividendos más fuertes, y esto son aquellos que tienen relación con la generación y

con el combustible, pues como ya se ha mencionado en otros capítulos, estas plantas de ciclo combinado funcionan a base de gas natural o en casos extremos con Diesel.

Principalmente en el caso de energía no solicitada, será en la situación en que haya mayor impacto económico, pues aunque la energía fue entregada al sistema, esta no se le solicitó, aquí la disponibilidad de la central no se modificara, pero en cuanto a combustible sí, ya que por decirlo de alguna manera esta energía será regalada por el productor, con todo lo que implique su generación, incluyendo el combustible usado demás.

Por el otro lado en el caso de energía no entregada, la mayor parte de la afectación será en cuanto a la disponibilidad de la planta, este impacto no será grande en un principio, pero los productores manejan un factor de disponibilidad promediando doce meses, y es aquí donde se verá reflejado el impacto, y esto sobre todo en los cargos fijos que se presentan cada mes, y sobre todo hay un cargo que se le nombra *Cargo Fijo de Capacidad*, este está calculado en base a este factor de disponibilidad anual, y se hace el cálculo de monto en dólares.

Estos serían los principales impactos de índole económica, que el erario del país está cubriendo, sin saberlo explícitamente, es por eso que la presente propuesta busca encontrar un poco de mejora en el análisis del funcionamiento y comportamiento de los Productores Independientes de Energía.

CONCLUSIÓN

Por lo presentado con anterioridad, se puede ver que en algunos aspectos los PIE's, hoy en día tienen demasiadas holguras dentro de sus contratos, o mejor dicho, hay aspectos que no han sido lo suficientemente especificados en sus contratos (PPA), debido a esto se cometen ciertas irregularidades, abusando un poco del término, pero que al final repercuten en la calidad del servicio a la nación mexicana.

En el presente escrito, se ha hecho una pequeña exposición de los diferentes métodos de generación y plantas generadores, de la cuales, en nuestro país, no se hace uso, aun teniendo los recursos suficientes y variados, para poder hacer uso de todas estas alternativas; sin embargo cabe señalar, que en lo que respecta a nuestra humilde opinión, hay inmiscuidos mas intereses de los que se dejan ver dentro de la legalidad. Ciertamente es que los inversionistas extranjeros, traen propuestas demasiado atractivas, y sobre todo a corto plazo, en cuestiones de generación, pero que a la larga, como se ha comprobado, resulta ser de costos elevados.

El comportamiento del Sistema Eléctrico Nacional, hasta el día de hoy, ha sido muy eficiente, obviamente han tenido algunas contingencias, pero no de gran escala, cosas que ha sucedido y sucede en otros países, en el aspecto de la regulación, cabe mencionar al Centro Nacional de Control, es su admirable esfuerzo, por mantener un servicio a la población, de calidad.

El sistema de despachabilidad con el que se manejan las centrales en nuestro país, es de gran nivel y las reglas han sido claramente especificadas, cosa que se refleja en el servicio, a pesar de haber zonas de mucho conflicto, hablando del ámbito eléctrico, sobre todo en los extremos del país.

En el análisis planteado, se usan los datos de salida de la central, es decir aquellos datos registrados, por los medidores fiscales que se han colocado a la salida de las centrales de los PIE's, estos aprobados tanto por Comisión como por los mismos productores, de que los datos son lo menos errados en cuanto a las variables de generación y de aspectos ambientales, como la humedad, presión y temperatura, esto con el fin de ingresar todos estos datos, al ya mencionado modelo matemático, propuesto por el mismo Productor (basándose en las bases del Sistema

Mexicano, y que Comisión en coordinación con el CENACE, avalaron y desarrollaron) para así hacer los debidos cálculos de corrección por pérdidas naturales e inevitables del Sistema.

Con todo lo anterior y lo visto a lo largo del presente trabajo, se propuso la llamada Banda de Tolerancia, la cual propone el análisis de la generación de las centrales, con un método bastante sencillo, con el fin de verificar simplemente, lo que los Productores de Energía se han comprometido a cumplir en los contratos que celebraron entre ellos y Comisión, y además respetando las reglas de despachabilidad del CENACE.

Los PIE's vienen a ofrecer un producto, que en el caso que se analiza es la energía eléctrica, de una manera justa, el cliente tiene el derecho de verificar que este producto cumpla con lo convenido en cualquier momento, y ya que es un producto continuo, pues de igual manera se propone una supervisión continua. La banda es tan sencilla como su nombre lo dice, un rango en el cual la calidad del producto (energía eléctrica) podrá fluctuar, sin dejar de ser de calidad para el consumo requerido, en el caso de incurrir en algún incumplimiento, como en todo negocio, tendrá repercusiones económicas, las cuales no se han querido puntualizar, debido a que esa información de alguna manera permanece hermética, el pueblo en general, y además de ser información corporativa.

Se han presentado las reglas de despachabilidad, con el fin de entender un poco mejor el sistema y su funcionamiento, y como se debe de comportar una central, ante varios tipos de despacho, e incluso se presentaron, lo que se llaman licencias, que al final, son permisos otorgados a la central, en casos de verdaderas contingencias, y con el fin de no poner en riesgo la planta y sobre todo en casos muy extremos las vidas humanas del personal de la planta.

GLOSARIO

AGC: Es una aplicación (Software) que reside en el centro de control el cual interacciona con el Sistema Eléctrico de Potencia y con otras aplicaciones.

Banda Muerta: Característica que define el intervalo de cambio de frecuencia con respecto a la nominal y en el cual no tiene efecto la característica de estatismo, por lo que la unidad no participa en la regulación primaria en esta banda muerta.

Balance Carga-Generación: es el balance en el sistema eléctrico debe mantenerse de manera continua, en el cual ante cualquier variación tiene una afectación de frecuencia haciendo que los controles de frecuencia en regulación primaria, secundaria y terciaria actual para que siempre se mantenga el equilibrio.

Bases de Datos: Las Bases de Datos que utilizados para la programación, coordinación, despacho, asignación de servicios complementarios, cálculo de precios, liquidaciones y análisis de fallas y resultados de la programación, serán auditables a requerimiento de un Agente, Estarán a disposición de los Agentes, Usados por un **Centro de Control** encargado del mismo.

Centro de Control: Es el lugar donde se supervisa, monitorea y estudia el Sistema Eléctrico Nacional para tener calidez, continuidad, eficiencia y bajo costo en el suministro eléctrico del país.

Central de Ciclo Combinado (CC): Un Sistema Energético altamente eficiente, de bajos costes de inversión en comparación con los restantes Sistemas Energéticos de Generación de Electricidad, de un corto plazo de ejecución, con una gran flexibilidad de operación, con un bajo impacto ambiental, que puede instalarse próximo a los Centros de consumo; con el consiguiente ahorro en pérdidas por transporte, y sin que sea necesario instalar nuevas líneas de Alta Tensión, y usando un combustible, de fácil transporte y manejo como es el Gas Natural.

CFE: Comisión Federal de Electricidad

Control de Frecuencia: Mediante un control supervisorio, el centro de control regula la frecuencia en una banda de +/- xvalor, en donde el objetivo es mantenerse siempre en ese límite tanto en

estado estable como en un evento (disparo de unidades, afectaciones de carga, modificación de red, etc.). Mediante la ayuda de un Predespacho y despacho que diariamente se realiza en sus estudios.

CRE: Comisión Reguladora de Energía

Despacho de Generación: Consiste en satisfacer la demanda pronosticada del Sistema Eléctrico, cumpliendo con la asignación de generación establecido en el Esquema de Generación diario (Predespacho).

Disparo Automático de Generación (DAG): Es un esquema usado en el Sistema Eléctrico Nacional el cual previene inestabilidad angular en el sistema, sobre carga en el flujo de líneas de transmisión y variaciones severas de frecuencia en donde están interconectadas varias plantas generadoras involucradas tanto de CFE como de los PIE'S.

Energía de Regulación: Característica que define el cambio de carga de una unidad en forma automática a través de su sistema de regulación de frecuencia/potencia.

Estatismo: Es la relación de cambio en la producción de potencia del generador ante un cambio en la frecuencia del sistema al cual está conectado.

Medidor de Energía Eléctrica: El medidor de energía, conocido también como contador, es un equipo que se emplea para medir la energía suministrada a los clientes. Aplicada una tarifa establecida por la Secretaria de Hacienda y Crédito Público, posibilita a la Empresa realizar una facturación adecuada de la potencia y energía consumida o entregada según sea el caso.

PIDIREGAS CONDICIONADO: El apartado específico para productores independientes de energía dado que en realidad se trata de la compra de servicios en materia de capacidad y energía.

Planta de generación: Es un complejo en donde se encuentran varias unidades de generación las cuales suministran energía eléctrica.

Productores Externos de Energía, o bien Productores Independientes de Energía: Cualquier persona en México que sea titular de un permiso de productor externo de energía de acuerdo con las Leyes Aplicables que le autorice a proporcionar capacidad de generación de energía eléctrica y a vender la energía eléctrica asociada a la Comisión de conformidad con lo dispuesto por la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento.

Regulación Primaria: Es la respuesta natural del sistema que comprende la acción de los gobernadores de velocidad de las unidades generadoras, en función de su característica de regulación R.

Regulación Secundaria: Es la acción comandada por un control suplementario, para ajustar la referencia de potencia de la unidad generadora.

Regulación Terciaria: Es la acción manual del operador del centro de control para complementar el control, que por criterios de reserva o insuficiencia de la regulación primaria y secundaria, no se llega al objetivo.

Reserva Fría: Es la cantidad expresada en MW resultante de las unidades generadoras disponibles y que no se encuentran conectadas al sistema.

Reserva Operativa: Es la reserva rodante del área más la generación que puede ser conectada en un periodo de tiempo determinado (10 minutos normalmente), mas la carga que puede ser interrumpida dentro del mismo periodo de tiempo.

Reserva de regulación primaria: Se define la banda de regulación primaria del sistema como el margen de potencia en el que los grupos generadores pueden modificar su potencia generada de forma automática y en los dos sentidos, mediante la actuación de su regulador de velocidad, en caso de producirse un desvío de frecuencia.

Reserva de regulación secundaria: Se define la reserva de regulación secundaria del sistema como el margen de variación de potencia en el que el regulador secundario del sistema peninsular español puede actuar automáticamente y en los dos sentidos, partiendo del punto de funcionamiento en que se encuentre en cada instante. Viene dada por la suma, en valor absoluto, de las contribuciones individuales de todos los grupos generadores sometidos a este tipo de regulación.

Reserva de regulación terciaria: Está constituida por la variación máxima de potencia a subir o a bajar de todos los grupos generadores del sistema que puede ser movilizada en un tiempo no superior a quince minutos, y que puede ser mantenida, al menos, durante dos horas consecutivas, con objeto de reconstituir la reserva de regulación secundaria.

Reserva Rodante: Es la cantidad expresada en MW de la diferencia entre la capacidad rodante y la demanda del Sistema Eléctrico en cada instante.

Reserva Rodante Bajar: Es la reserva para bajar que se tiene disponible en las unidades sincronizadas al sistema, el cálculo de esta reserva es en función de los límites de regulación, la rampa y los tiempos primario y secundario

Reserva Rodante Subir: Es la reserva para subir que se tiene disponible en las unidades sincronizadas al sistema, el cálculo de esta reserva es en función de los límites de regulación, la rampa y los tiempos primario y secundario.

SENER: Secretaría de Energía

Sistemas de cogeneración: Son sistemas de producción conjunta de electricidad (o energía mecánica) y de energía térmica útil (calor) partiendo de un único combustible.

Subestación Eléctrica: Es un conjunto de dispositivos que forman parte de un sistema eléctrico de potencia, la cual una instalación destinada a modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, con el fin de facilitar el transporte y distribución de la energía eléctrica.

Tiempo de Establecimiento: Tiempo que tarda la potencia mecánica de la unidad en ingresar a la banda de 10% del valor final ante una variación en la frecuencia tipo escalón.

Unidades de Carga Base: Las unidades nucleares típicamente caen dentro de esta categoría.

Debido a la necesidad de mantener los reactores nucleares y el sistema de vapor en un balance térmico, es deseable mantener la potencia de salida de estas unidades a un nivel constante tanto como sea posible. Adicionalmente, las grandes unidades generadoras termoeléctricas basadas en carbón o combustóleo, normalmente se mantienen en puntos de operación constantes.

Unidades de Reserva: El margen requerido de generación puede consistir de generadores que tengan sus potencias de salida por debajo de sus nominales, de modo que mantengan una capacidad adicional sincronizada (rodante). Adicionalmente, puede considerarse los casos en que unidades generadoras puedan sincronizarse en lapsos de tiempo de algunos minutos (10 por ejemplo).

Unidad Generadora: Es todo dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus puntos, llamados polos, terminales o bornes. Los generadores eléctricos son máquinas destinadas a transformar la energía mecánica en eléctrica.

Unidades Intermedia: Cuando la salida de potencia debe regularse, las turbinas hidráulicas son la selección más conveniente. La potencia de salida de un hidrogenerador se controla simplemente cambiando el flujo de agua a través de la turbina. No todos los sistemas eléctricos cuentan con este recurso y deben usar unidades termoeléctricas. Debido a las constantes de tiempo del sistema térmico, normalmente es necesario regular tales unidades a sus valores especificados, es decir, a los valores máximos expresados en MW/minuto a los cuales el nivel de potencia puede cambiarse.

Unidades Pico: Generadores con turbinas de gas pueden tomar carga muy rápidamente y son usadas para propósitos de satisfacer los incrementos rápidos de demanda que ocurren durante el periodo de carga pico. Sin embargo, estas unidades tienen costos de producción mayores y son de relativa baja capacidad, de modo que no son usadas durante los periodos de carga intermedia (media) o base. Además, los hidrogeneradores son una excelente opción para satisfacer los incrementos de carga durante el periodo pico.

ANEXOS

1. SISTEMAS SCADA WEB

Los sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) son aplicaciones de software, diseñadas con la finalidad de controlar y supervisar procesos a distancia. Se basan en la adquisición de datos de los procesos remotos.

Se trata de una aplicación de software, especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde una computadora. Además, envía la información generada en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como hacia otros supervisores dentro de la empresa, es decir, que permite la participación de otras áreas como por ejemplo: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc.

Cada uno de los items de SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de datos) involucran muchos subsistemas, por ejemplo, la adquisición de los datos puede estar a cargo de un PLC (Controlador Lógico Programable) el cual toma las señales y las envía a las estaciones remotas usando un protocolo determinado, otra forma podría ser que una computadora realice la adquisición vía un hardware especializado y luego esa información la transmita hacia un equipo de radio vía su puerto serial, y así existen muchas otras alternativas.

Las tareas de Supervisión y Control generalmente están más relacionadas con el software SCADA, en él, el operador del Centro de Control puede visualizar en la pantalla del computador de cada una de las estaciones remotas que conforman el sistema, los estados de ésta, las situaciones de alarma y tomar acciones físicas sobre algún equipo lejano, la comunicación se realiza mediante buses especiales o redes LAN. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, y están diseñados para dar al operador del centro de control la posibilidad de supervisar y controlar dichos procesos.

Estos sistemas actúan sobre los dispositivos instalados en plantas de generación, subestaciones y enlaces con otros sistemas de redes (transmisión, distribución) de otros centros de control, como

son los controladores, autómatas, sensores, actuadores, registradores, etc. Además permiten controlar el proceso desde una estación remota, para ello el software brinda una interfaz gráfica que muestra el comportamiento del proceso en tiempo real.

Generalmente se vincula el software al uso de una computadora o de un PLC, la acción de control es realizada por los controladores de campo, pero la comunicación del sistema con el operador es necesariamente vía computadora. Sin embargo el operador puede gobernar el proceso en un momento dado si es necesario.

Los sistema de control de acceso actualmente ya permiten trabajar con plataformas SCADA mediante protocolos de comunicación como el ModBus (o ModBusIP), OPC y otros.

