



NUEVO ESCENARIO PARA LA PENALIZACIÓN POR EXCESO DE REACTIVOS, DE ACUERDO CON LAS RESOLUCIONES CREG 015-2018 Y 199-2019.

Ing. David D. Figueroa

Mayo de 2021

ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS



Uno de los factores que afecta la eficiencia del transporte de la energía es la potencia reactiva. En la generación de energía existe una parte que se puede usar, que llamamos potencia activa y una parte que no se puede usar, que llamamos potencia reactiva.

La potencia activa (P) es la que usamos para energizar nuestros electrodomésticos y para mover cargas, como es el caso de los trabajos realizados por los motores en los ascensores, bandas de transporte y demás tareas que requieren transformar la energía eléctrica en otra forma de energía, por ejemplo, movimiento, refrigeración o calefacción. Viene dada en vatios (W).

ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS



¿Qué es la energía reactiva (Q)?

Es un tipo de energía eléctrica, que absorben de la red algunos equipos eléctricos que requieren crear campos magnéticos para funcionar, tales como motores, sistemas de iluminación, sistemas de climatización (aires acondicionados), ascensores, frigoríficos, entre otros; esta energía también puede ser inyectada a la red por equipos que crean campos eléctricos en lugar de magnéticos tales como condensadores, acumuladores de energía, y filtros armónicos, entre otros.

Ambos casos en exceso generan mayor demanda (estrés) para la red de energía eléctrica, al desencadenar fenómenos electromagnéticos nocivos para la prestación del servicio.

ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS



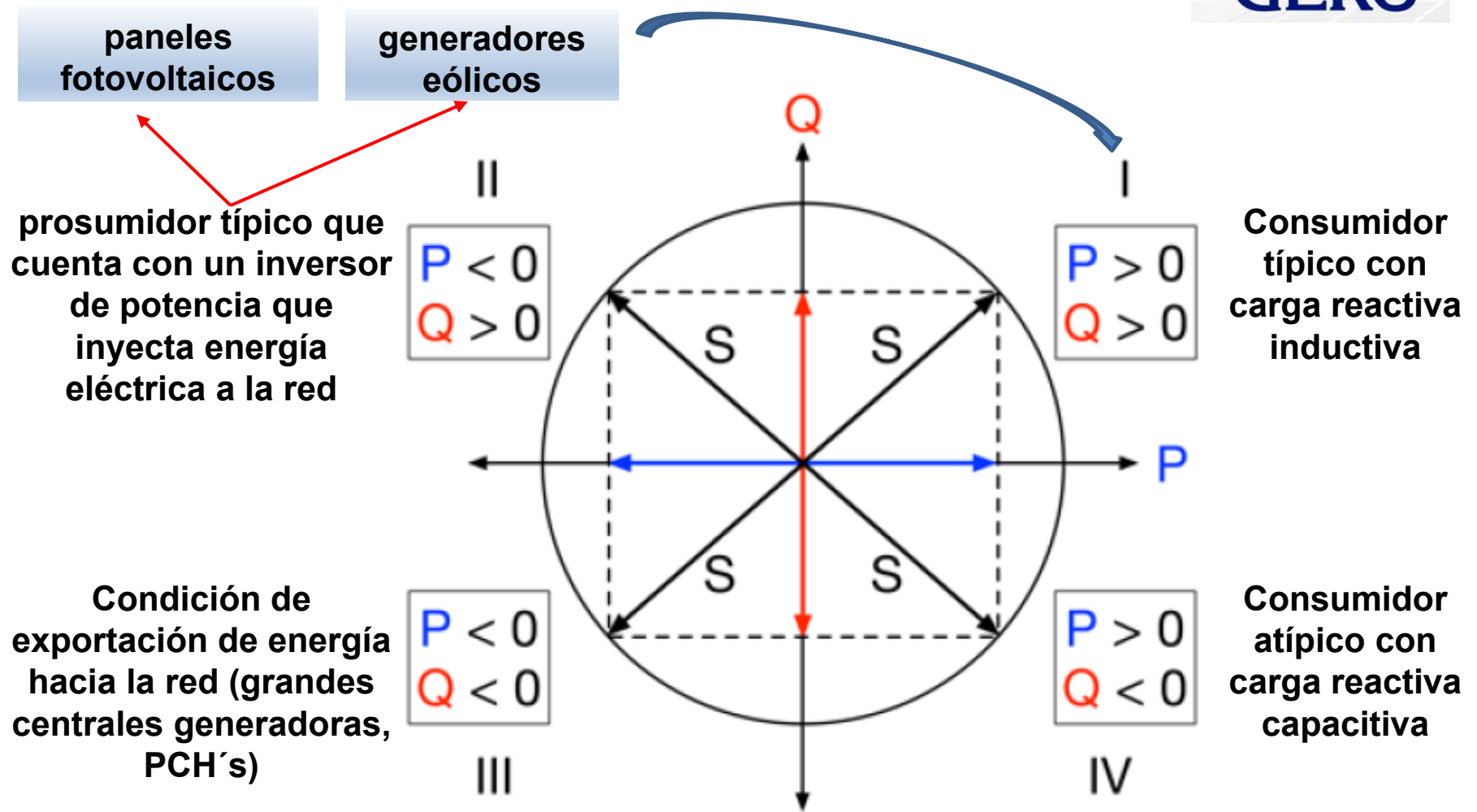
Potencia aparente (S):

También conocida como potencia aparente compleja o potencia total, es la suma de las potencias activa y reactiva mencionadas anteriormente. La S es la letra representativa y se mide en voltiamperios (VA). Un dispositivo puede no tener una carga eléctrica real, es decir, puede funcionar al vacío y es cuando esta potencia residual entra en juego. Se da precisamente de la energía que estuvo y que se queda circulando en el circuito.

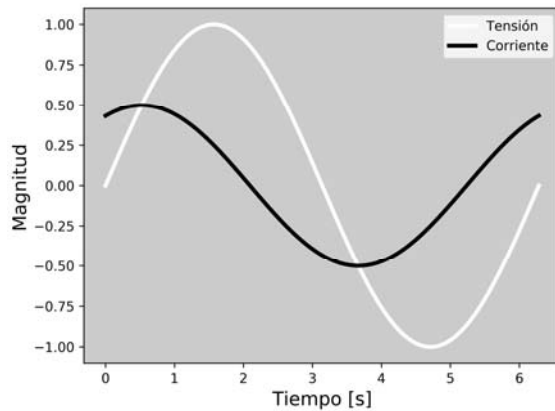
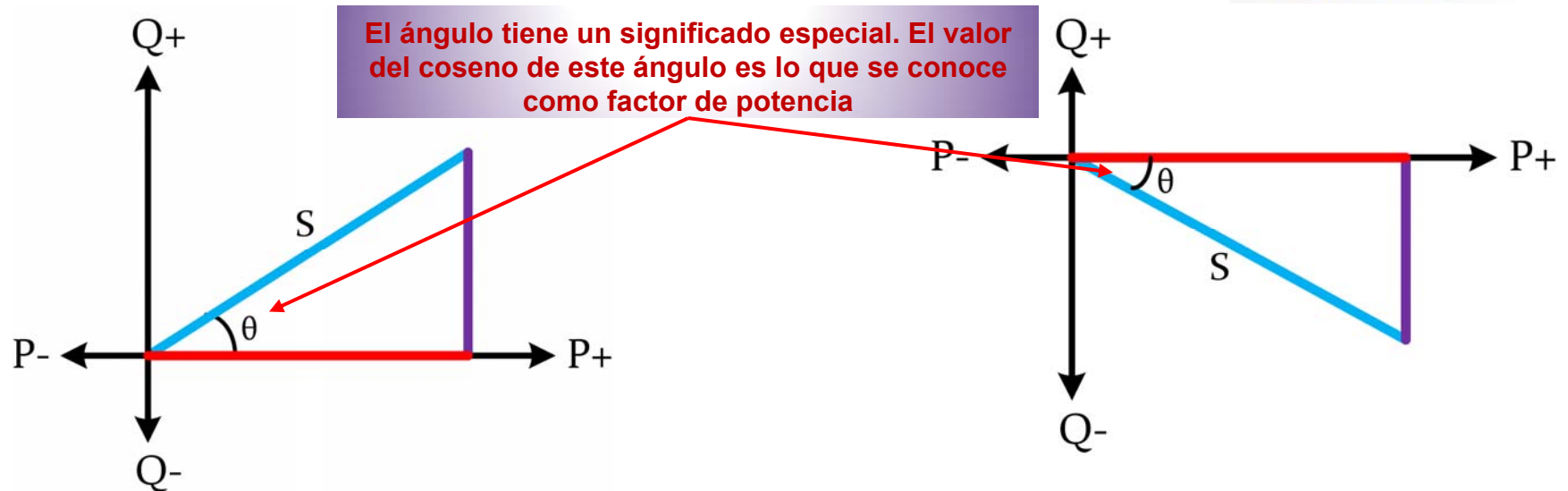
Esto sucede porque la energía nunca se mueve al mismo tiempo, lo que genera un retraso en los sistemas de transmisión dando lugar a la potencia aparente. Esta se acumula, por ejemplo, en un transformador o en los cables o en lo que se conecta a ellos.

Algunos ejemplos de componentes en los cuales la potencia aparente se acumula, pueden ser un transformador, un motor, un televisor, un sistema de aire acondicionado o un sistema de bombas de agua.

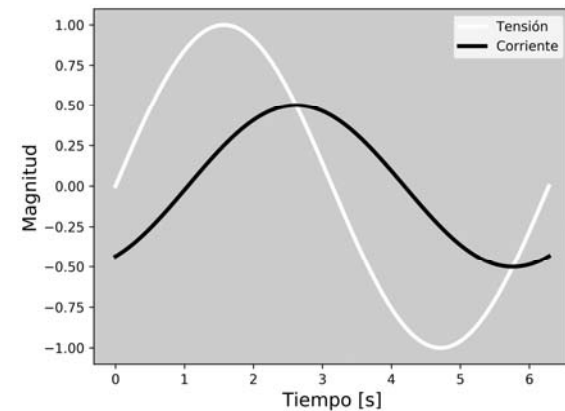
ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS



ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS



máximo de la corriente ocurre en el tiempo antes que el máximo de la tensión (corriente en atraso)



máximo de la corriente ocurre en el tiempo después que el máximo de la tensión (corriente en adelanto)

ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS



Factor de potencia:

El factor de potencia (fp) es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente:

$$fp = \frac{P}{S} = \cos\theta$$

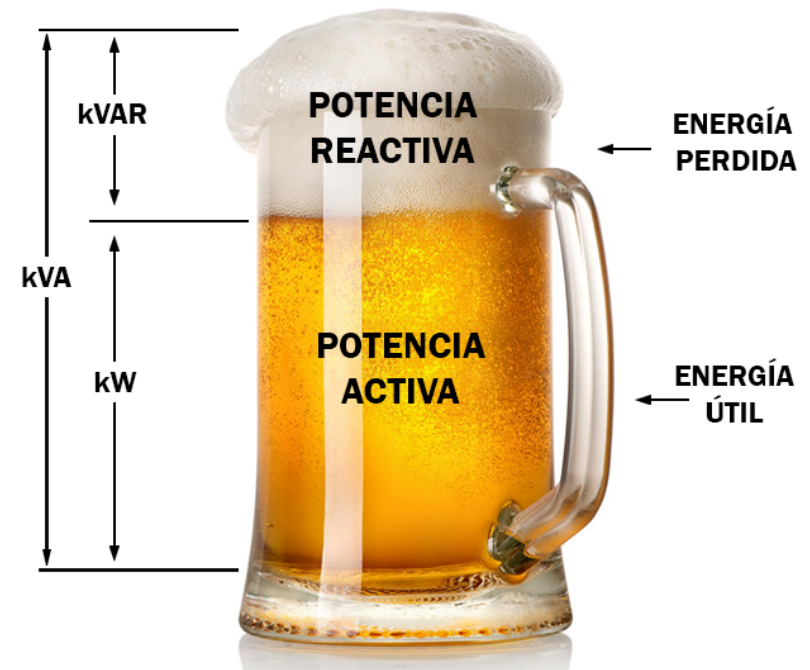
No tiene unidades. Su valor máximo es uno, cuando el valor de la potencia reactiva es cero (cargas resistivas puras).

