

Universidad de Matanzas
Sede “Camilo Cienfuegos”
Facultad de Ciencias Técnicas



**ANÁLISIS DEL FACTOR DE POTENCIA DEL SERVICIO ELÉCTRICO
EN CARPINTERÍA LA SIERRA**

Trabajo de Diploma en Ingeniería Mecánica

Autor: René Chávez Ríos

Tutor: MSc. Gregorio Ruffin Quintana

Matanzas, Cuba 2021

PENSAMIENTO

En la tierra hace falta personas que trabajen más y critiquen menos, que construyan más y destruyan menos, que prometan menos y resuelvan más, que esperen recibir menos y dar más, que digan mejor ahora que mañana.

Ernesto "Che" Guevara

DEDICATORIA

A mis padres, las principales personas que hicieron posible mi formación como profesional y persona.

A toda mi familia, mi mujer, mi hijo, abuela, tíos y a todos aquellos que de una forma u otra han tenido que ver en mi formación.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y al resto de la familia por su atención y dedicación.

A mi tutor, MSc. Gregorio Ruffin Quintana por su ayuda en la realización de este trabajo y por brindarme todos sus conocimientos.

A los trabajadores de carpintería La Sierra y la Empresa Eléctrica de Colón por la atención que me proporcionaron durante la ejecución del presente trabajo.

A todos los profesores y amigos que colaboraron con la realización de esta tesis de una forma u otra.

A todos, muchas gracias.

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Por medio de la presente declaro que soy el único autor de este trabajo de diploma y, en calidad de tal, autorizo a la Universidad de Matanzas «Camilo Cienfuegos» a darle el uso que estime más conveniente.

NOTA DE ACEPTACIÓN

Miembros del Tribunal:

Presidente

Secretario

Vocal

RESUMEN

En el presente trabajo investigativo se realiza un análisis detallado del Factor de potencia, así como otros parámetros fundamentales desde el punto de vista de la eficiencia energética, encaminado hacia el ahorro y uso eficiente de la energía en carpintería La Sierra. Para la realización de las medidas se realiza un estudio del marco teórico referencial y se definen los procedimientos para el levantamiento de las cargas del servicio eléctrico, donde se analiza las facturas emitidas por la Empresa Eléctrica de Matanzas durante el año 2020, todo desde el punto de vista técnico económico. Se analiza además la demanda máxima contratada y registrada, así como el factor de potencia y la capacidad instalada en el banco de transformador de dicho servicio. Igualmente se proponen las medidas tanto técnicas como organizativas encaminadas a la reducción del consumo, hacer más eficiente y menos costoso el mismo.

ABSTRACT

In this research work, a detailed analysis was made of the factor de potencia and its costs, as well as other fundamental parameters from the point of view of energy efficiency, based measures aimed at the saving and efficient use of the same in the carpenter La Sierra. For the realization of the same one a study of the reference theoretical frame was made and the procedures for the lifting of the loads by electrical and local service were defined, where the invoices emitted by the Electrical Company of Matanzas were analyzed during the years 2020, all From the technical and economic point of view, the maximum demand contracted and recorded, as well as the power factor and the installed capacity in the transformer bank of said service were also analyzed, as well as the technical and organizational measures aimed at the reduction of consumption .

ÍNDICE

| | |
|---|---|
| Introducción | 1 |
| Capítulo I: Revisión Bibliográfica..... | 3 |
| 1.1 Definiciones generales..... | 3 |
| 1.1.1 Eficiencia Energética: | 3 |
| 1.1.2 Consumo: | 3 |
| 1.1.3 Consumo de energía eléctrica: | 4 |
| 1.1.4 Consumo promedio:..... | 4 |
| 1.1.5 Importe Cargo Variable (ICV):..... | 4 |
| 1.1.6 Importe Cargo Fijo (ICF):..... | 4 |
| 1.1.7 Importe por pérdidas de transformación (IPE): | 4 |
| 1.1.8 Importe Facturación Normal (IFN):..... | 4 |
| 1.1.9 Acometida: | 5 |
| 1.1.10 Bonificación:..... | 6 |
| 1.1.11 Penalización: | 6 |
| 1.1.12 Carga Conectada: | 6 |
| 1.1.13 Contador de Energía Eléctrica (CEE): | 6 |
| 1.1.14 Consumo Horario:..... | 6 |
| 1.1.15 Demanda máxima contratada..... | 6 |
| 1.1.16 Demanda máxima registrada..... | 6 |
| 1.1.17 Facturación Mensual:..... | 7 |
| 1.1.18 Potencia de Facturación: | 7 |
| 1.1.19 Potencia Instalada: | 7 |
| 1.1.20 Precio del kWh:..... | 7 |
| 1.1.21 Precio promedio del kWh: | 8 |
| 1.1.22 Tarifas: | 8 |

| | |
|---|-----|
| 1.1.23 Alta, Media y Baja tensión: | 9 |
| 1.2 Sistema tarifario eléctrico. | 9 |
| 1.2.1 Características generales de las tarifas eléctricas..... | 9 |
| 1.2.2 Tarifas para consumidores de alta, media y baja tensión..... | 10 |
| 1.2.3 Caracterización de la tarifa aplicada al servicio analizado. | 111 |
| 1.2.4 Potencia activa..... | 12 |
| 1.2.5 Potencia reactiva..... | 12 |
| 1.2.6 Potencia aparente | 13 |
| 1.2.7 Factor de Potencia..... | 14 |
| 1.2.8 Importancia del factor de potencia | 14 |
| 1.2.9 Consecuencia de un bajo factor de potencia..... | 14 |
| 1.2.10 Alto factor de potencia | 15 |
| 1.2.11 Ventajas de un alto factor de potencia | 15 |
| 1.2.12 Métodos de mejoramiento del factor de potencia | 16 |
| 1.2.13 Cláusula del factor de potencia | 19 |
| 1.2.14 Cláusula de ajuste por variación del precio del combustible | 21 |
| | |
| Capítulo II: Caracterización del Servicio Eléctrico de carpintería La Sierra..... | 23 |
| 2.1. Características generales del servicio eléctrico..... | 23 |
| 2.2 Levantamiento de las cargas por servicios..... | 23 |
| | |
| Capítulo III Análisis de las facturas emitidas por la UNE al servicio eléctrico de carpintería La Sierra en el año 2020. | 24 |
| 3.1 Análisis de las facturas..... | 24 |
| 3.2 Cálculo de las facturas emitidas por la Empresa Eléctrica | 26 |
| 3.3 Análisis de la demanda contratada..... | 36 |
| 3.4 Cálculo del factor de potencia mensual | 36 |
| 3.5 Cálculo del factor de potencia del año | 38 |
| 3.6 Cálculo del banco de condensadores..... | 38 |

| | |
|--|----|
| 3.7 Cálculo de las pérdidas de transformadores mensual..... | |
| 39 | |
| 3.8 Cálculo de las pérdidas de transformadores por distribución..... | 40 |
| 3.9 Costo de inversión del banco de condensadores..... | 40 |
| Conclusiones | 41 |
| Recomendaciones | 42 |
| Referencias Bibliográficas | 43 |
| Anexos | 44 |

INTRODUCCIÓN

El pueblo cubano ha tomado conciencia del uso racional de la energía y sus perspectivas futuras, pues constituye una necesidad política económica en Cuba, pero ante todo es un imperativo ecológico por los graves problemas que hoy enfrenta la humanidad derivados del impacto ambiental del sistema energético contemporáneo. [Fernández 2014]

Sin dudas la electricidad juega un papel muy importante en la vida del ser humano, pues con ella se establecen una serie de comodidades que con el transcurso de los años son indispensables para el hombre. Consumir energía es sinónimo de actividad, de transformación y de progreso, siempre que ello esté ajustado a nuestras necesidades y trate de aprovechar al máximo las contenidas en la energía. [Fernández 2014]

Ahorrar energía eléctrica significa usar la cantidad estrictamente necesaria al realizar las distintas actividades. No se pretende renunciar a las comodidades que brindan su empleo y mucho menos limitar el crecimiento económico y social del país. Ahorrar es dejar a un lado el despilfarro y realizar de manera consciente y responsable cada acción de consumo de esta energía, poniendo en práctica las medidas aconsejadas para hacer un uso racional de la misma. [BEE 2014]

La elevación de la eficiencia energética puede alcanzarse por dos vías fundamentales: mejor gestión energética y buenas prácticas de consumo, de operación y mantenimiento, mediante avanzadas tecnologías y equipos de alta eficiencia en remodelaciones de instalaciones existentes o en instalaciones nuevas. [Ruffin 2009]

En el siguiente Trabajo de Diploma se analiza el comportamiento del factor de potencia y la correcta aplicación de las tarifas eléctricas con vistas a lograr un uso más eficiente de estas y proponer medidas para su ahorro, en la carpintería La Sierra, ya que a pesar de los esfuerzos realizados por parte de la dirección del centro, del personal administrativo y de mantenimiento los mismos no son suficientes.

Para llevar a cabo la propuesta para el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica, la metodología se dividió en tres etapas: en la primera se realiza la búsqueda de toda la información relacionada con la facturación de la energía eléctrica en el período analizado; la segunda etapa consiste en el inventario, levantamiento y medición de los equipos eléctricos y por último se lleva a cabo la tercera etapa, donde sobre la base de los análisis de resultados de las dos primeras fases del proyecto se realizó la mencionada propuesta para un mejor uso y ahorro de la energía eléctrica dentro de esta institución.

Por todo lo anteriormente expuesto es planteada la siguiente situación problemática:

Necesidad de realizar un análisis del factor de potencia durante el año 2020 a partir de las facturas emitidas por la Empresa Eléctrica que incluya todos los parámetros de eficiencia y sus costos, así como un levantamiento de las cargas eléctricas, debido al aumento del mismo, para determinar los indicadores óptimos de eficiencia energética.

Por todo lo expuesto anteriormente, el autor se plantea el siguiente problema científico:

¿Cómo mejorar el factor de potencia en la carpintería La Sierra?

Objetivo General:

- ✚ Poner en práctica las habilidades adquiridas en la asignatura Electricidad aplicada 1 con vista al mejoramiento del factor de potencia.

Objetivos Específicos:

- ✚ Analizar las facturas eléctricas mensuales de un año del servicio eléctrico en carpintería La Sierra.
- ✚ Realizar un levantamiento de cargas eléctricas en el centro.
- ✚ Calcular el Banco de condensadores para mejorar el factor de potencia a 0.96.

Hipótesis:

Con la actualización de las cargas eléctricas en el servicio carpintería La Sierra y un detenido análisis de las facturas eléctricas, prestando vital atención en las mismas a la demanda máxima contratada, la demanda máxima registrada y el factor de potencia se encontrará la solución al problema planteado.

CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

En este capítulo se abordarán los principales aspectos teóricos que se relacionan con factor de potencia, así como una serie de consideraciones generales de las tarifas eléctricas. Todos estos aspectos se encuentran enfocados en aras de lograr un mejor entendimiento del tema de esta investigación.

1.1 Definiciones generales.

1.1.1 Eficiencia Energética:

Es la relación entre la calidad de energía y los productos y servicios finales obtenidos. Se puede mejorar mediante la implantación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos de consumo en la sociedad. [Fernández 2014]

1.1.2 Consumo:

Es la acción y efecto de consumir o gastar, bien sean productos o bienes y servicios, como la energía, para satisfacer necesidades primarias y secundarias. Se entiende por consumo la etapa final del proceso en que un bien o servicio produce alguna utilidad al consumidor.

1.1.3 Consumo de energía eléctrica:

Se refiere al consumo de electricidad registrado por todos los sectores económicos (incluyendo los privados) y con independencia de la fuente de origen (servicios públicos o autoprodutores). Comprende también el insumo en generación y las pérdidas, por lo que el consumo total resulta igual a la generación bruta total del país. [ONEI 2015]

1.1.4 Consumo promedio:

Es el consumo medio por mes que tienen las entidades públicas o el sector residencial, a partir de lo facturado a los consumidores por la Unión Eléctrica en el año. [ONEI 2015]

1.1.5 Importe Cargo Variable (ICV):

Es el importe que se obtiene como resultado del consumo total de electricidad en los tres horarios del día en los que el mismo se divide, es decir consumo en horario pico, consumo en horario del día y consumo en el horario de la madrugada.

1.1.6 Importe Cargo Fijo (ICF):

Es el importe por concepto de demanda máxima contratada por la instalación, es decir paga determinada cantidad por la demanda que contrata con la Empresa Eléctrica.

1.1.7 Importe por pérdidas de transformación (IPE):

Es el importe que se obtiene como resultado de las pérdidas de transformación que produce la utilización eficiente o no del banco de transformador de la Empresa Eléctrica.

1.1.8 Importe Facturación Normal (IFN):

Es el importe que se obtiene como resultado de la suma de los importes por cargo fijo, cargo variable e importe por conceptos de pérdidas por transformación.