ASPECTO	SCADA	DCS
TIPO DE ARQUITECTURA	CENTRALIZADA	DISTRIBUIDA
TIPO DE CONTROL PREDOMINANTE	SUPERVISORIO: Lazos de control cerrados por el operador. Adicionalmente: control secuencial y regulatorio.	REGULATORIO: Lazos de control cerrados automáticamente por el sistema. Adicionalmente: control secuencial, batch, algoritmos avanzados, etc.
TIPOS DE VARIABLES	DESACOPLADAS	ACOPLADAS
ÁREA DE ACCIÓN	Áreas geográficamente distribuidas.	Área de la planta.
UNIDADES DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y CONTROL	Remotas, PLC's.	Controladores de lazo, PLC's.
MEDIOS DE COMUNICACIÓN	Radio, satélite, líneas telefónicas, conexión directa, LAN, WAN.	Redes de área local, conexión directa.
BASE DE DATOS	CENTRALIZADA	DISTRIBUIDA

Un software SCADA debe ser capaz de ofrecer al sistema:

1. Posibilidad de crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.

2. Generación de datos históricos de las señales de plantas, subestaciones y líneas de transmisión y distribución que pueden ser volcados para su proceso sobre una hoja de cálculo.
3. Ejecución de programas, que modifican la ley de control, o incluso anular o modificar las tareas asociadas al autómata, bajo ciertas condiciones.
4. Posibilidad de programación numérica, que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador.

Existen diversos tipos de sistemas SCADA dependiendo del fabricante y sobre todo de la finalidad con que se va a hacer uso del sistema, por ello antes de decidir cuál es el más adecuado hay que tener presente si cumple o no ciertos requisitos básicos:

1. Todo sistema debe tener arquitectura abierta, es decir, debe permitir su crecimiento y expansión, así como deben poder adecuarse a las necesidades futuras del proceso y de la planta.
2. La programación e instalación no debe presentar mayor dificultad, debe contar con interfaces gráficas que muestren un esquema básico y real del proceso
3. Deben permitir la adquisición de datos de todo equipo, así como la comunicación a nivel interno y externo (redes locales y de gestión)
4. Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar, con interfaces amigables para el usuario.

FUNCIONES PRINCIPALES DEL SISTEMA

- **Supervisión remota de instalaciones y equipos:** Permite al operador conocer el estado de desempeño de las instalaciones y los equipos alojados en la planta, lo que permite dirigir las tareas de mantenimiento y estadística de fallas
- **Control remoto de instalaciones y equipos:** Mediante el sistema se puede activar o desactivar los equipos remotamente (por ejemplo abrir válvulas, activar interruptores,

prender motores, etc.), de manera automática y también manual. Además es posible ajustar parámetros, valores de referencia, algoritmos de control, etc.

- **Procesamiento de datos:** El conjunto de datos adquiridos conforman la información que alimenta el sistema, esta información es procesada, analizada, y comparada con datos anteriores, y con datos de otros puntos de referencia, dando como resultado una información confiable y veraz.
- **Visualización gráfica dinámica:** El sistema es capaz de brindar imágenes en movimiento que representen el comportamiento del proceso, dándole al operador la impresión de estar presente dentro de una planta real. Estos gráficos también pueden corresponder a curvas de las señales analizadas en el tiempo.
- **Generación de reportes:** El sistema permite generar informes con datos estadísticos del proceso en un tiempo determinado por el operador.
- **Representación de señales de alarma:** A través de las señales de alarma se logra alertar al operador frente a una falla o la presencia de una condición perjudicial o fuera de lo aceptable. Estas señales pueden ser tanto visuales como sonoras.
- **Almacenamiento de información histórica:** Se cuenta con la opción de almacenar los datos adquiridos, esta información puede analizarse posteriormente, el tiempo de almacenamiento dependerá del operador o del autor del programa.
- **Programación de eventos:** Esta referido a la posibilidad de programar subprogramas que brinden automáticamente reportes, estadísticas, gráfica de curvas, activación de tareas automáticas, etc.

TRANSMISIÓN DE LA INFORMACIÓN

Los sistemas SCADA necesitan comunicarse vía red, puertos GPIB, telefónica o satélite, es necesario contar con computadoras remotas que realicen el envío de datos hacia una computadora central, está a su vez será parte de un centro de control y gestión de información.

Para realizar el intercambio de datos entre los dispositivos de campo y la estación central de control y gestión, se requiere un medio de comunicación, existen diversos medios que pueden ser

cableados (cable coaxial, fibra óptica, cable telefónico) o no cableados (microondas, ondas de radio, comunicación satelital).

Cada fabricante de equipos para sistemas SCADA emplean diferentes protocolos de comunicación y no existe un estándar para la estructura de los mensajes, sin embargo existen estándares internacionales que regulan el diseño de las interfaces de comunicación entre los equipos del sistema SCADA y equipos de transmisión de datos.

Un protocolo de comunicación es un conjunto de reglas y procedimientos que permite a las unidades remotas y central, el intercambio de información. Los sistemas SCADA hacen uso de los protocolos de las redes industriales.

La comunicación entre los dispositivos generalmente se realiza utilizando dos medios físicos: cable tendido, en la forma de fibra óptica o cable eléctrico, o radio. En cualquiera de los casos se requiere un MODEM, el cual modula y demodula la señal. Algunos sistemas grandes usan una combinación de radio y líneas telefónicas para su comunicación. Debido a que la información que se transmite sobre un sistema SCADA debería ser pequeño generalmente la velocidad de transmisión de los modem suele ser pequeño. Muchas veces 300bps (bits de información por segundo) es suficiente. Pocos sistemas SCADA, excepto en aplicaciones eléctricas, suelen sobrepasar los 2400bps, esto permite que se pueda usar las líneas telefónicas convencionales, al no superar el ancho de banda físico del cable.

COMUNICACIONES

En una comunicación deben existir tres elementos necesariamente:

- Un medio de transmisión, sobre el cual se envían los mensajes
- Un equipo emisor que puede ser el UTM (Unidad Terminal Maestra)
- Un equipo receptor que se puede asociar a los UTR's (Unidad Terminal Remota).

En telecomunicaciones, el UTM y el UTR son también llamados Equipos terminales de datos (*DTE, Data Terminal Equipments*). Cada uno de ellos tiene la habilidad de generar una señal que contiene

la información a ser enviada. Asimismo, tienen la habilidad para descifrar la señal recibida y extraer la información, pero carecen de una interfaz con el medio de comunicación.

ELEMENTOS DEL SISTEMA

Un sistema SCADA está conformado por:

- **Interfaz Operador - Máquinas:** Es el entorno visual que brinda el sistema para que el operador se adapte al proceso desarrollado por la planta. Permite la interacción del ser humano con los medios tecnológicos implementados.
- **Unidad Terminal Maestra (UTM):** Ejecuta las acciones de mando (programadas) en base a los valores actuales de las variables medidas. La programación se realiza por medio de bloques de programa en lenguaje de alto nivel (como C, Basic, etc.). También se encarga del almacenamiento y procesado ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.
- **Unidad Terminal Remota (UTR):** Lo constituye todo elemento que envía algún tipo de información a la unidad central. Es parte del proceso productivo y necesariamente se encuentra ubicada en la planta.
- **Sistema de Comunicaciones:** Se encarga de la transferencia de información del punto donde se realizan las operaciones, hasta el punto donde se supervisa y controla el proceso. Lo conforman los transmisores, receptores y medios de comunicación.
- **Transductores:** Son los elementos que permiten la conversión de una señal física en una señal eléctrica (y viceversa). Su calibración es muy importante para que no haya problema con la confusión de valores de los datos.

2. Datos de Gráficos.

Gráfica 3.A

Fecha ini	Fecha fin	PCCDV
20/05/2010 00:00	20/05/2010 00:05	434105.8892
20/05/2010 00:05	20/05/2010 00:10	433010.8965
20/05/2010 00:10	20/05/2010 00:15	432685.341
20/05/2010 00:15	20/05/2010 00:20	433451.0538
20/05/2010 00:20	20/05/2010 00:25	432442.678
20/05/2010 00:25	20/05/2010 00:30	432871.3337
20/05/2010 00:30	20/05/2010 00:35	432804.3915
20/05/2010 00:35	20/05/2010 00:40	432346.6875
20/05/2010 00:40	20/05/2010 00:45	432255.2509
20/05/2010 00:45	20/05/2010 00:50	432059.815
20/05/2010 00:50	20/05/2010 00:55	434415.7705
20/05/2010 00:55	20/05/2010 01:00	432173.0944
20/05/2010 01:00	20/05/2010 01:05	434244.4716
20/05/2010 01:05	20/05/2010 01:10	432608.5916
20/05/2010 01:10	20/05/2010 01:15	432552.4724
20/05/2010 01:15	20/05/2010 01:20	433528.2192
20/05/2010 01:20	20/05/2010 01:25	433434.6274
20/05/2010 01:25	20/05/2010 01:30	436731.215
20/05/2010 01:30	20/05/2010 01:35	434096.7476
20/05/2010 01:35	20/05/2010 01:40	431966.7125
20/05/2010 01:40	20/05/2010 01:45	432447.6182
20/05/2010 01:45	20/05/2010 01:50	438054.3308
20/05/2010 01:50	20/05/2010 01:55	440946.4397
20/05/2010 01:55	20/05/2010 02:00	435346.3936
20/05/2010 02:00	20/05/2010 02:05	441099.2791
20/05/2010 02:05	20/05/2010 02:10	442060.566
20/05/2010 02:10	20/05/2010 02:15	440363.7919
20/05/2010 02:15	20/05/2010 02:20	434185.9024
20/05/2010 02:20	20/05/2010 02:25	437331.4512
20/05/2010 02:25	20/05/2010 02:30	436670.9551
20/05/2010 02:30	20/05/2010 02:35	437868.906
20/05/2010 02:35	20/05/2010 02:40	435208.4674
20/05/2010 02:40	20/05/2010 02:45	433741.1968
20/05/2010 02:45	20/05/2010 02:50	431516.3665
20/05/2010 02:50	20/05/2010 02:55	433325.16
20/05/2010 02:55	20/05/2010 03:00	436715.7581

20/05/2010 03:00	20/05/2010 03:05	434702.8462
20/05/2010 03:05	20/05/2010 03:10	432586.3685
20/05/2010 03:10	20/05/2010 03:15	436649.2148
20/05/2010 03:15	20/05/2010 03:20	437510.5264
20/05/2010 03:20	20/05/2010 03:25	435097.4478
20/05/2010 03:25	20/05/2010 03:30	437290.911
20/05/2010 03:30	20/05/2010 03:35	435765.5307
20/05/2010 03:35	20/05/2010 03:40	435946.7628
20/05/2010 03:40	20/05/2010 03:45	434200.0478
20/05/2010 03:45	20/05/2010 03:50	432190.6762
20/05/2010 03:50	20/05/2010 03:55	434529.3226
20/05/2010 03:55	20/05/2010 04:00	433981.2028
20/05/2010 04:00	20/05/2010 04:05	431263.7922
20/05/2010 04:05	20/05/2010 04:10	431994.658
20/05/2010 04:10	20/05/2010 04:15	440502.613
20/05/2010 04:15	20/05/2010 04:20	439077.4707
20/05/2010 04:20	20/05/2010 04:25	435835.8333
20/05/2010 04:25	20/05/2010 04:30	436772.4746
20/05/2010 04:30	20/05/2010 04:35	433594.2134
20/05/2010 04:35	20/05/2010 04:40	439112.2276
20/05/2010 04:40	20/05/2010 04:45	440944.8786
20/05/2010 04:45	20/05/2010 04:50	446273.8658
20/05/2010 04:50	20/05/2010 04:55	446198.8933
20/05/2010 04:55	20/05/2010 05:00	444227.014
20/05/2010 05:00	20/05/2010 05:05	437115.9234
20/05/2010 05:05	20/05/2010 05:10	433625.2948
20/05/2010 05:10	20/05/2010 05:15	445023.4342
20/05/2010 05:15	20/05/2010 05:20	449283.2682
20/05/2010 05:20	20/05/2010 05:25	449318.0797
20/05/2010 05:25	20/05/2010 05:30	449772.231
20/05/2010 05:30	20/05/2010 05:35	451094.0496
20/05/2010 05:35	20/05/2010 05:40	453306.706
20/05/2010 05:40	20/05/2010 05:45	454625.4241
20/05/2010 05:45	20/05/2010 05:50	444627.2721
20/05/2010 05:50	20/05/2010 05:55	441808.2249
20/05/2010 05:55	20/05/2010 06:00	443006.5844
20/05/2010 06:00	20/05/2010 06:05	454531.0354
20/05/2010 06:05	20/05/2010 06:10	453110.5863
20/05/2010 06:10	20/05/2010 06:15	447639.341
20/05/2010 06:15	20/05/2010 06:20	444556.0006
20/05/2010 06:20	20/05/2010 06:25	443829.1601
20/05/2010 06:25	20/05/2010 06:30	442292.0268
20/05/2010 06:30	20/05/2010 06:35	437160.022

20/05/2010 06:35	20/05/2010 06:40	434577.7
20/05/2010 06:40	20/05/2010 06:45	442194.5923
20/05/2010 06:45	20/05/2010 06:50	445548.3801
20/05/2010 06:50	20/05/2010 06:55	443917.586
20/05/2010 06:55	20/05/2010 07:00	445442.6486
20/05/2010 07:00	20/05/2010 07:05	442617.5277
20/05/2010 07:05	20/05/2010 07:10	435495.8683
20/05/2010 07:10	20/05/2010 07:15	433863.7144
20/05/2010 07:15	20/05/2010 07:20	433442.3434
20/05/2010 07:20	20/05/2010 07:25	438661.7376
20/05/2010 07:25	20/05/2010 07:30	440536.6792
20/05/2010 07:30	20/05/2010 07:35	441304.1099
20/05/2010 07:35	20/05/2010 07:40	443241.8534
20/05/2010 07:40	20/05/2010 07:45	445409.1662
20/05/2010 07:45	20/05/2010 07:50	456968.1143
20/05/2010 07:50	20/05/2010 07:55	451039.7741
20/05/2010 07:55	20/05/2010 08:00	448230.9343
20/05/2010 08:00	20/05/2010 08:05	444741.2273
20/05/2010 08:05	20/05/2010 08:10	447426.4961
20/05/2010 08:10	20/05/2010 08:15	461711.7022
20/05/2010 08:15	20/05/2010 08:20	461918.0679
20/05/2010 08:20	20/05/2010 08:25	463841.6831
20/05/2010 08:25	20/05/2010 08:30	453527.6927
20/05/2010 08:30	20/05/2010 08:35	451430.344
20/05/2010 08:35	20/05/2010 08:40	447824.8545
20/05/2010 08:40	20/05/2010 08:45	451844.3588
20/05/2010 08:45	20/05/2010 08:50	438664.7623
20/05/2010 08:50	20/05/2010 08:55	437837.3164
20/05/2010 08:55	20/05/2010 09:00	438532.5856
20/05/2010 09:00	20/05/2010 09:05	440160.4591
20/05/2010 09:05	20/05/2010 09:10	448401.2104
20/05/2010 09:10	20/05/2010 09:15	458535.4409
20/05/2010 09:15	20/05/2010 09:20	459835.853
20/05/2010 09:20	20/05/2010 09:25	462658.2778
20/05/2010 09:25	20/05/2010 09:30	453418.8929
20/05/2010 09:30	20/05/2010 09:35	441680.7952
20/05/2010 09:35	20/05/2010 09:40	460600.6354
20/05/2010 09:40	20/05/2010 09:45	460983.3178
20/05/2010 09:45	20/05/2010 09:50	445948.6893
20/05/2010 09:50	20/05/2010 09:55	434479.6067
20/05/2010 09:55	20/05/2010 10:00	435691.6658
20/05/2010 10:00	20/05/2010 10:05	435312.6781
20/05/2010 10:05	20/05/2010 10:10	433635.871

