



REPUBLICA DE CUBA
MINISTERIO DE EDUCACION SUPERIOR
INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO
FACULTAD DE METALURGIA Y ELECTROMECHANICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA

TESIS EN OPCION AL TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO

TITULO: *Estudio del Sistema Eléctrico de la Empresa Puerto Moa
“Comandante Raúl Díaz Arguelles”*

AUTOR: Francis Delgado Bordonado

TUTOR: Ing. Emilio Reyes Reyes
MSc. Odalys Robles Laurencio

MOA – 2010

Declaración de Autoridad

Francis Delgado Bordonado, autor de este trabajo de diploma titulado: ***Estudio del Sistema Eléctrico de la Empresa Puerto Moa ‘Comandante Raúl Díaz Arguelles’***, certifico su propiedad intelectual a favor del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez, el cual podrá hacer uso del mismo para fines docentes y educativos.

Resumen

El presente trabajo consiste en la realización de un análisis o estudio del sistema eléctrico de la Empresa Puerto Moa con el objetivo de evaluar el comportamiento de varios parámetros eléctricos que influyen en la eficiencia del mismo y de ahí proponer medidas para mejorar la eficiencia del Sistema Eléctrico de la empresa. Para ello se actualizara el diagrama monolineal de cada centro de carga, se determinaran las pérdidas de potencia, energía, tensión, consumo eléctricos y otros parámetros eléctricos y finalmente se evaluaran técnico y económicamente medidas que mejoren los parámetros calculados en caso de ser necesario.

Abstract

The present work consists on the realization of an analysis or study of the electric system of the Company Port Moa with the objective of evaluating the behavior of several electric parameters that you/they influence in the efficiency of the same one and of there to propose measures to improve the efficiency of the Electric System of the company. For it was upgraded it the diagram monolineal of each load center, the losses of power were determined, energy, tension, consumption electricians and other electric parameters and finally they were evaluated technical and economically measures that improve the parameters calculated in the event of being necessary.

Tabla de Contenidos.....	Páginas
Introducción.....	6
 CAPITULO I: NOCIONES GENERALES DE LA EMPRESA PUERTO MOA	
(Comandante Raúl Díaz Argüelles)	
1.1 Introducción	8
1.2 Breve descripción del proceso tecnológico de la Empresa Puerto Moa Comandante Raúl Díaz Argüelles.....	8
1.3 Breve descripción del sistema de suministro eléctrico de la Empresa.....	11
 CAPITULO II: ANALISIS DEL SISTEMA ELECTRICO DE LA EMPRESA PUERTO	
MOA (Comandante Raúl Díaz Argüelles).	
2.1 Introducción. Determinación de las cargas eléctricas.....	14
2.2 Actualización de los diagramas Monolineales por centros de carga.....	18
2.3 Enfoque sobre el análisis de las pérdidas de potencia y caída de tensión en las líneas de un sistema eléctrico.....	19
2.4 Análisis del comportamiento del sistema eléctrico de la Empresa Puerto Moa (EPM).....	24
2.5 Posibles medidas a aplicar para el mejoramiento del sistema eléctrico EPM.....	26
2.5.1 Cambio de transformadores (2 variantes).....	26
2.5.2 Cambio del calibre de los conductores de las líneas.....	28
2.5.3 Conexión de banco condensadores.....	30
2.5.4 Evaluación de las medidas propuestas.....	34
2.5.5 Propuesta de conexión de grupos electrógenos.....	34
2.5.6 Conclusiones.....	36
 CAPITULO III: VALORACION TECNICA – ECONOMICA DEL TRABAJO.	
3.1 Introducción	37
3.2 Valoración económica de la investigación.....	37
 Conclusiones.....	 40

Recomendaciones.....	42
Bibliografía.....	43
Anexos	

Introducción

Cuba por sus condiciones naturales no cuenta con ríos caudalosos en los que se puedan instalar grandes centrales hidroeléctricas, así como grandes parques eólicos que se logre hacer aun más barata la generación de energía eléctrica. Por esta razón en el país se utilizan unidades termoeléctricas que utilizan como materia prima el petróleo.

Las reservas de petróleo en el país son escasas y por tanto se necesita importarlo por vía marítima desde lejanos mercados, lo que incrementa mucho más el costo para su adquisición.

Tal situación impone el uso racional y económico de la energía eléctrica dado que esta es la actualmente más utilizada en todas las esferas de la economía nacional, industrias, servicios y la población en general.

En el país existe el programa destinado al ahorro del portador electricidad (PAEC) y a la vez se han creado muchos grupos de trabajo en todos los centros de investigación encargados de realizar estudios para el mejoramiento de la eficiencia en los sistemas eléctricos.