El factor de potencia está en atraso para cargas inductivas (ej.: reactores, motores de inducción).

El factor de potencia está en adelanto para cargas que tienen alta componente capacitiva (ej.: bancos de condensadores, generadores operando en sobre excitación y capacitores sincrónicos).

Es una medida de la eficiencia de un sistema eléctrico. A mayor factor de potencia, mayor es la cantidad de potencia transmitida que está siendo usada en trabajo útil.

En Colombia, el factor de potencia debe ser siempre igual o mayor de 0.9. Los usuarios (consumidores) con un valor menor de factor de potencia sufrirán penalidades, por esto es necesario tomar medidas correctivas para aumentar el valor del factor de potencia.



RESOLUCIONES PREVIAS A LA CREG 015-2018



RES. CREG 108-1997: Criterios generales sobre protección de los derechos de los usuarios de los servicios públicos domiciliarios de energía eléctrica y gas combustible (facturación, comercialización, relación empresa-usuario).

Artículo 25°. **Control al factor de potencia en el servicio de energía eléctrica.** En la prestación del servicio público domiciliario de energía eléctrica, se controlará el factor de potencia de los suscriptores o usuarios no residenciales, y de los residenciales conectados a un nivel de tensión Superior al uno (1).

Parágrafo 1°. El factor de potencia inductiva (coseno phi inductivo) de las instalaciones deberá ser igual o superior a punto noventa (0.90). La empresa exigirá a aquellas instalaciones cuyo factor de potencia inductivo viole este límite, que instalen equipos apropiados para controlar y medir la energía reactiva.

Parágrafo 2°. Para efectos de lo establecido en el parágrafo anterior, la exigencia podrá hacerse en el momento de aprobar la conexión al servicio, o como consecuencia de una revisión de la instalación del usuario.

Parágrafo 3°. A partir de la vigencia de la presente resolución, y hasta tanto la Comisión reglamente el suministro y consumo de energía reactiva en el Sistema Interconectado Nacional, en caso de que la energía reactiva sea mayor al cincuenta por ciento (50%) de la energía activa (kWh) consumida por un suscriptor o usuario, el exceso sobre este límite se considerará como consumo de energía activa para efectos de determinar el consumo facturable.

RESOLUCIONES PREVIAS A LA CREG 015-2018



RES. CREG 070-1998: Se establece el Reglamento de Distribución de Energía Eléctrica, como parte del Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional.

4.2.4 COMPENSACIÓN DE CONSUMOS DE ENERGÍA REACTIVA

Cuando las características del equipo que conectará un Usuario lo amerite, éste deberá suministrar al OR la información pertinente. Debido a que la conexión de bancos de condensadores y reactores conectados en los niveles de tensión II, III y IV puede afectar la operación del STR y/o SDL, estas conexiones deberán ser aprobadas por los OR's, a quienes se deberán suministrar las características técnicas de las inductancias y capacitancias que se conectarán. Cuando el OR lo requiera, se le deberá también suministrar las características técnicas de la inductancia y la capacitancia de las redes del Usuario.

La información solicitada tiene por objeto :

- Verificar que el equipo de control y maniobra del Sistema del OR esté dimensionado en forma adecuada.
- Comprobar que el funcionamiento del STR y/o SDL que opera el OR no se afectará.

El factor de potencia de la carga conectada por el Usuario, no deberá ser inferior al establecido en la Resolución CREG 108 de 1997 o las normas que la modifiquen o sustituyan.

6.2.1.4 Factor de Potencia

El factor de potencia mínimo permisible es el establecido en el Artículo 25 de la Resolución CREG 108 de 1997 o posteriores que la modifiquen o sustituyan.

7.3.2 PRECISIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA

Los medidores de energía activa, reactiva y transformadores de medida deben cumplir, como mínimo, con la precisión que se presenta en la siguiente Tabla:

Energía Anual (MWh) por punto de medida	Clase Mínima Aceptada para los Componentes
$E \geq 2,000$	0.5 CT/PT 1.0 Medidor Wh 3.0 Medidor VARh
$300 \leq E < 2,000$	1.0 CT/PT 1.0 Medidor Wh 3.0 Medidor VARh
$E < 300$	2.0 Medidor Wh

RESOLUCIONES PREVIAS A LA CREG 015-2018



RES. CREG 082-2002: Se aprueban principios generales y metodología para el establecimiento de los cargos por uso de los STR y SDL.

Artículo 11°. Transporte de energía reactiva. En caso de que la energía reactiva consumida por un Usuario, sea mayor al cincuenta por ciento (50%) de la energía activa (kWh) que le es entregada en cada periodo horario, el exceso sobre este límite, en cada periodo, se considerará como energía activa para efectos de liquidar mensualmente el cargo por uso del respectivo sistema, de acuerdo con lo contenido en el Anexo No. 4 de esta Resolución.

El OR podrá conectar equipos de medida de energía reactiva para aquellos usuarios de Nivel de Tensión 1, no residenciales, o fronteras comerciales, a fin de establecer cobro de energía reactiva.

4 LIQUIDACIÓN Y RECAUDO DE LOS COSTOS DE TRANSPORTE DE ENERGIA REACTIVA EN EXCESO

Los costos del transporte de la energía reactiva en exceso de que trata el Artículo 11 de la presente resolución serán recaudados por el comercializador y entregados al OR que sirve al Usuario respectivo.

En el caso de los STR, los costos del transporte de la energía reactiva en exceso serán recaudados por el comercializador y entregados directamente al OR aplicando la misma tarifa con que liquida el LAC el ingreso del respectivo STR.

RESOLUCIONES PREVIAS A LA CREG 015-2018



RES. CREG 047-2004: Se modifica la Resolución CREG 108-1997.

ARTICULO 2o. Para efectos de lo dispuesto en la presente resolución, se adopta la siguiente definición:

CONSUMO DE ENERGÍA REACTIVA: Cantidad de kilovars-hora transportados a través de las redes que conforman los Sistemas de Transmisión Regional y Sistemas de Distribución Local y registrados mediante los equipos de medida de energía reactiva ubicados en las fronteras comerciales de los respectivos usuarios

ARTICULO 3o. Modificar el artículo 25 de la Resolución CREG-108 de 1997, el cual quedará así:

“Artículo 25. Control al factor de potencia en el servicio de energía eléctrica. En la prestación del servicio público domiciliario de energía eléctrica, se controlará el consumo de energía reactiva de los suscriptores o usuarios finales, y se liquidará y cobrará exclusivamente de la forma establecida en el artículo 11 de la Resolución CREG-082 de 2002.

Parágrafo 1º. El factor de potencia inductiva (coseno phi inductivo) de las instalaciones deberá ser igual o superior a punto noventa (0.90). El operador de Red podrá exigir a aquellas instalaciones cuyo factor de potencia inductivo viole este límite, que instalen equipos apropiados para controlar y medir la energía reactiva.

Parágrafo 2º. Para efectos de lo establecido en el parágrafo anterior, la exigencia podrá hacerse en el momento de aprobar la conexión al servicio, o como consecuencia de una revisión de la instalación del usuario.”.

RESOLUCIONES PREVIAS A LA CREG 015-2018



RES. CREG 097-2008: Se aprueban principios generales y metodología para el establecimiento de los cargos por uso de los STR y SDL.

Artículo 15. Transporte de energía reactiva. En caso de que la energía reactiva (kVArh) consumida por un Usuario de los STR o SDL, sea mayor al cincuenta por ciento (50%) de la energía activa (kWh) que le es entregada en cada periodo horario, el exceso sobre este límite, en cada periodo, se considerará como energía activa para efectos de liquidar mensualmente el cargo por uso del respectivo sistema, de acuerdo con lo dispuesto en el numeral 6.7 del Anexo General de la presente Resolución.

Para los efectos de esta norma, la energía reactiva consumida por un Usuario de los STR o SDL se determinará a partir del balance neto de la energía que le es entregada en un mismo nodo y en cada periodo horario, de acuerdo con lo registrado en las fronteras comerciales del mismo usuario, asociadas a dicho nodo.

El OR podrá conectar equipos de medida de energía reactiva para identificar a aquellos usuarios o fronteras comerciales que, por su consumo de energía reactiva, estén obligados al pago de la misma conforme a lo establecido en esta disposición y a la instalación del medidor correspondiente.

6.7 Liquidación y recaudo de los costos de transporte de Energía Reactiva en exceso

Los costos del transporte de la energía reactiva en exceso de que trata el Artículo 15 de la presente Resolución serán recaudados por el comercializador con base en los cargos máximos de cada OR y entregados al OR que sirve al Usuario del SDL respectivo.

En el caso de los STR, los costos del transporte de la energía reactiva en exceso serán recaudados por el comercializador y entregados directamente al OR aplicando el Cargo por Uso del Nivel de Tensión 4.

RESOLUCIONES PREVIAS A LA CREG 015-2018



RES. CREG 034-2014: Se modifica el Código de Medida contenido en el Anexo general del Código de Redes

Artículo 9. Requisitos de exactitud de los elementos del sistema de medición. A partir de la entrada en vigencia de la presente resolución, los medidores, transformadores de medida, en caso de que estos sean utilizados, y los cables de conexión de los nuevos sistemas de medición y los que se adicionen o remplacen en los sistemas de medición existentes deben cumplir con los índices de clase, clase de exactitud y error porcentual total máximo que se establecen en este artículo.

Tabla 2. Requisitos de exactitud para medidores y transformadores de medida

Tipo de puntos de medición	Índice de clase para medidores de energía activa	Índice de clase para medidores de energía reactiva	Clase de exactitud para transformadores de corriente	Clase de exactitud para transformadores de tensión
1	0,2 S	2	0,2 S	0,2
2 y 3	0,5 S	2	0,5 S	0,5
4	1	2	0,5	0,5
5	1 ó 2	2 ó 3	--	--

Artículo 12. Medidores de energía reactiva. En los puntos de medición asociados a las fronteras de generación, las fronteras de comercialización conectadas al STN y en los puntos de medición que se encuentren ubicados en niveles de tensión iguales o superiores a 57,5 kV se deben instalar medidores de energía reactiva bidireccionales.

Para niveles de tensión inferiores a 57,5 kV, el OR puede exigir al representante de la frontera la instalación de medidores de energía reactiva cuando al realizar mediciones previas se verifique el consumo en exceso de energía reactiva de acuerdo con lo establecido en la Resolución CREG 097 de 2008 o aquella que la modifique, adicione o sustituya.

En las fronteras comerciales en las que no es requisito la instalación de medidores de energía reactiva, pero cuyo medidor permite la lectura de energía reactiva adicional a la activa, el representante de la frontera debe registrar y conservar dichas lecturas.

RESOLUCIONES PREVIAS A LA CREG 015-2018



RES. CREG 034-2014: Se modifica el Código de Medida contenido en el Anexo general del Código de Redes

Artículo 13. Medidores de respaldo. Las fronteras de generación, las fronteras comerciales conectadas al STN y las fronteras de los puntos de medición tipos 1 y 2 deben contar con un medidor de respaldo para las mediciones de energía activa y de energía reactiva. Para la medición de energía reactiva, el medidor puede estar integrado con el de energía activa.

El medidor de respaldo debe operar permanentemente y tener las mismas características técnicas del principal, según las disposiciones contenidas en la presente resolución.