20/05/2010 10:10	20/05/2010 10:15	434529.3339
20/05/2010 10:15	20/05/2010 10:20	435976.0916
20/05/2010 10:20	20/05/2010 10:25	435103.5693
20/05/2010 10:25	20/05/2010 10:30	434026.9576
20/05/2010 10:30	20/05/2010 10:35	433731.234
20/05/2010 10:35	20/05/2010 10:40	435450.9593
20/05/2010 10:40	20/05/2010 10:45	440949.5509
20/05/2010 10:45	20/05/2010 10:50	453475.6955
20/05/2010 10:50	20/05/2010 10:55	442336.5869
20/05/2010 10:55	20/05/2010 11:00	438838.2315
20/05/2010 11:00	20/05/2010 11:05	437857.7683
20/05/2010 11:05	20/05/2010 11:10	439833.1146
20/05/2010 11:10	20/05/2010 11:15	440185.1255
20/05/2010 11:15	20/05/2010 11:20	445173.6536
20/05/2010 11:20	20/05/2010 11:25	451346.6335
20/05/2010 11:25	20/05/2010 11:30	453611.8472
20/05/2010 11:30	20/05/2010 11:35	450814.1425
20/05/2010 11:35	20/05/2010 11:40	441337.7333
20/05/2010 11:40	20/05/2010 11:45	437589.5759
20/05/2010 11:45	20/05/2010 11:50	437289.1511
20/05/2010 11:50	20/05/2010 11:55	442934.9684
20/05/2010 11:55	20/05/2010 12:00	448062.2257
20/05/2010 12:00	20/05/2010 12:05	439836.9803
20/05/2010 12:05	20/05/2010 12:10	441302.8181
20/05/2010 12:10	20/05/2010 12:15	443243.875
20/05/2010 12:15	20/05/2010 12:20	441951.575
20/05/2010 12:20	20/05/2010 12:25	438585.0416
20/05/2010 12:25	20/05/2010 12:30	440377.4511
20/05/2010 12:30	20/05/2010 12:35	440567.5727
20/05/2010 12:35	20/05/2010 12:40	438413.8728
20/05/2010 12:40	20/05/2010 12:45	440026.9113
20/05/2010 12:45	20/05/2010 12:50	449020.419
20/05/2010 12:50	20/05/2010 12:55	457175.715
20/05/2010 12:55	20/05/2010 13:00	444184.0008
20/05/2010 13:00	20/05/2010 13:05	439585.4511
20/05/2010 13:05	20/05/2010 13:10	445089.4762
20/05/2010 13:10	20/05/2010 13:15	448723.7959
20/05/2010 13:15	20/05/2010 13:20	443992.7607
20/05/2010 13:20	20/05/2010 13:25	440164.3311
20/05/2010 13:25	20/05/2010 13:30	439369.833
20/05/2010 13:30	20/05/2010 13:35	438714.8215
20/05/2010 13:35	20/05/2010 13:40	438629.335
20/05/2010 13:40	20/05/2010 13:45	439651.1904

20/05/2010 13:45	20/05/2010 13:50	441493.512
20/05/2010 13:50	20/05/2010 13:55	440389.8874
20/05/2010 13:55	20/05/2010 14:00	440506.2172
20/05/2010 14:00	20/05/2010 14:05	438600.276
20/05/2010 14:05	20/05/2010 14:10	439393.9023
20/05/2010 14:10	20/05/2010 14:15	439152.0586
20/05/2010 14:15	20/05/2010 14:20	439321.3154
20/05/2010 14:20	20/05/2010 14:25	438758.6405
20/05/2010 14:25	20/05/2010 14:30	439534.693
20/05/2010 14:30	20/05/2010 14:35	439431.7231
20/05/2010 14:35	20/05/2010 14:40	439954.0486
20/05/2010 14:40	20/05/2010 14:45	443579.1512
20/05/2010 14:45	20/05/2010 14:50	448898.0113
20/05/2010 14:50	20/05/2010 14:55	449494.1047
20/05/2010 14:55	20/05/2010 15:00	439758.0277
20/05/2010 15:00	20/05/2010 15:05	444487.5908
20/05/2010 15:05	20/05/2010 15:10	440722.3442
20/05/2010 15:10	20/05/2010 15:15	447674.0554
20/05/2010 15:15	20/05/2010 15:20	471748.9795
20/05/2010 15:20	20/05/2010 15:25	467261.2019
20/05/2010 15:25	20/05/2010 15:30	460350.0358
20/05/2010 15:30	20/05/2010 15:35	444126.577
20/05/2010 15:35	20/05/2010 15:40	439355.9071
20/05/2010 15:40	20/05/2010 15:45	438724.6257
20/05/2010 15:45	20/05/2010 15:50	440399.2132
20/05/2010 15:50	20/05/2010 15:55	441832.5188
20/05/2010 15:55	20/05/2010 16:00	442733.7156
20/05/2010 16:00	20/05/2010 16:05	447977.4391
20/05/2010 16:05	20/05/2010 16:10	445295.8309
20/05/2010 16:10	20/05/2010 16:15	448014.3356
20/05/2010 16:15	20/05/2010 16:20	452062.3294
20/05/2010 16:20	20/05/2010 16:25	446873.1808
20/05/2010 16:25	20/05/2010 16:30	442047.1673
20/05/2010 16:30	20/05/2010 16:35	437708.6923
20/05/2010 16:35	20/05/2010 16:40	437620.2262
20/05/2010 16:40	20/05/2010 16:45	439673.8102
20/05/2010 16:45	20/05/2010 16:50	440541.9471
20/05/2010 16:50	20/05/2010 16:55	440682.0147
20/05/2010 16:55	20/05/2010 17:00	437685.47
20/05/2010 17:00	20/05/2010 17:05	437436.4689
20/05/2010 17:05	20/05/2010 17:10	437979.3418
20/05/2010 17:10	20/05/2010 17:15	438824.0672
20/05/2010 17:15	20/05/2010 17:20	441251.2428

20/05/2010 17:20	20/05/2010 17:25	442091.5565
20/05/2010 17:25	20/05/2010 17:30	441282.875
20/05/2010 17:30	20/05/2010 17:35	438898.9587
20/05/2010 17:35	20/05/2010 17:40	439165.1982
20/05/2010 17:40	20/05/2010 17:45	437780.9077
20/05/2010 17:45	20/05/2010 17:50	438322.9084
20/05/2010 17:50	20/05/2010 17:55	437098.0689
20/05/2010 17:55	20/05/2010 18:00	438222.8805
20/05/2010 18:00	20/05/2010 18:05	437310.8579
20/05/2010 18:05	20/05/2010 18:10	436209.3829
20/05/2010 18:10	20/05/2010 18:15	438585.2976
20/05/2010 18:15	20/05/2010 18:20	439510.1754
20/05/2010 18:20	20/05/2010 18:25	440823.7805
20/05/2010 18:25	20/05/2010 18:30	452047.4635
20/05/2010 18:30	20/05/2010 18:35	451226.2343
20/05/2010 18:35	20/05/2010 18:40	441096.5473
20/05/2010 18:40	20/05/2010 18:45	439792.0375
20/05/2010 18:45	20/05/2010 18:50	441002.4214
20/05/2010 18:50	20/05/2010 18:55	441410.0888
20/05/2010 18:55	20/05/2010 19:00	439083.6542
20/05/2010 19:00	20/05/2010 19:05	437806.5096
20/05/2010 19:05	20/05/2010 19:10	434226.9764
20/05/2010 19:10	20/05/2010 19:15	441982.1762
20/05/2010 19:15	20/05/2010 19:20	447166.9481
20/05/2010 19:20	20/05/2010 19:25	460696.0163
20/05/2010 19:25	20/05/2010 19:30	460201.4873
20/05/2010 19:30	20/05/2010 19:35	451352.9815
20/05/2010 19:35	20/05/2010 19:40	451533.7593
20/05/2010 19:40	20/05/2010 19:45	457245.8874
20/05/2010 19:45	20/05/2010 19:50	460964.5115
20/05/2010 19:50	20/05/2010 19:55	457584.6248
20/05/2010 19:55	20/05/2010 20:00	438217.3111
20/05/2010 20:00	20/05/2010 20:05	436667.0432
20/05/2010 20:05	20/05/2010 20:10	436779.5437
20/05/2010 20:10	20/05/2010 20:15	438214.854
20/05/2010 20:15	20/05/2010 20:20	436126.5652
20/05/2010 20:20	20/05/2010 20:25	437586.4149
20/05/2010 20:25	20/05/2010 20:30	441310.305
20/05/2010 20:30	20/05/2010 20:35	445390.8936
20/05/2010 20:35	20/05/2010 20:40	450573.5937
20/05/2010 20:40	20/05/2010 20:45	446922.9223
20/05/2010 20:45	20/05/2010 20:50	437763.6406
20/05/2010 20:50	20/05/2010 20:55	440529.7819

20/05/2010 20:55	20/05/2010 21:00	442668.0532
20/05/2010 21:00	20/05/2010 21:05	443707.1639
20/05/2010 21:05	20/05/2010 21:10	434730.6529
20/05/2010 21:10	20/05/2010 21:15	433728.6922
20/05/2010 21:15	20/05/2010 21:20	433743.7338
20/05/2010 21:20	20/05/2010 21:25	433481.9747
20/05/2010 21:25	20/05/2010 21:30	433123.061
20/05/2010 21:30	20/05/2010 21:35	432792.9106
20/05/2010 21:35	20/05/2010 21:40	433008.9873
20/05/2010 21:40	20/05/2010 21:45	433801.3898
20/05/2010 21:45	20/05/2010 21:50	433563.2469
20/05/2010 21:50	20/05/2010 21:55	432998.6507
20/05/2010 21:55	20/05/2010 22:00	432328.3453
20/05/2010 22:00	20/05/2010 22:05	432337.1282
20/05/2010 22:05	20/05/2010 22:10	432222.3389
20/05/2010 22:10	20/05/2010 22:15	432184.0142
20/05/2010 22:15	20/05/2010 22:20	432283.6364
20/05/2010 22:20	20/05/2010 22:25	432284.3341
20/05/2010 22:25	20/05/2010 22:30	432418.0949
20/05/2010 22:30	20/05/2010 22:35	433087.7574
20/05/2010 22:35	20/05/2010 22:40	434163.8668
20/05/2010 22:40	20/05/2010 22:45	433225.9817
20/05/2010 22:45	20/05/2010 22:50	432251.5818
20/05/2010 22:50	20/05/2010 22:55	433273.1526
20/05/2010 22:55	20/05/2010 23:00	433059.6759
20/05/2010 23:00	20/05/2010 23:05	434358.4654
20/05/2010 23:05	20/05/2010 23:10	432163.3684
20/05/2010 23:10	20/05/2010 23:15	431950.4501
20/05/2010 23:15	20/05/2010 23:20	432811.9032
20/05/2010 23:20	20/05/2010 23:25	431916.0302
20/05/2010 23:25	20/05/2010 23:30	432171.1215
20/05/2010 23:30	20/05/2010 23:35	431709.2038
20/05/2010 23:35	20/05/2010 23:40	432801.4486
20/05/2010 23:40	20/05/2010 23:45	432265.9628
20/05/2010 23:45	20/05/2010 23:50	432321.8613
20/05/2010 23:50	20/05/2010 23:55	431267.0758
20/05/2010 23:55	21/05/2010 00:00	431505.7673

Gráfica 3.B

Fecha ini	Fecha fin	PCCDV	Despacho	Despacho + 3%	Despacho - 3%
12/05/2010 00:00	12/05/2010 00:05	500927.5895	500000	515000	485000
12/05/2010 00:05	12/05/2010 00:10	502260.2692	500000	515000	485000
12/05/2010 00:10	12/05/2010 00:15	501949.3945	500000	515000	485000
12/05/2010 00:15	12/05/2010 00:20	501809.1436	500000	515000	485000
12/05/2010 00:20	12/05/2010 00:25	501251.1033	500000	515000	485000
12/05/2010 00:25	12/05/2010 00:30	501688.7842	500000	515000	485000
12/05/2010 00:30	12/05/2010 00:35	502201.5822	500000	515000	485000
12/05/2010 00:35	12/05/2010 00:40	501730.6198	500000	515000	485000
12/05/2010 00:40	12/05/2010 00:45	502338.5108	500000	515000	485000
12/05/2010 00:45	12/05/2010 00:50	501971.2638	500000	515000	485000
12/05/2010 00:50	12/05/2010 00:55	501982.7655	500000	515000	485000
12/05/2010 00:55	12/05/2010 01:00	502027.8461	500000	515000	485000
12/05/2010 01:00	12/05/2010 01:05	501808.2949	500000	515000	485000
12/05/2010 01:05	12/05/2010 01:10	501583.968	500000	515000	485000
12/05/2010 01:10	12/05/2010 01:15	502139.6118	500000	515000	485000
12/05/2010 01:15	12/05/2010 01:20	501786.2424	500000	515000	485000
12/05/2010 01:20	12/05/2010 01:25	501527.0898	500000	515000	485000
12/05/2010 01:25	12/05/2010 01:30	501680.0223	500000	515000	485000
12/05/2010 01:30	12/05/2010 01:35	501879.0748	500000	515000	485000
12/05/2010 01:35	12/05/2010 01:40	501587.7167	500000	515000	485000
12/05/2010 01:40	12/05/2010 01:45	502192.7922	500000	515000	485000
12/05/2010 01:45	12/05/2010 01:50	501915.9305	500000	515000	485000
12/05/2010 01:50	12/05/2010 01:55	501459.164	500000	515000	485000
12/05/2010 01:55	12/05/2010 02:00	501845.2818	500000	515000	485000
12/05/2010 02:00	12/05/2010 02:05	501840.1372	500000	515000	485000
12/05/2010 02:05	12/05/2010 02:10	501601.0294	500000	515000	485000
12/05/2010 02:10	12/05/2010 02:15	501873.5813	500000	515000	485000
12/05/2010 02:15	12/05/2010 02:20	501687.6753	500000	515000	485000
12/05/2010 02:20	12/05/2010 02:25	501857.8805	500000	515000	485000
12/05/2010 02:25	12/05/2010 02:30	501865.6797	500000	515000	485000
12/05/2010 02:30	12/05/2010 02:35	501467.1405	500000	515000	485000
12/05/2010 02:35	12/05/2010 02:40	501261.8808	500000	515000	485000
12/05/2010 02:40	12/05/2010 02:45	501518.5165	500000	515000	485000
12/05/2010 02:45	12/05/2010 02:50	501106.1318	500000	515000	485000
12/05/2010 02:50	12/05/2010 02:55	500929.4785	500000	515000	485000
12/05/2010 02:55	12/05/2010 03:00	501356.4813	500000	515000	485000
12/05/2010 03:00	12/05/2010 03:05	500940.8482	500000	515000	485000
12/05/2010 03:05	12/05/2010 03:10	500922.7104	500000	515000	485000
12/05/2010 03:10	12/05/2010 03:15	501339.9648	500000	515000	485000