1.1.9 Acometida:

Cable conductor eléctrico derivado de las líneas secundarias de distribución que alimentan el servicio eléctrico hasta un punto de apoyo o empalme de un cliente específico y que pueden ser aéreas o soterradas. [Energía 2014]

1.1.10 Bonificación:

Proceso que ocurre por mejorar el factor de potencia hasta el límite establecido, reduciendo el importe total a facturar. [Energía 2014]

1.1.11 Penalización:

Proceso que ocurre si tiene el factor de potencia por debajo de lo establecido por los parámetros de calidad de consumo de electricidad; al mismo se le incrementa la factura proporcionalmente al empeoramiento de este parámetro. También cuando se sobrepasa la demanda contratada todos los kW en exceso se penalizan según la tarifa. [Energía 2014]

1.1.12 Carga Conectada:

Son los equipos conectados a un servicio eléctrico. [Energía 2014]

1.1.13 Contador de Energía Eléctrica (CEE):

Instrumento que registra la energía eléctrica consumida por el circuito medido con la clase de exactitud garantizada por el fabricante y que cumple con las normas establecidas. [Energía 2014]

1.1.14 Consumo Horario:

Consumo de energía eléctrica, expresado en kWh, que se realiza en los diferentes periodos del día (madrugada, pico, día). [Energía 2014]

1.1.15 Demanda máxima contratada.

Se define por demanda máxima contratada a la potencia en kW fijada por el contrato entre el servicio y la empresa eléctrica, el servicio paga gasto fijo por cada kW contratado

y es penalizado al triple del valor por cada kW que supere el contrato, de acuerdo con las consideraciones de la tarifa. [Villalón 2014]

1.1.16 Demanda máxima registrada.

Se define como demanda máxima registrada al máximo valor de potencia registrado durante el horario del día y pico (5-21 horas) por el lector cobrador de la empresa eléctrica al final de cada mes. [Energía 2014]

1.1.17 Facturación Mensual:

A partir de la lectura del CEE tomada al universo de los clientes en un territorio, se realiza de forma automatizada en las áreas SAD (Sistemas Automatizados de Dirección), el proceso de aplicar las tarifas para cada cliente, determinando así el importe a pagar por el consumo efectuado en un ciclo y se imprime para su presentación. [Energía 2014]

1.1.18 Potencia de Facturación:

Potencia que se toma en consideración para el cálculo de la facturación. [Energía 2014]

1.1.19 Potencia Instalada:

Es la suma de las potencias nominales de los equipos consumidores de electricidad del cliente. [Energía 2014]

1.1.20 Precio del kWh:

Importe a pagar por la unidad de energía (kWh) consumida en un período de tiempo. [Energía 2014]

1.1.21 Precio promedio del kWh:

Resultado de la división entre el importe total facturado por un suministro determinado y la cantidad de kWh suministrados. [Energía 2014]

1.1.22 Tarifas:

Especificaciones que fijan los elementos que se tienen en cuenta y la forma de cálculo de las cantidades adeudadas por el cliente al suministrador, según las características del servicio. [Energía 2014]

1.1.23 Alta, Media y Baja tensión:

En Alta Tensión se encuentran los clientes conectados a 110 y 220 kV o a menos de 5 km por líneas de 33 kV. [Energía 2014]

En Media Tensión se ubican los clientes conectados a un transformador de uso exclusivo y que no están incluidos en la Alta Tensión. [Energía 2014]

En la Baja Tensión se ubican los consumidores que toman servicio de un transformador de uso colectivo, en bajo voltaje. [Energía 2014]

1.2 Sistema tarifario eléctrico.

1.2.1 Características generales de las tarifas eléctricas.

- ✚ Las tarifas eléctricas aprobadas por el Ministerio de Finanzas y Precios se aplican en la moneda de pago establecida por el Ministerio de Economía y Planificación para cada tipo de cliente CUP o CUC. [MFP 2011]

- ✚ Dado que los equipos de medida pueden estar instalados en el lado de alta o de baja tensión de los transformadores exclusivos receptores, cuando la energía consumida sea medida en el lado de baja tensión, en los servicios ubicados en alta y media tensión, al consumo registrado se le añaden las pérdidas de

transformación. En los servicios de baja tensión, las pérdidas de transformación no se suman a los kWh consumidos. [MFP 2011]

- ✚ El factor o coeficiente de ajuste por variación de los precios de los combustibles utilizados y en la estructura de la generación se simboliza por la letra K y se aplica a las tarifas, según se define en cada una de ellas. La actualización de este coeficiente, según los precios de los combustibles utilizados en la generación eléctrica y la estructura de generación prevista, se hace en correspondencia con los precios establecidos trimestralmente por el Ministerio de Finanzas y Precios. [MFP 2011]
- ✚ El Ministerio de la Industria Básica puede modificar el Factor K mensualmente, solo por variaciones de la estructura de participación de los diferentes combustibles utilizados en la generación eléctrica en el mes anterior, no imputables a la gestión de la Unión Eléctrica, hasta un diez por ciento (10%) con respecto al Factor K establecido por este Ministerio. Las variaciones que superan dicho por ciento se someterán al análisis del Ministerio de Economía y Planificación. [MFP 2011]
- ✚ En los casos que los servicios se encuentren en empate directo o su medición este en mal estado (no medidos), se les aplica la tarifa correspondiente a su actividad y carga, estimándose de mutuo acuerdo (proveedor – cliente) los parámetros de demanda y consumo, hasta que se normalice la medición del servicio. [MFP 2011]
- ✚ Los servicios trifásicos de cualquier demanda, que presenten un esquema de alimentación con más de un circuito eléctrico primario, pagarán el importe del cargo fijo por demanda contratada. Si tienen doble alimentación se elevará un 10% y si tienen triple alimentación 20%. [MFP 2011]

- ✚ Para el cálculo de las pérdidas de transformación, en el caso de existir varios servicios con metros contadores conectados a un banco de transformadores, se repartirá la capacidad de éste, proporcionalmente a los valores de la demanda contratada de cada uno de los servicios alimentados por dicho banco, simulándose transformadores equivalentes a cada demanda. [MFP 2011]

- ✚ Los servicios con dos transformadores que no tengan la demanda totalizada, contratarán la demanda de forma independiente para cada uno de ellos y se facturará de igual forma. Cuando se alimente toda la carga desde uno de los servicios, la demanda de éste no puede sobrepasar la suma de las dos demandas contratadas. En caso de ser mayor la demanda real, se penaliza la diferencia. [MFP 2011]

- ✚ Los períodos del día para la aplicación de las tarifas son: [MFP 2011]
 - Día: de las 05:00 horas a las 17:00 horas,
 - Pico eléctrico: de las 17:00 horas a las 21:00 horas,
 - Madrugada: de las 21:00 horas a las 05:00 horas del día siguiente.

1.2.2 Tarifas para consumidores de alta, media y baja tensión.

A continuación, se detallan los tres niveles:

A- Tarifa para consumidores en alta tensión

APLICACIÓN: Se aplicará a todos los servicios de consumidores alimentados por una subestación exclusiva, cuyo voltaje primario sea de 110 kV o 220 kV, y a aquellos que se alimenta de una subestación exclusiva cuyo voltaje primario sea de 34,5 kV, su demanda máxima contratada de 1000 kW o superior y se encuentren separados de la subestación de transmisión que los alimenta por 5 km de líneas como máximo. Se excluye de este grupo a los centrales azucareros.

M- Tarifa para consumidores en media tensión

APLICACIÓN: Se aplicará a todos los servicios de consumidores, excluyendo a los clasificados como de alta tensión, que se alimentan de una subestación o banco de transformadores exclusivos, existiendo entre el transformador de suministro y los consumidores, solo la acometida. [MFP 2011]

B- Tarifa para consumidores en baja tensión

APLICACIÓN: Se aplicará a todos los servicios de consumidores cuya acometida se alimente de un circuito secundario de distribución. [MFP 2011]

En los tres casos se clasificarán los servicios, según la codificación, por la actividad principal que desarrollan los mismos. [MFP 2011]

1.2.3 Caracterización de la tarifa aplicada al servicio analizado.

M1-A. Tarifa de media tensión con actividad continúa.

APLICACIÓN: Se aplicará a todos los servicios de consumidores clasificados como de Media Tensión con actividad de 20 horas o más diarias.

7.00CUP mensual por cada kW de máxima demanda contratada en el horario comprendido entre las 5:00 y las 21:00 horas.

Por cada kWh consumido en el horario pico:

$(0,0481 \text{ CUP /kWh} * K + 0,064 \text{ CUP /kWh}) * \text{Consumo pico en kWh}$

Por cada kWh consumido en el horario del día:

$(0,0241 \text{ CUP /kWh} * K + 0,064 \text{ CUP /kWh}) * \text{Consumo día en kWh}$

Por cada kWh consumido en el horario de la madrugada:

$(0,0161 \text{ CUP /kWh} * K + 0,064 \text{ CUP /kWh}) * \text{Consumo madrugada en kWh}$

Consideraciones:

Para el cálculo de la facturación del cargo fijo mensual, se considerará:

El valor de demanda máxima contratada en el horario comprendido entre las 05:00 y las 21:00 horas.

Si la demanda máxima registrada en el horario establecido, es mayor que la demanda

máxima contratada, se facturará la contratada al precio de la tarifa y el exceso al triple de su valor, 21,00CUP por cada kW.

- ✚ Solo se permitirá contratar dos valores de demanda al año, por períodos no menores de tres meses a los consumidores cíclicos o por períodos de alta y baja en el caso de las instalaciones hoteleras.
- ✚ Se aplica la cláusula del factor de potencia.
- ✚ Se aplica la cláusula de ajuste por variación del precio de los combustibles.

A partir de la conceptualización del fenómeno investigado se entenderá con mayor facilidad los pormenores de este proceso, con vista a su perfeccionamiento y elevación a planos superiores de calidad en el futuro.

1.2.4 Potencia activa (P)

Es la que se aprovecha como potencia útil, también se llama potencia media, real o verdadera y es debida a los dispositivos resistivos. (Proyecto 987)

Su unidad de medida es el vatio (W)

Se calcula como: $P = I^2 R$, y puede demostrarse que también puede ser calculada por la expresión $P = U I \cos \theta$.

1.2.5 Potencia reactiva (Q)

Es la potencia que necesitan las bobinas y los condensadores para generar campos magnéticos o eléctricos, pero que no se transforma en trabajo efectivo, sino fluctúa por la red entre el generador y los receptores.

Su unidad de medida es el voltamperio reactivo (VAr).

Se calcula como: $Q = U I \sin \theta$, también puede obtenerse como: $Q_L = I^2 X_L$, $Q_C = I^2 X_C$

La potencia reactiva es positiva si el receptor es inductivo y negativa si el receptor es capacitivo, coincidiendo en signo con la parte imaginaria de la impedancia. . (Proyecto 987)

1.2.6 Potencia aparente(S)

Es la potencia total consumida por la carga y es el producto de los valores eficaces de tensión e intensidad. Se obtiene como la suma vectorial de las potencias activas y reactivas y representa la ocupación total de las instalaciones debida a la conexión del receptor. . (Proyecto 987)

Su unidad de medida es el voltamperio (VA)

Se calcula como: $S = U I$ o $S = I^2 Z$.

1.2.7 Factor de Potencia

El factor de potencia es una medida de la eficiencia o rendimiento de nuestro sistema eléctrico. Este indicador mide el aprovechamiento de la energía (la cantidad requerida para transformar en trabajo).

Como bien sabemos, los receptores eléctricos convierten la energía eléctrica en algún otro tipo de energía como la mecánica, luminosa, calorífica, etc. El detalle es que estos receptores no logran transformar toda la energía demandada en energía útil.

A la energía demandada por nuestra maquinaria se le conoce como “energía absorbida” o “potencia aparente”, siendo la que nuestro sistema requiere para realizar la acción deseada. De la potencia aparente, a la energía que realmente se convierte en energía útil para el proceso se le conoce como “energía útil” o “potencia activa”.

Pero, dentro del proceso de conversión de energía, hay una cantidad que no se convierte en energía útil, si no que se pierde dentro del proceso al generar campos magnéticos para la producción de energía útil, a esta energía se le llama “potencia perdida” o “potencia reactiva”.

El factor de potencia es la relación existente entre la potencia aparente y la potencia activa, tratando siempre de que la potencia activa se acerque lo más posible a la potencia

aparente. Es decir: a mayor potencia activa y menor potencia reactiva, tendremos un factor de potencia más cercano a 1 (el ideal). [Blog de Risoul]

1.2.8 Importancia del Factor de Potencia

- En las instalaciones industriales siempre se va a tener carácter inductivo, se necesitan las inductancias para el funcionamiento de las maquinas Eléctricas tales como motores, transformadores...
- Por tanto, parte de la corriente que circula por los circuitos es necesitada por esas inductancias para generar los campos magnéticos pero no produce trabajo útil.
- El factor de potencia es el coseno del ángulo que forman la tensión simple y la corriente de línea total del circuito.
- Es empleado como medida del aprovechamiento de la instalación eléctrica.
- A menor coseno mayor ángulo y mayor carácter inductivo y por tanto mayor corriente en nuestra instalación que no produce trabajo útil.
- Nuestro objetivo es compensar el carácter inductivo de la instalación, que dentro de la instalación se siga consumiendo energía reactiva inductiva, pero que desde la línea de suministro de energía eléctrica la carga en su conjunto se vea como una carga resistiva, para conseguirlo introduciremos una carga capacitiva en la instalación, de forma que no se introduzca nueva potencia activa pero que se vea compensada la potencia reactiva. [Blog de Risoul]

1.2.9 Consecuencias de un bajo factor de potencia

Las consecuencias de operar con un bajo factor de potencia (hay que mantenerlo en un mínimo de (0.95) pueden afectar la producción y la eficiencia del sistema de forma considerable, sin mencionar que pueden llegar a ser muy costosas:

Sobrecalentamiento de los conductores

Sobrecarga en líneas de distribución

Reducción de vida útil en los equipos

Caídas de tensión

Aumento en la factura de consumo eléctrico

Esta última sucede ya que tener un bajo factor de potencia produce defectos en la generación y distribución de la energía eléctrica. De acuerdo a los conceptos de potencia aparente, potencia activa y potencia reactiva, un bajo factor de potencia bajo significa que existe una gran cantidad de potencia reactiva, lo que hace que la potencia activa sea menor a la que requiere el sistema. [Blog de Risoul]

1.2.10 Alto factor de potencia

Un alto factor de potencia permite una eficiente utilización de la energía, mientras que uno bajo indica una pobre utilización de la energía eléctrica. La mayoría de las cargas modernas son inductivas, entre ellas están: los motores, transformadores, tubos gaseosos, balastos de iluminación y hornos de inducción.

1.2.11 Ventajas de un alto factor de potencia

- Se alcanza la máxima reducción por pérdidas térmicas. (°C)
- Disminución en potencia resultante (kVA).
- Mitigación en potencia reactiva por subestación (kVAr).
- Reducción en corriente. (Amperes)
- Reducción en demanda Máxima (kW)

- Reducción en emisiones hacia la atmósfera (Co2)
- Incremento de vida útil de las instalaciones eléctricas y equipos electrónicos.