Artículo 15. Registro y lectura de la información. Las fronteras comerciales con reporte al ASIC deben contar con medidores de energía activa y reactiva de tal manera que permitan, como mínimo, el registro horario de las transacciones de energía en el primer minuto de cada hora y con los equipos necesarios para realizar la lectura, interrogación y reporte de la información en

Artículo 18. Centro de Gestión de Medidas, CGM. El RF debe emplear un CGM para interrogar los medidores de las fronteras comerciales de su responsabilidad, concentrar y almacenar las lecturas, ejecutar los procesos de validación y crítica de las mediciones y realizar los reportes al ASIC de las lecturas de los medidores.

RESOLUCIÓN CREG 015-2018



Artículo 16. Transporte de energía reactiva. Los OR o los usuarios finales pagarán por el transporte de energía reactiva cuando superen los límites establecidos en cada caso, de acuerdo con lo establecido en el capítulo 12.

El OR podrá conectar equipos de medida de energía reactiva para identificar a aquellos usuarios que por su consumo de energía reactiva estén obligados al pago de la misma conforme a lo establecido en esta disposición y a la instalación del medidor correspondiente.

RESOLUCIÓN CREG 015-2018

CAPITULO 12. COSTOS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA REACTIVA



El costo del transporte de energía reactiva se efectuará con base en la siguiente expresión:

$$CTER_{u,n,h,m,j} = ER_{u,h,m,j} * M * D_{n,h,m}$$

Donde:

$CTER_{u,n,h,m,j}$: Costo de transporte de energía reactiva en exceso sobre el límite asignado al usuario del STR o SDL u , en pesos, del nivel de tensión n , en la hora h del mes m , del sistema operado por el OR j .

$ER_{u,h,m,j}$: Cantidad de energía reactiva transportada en exceso sobre el límite asignado al usuario del STR o SDL u , en la hora h del mes m , en el sistema del OR j , en kVAR.

$D_{n,h,m}$: Cargo por uso de sistemas de distribución para el transporte de energía reactiva. Es igual al cargo por uso del nivel de tensión n en la hora h del mes m que enfrenta un usuario conectado al sistema, cuando se registró el transporte de energía reactiva.

El cargo por uso aplicable para el pago del transporte de energía reactiva por parte del usuario del STR o SDL será igual al cargo por uso de energía activa que enfrenta en función del sistema y el nivel de tensión en el que se encuentre conectada la frontera. En el nivel de tensión 4 el cargo será igual al calculado para cargos por uso en el STR; en un SDL que sea parte de un ADD será el cargo único por nivel de tensión del ADD y para aquellos sistemas que no son parte de ADD el cargo por uso será el del OR respectivo.

RESOLUCIÓN CREG 015-2018



M: Variable asociada con el periodo mensual en el que se presenta el transporte de energía reactiva sobre el límite establecido, variando entre 1 y 12.

Cuando el transporte de energía reactiva en exceso sobre el límite se presente durante cualquier período horario en diez (10) días o menos en un mismo mes calendario, la variable *M* será igual a 1.

Cuando el transporte de energía reactiva en exceso sobre el límite se presente durante cualquier período horario en más de diez (10) días en un mismo mes calendario, la variable *M* será igual a 1 durante los primeros 12 meses en los que se presente esta condición y, a partir del décimo tercer mes de transporte de energía reactiva con la misma condición, esta variable se incrementará mensualmente en una unidad hasta alcanzar el valor de 12. Si la condición desaparece durante más de seis meses consecutivos, la variable reiniciará a partir de 1.

Durante los primeros doce meses de vigencia de la presente resolución este factor será igual a 1.

RESOLUCIÓN CREG 015-2018



El pago del costo de transporte de energía reactiva se deberá efectuar cuando un OR o un usuario final se encuentren incurso en alguna de las siguientes condiciones:

- a. Cuando la energía reactiva (kVARh) inductiva consumida por un OR sea mayor al cincuenta por ciento (50%) de la energía activa (kWh) que le es entregada en cada periodo horario en los niveles de tensión 3, 2 o 1. En este caso, para calcular el exceso de transporte de energía reactiva se deberá sumar la energía reactiva horaria de los puntos de frontera de un mismo sistema, entendiéndose como punto de frontera los puntos de conexión con otros sistemas (STN, OR) en un mismo nivel de tensión. El balance se calculará con base en las sumas aritméticas, considerando la dirección de los flujos de energía activa y reactiva a través de dichos puntos de frontera. El pago se distribuirá entre los OR que transportan dicha energía reactiva a prorrata de la cantidad de kVAR transportados.
- b. Cuando un usuario final registre en su frontera comercial un consumo de energía reactiva inductiva superior al cincuenta por ciento (50 %) de la energía activa (kWh) que le es entregada en cada periodo horario. En caso que la energía activa sea igual a cero en algún periodo y exista transporte de energía reactiva inductiva, el costo del transporte de energía reactiva se efectuará sobre la totalidad de energía reactiva registrada en dicho período.
- c. Cuando se registre en una frontera comercial el transporte de energía reactiva capacitiva, independientemente del valor de energía activa, se cobrará el costo de transporte de energía reactiva sobre la totalidad de energía reactiva registrada.

El costo de transporte de energía reactiva en exceso será liquidado y facturado directamente por el OR que entrega la energía reactiva al OR que la consume o al comercializador que represente el usuario causante del transporte de energía reactiva, quien a su vez trasladará este cobro al usuario final.

RESOLUCIÓN CREG 199-2019



Artículo 1. El artículo 16 de la Resolución CREG 015 de 2018 quedará así:

“Artículo 16. Transporte de energía reactiva. Los OR o los usuarios finales pagarán por el transporte de energía reactiva cuando superen los límites establecidos en cada caso, de acuerdo con lo establecido en el capítulo 12.

El OR podrá conectar equipos de medida de energía reactiva para identificar a aquellos usuarios que por su consumo de energía reactiva estén obligados al pago de la misma conforme a lo establecido en esta disposición y a la instalación del medidor correspondiente.

Parágrafo 1. Durante el mes siguiente al de entrada en vigencia de la presente resolución, los comercializadores de energía deben enviar información relativa a la aplicación del capítulo 12 de la Resolución CREG 015 de 2018, incluyendo lo dispuesto en este artículo, a todos sus usuarios no residenciales y a aquellos que tengan medición de energía activa y reactiva.

A partir de la fecha, la misma información deberá ser entregada a los usuarios que realicen cambio de comercializador o que efectúen proceso de conexión a un sistema.

Parágrafo 2. A partir de los consumos de enero de 2020 la variable M, de que trata el Capítulo 12 de la Resolución CREG 015 de 2018, se reiniciará con un valor igual a 1, momento a partir del cual se contarán los doce meses antes de su incremento.”

RESOLUCIÓN CREG 199-2019



Artículo 7. La definición de la variable *M* incluida en el Capítulo 12 del anexo general de la Resolución CREG 015 de 2018 quedará así:

“*M*: Variable asociada con el periodo mensual en el que se presenta el transporte de energía reactiva sobre el límite establecido, variando entre 1 y 12.

Cuando el transporte de energía reactiva en exceso sobre el límite se presente durante cualquier período horario en diez (10) días o menos en un mismo mes calendario, la variable *M* será igual a 1.

Cuando el transporte de energía reactiva en exceso sobre el límite se presente durante cualquier período horario en más de diez (10) días en un mismo mes calendario, la variable *M* será igual a 1 durante los primeros 12 meses en los que se presente esta condición. A partir del décimo tercer mes de transporte de energía reactiva con la misma condición, esta variable se incrementará mensualmente en una unidad hasta alcanzar el valor de 6.

Si el transporte de energía reactiva en exceso sobre el límite desaparece durante más de tres meses consecutivos, la variable reiniciará a partir de 1.

Cuando el valor de $M=6$ se haya mantenido durante 12 meses, en caso de persistir el consumo de energía reactiva en exceso sobre el límite, a partir del mes siguiente la variable continuará incrementándose mensualmente en una unidad hasta alcanzar el valor de 12.”

CÓMO SE COBRABA ANTES DE LA CREG 015-2018

CLIENTES MERCADO NO REGULADO



Se tenían medidores electromecánicos en su mayoría: 1 medidor para energía activa (kWh), 1 medidor para energía reactiva (kVARh)

Comercializador tenía ruta para clientes del mercado No Regulado. La persona encargada hacía lectura de los medidores y tomaba los registros de kWh y kVARh.

La lectura salía al restar la lectura actual de la lectura del mes anterior:

Consumo total reactiva (kVARh/mes) = kVARh mes actual – kVARh mes ant

Si el consumo total de energía reactiva era mayor al 50% del valor del consumo total de energía activa, el exceso sobre este límite se lo cobraban al precio del kWh.

CÓMO SE COBRABA ANTES DE LA CREG 015-2018



EJEMPLO:

Consumo total energía activa = 100000 kWh/mes.

Consumo total energía reactiva = 70000 kVARh/mes.

El 50% del valor total de la energía activa = 50000 kWh/mes.

Sobrepaso o exceso de reactivos a penalizar = 70000 – 50000 = 20000 kVARh/mes

Precio kWh = \$ 400

Total a pagar penalización por reactivos = \$400 X 20000 = \$8.000.000

Esta forma aplicó hasta cuando salió la resolución CREG 082-2002, a partir de esta resolución el valor del kVARh se asumió igual al costo de transporte de la energía activa.

CÓMO SE COBRABA ANTES DE LA CREG 015-2018



A finales del siglo pasado y comienzos de la década del 2000, se empezaron a masificar los medidores electrónicos. Algunos de estos equipos contaban con un memoria para almacenar la información, la cual era descargada en sitio. Poco a poco se fueron introduciendo equipos de medición con modem para conexión telefónica, de esta forma la lectura de los equipos se hacía remotamente por parte de los comercializadores de energía y los operadores de red.



Descarga de datos en sitio

Descarga de datos remota (modem tel)

De esta forma, se empezaron a manejar las llamadas matrices de consumo de energía activa y reactiva. La información descargada se pasaba a archivo plano en Excel y de esta forma se podía hacer análisis y revisión más detallado.