Problema:

En contacto realizado con varios especialistas de la rama eléctrica en la Empresa Puerto Moa, se destacaron determinadas situaciones que impedían dar una valoración exacta sobre el estado actual tanto cualitativo como cuantitativo de algunos parámetros del sistema eléctrico de la misma, pudiéndose resumir en los siguientes elementos que a continuación se relacionan y que constituyen el problema de la investigación:

- No existencia de un esquema monolineal actualizado del sistema.
- Desconocimiento de parámetros eléctricos reales en varias de sus áreas principales.
- Existencia de ineficiencias eléctricas aun no identificadas.

Hipótesis:

Si se confeccionan los diagramas monolineales de las áreas, apoyados en mediciones precisas y suficientes y se efectúa un estudio del comportamiento de los

principales parámetros eléctricos, se puede lograr un sistema eléctrico más eficiente en la Empresa Puerto Moa.

Objetivo General:

Realizar un análisis o estudio del sistema eléctrico de la Empresa Puerto Moa y proponer medidas para mejorar su eficiencia.

Objetivos Específicos:

1. Actualizar los diagramas monolineales por cada centro de carga.
2. Determinar los consumos energéticos y otros parámetros eléctricos por áreas.
3. Proponer medidas para disminuir los consumos y mejorar el sistema eléctrico de la empresa.

Metodología de la investigación:

Después de analizar algunos documentos existentes en la empresa, realizar algunas entrevistas a obreros y técnicos encargados del mantenimiento de la redes y sistema de suministro eléctrico, mediciones de potencia, corriente, tensión realizadas en las diferentes áreas y centros de cargas, se obtuvo la actualización del esquema o esquemas monolineales del sistema.

Luego a través de un estudio de carga se determinan varios parámetros pudiéndose evaluar las pérdidas de potencia, energía y tensión en las líneas y los consumos en las diferentes áreas, así como el estado de carga de los transformadores existentes. Acorde con los resultados anteriores se analizan varias propuestas de mejoras con vista a que el sistema sea más eficiente.

Finalmente se valoran económicamente los resultados alcanzados tomando en cuenta el costo de las pérdidas reducidas, con respecto al costo de la inversión necesaria y el tiempo de amortización.

CAPITULO I: NOCIONES GENERALES DE LA EMPRESA PUERTO MOA (Comandante Raúl Díaz Argüelles)

1.1 - Breve descripción del proceso tecnológico de la Empresa Puerto Moa Comandante Raúl Díaz Argüelles.

La Empresa puerto Moa es una empresa de servicios del grupo empresarial Cubaniquel la cuál tiene un objeto social atípico ya que se dedica a la carga y descarga de buques de carga general y líquida en los puertos de Moa y Nicaro, además de la transportación de níquel y mercancías a las entidades del grupo empresarial Cubaniquel y servicios a terceros, transportación de mineral en la mina de la Empresa Comandante Ernesto Che Guevara, transportación de cromo en las minas Las Merceditas, mina More en Baracoa y carpintero en Sagua de Tánamo.

Es la única empresa en el país donde se mina en el mar de donde se extrae el cieno carbonatado que se utiliza en el proceso metalúrgico de la empresa Comandante Pedro Sotto Alba, además de prestar servicios de recepción y suministro de amoniaco, carbón y fuel-oil a las empresas productoras de níquel.

Esta empresa cuenta con 6 unidades empresariales de base productivas y otras áreas de servicio, las cuales a continuación se relacionan y se describen en el mismo orden.

- Explotación Portuaria Moa
- Explotación Portuaria Nicaro
- Recepción y Suministro
- Producto Básico Nicaro
- Marítimo Coral
- Transporte
- Mantenimiento
- Comercial

- Recursos Humanos
- Dirección General

Unidad Empresarial de Base Explotación Portuaria Moa: Esta actividad cuenta con dos muelles uno de productos líquidos y otro para carga general, el muelle de carga general cuenta con dos grúas Pórticos de la serie Kirovet de 10 y 12 Ton para la monta y descarga de mercancías, contenedores y productos secos como azufre, carbón, cromo y otros, además realizan operaciones en el campo de boyas de Moa.

Unidad Empresarial de Base Explotación Portuaria Nicaro: Esta actividad cuenta con un muelle mixto donde se descargan cargas líquidas y secas, cuenta con una grúa Pórtico de 20 Ton de fabricación americana para las cargas y descargas de mercancías, además realizan operaciones en el campo de boyas de Felton.