12/05/2010 03:15	12/05/2010 03:20	500883.0182	500000	515000	485000
12/05/2010 03:20	12/05/2010 03:25	501284.0266	500000	515000	485000
12/05/2010 03:25	12/05/2010 03:30	501108.6676	500000	515000	485000
12/05/2010 03:30	12/05/2010 03:35	500939.1326	500000	515000	485000
12/05/2010 03:35	12/05/2010 03:40	500765.0237	500000	515000	485000
12/05/2010 03:40	12/05/2010 03:45	501209.5899	500000	515000	485000
12/05/2010 03:45	12/05/2010 03:50	501936.6466	500000	515000	485000
12/05/2010 03:50	12/05/2010 03:55	502308.0869	500000	515000	485000
12/05/2010 03:55	12/05/2010 04:00	502657.6366	500000	515000	485000
12/05/2010 04:00	12/05/2010 04:05	502052.5345	500000	515000	485000
12/05/2010 04:05	12/05/2010 04:10	501831.8929	500000	515000	485000
12/05/2010 04:10	12/05/2010 04:15	502298.1458	500000	515000	485000
12/05/2010 04:15	12/05/2010 04:20	501892.8262	500000	515000	485000
12/05/2010 04:20	12/05/2010 04:25	501721.7184	500000	515000	485000
12/05/2010 04:25	12/05/2010 04:30	501697.1634	500000	515000	485000
12/05/2010 04:30	12/05/2010 04:35	501027.1001	500000	515000	485000
12/05/2010 04:35	12/05/2010 04:40	501185.9475	500000	515000	485000
12/05/2010 04:40	12/05/2010 04:45	501556.2643	500000	515000	485000
12/05/2010 04:45	12/05/2010 04:50	500818.1483	500000	515000	485000
12/05/2010 04:50	12/05/2010 04:55	500747.198	500000	515000	485000
12/05/2010 04:55	12/05/2010 05:00	500814.9676	500000	515000	485000
12/05/2010 05:00	12/05/2010 05:05	500505.4296	500000	515000	485000
12/05/2010 05:05	12/05/2010 05:10	500600.7565	500000	515000	485000
12/05/2010 05:10	12/05/2010 05:15	500527.1286	500000	515000	485000
12/05/2010 05:15	12/05/2010 05:20	499886.8851	500000	515000	485000
12/05/2010 05:20	12/05/2010 05:25	500364.1387	500000	515000	485000
12/05/2010 05:25	12/05/2010 05:30	500489.1077	500000	515000	485000
12/05/2010 05:30	12/05/2010 05:35	500032.7568	500000	515000	485000
12/05/2010 05:35	12/05/2010 05:40	500291.3544	500000	515000	485000
12/05/2010 05:40	12/05/2010 05:45	500056.6142	500000	515000	485000
12/05/2010 05:45	12/05/2010 05:50	499881.0841	500000	515000	485000
12/05/2010 05:50	12/05/2010 05:55	499997.3174	500000	515000	485000
12/05/2010 05:55	12/05/2010 06:00	499801.7552	500000	515000	485000
12/05/2010 06:00	12/05/2010 06:05	499818.4365	500000	515000	485000
12/05/2010 06:05	12/05/2010 06:10	501002.2703	500000	515000	485000
12/05/2010 06:10	12/05/2010 06:15	501766.8939	500000	515000	485000
12/05/2010 06:15	12/05/2010 06:20	502019.4181	500000	515000	485000
12/05/2010 06:20	12/05/2010 06:25	502410.16	500000	515000	485000
12/05/2010 06:25	12/05/2010 06:30	502745.4794	500000	515000	485000
12/05/2010 06:30	12/05/2010 06:35	502517.7889	500000	515000	485000
12/05/2010 06:35	12/05/2010 06:40	502679.2693	500000	515000	485000
12/05/2010 06:40	12/05/2010 06:45	504109.6158	500000	515000	485000
12/05/2010 06:45	12/05/2010 06:50	503893.756	500000	515000	485000

12/05/2010 06:50	12/05/2010 06:55	504572.7457	500000	515000	485000
12/05/2010 06:55	12/05/2010 07:00	504787.8575	500000	515000	485000
12/05/2010 07:00	12/05/2010 07:05	504362.0244	500000	515000	485000
12/05/2010 07:05	12/05/2010 07:10	504753.2941	500000	515000	485000
12/05/2010 07:10	12/05/2010 07:15	504590.8807	500000	515000	485000
12/05/2010 07:15	12/05/2010 07:20	504535.0351	500000	515000	485000
12/05/2010 07:20	12/05/2010 07:25	505185.0772	500000	515000	485000
12/05/2010 07:25	12/05/2010 07:30	504965.9613	500000	515000	485000
12/05/2010 07:30	12/05/2010 07:35	505013.4852	500000	515000	485000
12/05/2010 07:35	12/05/2010 07:40	505441.8828	500000	515000	485000
12/05/2010 07:40	12/05/2010 07:45	505596.198	500000	515000	485000
12/05/2010 07:45	12/05/2010 07:50	505420.6576	500000	515000	485000
12/05/2010 07:50	12/05/2010 07:55	505551.9306	500000	515000	485000
12/05/2010 07:55	12/05/2010 08:00	505309.1259	500000	515000	485000
12/05/2010 08:00	12/05/2010 08:05	505095.7502	500000	515000	485000
12/05/2010 08:05	12/05/2010 08:10	505245.2338	500000	515000	485000
12/05/2010 08:10	12/05/2010 08:15	504680.3326	500000	515000	485000
12/05/2010 08:15	12/05/2010 08:20	504345.7055	500000	515000	485000
12/05/2010 08:20	12/05/2010 08:25	505122.5081	500000	515000	485000
12/05/2010 08:25	12/05/2010 08:30	504586.9616	500000	515000	485000
12/05/2010 08:30	12/05/2010 08:35	504318.1152	500000	515000	485000
12/05/2010 08:35	12/05/2010 08:40	504963.6249	500000	515000	485000
12/05/2010 08:40	12/05/2010 08:45	506248.3045	500000	515000	485000
12/05/2010 08:45	12/05/2010 08:50	507162.0145	500000	515000	485000
12/05/2010 08:50	12/05/2010 08:55	507244.6854	500000	515000	485000
12/05/2010 08:55	12/05/2010 09:00	507082.5749	500000	515000	485000
12/05/2010 09:00	12/05/2010 09:05	507552.5634	500000	515000	485000
12/05/2010 09:05	12/05/2010 09:10	508497.1725	500000	515000	485000
12/05/2010 09:10	12/05/2010 09:15	500617.5165	500000	515000	485000
12/05/2010 09:15	12/05/2010 09:20	500913.8529	500000	515000	485000
12/05/2010 09:20	12/05/2010 09:25	500278.4997	500000	515000	485000
12/05/2010 09:25	12/05/2010 09:30	500384.1479	500000	515000	485000
12/05/2010 09:30	12/05/2010 09:35	500454.3081	500000	515000	485000
12/05/2010 09:35	12/05/2010 09:40	500403.9428	500000	515000	485000
12/05/2010 09:40	12/05/2010 09:45	500668.1381	500000	515000	485000
12/05/2010 09:45	12/05/2010 09:50	501160.2952	500000	515000	485000
12/05/2010 09:50	12/05/2010 09:55	501729.3259	500000	515000	485000
12/05/2010 09:55	12/05/2010 10:00	499618.5656	500000	515000	485000
12/05/2010 10:00	12/05/2010 10:05	499594.2288	500000	515000	485000
12/05/2010 10:05	12/05/2010 10:10	500073.3906	500000	515000	485000
12/05/2010 10:10	12/05/2010 10:15	499755.8353	500000	515000	485000
12/05/2010 10:15	12/05/2010 10:20	500452.8289	500000	515000	485000
12/05/2010 10:20	12/05/2010 10:25	500344.9738	500000	515000	485000

12/05/2010 10:25	12/05/2010 10:30	500110.868	500000	515000	485000
12/05/2010 10:30	12/05/2010 10:35	500269.6258	500000	515000	485000
12/05/2010 10:35	12/05/2010 10:40	499817.5603	500000	515000	485000
12/05/2010 10:40	12/05/2010 10:45	498757.2351	500000	515000	485000
12/05/2010 10:45	12/05/2010 10:50	498856.3629	500000	515000	485000
12/05/2010 10:50	12/05/2010 10:55	499518.0073	500000	515000	485000
12/05/2010 10:55	12/05/2010 11:00	499740.5447	500000	515000	485000
12/05/2010 11:00	12/05/2010 11:05	500183.226	500000	515000	485000
12/05/2010 11:05	12/05/2010 11:10	499106.9105	500000	515000	485000
12/05/2010 11:10	12/05/2010 11:15	499194.0761	500000	515000	485000
12/05/2010 11:15	12/05/2010 11:20	498567.611	500000	515000	485000
12/05/2010 11:20	12/05/2010 11:25	498916.6683	500000	515000	485000
12/05/2010 11:25	12/05/2010 11:30	498755.5109	500000	515000	485000
12/05/2010 11:30	12/05/2010 11:35	499769.2719	500000	515000	485000
12/05/2010 11:35	12/05/2010 11:40	498984.7008	500000	515000	485000
12/05/2010 11:40	12/05/2010 11:45	498295.6779	500000	515000	485000
12/05/2010 11:45	12/05/2010 11:50	498159.9371	500000	515000	485000
12/05/2010 11:50	12/05/2010 11:55	498089.9719	500000	515000	485000
12/05/2010 11:55	12/05/2010 12:00	498081.7148	500000	515000	485000
12/05/2010 12:00	12/05/2010 12:05	498696.9304	500000	515000	485000
12/05/2010 12:05	12/05/2010 12:10	499063.389	500000	515000	485000
12/05/2010 12:10	12/05/2010 12:15	498425.984	500000	515000	485000
12/05/2010 12:15	12/05/2010 12:20	498110.6175	500000	515000	485000
12/05/2010 12:20	12/05/2010 12:25	500142.091	500000	515000	485000
12/05/2010 12:25	12/05/2010 12:30	499970.522	500000	515000	485000
12/05/2010 12:30	12/05/2010 12:35	499331.9177	500000	515000	485000
12/05/2010 12:35	12/05/2010 12:40	499588.9874	500000	515000	485000
12/05/2010 12:40	12/05/2010 12:45	498602.8159	500000	515000	485000
12/05/2010 12:45	12/05/2010 12:50	498334.9009	500000	515000	485000
12/05/2010 12:50	12/05/2010 12:55	500388.032	500000	515000	485000
12/05/2010 12:55	12/05/2010 13:00	499821.6884	500000	515000	485000
12/05/2010 13:00	12/05/2010 13:05	500160.5673	500000	515000	485000
12/05/2010 13:05	12/05/2010 13:10	499852.3297	500000	515000	485000
12/05/2010 13:10	12/05/2010 13:15	499014.8573	500000	515000	485000
12/05/2010 13:15	12/05/2010 13:20	499596.8313	500000	515000	485000
12/05/2010 13:20	12/05/2010 13:25	499764.8236	500000	515000	485000
12/05/2010 13:25	12/05/2010 13:30	498376.8113	500000	515000	485000
12/05/2010 13:30	12/05/2010 13:35	499972.6136	500000	515000	485000
12/05/2010 13:35	12/05/2010 13:40	500074.9564	500000	515000	485000
12/05/2010 13:40	12/05/2010 13:45	500518.8323	500000	515000	485000
12/05/2010 13:45	12/05/2010 13:50	499299.4555	500000	515000	485000
12/05/2010 13:50	12/05/2010 13:55	500206.4395	500000	515000	485000
12/05/2010 13:55	12/05/2010 14:00	498228.9129	500000	515000	485000

12/05/2010 14:00	12/05/2010 14:05	498472.9311	500000	515000	485000
12/05/2010 14:05	12/05/2010 14:10	497643.4238	500000	515000	485000
12/05/2010 14:10	12/05/2010 14:15	498154.6935	500000	515000	485000
12/05/2010 14:15	12/05/2010 14:20	497989.0118	500000	515000	485000
12/05/2010 14:20	12/05/2010 14:25	498794.6017	500000	515000	485000
12/05/2010 14:25	12/05/2010 14:30	498115.5782	500000	515000	485000
12/05/2010 14:30	12/05/2010 14:35	498556.1933	500000	515000	485000
12/05/2010 14:35	12/05/2010 14:40	498694.851	500000	515000	485000
12/05/2010 14:40	12/05/2010 14:45	499222.12	500000	515000	485000
12/05/2010 14:45	12/05/2010 14:50	498924.2747	500000	515000	485000
12/05/2010 14:50	12/05/2010 14:55	498371.6392	500000	515000	485000
12/05/2010 14:55	12/05/2010 15:00	497961.9027	500000	515000	485000
12/05/2010 15:00	12/05/2010 15:05	497804.144	500000	515000	485000
12/05/2010 15:05	12/05/2010 15:10	497643.395	500000	515000	485000
12/05/2010 15:10	12/05/2010 15:15	498202.2294	500000	515000	485000
12/05/2010 15:15	12/05/2010 15:20	498265.9711	500000	515000	485000
12/05/2010 15:20	12/05/2010 15:25	498780.3346	500000	515000	485000
12/05/2010 15:25	12/05/2010 15:30	499245.2999	500000	515000	485000
12/05/2010 15:30	12/05/2010 15:35	498880.5834	500000	515000	485000
12/05/2010 15:35	12/05/2010 15:40	499703.8075	500000	515000	485000
12/05/2010 15:40	12/05/2010 15:45	498695.6281	500000	515000	485000
12/05/2010 15:45	12/05/2010 15:50	497925.8989	500000	515000	485000
12/05/2010 15:50	12/05/2010 15:55	498029.6545	500000	515000	485000
12/05/2010 15:55	12/05/2010 16:00	498880.0549	500000	515000	485000
12/05/2010 16:00	12/05/2010 16:05	499862.1508	500000	515000	485000
12/05/2010 16:05	12/05/2010 16:10	499075.9652	500000	515000	485000
12/05/2010 16:10	12/05/2010 16:15	498031.3831	500000	515000	485000
12/05/2010 16:15	12/05/2010 16:20	498051.8572	500000	515000	485000
12/05/2010 16:20	12/05/2010 16:25	497146.5803	500000	515000	485000
12/05/2010 16:25	12/05/2010 16:30	498029.4411	500000	515000	485000
12/05/2010 16:30	12/05/2010 16:35	498826.5366	500000	515000	485000
12/05/2010 16:35	12/05/2010 16:40	498478.1758	500000	515000	485000
12/05/2010 16:40	12/05/2010 16:45	498682.0489	500000	515000	485000
12/05/2010 16:45	12/05/2010 16:50	498918.703	500000	515000	485000
12/05/2010 16:50	12/05/2010 16:55	498937.3433	500000	515000	485000
12/05/2010 16:55	12/05/2010 17:00	498939.4584	500000	515000	485000
12/05/2010 17:00	12/05/2010 17:05	497991.5677	500000	515000	485000
12/05/2010 17:05	12/05/2010 17:10	498225.3261	500000	515000	485000
12/05/2010 17:10	12/05/2010 17:15	498573.3694	500000	515000	485000
12/05/2010 17:15	12/05/2010 17:20	498076.1607	500000	515000	485000
12/05/2010 17:20	12/05/2010 17:25	497903.609	500000	515000	485000
12/05/2010 17:25	12/05/2010 17:30	498074.9544	500000	515000	485000
12/05/2010 17:30	12/05/2010 17:35	497637.9749	500000	515000	485000

12/05/2010 17:35	12/05/2010 17:40	497481.5254	500000	515000	485000
12/05/2010 17:40	12/05/2010 17:45	497297.9017	500000	515000	485000
12/05/2010 17:45	12/05/2010 17:50	498241.9786	500000	515000	485000
12/05/2010 17:50	12/05/2010 17:55	497566.5575	500000	515000	485000
12/05/2010 17:55	12/05/2010 18:00	498330.4269	500000	515000	485000
12/05/2010 18:00	12/05/2010 18:05	498947.7849	500000	515000	485000
12/05/2010 18:05	12/05/2010 18:10	499359.0936	500000	515000	485000
12/05/2010 18:10	12/05/2010 18:15	499273.1311	500000	515000	485000
12/05/2010 18:15	12/05/2010 18:20	498432.8473	500000	515000	485000
12/05/2010 18:20	12/05/2010 18:25	498101.0225	500000	515000	485000
12/05/2010 18:25	12/05/2010 18:30	498836.8796	500000	515000	485000
12/05/2010 18:30	12/05/2010 18:35	498826.3395	500000	515000	485000
12/05/2010 18:35	12/05/2010 18:40	498382.2054	500000	515000	485000
12/05/2010 18:40	12/05/2010 18:45	498358.7744	500000	515000	485000
12/05/2010 18:45	12/05/2010 18:50	505285.3164	500000	515000	485000
12/05/2010 18:50	12/05/2010 18:55	506652.8142	500000	515000	485000
12/05/2010 18:55	12/05/2010 19:00	506104.5908	500000	515000	485000
12/05/2010 19:00	12/05/2010 19:05	505833.6563	500000	515000	485000
12/05/2010 19:05	12/05/2010 19:10	506060.1678	500000	515000	485000
12/05/2010 19:10	12/05/2010 19:15	505927.9008	500000	515000	485000
12/05/2010 19:15	12/05/2010 19:20	505096.6868	500000	515000	485000
12/05/2010 19:20	12/05/2010 19:25	505173.009	500000	515000	485000
12/05/2010 19:25	12/05/2010 19:30	505404.5059	500000	515000	485000
12/05/2010 19:30	12/05/2010 19:35	505755.8636	500000	515000	485000
12/05/2010 19:35	12/05/2010 19:40	505647.1375	500000	515000	485000
12/05/2010 19:40	12/05/2010 19:45	505622.934	500000	515000	485000
12/05/2010 19:45	12/05/2010 19:50	506101.292	500000	515000	485000
12/05/2010 19:50	12/05/2010 19:55	505556.1404	500000	515000	485000
12/05/2010 19:55	12/05/2010 20:00	504536.6655	500000	515000	485000
12/05/2010 20:00	12/05/2010 20:05	504202.6252	500000	515000	485000
12/05/2010 20:05	12/05/2010 20:10	503719.459	500000	515000	485000
12/05/2010 20:10	12/05/2010 20:15	503524.2242	500000	515000	485000
12/05/2010 20:15	12/05/2010 20:20	503773.0296	500000	515000	485000
12/05/2010 20:20	12/05/2010 20:25	503707.0789	500000	515000	485000
12/05/2010 20:25	12/05/2010 20:30	504179.0233	500000	515000	485000
12/05/2010 20:30	12/05/2010 20:35	503944.6813	500000	515000	485000
12/05/2010 20:35	12/05/2010 20:40	503701.144	500000	515000	485000
12/05/2010 20:40	12/05/2010 20:45	503755.5467	500000	515000	485000
12/05/2010 20:45	12/05/2010 20:50	504215.7691	500000	515000	485000
12/05/2010 20:50	12/05/2010 20:55	504382.5685	500000	515000	485000
12/05/2010 20:55	12/05/2010 21:00	504456.3347	500000	515000	485000
12/05/2010 21:00	12/05/2010 21:05	504450.311	500000	515000	485000
12/05/2010 21:05	12/05/2010 21:10	503928.3265	500000	515000	485000