CÓMO SE COBRABA ANTES DE LA CREG 015-2018



EJEMPLO MATRIZ DE ENERGÍA ACTIVA

Fecha Consumo	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	Total Día
1/03/2021	30.19	19.84	18.46	19.15	18.46	17.94	15.70	15.53	26.22	22.60	25.01	23.12	23.98	24.84	23.63	25.19	23.98	35.02	44.51	53.48	154.73	161.46	246.16	191.82	1261.00
2/03/2021	25.70	20.36	20.18	20.01	20.18	19.15	18.46	43.82	54.34	57.44	59.51	45.89	36.57	80.56	97.81	93.15	78.14	118.85	208.04	161.81	197.51	250.30	208.73	189.58	2126.09
3/03/2021	228.91	170.09	22.08	20.18	20.18	18.98	18.46	46.06	53.65	54.34	52.10	43.47	41.06	57.27	61.07	70.90	65.55	47.27	141.28	191.82	221.32	176.64	189.92	131.27	2143.86
4/03/2021	226.49	134.55	22.43	20.87	21.22	20.87	22.60	70.55	82.97	112.13	165.27	158.36	204.76	172.33	196.31	199.07	131.79	54.34	52.27	94.70	151.11	192.17	199.93	225.63	2952.71
5/03/2021	31.40	21.74	20.36	20.36	18.63	19.67	21.91	42.09	49.34	62.27	89.01	100.05	105.92	99.88	95.39	90.05	57.96	47.61	50.37	99.19	185.61	129.89	300.50	257.89	2017.07
6/03/2021	71.93	20.87	19.67	19.67	19.67	19.84	16.73	39.16	50.20	55.37	72.45	93.32	92.12	54.34	30.36	29.15	36.57	44.85	81.59	94.88	94.36	124.55	214.76	278.76	1675.18
7/03/2021	346.21	206.14	27.43	19.67	19.84	19.32	16.04	15.70	22.25	24.67	27.43	27.08	26.74	28.12	28.12	27.43	23.98	40.37	43.99	62.27	137.48	186.30	259.79	159.56	1795.92
8/03/2021	24.84	19.84	19.84	20.01	19.84	17.77	18.29	48.47	61.93	65.03	65.38	67.79	83.84	103.33	108.33	99.88	62.10	52.10	85.56	180.95	180.78	220.11	229.60	209.42	2065.02
9/03/2021	28.12	19.15	19.15	18.98	18.80	18.63	15.87	60.03	56.93	62.62	60.72	61.93	96.26	102.64	154.91	170.26	159.91	60.55	96.77	199.93	103.16	283.76	112.47	2041.55	
10/03/2021	25.01	20.70	20.70	20.87	20.87	20.53	18.11	71.24	80.90	59.34	90.91	52.10	79.01	95.57	102.98	164.39	238.57	159.22	181.30	241.33	177.85	201.31	205.28	147.49	2495.58
11/03/2021	124.72	227.18	140.76	20.18	20.18	19.84	22.60	52.61	83.15	123.34	181.99	142.83	135.41	198.03	179.75	120.41	60.38	51.23	94.19	196.82	121.10	98.33	163.01	272.72	2850.76
12/03/2021	37.09	21.05	19.15	18.80	18.80	19.67	20.53	46.06	57.62	80.21	50.37	45.02	71.76	90.22	110.75	144.56	224.25	204.93	100.57	109.54	123.68	210.62	227.87	176.81	2229.93
13/03/2021	387.26	193.55	85.91	20.18	20.18	20.53	17.25	32.78	45.54	53.65	52.10	41.23	33.47	31.05	23.81	25.19	25.88	40.54	151.28	230.63	240.64	202.86	290.32	316.71	2582.52
14/03/2021	30.02	25.19	24.84	24.50	24.32	23.98	20.70	20.18	26.39	26.39	31.05	31.05	27.95	31.05	31.22	31.05	35.36	39.68	42.44	55.55	124.89	104.02	260.48	174.23	1266.52
15/03/2021	250.13	69.86	19.84	20.01	19.49	19.49	19.15	40.71	48.13	51.92	51.75	48.30	48.30	59.69	57.79	55.37	55.37	41.57	101.60	179.23	156.98	95.91	169.57	252.20	1932.37
16/03/2021	58.31	20.36	20.01	19.84	20.01	18.11	16.04	44.51	45.71	71.42	80.56	47.44	60.55	77.28	76.25	45.71	46.92	46.58	47.61	113.33	189.23	200.62	183.54	196.31	1746.24
17/03/2021	318.95	55.20	20.18	20.01	20.01	18.98	17.08	43.30	46.40	53.82	55.55	47.96	59.17	82.11	98.84	135.41	149.04	174.92	172.16	136.45	225.46	198.20	170.60	254.78	2574.59
18/03/2021	27.43	20.01	20.18	19.49	18.80	18.46	23.63	82.46	92.81	130.07	189.75	147.32	100.22	180.09	163.53	189.92	174.05	155.60	104.88	102.47	163.53	195.27	156.63	186.65	2663.25
19/03/2021	181.64	218.04	23.12	20.36	20.18	21.22	21.91	47.44	55.55	61.58	63.65	58.13	58.65	63.83	62.79	57.96	43.64	48.13	60.72	106.43	169.91	201.65	149.39	267.03	2082.96
20/03/2021	284.63	30.88	21.05	20.87	20.53	21.05	17.08	16.56	26.57	28.98	31.74	32.43	27.95	28.98	30.71	27.95	30.53	44.85	59.51	151.46	235.29	107.12	184.92	185.96	1667.58
21/03/2021	387.09	176.99	22.94	20.87	20.87	20.53	17.08	16.56	27.26	30.53	31.22	29.67	28.98	28.81	27.95	28.46	30.36	40.71	44.85	66.76	97.12	178.54	206.83	199.58	1780.57
22/03/2021	235.96	22.77	20.87	20.36	20.01	19.49	17.42	46.65	55.03	60.20	60.36	55.20	75.04	62.60	66.49	62.63	79.16	49.16	46.47	120.41	205.79	202.17	157.32	303.43	2131.26
23/03/2021	45.54	22.43	21.05	21.05	20.87	20.70	19.15	56.93	82.63	90.39	92.29	89.36	83.15	84.70	92.29	97.81	229.94	241.16	238.74	178.54	201.65	197.69	190.44	261.51	2679.98
24/03/2021	36.23	23.98	21.22	20.70	20.70	21.22	20.70	66.76	118.16	121.44	184.23	248.06	198.55	237.88	114.20	119.20	189.75	131.79	213.90	132.65	208.73	176.30	141.11	270.65	3038.09
25/03/2021	135.59	23.12	21.22	20.87	20.70	20.53	18.98	60.72	69.69	169.22	176.47	135.24	135.76	182.68	152.84	167.33	131.10	210.28	229.43	212.18	179.57	169.91	188.20	203.21	3034.81
26/03/2021	310.85	170.60	25.53	19.32	18.80	19.49	23.98	50.72	61.07	59.17	85.04	99.88	91.77	106.09	155.94	156.29	149.04	213.04	175.78	134.72	211.14	153.70	126.62	175.09	2793.66
27/03/2021	314.64	258.92	53.30	21.22	20.36	21.39	25.19	69.86	82.80	156.63	194.58	92.29	90.91	89.53	120.06	183.89	60.20	50.89	56.41	125.75	182.33	323.27	303.43	49.34	2947.18
28/03/2021	28.46	21.22	20.70	21.05	20.70	20.53	16.56	16.56	25.19	23.63	27.26	26.74	24.32	23.81	26.74	27.60	41.40	40.54	41.75	97.46	268.07	242.19	161.81	335.51	1599.79
29/03/2021	92.81	37.09	33.98	21.39	20.36	20.18	22.08	44.51	51.75	58.48	82.63	52.61	50.37	79.01	88.32	66.07	62.62	102.64	200.79	145.59	272.03	221.49	162.32	184.58	2173.70
30/03/2021	157.32	254.96	51.92	20.53	20.18	19.67	20.53	40.02	51.23	57.10	54.34	55.72	52.61	92.29	159.56	195.44	193.20	136.62	214.42	164.57	246.50	189.06	147.14	260.65	2855.58
31/03/2021	129.89	21.39	21.05	20.36	19.32	19.49	22.60	64.00	88.49	151.11	165.77	223.91	107.47	117.82	127.65	221.32	166.81	199.41	210.11	144.21	177.85	208.90	133.17	268.58	3030.68
TOTAL	4613	2588	919	632	623	617	602	1415	1783	2229	2672	2422	2318	2780	2836	3134	3068	3024	3559	4182	5702	5624	6213	6699	70236.00

CÓMO SE COBRABA ANTES DE LA CREG 015-2018



EJEMPLO MATRIZ DE ENERGÍA REACTIVA

Fecha Consumo	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	Total Día
1/03/2021	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,02	0,61	1,82	0,00	1,21	1,82	0,61	0,61	2,42	6,04	12,68	21,13	135,85	122,56	165,43	102,04	578,43
2/03/2021	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36,23	54,34	65,81	68,23	25,36	6,65	90,57	126,19	111,70	71,85	115,32	167,24	117,13	149,73	175,09	144,30	161,81	1688,14
3/03/2021	126,19	88,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48,30	53,13	42,27	45,89	19,32	18,12	38,64	44,68	57,96	36,23	21,74	108,07	132,83	128,60	124,98	122,56	91,77	1349,43
4/03/2021	124,98	59,77	0,00	0,00	0,00	0,00	2,42	51,93	54,34	103,85	137,05	121,36	135,24	132,83	167,24	138,87	100,23	33,81	29,59	82,11	117,73	152,15	134,64	143,09	2023,22
5/03/2021	2,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,44	29,59	19,93	65,81	106,87	114,72	99,62	119,55	109,89	43,47	25,36	21,74	87,55	115,32	60,38	335,09	242,71	1637,43
6/03/2021	50,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,40	48,30	61,58	59,77	62,19	106,27	22,34	5,44	4,23	9,66	19,32	64,60	88,76	66,42	87,55	92,98	298,26	1179,19
7/03/2021	372,52	134,04	4,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,81	1,81	3,02	4,23	3,63	4,83	4,23	3,63	1,21	16,30	16,30	42,67	133,43	150,34	169,66	76,68	1144,76
8/03/2021	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	44,68	69,44	78,49	57,36	57,96	77,29	88,76	102,04	90,57	47,10	38,04	92,38	153,36	153,96	170,26	157,58	124,37	1604,23
9/03/2021	1,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,12	44,08	9,06	58,57	36,83	48,91	59,17	77,89	146,11	141,28	109,28	42,26	114,11	158,79	89,36	165,43	68,23	1420,69
10/03/2021	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	62,80	51,93	21,13	76,88	33,21	89,36	89,96	94,79	140,07	180,52	123,17	146,71	161,81	134,04	161,20	161,20	66,42	1795,61
11/03/2021	68,83	100,22	64,61	0,00	0,00	0,00	2,42	59,77	85,13	107,47	131,02	127,39	118,94	150,34	127,39	96,00	34,42	28,98	77,28	142,49	78,49	70,04	114,11	178,11	1963,44
12/03/2021	12,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,42	51,93	52,53	56,15	27,78	19,93	59,17	47,70	80,30	129,81	132,83	144,90	67,63	96,00	111,70	120,15	137,06	129,21	1479,25
13/03/2021	414,18	135,85	41,06	0,00	0,00	0,00	0,00	23,55	42,87	65,81	48,30	16,31	7,25	7,85	1,81	1,82	1,81	14,49	131,62	174,49	205,88	162,41	304,90	325,43	2127,69
14/03/2021	1,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,83	3,02	6,04	4,84	4,83	11,48	9,66	7,25	9,66	13,29	15,10	30,79	134,04	90,57	169,05	86,94	603,20
15/03/2021	142,49	28,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34,42	45,89	57,36	59,17	35,62	41,66	70,04	51,32	41,66	41,06	16,91	95,40	141,89	120,15	54,94	111,70	145,51	1335,55
16/03/2021	30,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,06	46,49	65,21	56,76	16,30	59,77	45,29	46,49	19,93	24,15	24,15	16,91	98,42	145,51	147,92	149,73	150,94	1165,22
17/03/2021	178,71	18,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38,04	44,08	59,78	61,59	28,38	53,74	48,30	83,93	116,53	112,90	128,00	120,15	103,25	143,09	147,92	120,76	130,42	1738,28
18/03/2021	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,45	116,53	67,62	101,43	134,04	105,05	99,02	127,39	129,81	146,11	118,34	104,45	68,83	60,38	140,07	150,34	147,32	152,75	1978,56
19/03/2021	94,79	132,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,66	56,75	74,27	76,68	53,13	59,77	68,83	53,74	47,70	19,32	22,34	38,64	99,02	125,58	148,53	90,57	278,94	1583,09
20/03/2021	292,82	4,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,44	4,23	6,04	9,66	4,83	8,46	7,85	6,04	6,64	18,72	39,85	141,28	156,37	73,06	153,36	198,64	1137,52
21/03/2021	425,05	167,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,83	7,25	3,02	6,04	4,83	4,83	6,65	6,04	7,25	17,51	20,53	55,55	117,74	166,04	108,08	106,87	1235,94
22/03/2021	138,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,10	53,74	71,85	68,83	44,68	83,93	39,25	67,02	33,81	34,42	21,74	12,08	103,85	153,36	165,43	146,72	169,05	1423,10
23/03/2021	19,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,21	69,44	102,04	73,66	79,09	60,38	41,06	46,49	61,59	87,55	194,41	177,51	164,83	133,43	143,70	158,79	137,66	159,39	1912,15
24/03/2021	9,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	97,81	122,56	109,89	147,32	164,83	137,05	144,30	98,41	108,07	165,43	106,87	151,55	122,56	144,90	135,25	108,68	143,09	2217,64
25/03/2021	74,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	79,09	76,08	131,02	137,66	93,58	100,83	133,43	143,09	155,17	113,51	150,94	147,92	127,39	137,06	141,28	211,92	138,26	2292,51
26/03/2021	164,83	83,93	0,00	0,00	0,00	0,00	4,83	56,76	79,10	59,17	88,75	80,30	104,45	93,59	128,00	139,47	123,77	152,75	118,94	108,68	160,60	138,26	106,26	92,98	2085,42
27/03/2021	332,67	251,16	18,72	0,00	0,00	0,00	8,45	101,43	85,74	148,53	140,07	105,06	74,26	57,36	113,51	125,58	30,79	31,40	28,99	99,62	127,40	385,20	432,89	35,02	2733,84
28/03/2021	4,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,02	0,00	2,42	3,02	2,42	1,82	3,02	7,25	16,91	14,49	16,31	94,19	183,54	200,45	71,25	269,88	894,20
29/03/2021	62,19	17,51	12,08	0,00	0,00	0,00	0,00	35,62	51,93	67,62	60,38	27,78	35,02	45,89	44,68	44,68	47,70	110,49	109,28	87,55	215,54	121,96	85,74	150,34	1433,96
30/03/2021	125,58	156,38	19,93	0,00	0,00	0,00	0,00	31,40	55,55	75,47	42,27	38,04	33,81	81,51	149,13	171,47	165,43	126,19	189,58	150,94	203,47	164,22	124,38	171,47	2276,20
31/03/2021	71,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	50,72	64,60	155,17	74,87	144,91	91,17	55,55	75,47	147,92	107,47	112,90	135,85	51,32	101,44	130,42	40,46	169,66	1781,74
TOTAL	3344	1379	161	0	0	0	30	1307	1561	1899	2026	1653	1819	1918	2226	2443	2142	2047	2469	3225	4343	4367	4721	4758	49839,62