Unidad Empresarial de Base Producto Básico Nicaro: Esta actividad se dedica a la Recepción y Suministro de materias primas fundamentales como son amoniaco, Fuel-Oil y beneficio de carbón, para ellos cuenta con instalaciones como son los tanques de almacenamiento de petróleo, balas de almacenamiento de amoniaco y un molino donde se beneficia el carbón, además de instalaciones para el suministro del petróleo a la fábrica Rene Ramos Latour y una brigada de mantenimiento que se ocupa del mantenimiento de las instalaciones.

Unidad Empresarial de Base Recepción y Suministro: Esta actividad cuenta con los tanques de almacenamiento de combustibles donde se suministra el petróleo a las plantas de níquel Che Guevara y Pedro Sotto Alba, también se recepciona combustible a consignación, una planta de amoniaco donde se recepciona el amoniaco y se prepara el agua amoniacal para la plantas productoras, una planta de carbón donde este se almacena y beneficia que luego va ser utilizado en la fábrica Che Guevara.

Unidad Empresarial de Base Coral Marítimo: Esta actividad es la que garantiza la extracción, minado y proceso de coral a la empresa Pedro Sotto Alba, además de dedicarse a las operaciones de atraque y desatraque de buques en los puertos de Moa y Nicaro, además de las operaciones en los campos de boyas de Moa y Felton y de cabotaje nacional.

Unidad Empresarial de Base Transporte: Esta unidad empresarial de base es la encargada de la transportación del níquel desde las plantas productoras al puerto, por otra parte, se transportan las mercancías de importación, transito y cabotaje que se descargan en el puerto, hacia sus respectivos lugares de destino.

Unidad Empresarial de Base Mantenimiento: Esta actividad es la que garantiza la reparación y mantenimiento de todos los equipos y medios técnicos con que cuenta la empresa, tales como: Montacargas, Grúas de Pórtico, Velas, entre otros, así como proporciona el mantenimiento a los propios locales e instalaciones de la empresa.

Dirección Comercial: Es un área dedicada fundamentalmente a la gestión y distribución de los insumos de la empresa, además de rectorar toda la actividad comercial que se lleve a cabo en la empresa puerto Moa.

Dirección de Recursos Humanos: Es una dirección dedicada a la gestión y planificación y distribución de los recursos humanos, garantizando la capacitación, la protección e higiene del trabajo, entre otros.

Dirección General: Como dirección general es la actividad rectora de la empresa, agrupando varias actividades fundamentales como es el área de asesoría Jurídica, Economía y Grupo técnico.

Dentro del área de la empresa radican otras entidades que aunque no constituyen unidades empresariales de base del puerto, su actividad fundamental constituye un eslabón fundamental dentro de la actividad marítima portuaria, ellas son la Aduana, Capitanía de Puerto, Mambisa y Los Prácticos. La Aduana dedicada a la

fiscalización y control de Medios de transporte Internacional, Mercancías y Viajeros, así como el procesamiento de las estadísticas del comercio exterior y la protección de la sociedad socialista de flagelos como las drogas y el terrorismo. Capitanía de puerto se dedica a la protección de nuestras costas evitando que sirvan de puente al narcotráfico internacional, la inmigración ilegal, entre otras. Los prácticos garantizan la seguridad naval de los buques tanto a la entrada como salida del puerto.

1.2- Breve descripción del sistema de suministro eléctrico de la Empresa.

Debido a la no-existencia en la empresa de un esquema monolineal de suministro eléctrico actualizado, fue necesario la confección del mismo. Para esto se realizó un recorrido por los diferentes centros de carga de la empresa en el cuál se hizo un levantamiento por equipos para determinar la potencia instalada en cada uno de ellos y las líneas que componen el sistema aéreo de distribución.

La energía eléctrica consumida por la empresa se obtiene de la generación de la planta termoeléctrica de la empresa Moa Nickel Pedro Soto Alba S.A con un voltaje de 13.8 KV, la energía eléctrica se distribuye a través de una línea aérea OH-2 de 5.16 Km desde la Sub – Estación de Moa Nickel (Pedro Soto Alba) hasta la planta de Amoniaco, con conductores ACSR-120, con una sección transversal de 120 mm² y una resistencia igual a 0.160 Ohm/Km.

La alimentación de los transformadores de cada centro de carga esta protegida por fusibles, en la empresa existen 7 centros de cargas que son los siguientes.

1. Centro de carga explotación Portuaria
2. Centro de carga Taller automotor
3. Centro de carga de Marítimo
4. Centro de Carga Base de petróleo
5. Centro de Carga planta de Amoniaco
6. Centro de Carga de planta de carbón

Centro de carga explotación Portuaria: Este se alimenta a través de un transformador de 13.8/0.44 KV de una potencia de 1000 kVA, el cuál alimenta una

pizarra con interruptores de cajas moldeadas que alimenta las oficinas de Explotación Portuaria, Dirección, Recursos Humanos, Comedor Prácticos, Capitanía, Muelle I, Grúas Pórticos, Bomba de Combustible.