12/05/2010 21:10	12/05/2010 21:15	504858.373	500000	515000	485000
12/05/2010 21:15	12/05/2010 21:20	503807.5939	500000	515000	485000
12/05/2010 21:20	12/05/2010 21:25	504321.0465	500000	515000	485000
12/05/2010 21:25	12/05/2010 21:30	504380.1874	500000	515000	485000
12/05/2010 21:30	12/05/2010 21:35	504194.9774	500000	515000	485000
12/05/2010 21:35	12/05/2010 21:40	503876.0339	500000	515000	485000
12/05/2010 21:40	12/05/2010 21:45	504833.0793	500000	515000	485000
12/05/2010 21:45	12/05/2010 21:50	504395.7454	500000	515000	485000
12/05/2010 21:50	12/05/2010 21:55	504706.4309	500000	515000	485000
12/05/2010 21:55	12/05/2010 22:00	504340.2042	500000	515000	485000
12/05/2010 22:00	12/05/2010 22:05	503882.8332	500000	515000	485000
12/05/2010 22:05	12/05/2010 22:10	503332.7316	500000	515000	485000
12/05/2010 22:10	12/05/2010 22:15	503177.6583	500000	515000	485000
12/05/2010 22:15	12/05/2010 22:20	503843.7658	500000	515000	485000
12/05/2010 22:20	12/05/2010 22:25	504220.9963	500000	515000	485000
12/05/2010 22:25	12/05/2010 22:30	504153.6995	500000	515000	485000
12/05/2010 22:30	12/05/2010 22:35	503761.8489	500000	515000	485000
12/05/2010 22:35	12/05/2010 22:40	503614.9484	500000	515000	485000
12/05/2010 22:40	12/05/2010 22:45	503311.7747	500000	515000	485000
12/05/2010 22:45	12/05/2010 22:50	503453.706	500000	515000	485000
12/05/2010 22:50	12/05/2010 22:55	504082.4931	500000	515000	485000
12/05/2010 22:55	12/05/2010 23:00	504020.5488	500000	515000	485000
12/05/2010 23:00	12/05/2010 23:05	503987.339	500000	515000	485000
12/05/2010 23:05	12/05/2010 23:10	503819.6015	500000	515000	485000
12/05/2010 23:10	12/05/2010 23:15	503758.6685	500000	515000	485000
12/05/2010 23:15	12/05/2010 23:20	503759.4922	500000	515000	485000
12/05/2010 23:20	12/05/2010 23:25	503873.6426	500000	515000	485000
12/05/2010 23:25	12/05/2010 23:30	503458.255	500000	515000	485000
12/05/2010 23:30	12/05/2010 23:35	503278.5873	500000	515000	485000
12/05/2010 23:35	12/05/2010 23:40	502804.5851	500000	515000	485000
12/05/2010 23:40	12/05/2010 23:45	502270.8338	500000	515000	485000
12/05/2010 23:45	12/05/2010 23:50	502785.4521	500000	515000	485000
12/05/2010 23:50	12/05/2010 23:55	502721.2724	500000	515000	485000
12/05/2010 23:55	13/05/2010 00:00	502895.7424	500000	515000	485000

Gráfica 3.C

Fecha ini	Fecha fin	PCCDV	Despacho	Despacho + 3%	Despacho - 3%
03/05/2010 00:00	03/05/2010 00:05	250711.745	250711.745	265561.745	235861.745
03/05/2010 00:05	03/05/2010 00:10	250539.9544	250539.9544	265389.9544	235689.9544
03/05/2010 00:10	03/05/2010 00:15	249613.6297	249613.6297	264463.6297	234763.6297
03/05/2010 00:15	03/05/2010 00:20	249426.9857	249426.9857	264276.9857	234576.9857
03/05/2010 00:20	03/05/2010 00:25	249584.1657	249584.1657	264434.1657	234734.1657
03/05/2010 00:25	03/05/2010 00:30	249403.1514	249403.1514	264253.1514	234553.1514
03/05/2010 00:30	03/05/2010 00:35	249294.468	249294.468	264144.468	234444.468
03/05/2010 00:35	03/05/2010 00:40	249398.5847	249398.5847	264248.5847	234548.5847
03/05/2010 00:40	03/05/2010 00:45	249280.5852	249280.5852	264130.5852	234430.5852
03/05/2010 00:45	03/05/2010 00:50	249118.5006	249118.5006	263968.5006	234268.5006
03/05/2010 00:50	03/05/2010 00:55	249316.647	249316.647	264166.647	234466.647
03/05/2010 00:55	03/05/2010 01:00	249299.6811	249299.6811	264149.6811	234449.6811
03/05/2010 01:00	03/05/2010 01:05	249423.0027	249423.0027	264273.0027	234573.0027
03/05/2010 01:05	03/05/2010 01:10	249572.1128	249572.1128	264422.1128	234722.1128
03/05/2010 01:10	03/05/2010 01:15	249386.6466	249386.6466	264236.6466	234536.6466
03/05/2010 01:15	03/05/2010 01:20	249160.3096	249160.3096	264010.3096	234310.3096
03/05/2010 01:20	03/05/2010 01:25	248933.6051	248933.6051	263783.6051	234083.6051
03/05/2010 01:25	03/05/2010 01:30	248809.3349	248809.3349	263659.3349	233959.3349
03/05/2010 01:30	03/05/2010 01:35	248843.3222	248843.3222	263693.3222	233993.3222
03/05/2010 01:35	03/05/2010 01:40	249608.3628	249608.3628	264458.3628	234758.3628
03/05/2010 01:40	03/05/2010 01:45	248931.9585	248931.9585	263781.9585	234081.9585
03/05/2010 01:45	03/05/2010 01:50	249016.5928	249016.5928	263866.5928	234166.5928
03/05/2010 01:50	03/05/2010 01:55	249053.651	249053.651	263903.651	234203.651
03/05/2010 01:55	03/05/2010 02:00	249440.5989	249440.5989	264290.5989	234590.5989
03/05/2010 02:00	03/05/2010 02:05	249397.8734	249397.8734	264247.8734	234547.8734
03/05/2010 02:05	03/05/2010 02:10	249448.0076	249448.0076	264298.0076	234598.0076
03/05/2010 02:10	03/05/2010 02:15	249721.6756	249721.6756	264571.6756	234871.6756
03/05/2010 02:15	03/05/2010 02:20	249836.054	249836.054	264686.054	234986.054
03/05/2010 02:20	03/05/2010 02:25	250096.6719	250096.6719	264946.6719	235246.6719
03/05/2010 02:25	03/05/2010 02:30	250294.9461	250294.9461	265144.9461	235444.9461
03/05/2010 02:30	03/05/2010 02:35	250722.7551	250722.7551	265572.7551	235872.7551
03/05/2010 02:35	03/05/2010 02:40	250452.436	250452.436	265302.436	235602.436
03/05/2010 02:40	03/05/2010 02:45	249916.9524	249916.9524	264766.9524	235066.9524
03/05/2010 02:45	03/05/2010 02:50	250031.0866	250031.0866	264881.0866	235181.0866
03/05/2010 02:50	03/05/2010 02:55	249480.603	249480.603	264330.603	234630.603
03/05/2010 02:55	03/05/2010 03:00	249205.2954	249205.2954	264055.2954	234355.2954
03/05/2010 03:00	03/05/2010 03:05	249236.8692	249236.8692	264086.8692	234386.8692
03/05/2010 03:05	03/05/2010 03:10	249278.1723	249278.1723	264128.1723	234428.1723

03/05/2010 03:10	03/05/2010 03:15	249396.1313	249396.1313	264246.1313	234546.1313
03/05/2010 03:15	03/05/2010 03:20	249389.5293	249389.5293	264239.5293	234539.5293
03/05/2010 03:20	03/05/2010 03:25	249491.3488	249491.3488	264341.3488	234641.3488
03/05/2010 03:25	03/05/2010 03:30	249389.6867	249389.6867	264239.6867	234539.6867
03/05/2010 03:30	03/05/2010 03:35	249543.0235	249543.0235	264393.0235	234693.0235
03/05/2010 03:35	03/05/2010 03:40	249468.9188	249468.9188	264318.9188	234618.9188
03/05/2010 03:40	03/05/2010 03:45	249683.2418	249683.2418	264533.2418	234833.2418
03/05/2010 03:45	03/05/2010 03:50	250044.7725	250044.7725	264894.7725	235194.7725
03/05/2010 03:50	03/05/2010 03:55	250146.8179	250146.8179	264996.8179	235296.8179
03/05/2010 03:55	03/05/2010 04:00	250384.5057	250384.5057	265234.5057	235534.5057
03/05/2010 04:00	03/05/2010 04:05	250351.3635	250351.3635	265201.3635	235501.3635
03/05/2010 04:05	03/05/2010 04:10	246805.7342	246805.7342	261655.7342	231955.7342
03/05/2010 04:10	03/05/2010 04:15	250236.1633	250236.1633	265086.1633	235386.1633
03/05/2010 04:15	03/05/2010 04:20	247212.0055	247212.0055	262062.0055	232362.0055
03/05/2010 04:20	03/05/2010 04:25	247457.9965	247457.9965	262307.9965	232607.9965
03/05/2010 04:25	03/05/2010 04:30	250434.3057	250434.3057	265284.3057	235584.3057
03/05/2010 04:30	03/05/2010 04:35	250466.8019	250466.8019	265316.8019	235616.8019
03/05/2010 04:35	03/05/2010 04:40	249985.1279	249985.1279	264835.1279	235135.1279
03/05/2010 04:40	03/05/2010 04:45	249620.054	249620.054	264470.054	234770.054
03/05/2010 04:45	03/05/2010 04:50	249320.1612	249320.1612	264170.1612	234470.1612
03/05/2010 04:50	03/05/2010 04:55	248984.7319	248984.7319	263834.7319	234134.7319
03/05/2010 04:55	03/05/2010 05:00	248906.4679	248906.4679	263756.4679	234056.4679
03/05/2010 05:00	03/05/2010 05:05	248696.6184	248696.6184	263546.6184	233846.6184
03/05/2010 05:05	03/05/2010 05:10	248835.3676	248835.3676	263685.3676	233985.3676
03/05/2010 05:10	03/05/2010 05:15	248987.5318	248987.5318	263837.5318	234137.5318
03/05/2010 05:15	03/05/2010 05:20	248909.7007	248909.7007	263759.7007	234059.7007
03/05/2010 05:20	03/05/2010 05:25	249088.7357	249088.7357	263938.7357	234238.7357
03/05/2010 05:25	03/05/2010 05:30	249342.1801	249342.1801	264192.1801	234492.1801
03/05/2010 05:30	03/05/2010 05:35	249216.1977	249216.1977	264066.1977	234366.1977
03/05/2010 05:35	03/05/2010 05:40	249215.0282	249215.0282	264065.0282	234365.0282
03/05/2010 05:40	03/05/2010 05:45	249233.0714	249233.0714	264083.0714	234383.0714
03/05/2010 05:45	03/05/2010 05:50	249268.7071	249268.7071	264118.7071	234418.7071
03/05/2010 05:50	03/05/2010 05:55	249329.7499	249329.7499	264179.7499	234479.7499
03/05/2010 05:55	03/05/2010 06:00	249232.1233	249232.1233	264082.1233	234382.1233
03/05/2010 06:00	03/05/2010 06:05	249131.024	249131.024	263981.024	234281.024
03/05/2010 06:05	03/05/2010 06:10	249349.7231	249349.7231	264199.7231	234499.7231
03/05/2010 06:10	03/05/2010 06:15	249102.7441	249102.7441	263952.7441	234252.7441
03/05/2010 06:15	03/05/2010 06:20	249054.5231	249054.5231	263904.5231	234204.5231
03/05/2010 06:20	03/05/2010 06:25	249194.2713	249194.2713	264044.2713	234344.2713
03/05/2010 06:25	03/05/2010 06:30	249024.3079	249024.3079	263874.3079	234174.3079
03/05/2010 06:30	03/05/2010 06:35	248967.9918	248967.9918	263817.9918	234117.9918
03/05/2010 06:35	03/05/2010 06:40	248914.9066	248914.9066	263764.9066	234064.9066
03/05/2010 06:40	03/05/2010 06:45	248793.0153	248793.0153	263643.0153	233943.0153