1.2.12 Métodos de mejoramiento del factor de potencia.

Los medios para la elevación del FP pueden ser considerados dentro de los grupos generales siguientes:

- Reducción del consumo de potencia reactiva, sin la aplicación de medios compensadores.
- Aplicación de medios compensadores.

En primer lugar deben considerarse la no aplicación de medios compensadores, pues de manera general no requieren grandes inversiones capitales. Dentro de estas medidas podemos señalar:

- 1) Ordenamiento del proceso tecnológico.
- 2) Sustitución de los motores asincrónicos subcargados por otros de menor potencia.
- 3) Reducción del voltaje de los motores que sistemáticamente trabajan con poca carga.
- 4) Limitación del trabajo de los motores en vacío.
- 5) Sustitución de motores asincrónicos por motores sincrónicos.
- 6) Elevación de la calidad de la reparación de los motores.
- 7) Sustitución de los transformadores subcargados.

A continuación analizaremos brevemente cada una de estas medidas:

- 1) Ordenamiento del proceso tecnológico.

La sola aplicación de medidas organizativas del proceso de producción pueden significar un efecto considerable en la elevación del FP siempre que ellas sean encaminadas al mejoramiento del régimen de trabajo eléctrico de la instalación, pues

evitando la coincidencia innecesaria de actividades productivas, se logra una reducción en el consumo de energía eléctrica y un mejoramiento del FP.

2) Sustitución de motores sobrecargados por motores de menos potencia.

La magnitud de la potencia reactiva consumida por los motores asíncronos depende del coeficiente de carga y el FP nominal de este. Bajo voltaje y carga nominales, un motor asíncrono requiere una potencia reactiva:

$$Q_N = \frac{P_N \tan \theta_N}{\eta_N} \quad \text{Donde } \eta_N \text{ -efic. Del motor a plena carga}$$

P_N -potencia activa nominal

La potencia reactiva requerida por un motor asíncrono trabajando en vacío, puede ser encontrada por la expresión:

$$Q_{SC} \cong \sqrt{3} U_N I_{SC} \quad \text{Donde } I_{SC} \text{ - Corriente del motor asinc. Sin carga}$$

Para motores con FP nominal entre 0,91 y 0,93 los kVAr en vacío constituyen cerca del 50% de los kVA nominales. Si el FP nominal se encuentra entre 0,77 y 0,79, el valor puede alcanzar el 70%.

El incremento de consumo de potencia reactiva a plena carga del motor en relación a la requerida durante el trabajo en vacío es:

$$\Delta Q_N = Q_N - Q_{SC} \cong \frac{P_N}{\eta_N} \tan \theta_N - \sqrt{3} U_N I_{SC}$$

Para las cargas del motor, menores que la nominal, este incremento será proporcional al cuadrado del coeficiente de carga de éste:

$$\Delta Q = K_C^2 \Delta Q_N \quad \text{donde } K_C = P/P_N$$

De esta manera la potencia reactiva requerida por un motor bajo carga arbitraria será:

$$Q = Q_{SC} + K_C^2 \Delta Q_N$$

Teniendo en cuenta la anterior expresión, el FP de un motor asincrónico bajo la carga arbitraria $P = K_C P_N$ se obtiene de la expresión:

$$\cos\theta = \frac{P}{S} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{Q_{SC} + \Delta Q_N K_C^2}{K_C P_N}\right)^2}}$$

De aquí se deduce que el FP del motor disminuye con la disminución de su carga. Por ejemplo, si para un motor al 100% de carga el FP = 0,8, al 50% de la carga pudiera ser FP = 0,65 y al 30% de la carga FP = 0,51. De donde es evidente que la sustitución sistemática de los motores subcargados por otros de menor potencia posibilita la elevación del FP de la instalación.

Las consideraciones de rentabilidad exigen que el cambio de un motor signifique una reducción económicamente ventajosa de las pérdidas totales de potencia activa del conjunto sistema-motor.

Dichas pérdidas se determinan por la expresión:

$$\Delta P_{\Sigma} = Q K_{ip} + \Delta P. \text{ Donde } \Delta P - \text{pérdidas de potencia activa en el motor}$$

$$K_{ip} - \text{coef. Incr. pérd.}$$

Transformando esta ecuación a una forma más cómoda para el cálculo, obtenemos:

$$\Delta P_{\Sigma} = [Q_{SC}(1 - K_C^2) + K_C^2 Q_N] K_{ip} + \Delta P_{SC} + K_C^2 \Delta P_N \quad (I)$$

Donde:

$$\Delta P_{SC} = P_N \left(\frac{1 - \eta_N}{\eta_N} \right) \left(\frac{g}{1 + g} \right) \rightarrow \text{Pérdidas de pot.act. Del motor en vacío (kW)}$$

$$\Delta P_N = P_N \left(\frac{1 - \eta_N}{\eta_N} \right) \left(\frac{1}{1 + g} \right) \rightarrow \text{Incremento de pot.act. Del motor a plena carga (kW)}$$

$$g = \frac{\Delta P_{SC}}{\Delta P_N} \rightarrow \text{Coeficiente de cálculo que depende de la construcción del motor}$$

Y se determina mediante la siguiente expresión:

$$g = \frac{\Delta P_{SC} \%}{(100 - \eta_N \%) - \Delta P_{SC} \%}$$

$\Delta P_{SC} \%$ - pérdidas en vacío, expresadas en % de la potencia

Activa consumida por el motor a plena carga

Los trabajos desarrollados demuestran que si la carga media de un motor es menor que el 45% de su potencia nominal, su sustitución por uno de menor capacidad siempre será económicamente útil y su comprobación analítica es innecesaria. Si la carga es mayor que el 70% de su potencia nominal, en la generalidad de los casos se puede considerar su sustitución como improcedente. Cuando la carga del motor se encuentra entre un 45% y un 70%, la conveniencia de la sustitución debe de ser supeditada a la reducción suficiente de las pérdidas totales de potencia activa en el conjunto sistema-motor, calculada por la fórmula (I).

Se debe señalar que la consideración del posible cambio de los motores es solamente útil cuando no se trata de motores instalados como parte integral del equipo o mecanismo.

La sustitución de los motores integrales subcargados, por costosa y compleja, no resulta prácticamente conveniente.

3) Reducción del voltaje de los motores.

Si no es posible la sustitución de los motores asíncronos subcargados, se debe comprobar la conveniencia de la reducción del voltaje hasta determinado valor permisible V_{min} que proporciona la reducción de la potencia reactiva requerida por el motor (debido a la reducción de la corriente de magnetización) y con ello la elevación del FP. Al mismo tiempo se disminuyen las pérdidas de potencia activa y consecuentemente se eleva la eficiencia del motor. En la práctica se aplican los siguientes métodos:

- a) Reconexión de los devanados del estator de delta a estrella.
- b) Seccionalización de los devanados del estator.

Si el motor tiene los devanados del estator en paralelo, esto puede realizarse con relativa simplicidad. Cuando el motor es ejecutado según otros esquemas de conexión, la seccionalización resulta más compleja, siendo posible únicamente en la oportunidad de la ejecución de las reparaciones capitales del motor.

c) Disminución del voltaje de los circuitos de fuerza a través del cambio de taps de los transformadores reductores.

4) Limitación del trabajo de los motores, en vacío.

Si los intervalos de trabajo en vacío son suficientemente grandes, resulta conveniente desconectar el motor de la red, durante este tiempo.

5) Sustitución de motores asincrónicos por motores sincrónicos.

Debe tenerse presente que ello sólo es posible en aquellos casos en que las condiciones del proceso tecnológico así lo permitan.

6) Elevación de la calidad de la reparación de los motores asincrónicos.

Durante la ejecución de la reparación de los motores es necesario conservar exactamente los datos nominales de éstos. En caso contrario, de la reparación pueden ser obtenidos motores con requerimientos mayores de potencia reactiva, con un gran desbalance entre fases, con mayores corrientes en vacío, con un considerable cambio de los datos de los devanados originales y con otros serios defectos que pueden conducir al incremento de las pérdidas de energía y al empeoramiento del FP natural de la instalación.

7) Sustitución de los transformadores subcargados.

En la elevación del FP natural pueden ser alcanzados grandes éxitos a través de la racionalización del trabajo de los transformadores, logrado con la sustitución y reagrupación de estos, así como, la desconexión de algunos durante las horas de menor carga.

Si con estas medidas se reduce el consumo de potencia reactiva y se disminuyen las pérdidas de potencia activa, entonces su ejecución será incuestionablemente de gran utilidad.

1.2.13 Cláusula del factor de potencia ($\cos\phi$).

El suministro de energía eléctrica, para el racional funcionamiento del Sistema Electroenergético Nacional debe ser con un factor de potencia ($\cos\phi$) de 0.90 o mayor, ya que valores menores del $\cos\phi$ implican gastos innecesarios de energía reactiva por las líneas del Sistema Electroenergético Nacional, provocando pérdidas eléctricas en las redes. [MFP 2011]

Método de valoración del factor de potencia ($\cos\phi$):

Es el resultado de la división de la energía activa (kWh) por la energía aparente (kVArh) o reactiva, medidas en un período de tiempo mayor de 24 horas o hasta el período de facturación, según la fórmula siguiente:

$$\text{Factor de Potencia} = \cos \phi = \left(\tan^{-1} \frac{\text{kVArh}}{\text{kWh}} \right) \quad (1.1)$$

En caso que el servicio no tenga instalado equipo de medición de energía reactiva, se tomará como factor de potencia del mismo el promedio resultante de mediciones realizadas durante 24 horas como mínimo. [MFP 2011]

Para factores de potencia superiores a 0,92 el cliente será bonificado. La bonificación será el importe que resulte de multiplicar la facturación normal (sin incluir penalizaciones por incumplimiento de la demanda contratada) por 0.92 y dividir este producto por el factor de potencia real del período, hasta un valor máximo de 0,96. [MFP 2011]

Para factores de potencia inferiores a 0,90 el cliente será penalizado. La penalización será el importe que resulte de multiplicar la facturación normal (sin incluir penalizaciones por

incumplimiento de la demanda contratada), por 0.90 y dividir este producto por el Factor de Potencia real del período. [MFP 2011]

$$\text{Penalización} = \frac{\text{Facturación normal} * (0.9 - \text{F. Pot. Real})}{\text{F. Pot. Real}}$$

$$\text{Bonificación} = \frac{\text{Facturación normal} * (0.92 - \text{F. Pot. Real})}{\text{F. Pot. Real}}$$

- ✚ Se penalizará con un factor de potencia menor de 0.90.
- ✚ Entre 0.90 y 0.92, no habrá penalización ni bonificación, quedando la factura sin variación.
- ✚ Se bonificará con un factor de potencia de 0.92 hasta 0.96.
- ✚ Cuando el factor de potencia sea mayor de 0.96, la bonificación se calculará utilizando el valor del factor de potencia hasta 0.96.

1.2.14 Cláusula de ajuste por variación del precio de los combustibles.

Factor K: Se expresa como un coeficiente cuyo valor refleja la proporción en que varía el promedio ponderado de los precios de todos los combustibles usados en la generación, así como por la estructura de los volúmenes y tipos de combustibles utilizados en la generación, y se modificará según el resuelvo SEGUNDO de la presente Resolución. [MFP 2011]

Se aplica a todo tipo de tarifa que así lo estipule, independientemente de la moneda de pago establecida por el Ministerio de Economía y Planificación. [MFP 2011]

A continuación, se muestra la fórmula que se aplica para el cálculo del Factor K:

Se aplicará multiplicando el importe del Cargo Variable por el factor de ajuste de variación del precio del combustible (K), que se define: [MFP 2011]

$$K = \frac{\text{Precio promedio interno, ponderado, de los combustibles, mensual, (CUP/ton)}}{\text{Precio promedio ponderado de los combustible, como base de la tarifa} \left(\frac{95 \text{CUP}}{\text{ton}} \right)}$$

(1.2)

Dónde:

El Precio ponderado del combustible del mes se determina por la siguiente fórmula:

(1.3)

$$\frac{\text{PFO} \times \text{Consumo FO} + \text{PC} \times \text{Consumo C} + \text{PGO} \times \text{Consumo GO}}{\text{Consumo FO} + \text{Consumo C} + \text{Consumo GO}}$$

Dónde:

PFO – Precio promedio de Fuel-Oíl del mes

PC – Precio promedio de Crudo del mes

PGO – Precio promedio de Gas-Oíl (Diésel) del mes

Consumo FO – Consumo Real de Fuel-Oíl del mes

Consumo C – Consumo Real de Crudo del mes

Consumo GO – Consumo Real de Gas-Oíl (Diésel) del mes

El precio ponderado de los combustibles antes mencionados, base de la tarifa es de 95,00 CUP/ton o CUC/ton. El cálculo del factor K se hará con 4 decimales. [MFP 2011]

CAPÍTULO II: CARACTERIZACIÓN DEL SERVICIO ELÉCTRICO DE CARPINTERÍA LA SIERRA.

2.1. Características generales del servicio eléctrico.

La carpintería La Sierra cuenta con un servicio eléctrico, suministrados por la Empresa Eléctrica de Matanzas, brinda energía eléctrica a la carpintería como tal. El mismo cuenta con un banco trifásico compuesto por dos transformadores monofásicos con una conexión delta abierta con una capacidad de 15 kVA que en total hacen 30kVA instalados (Ver Anexo 2).