Centro de carga Taller automotor: Este se alimenta a través de un transformador de 13.8/0.44 KV de una potencia de 100 kVA, el cuál alimenta una pizarra con interruptores de cajas moldeadas que alimenta el área del taller automotor, el área de maquinado, soldadura, ponchera, en los que existen tres máquinas de soldar eléctricas, además de taladro, tornos, esmeriladoras, además de alimentar el taller de carpintería, el edificio de la comercial, almacén, taller equipos pesados y torre de alumbrado II del muelle II. Además de las oficinas de la aduana y de transporte.

Centro de carga de Marítimo: Este se alimenta a través de un transformador de 13.8/0.44 kV de una potencia de 160 kVA, este transformador alimenta una pizarra general de distribución con interruptores de caja moldeada los cuales alimentan las diferentes cargas como son el edificio administrativo, el comedor, el taller de mantenimiento de equipos marítimos, los equipos que se utilizan en la reparaciones de las patanas como son máquinas de soldar, compresores, extractores de aires, Hidroblasteador y alumbrado exteriores.

Centro de Carga Base de petróleo: Este se alimenta a través de un transformador de 13.8/0.44 kV de una potencia de 630 kVA y hay otro de igual característica que esta de reserva sin conectarse al sistema, el cuál alimenta una pizarra con interruptores del tipo AK que a su vez alimentan los diferentes equipos que intervienen en el proceso de la planta, entre ellos tenemos bombas de petróleo con una potencia de 200 kW cada una, además del alumbrado interior y exterior de la planta.

Centro de Carga planta de Amoniaco: Este se alimenta a través de un transformador de 13.8/0.44 kV de una potencia de 1000 kVA, el cuál alimenta una pizarra con interruptores del tipo AK que a su vez alimentan los diferentes equipos que intervienen en el proceso de la planta, además del alumbrado interior y el exterior.

Centro de Carga de planta de carbón: Este se alimenta a través de un transformador de 13.8/0.44 KV de una potencia de 100 kVA, el cuál alimenta una pizarra con interruptores de caja moldeada que a su vez alimentan el molino de carbón el cuál esta compuesto por un tromel, zaranda, trituradora, además de alimentar un transformador que alimenta el alumbrado exterior y el perimetral.

CAPITULO II: ESTUDIO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA EMPRESA PUERTO MOA “COMANDANTE RAÚL DÍAZ ARGUELLES”.

Introducción: En este capítulo a partir del diagrama monolineal y el estudio de las cargas se pretende calcular y evaluar el comportamiento de determinados parámetros del sistema eléctrico de la empresa puerto Moa, tales como pérdidas de potencia activa, caída de tensión en las líneas, factor de potencia, estado de carga de los transformadores, consumos energéticos y otros.

2.1 - Determinación de las cargas eléctricas.

Para determinar las cargas eléctricas primero se tomaron los valores nominales de cada centro de carga basado en un levantamiento realizado por cada área de la empresa, como se expresa en el anexo # 1, se efectuaron mediciones para conocer el comportamiento real de las mismas, mostrándose mediciones en los diferentes horarios del día, pudiéndose expresar los valores de potencia activa, reactiva, aparente, corrientes, tensiones, factor de potencia y otros parámetros por centros de carga y subestaciones principales de la empresa.

Para la realización de estas mediciones se utilizaron lecturas de voltímetros, amperímetros fijos, instrumentos digitales portátiles y metro contadores multifunción conectados en las principales subestaciones, estos últimos muestran varios parámetros como: corrientes (I) y tensiones (U) en fases y líneas, potencia activa (P), reactiva (Q) y aparente (S), factor de potencia por fase y promedio, frecuencia (f), % de armónicos de corriente (Thd i) y tensión (Thd u). Estas mediciones se llevaron a cabo en áreas metradas y no metradas, pudiéndose observar una pequeña muestra en el anexo # 2.

Para determinar la potencia de carga en las áreas no metradas fue necesario hacer mediciones puntuales, equipo por equipo y un inventario de los consumidores por concepto de iluminación entre otros, existentes en las distintas oficinas, talleres y otros.

Para conocer el comportamiento de estos parámetros fue necesario comenzar haciendo un análisis de las cargas eléctricas de los diferentes centros de carga,

teniendo presente los siguientes parámetros: potencia activa P, potencia aparente S, potencia reactiva Q, corriente I, Tensión U y $\cos\phi$.