03/05/2010 06:45	03/05/2010 06:50	248734.9578	248734.9578	263584.9578	233884.9578
03/05/2010 06:50	03/05/2010 06:55	249045.8558	249045.8558	263895.8558	234195.8558
03/05/2010 06:55	03/05/2010 07:00	249135.8129	249135.8129	263985.8129	234285.8129
03/05/2010 07:00	03/05/2010 07:05	249310.7476	249310.7476	264160.7476	234460.7476
03/05/2010 07:05	03/05/2010 07:10	249423.078	249423.078	264273.078	234573.078
03/05/2010 07:10	03/05/2010 07:15	248796.3707	248796.3707	263646.3707	233946.3707
03/05/2010 07:15	03/05/2010 07:20	248439.1015	248439.1015	263289.1015	233589.1015
03/05/2010 07:20	03/05/2010 07:25	248632.1702	248632.1702	263482.1702	233782.1702
03/05/2010 07:25	03/05/2010 07:30	248672.4332	248672.4332	263522.4332	233822.4332
03/05/2010 07:30	03/05/2010 07:35	248398.0983	248398.0983	263248.0983	233548.0983
03/05/2010 07:35	03/05/2010 07:40	248003.1734	248003.1734	262853.1734	233153.1734
03/05/2010 07:40	03/05/2010 07:45	247818.9966	247818.9966	262668.9966	232968.9966
03/05/2010 07:45	03/05/2010 07:50	247825.5861	247825.5861	262675.5861	232975.5861
03/05/2010 07:50	03/05/2010 07:55	247693.9782	247693.9782	262543.9782	232843.9782
03/05/2010 07:55	03/05/2010 08:00	247602.2509	247602.2509	262452.2509	232752.2509
03/05/2010 08:00	03/05/2010 08:05	247489.2067	247489.2067	262339.2067	232639.2067
03/05/2010 08:05	03/05/2010 08:10	247414.8758	247414.8758	262264.8758	232564.8758
03/05/2010 08:10	03/05/2010 08:15	247687.5439	247687.5439	262537.5439	232837.5439
03/05/2010 08:15	03/05/2010 08:20	247240.916	247240.916	262090.916	232390.916
03/05/2010 08:20	03/05/2010 08:25	247541.7235	247541.7235	262391.7235	232691.7235
03/05/2010 08:25	03/05/2010 08:30	243711.9186	243711.9186	258561.9186	228861.9186
03/05/2010 08:30	03/05/2010 08:35	243731.3061	243731.3061	258581.3061	228881.3061
03/05/2010 08:35	03/05/2010 08:40	243729.9858	243729.9858	258579.9858	228879.9858
03/05/2010 08:40	03/05/2010 08:45	243846.2842	243846.2842	258696.2842	228996.2842
03/05/2010 08:45	03/05/2010 08:50	244313.8317	244313.8317	259163.8317	229463.8317
03/05/2010 08:50	03/05/2010 08:55	244519.9937	244519.9937	259369.9937	229669.9937
03/05/2010 08:55	03/05/2010 09:00	244553.0986	244553.0986	259403.0986	229703.0986
03/05/2010 09:00	03/05/2010 09:05	244780.0291	244780.0291	259630.0291	229930.0291
03/05/2010 09:05	03/05/2010 09:10	246086.5963	246086.5963	260936.5963	231236.5963
03/05/2010 09:10	03/05/2010 09:15	249407.4891	249407.4891	264257.4891	234557.4891
03/05/2010 09:15	03/05/2010 09:20	249854.6684	249854.6684	264704.6684	235004.6684
03/05/2010 09:20	03/05/2010 09:25	250158.0906	250158.0906	265008.0906	235308.0906
03/05/2010 09:25	03/05/2010 09:30	250340.6971	250340.6971	265190.6971	235490.6971
03/05/2010 09:30	03/05/2010 09:35	250353.5157	250353.5157	265203.5157	235503.5157
03/05/2010 09:35	03/05/2010 09:40	250363.9308	250363.9308	265213.9308	235513.9308
03/05/2010 09:40	03/05/2010 09:45	249935.9518	249935.9518	264785.9518	235085.9518
03/05/2010 09:45	03/05/2010 09:50	249715.0359	249715.0359	264565.0359	234865.0359
03/05/2010 09:50	03/05/2010 09:55	249802.8806	249802.8806	264652.8806	234952.8806
03/05/2010 09:55	03/05/2010 10:00	250058.5616	250058.5616	264908.5616	235208.5616
03/05/2010 10:00	03/05/2010 10:05	249973.4203	249973.4203	264823.4203	235123.4203
03/05/2010 10:05	03/05/2010 10:10	250116.2735	250116.2735	264966.2735	235266.2735
03/05/2010 10:10	03/05/2010 10:15	250064.4983	250064.4983	264914.4983	235214.4983
03/05/2010 10:15	03/05/2010 10:20	250116.1961	250116.1961	264966.1961	235266.1961

03/05/2010 10:20	03/05/2010 10:25	250255.2043	250255.2043	265105.2043	235405.2043
03/05/2010 10:25	03/05/2010 10:30	250049.1551	250049.1551	264899.1551	235199.1551
03/05/2010 10:30	03/05/2010 10:35	250243.7617	250243.7617	265093.7617	235393.7617
03/05/2010 10:35	03/05/2010 10:40	250509.1117	250509.1117	265359.1117	235659.1117
03/05/2010 10:40	03/05/2010 10:45	250392.4242	250392.4242	265242.4242	235542.4242
03/05/2010 10:45	03/05/2010 10:50	250221.7328	250221.7328	265071.7328	235371.7328
03/05/2010 10:50	03/05/2010 10:55	250485.9831	250485.9831	265335.9831	235635.9831
03/05/2010 10:55	03/05/2010 11:00	250136.0765	250136.0765	264986.0765	235286.0765
03/05/2010 11:00	03/05/2010 11:05	250212.603	250212.603	265062.603	235362.603
03/05/2010 11:05	03/05/2010 11:10	250405.4001	250405.4001	265255.4001	235555.4001
03/05/2010 11:10	03/05/2010 11:15	250216.5751	250216.5751	265066.5751	235366.5751
03/05/2010 11:15	03/05/2010 11:20	250158.5139	250158.5139	265008.5139	235308.5139
03/05/2010 11:20	03/05/2010 11:25	250617.9852	250617.9852	265467.9852	235767.9852
03/05/2010 11:25	03/05/2010 11:30	250271.1337	250271.1337	265121.1337	235421.1337
03/05/2010 11:30	03/05/2010 11:35	250470.6632	250470.6632	265320.6632	235620.6632
03/05/2010 11:35	03/05/2010 11:40	250143.2182	250143.2182	264993.2182	235293.2182
03/05/2010 11:40	03/05/2010 11:45	250527.6706	250527.6706	265377.6706	235677.6706
03/05/2010 11:45	03/05/2010 11:50	247943.462	247943.462	262793.462	233093.462
03/05/2010 11:50	03/05/2010 11:55	243929.1256	243929.1256	258779.1256	229079.1256
03/05/2010 11:55	03/05/2010 12:00	244052.4136	244052.4136	258902.4136	229202.4136
03/05/2010 12:00	03/05/2010 12:05	247755.3882	247755.3882	262605.3882	232905.3882
03/05/2010 12:05	03/05/2010 12:10	249520.3751	249520.3751	264370.3751	234670.3751
03/05/2010 12:10	03/05/2010 12:15	249959.9284	249959.9284	264809.9284	235109.9284
03/05/2010 12:15	03/05/2010 12:20	250399.5557	250399.5557	265249.5557	235549.5557
03/05/2010 12:20	03/05/2010 12:25	250426.6982	250426.6982	265276.6982	235576.6982
03/05/2010 12:25	03/05/2010 12:30	250395.2935	250395.2935	265245.2935	235545.2935
03/05/2010 12:30	03/05/2010 12:35	250710.4277	250710.4277	265560.4277	235860.4277
03/05/2010 12:35	03/05/2010 12:40	250867.1503	250867.1503	265717.1503	236017.1503
03/05/2010 12:40	03/05/2010 12:45	251077.0839	251077.0839	265927.0839	236227.0839
03/05/2010 12:45	03/05/2010 12:50	250783.0423	250783.0423	265633.0423	235933.0423
03/05/2010 12:50	03/05/2010 12:55	250807.0674	250807.0674	265657.0674	235957.0674
03/05/2010 12:55	03/05/2010 13:00	250563.9402	250563.9402	265413.9402	235713.9402
03/05/2010 13:00	03/05/2010 13:05	250539.2001	250539.2001	265389.2001	235689.2001
03/05/2010 13:05	03/05/2010 13:10	250525.7008	250525.7008	265375.7008	235675.7008
03/05/2010 13:10	03/05/2010 13:15	250569.8454	250569.8454	265419.8454	235719.8454
03/05/2010 13:15	03/05/2010 13:20	250261.2162	250261.2162	265111.2162	235411.2162
03/05/2010 13:20	03/05/2010 13:25	250531.7288	250531.7288	265381.7288	235681.7288
03/05/2010 13:25	03/05/2010 13:30	250628.8593	250628.8593	265478.8593	235778.8593
03/05/2010 13:30	03/05/2010 13:35	250675.9293	250675.9293	265525.9293	235825.9293
03/05/2010 13:35	03/05/2010 13:40	250631.9968	250631.9968	265481.9968	235781.9968
03/05/2010 13:40	03/05/2010 13:45	249819.9711	249819.9711	264669.9711	234969.9711
03/05/2010 13:45	03/05/2010 13:50	249270.763	249270.763	264120.763	234420.763
03/05/2010 13:50	03/05/2010 13:55	249707.8686	249707.8686	264557.8686	234857.8686

03/05/2010 13:55	03/05/2010 14:00	249159.727	249159.727	264009.727	234309.727
03/05/2010 14:00	03/05/2010 14:05	249409.1951	249409.1951	264259.1951	234559.1951
03/05/2010 14:05	03/05/2010 14:10	249771.103	249771.103	264621.103	234921.103
03/05/2010 14:10	03/05/2010 14:15	249417.1051	249417.1051	264267.1051	234567.1051
03/05/2010 14:15	03/05/2010 14:20	249824.0739	249824.0739	264674.0739	234974.0739
03/05/2010 14:20	03/05/2010 14:25	249730.8787	249730.8787	264580.8787	234880.8787
03/05/2010 14:25	03/05/2010 14:30	248752.4124	248752.4124	263602.4124	233902.4124
03/05/2010 14:30	03/05/2010 14:35	249037.1733	249037.1733	263887.1733	234187.1733
03/05/2010 14:35	03/05/2010 14:40	248710.2612	248710.2612	263560.2612	233860.2612
03/05/2010 14:40	03/05/2010 14:45	248843.258	248843.258	263693.258	233993.258
03/05/2010 14:45	03/05/2010 14:50	248410.3463	248410.3463	263260.3463	233560.3463
03/05/2010 14:50	03/05/2010 14:55	248483.9536	248483.9536	263333.9536	233633.9536
03/05/2010 14:55	03/05/2010 15:00	248560.5894	248560.5894	263410.5894	233710.5894
03/05/2010 15:00	03/05/2010 15:05	248808.1953	248808.1953	263658.1953	233958.1953
03/05/2010 15:05	03/05/2010 15:10	248649.6645	248649.6645	263499.6645	233799.6645
03/05/2010 15:10	03/05/2010 15:15	248864.9921	248864.9921	263714.9921	234014.9921
03/05/2010 15:15	03/05/2010 15:20	248837.9688	248837.9688	263687.9688	233987.9688
03/05/2010 15:20	03/05/2010 15:25	248683.6589	248683.6589	263533.6589	233833.6589
03/05/2010 15:25	03/05/2010 15:30	248791.0469	248791.0469	263641.0469	233941.0469
03/05/2010 15:30	03/05/2010 15:35	248667.3754	248667.3754	263517.3754	233817.3754
03/05/2010 15:35	03/05/2010 15:40	248685.7891	248685.7891	263535.7891	233835.7891
03/05/2010 15:40	03/05/2010 15:45	248322.0363	248322.0363	263172.0363	233472.0363
03/05/2010 15:45	03/05/2010 15:50	248030.973	248030.973	262880.973	233180.973
03/05/2010 15:50	03/05/2010 15:55	248004.423	248004.423	262854.423	233154.423
03/05/2010 15:55	03/05/2010 16:00	247829.6976	247829.6976	262679.6976	232979.6976
03/05/2010 16:00	03/05/2010 16:05	247601.9063	247601.9063	262451.9063	232751.9063
03/05/2010 16:05	03/05/2010 16:10	247691.4846	247691.4846	262541.4846	232841.4846
03/05/2010 16:10	03/05/2010 16:15	247935.6516	247935.6516	262785.6516	233085.6516
03/05/2010 16:15	03/05/2010 16:20	248159.7911	248159.7911	263009.7911	233309.7911
03/05/2010 16:20	03/05/2010 16:25	248127.6567	248127.6567	262977.6567	233277.6567
03/05/2010 16:25	03/05/2010 16:30	248070.1333	248070.1333	262920.1333	233220.1333
03/05/2010 16:30	03/05/2010 16:35	247882.2606	247882.2606	262732.2606	233032.2606
03/05/2010 16:35	03/05/2010 16:40	248373.1952	248373.1952	263223.1952	233523.1952
03/05/2010 16:40	03/05/2010 16:45	247473.6735	247473.6735	262323.6735	232623.6735
03/05/2010 16:45	03/05/2010 16:50	247767.5206	247767.5206	262617.5206	232917.5206
03/05/2010 16:50	03/05/2010 16:55	247676.2029	247676.2029	262526.2029	232826.2029
03/05/2010 16:55	03/05/2010 17:00	247948.9643	247948.9643	262798.9643	233098.9643
03/05/2010 17:00	03/05/2010 17:05	248117.7538	248117.7538	262967.7538	233267.7538
03/05/2010 17:05	03/05/2010 17:10	247967.0917	247967.0917	262817.0917	233117.0917
03/05/2010 17:10	03/05/2010 17:15	248342.6527	248342.6527	263192.6527	233492.6527
03/05/2010 17:15	03/05/2010 17:20	248765.2458	248765.2458	263615.2458	233915.2458
03/05/2010 17:20	03/05/2010 17:25	248831.3759	248831.3759	263681.3759	233981.3759
03/05/2010 17:25	03/05/2010 17:30	248983.1306	248983.1306	263833.1306	234133.1306

03/05/2010 17:30	03/05/2010 17:35	248892.4369	248892.4369	263742.4369	234042.4369
03/05/2010 17:35	03/05/2010 17:40	248335.5723	248335.5723	263185.5723	233485.5723
03/05/2010 17:40	03/05/2010 17:45	248441.6592	248441.6592	263291.6592	233591.6592
03/05/2010 17:45	03/05/2010 17:50	248506.8877	248506.8877	263356.8877	233656.8877
03/05/2010 17:50	03/05/2010 17:55	249380.3827	249380.3827	264230.3827	234530.3827
03/05/2010 17:55	03/05/2010 18:00	249109.4267	249109.4267	263959.4267	234259.4267
03/05/2010 18:00	03/05/2010 18:05	248735.0542	248735.0542	263585.0542	233885.0542
03/05/2010 18:05	03/05/2010 18:10	248386.8356	248386.8356	263236.8356	233536.8356
03/05/2010 18:10	03/05/2010 18:15	248443.6416	248443.6416	263293.6416	233593.6416
03/05/2010 18:15	03/05/2010 18:20	248564.4427	248564.4427	263414.4427	233714.4427
03/05/2010 18:20	03/05/2010 18:25	248456.4072	248456.4072	263306.4072	233606.4072
03/05/2010 18:25	03/05/2010 18:30	248692.4638	248692.4638	263542.4638	233842.4638
03/05/2010 18:30	03/05/2010 18:35	248812.5461	248812.5461	263662.5461	233962.5461
03/05/2010 18:35	03/05/2010 18:40	248828.7985	248828.7985	263678.7985	233978.7985
03/05/2010 18:40	03/05/2010 18:45	248521.2131	248521.2131	263371.2131	233671.2131
03/05/2010 18:45	03/05/2010 18:50	248843.0406	248843.0406	263693.0406	233993.0406
03/05/2010 18:50	03/05/2010 18:55	248750.2136	248750.2136	263600.2136	233900.2136
03/05/2010 18:55	03/05/2010 19:00	248661.0688	248661.0688	263511.0688	233811.0688
03/05/2010 19:00	03/05/2010 19:05	248508.9465	248508.9465	263358.9465	233658.9465
03/05/2010 19:05	03/05/2010 19:10	248385.6238	248385.6238	263235.6238	233535.6238
03/05/2010 19:10	03/05/2010 19:15	247777.1092	247777.1092	262627.1092	232927.1092
03/05/2010 19:15	03/05/2010 19:20	248018.2681	248018.2681	262868.2681	233168.2681
03/05/2010 19:20	03/05/2010 19:25	248140.5563	248140.5563	262990.5563	233290.5563
03/05/2010 19:25	03/05/2010 19:30	247985.4418	247985.4418	262835.4418	233135.4418
03/05/2010 19:30	03/05/2010 19:35	247871.1286	247871.1286	262721.1286	233021.1286
03/05/2010 19:35	03/05/2010 19:40	247841.6192	247841.6192	262691.6192	232991.6192
03/05/2010 19:40	03/05/2010 19:45	247986.997	247986.997	262836.997	233136.997
03/05/2010 19:45	03/05/2010 19:50	247890.6678	247890.6678	262740.6678	233040.6678
03/05/2010 19:50	03/05/2010 19:55	248014.5559	248014.5559	262864.5559	233164.5559
03/05/2010 19:55	03/05/2010 20:00	247768.0852	247768.0852	262618.0852	232918.0852
03/05/2010 20:00	03/05/2010 20:05	247926.4956	247926.4956	262776.4956	233076.4956
03/05/2010 20:05	03/05/2010 20:10	247692.2304	247692.2304	262542.2304	232842.2304
03/05/2010 20:10	03/05/2010 20:15	247812.0646	247812.0646	262662.0646	232962.0646
03/05/2010 20:15	03/05/2010 20:20	247746.7576	247746.7576	262596.7576	232896.7576
03/05/2010 20:20	03/05/2010 20:25	247829.8655	247829.8655	262679.8655	232979.8655
03/05/2010 20:25	03/05/2010 20:30	247818.8717	247818.8717	262668.8717	232968.8717
03/05/2010 20:30	03/05/2010 20:35	248375.3857	248375.3857	263225.3857	233525.3857
03/05/2010 20:35	03/05/2010 20:40	248287.0797	248287.0797	263137.0797	233437.0797
03/05/2010 20:40	03/05/2010 20:45	248515.5715	248515.5715	263365.5715	233665.5715
03/05/2010 20:45	03/05/2010 20:50	248551.2637	248551.2637	263401.2637	233701.2637
03/05/2010 20:50	03/05/2010 20:55	248223.1472	248223.1472	263073.1472	233373.1472
03/05/2010 20:55	03/05/2010 21:00	248374.8017	248374.8017	263224.8017	233524.8017
03/05/2010 21:00	03/05/2010 21:05	248503.5539	248503.5539	263353.5539	233653.5539