2.2 Levantamiento de las cargas del servicio.

| <i>Equipo Eléctrico</i> | <i>No.</i> | <i>Tipo de Corriente</i> | <i>Potencia (kW)</i> | <i>Voltaje (V)</i> | <i>Tiempo de trabajo (h)</i> | <i>Consumo mensual (kWh)</i> |
|---------------------------|------------|--------------------------|----------------------|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Lámpara | 6 | monofásico | 0.02 | 110 | 192 | 23.04 |
| Lijadora SL-120 | 1 | trifásica | 2.2 | 220 | 120 | 264 |
| Trompo | 1 | trifásica | 4 | 220 | 120 | 480 |
| Cepillo calibrador | 1 | trifásica | 4 | 220 | 96 | 384 |
| Plana | 1 | trifásica | 4 | 220 | 144 | 576 |
| Ranuradora | 1 | trifásica | 2.2 | 220 | 72 | 158.4 |
| Sierra de cinta | 1 | monofásica | 2.2 | 220 | 120 | 264 |
| Escopliadora | 1 | trifásica | 2.5 | 220 | 144 | 360 |
| Sinfin | 1 | trifásica | 2.2 | 220 | 120 | 264 |
| Taladro | 1 | trifásica | 3 | 220 | 144 | 432 |
| Torno | 1 | trifásica | 2.2 | 220 | 120 | 264 |

CAPÍTULO III ANÁLISIS DE LAS FACTURAS EMITIDAS POR LA UNE AL SERVICIO ELÉCTRICO DE LA CARPINTERÍA LA SIERRA EN EL AÑO 2020.

Las tablas que a continuación se muestran ofrecen un resumen del año 2020. En la misma se puede observar el comportamiento de una serie de parámetros como son: el factor de potencia, la demanda máxima contratada y la registrada, el consumo de energía en los diferentes horarios (Madrugada, Día, Pico), así como los importes que generan los mismos, el consumo reactivo (kVArh).

3.1 Análisis de las facturas

La tarifa no residencial aplicada al servicio de la carpintería La Sierra es la M-1A, de media tensión. Para realizar cualquier análisis de ahorro de energía eléctrica en un servicio dado, es necesario conocer los diferentes términos que aparecen en la misma, para poder identificar los puntos sobre los que podemos actuar para reducirlos. Además de los consumos y costos totales es necesario conocer el comportamiento de otros parámetros que son brindados por las facturas de cobro de energía eléctrica, como:

1. Consumo horario de madrugada: Es el consumo de energía activa (kWh) en el período de 9:00 PM – 6:00 AM.
2. Consumo de horario día: Es el consumo de energía activa (kWh) en el período de 6:00 AM – 5:00 PM.
3. Consumo de horario pico: Es el consumo de energía activa (kWh) en el período de 5:00 PM – 9:00 PM.

A continuación se muestra un resumen de las facturas mensuales de consumo eléctrico emitidas por la UNE.

Tabla 3.1 Resumen de las facturas de energía eléctrica del servicio.

| AÑO 2020 | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio |
|--|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Madrugada (kWh) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Día (kWh) | 35 | 52 | 62 | 22 | 40 | 62 |
| Pico (kWh) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pérdidas de transformación (kWh) | 125 | 125 | 117 | 125 | 121 | 124 |
| Total (kWh) | 160 | 177 | 179 | 147 | 151 | 187 |
| Madrugada (CUP) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Día (CUP) | 3.89 | 8.09 | 10.18 | 3.36 | 6.32 | 9.94 |
| Pico (CUP) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pérdida de transformador (CUP) | 13.89 | 19.45 | 19.21 | 19.09 | 19.12 | 20.04 |
| Reactivo (kVAr) | 80 | 83 | 98 | 54 | 68 | 91 |
| Factor de Potencia | 0.40 | 0.53 | 0.53 | 0.38 | 0.51 | 0.56 |
| Bonificación o Penalización (CUP) | 197.23 | 116.96 | 118.25 | 222.30 | 126.51 | 103.20 |
| Demanda Contratada (kW) | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

| | | | | | | |
|---------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Demanda Registrada (kW) | 3 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 |
| Factor Combustible (K) | 1.9549 | 3.8002 | 4.1585 | 3.6813 | 3.9040 | 3,9985 |
| Importe Cargo Fijo (CUP) | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 |
| Importe Total (CUP) | 355.1 | 284.50 | 287.64 | 384.75 | 291.95 | 273.18 |

Tabla 3.2 Resumen de las facturas de energía eléctrica del servicio.

| AÑO 2020 | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|---------------------------------------|--------------|---------------|-------------------|----------------|------------------|------------------|
| Madrugada (kWh) | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Día (kWh) | 38 | 159 | 29 | 68 | 172 | 58 |
| Pico (kWh) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pérdida de transformador (kWh) | 121 | 125 | 125 | 121 | 125 | 121 |
| Total (kWh) | 162 | 285 | 154 | 189 | 297 | 179 |
| Madrugada (CUP) | 0.19 | 0.09 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | |
|--|---------------|---------------|---------------|--------------------------|---------------|---------------|
| Día (CUP) | 4.12 | 17.51 | 3.31 | 7.63 | 19.56 | 6.59 |
| Pico (CUP) | 0.15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pérdida de transformador (CUP) | 13.16 | 13.75 | 14.27 | 13.58 | 14.21 | 13.75 |
| Reactivo (kVAr) | 54 | 296 | 52 | 93 | 336 | 122 |
| Factor de Potencia | 0.60 | 0.48 | 0.49 | 0.59 | 0.46 | 0.43 |
| Bonificación o Penalización (CUP) | 78.81 | 149.93 | 131.85 | 84.70 | 166.21 | 175.26 |
| Demanda Contratada (kW) | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Demanda Registrada (kW) | 7 | 5 | 2 | 8 | 4 | 3 |
| Demanda Registrada (CUP) | 0.00 | 0,00 | 0.00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Factor Combustible (K) | 1.8448 | 1.9139 | 2.0841 | 2.001 5 | 2.0633 | 2.0597 |
| Importe Cargo Fijo (CUP) | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 |
| Importe Total (CUP) | 236.43 | 321.28 | 289.43 | 245.9 1 | 339.98 | 335.60 |

3.2 Cálculo de las facturas mensuales de la carpintería La Sierra emitidas por la Empresa Eléctrica

Enero:

Horario pico:

$(0,0481 \text{ CUP/kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo pico en kWh}$

$(0,0481 \text{ CUP/kWh} * 1.9549 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 0 \text{ kWh}$

Importe en el horario pico = 0.00 CUP

Horario del día:

$(0,0241 \text{ CUP/kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo día en kWh}$

$(0,0241 \text{ CUP/kWh} * 1.9549 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 35 \text{ kWh}$

Importe en el horario del día = 3.89CUP

Horario de la madrugada:

$(0,0161 \text{ CUP /kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo madrugada en kWh}$

$(0,0161 \text{ CUP/kWh} * 1.9549 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 0 \text{ kWh}$

Importe en el horario de la madrugada = 0.00 CUP

Importe Cargo Variable (ICV) = Importe en el horario pico + Importe en el horario del día + Importe en el horario de la madrugada.

Importe Cargo Variable (ICV) = 3.89CUP

Importe Cargo Fijo (ICF) = $\text{Pr}_{cf} * \text{Demanda Contratada} = 7,00\text{CUP} * 20 =$

140.00CUP

IPERD = 13.89CUP

Importe Facturación Normal (IFN) = $\text{ICF} + \text{ICV} + \text{IPERD} = 140 + 3.89 + 13.89$

IFN = 157.78CUP

Importe Factor de Potencia (IFP) = $\text{IFN} * (\text{fp norma} / \text{fp real} - 1)$

$\text{fp real} = 0.40$

$\text{fp norma} = 0.90$

IFP = $157.78 * (1,00/ 0.40 - 1) = 197.23\text{CUP}$

Importe Total (IT) = IFN + IFP = 157.78 + 197.23= 355.01CUP

Febrero:

Horario pico:

$(0,0481 \text{ CUP/kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo pico en kWh}$

$(0,0481 \text{ CUP/kWh} * 3.8002 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 0 \text{ kWh}$

Importe en el horario pico = 0.00CUP

Horario del día:

$(0,0241 \text{ CUP/kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo día en kWh}$

$(0,0241 \text{ CUP/kWh} * 3.8002 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 52 \text{ kWh}$

Importe en el horario del día = 8.09 CUP

Horario de la madrugada:

$(0,0161 \text{ CUP/kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo madrugada en kWh}$

$(0,0161 \text{ CUP/kWh} * 3.8002 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 0 \text{ kWh}$

Importe en el horario de la madrugada = 0.00CUP

Importe Cargo Variable (ICV) = Importe en el horario pico + Importe en el horario del día + Importe en el horario de la madrugada.

Importe Cargo Variable (ICV) = 8.09 CUP

Importe Cargo Fijo (ICF) = Prcf * Demanda Contratada = 7,00 * 20 =140.00CUP

IPERD = 19.45CUP

Importe Facturación Normal (IFN) = ICF + ICV + IPERD = 140 + 8.09 + 19.45

IFN = 167.54CUP

Importe Factor de Potencia (IFP) = IFN * (fp norma / fp real - 1)

fp real = 0.53

fp norma = 0.90

IFP = 167.54 * (0.90/ 0.53 - 1) = 116.96 CUP

Importe Total (IT) = IFN + IFP = 167.54+ 116.96= 284.50CUP

Marzo:

Horario pico:

(0,0481 CUP /kWh * K + 0,064 CUP /kWh) * Consumo pico en kWh

(0,0481 CUP /kWh * 4.1585 + 0,064 CUP /kWh) * 0 kWh

Importe en el horario pico = 0.00 CUP

Horario del día:

(0,0241 CUP /kWh * K + 0,064 CUP /kWh) * Consumo día en kWh

(0,0241 CUP /kWh * 4.1585+ 0,064 CUP /kWh) * 62 kWh

Importe en el horario del día = 10.18CUP

Horario de la madrugada:

(0,0161 CUP /kWh * K + 0,064 CUP /kWh) * Consumo madrugada en kWh

(0,0161 CUP /kWh * 4.1585 + 0,064 CUP /kWh) * 0 kWh

Importe en el horario de la madrugada = 0.00CUP

Importe Cargo Variable (ICV) = Importe en el horario pico + Importe en el horario del día + Importe en el horario de la madrugada.

Importe Cargo Variable (ICV) = 10.18CUP

Importe Cargo Fijo (ICF) = Prcf * Demanda Contratada = 7,00 * 20 = 140.00CUP

IPERD = 19.21CUP

Importe Facturación Normal (IFN) = ICF + ICV + IPERD = 140 + 10.18 + 19.21

IFN = 169.39 CUP

Importe Factor de Potencia (IFP) = IFN * (fp norma / fp real - 1)

fp real = 0.53

fp norma = 0.90

IFP = 169.39 * (0.90/ 0.53 - 1) = 118.25CUP

Importe Total (IT) = IFN + IFP = 169.39+ 118.25= 287.64 CUP

Abril:

Horario pico:

(0,0481 CUP /kWh * K + 0,064 CUP /kWh) * Consumo pico en kWh

(0,0481 CUP /kWh * 3.6813 + 0,064 CUP /kWh) * 0 kWh

Importe en el horario pico = 0.00 CUP

Horario del día:

(0,0241 CUP /kWh * K + 0,064 CUP /kWh) * Consumo día en kWh

(0,0241 CUP /kWh * 3.6813+ 0,064 CUP /kWh) * 22 kWh

Importe en el horario del día = 3.36CUP

Horario de la madrugada:

(0,0161 CUP /kWh * K + 0,064 CUP /kWh) * Consumo madrugada en kWh

(0,0161 CUP /kWh * 3.6813 + 0,064 CUP /kWh) * 0 kWh

Importe en el horario de la madrugada = 0.00CUP

Importe Cargo Variable (ICV) = Importe en el horario pico + Importe en el horario del día + Importe en el horario de la madrugada.

Importe Cargo Variable (ICV) = 3.36 CUP

Importe Cargo Fijo (ICF) = $\text{Prct} * \text{Demanda Contratada} = 7,00 * 20 = 140.00 \text{ CUP}$

IPERD = 19.09 CUP

Importe Facturación Normal (IFN) = $\text{ICF} + \text{ICV} + \text{IPERD} = 140 + 3.36 + 19.09$

IFN = 162.45 CUP

Importe Factor de Potencia (IFP) = $\text{IFN} * (\text{fp norma} / \text{fp real} - 1)$

fp real = 0.38

fp norma = 0.90

IFP = $162.45 * (0.90 / 0.38 - 1) = 222.30 \text{ CUP}$

Importe Total (IT) = $\text{IFN} + \text{IFP} = 162.45 + 222.30 = 384.75 \text{ CUP}$

Mayo:

Horario pico:

$(0,0481 \text{ CUP} / \text{kWh} * K + 0,064 \text{ CUP} / \text{kWh}) * \text{Consumo pico en kWh}$

$(0,0481 \text{ CUP} / \text{kWh} * 3.9040 + 0,064 \text{ CUP} / \text{kWh}) * 0 \text{ kWh}$

Importe en el horario pico = 0.00 CUP

Horario del día:

$(0,0241 \text{ CUP} / \text{kWh} * K + 0,064 \text{ CUP} / \text{kWh}) * \text{Consumo día en kWh}$

$(0,0241 \text{ CUP} / \text{kWh} * 3.9040 + 0,064 \text{ CUP} / \text{kWh}) * 40 \text{ kWh}$

Importe en el horario del día = 6.32 CUP

Horario de la madrugada:

$(0,0161 \text{ CUP /kWh} * K + 0,064 \text{ CUP /kWh}) * \text{Consumo madrugada en kWh}$

$(0,0161 \text{ CUP /kWh} * 3.9040 + 0,064 \text{ CUP /kWh}) * 0 \text{ kWh}$

Importe en el horario de la madrugada = 0.00 CUP

Importe Cargo Variable (ICV) = Importe en el horario pico + Importe en el horario del día + Importe en el horario de la madrugada.