A continuación se mostrarán las características principales de los instrumentos usados:

❖ **Metro contador multifunción** (Acuvim-L series Power Meter)

Voltaje (U) y corriente (I) de CA

Frecuencia de la onda fundamental

Potencia activa (P), reactiva (Q) y aparente (S) en redes 1ϕ y 3ϕ en tres y cuatro conductores.

Análisis de armónicos de corriente y de tensión.

Energía activa y reactiva

Demanda de potencia activa, reactiva y aparente

❖ **Amperímetro de Gancho, digital**

Kaynos TES 3060

Parámetros que mide

Tensión (U): para corriente alterna hasta 750 V, corriente directa hasta 1000 V

Corriente(A): 200 A

Potencia activa: Monofasica

Potencia reactiva: Monofasica

Potencia aparente: Monofasica

$\cos\phi$: Monofasico

Los resultados obtenidos de las mediciones realizadas fueron a través del metro contador multifunción y el Amperímetro de Gancho.

El procedimiento que se utilizó fue el siguiente: fueron tomadas diez mediciones, teniendo en cuenta los diferentes turnos de trabajo de las áreas o centros de carga.

En algunos casos usando el triángulo de potencia y aplicando el teorema de Pitágoras se calcula la potencia reactiva (Q).

$$S^2 = P^2 + Q^2 \quad (2.1)$$

Despejando Q^2 .

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad (2.2)$$

Para el cálculo de la corriente de carga promedio se utiliza la siguiente ecuación:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n I_{\text{carga}}}{n}, [\text{A}] \quad (2.3)$$

donde:

n: número de mediciones realizadas.

I_{carga} : corriente de carga medida en amperes.

I: corriente de carga promedio.

Luego:

$$P_{\text{real}} = \sqrt{3} * I * U * \cos\varphi, (\text{kW}) \quad (2.4)$$

donde:

P_{real} : potencia real de cada consumidor independiente.

$\cos\varphi$: ángulo encontrado mediante las mediciones o calculado a partir de los valores de P y S, mediante la fórmula:

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} \quad (2.5)$$

Para encontrar la tensión de carga promedio se utiliza la misma ecuación que para la corriente de carga promedio:

$$U = \frac{\sum_{i=1}^n U_{\text{trabajo}}}{n}, [\text{V}] \quad (2.6)$$

donde:

U : voltaje promedio de trabajo expresado en volts.

$$S_{\text{real}} = \sqrt{P_{\text{real}}^2 + Q_{\text{real}}^2}, \text{ (kVA)} \quad (2.7)$$

Independiente a las mediciones que aparecen en los Anexos se realizaron otras mediciones puntuales, dos veces al día en cada uno de los centros de cargas durante una semana en el mes de Abril, notándose, que generalmente cuando no hay buques, no se esta bombeando petróleo para las empresas productoras y en los talleres no están conectados la mayoría de sus equipos, el valor de las cargas eléctricas es muy pequeño, se registra un valor parecido en el horario nocturno donde predomina el alumbrado exterior, observándose una mayor incidencia en los transformadores T1, T4 y T5, debido a que en la noche no trabajan la mayoría de los equipos que tienen grandes consumos, como las bombas de petróleo, Grúas de Pórtico, compresores, Maquinas de soldar entre otras y cuando trabajan culminan prácticamente a las 11:00 PM, los valores de las potencias y demás de estas cargas se comportan de manera muy similar a los registrados durante el día.

Las mediciones con mayor incidencia en los cálculos realizados coincidieron cuando estaban en funcionamiento los equipos que por su potencia repercuten en el mayor consumo de energía eléctrica del sistema eléctrico estudiado, tales como las Grúas de Pórtico, Maquinas de soldar, Bombas, Compresores y otros, así como los aires acondicionados y las consolas en las áreas de oficinas. Cuando se trabajó con el Gancho digital, los parámetros obtenidos fueron monofásicos, razón por la cual se hizo necesario llevarlos a valores trifásicos en el caso específico de las potencias y a partir de ahí, obteniendo el factor de potencia se calcularon las corrientes y las tensiones trifásicas, utilizando fórmulas como la (2.4) y (2.5).

Con los valores obtenidos de potencia activa, potencia reactiva y corriente se hizo un análisis del consumo eléctrico en las diferentes subestaciones, para la cual se valoró en cada caso la coincidencia del trabajo de los distintos consumidores que se alimentan de un mismo transformador y de esta forma se obtuvo la potencia activa, la potencia reactiva y aparente que realmente se consume de estos.