CÓMO SE COBRABA ANTES DE LA CREG 015-2018



SOBREPASO DE ENERGÍA REACTIVA (MAYOR AL 50% DEL VALOR DE LA ENERGÍA ACTIVA)

Fecha Consumo	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	Total Día
1-mar-21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	58,48	41,83	42,35	6,13	149
2-mar-21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,32	27,17	37,09	38,47	2,41	0,00	50,29	77,28	65,12	32,78	55,89	63,22	36,23	50,98	49,94	39,94	67,02	708
3-mar-21	11,73	3,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,27	26,31	15,10	19,84	0,00	0,00	10,01	14,15	22,51	3,45	0,00	37,43	36,92	17,94	36,66	27,60	26,13	334
4-mar-21	11,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,65	12,85	47,79	44,42	42,18	32,86	46,66	69,09	39,33	34,33	6,64	3,45	34,76	42,18	56,07	34,67	30,28	606
5-mar-21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,39	4,92	0,00	21,31	56,84	61,76	49,69	71,85	64,87	14,49	1,56	0,00	37,95	22,51	0,00	184,84	113,77	723
6-mar-21	14,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,82	23,20	33,90	23,55	15,53	60,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,81	41,32	19,24	25,28	0,00	158,88	451
7-mar-21	199,42	30,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,73	64,69	57,19	39,76	0,00	404
8-mar-21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,44	38,47	45,97	24,67	24,07	35,37	37,09	47,87	40,63	16,05	11,99	49,60	62,88	63,57	60,21	42,79	19,66	641
9-mar-21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,10	14,06	0,00	27,26	6,47	17,95	11,04	26,57	68,66	56,15	29,33	11,99	65,73	58,82	37,78	23,55	11,99	487
10-mar-21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,18	11,47	0,00	31,23	7,16	49,86	42,18	43,30	57,88	61,24	43,56	56,06	41,15	45,11	60,55	58,56	0,00	636
11-mar-21	6,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,47	43,56	45,80	40,02	55,98	51,23	51,32	37,52	35,80	4,23	3,37	30,19	44,07	17,94	20,87	32,61	41,75	596
12-mar-21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,90	23,72	16,05	2,59	0,00	23,29	2,59	24,93	57,53	20,70	42,44	17,34	41,23	49,85	14,84	23,12	40,80	430
13-mar-21	220,55	39,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,16	20,10	38,99	22,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	55,98	59,17	85,56	60,98	159,74	167,07	937
14-mar-21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,02	71,59	38,56	38,82	0,00	152
15-mar-21	17,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,06	21,82	31,40	33,30	11,47	17,51	40,20	22,43	13,97	13,37	0,00	44,59	52,27	41,66	6,99	26,91	19,41	429
16-mar-21	1,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,81	23,63	29,50	16,48	0,00	29,50	6,65	8,37	0,00	0,69	0,87	0,00	41,75	50,89	47,61	57,96	52,79	387
17-mar-21	19,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,39	20,88	32,87	33,81	4,40	24,15	7,25	34,51	48,82	38,38	40,54	34,07	35,02	30,36	48,82	35,46	3,03	508
18-mar-21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,30	21,22	36,40	39,16	31,39	48,91	37,35	48,05	51,15	31,31	26,66	16,39	9,15	58,30	52,70	69,00	59,43	712
19-mar-21	3,97	23,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,95	28,98	43,48	44,85	24,07	30,45	36,92	22,34	18,72	0,00	0,00	8,28	45,80	40,63	47,70	15,87	145,42	599
20-mar-21	150,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,09	65,55	38,73	19,50	60,90	105,66	451
21-mar-21	231,50	79,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,17	69,18	76,77	4,66	7,07	491
22-mar-21	20,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,22	41,75	38,64	17,08	46,41	0,00	22,77	0,00	0,00	0,00	0,00	43,65	50,46	64,35	68,06	17,34	457
23-mar-21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,97	60,72	28,47	32,95	15,70	0,00	4,15	15,44	38,65	79,44	56,93	45,46	44,17	42,87	59,95	42,44	28,64	637
24-mar-21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	64,43	63,48	49,17	55,20	40,80	37,78	25,36	41,32	48,47	70,56	40,97	44,60	56,24	40,54	47,10	38,13	7,77	772
25-mar-21	6,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	48,73	41,23	46,40	49,42	25,96	32,95	42,10	66,68	71,51	47,95	45,81	33,21	21,31	47,27	56,32	117,82	36,66	838
26-mar-21	9,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,40	48,56	29,59	46,23	30,36	58,57	40,54	50,03	61,33	49,25	46,23	31,05	41,32	55,03	61,41	42,96	5,44	739
27-mar-21	175,35	121,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,50	44,34	70,21	42,78	58,91	28,81	12,60	53,48	33,64	0,69	5,95	0,78	36,75	36,23	223,56	281,18	10,35	1304
28-mar-21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,46	49,51	79,35	0,00	102,12	276
29-mar-21	15,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,37	26,05	38,38	19,06	1,47	9,84	6,39	0,52	11,65	16,39	59,17	8,88	14,75	79,52	11,21	4,57	58,05	395
30-mar-21	46,92	28,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,39	29,93	46,93	15,10	10,18	7,51	35,37	69,35	73,75	68,83	57,88	82,37	68,66	80,21	69,69	50,80	41,14	895
31-mar-21	6,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,72	20,36	79,61	0,00	32,95	37,44	0,00	11,65	37,26	24,07	13,20	30,80	0,00	12,51	25,97	0,00	35,37	387
TOTAL	908	176	0	0	0	0	0	405	449	525	535	315	529	433	586	624	407	320	508	876	1092	985	1130	1122	17530

CÓMO SE COBRABA ANTES DE LA CREG 015-2018



MATRIZ DE FACTOR DE POTENCIA

$$f.d.p. = \cos\left(\tan^{-1} \frac{kVArh}{kWh}\right)$$

Fecha Consumo	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	Promedio Dia
1-mar-21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,96	0,93	0,75	0,80	0,83	0,88	0,96
2-mar-21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,77	0,71	0,66	0,66	0,88	0,98	0,66	0,61	0,64	0,74	0,72	0,78	0,81	0,80	0,82	0,82	0,76	0,83
3-mar-21	0,88	0,89	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,69	0,71	0,79	0,75	0,91	0,91	0,83	0,81	0,77	0,88	0,91	0,79	0,82	0,86	0,82	0,84	0,82	0,86
4-mar-21	0,88	0,91	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,81	0,84	0,73	0,80	0,79	0,83	0,79	0,76	0,82	0,80	0,85	0,87	0,76	0,79	0,78	0,83	0,84	0,85
5-mar-21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,86	0,95	0,80	0,68	0,68	0,71	0,62	0,63	0,80	0,88	0,92	0,75	0,85	0,91	0,67	0,73	0,84
6-mar-21	0,82	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,78	0,72	0,67	0,77	0,83	0,66	0,92	0,98	0,99	0,97	0,92	0,98	0,73	0,82	0,82	0,92	0,68	0,87
7-mar-21	0,68	0,84	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	1,00	0,93	0,94	0,82	0,72	0,78	0,84	0,90	0,93
8-mar-21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,74	0,67	0,64	0,75	0,76	0,74	0,76	0,73	0,74	0,80	0,81	0,68	0,76	0,76	0,79	0,82	0,86	0,82
9-mar-21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,77	0,81	0,99	0,73	0,86	0,78	0,85	0,80	0,73	0,77	0,83	0,82	0,65	0,78	0,78	0,86	0,85	0,86
10-mar-21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,84	0,94	0,76	0,84	0,66	0,73	0,74	0,76	0,80	0,79	0,78	0,83	0,80	0,78	0,79	0,91	0,85
11-mar-21	0,88	0,91	0,91	1,00	1,00	1,00	0,99	0,66	0,70	0,75	0,81	0,75	0,75	0,80	0,82	0,78	0,87	0,87	0,77	0,81	0,84	0,81	0,82	0,84	0,84
12-mar-21	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,66	0,74	0,82	0,88	0,91	0,77	0,88	0,81	0,74	0,86	0,82	0,83	0,75	0,74	0,87	0,86	0,81	0,86
13-mar-21	0,68	0,82	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	0,81	0,73	0,83	0,73	0,93	0,98	0,97	1,00	1,00	0,94	0,75	0,80	0,76	0,78	0,69	0,70	0,86	0,86
14-mar-21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	0,99	0,98	0,99	0,99	0,99	0,94	0,96	0,97	0,96	0,95	0,94	0,87	0,68	0,75	0,84	0,89	0,95
15-mar-21	0,87	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,76	0,72	0,67	0,66	0,80	0,76	0,65	0,75	0,80	0,80	0,93	0,73	0,78	0,79	0,87	0,84	0,87	0,83
16-mar-21	0,89	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,74	0,70	0,74	0,82	0,95	0,71	0,86	0,85	0,92	0,89	0,89	0,94	0,76	0,79	0,80	0,77	0,79	0,87
17-mar-21	0,87	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,73	0,67	0,67	0,86	0,74	0,86	0,76	0,76	0,80	0,81	0,82	0,80	0,84	0,80	0,82	0,89	0,84
18-mar-21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,94	0,58	0,81	0,79	0,82	0,81	0,71	0,82	0,78	0,79	0,83	0,83	0,84	0,86	0,76	0,79	0,73	0,77	0,84
19-mar-21	0,89	0,85	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,70	0,84	0,64	0,74	0,70	0,88	0,76	0,77	0,91	0,91	0,84	0,73	0,80	0,81	0,86	0,89	0,82
20-mar-21	0,70	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	0,99	0,98	0,96	0,99	0,96	0,97	0,98	0,98	0,92	0,83	0,73	0,83	0,83	0,77	0,68	0,92
21-mar-21	0,67	0,73	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	0,97	1,00	0,98	0,99	0,99	0,97	0,98	0,97	0,92	0,91	0,77	0,64	0,73	0,89	0,88	0,92
22-mar-21	0,86	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,96	0,72	0,64	0,66	0,78	0,67	0,90	0,80	0,93	0,92	0,91	0,97	0,76	0,80	0,77	0,73	0,87	0,86
23-mar-21	0,92	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,83	0,83	0,78	0,76	0,83	0,90	0,88	0,83	0,75	0,76	0,81	0,82	0,80	0,81	0,78	0,81	0,85	0,85
24-mar-21	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,56	0,69	0,74	0,78	0,83	0,82	0,85	0,76	0,74	0,75	0,78	0,82	0,73	0,82	0,79	0,79	0,88	0,84
25-mar-21	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,61	0,68	0,79	0,79	0,82	0,80	0,81	0,73	0,73	0,76	0,81	0,84	0,86	0,79	0,77	0,66	0,83	0,83
26-mar-21	0,88	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	0,67	0,61	0,71	0,69	0,78	0,66	0,75	0,77	0,75	0,77	0,81	0,83	0,78	0,80	0,74	0,77	0,88	0,81
27-mar-21	0,69	0,72	0,94	1,00	1,00	1,00	0,95	0,57	0,69	0,73	0,81	0,66	0,77	0,84	0,73	0,83	0,89	0,85	0,89	0,78	0,82	0,64	0,57	0,82	0,80
28-mar-21	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	0,99	0,97	0,93	0,94	0,93	0,72	0,83	0,77	0,92	0,78	0,95
29-mar-21	0,83	0,90	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00	0,78	0,71	0,65	0,81	0,88	0,82	0,86	0,89	0,83	0,80	0,68	0,88	0,86	0,78	0,88	0,88	0,78	0,85
30-mar-21	0,76	0,85	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	0,79	0,68	0,60	0,79	0,83	0,84	0,75	0,73	0,75	0,76	0,73	0,75	0,74	0,77	0,75	0,76	0,84	0,81
31-mar-21	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,78	0,81	0,70	0,91	0,84	0,76	0,90	0,86	0,83	0,84	0,87	0,84	0,94	0,87	0,85	0,96	0,85	
TOTAL HORA	0,89	0,96	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	0,79	0,79	0,81	0,81	0,87	0,82	0,83	0,83	0,83	0,87	0,88	0,83	0,79	0,78	0,81	0,81	0,82	0,86