03/05/2010 21:05	03/05/2010 21:10	248567.4051	248567.4051	263417.4051	233717.4051
03/05/2010 21:10	03/05/2010 21:15	248574.4719	248574.4719	263424.4719	233724.4719
03/05/2010 21:15	03/05/2010 21:20	248743.5622	248743.5622	263593.5622	233893.5622
03/05/2010 21:20	03/05/2010 21:25	248771.9705	248771.9705	263621.9705	233921.9705
03/05/2010 21:25	03/05/2010 21:30	248919.6727	248919.6727	263769.6727	234069.6727
03/05/2010 21:30	03/05/2010 21:35	248617.2408	248617.2408	263467.2408	233767.2408
03/05/2010 21:35	03/05/2010 21:40	248591.9969	248591.9969	263441.9969	233741.9969
03/05/2010 21:40	03/05/2010 21:45	248649.7443	248649.7443	263499.7443	233799.7443
03/05/2010 21:45	03/05/2010 21:50	248556.722	248556.722	263406.722	233706.722
03/05/2010 21:50	03/05/2010 21:55	248631.8622	248631.8622	263481.8622	233781.8622
03/05/2010 21:55	03/05/2010 22:00	248602.6619	248602.6619	263452.6619	233752.6619
03/05/2010 22:00	03/05/2010 22:05	248428.942	248428.942	263278.942	233578.942
03/05/2010 22:05	03/05/2010 22:10	248393.2001	248393.2001	263243.2001	233543.2001
03/05/2010 22:10	03/05/2010 22:15	251866.8704	251866.8704	266716.8704	237016.8704
03/05/2010 22:15	03/05/2010 22:20	251602.9431	251602.9431	266452.9431	236752.9431
03/05/2010 22:20	03/05/2010 22:25	251505.9825	251505.9825	266355.9825	236655.9825
03/05/2010 22:25	03/05/2010 22:30	251429.2415	251429.2415	266279.2415	236579.2415
03/05/2010 22:30	03/05/2010 22:35	251148.247	251148.247	265998.247	236298.247
03/05/2010 22:35	03/05/2010 22:40	250851.8122	250851.8122	265701.8122	236001.8122
03/05/2010 22:40	03/05/2010 22:45	250787.5531	250787.5531	265637.5531	235937.5531
03/05/2010 22:45	03/05/2010 22:50	250601.6934	250601.6934	265451.6934	235751.6934
03/05/2010 22:50	03/05/2010 22:55	250757.175	250757.175	265607.175	235907.175
03/05/2010 22:55	03/05/2010 23:00	250634.6715	250634.6715	265484.6715	235784.6715
03/05/2010 23:00	03/05/2010 23:05	250722.6994	250722.6994	265572.6994	235872.6994
03/05/2010 23:05	03/05/2010 23:10	250616.3302	250616.3302	265466.3302	235766.3302
03/05/2010 23:10	03/05/2010 23:15	250612.9268	250612.9268	265462.9268	235762.9268
03/05/2010 23:15	03/05/2010 23:20	250375.3609	250375.3609	265225.3609	235525.3609
03/05/2010 23:20	03/05/2010 23:25	250346.5619	250346.5619	265196.5619	235496.5619
03/05/2010 23:25	03/05/2010 23:30	250155.8594	250155.8594	265005.8594	235305.8594
03/05/2010 23:30	03/05/2010 23:35	250322.0868	250322.0868	265172.0868	235472.0868
03/05/2010 23:35	03/05/2010 23:40	250332.1199	250332.1199	265182.1199	235482.1199
03/05/2010 23:40	03/05/2010 23:45	250450.796	250450.796	265300.796	235600.796
03/05/2010 23:45	03/05/2010 23:50	250526.478	250526.478	265376.478	235676.478
03/05/2010 23:50	03/05/2010 23:55	250620.1911	250620.1911	265470.1911	235770.1911
03/05/2010 23:55	04/05/2010 00:00	250568.7034	250568.7034	265418.7034	235718.7034

Gráfica 3.D

Fecha ini	Fecha fin	PCCDV	Despacho	Despacho + 3%	Despacho - 3%
16/05/2010 00:00	16/05/2010 00:05	248906.9714	248906.9714	263756.9714	234056.9714
16/05/2010 00:05	16/05/2010 00:10	249099.9778	249099.9778	263949.9778	234249.9778
16/05/2010 00:10	16/05/2010 00:15	249113.4306	249113.4306	263963.4306	234263.4306
16/05/2010 00:15	16/05/2010 00:20	249166.6548	249166.6548	264016.6548	234316.6548
16/05/2010 00:20	16/05/2010 00:25	248990.4905	248990.4905	263840.4905	234140.4905
16/05/2010 00:25	16/05/2010 00:30	248948.1789	248948.1789	263798.1789	234098.1789
16/05/2010 00:30	16/05/2010 00:35	249046.7288	249046.7288	263896.7288	234196.7288
16/05/2010 00:35	16/05/2010 00:40	248978.4279	248978.4279	263828.4279	234128.4279
16/05/2010 00:40	16/05/2010 00:45	248871.1262	248871.1262	263721.1262	234021.1262
16/05/2010 00:45	16/05/2010 00:50	249086.0832	249086.0832	263936.0832	234236.0832
16/05/2010 00:50	16/05/2010 00:55	249149.1563	249149.1563	263999.1563	234299.1563
16/05/2010 00:55	16/05/2010 01:00	249070.3591	249070.3591	263920.3591	234220.3591
16/05/2010 01:00	16/05/2010 01:05	248937.8303	248937.8303	263787.8303	234087.8303
16/05/2010 01:05	16/05/2010 01:10	248800.178	248800.178	263650.178	233950.178
16/05/2010 01:10	16/05/2010 01:15	247280.2762	247280.2762	262130.2762	232430.2762
16/05/2010 01:15	16/05/2010 01:20	246439.8845	246439.8845	261289.8845	231589.8845
16/05/2010 01:20	16/05/2010 01:25	245825.9585	245825.9585	260675.9585	230975.9585
16/05/2010 01:25	16/05/2010 01:30	246672.3918	246672.3918	261522.3918	231822.3918
16/05/2010 01:30	16/05/2010 01:35	247135.1011	247135.1011	261985.1011	232285.1011
16/05/2010 01:35	16/05/2010 01:40	246878.419	246878.419	261728.419	232028.419
16/05/2010 01:40	16/05/2010 01:45	246854.9049	246854.9049	261704.9049	232004.9049
16/05/2010 01:45	16/05/2010 01:50	249920.7838	249920.7838	264770.7838	235070.7838
16/05/2010 01:50	16/05/2010 01:55	255702.1987	255702.1987	270552.1987	240852.1987
16/05/2010 01:55	16/05/2010 02:00	269111.8864	269111.8864	283961.8864	254261.8864
16/05/2010 02:00	16/05/2010 02:05	282709.5971	282709.5971	297559.5971	267859.5971
16/05/2010 02:05	16/05/2010 02:10	293383.9885	293383.9885	308233.9885	278533.9885
16/05/2010 02:10	16/05/2010 02:15	304646.7558	304646.7558	319496.7558	289796.7558
16/05/2010 02:15	16/05/2010 02:20	310075.8527	310075.8527	324925.8527	295225.8527
16/05/2010 02:20	16/05/2010 02:25	321123.9237	321123.9237	335973.9237	306273.9237
16/05/2010 02:25	16/05/2010 02:30	327711.2019	327711.2019	342561.2019	312861.2019
16/05/2010 02:30	16/05/2010 02:35	337574.1542	337574.1542	352424.1542	322724.1542
16/05/2010 02:35	16/05/2010 02:40	326670.0566	326670.0566	341520.0566	311820.0566
16/05/2010 02:40	16/05/2010 02:45	302878.6939	302878.6939	317728.6939	288028.6939
16/05/2010 02:45	16/05/2010 02:50	289997.6012	289997.6012	304847.6012	275147.6012
16/05/2010 02:50	16/05/2010 02:55	290417.6988	290417.6988	305267.6988	275567.6988
16/05/2010 02:55	16/05/2010 03:00	290087.0676	290087.0676	304937.0676	275237.0676
16/05/2010 03:00	16/05/2010 03:05	282073.8544	282073.8544	296923.8544	267223.8544
16/05/2010 03:05	16/05/2010 03:10	279376.1887	279376.1887	294226.1887	264526.1887
16/05/2010 03:10	16/05/2010 03:15	281827.0522	281827.0522	296677.0522	266977.0522

16/05/2010 03:15	16/05/2010 03:20	299593.0053	299593.0053	314443.0053	284743.0053
16/05/2010 03:20	16/05/2010 03:25	325737.918	325737.918	340587.918	310887.918
16/05/2010 03:25	16/05/2010 03:30	355925.8599	355925.8599	370775.8599	341075.8599
16/05/2010 03:30	16/05/2010 03:35	390792.3758	390792.3758	405642.3758	375942.3758
16/05/2010 03:35	16/05/2010 03:40	407578.8607	407578.8607	422428.8607	392728.8607
16/05/2010 03:40	16/05/2010 03:45	410647.2147	410647.2147	425497.2147	395797.2147
16/05/2010 03:45	16/05/2010 03:50	410432.9794	410432.9794	425282.9794	395582.9794
16/05/2010 03:50	16/05/2010 03:55	415465.135	415465.135	430315.135	400615.135
16/05/2010 03:55	16/05/2010 04:00	446284.4549	446284.4549	461134.4549	431434.4549
16/05/2010 04:00	16/05/2010 04:05	459112.5555	459112.5555	473962.5555	444262.5555
16/05/2010 04:05	16/05/2010 04:10	459305.2441	459305.2441	474155.2441	444455.2441
16/05/2010 04:10	16/05/2010 04:15	460961.127	460961.127	475811.127	446111.127
16/05/2010 04:15	16/05/2010 04:20	462330.1218	462330.1218	477180.1218	447480.1218
16/05/2010 04:20	16/05/2010 04:25	484456.4091	484456.4091	499306.4091	469606.4091
16/05/2010 04:25	16/05/2010 04:30	493099.8836	493099.8836	507949.8836	478249.8836
16/05/2010 04:30	16/05/2010 04:35	492453.0997	492453.0997	507303.0997	477603.0997
16/05/2010 04:35	16/05/2010 04:40	490894.2019	490894.2019	505744.2019	476044.2019
16/05/2010 04:40	16/05/2010 04:45	491934.498	491934.498	506784.498	477084.498
16/05/2010 04:45	16/05/2010 04:50	493116.7293	493116.7293	507966.7293	478266.7293
16/05/2010 04:50	16/05/2010 04:55	493924.3042	493924.3042	508774.3042	479074.3042
16/05/2010 04:55	16/05/2010 05:00	493418.0134	493418.0134	508268.0134	478568.0134
16/05/2010 05:00	16/05/2010 05:05	492817.722	492817.722	507667.722	477967.722
16/05/2010 05:05	16/05/2010 05:10	492342.507	492342.507	507192.507	477492.507
16/05/2010 05:10	16/05/2010 05:15	494296.138	494296.138	509146.138	479446.138
16/05/2010 05:15	16/05/2010 05:20	495928.2242	495928.2242	510778.2242	481078.2242
16/05/2010 05:20	16/05/2010 05:25	495633.1436	495633.1436	510483.1436	480783.1436
16/05/2010 05:25	16/05/2010 05:30	494465.5083	494465.5083	509315.5083	479615.5083
16/05/2010 05:30	16/05/2010 05:35	494896.7237	494896.7237	509746.7237	480046.7237
16/05/2010 05:35	16/05/2010 05:40	494877.6647	494877.6647	509727.6647	480027.6647
16/05/2010 05:40	16/05/2010 05:45	495966.1289	495966.1289	510816.1289	481116.1289
16/05/2010 05:45	16/05/2010 05:50	497485.3276	497485.3276	512335.3276	482635.3276
16/05/2010 05:50	16/05/2010 05:55	499005.1815			
16/05/2010 05:55	16/05/2010 06:00	499759.6582	495000	509850	480150
16/05/2010 06:00	16/05/2010 06:05	499997.9898	495000	509850	480150
16/05/2010 06:05	16/05/2010 06:10	499791.6787	495000	509850	480150
16/05/2010 06:10	16/05/2010 06:15	499853.4345	495000	509850	480150
16/05/2010 06:15	16/05/2010 06:20	499943.3351	495000	509850	480150
16/05/2010 06:20	16/05/2010 06:25	500177.2995	495000	509850	480150
16/05/2010 06:25	16/05/2010 06:30	499737.0824	495000	509850	480150
16/05/2010 06:30	16/05/2010 06:35	499348.5155	495000	509850	480150
16/05/2010 06:35	16/05/2010 06:40	499464.294	495000	509850	480150
16/05/2010 06:40	16/05/2010 06:45	499463.8526	495000	509850	480150
16/05/2010 06:45	16/05/2010 06:50	499708.1382	495000	509850	480150

16/05/2010 06:50	16/05/2010 06:55	499756.8023	495000	509850	480150
16/05/2010 06:55	16/05/2010 07:00	499310.7057	495000	509850	480150
16/05/2010 07:00	16/05/2010 07:05	496515.6095			
16/05/2010 07:05	16/05/2010 07:10	465003.8264			
16/05/2010 07:10	16/05/2010 07:15	419579.8556			
16/05/2010 07:15	16/05/2010 07:20	378325.035			
16/05/2010 07:20	16/05/2010 07:25	341489.5667			
16/05/2010 07:25	16/05/2010 07:30	303579.6254			
16/05/2010 07:30	16/05/2010 07:35	277226.4977	275000	289850	260150
16/05/2010 07:35	16/05/2010 07:40	277795.8965	275000	289850	260150
16/05/2010 07:40	16/05/2010 07:45	278071.1684	275000	289850	260150
16/05/2010 07:45	16/05/2010 07:50	278040.9056	275000	289850	260150
16/05/2010 07:50	16/05/2010 07:55	278217.6828	275000	289850	260150
16/05/2010 07:55	16/05/2010 08:00	278070.7127	275000	289850	260150
16/05/2010 08:00	16/05/2010 08:05	277318.392	275000	289850	260150
16/05/2010 08:05	16/05/2010 08:10	276781.7963	275000	289850	260150
16/05/2010 08:10	16/05/2010 08:15	277363.0283	275000	289850	260150
16/05/2010 08:15	16/05/2010 08:20	277455.1483	275000	289850	260150
16/05/2010 08:20	16/05/2010 08:25	276700.7162	275000	289850	260150
16/05/2010 08:25	16/05/2010 08:30	277490.1203	275000	289850	260150
16/05/2010 08:30	16/05/2010 08:35	277651.9668	275000	289850	260150
16/05/2010 08:35	16/05/2010 08:40	277713.9392	275000	289850	260150
16/05/2010 08:40	16/05/2010 08:45	278006.8661	275000	289850	260150
16/05/2010 08:45	16/05/2010 08:50	276541.5269	275000	289850	260150
16/05/2010 08:50	16/05/2010 08:55	277033.3581	275000	289850	260150
16/05/2010 08:55	16/05/2010 09:00	277347.4514	275000	289850	260150
16/05/2010 09:00	16/05/2010 09:05	277187.6869	275000	289850	260150
16/05/2010 09:05	16/05/2010 09:10	277463.811	275000	289850	260150
16/05/2010 09:10	16/05/2010 09:15	277802.7806	275000	289850	260150
16/05/2010 09:15	16/05/2010 09:20	277092.4831	275000	289850	260150
16/05/2010 09:20	16/05/2010 09:25	277165.1394	275000	289850	260150
16/05/2010 09:25	16/05/2010 09:30	277403.2162	275000	289850	260150
16/05/2010 09:30	16/05/2010 09:35	277658.0355	275000	289850	260150
16/05/2010 09:35	16/05/2010 09:40	279164.045	275000	289850	260150
16/05/2010 09:40	16/05/2010 09:45	278332.079	275000	289850	260150
16/05/2010 09:45	16/05/2010 09:50	278286.214	275000	289850	260150
16/05/2010 09:50	16/05/2010 09:55	278325.6493	275000	289850	260150
16/05/2010 09:55	16/05/2010 10:00	279068.497	275000	289850	260150
16/05/2010 10:00	16/05/2010 10:05	279542.6136	275000	289850	260150
16/05/2010 10:05	16/05/2010 10:10	279979.9344	275000	289850	260150
16/05/2010 10:10	16/05/2010 10:15	280370.55	275000	289850	260150
16/05/2010 10:15	16/05/2010 10:20	280633.3073	275000	289850	260150
16/05/2010 10:20	16/05/2010 10:25	281140.7702	275000	289850	260150