En la tabla 2.1 se mostraran los valores reales de las potencias activa, aparente, reactivas y del factor de potencia existente, en cada centro de carga, cuando

trabajan al mayor por ciento de su carga instalada y sobre todo cuando trabajan los equipos mas consumidores de energía alimentados por cada transformador de los distintos centros de carga.

Denominación del Centro de carga	Zona	P (kW)	S (kVA)	Q (kVAr)	Cosφ
CCT1 (1000kVA)	Explot. Portuaria	42.6	53.25	31.95	0.8
CCT2 (100 kVA)	Taller Automotor	46.31	60.14	38.37	0.77
CCT3 (160 kVA)	Marítimo	11.37	13.54	7.34	0.84
CCT4 (630 kVA)	Petróleo	269.68	324.80	181.16	0.83
CCT5 (1000 kVA)	Amoniaco	142.27	173.50	99.31	0.82
CCT6 (100 kVA)	Carbón	5.66	7.08	4.25	0.8
CCT7 (100 kVA)	Campo de Boyas	3.37	3.79	1.73	0.89
Total	Empresa Puerto Moa	521.10	636.09	364.10	0.82

Tabla 2.1 Valores de las potencias en cada área.

2.2 - Actualización de los diagramas Monolineal por centros de carga.

Para la actualización del diagramas monolineales de cada centro de carga en la empresa, hubo que realizar un levantamiento de la carga instalada, efectuando recorrido por cada área de trabajo y tomando los parámetros nominales de cada equipo eléctrico, tomándose como dato la tensión de línea, corriente de línea, potencia activa y factor de potencia, estos valores generalmente no aparecen en todos los equipos razón por lo cual en la mayoría de los casos, a partir de algunos valores nominales que aparecían en la chapa del fabricante o el manual del equipo se calcularon los otros parámetros tal y como se muestra en el Anexo # 3.

También se tomaron las distancias entre las cargas y sus alimentadores, así como la sección de los conductores. Además de tener en cuenta la opinión de especialistas de la propia entidad que conocen muchos de estos elementos y de un trabajo realizado anteriormente respecto al tema. Durante este recorrido se pudo notar de que muchos de los equipos que nominalmente consumen potencias considerables realmente están fuera de servicio y se usan muy poco, como son los tornos del taller de maquinado, donde solo funciona uno de cinco, así mismo las luminarias tanto interiores como exteriores en las distintas áreas y locales donde no todas prestan servicio, entre otros. Luego se procedió a la confección de los diagramas

Monolineales de cada centro de carga, los cuales se confeccionaron usando el Paint ya que no se contaba en la empresa con el Easy Power. Dentro de estos se destacan los siguientes centros de carga: Explotación portuaria, Taller Automotor; Marítimo; Petróleo; Amoniacó; Carbón.

2.3 - Enfoque sobre el análisis de las pérdidas de potencia y caída de tensión en las líneas de un sistema eléctrico.

En este capítulo se quiere mostrar de forma sencilla sobre los parámetros en que se debe actuar para la disminución de las pérdidas de potencia y las caídas de tensión. Analizando las fórmulas de las pérdidas de potencia activa y reactiva mostrado en el capítulo 2.

$$\Delta P = I^2 R \quad (2.3.1)$$

$$\Delta Q = I^2 X \quad (2.3.2)$$

Se observa que para disminuir las pérdidas se puede lograr disminuyendo la resistencia, la reactancia y la corriente de la línea. Para la disminución a los dos primeros basta con cambiar el calibre a los conductores donde la sección transversal de los mismos aumente y para disminuir la corriente, puede lograrse disminuyendo la potencia reactiva inductiva a través de la instalación de condensadores, aumentando la tensión de alimentación que puede ser a través del uso de una tensión mayor y actuando sobre el cambia taps de los transformadores, además de que algunas de las medidas mencionadas anteriormente para la reducción de la resistencia y la reactancia pueden tener un efecto positivo en cuanto a esta última.

De forma similar observando la fórmula de la caída de tensión.

$$\Delta V = \frac{PR + QX}{V} \quad (2.3.3)$$

Para disminuir la caída (ΔV) se logra disminuyendo la resistencia y reactancia de la línea, la potencia reactiva y aumentando la tensión de alimentación.

A continuación en la figura 2.3.1, se representa esquemáticamente el enfoque descrito anteriormente referente a la caída de tensión y la pérdida de potencia en un sistema eléctrico.