Importe Cargo Variable (ICV) = 6.32CUP

Importe Cargo Fijo (ICF) = $\text{Prct} * \text{Demanda Contratada} = 7,00 * 20 = \mathbf{140.00CUP}$

IPERD = 19.12CUP

Importe Facturación Normal (IFN) = $\text{ICF} + \text{ICV} + \text{IPERD} = 140 + 6.32 + 19.12$

IFN = 165.44CUP

Importe Factor de Potencia (IFP) = $\text{IFN} * (\text{fp norma} / \text{fp real} - 1)$

$\text{fp real} = 0.51$

$\text{fp norma} = 0.90$

IFP = $165.44 * (0.90/ 0.51 - 1) = \mathbf{126.51CUP}$

Importe Total (IT) = $\text{IFN} + \text{IFP} = 165.44 + 126.51 = \mathbf{291.95CUP}$

Junio:

Horario pico:

$(0,0481 \text{ CUP/kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo pico en kWh}$

$(0,0481 \text{ CUP/kWh} * 3.9985 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 0 \text{ kWh}$

Importe en el horario pico = 0.00CUP

Horario del día:

$(0,0241 \text{ CUP/kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo día en kWh}$

$(0,0241 \text{ CUP/kWh} * 3.9985 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 62 \text{ kWh}$

Importe en el horario del día = 9.94CUP

Horario de la madrugada:

$(0,0161 \text{ CUP/kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo madrugada en kWh}$

$(0,0161 \text{ CUP/kWh} * 3.9985 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 0 \text{ kWh}$

Importe en el horario de la madrugada = 0.00CUP

Importe Cargo Variable (ICV) = Importe en el horario pico + Importe en el horario del día + Importe en el horario de la madrugada.

Importe Cargo Variable (ICV) = 9.94CUP

Importe Cargo Fijo (ICF) = $\text{Pr}_{cf} * \text{Demanda Contratada} = 7,00 * 20 = 140.00\text{CUP}$

IPERD = 20.04CUP

Importe Facturación Normal (IFN) = $\text{ICF} + \text{ICV} + \text{IPERD} = 140 + 9.94 + 20.04$

IFN = 169.98CUP

Importe Factor de Potencia (IFP) = $\text{IFN} * (\text{fp norma} / \text{fp real} - 1)$

$\text{fp real} = 0.56$

$\text{fp norma} = 0.90$

IFP = $169.98 * (0.90 / 0.56 - 1) = 103.20\text{CUP}$

Importe Total (IT) = $\text{IFN} + \text{IFP} = 169.98 + 103.20 = 273.18\text{CUP}$

Julio:

Horario pico:

$(0,0481 \text{ CUP/kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo pico en kWh}$

$(0,0481 \text{ CUP/kWh} * 1.8448 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 1 \text{ kWh}$

Importe en el horario pico = 0.15CUP

Horario del día:

$(0,0241 \text{ CUP/kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo día en kWh}$

$(0,0241 \text{ CUP/kWh} * 1.8448 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 38 \text{ kWh}$

Importe en el horario del día = 4.12CUP

Horario de la madrugada:

$(0,0161 \text{ CUP/kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo madrugada en kWh}$

$(0,0161 \text{ CUP/kWh} * 1.8448 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 2 \text{ kWh}$

Importe en el horario de la madrugada = 0.19CUP

Importe Cargo Variable (ICV) = Importe en el horario pico + Importe en el horario del día + Importe en el horario de la madrugada.

Importe Cargo Variable (ICV) = 4.46CUP

Importe Cargo Fijo (ICF) = $\text{Pr}_{cf} * \text{Demanda Contratada} = 7,00 * 20 = 140.00\text{CUP}$

IPERD = 13.16CUP

Importe Facturación Normal (IFN) = $\text{ICF} + \text{ICV} + \text{IPERD} = 140 + 4.46 + 13.16$

IFN = 157.62CUP

Importe Factor de Potencia (IFP) = $\text{IFN} * (\text{fp norma} / \text{fp real} - 1)$

$\text{fp real} = 0.60$

$\text{fp norma} = 0.90$

IFP = $157.62 * (0.90 / 0.60 - 1) = 78.81\text{CUP}$

Importe Total (IT) = IFN + IFP = 157.62+ 78.81= 236.43CUP

Agosto:

Horario pico:

$(0,0481 \text{ CUP/kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo pico en kWh}$

$(0,0481 \text{ CUP/kWh} * 1.9139 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 0 \text{ kWh}$

Importe en el horario pico = 0.00CUP

Horario del día:

$(0,0241 \text{ CUP/kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo día en kWh}$

$(0,0241 \text{ CUP/kWh} * 1.9139 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 159 \text{ kWh}$

Importe en el horario del día = 17.51CUP

Horario de la madrugada:

$(0,0161 \text{ CUP/kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo madrugada en kWh}$

$(0,0161 \text{ CUP/kWh} * 19139 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 1 \text{ kWh}$

Importe en el horario de la madrugada = 0.09CUP

Importe Cargo Variable (ICV) = Importe en el horario pico + Importe en el horario del día + Importe en el horario de la madrugada.

Importe Cargo Variable (ICV) = 17.60CUP

Importe Cargo Fijo (ICF) = Prcf * Demanda Contratada = 7,00 * 20 = 140.00CUP

IPERD = 13.75CUP

Importe Facturación Normal (IFN) = ICF + ICV + IPERD = 140 + 17.60 + 13.75

IFN = 171.35CUP

Importe Factor de Potencia (IFP) = IFN * (fp norma / fp real - 1)

fp real = 0.48

fp norma = 0.90

IFP = 171.35 * (0.90/ 0.48 - 1) = 149.93CUP

Importe Total (IT) = IFN + IFP = 171.35+ 149.93= 321.28CUP

Septiembre:

Horario pico:

(0,0481 CUP/kWh * K + 0,064 CUP/kWh) * Consumo pico en kWh

(0,0481 CUP/kWh * 2.0841 + 0,064 CUP/kWh) * 0 kWh

Importe en el horario pico = 0.00CUP

Horario del día:

(0,0241 CUP/kWh * K + 0,064 CUP/kWh) * Consumo día en kWh

(0,0241 CUP/kWh * 2.0841+ 0,064 CUP/kWh) * 29 kWh

Importe en el horario del día = 3.31CUP

Horario de la madrugada:

(0,0161 CUP/kWh * K + 0,064 CUP/kWh) * Consumo madrugada en kWh

(0,0161 CUP/kWh * 2.0841 + 0,064 CUP/kWh) * 0 kWh

Importe en el horario de la madrugada = 0.00CUP

Importe Cargo Variable (ICV) = Importe en el horario pico + Importe en el horario del día + Importe en el horario de la madrugada.

Importe Cargo Variable (ICV) = 3.31CUP

Importe Cargo Fijo (ICF) = Prcf * Demanda Contratada = 7,00 * 20 = 140.00CUP

$$\text{IPERD} = 14.27\text{CUP}$$

$$\text{Importe Facturación Normal (IFN)} = \text{ICF} + \text{ICV} + \text{IPERD} = 140 + 3.31 + 14.27$$

$$\text{IFN} = 157.58\text{CUP}$$

$$\text{Importe Factor de Potencia (IFP)} = \text{IFN} * (\text{fp norma} / \text{fp real} - 1)$$

$$\text{fp real} = 0.49$$

$$\text{fp norma} = 0.90$$

$$\text{IFP} = 157.58 * (0.90 / 0.49 - 1) = 131.85\text{CUP}$$

$$\text{Importe Total (IT)} = \text{IFN} + \text{IFP} = 157.58 + 131.85 = 289.43\text{CUP}$$

Octubre:

Horario pico:

$$(0,0481 \text{ CUP/kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo pico en kWh}$$

$$(0,0481 \text{ CUP/kWh} * 2.0015 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 0 \text{ kWh}$$

$$\text{Importe en el horario pico} = 0.00\text{CUP}$$

Horario del día:

$$(0,0241 \text{ CUP/kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo día en kWh}$$

$$(0,0241 \text{ CUP/kWh} * 2.0015 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 68 \text{ kWh}$$

$$\text{Importe en el horario del día} = 7.63\text{CUP}$$

Horario de la madrugada:

$$(0,0161 \text{ CUP/kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo madrugada en kWh}$$

$$(0,0161 \text{ CUP/kWh} * 2.0015 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 0 \text{ kWh}$$

$$\text{Importe en el horario de la madrugada} = 0.00\text{CUP}$$

Importe Cargo Variable (ICV) = Importe en el horario pico + Importe en el horario del día + Importe en el horario de la madrugada.

Importe Cargo Variable (ICV) = 7.63CUP

Importe Cargo Fijo (ICF) = Prcf * Demanda Contratada = 7,00 * 20 = **140.00CUP**

IPERD = 13.58CUP

Importe Facturación Normal (IFN) = ICF + ICV + IPERD = 140 + 7.63 + 13.58

IFN = 161.21CUP

Importe Factor de Potencia (IFP) = IFN * (fp norma / fp real - 1)

fp real = 0.59

fp norma = 0.90

IFP = 161.21 * (0.90/ 0.59 - 1) =84.70CUP

Importe Total (IT) = IFN + IFP = 161.21+ 84.70= **245.91CUP**

Noviembre:

Horario pico:

(0,0481 CUP/kWh * K + 0,064 CUP/kWh) * Consumo pico en kWh

(0,0481 CUP/kWh * 2.0633 + 0,064 CUP/kWh) * 0 kWh

Importe en el horario pico = 0.00CUP

Horario del día:

(0,0241 CUP/kWh * K + 0,064 CUP/kWh) * Consumo día en kWh

(0,0241 CUP/kWh * 2.0633+ 0,064 CUP/kWh) * 172 kWh

Importe en el horario del día = 19.56CUP

Horario de la madrugada:

$(0,0161 \text{ CUP/kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo madrugada en kWh}$

$(0,0161 \text{ CUP/kWh} * 2.0633 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 0 \text{ kWh}$

Importe en el horario de la madrugada = 0.00CUP

Importe Cargo Variable (ICV) = Importe en el horario pico + Importe en el horario del día + Importe en el horario de la madrugada.

Importe Cargo Variable (ICV) = 19.56CUP

Importe Cargo Fijo (ICF) = $\text{Prcf} * \text{Demanda Contratada} = 7,00 * 20 = 140.00\text{CUP}$

IPERD = 14.21CUP

Importe Facturación Normal (IFN) = $\text{ICF} + \text{ICV} + \text{IPERD} = 140 + 19.56 + 14.21$

IFN = 173.77CUP

Importe Factor de Potencia (IFP) = $\text{IFN} * (\text{fp norma} / \text{fp real} - 1)$

$\text{fp real} = 0.46$

$\text{fp norma} = 0.90$

IFP = $173.77 * (0.90 / 0.46 - 1) = 166.21\text{CUP}$

Importe Total (IT) = $\text{IFN} + \text{IFP} = 173.77 + 166.21 = 339.98\text{CUP}$

Diciembre:

Horario pico:

$(0,0481 \text{ CUP/kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo pico en kWh}$

$(0,0481 \text{ CUP/kWh} * 2.0597 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 0 \text{ kWh}$

Importe en el horario pico = 0.00CUP

Horario del día:

$(0,0241 \text{ CUP/kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo día en kWh}$

$(0,0241 \text{ CUP/kWh} * 2.0597 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 58 \text{ kWh}$

Importe en el horario del día = 6.59CUP

Horario de la madrugada:

$(0,0161 \text{ CUP/kWh} * K + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * \text{Consumo madrugada en kWh}$

$(0,0161 \text{ CUP/kWh} * 2.0597 + 0,064 \text{ CUP/kWh}) * 0 \text{ kWh}$

Importe en el horario de la madrugada = 0.00CUP

Importe Cargo Variable (ICV) = Importe en el horario pico + Importe en el horario del día + Importe en el horario de la madrugada.

Importe Cargo Variable (ICV) = \$ 6.59

Importe Cargo Fijo (ICF) = $\text{Prct} * \text{Demanda Contratada} = 7,00 * 20 = 140.00\text{CUP}$

IPERD = \$ 13.75

Importe Facturación Normal (IFN) = $\text{ICF} + \text{ICV} + \text{IPERD} = 140 + 6.59 + 13.75$

IFN = \$ 160.34

Importe Factor de Potencia (IFP) = $\text{IFN} * (\text{fp norma} / \text{fp real} - 1)$

$\text{fp real} = 0.43$

$\text{fp norma} = 0.90$

IFP = $160.34 * (0.90 / 0.43 - 1) = 175.26\text{CUP}$

Importe Total (IT) = $\text{IFN} + \text{IFP} = 160.34 + 175.26 = 335.60 \text{ CUP}$

3.3 Análisis de la demanda máxima contratada

La carpintería La Sierra tiene una demanda contratada de 20kW y al calcular la demanda registrada por la carpintería La Sierra, la misma paga mensual por esa demanda:

$$\text{Precio} - 7.00 \text{ CUP} * 20\text{kW} = 140.00 \text{ CUP}$$

$$\text{Annual} - 140.00 \text{ CUP} * 12 \text{ meses} = 1680.00 \text{ CUP}$$

Demanda registrada por la carpintería La Sierra:

$$\text{Dem (promedio)} = \frac{3+5+4+5+4+5+7+5+2+8+4+3}{12}$$

$$12$$

$$\text{Dem (promedio)} = 4.58\text{kW}$$

Por lo que se propone cambiar la demanda máxima contratada a 10 kW

$$\text{Precio} - 7.00 \text{ CUP} * 10\text{kW} = 70.00 \text{ CUP}$$

$$\text{Anual} - 70 \text{ CUP} * 12 \text{ meses} = 840.00 \text{ CUP}$$

$$\text{Ahorro mensual} = 140.00 \text{ CUP} - 70.00 \text{ CUP} = 70.00 \text{ CUP}$$

$$\text{Ahorro anual} = 1680.00 \text{ CUP} - 840.00 \text{ CUP} = 840.00 \text{ CUP}$$

A la carpintería La Sierra le reduce los costos a pagar por esa demanda tan grande que tiene y no la registra y aunque sea penalizada en algún mes le es mejor pagar la penalización y los demás meses se ahorra el costo de esta demanda extralimitada.