CÓMO SE COBRABA ANTES DE LA CREG 015-2018



El cobro se hacía considerando el costo de transporte de la energía activa (costo de distribución), el cual es una de las variables que componen el costo total del kWh:

Componentes del Costo	
Generacion	253.71
Transmision	33.56
Comercializacion	42.81
Distribución	103.45
Perdidas	13.79
Restricciones	15.21
Cuv Aplicado(Creg 168-08)	462.52
Cuv Calculado(Creg 119-07)	462.52

Valor \$ kWh

En el ejemplo:

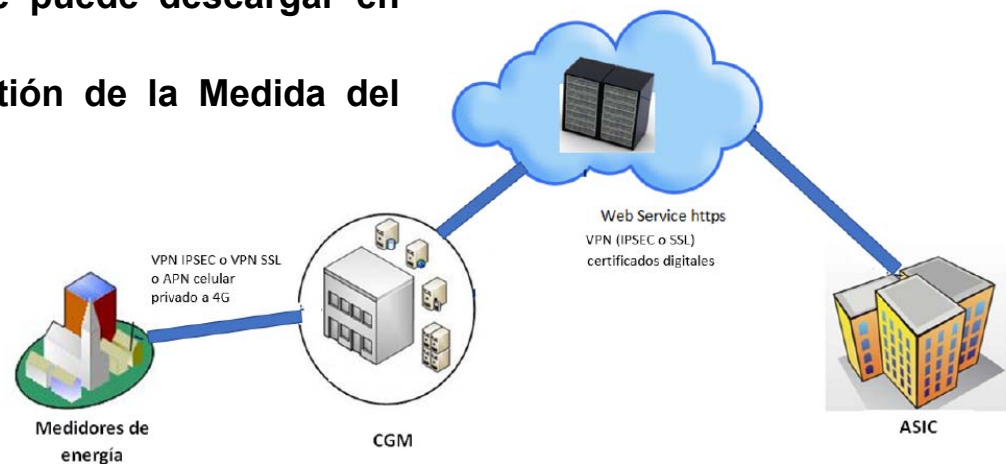
Total a pagar penalización por reactivos = \$103,45 X 17530 = \$1.813.454

CÓMO SE COBRA AHORA (CREG 015-2018, CREG 199-2019)



RES. CREG 034-2014 (Código de Medida). Se cuenta con un sistema de gestión de la medida (clientes Mercado No Regulado).

- Medidor principal y medidor de respaldo.
- Miden energía activa (clase 0.2s y 0.5s) y reactiva (clase 2).
- Medidores son bidireccionales, deben estar calibrados para medir en los 4 cuadrantes.
- Telemedida, cuentan con módem para señal 3G o 4G, para envío de datos vía internet. También se puede descargar en sitio.
- Información se envía al Centro de Gestión de la Medida del comercializador u operador de red.



CÓMO SE COBRA AHORA (CREG 015-2018, CREG 199-2019)



Mes	Reactiva en exceso (kVARh/mes)	\$ kVARh	Factor M	TOTAL \$ kVARh	Observación	
1	17530	\$ 103,45	1	\$ 1.813.454,81	Periodo de "gracia" inicial en el cual el cliente tiene la oportunidad de eliminar su exceso de reactiva sin que sus costos por reactiva se incrementen	ene-20
2	17530	\$ 103,45	1	\$ 1.813.454,81		feb-20
3	17530	\$ 103,45	1	\$ 1.813.454,81		mar-20
4	17530	\$ 103,45	1	\$ 1.813.454,81		abr-20
5	17530	\$ 103,45	1	\$ 1.813.454,81		may-20
6	17530	\$ 103,45	1	\$ 1.813.454,81		jun-20
7	17530	\$ 103,45	1	\$ 1.813.454,81		jul-20
8	17530	\$ 103,45	1	\$ 1.813.454,81		ago-20
9	17530	\$ 103,45	1	\$ 1.813.454,81		sep-20
10	17530	\$ 103,45	1	\$ 1.813.454,81		oct-20
11	17530	\$ 103,45	1	\$ 1.813.454,81		nov-20
12	17530	\$ 103,45	1	\$ 1.813.454,81		dic-20
13	17530	\$ 103,45	2	\$ 3.626.909,62	Se da el incremento en el costo de energía reactiva para incentivar las acciones correctivas de los clientes, M alcanza un valor de hasta 6	ene-21
14	17530	\$ 103,45	3	\$ 5.440.364,43		feb-21
15	17530	\$ 103,45	4	\$ 7.253.819,24		mar-21
16	17530	\$ 103,45	5	\$ 9.067.274,05		abr-21
17	17530	\$ 103,45	6	\$ 10.880.728,86		may-21
18	17530	\$ 103,45	6	\$ 10.880.728,86	La variable M mantendrá un valor de 6 hasta por un año, antes de volver a incrementarse si el cliente continua con exceso de reactiva	jun-21
19	17530	\$ 103,45	6	\$ 10.880.728,86		jul-21
20	17530	\$ 103,45	6	\$ 10.880.728,86		ago-21
21	17530	\$ 103,45	6	\$ 10.880.728,86		sep-21
22	17530	\$ 103,45	6	\$ 10.880.728,86		oct-21
23	17530	\$ 103,45	6	\$ 10.880.728,86		nov-21
24	17530	\$ 103,45	6	\$ 10.880.728,86		dic-21
25	17530	\$ 103,45	6	\$ 10.880.728,86		ene-22
26	17530	\$ 103,45	6	\$ 10.880.728,86		feb-22
27	17530	\$ 103,45	6	\$ 10.880.728,86		mar-22
28	17530	\$ 103,45	6	\$ 10.880.728,86		abr-22
29	17530	\$ 103,45	7	\$ 12.694.183,67		El costo por reactiva en exceso vuelve a incrementarse hasta alcanzar su valor máximo con M=12, si persiste el problema, el mes y los meses siguientes seguirán con ese valor hasta que el cliente corrija
30	17530	\$ 103,45	8	\$ 14.507.638,48	jun-22	
31	17530	\$ 103,45	9	\$ 16.321.093,29	jul-22	
32	17530	\$ 103,45	10	\$ 18.134.548,10	ago-22	
33	17530	\$ 103,45	11	\$ 19.948.002,91	sep-22	
34	17530	\$ 103,45	12	\$ 21.761.457,72	oct-22	

Costo Transporte Reactiva CTER =
(\$D * M * Exceso E. React).

¿CÓMO PODEMOS AYUDAR AL CLIENTE?



- Mediante la medición de las potencias y del factor de potencia a través de un equipo analizador de redes.
- Con los perfiles obtenidos, se puede dimensionar y especificar la solución al problema de los excesos de reactivos (Banco de condensadores).
- Si el cliente tiene instalado un banco, con las mediciones realizadas se puede validar si el banco está operando adecuadamente (previa a la medición se hace una verificación y revisión general del banco y sus componentes). Esto permite ajustar o corregir según sea el caso, de tal manera que el banco logre compensar el exceso de reactivos.



BANCO DE CONDENSADORES



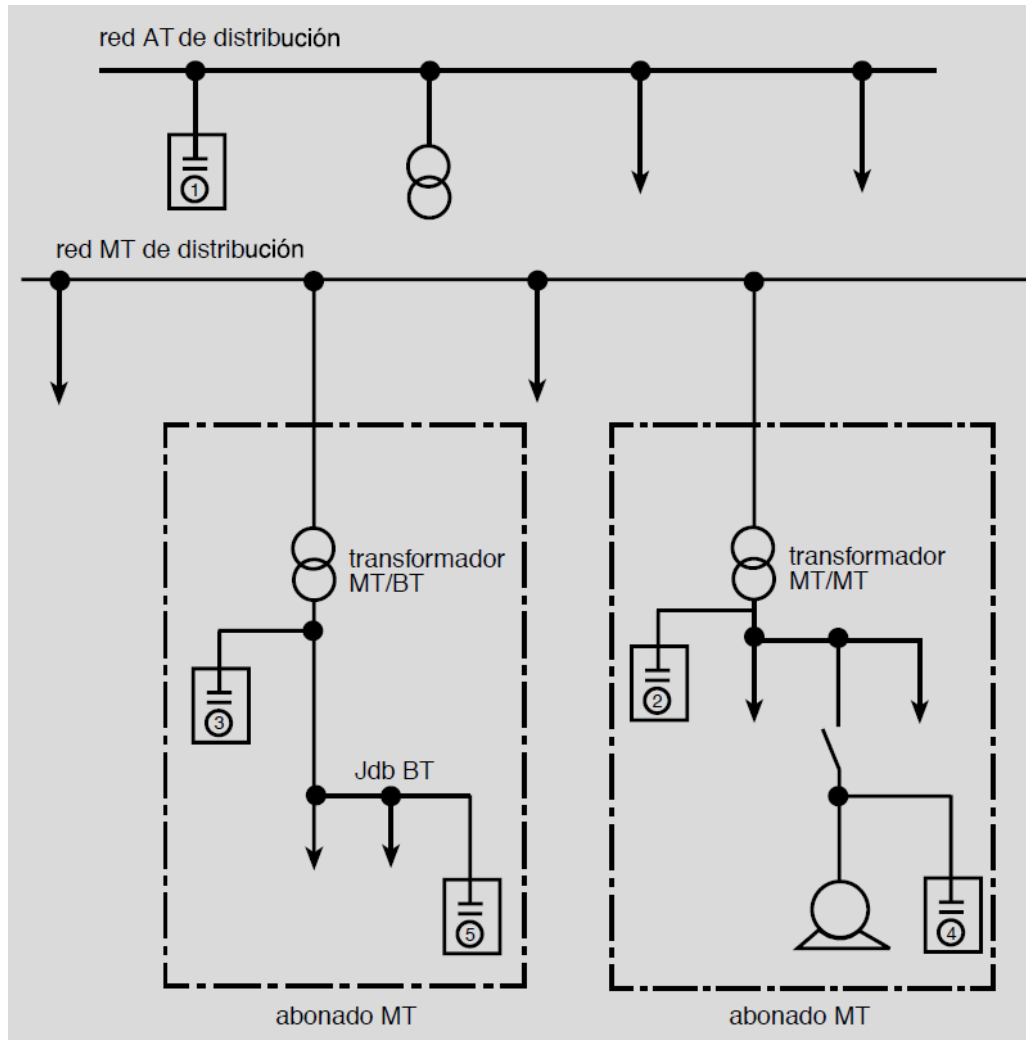
Un condensador es un componente que almacena energía eléctrica, un banco de condensadores es una agrupación de condensadores conectados entre si. Estos, se utilizan en la industria o el comercio para que realicen una acción frente a la energía reactiva proveniente de los motores, maquinaria industrial, ascensores, entre otros, que se encuentran en las plantas de producción.