16/05/2010 10:25	16/05/2010 10:30	281135.2441	275000	289850	260150
16/05/2010 10:30	16/05/2010 10:35	281443.8521	275000	289850	260150
16/05/2010 10:35	16/05/2010 10:40	280176.9517	275000	289850	260150
16/05/2010 10:40	16/05/2010 10:45	281079.7899	275000	289850	260150
16/05/2010 10:45	16/05/2010 10:50	277215.815	275000	289850	260150
16/05/2010 10:50	16/05/2010 10:55	277628.3683	275000	289850	260150
16/05/2010 10:55	16/05/2010 11:00	277572.0538	275000	289850	260150
16/05/2010 11:00	16/05/2010 11:05	277543.18	275000	289850	260150
16/05/2010 11:05	16/05/2010 11:10	277661.3412	275000	289850	260150
16/05/2010 11:10	16/05/2010 11:15	277892.9618	275000	289850	260150
16/05/2010 11:15	16/05/2010 11:20	278023.0538	275000	289850	260150
16/05/2010 11:20	16/05/2010 11:25	277567.0091	275000	289850	260150
16/05/2010 11:25	16/05/2010 11:30	277741.8847	275000	289850	260150
16/05/2010 11:30	16/05/2010 11:35	277789.5713	275000	289850	260150
16/05/2010 11:35	16/05/2010 11:40	277865.7667	275000	289850	260150
16/05/2010 11:40	16/05/2010 11:45	277705.2593	275000	289850	260150
16/05/2010 11:45	16/05/2010 11:50	278142.7813	275000	289850	260150
16/05/2010 11:50	16/05/2010 11:55	278256.7808	275000	289850	260150
16/05/2010 11:55	16/05/2010 12:00	278197.7057	275000	289850	260150
16/05/2010 12:00	16/05/2010 12:05	277997.0217	275000	289850	260150
16/05/2010 12:05	16/05/2010 12:10	278195.7492	275000	289850	260150
16/05/2010 12:10	16/05/2010 12:15	278373.8861	275000	289850	260150
16/05/2010 12:15	16/05/2010 12:20	278467.8278	275000	289850	260150
16/05/2010 12:20	16/05/2010 12:25	278386.5306	275000	289850	260150
16/05/2010 12:25	16/05/2010 12:30	278418.7542	275000	289850	260150
16/05/2010 12:30	16/05/2010 12:35	278271.5596	275000	289850	260150
16/05/2010 12:35	16/05/2010 12:40	278493.6956	275000	289850	260150
16/05/2010 12:40	16/05/2010 12:45	278339.5437	275000	289850	260150
16/05/2010 12:45	16/05/2010 12:50	278738.0248	275000	289850	260150
16/05/2010 12:50	16/05/2010 12:55	278690.1119	275000	289850	260150
16/05/2010 12:55	16/05/2010 13:00	278104.1242	275000	289850	260150
16/05/2010 13:00	16/05/2010 13:05	278470.1441	275000	289850	260150
16/05/2010 13:05	16/05/2010 13:10	278628.2534	275000	289850	260150
16/05/2010 13:10	16/05/2010 13:15	278636.4302	275000	289850	260150
16/05/2010 13:15	16/05/2010 13:20	278327.2055	275000	289850	260150
16/05/2010 13:20	16/05/2010 13:25	278363.0653	275000	289850	260150
16/05/2010 13:25	16/05/2010 13:30	278998.7142	275000	289850	260150
16/05/2010 13:30	16/05/2010 13:35	278710.7751	275000	289850	260150
16/05/2010 13:35	16/05/2010 13:40	278894.1839	275000	289850	260150
16/05/2010 13:40	16/05/2010 13:45	278493.1393	275000	289850	260150
16/05/2010 13:45	16/05/2010 13:50	278399.7929	275000	289850	260150
16/05/2010 13:50	16/05/2010 13:55	278650.1936	275000	289850	260150
16/05/2010 13:55	16/05/2010 14:00	278665.71	275000	289850	260150

16/05/2010 14:00	16/05/2010 14:05	278541.5987	275000	289850	260150
16/05/2010 14:05	16/05/2010 14:10	278226.8144	275000	289850	260150
16/05/2010 14:10	16/05/2010 14:15	278386.1602	275000	289850	260150
16/05/2010 14:15	16/05/2010 14:20	278926.7229	275000	289850	260150
16/05/2010 14:20	16/05/2010 14:25	278616.8511	275000	289850	260150
16/05/2010 14:25	16/05/2010 14:30	278545.746	275000	289850	260150
16/05/2010 14:30	16/05/2010 14:35	278672.267	275000	289850	260150
16/05/2010 14:35	16/05/2010 14:40	278244.6465	275000	289850	260150
16/05/2010 14:40	16/05/2010 14:45	278459.5304	275000	289850	260150
16/05/2010 14:45	16/05/2010 14:50	278988.6966	275000	289850	260150
16/05/2010 14:50	16/05/2010 14:55	278707.9357	275000	289850	260150
16/05/2010 14:55	16/05/2010 15:00	277536.025	275000	289850	260150
16/05/2010 15:00	16/05/2010 15:05	278322.7352	275000	289850	260150
16/05/2010 15:05	16/05/2010 15:10	278751.0075	275000	289850	260150
16/05/2010 15:10	16/05/2010 15:15	278756.9188	275000	289850	260150
16/05/2010 15:15	16/05/2010 15:20	278346.558	275000	289850	260150
16/05/2010 15:20	16/05/2010 15:25	278135.7529	275000	289850	260150
16/05/2010 15:25	16/05/2010 15:30	278352.3422	275000	289850	260150
16/05/2010 15:30	16/05/2010 15:35	278266.8991	275000	289850	260150
16/05/2010 15:35	16/05/2010 15:40	278462.2513	275000	289850	260150
16/05/2010 15:40	16/05/2010 15:45	278015.8252	275000	289850	260150
16/05/2010 15:45	16/05/2010 15:50	277450.1279	275000	289850	260150
16/05/2010 15:50	16/05/2010 15:55	277649.515	275000	289850	260150
16/05/2010 15:55	16/05/2010 16:00	277771.8272	275000	289850	260150
16/05/2010 16:00	16/05/2010 16:05	277479.5503	275000	289850	260150
16/05/2010 16:05	16/05/2010 16:10	277503.0462	275000	289850	260150
16/05/2010 16:10	16/05/2010 16:15	277785.9902	275000	289850	260150
16/05/2010 16:15	16/05/2010 16:20	277632.559	275000	289850	260150
16/05/2010 16:20	16/05/2010 16:25	277337.3587	275000	289850	260150
16/05/2010 16:25	16/05/2010 16:30	277559.8264	275000	289850	260150
16/05/2010 16:30	16/05/2010 16:35	277892.1629	275000	289850	260150
16/05/2010 16:35	16/05/2010 16:40	277633.2708	275000	289850	260150
16/05/2010 16:40	16/05/2010 16:45	277840.5988	275000	289850	260150
16/05/2010 16:45	16/05/2010 16:50	277703.2449	275000	289850	260150
16/05/2010 16:50	16/05/2010 16:55	277565.3257	275000	289850	260150
16/05/2010 16:55	16/05/2010 17:00	277402.0423	275000	289850	260150
16/05/2010 17:00	16/05/2010 17:05	277198.2593	275000	289850	260150
16/05/2010 17:05	16/05/2010 17:10	277212.009	275000	289850	260150
16/05/2010 17:10	16/05/2010 17:15	277031.9531	275000	289850	260150
16/05/2010 17:15	16/05/2010 17:20	276754.816	275000	289850	260150
16/05/2010 17:20	16/05/2010 17:25	276486.9591	275000	289850	260150
16/05/2010 17:25	16/05/2010 17:30	276161.4424	275000	289850	260150
16/05/2010 17:30	16/05/2010 17:35	276106.0977	275000	289850	260150

16/05/2010 17:35	16/05/2010 17:40	276013.7995	275000	289850	260150
16/05/2010 17:40	16/05/2010 17:45	275300.6099	275000	289850	260150
16/05/2010 17:45	16/05/2010 17:50	275018.657	275000	289850	260150
16/05/2010 17:50	16/05/2010 17:55	275757.9383	275000	289850	260150
16/05/2010 17:55	16/05/2010 18:00	275718.2892	275000	289850	260150
16/05/2010 18:00	16/05/2010 18:05	275550.4543	275000	289850	260150
16/05/2010 18:05	16/05/2010 18:10	275639.2652	275000	289850	260150
16/05/2010 18:10	16/05/2010 18:15	275681.2462	275000	289850	260150
16/05/2010 18:15	16/05/2010 18:20	275633.1066	275000	289850	260150
16/05/2010 18:20	16/05/2010 18:25	279713.6677	275000	289850	260150
16/05/2010 18:25	16/05/2010 18:30	279515.4261	275000	289850	260150
16/05/2010 18:30	16/05/2010 18:35	279158.6407	275000	289850	260150
16/05/2010 18:35	16/05/2010 18:40	279006.0945	275000	289850	260150
16/05/2010 18:40	16/05/2010 18:45	278999.3819	275000	289850	260150
16/05/2010 18:45	16/05/2010 18:50	278138.7319	275000	289850	260150
16/05/2010 18:50	16/05/2010 18:55	277847.3855	275000	289850	260150
16/05/2010 18:55	16/05/2010 19:00	278721.3548	275000	289850	260150
16/05/2010 19:00	16/05/2010 19:05	279139.6715	275000	289850	260150
16/05/2010 19:05	16/05/2010 19:10	278566.0379	275000	289850	260150
16/05/2010 19:10	16/05/2010 19:15	278469.5627	275000	289850	260150
16/05/2010 19:15	16/05/2010 19:20	278317.4126	275000	289850	260150
16/05/2010 19:20	16/05/2010 19:25	278093.7922	275000	289850	260150
16/05/2010 19:25	16/05/2010 19:30	277973.1007	275000	289850	260150
16/05/2010 19:30	16/05/2010 19:35	278087.0192	275000	289850	260150
16/05/2010 19:35	16/05/2010 19:40	278162.4896	275000	289850	260150
16/05/2010 19:40	16/05/2010 19:45	278289.8329	275000	289850	260150
16/05/2010 19:45	16/05/2010 19:50	278693.0436	275000	289850	260150
16/05/2010 19:50	16/05/2010 19:55	278269.2578	275000	289850	260150
16/05/2010 19:55	16/05/2010 20:00	278340.4793	275000	289850	260150
16/05/2010 20:00	16/05/2010 20:05	277428.4426	275000	289850	260150
16/05/2010 20:05	16/05/2010 20:10	277344.9611	275000	289850	260150
16/05/2010 20:10	16/05/2010 20:15	277172.123	275000	289850	260150
16/05/2010 20:15	16/05/2010 20:20	279521.3164	275000	289850	260150
16/05/2010 20:20	16/05/2010 20:25	277160.9086	275000	289850	260150
16/05/2010 20:25	16/05/2010 20:30	276386.5499	275000	289850	260150
16/05/2010 20:30	16/05/2010 20:35	276018.1617	275000	289850	260150
16/05/2010 20:35	16/05/2010 20:40	276970.3768	275000	289850	260150
16/05/2010 20:40	16/05/2010 20:45	291623.114	300000	314850	285150
16/05/2010 20:45	16/05/2010 20:50	332110.7944			
16/05/2010 20:50	16/05/2010 20:55	369305.4339			
16/05/2010 20:55	16/05/2010 21:00	407837.5238			
16/05/2010 21:00	16/05/2010 21:05	440975.5774			
16/05/2010 21:05	16/05/2010 21:10	444422.5653			

16/05/2010 21:10	16/05/2010 21:15	455208.21			
16/05/2010 21:15	16/05/2010 21:20	486277.0433	495000	509850	480150
16/05/2010 21:20	16/05/2010 21:25	495802.9894	495000	509850	480150
16/05/2010 21:25	16/05/2010 21:30	496369.2265	495000	509850	480150
16/05/2010 21:30	16/05/2010 21:35	495659.5332	495000	509850	480150
16/05/2010 21:35	16/05/2010 21:40	496407.6169	495000	509850	480150
16/05/2010 21:40	16/05/2010 21:45	496211.7343	495000	509850	480150
16/05/2010 21:45	16/05/2010 21:50	495244.7813	495000	509850	480150
16/05/2010 21:50	16/05/2010 21:55	494765.357	495000	509850	480150
16/05/2010 21:55	16/05/2010 22:00	495055.2821	495000	509850	480150
16/05/2010 22:00	16/05/2010 22:05	494838.7121	495000	509850	480150
16/05/2010 22:05	16/05/2010 22:10	494538.4037	495000	509850	480150
16/05/2010 22:10	16/05/2010 22:15	494794.3256	495000	509850	480150
16/05/2010 22:15	16/05/2010 22:20	494800.0906	495000	509850	480150
16/05/2010 22:20	16/05/2010 22:25	493713.1906	495000	509850	480150
16/05/2010 22:25	16/05/2010 22:30	492777.5387	495000	509850	480150
16/05/2010 22:30	16/05/2010 22:35	494123.6625	495000	509850	480150
16/05/2010 22:35	16/05/2010 22:40	494254.9948	495000	509850	480150

BIBLIOGRAFIA:

Artículos:

[http://www.melecsa.com/data/marcolegal/NCC-01%20\(adecuados\).pdf](http://www.melecsa.com/data/marcolegal/NCC-01%20(adecuados).pdf)
http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/res130706-itc.html#
<http://www.cnea.gov.ar/xxi/energe/b18/B18art2.pdf>
http://www.estudios-electricos.com/images/cms/assets/pdf/presentacion_FK100.pdf
<http://www.cenam.mx/fyv/publicaciones%5CTA-084.pdf>
<http://www.amm.org.gt/pdfs/normas/ncc-01.pdf>
http://www.cicm.org.mx/2030/productores_externos.ppt
http://www.sisi.org.mx/jspssi/documentos/2004/seguimiento/18164/1816400007904_065.pdf
<http://www.galeon.com/hamd/pdf/scada.pdf>
<http://control-accesos.es/scada/%C2%BFque-es-un-sistema-scada>
http://www.iae.org.ar/renovables/ren_eolica.pdf
<http://www.altonivel.com.mx/energia-eolica-en-mexico.html>
<http://web.ing.puc.cl/~power/alumno03/alternativa.htm#> ¿Que es la energía eolica?
<http://www.formaselect.com/areas-tematicas/energias-renovables/energia-solar.htm>
<http://www.textoscientificos.com/energia/centrales-electricas/solar>

Textos:

Diseño de Subestaciones Eléctricas
Ing. José Raúl Martín, UNAM, Facultad de Ingeniería

Manual de Control Automático de Generación Para Operadores de la CFE
(Unidad de Ingeniería Avanzada)