3.4 Cálculo del factor de potencia por mes:

Enero:

$$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} \text{kVAr/ kWh}) = \text{Factor de Potencia}$$

$$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} 80/35)$$

$$\text{Cos } \varphi = 0.40$$

Febrero:

$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} \text{kVAr/ kWh}) = \text{Factor de Potencia}$

$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} 83/52)$

$\text{Cos } \varphi = 0.53$

Marzo:

$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} \text{kVAr/ kWh}) = \text{Factor de Potencia}$

$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} 98/62)$

$\text{Cos } \varphi = 0.53$

Abril:

$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} \text{kVAr/ kWh}) = \text{Factor de Potencia}$

$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} 54/22)$

$\text{Cos } \varphi = 0.38$

Mayo:

$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} \text{kVAr/ kWh}) = \text{Factor de Potencia}$

$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} 68/40)$

$\text{Cos } \varphi = 0.51$

Junio:

$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} \text{kVAr/ kWh}) = \text{Factor de Potencia}$

$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} 91/62)$

$\text{Cos } \varphi = 0.56$

Julio:

$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} \text{kVAr/ kWh}) = \text{Factor de Potencia}$

$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} 54/41)$

$\text{Cos } \varphi = 0.60$

Agosto:

$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} \text{kVAr/ kWh}) = \text{Factor de Potencia}$

$$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} 296/160)$$

$$\text{Cos } \varphi = 0.48$$

Septiembre:

$$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} \text{kVAr/ kWh}) = \text{Factor de Potencia}$$

$$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} 52/29)$$

$$\text{Cos } \varphi = 0.49$$

Octubre:

$$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} \text{kVAr/ kWh}) = \text{Factor de Potencia}$$

$$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} 93/68)$$

$$\text{Cos } \varphi = 0.59$$

Noviembre:

$$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} \text{kVAr/ kWh}) = \text{Factor de Potencia}$$

$$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} 336/172)$$

$$\text{Cos } \varphi = 0.46$$

Diciembre:

$$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} \text{kVAr/ kWh}) = \text{Factor de Potencia}$$

$$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} 122/58)$$

$$\text{Cos } \varphi = 0.43$$

3.5 Cálculo del factor de potencia del año:

$$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} \text{kVAr (promedio) / kWh (Promedio)}) = \text{Factor de Potencia}$$

$$\text{Cos } \varphi = \cos (\text{Tan}^{-1} 118.9/66.75)$$

$$\text{Cos } \varphi = 0.48$$

La carpintería La Sierra tiene un bajo factor de potencia debido al exceso de cargas inductivas (motores), por su efecto inductivo provoca un factor de potencia en retraso.

3.6 Cálculo de banco de condensadores para mejorar el factor de potencia

Proponemos realizar un acomodo de las cargas de la carpintería logrando así mejorar este factor de potencia de no ser así proponemos colocar un banco de condensadores con las siguientes características

$$\Phi_1 = \cos^{-1}(0.48)$$

$$\Phi_1 = 61.3145$$

$$Q_c = P * (\tan\phi_1 - \tan\phi_2)$$

$$Q_c = 8 * (\tan 61.31 - \tan 16.26)$$

$$Q_c = 12.28 \text{ kVAR}$$

$$\Phi_2 = \cos^{-1}(0.96)$$

$$\Phi_2 = 16.2602$$

3.7 Cálculo de la pérdida de transformador por mes:

$$PT = \text{clave activo} * \text{consumo (kWh)}$$

Enero:

$$PT = 3.5714 * 35 = 125 \text{ kWh}$$

Febrero:

$$PT = 2.4038 * 52 = 125 \text{ kWh}$$

Marzo:

$$PT=1.8871*62=117\text{kWh}$$

Abril:

$$PT=5.6818*22=125\text{kWh}$$

Mayo:

$$PT=3.0256*40=121\text{kWh}$$

Junio:

$$PT=2.0161*62=125\text{kWh}$$

Julio:

$$PT=2.9512*41=121\text{kWh}$$

Agosto:

$$PT=0.7813*160=125\text{kWh}$$

Septiembre:

$$PT=4.3103*29=125\text{kWh}$$

Octubre:

$$PT=1.7794*68=121\text{kWh}$$

Noviembre:

$$PT=0.7267*172=125\text{kWh}$$

Diciembre:

$$PT=2.0862*58=121\text{kWh}$$

3.8 CALCULANDO LAS PÉRDIDAS TOTALES DE LOS TRANSFORMADORES

Si $k_c > 70\%$ no hacer nada está bien

Si $k_c < 70\%$ seguir al paso siguiente

$$K_c = S_r / S_n$$

$S_r = \text{kW-H promedio mensual} / (\cos\phi * \text{número de horas de trabajo})$

$$S_r = 189.75\text{kWh} / (0.48 * 8\text{horas} * 24\text{días})$$

$$S_r = 2.06\text{kW}$$

$$\text{kW-h promedio mensual} = \frac{160+177+179+147+161+187+162+285+154+189+297+179}{12\text{meses}}$$

$$\text{kW-h promedio mensual} = 189.75 \text{ kWh}$$

$$K_c = S_r / S_n$$

$$K_c = 2.06\text{kW} / 30$$

$$K_c = 0.06 * 100\%$$

$$K_c = 6\%$$

$$\Delta P_{\text{pot.total}} = \Delta P_{\text{núcleo}} + (\Delta P_{\text{cobre}}) K_c^2$$

$$\Delta P_{\text{núcleo}} = \Delta P_{\text{núcleo nom. (No horas instaladas al año)}}$$

$$\Delta P_{\text{núcleo}} = 0.108 * (24 \text{ horas} * 30 \text{ días} * 12 \text{ meses})$$

$$\Delta P_{\text{núcleo}} = 933.12$$

$$\Delta P_{\text{cobre}} = (\Delta P_{\text{cobre nom. (No horas de trabajo al año)}}$$

$$\Delta P_{\text{cobre}} = 0.702 * (8 \text{ horas} * 24 \text{ días} * 12 \text{ meses})$$

$$\Delta P_{\text{cobre}} = 1617.4$$

$$\Delta P_{\text{pot.total}} = \Delta P_{\text{núcleo}} + (\Delta P_{\text{cobre}}) K_c^2$$

$$\Delta P_{\text{pot.total}} = 933.12 + 1617.4 * (0.06)^2$$

$$\Delta P_{\text{pot.total}} = 938.94$$

3.9 Costo de inversión del banco de condensadores:

Un banco de condensadores automático de 12 kVar tiene un valor de 720 EUR y el costo de su instalación es de 250 CUP.

CONCLUSIONES

A partir del desarrollo de estudio llevado a cabo en la elaboración de esta tesis correspondiente al análisis del factor de potencia de carpintería La Sierra se arriba a las siguientes conclusiones:

- 1- En esta tesis se realizó un análisis del factor de potencia de carpintería La Sierra utilizando las facturas emitidas por la Empresa Eléctrica de Matanzas en el año 2020.
- 2- Se ratifica que el centro utiliza la tarifa M-1A.
- 3- El análisis llevado a cabo en cada una de las facturas entregadas por la Empresa Eléctrica en el año 2020 permitió conocer el consumo en el horario que comprende la madrugada, día y pico.
- 4- Con la realización de una recontracta de la demanda máxima, el centro es capaz de economizar el importe total a pagar en la factura.
- 5- En el proceso de levantamiento de carga desarrollado queda plasmado las diferencias existentes con respecto a análisis de esta índole elaborados con anterioridad.
- 6- De forma general el factor de potencia correspondiente al servicio de carpintería La Sierra es malo , por lo cual se recomienda instalar banco de condensadores para lograr una bonificación mayor

RECOMENDACIONES

Con la culminación del estudio realizado en carpintería La Sierra se presenta a continuación algunas recomendaciones a considerar:

- 1- Instalar banco condensadores con el objetivo de elevar el factor de potencia.
- 2- Realizar recontracta de la demanda máxima contratada para de esta manera alcanzar máxima bonificación y disminuir el importe total de la factura eléctrica.

Referencias Bibliográficas

Amador, M.E., 2006. *Electrotécnia Básica*. Universidad Central de Las Villas. Editorial Pueblo y Educación.

Amador, M.E., 2006. *Problemas resueltos y propuestos. Electrotécnia Básica*. La Habana: Editorial Félix Varela.

Blog de Risoul, (2021). ¿Qué es el Factor de Potencia?

Capella,R. (2000). Corrección Factor de Potencia. España:Publicación Técnica Schneider.

Carretero, P.A. (2012).Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejoras. Madrid, España: Editorial AENOR.

Energía, M. M. U. E. (2014). Manual del Consumidor.

Ley Eléctrica (2013).

Ruffin, Q. G. (2009). Implementación de un Programa de Ahorro de Energía en el Servicio Eléctrico.

ANEXOS

Anexo 1: Pérdidas de hierro y cobre en los transformadores monofásicos.

| Monofásicos | | |
|--------------------|---------------|---------------|
| kVA | Pfe kw | Pcu Kw |
| 5 | 0,0460 | 0,1070 |
| 10 | 0,0650 | 0,1800 |
| 15 | 0,0540 | 0,3510 |
| 25 | 0,1150 | 0,3890 |
| 37,5 | 0,1630 | 0,4870 |
| 50 | 0,1990 | 0,6260 |
| 75 | 0,2690 | 0,8830 |
| 100 | 0,3320 | 1,1850 |
| 167 | 0,4820 | 1,8930 |
| 250 | 0,6600 | 0,2602 |
| 333 | 0,8300 | 3,5870 |

Anexo 2: Transformador 2x15 kVA



Anexo 3: Facturas Eléctricas mensuales del año 2020.



EMPRESA ELÉCTRICA

RECIBO DE PAGO DE ELECTRICIDAD

OBEP Provincial MATANZAS
 Teléfono: 2622-22000 FAX: 2622-22000
 Consecutivo N° 1924
 Facturación 02-01-2021 M399
 Tipo de Consumidor MENOR
 correo-e: clientes@electricas.mtz.cu

| | | |
|---------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Código del Cliente | 8852 | Centro de Pago |
| Control | Ruta Folio Cód. CUC | Cuenta Bancaria 0635821074290917 |
| Colon | 56 0808 0000 | ADECOR |

Identifíquese por este N°. cuando se comunique con nosotros

Nombre y Dirección
 CARPINTERIA LA SIERRA

Para cualquier aclaración o reclamación sobre la facturación de este servicio dirigirse a la OBE Territorial

COLON

Código REEUP 314 1 12

| Tarifa | Clasificación | Alimentación | Nº. Metro Activo | Factor | Nº. Metro React. | Factor |
|--------|---------------|--------------|------------------|--------|------------------|--------|
| MIA | 05 | SIMPLE | 388905325a | 1.0 | 388905325a | 1.0 |

| Clave Activo | Escala | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo (kWh) | Importe (\$) |
|--------------|--------------------|------------------|----------------|---------------|--------------|
| | Cargo fijo | | | | 140.00 |
| 00 | Madrugada | 6 | 6 | 0 | 0.00 |
| 00 | Día | 4596 | 4631 | 35 | 3.89 |
| 00 | Pico | 7 | 7 | 0 | 0.00 |
| 3.5714 | Perd. Transf. | | | 125 | 13.89 |
| | Ajustes | | | 0 | 0.00 |
| | Facturación Normal | | | 160 | 157.78 |

| Factor de Combustible | Demanda Controlada Día (kW) | Demanda Registrada Día (kW) | Demanda Controlada Pico (kW) | Demanda Registrada Pico (kW) | Penalización Día (\$) | Penalización Pico (\$) |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1.9549 | 20 | 3 | 0 | 0 | 0.00 | 0 |
| Clave Reactivo | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo Reactivo (kVAr) | Factor de Potencia | Penalización (\$) | Bonificación (\$) |
| 0 | 7854 | 7934 | 80 | 0.40 | 197.23 | 0.00 |
| | Moneda | MON | | Importe Total a Pagar | | 355.01 |

| Consumo Histórico | | | |
|-------------------|-----|-----|---------|
| Año | Mes | kWh | Importe |
| 2021 | 1 | 160 | 355.01 |
| 2020 | 12 | 179 | 335.00 |
| 2020 | 11 | 297 | 338.96 |
| 2020 | 10 | 189 | 245.91 |
| 2020 | 9 | 154 | 289.43 |

Observaciones:

Su consumo promedio durante los últimos 6 meses ha sido de



EMPRESA ELÉCTRICA

RECIBO DE PAGO DE ELECTRICIDAD

OBEP Provincia MATANZAS
Teléfono: 243023
Correo-e: electricobep@electricas.mta.cu

Consecutivo N°. 1065
Facturación 02-03-2020 14919
Tipo de Consumidor MENOR

Código del Cliente: 8832
Control Ruta Folio Cód. CUC
C/Leon 71 0306 2000

Centro de Pago
Cuenta Bancaria 063282107429017

Identifíquese por este N°. cuando se comunique con nosotros

Nombre y Dirección
CARPINTERIA LA SIERRA

Para cualquier aclaración o reclamación sobre la facturación de este servicio dirigirse a la OBE Territorial

Código REEUP 314112678

Table with 7 columns: Tarifa, Clasificación, Alimentación, N°. Metro Activo, Factor, N°. Metro React., Factor. Values include ITIA, 03, SIMPLE, 388905325, 1.0, 388905325, 1.0

Table with 6 columns: Clave Activo, Escala, Lectura Anterior, Lectura Actual, Consumo (kWh), Importe (\$). Rows include Cargo fijo, Madrugada, Día, Pico, Perd. Transf., Ajustes, and Facturación Normal.

Table with 7 columns: Factor de Combustible, Demanda Contratada Día (kW), Demanda Registrada Día (kW), Demanda Contratada Pico (kW), Demanda Registrada Pico (kW), Penalización Día (\$), Penalización Pico (\$).

Table with 7 columns: Clave Reactivo, Lectura Anterior, Lectura Actual, Consumo Reactivo (kVar), Factor de Potencia, Penalización (\$), Bonificación (\$).

Moneda MN Importe Total a Pagar 294.50

Table with 4 columns: Año, Mes, Consumo Histórico kWh, Importe. Rows for years 2020 and 2019.