Dicha Energía Reactiva es absorbida por los condensadores, los cuales estabilizan la carga y evitan que sea transmitida a la red del operador. Esta acción recibe el nombre de **compensación de energía.**

Existen varias ventajas de instalar un banco de condensadores:

- **Elimina la penalización por energía reactiva, reduciendo el valor total de la factura mensual de energía.**
 - Reduce las caídas de tensión.
 - Disminuye las pérdidas de la red eléctrica por calentamientos en sus componentes.
 - Mantenimiento sencillo y de bajo costo.
 - Aumenta la vida útil de sus equipos y maquinarias.
-

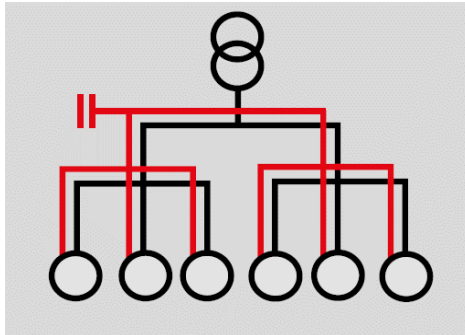
¿DÓNDE COMPENSAR ENERGÍA?



La compensación de la energía reactiva puede ser:

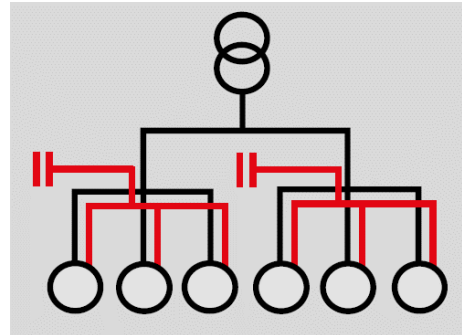
- Banco de condensadores de AT en red de distribución AT.
- Banco de condensadores de MT (fijo o automático), para usuario en MT.
- Banco de condensadores de (fijo o automático), para usuario en BT.

¿DÓNDE COMPENSAR ENERGÍA?



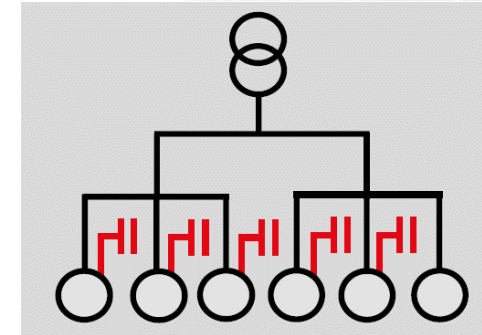
Compensación global:

- Suprime las penalizaciones por un consumo excesivo de energía reactiva.
- Ajusta la potencia aparente (S en kVA) a la necesidad real de la instalación.
- Descarga el centro de transformación (potencia disponible en kW).
- La corriente reactiva (I_r) está presente en la instalación desde el nivel 1 hasta los receptores.
- Las pérdidas por efecto Joule en los cables no quedan disminuidas.



Compensación grupal:

- Suprime las penalizaciones por un consumo excesivo de energía reactiva.
- Optimiza una parte de la instalación, la corriente reactiva no se transporta entre los niveles 1 y 2.
- Descarga el centro de transformación (potencia disponible en kW).
- La corriente reactiva (I_r) está presente en la instalación desde el nivel 2 hasta los receptores.
- Las pérdidas por efecto Joule en los cables se disminuyen.



Compensación individual:

- Suprime las penalizaciones por un consumo excesivo de energía reactiva.
- Optimiza toda la instalación, la corriente reactiva se abastece en el mismo lugar de consumo.
- Descarga el centro de transformación (potencia disponible en kW).
- La corriente reactiva (I_r) no está presente en los cables.
- Las pérdidas por efecto Joule en los cables se suprimen totalmente.

TIPOS DE BANCOS DE COND.



BANCOS DE CONDENSADORES EN MEDIA TENSIÓN:



TIPOS DE BANCOS DE COND.



BANCOS DE CONDENSADORES EN BAJA TENSIÓN:

Banco fijo:



Banco automático:



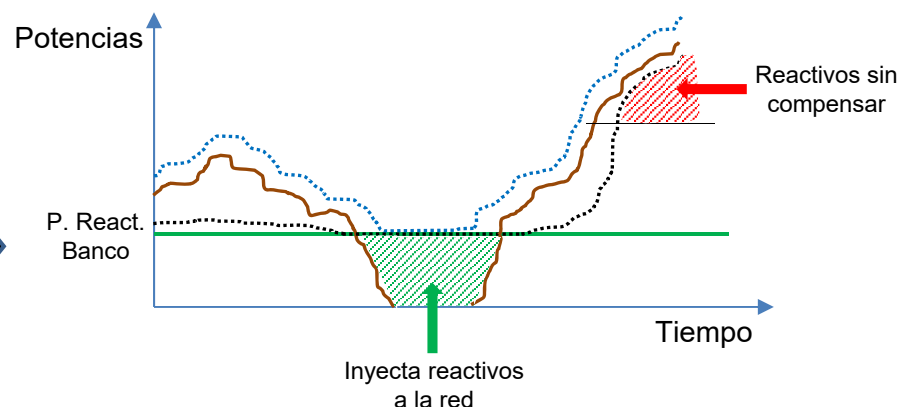
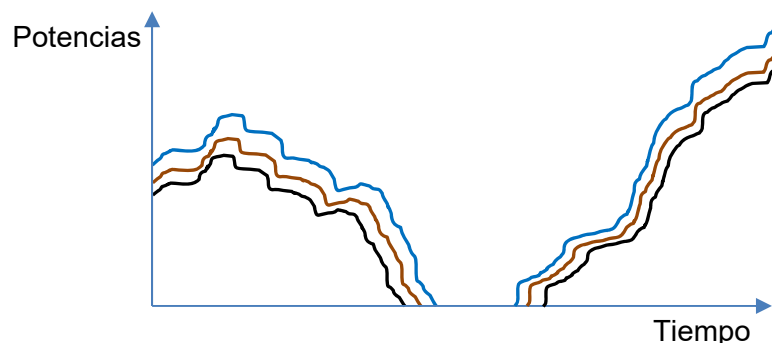
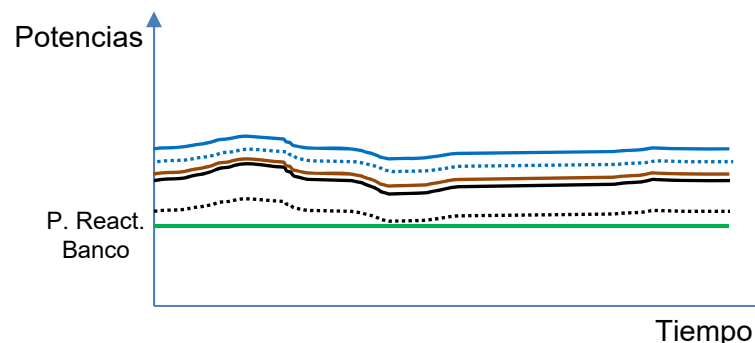
TIPOS DE BANCOS DE COND.



BANCOS DE CONDENSADORES FIJO:

- Un banco fijo normalmente se instala cuando se tiene una demanda de potencia relativamente constante (es la misma, no varía en el tiempo).
- Como se conocen los valores de potencia activa, reactiva y factor de potencia, se puede determinar la potencia requerida por el banco para compensar los reactivos.
- No se recomienda instalar un banco fijo si la carga o demanda de potencia es variable, es decir, si se presentan picos o cuando se tienen bajos valores o incluso llega a cero.

Pot. Act. (kW)	—
Pot. Ap. (kVA)	—
Pot. Ap. correg. (kVA)
Pot. React. (kVAR)	—
Pot. React. Correg. (kVAR)
Pot. React. Bco (kVAR)	—



TIPOS DE BANCOS DE COND.

BANCOS DE CONDENSADORES AUTOMÁTICO:



- Realiza la compensación reactiva de la red obedeciendo al monitoreo en tiempo real de un relé (relé de control de fp).
- La compensación se hace por etapas (o pasos), los cuales entran y salen de acuerdo con la programación del relé de fp. Cada etapa se compone de uno o más capacitores trifásicos.
- Cada paso automático debe contar con un contactor para su entrada o salida de operación.
- Se puede tener uno o más pasos fijos que siempre estarán operando, sin embargo debe tenerse cuidado en su cálculo para que no se presente sobrecompensación o inyección de reactivos capacitivos a la red.
- La cantidad de pasos dependerá de la compensación programada y el monitoreo de las variables del sistema eléctrico.



MEDICIÓN CON ANALIZADOR DE REDES

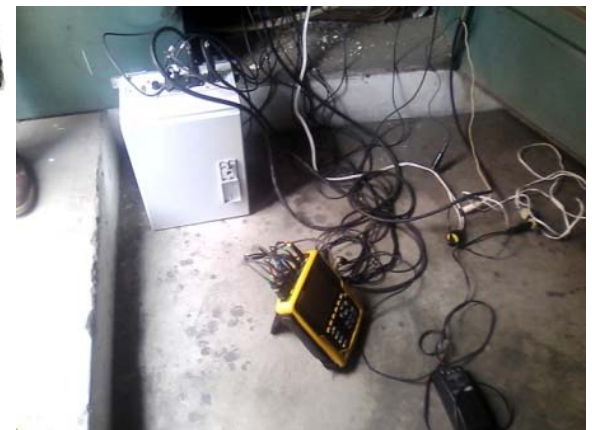


FACTOR DE POTENCIA (PENALIZACIÓN POR CONSUMO DE REACTIVOS):

Se utiliza un equipo analizador de redes o de calidad de energía y se parametriza de manera que registre en un determinado periodo de tiempo los valores de potencia reactiva y activa, con el fin de dimensionar la solución para mejorar el factor de potencia y evitar así la penalización por consumo de reactivos. Esto se hace de la siguiente manera:

ESCENARIO IDEAL:

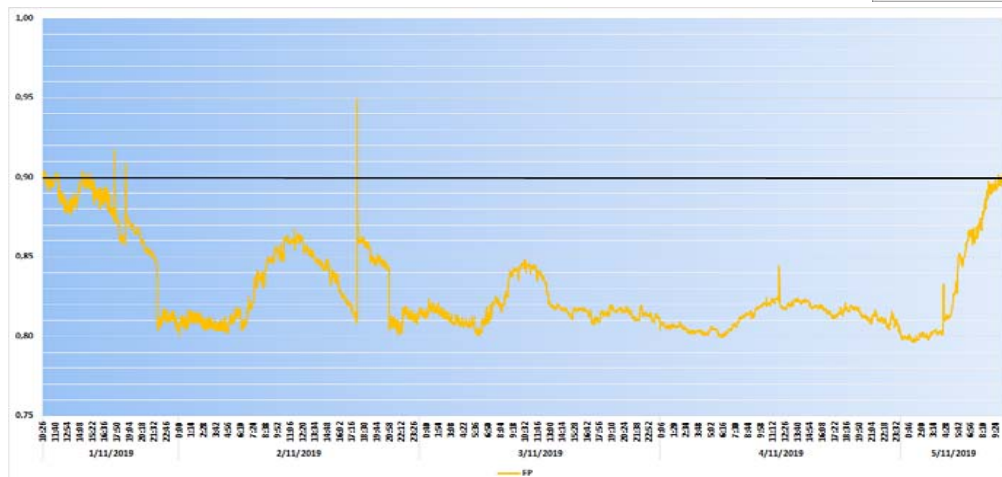
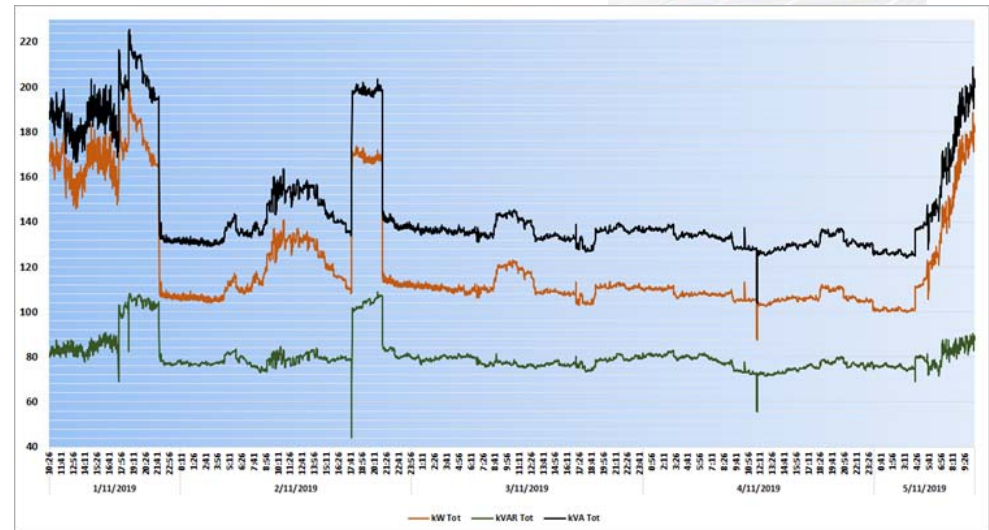
Idealmente, se debería utilizar el equipo analizador de redes y medir la demanda de potencia activa y reactiva del cliente en el punto donde se desea corregir el F.P., y efectuar una medición de por lo menos una semana incluyendo sábado y domingo, para tener un perfil lo más ajustado a lo real.



MEDICIÓN CON ANALIZADOR DE REDES



En este ejemplo se tiene una carga variable las 24 horas, la medición se hizo por 5 días que incluyó un fin de semana, de esta manera se tuvo en cuenta la demanda de potencia en un día de semana y durante un fin de semana.



A plena carga como en los periodos de baja demanda de potencia, el factor de potencia siempre está por debajo de 0.9, es decir que existe penalidad por parte de la empresa de energía por exceso de reactivos.

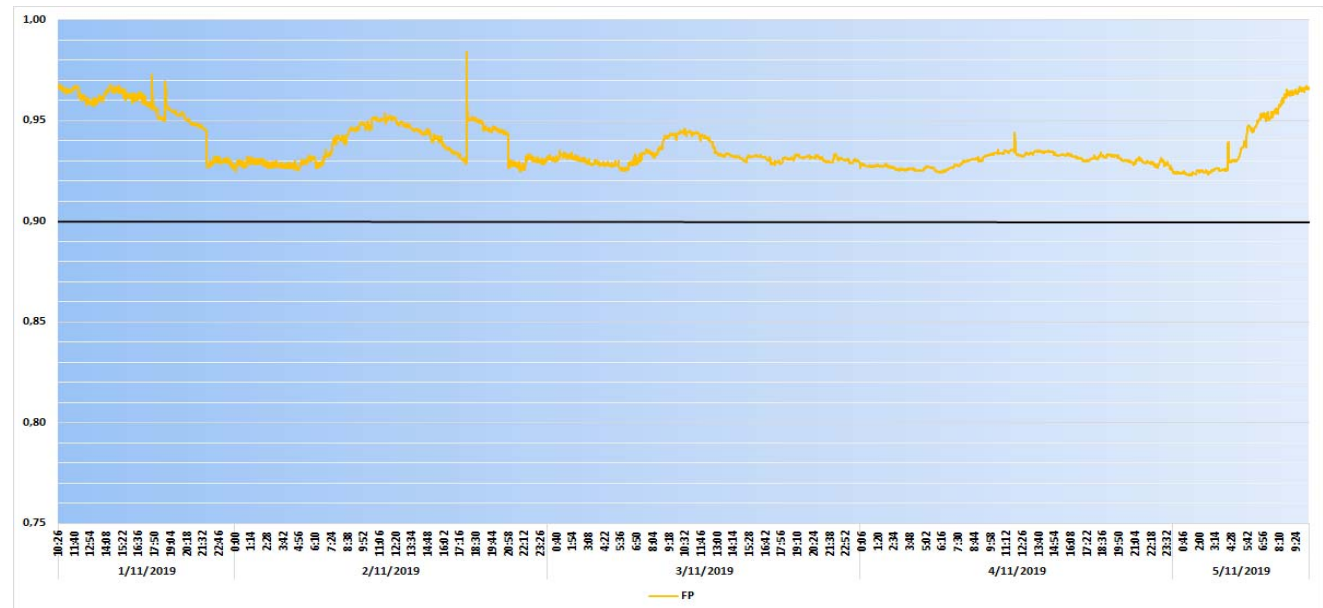
MEDICIÓN CON ANALIZADOR DE REDES



El análisis permitió establecer que para evitar la penalización por exceso de reactivos, se recomendaba la instalación de un banco de condensadores automático de 50 kVAR, el cual se debería conformar por:

- Controlador de factor de potencia trifásico.
- Cinco (5) pasos automáticos de 10 kVAR cada uno.

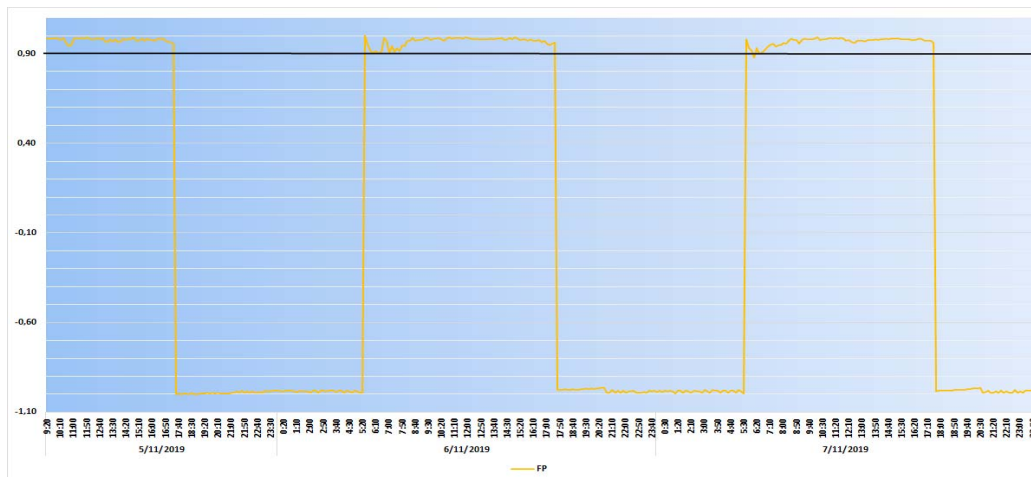
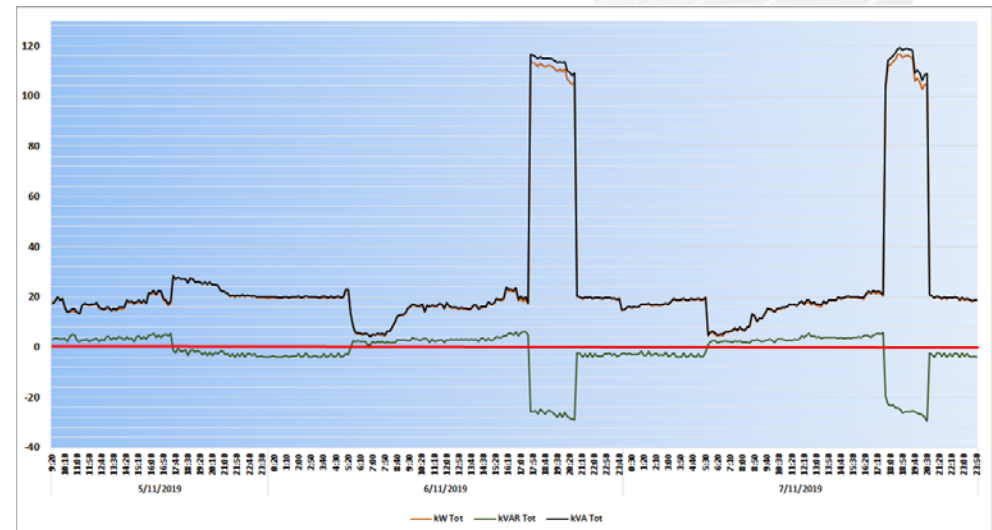
El sistema permitiría corregir el factor de potencia, además por ser un sistema automatizado siempre estará compensando la reactiva que se requiera y no quedará sobrecapensado, es decir con exceso de reactivos capacitivos.



MEDICIÓN CON ANALIZADOR DE REDES



En este ejemplo, se tiene un banco de condensadores al cual no se tuvo acceso y no se tenía información sobre su potencia. Al momento de presentarse un aumento en la demanda de potencia, el cual durante la medición se registra dos veces, entre las 17 y las 20 horas aproximadamente, la potencia reactiva pasa a ser de tipo capacitivo, es decir que pasa por debajo del eje cero (cuadrante negativo).



El banco opera adecuadamente en los momentos en los que demanda de potencia activa está entre 20 y 22 kW. Cuando la potencia activa se encuentra en valores entre 25 y 27 kW, los reactivos capacitivos en exceso son del orden de los -4 kVAR.

A plena carga (valores del orden de los 110 kW), se presenta el mayor exceso de reactivos capacitivos, llegando a ser del orden de entre -22 y -29 kVAR.

MEDICIÓN CON ANALIZADOR DE REDES



Si la instalación cuenta con un banco de condensadores existente, previo a la medición se debe hacer una revisión del mismo y validar el correcto funcionamiento del equipo.

Se debe levantar información sobre el tipo de banco (fijo o automático), si es automático entonces se debe identificar especificaciones del relé de control de fp. Se tomarán los datos de placa de los pasos (kVAR, voltaje, corriente), y medirlos con pinza o con el mismo analizador. Se debe validar que las corrientes de cada paso no presenten un desequilibrio o desbalance de corrientes superior al 10%, si es mayor indicará posibles fallas en uno o varias de las botellas capacitadoras que componen el paso.

Se hace verificación del estado en que se encuentran los componentes del banco (contactores, totalizadores, cableado, botellas capacitadoras, selectores, pilotos, relé, etc.).

La revisión debe incluir una prueba manual de los pasos (poniendo el selector de cada paso en 0) y esperando que cada paso vaya entrando según la programación que tenga el relé.

Preferiblemente, se debe contar con equipo de termografía para hacer inspección termográfica de los componentes del banco y validar que no hayan puntos calientes.

BANCO DE CONDENSADORES No.1							
Fijo <input type="checkbox"/> Autom. <input type="checkbox"/>							
Especificaciones relé control F.P. (Marca, modelo o referencia, No. pasos, etc.):							
Paso fijo #	Pot. (kVAR)	Vab	Vbc	Vca	I ₁	I ₂	I ₃
1							
2							
3							
Paso Aut. #	Pot. (kVAR)	Vab	Vbc	Vca	I ₁	I ₂	I ₃
1							
2							
3							
4							
5							
6							
TOT. kVAR							



¡GRACIAS!