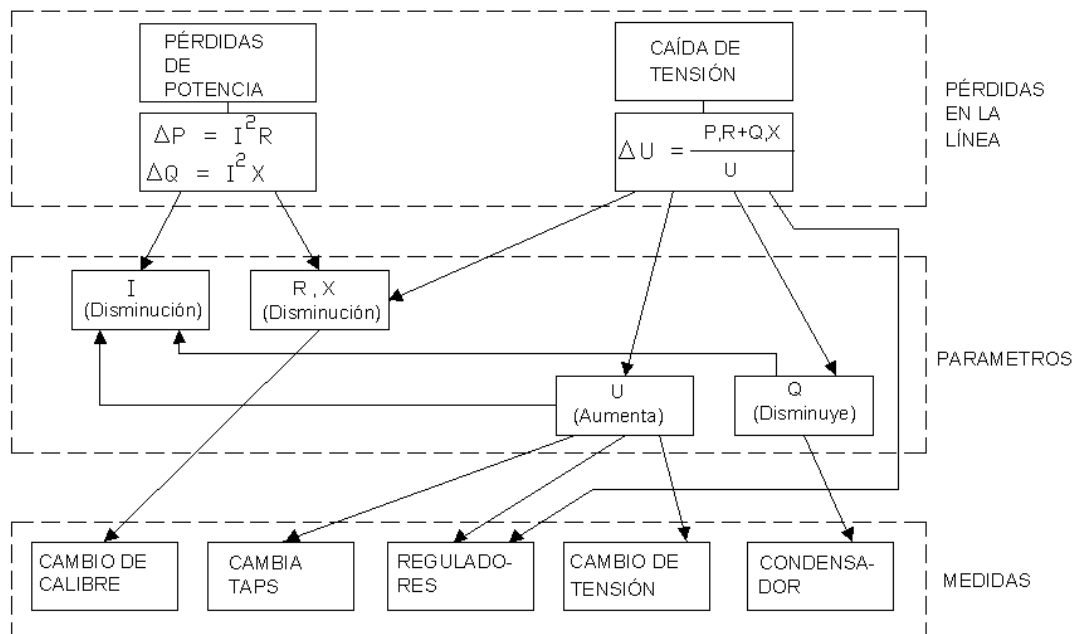


Fig. 2.3.1 Parámetros a regular en las pérdidas de potencia y caídas de tensión en las líneas

2.3.1 Pérdidas de potencia activa en los transformadores.

Las pérdidas que ocurren en los transformadores están dadas fundamentalmente por las pérdidas activas (P) y reactivas (Q). Las pérdidas activas están dadas, cuando el transformador está con carga, por las pérdidas en el cobre, que se gastan por el calentamiento de los enrollados y dependen de la corriente de carga y cuando el transformador está trabajando en vacío, depende de las pérdidas del acero, que están determinadas por las pérdidas de la potencia en marcha al vacío en tiempo real de trabajo, por lo tanto estas dependen de la corriente de carga.

Las pérdidas reactivas del transformador están dadas, cuando esta con carga, por la dispersión del flujo magnético, que depende del cuadrado de la corriente de carga y cuando esta trabajando en vacío, por las pérdidas de imantación del mismo, que no dependen de la corriente de carga y sí de la corriente en vacío del transformador.

Para determinar estas pérdidas se utiliza la siguiente metodología de cálculo sobre la base de datos de catálogos o pasaporte del equipo.

Las pérdidas activas en los transformadores se calculan por la expresión siguiente:

$$\Delta P_t = \Delta P_{sc} + K_c^2 \Delta P_{cc} \quad (\text{kW}) \quad (2.3.1.1)$$

ΔP_{sc} : Pérdidas del transformador sin carga, las cuales toman en cuenta las pérdidas de potencia activa tanto, del transformador, como las creadas por los elementos del sistema por la potencia activa demandada por el mencionado transformador.

ΔP_{cc} : Análogamente, pérdidas de cortocircuito (Pérdidas del cobre); (kW)

$K_c = I_c / I_n$: Coeficiente de carga.

I_c : Corriente real del transformador o de cálculo; (A)

I_n : Corriente nominal (chapa) del transformador; (A)

También se puede calcular por la formula siguiente:

$K_c = \text{Dem. Max} / \text{kVA instalados}$

$$\Delta Q_{sc} = S_n [I_{sc} (\%) / 100] \quad (\text{kVAR}) \quad (2.3.1.2)$$

ΔQ_{sc} : Potencia reactiva demandada por el transformador sin carga.