Observaciones:

Su consumo promedio durante los últimos 6 meses ha sido de



EMPRESA ELÉCTRICA

RECIBO DE PAGO DE ELECTRICIDAD

OBEP Provincial MATANZAS
 LA COCHINERA NO 70 AYUNTAMIENTO Y SANTA TERESA
 Teléfono: 945088 Fax: 945454
 correo-e: elcomobep@scmts.uns.cu

Consecutivo N°. 1008
 Facturación 02-03-2020 M1533
 Tipo de Consumidor MENOR

Código del Cliente: 8852 Centro de Pago
 Control Ruta Folia, Cód. CUC Cuenta Bancaria 0635821074290017
 Galén S6 0308 0000 ADECOR
 Identifíquese por este N°. cuando se comunique con nosotros

Nombre y Dirección: CARPINTERIA LA SIERRA Para cualquier aclaración o reclamación sobre la facturación de este servicio dirigirse a la OBE Territorial
 Código REEUP: 314 1 12678 COLON

| Tarifa | Clasificación | Alimentación | N°. Metro Activo | Factor | N°. Metro React. | Factor |
|--------|---------------|--------------|------------------|--------|------------------|--------|
| M1A | 05 | SIMPLIX | 328905325a | 1.0. | 368905325a | 1.0. |

| Clave Activo | Escola | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo (kWh) | Importe (\$) |
|--------------|--------------------|------------------|----------------|---------------|--------------|
| | Cargo fijo | | | | 140.00 |
| 00 | Madrugada | 3 | 3 | 0 | 0.00 |
| 00 | Día | 3886 | 3548 | 68 | 10.18 |
| 00 | Pico | 6 | 6 | 0 | 0.00 |
| 1 6671 | Perd. Transf. | | | 117 | 19.21 |
| | Ajustes | | | 0 | 0.00 |
| | Facturación Normal | | | 179 | 169.39 |

| Factor de Combustible | Demanda Contratada Día (kW) | Demanda Registrada Día (kW) | Demanda Contratada Pico (kW) | Demanda Registrada Pico (kW) | Penalización Día (\$) | Penalización Pico (\$) |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 4 1585 | | | 0 | 0 | 0.00 | 0 |
| Clave Reactivo | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo Reactivo (kVar) | Factor de Potencia | Penalización (\$) | Bonificación (\$) |
| 0 | 5225 | 6688 | 98 | 0.53 | 118.25 | 0.00 |
| | Moneda | 1.23 | | Importe Total a Pagar | | 287.64 |

Consumo Histórico

| Año | Mes | kWh | Importe |
|------|-----|-----|---------|
| 2020 | 3 | 177 | 287.64 |
| 2020 | 2 | 177 | 284.50 |
| 2020 | 1 | 171 | 283.13 |
| 2019 | 12 | 224 | 322.46 |
| 2019 | 11 | 291 | 315.65 |

Observaciones:
 Su consumo promedio durante las últimos 6 meses ha sido de



EMPRESA ELÉCTRICA

RECIBO DE PAGO DE ELECTRICIDAD

OBEP Provincial MATANZAS
 CALLE CONTRERA NO 70 AYUNTAMIENTO Y SANTA TERESA
 Teléfono: 245033 Fax: 242565
 correo-e: obep@obep@electricas.cu

Consecutivo N°. 1069
 Facturación 02-04-2020 M2153
 Tipo de Consumidor MENOR

Código del Cliente: 3852
 Control Ruta Folio Cód. CUC Cuenta Bancaria Centro de Pago
 Colón 56 0508 0000 0533821074290017
 Identifíquese por este N°. cuando se comuniqué con nosotros ADECOR

Nombre y Dirección
 CARPINTERIA LA SIKERA

Para cualquier aclaración o reclamación sobre la facturación de este servicio dirigirse a la OBE Territorial

COLON

Código REEUP 314 112878

| Tarifa | Clasificación | Alimentación | N°. Metro Activo | Factor | N°. Metro React. | Factor |
|--------|---------------|--------------|------------------|--------|------------------|--------|
| M1A | 05 | SIMPLE | 388905325a | 1.0 | 388905325a | 1.0 |

| Clave Activo | Escala | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo (kWh) | Importe (\$) |
|--------------------|---------------|------------------|----------------|---------------|--------------|
| | Cargo fijo | | | | 140.00 |
| 00 | Madrugada | 3 | 3 | 0 | 0.00 |
| 00 | Día | 3242 | 3970 | 22 | 3.36 |
| 00 | Pico | 6 | 6 | 0 | 0.00 |
| 5.6818 | Perd. Transf. | | | 125 | 19.09 |
| | Ajustes | | | 0 | 0.00 |
| Facturación Normal | | | | 147 | 162.45 |

| Factor de Combustible | Demanda Contratada Día (kW) | Demanda Registrada Día (kW) | Demanda Contratada Pico (kW) | Demanda Registrada Pico (kW) | Penalización Día (\$) | Penalización Pico (\$) |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 3.6813 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0.00 | 0 |
| Clave Reactivo | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo Reactivo (kVAr) | Factor de Potencia | Penalización (\$) | Bonificación (\$) |
| 0 | 5028 | 6742 | 54 | 0.38 | 222.30 | 0.00 |
| Moneda M21 | | | | Importe Total a Pagar | | 384.75 |

| Consumo Histórico | | | | Observaciones: |
|-------------------|-----|-----|---------|----------------|
| Año | Mes | kWh | Importe | |
| 2020 | 4 | 147 | 384.75 | |
| 2020 | 3 | 177 | 287.64 | |
| 2020 | 2 | 177 | 284.50 | |
| 2020 | 1 | 171 | 223.13 | |
| 2019 | 12 | 224 | 322.46 | |

Su consumo promedio durante los últimos 6 meses ha sido de

0207-02-003



EMPRESA ELÉCTRICA

RECIBO DE PAGO DE ELECTRICIDAD

OSSE P.O.B. 114, CAROLINA
 Teléfono: 011-264-1111 FAX: AYUNTAMIENTO Y SANTA TERESA
 245032 24545
 correo-e: siscomabep@osseterritorio.com

Consecutivo N°: 365
 Facturación: 02-05-2020 162771
 Tipo de Consumidor: MENOR

Código del Cliente:

Control Ruta Folio Cód. CUC Cuenta Bancaria

Centro de Pago

06E5831074290017

Colón SS 0102 0000
 Identifíquese por este N° cuando se comunique con nosotros

Nombre y Dirección

Para cualquier aclaración o reclamación sobre la facturación de este servicio dirigirse a la OBE Territorial

CARPINTERIA LA SIERRA

Código REEUP

314.1.12.02

| Tarifa | Clasificación | Alimentación | N° Metro Activo | Factor | N° Metro React. | Factor |
|--------|---------------|--------------|-----------------|--------|-----------------|--------|
| MIA | 05 | SEMPLE | 388905325e | 1.0 | 388905325e | 1.0 |

| Clave Activa | Escola | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo (kWh) | Importe (\$) |
|--------------|--------|------------------|----------------|---------------|--------------|
|--------------|--------|------------------|----------------|---------------|--------------|

| | | | | | |
|--------|--------------------|------|------|-----|--------|
| | Cargo fijo | | | | 140.00 |
| 00 | Madrugada | 0 | 3 | 0 | 0.00 |
| 01 | Día | 3270 | 4010 | 47 | 6.32 |
| 02 | Pico | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| 3.0250 | Perd. Transf. | | | 121 | 19.12 |
| | Ajustes | | | 0 | 0.00 |
| | Facturación Normal | | | 151 | 165.44 |

| Factor de Combustible | Demanda Contratada Día (kW) | Demanda Registrada Día (kW) | Demanda Contratada Pico (kW) | Demanda Registrada Pico (kW) | Penalización Día (\$) | Penalización Pico (\$) |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 2.5341 | 00 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 0 |
| Clave Reactivo | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo Reactivo (kVar) | Factor de Potencia | Penalización (\$) | Banificación (\$) |
| 0 | 041 | 0810 | 08 | 0.51 | 126.51 | 0.00 |
| | Moneda | MON | | Importe Total a Pagar | | 221.321 |

Consumo Histórico

| Año | Mes | kWh | Importe |
|------|-----|-----|---------|
| 2020 | 5 | 167 | 220.00 |
| 2020 | 4 | 147 | 192.00 |
| 2020 | 3 | 172 | 225.00 |
| 2020 | 2 | 147 | 192.00 |
| 2020 | 1 | 147 | 192.00 |

Observaciones:

Su consumo promedio durante los últimos 6 meses ha sido de:



EMPRESA ELÉCTRICA

RECIBO DE PAGO DE ELECTRICIDAD

OBEP Provincial MATANZAS
 Teléfono: J.L.E. CONTRERA NO 70 Fax: YUNTAMIENTO Y SANTA TERESA
 245033 244945
 CORREO-E: elecomobep@elecmts.1895.cu

Consecutivo N°. 1069
 Facturación 02-06-2020 143389
 Tipo de Consumidor MENOR

Código del Cliente: 8852 Centro de Pago
 Control Ruta Folio Cód. CUC Cuenta Bancaria 0635821074290017

Cables 56 0308 0000
 Identifíquese por este N°. cuando se comunique con nosotros
 ADECOR

Nombre y Dirección Para cualquier aclaración o reclamación sobre la facturación de este servicio dirigirse a la OBE Territorial

CARPINTERIA LA SIERRA

COLON

Código REEUP 314 1 12678

| Tarifa | Clasificación | Alimentación | N°. Metro Activo | Factor | N°. Metro React. | Factor |
|--------|---------------|--------------|------------------|--------|------------------|--------|
| MIA | 05 | SIMPLE | 388905325a | 1.0 | 388905325a | 1.0 |

| Clave Activo | Escala | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo (kWh) | Importe (\$) |
|--------------|--------------------|------------------|----------------|---------------|--------------|
| | Cargo fijo | | | | 140.00 |
| 00 | Madrugada | 3 | 3 | 0 | 0.00 |
| 00 | Día | 4010 | 4072 | 62 | 9.94 |
| 00 | Pico | 6 | 6 | 0 | 0.00 |
| 2.0161 | Perd. Transf. | | | 125 | 20.04 |
| | Ajustes | | | 0 | 0.00 |
| | Facturación Normal | | | 187 | 169.98 |

| Factor de Combustible | Demanda Contratada Día (kW) | Demanda Registrada Día (kW) | Demanda Contratada Pico (kW) | Demanda Registrada Pico (kW) | Penalización Día (\$) | Penalización Pico (\$) |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 3.9985 | 20 | 5 | 0 | 0 | 0.00 | 0 |
| Clave Reactivo | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo Reactivo (kVAr) | Factor de Potencia | Penalización (\$) | Bonificación (\$) |
| 0 | 6810 | 6901 | 91 | 0.56 | 103.20 | 0.00 |
| | Moneda | MN | Importe Total a Pagar | | | 273.18 |

| Consumo Histórico | | | |
|-------------------|-----|-----|---------|
| Año | Mes | kWh | Importe |
| 2020 | 6 | 187 | 273.18 |
| 2020 | 5 | 161 | 291.95 |
| 2020 | 4 | 147 | 384.75 |
| 2020 | 3 | 179 | 287.64 |
| 2020 | 2 | 177 | 284.50 |

Observaciones:

Su consumo promedio durante los últimos 6 meses ha sido de

11/27-21/21



EMPRESA ELÉCTRICA

RECIBO DE PAGO DE ELECTRICIDAD

OBEP Provincial MATANZAS
 CALLE CONTRERERA NO 70 AYUNTAMIENTO Y SANTA TERESA
 Teléfono: 245322 Fax: 245343
 correo-e: elecomobep@elecomts.uns.cu

Consecutivo: 1070
 Facturación: 02-07-2020 154008
 Tipo de Consumidor: MENOR

| | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| Código del Cliente: 8852 | Código de Pago |
| Control de la Ruta/Folio: Cód. CUC | Cuenta Bancaria 0635821074290017 |
| 35 0308 0000 | ADESCOR |

Identifíquese por este N°, cuando se comunique con nosotros

Nombre y Dirección: CARPINTERIA LA SIERRA

Para cualquier aclaración o reclamación sobre la facturación de este servicio dirigirse a la OBE Territorial

COLON

| Código REEUP: 314 1 12678 | | | | | | |
|---------------------------|---------------|--------------|------------------|--------|--------------------|--------|
| Tarifa | Clasificación | Alimentación | Nº. Metro Activo | Factor | Nº. Metro Reactivo | Factor |
| T11A | 05 | SIMPLE | 388905325a | 1.0 | 388905325a | 1.0 |

| Clave Activo | Escola | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo (kWh) | Importe (\$) |
|--------------|--------------------|------------------|----------------|---------------|--------------|
| | Cargo fijo | | | | 140.00 |
| 20 | Madrugada | 3 | 5 | 2 | 0.19 |
| 60 | Día | 4072 | 4110 | 38 | 4.12 |
| 60 | Pico | 6 | 7 | 1 | 1.15 |
| 2.5312 | Perd. Transf. | | | 121 | 13.16 |
| | Ajustes | | | 0 | 0.00 |
| | Facturación Normal | | | 162 | 157.62 |

| Factor de Combustible | Demanda Contratada Día (kW) | Demanda Registrada Día (kW) | Demanda Contratada Pico (kW) | Demanda Registrada Pico (kW) | Penalización Día (\$) | Penalización Pico (\$) |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| 8448 | | | 0 | 0 | 0.00 | |
| Clave Reactivo | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo Reactivo (kVAr) | Factor de Potencia | Penalización (\$) | Bonificación (\$) |
| 0 | | 6955 | 54 | 0.60 | 78.81 | 0.00 |
| Moneda: CUP | | | | | Importe Total a Pagar: 236.43 | |

| Consumo Histórico | | | | Observaciones: |
|-------------------|-----|-----|---------|----------------|
| Año | Mes | kWh | Importe | |
| 2020 | 7 | 161 | 236.43 | |
| 2020 | 6 | 187 | 273.18 | |
| 2020 | 5 | 141 | 291.95 | |
| 2020 | 4 | 178 | 394.75 | |
| 2020 | 3 | 179 | 287.64 | |

Su consumo promedio durante los últimos 6 meses ha sido de



EMPRESA ELÉCTRICA

RECIBO DE PAGO DE ELECTRICIDAD

OBEP Provincial MATANZAS
 CALLE CONTRERA NO 70 AYUNTAMIENTO Y SANTA TERESA
 Teléfono: 2482887 Fax: 2482888
 correo-e: elecomobe@elecomob.mat.mtas.cu

Consecutivo N°: 1074
 Facturación: 02-08-2020 M4628
 Tipo de Consumidor: MENOR

Código del Cliente: 8952 Centro de Pago
 Control Ruta, Folio Cód. CUC Cuenta Bancaria 6635821074290017
 Cód. 56 0808 0700 ADECOR

Identifíquese por este N°, cuando se comunique con nosotros

Nombre y Dirección
 CARPINTERIA LA SIERRA

Para cualquier aclaración o reclamación sobre la facturación de este servicio dirigirse a la OBE Territorial

COLON

Código REEUP: 314112678

| Tarifa | Clasificación | Alimentación | Nº Metro Activo | Factor | Nº Metro React. | Factor |
|--------|---------------|--------------|-----------------|--------|-----------------|--------|
| MIA | 05 | SIMPLE | 388905325a | 1.0 | 388905325a | 1.0 |

| Clave Activo | Escala | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo (kWh) | Importe (\$) |
|--------------------|---------------|------------------|----------------|---------------|--------------|
| | Carga fija | | | | 140.00 |
| 00 | Madrugada | 5 | 6 | 1 | 0.09 |
| 00 | Día | 4116 | 4269 | 159 | 17.51 |
| 00 | Pico | 7 | 7 | 0 | 0.00 |
| 0.7813 | Perd. Transf. | | | 125 | 13.75 |
| | Ajustes | | | 0 | 0.00 |
| Facturación Normal | | | | 285 | 171.35 |

| Factor de Combustible | Demanda Contratada Día (kW) | Demanda Registrada Día (kW) | Demanda Contratada Pico (kW) | Demanda Registrada Pico (kW) | Penalización Día (\$) | Penalización Pico (\$) |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1.9139 | 20 | 5 | 0 | 0 | 0.00 | 0 |

| Clave Reactivo | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo Reactivo (kVar) | Factor de Potencia | Penalización (\$) | Bonificación (\$) |
|----------------|------------------|----------------|-------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 0 | 6955 | 7251 | 296 | 0.48 | 149.93 | 0.00 |

Moneda: CUP

Importe Total a Pagar

321.28

Consumo Histórico

| Año | Mes | kWh | Importe |
|------|-----|-----|---------|
| 2020 | 8 | 285 | 321.28 |
| 2020 | 7 | 162 | 236.43 |
| 2020 | 6 | 187 | 273.18 |
| 2020 | 5 | 161 | 291.95 |
| 2020 | 4 | 147 | 384.75 |

Observaciones:

Su consumo promedio durante los meses o meses anteriores



EMPRESA ELÉCTRICA

RECIBO DE PAGO DE ELECTRICIDAD

OBEP Provincial MATANZAS
 CALLE CONTRERA NO 70 AYUNTAMIENTO Y SANTA TERESA
 Teléfono: 336800 Fax: 336800
 correo-e: cces@obep@lacmes.lm.cu

Consecutivo N° 1076
 Facturación 02-CP-2020 113248
 Tipo de Consumidor MENOR

| | | | |
|---------------------------|-------------------------|------------------------|------------------|
| Código del Cliente | 8862 | Centro de Pago | |
| Control | Ruta Folio Cód. CUC | Cuenta Bancaria | 0635821074280017 |
| Colón | 56 0308 0008 | ADECOR | |

| | |
|---------------------------|--|
| Nombre y Dirección | Para cualquier aclaración o reclamación sobre la facturación de este servicio dirigirse a la OBE Territorial |
| CARPINTERIA LA SIERRA | |
| Código REEUP | 314 1 12678 |
| | COLON |

| Tarifa | Clasificación | Alimentación | Nº. Metro Activo | Factor | Nº. Metro React. | Factor |
|--------|---------------|--------------|------------------|--------|------------------|--------|
| MIA | 06 | SIMPLE | 388905325a | 1.0 | 388905325a | 1.0 |

| Clave Activo | Escala | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo (kWh) | Importe (\$) |
|--------------|---------------------------|------------------|----------------|---------------|--------------|
| | Cargo fijo | | | | 140.00 |
| 00 | Madrugada | 6 | 6 | 0 | 0.00 |
| 00 | Día | 4269 | 4298 | 29 | 3.31 |
| 00 | Pico | 7 | 7 | 0 | 0.00 |
| 4.3108 | Perd. Transf. | | | 125 | 14.27 |
| | Ajustes | | | 0 | 0.00 |
| | Facturación Normal | | | 154 | 157.98 |

| Factor de Combustible | Demanda Contratada Día (kW) | Demanda Registrada Día (kW) | Demanda Contratada Pico (kW) | Demanda Registrada Pico (kW) | Penalización Día (\$) | Penalización Pico (\$) | |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|--|
| 2.0841 | 20 | 2 | 0 | 0 | 0.00 | 0 | |
| Clave Reactivo | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo Reactivo (kVAR) | Factor de Potencia | Penalización (\$) | Beneficiación (\$) | |
| 0 | 7251 | 7303 | 52 | 0.49 | 131.85 | 0.00 | |
| | Moneda | MN | Importe Total a Pagar | | | 289.43 | |

| Consumo Histórico | | | |
|-------------------|-----|-----|---------|
| Año | Mes | kWh | Importe |
| 2020 | 9 | 154 | 289.43 |
| 2020 | 8 | 285 | 321.28 |
| 2020 | 7 | 162 | 236.43 |
| 2020 | 6 | 187 | 273.18 |
| 2020 | 5 | 161 | 291.95 |

Observaciones:
 Su consumo promedio durante los últimos 6 meses ha sido de



EMPRESA ELÉCTRICA

RECIBO DE PAGO DE ELECTRICIDAD

OBEP Provincial MATANZAS
 CALLE CONTRERA NO 78 AYUNTAMIENTO Y SANTA TERESA
 Teléfono: 24499 Fax: 22545
 correo-e: alocamobcp@elecmts.unel.cu

Consecutivo N° 1076
 Facturación 32-10-2020 M5870
 Tipo de Consumidor MENOR

| | | | |
|---|-----------------------------------|-----------------------|------------------|
| Código del Cliente | 8852 | Centro de Pago | |
| Control Colón | Ruta Folia, Cód. CUC 56 0208 0000 | Cuenta Bancaria | 0633821074290017 |
| Identifíquese por este N°, cuando se comunique con nosotros | | ADECOR | |

| | |
|---------------------------|--|
| Nombre y Dirección | Para cualquier aclaración o reclamación sobre la facturación de este servicio dirigirse a la OBE Territorial |
| CARPINTERIA LA SIERRA | COLON |
| Código REEUP | 314112678 |

| Clase | Clasificación | Alimentación | N° Metro Activo | Factor | N° Metro Reactivo | Factor |
|-------|---------------|--------------|-----------------|--------|-------------------|--------|
| MLA | 05 | SIMPLE | 388905325a | 1.0 | 388905325a | 1.0 |

| Clave Activo | Escala | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo (kWh) | Importe (\$) |
|--------------------|---------------|------------------|----------------|---------------|--------------|
| | Carga fija | | | | 140.00 |
| 00 | Madrugada | 6 | 6 | 0 | 0.00 |
| 00 | Día | 4298 | 4365 | 68 | 7.63 |
| 00 | Pico | 7 | 7 | 0 | 0.00 |
| 1.7794 | Perd. Transf. | | | 121 | 13.98 |
| | Ajustes | | | 0 | 0.00 |
| Facturación Normal | | | | 189 | 161.21 |

| Factor de Corrección | Demanda Contratada Día (kW) | Demanda Registrada Día (kW) | Demanda Contratada Pico (kW) | Demanda Registrada Pico (kW) | Penalización Día (\$) | Penalización Pico (\$) |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 2.0015 | 20 | 8 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 |

| Clave Reactivo | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo Reactivo (kVAr) | Factor de Potencia | Penalización (\$) | Bonificación (\$) |
|----------------|------------------|----------------|-------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------|
| 0 | 7303 | 7386 | 83 | 0.59 | 84.70 | 0.00 |
| Moneda: MN | | | | | Importe Total a Pagar: 245.91 | |

| Consumo Histórico | | | |
|-------------------|-----|-----|---------|
| Año | Mes | kWh | Importe |
| 2020 | 10 | 189 | 245.91 |
| 2020 | 9 | 154 | 208.43 |
| 2020 | 8 | 285 | 321.28 |
| 2020 | 7 | 162 | 236.43 |
| 2020 | 6 | 187 | 272.18 |

Observaciones:
 Su consumo promedio durante los últimos 6 meses ha sido de



EMPRESA ELÉCTRICA

RECIBO DE PAGO DE ELECTRICIDAD

OBEP Provincial MATANZAS
 CALLE CONTRERA NO 78 AYUNTAMIENTO Y SANTA TERESA
 Teléfono: 848938 Fax: 848445
 correo-e: obecomobep@elocoms.une.cu

Consecutivo N°: 1073
 Facturación: 02-11-2020 366313
 Tipo de Consumidor: MENOR

Código del Cliente: 8852 Centro de Pago:
 Control: Ruta Fello, Cód. CUC Cuenta Bancaria: 0635821074290017
 Colón: 56 0508 0000 ADECOR
 Identifíquese por este N°. cuando se comuniqué con nosotros

Nombre y Dirección: CARPINTERIA LA SIERRA
 Para cualquier aclaración o reclamación sobre la facturación de este servicio dirigirse a la OBE Territorial
 CÓDIGO REEUP: 314 1 12678
 CÓDIGO: COLÓN

| Tipo | Clasificación | Alimentación | Nº. Mista Activo | Factor | Metro React. | Factor |
|------|---------------|--------------|------------------|--------|--------------|--------|
| MIA | 05 | SIMPLE | 388905325a | 1.0 | 388905325a | 1.0 |

| Clave Activo | Escala | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo (kWh) | Importe (\$) |
|--------------------|---------------|------------------|----------------|---------------|--------------|
| | Cargo fijo | | | | 140.00 |
| 00 | Madrugada | 6 | 6 | 0 | 0.00 |
| 00 | Día | 4366 | 4538 | 172 | 19.56 |
| 00 | Pico | 7 | 7 | 0 | 0.00 |
| 0.7267 | Perd. Transf. | | | 135 | 14.21 |
| | Ajustes | | | 0 | 0.00 |
| Facturación Normal | | | | 297 | 173.77 |

| Factor de Combustible | Demanda Contratada Día (kW) | Demanda Registrada Día (kW) | Demanda Contratada Pico (kW) | Demanda Registrada Pico (kW) | Penalización Día (\$) | Penalización Pico (\$) |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------|
| 2.0633 | 20 | 4 | 0 | 0 | 0.00 | 0 |
| Clave Reactivo | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo Reactivo (kVar) | Factor de Potencia | Penalización (\$) | Bonificación (\$) |
| 0 | 7396 | 7732 | 336 | 0.46 | 166.21 | 0.00 |
| Moneda: MN | | | | | Importe Total a Pagar: 339.98 | |

| Consumo Histórico | | | | Observaciones: |
|-------------------|-----|-----|---------|--|
| Año | Mes | kWh | Importe | |
| 2020 | 11 | 297 | 339.98 | Su consumo promedio durante los últimos 6 meses ha sido de |
| 2020 | 10 | 189 | 245.91 | |
| 2020 | 9 | 154 | 269.43 | |
| 2020 | 8 | 285 | 321.28 | |
| 2020 | 7 | 162 | 236.43 | |



EMPRESA ELÉCTRICA

RECIBO DE PAGO DE ELECTRICIDAD

OBEP Provincial MATANZAS
 TELÉFONO CONTRERAS NO 70 FORTALEZAMIENTO Y SANTA TERESA
 249333 249343
 correo-e: elccamobep@elccamtv.1992.cu

Consecutivo N°: 0
 Facturación: 02-12-2020 M6934
 Tipo de Consumidor: MENOR

Código del Cliente: 8852
 Control: Ruta/Folio/Cód. CUC: 56_0308_0000
 Cédula: 0635821074290017
 Centro de Pago: ADECOR

Nombre y Dirección: CARPINTERIA LA SIERRA
 COLON
 Para cualquier aclaración o reclamación sobre la facturación de este servicio dirigirse a la OBE Territorial

| Tarifa | Clasificación | Alimentación | Nº. Metro Activo | Factor | Nº. Metro React. | Factor |
|--------|---------------|--------------|------------------|--------|------------------|--------|
| MIA | 05 | SIMPLE | 388905325a | 1.0 | 388905325a | 1.0 |

| Clave Activo | Escala | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo (kWh) | Importe (\$) |
|--------------|--------------------|------------------|----------------|---------------|--------------|
| | Carga fija | | | | 140.00 |
| 00 | Madrugada | 6 | 6 | 0 | 0.00 |
| 00 | Día | 4538 | 4596 | 58 | 6.59 |
| 00 | Pico | 7 | 7 | 0 | 0.00 |
| 2.0862 | Perd. Transf. | | | 121 | 13.75 |
| | Ajustes | | | 0 | 0.00 |
| | Facturación Normal | | | 179 | 160.34 |

| Factor de Combustible | Demanda Contratada Día (kW) | Demanda Registrada Día (kW) | Demanda Contratada Pico (kW) | Demanda Registrada Pico (kW) | Penalización Día (\$) | Penalización Pico (\$) |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 2.0597 | 20 | 3 | 0 | 0 | 0.00 | 0 |
| Clave Reactivo | Lectura Anterior | Lectura Actual | Consumo Reactivo (kVAr) | Factor de Potencia | Penalización (\$) | Bonificación (\$) |
| 0 | 7732 | 7854 | 122 | 0.43 | 175.26 | 0.00 |
| Moneda: MN | | Importe Total a Pagar | | | | 335.60 |

| Consumo Histórico | | | |
|-------------------|-----|-----|---------|
| Año | Mes | kWh | Importe |
| 2020 | 12 | 179 | 335.60 |
| 2020 | 11 | 297 | 339.98 |
| 2020 | 10 | 189 | 245.91 |
| 2020 | 9 | 154 | 289.43 |
| 2020 | 8 | 285 | 321.28 |

Observaciones:
 Su consumo promedio durante los últimos 6 meses ha sido de