I_{sc} : Corriente del transformador sin carga; (%),

$$\Delta Q_{cc} = S_n [U_{cc} (\%) / 100] \quad (\text{kVAR}) \quad (2.3.1.3)$$

ΔQ_{cc} : Potencia reactiva demandada por el transformador a plena carga; (kVAR)

U_{cc} : Voltaje de corto circuito del transformador; (%)

Este cálculo de las pérdidas en el transformador debe realizarse en base a los datos de catálogos. El constructor del equipo lo vende con su propia documentación técnica, en la cual podemos encontrar los siguientes datos:

- Tipo de transformador, conexiones.
- S_n : Potencia nominal (chapa) del transformador; (kVA)
- U_{np} : Tensión nominal en el primario en kV
- U_{ns} : Tensión nominal en el secundario en kV
- I_{sc} : Corriente del transformador sin carga; (%)
- U_{cc} : Tensión de corto circuito del transformador; (%)

- Pérdidas de potencia en vacío en W
- Pérdidas de potencia de corto circuito (en el cobre) en W
- Resistencia en los enrollados (primario y secundario) en Ω .

Para determinar las pérdidas en cada transformador fue necesario, determinar el K_c de cada uno el cual se muestra en la siguiente tabla 2.3.1, en la cual también aparecen los valores de corriente real y nominal, donde en muchos casos hubo que calcular la corriente nominal, por no aparecer entre los datos de chapa brindados por el fabricante.

La corriente en estos casos fue calculada mediante la ecuación:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * U} \quad (A) \quad (2.3.1.4)$$

Donde:

S: Potencia aparente del transformador.

U: Tensión del transformador.

Transformador	S nominal (kVA)	I nominal (A)	I real (A)	Kc	Factor capacidad
CCT1 (1000kVA)	1000	41.88	1.78	0.14	0.15
CCT2 (100 kVA)	100	4.18	1.94	0.46	0.61
CCT3 (160 kVA)	160	6.70	0.47	0.07	0.08
CCT4 (630 kVA)	630	26.38	11.29	0.42	0.5
CCT5 (1000 kVA)	1000	41.88	5.95	0.14	0.21
CCT6 (100 kVA)	100	4.18	0.23	0.05	0.06
CCT7 (100 kVA)	100	4.18	0.14	0.03	0.04

Tabla 2.3.1 Coeficiente de carga (K_c y Factor de capacidad) de los transformadores

Como se puede apreciar en la tabla anterior (2.3.1) y 2.3.2, conociendo la corriente real de cada transformador y su coeficiente de carga, podemos determinar si los mismos trabajan a un régimen óptimo, partiendo de que los transformadores que trabajan con un coeficiente de carga entre 0.45 y 0.65 aproximadamente, trabajan en un régimen óptimo, atendiendo siempre a las características propias de cada transformador, su eficiencia, el fabricante, entre otras.

Transformadores Centros de cargas	Pérdidas en vacío (kW)	Pérdidas de cortocircuito (kW)	Kc	Pérdidas totales (kW)
Petróleo	7.736	1.531	0.42	8.01
Amoniaco	11.115	2.594	0.14	11.17
Marítimo	2.218	0.813	0.07	2.22
Taller Automotor	1.771	0.468	0.46	1.87
Explot. Portuaria	11.115	2.594	0.14	11.17
Carbón	1.771	0.468	0.05	1.77
Campo de Boyas	1.771	0.468	0.03	1.77
Total	37.497	8.936		37.97

Tabla 2.3.2 Pérdidas Activas por centros de carga.

Para calcular las pérdidas en cada centro de carga apoyado en los diagramas monolineales se fueron calculando las pérdidas en las líneas de alimentación de energía eléctrica y los transformadores desde los consumidores hasta las barras y luego conociendo las corrientes que circulan por los transformadores de cada centro de carga, se realizó este mismo procedimiento hasta la barra del alimentador principal del centro de carga, en el cual conociendo las distancias se pueden determinar los valores de estas pérdidas a las que sumándoles las ΔP_t , darán como resultado el valor de las pérdidas totales en ese centro de carga.

Después de calcular las pérdidas activas tanto en las líneas como en los transformadores que existen en la empresa, se suman obteniéndose un valor total de las pérdidas por cada centro de carga, confeccionándose luego una tabla que muestre los resultados de estas pérdidas activas por cada centro de carga y el total de la empresa así como él por ciento que este significa de la potencia activa que consume el sistema eléctrico de la empresa puerto Moa.

2.4 Análisis del comportamiento del sistema eléctrico de la Empresa Puerto Moa (EPM).

En el epígrafe anterior se expresa los coeficientes de carga y de capacidad de los transformadores, vistos en las tablas 2.3.1 y 2.3.2, pudiéndose observar los siguientes resultados:

1. El transformador en la Planta de Petróleo está cargado a un 42 % y el factor de capacidad (F.Cap) es de 50 %, por lo que se propone mantenerlo en este estado debido a que en la región se pronostica un aumento en la producción

de las plantas productoras, así como el aumento de otras actividades industriales en Cubaniquel.

2. El transformador en la Planta de Amoniaco esta subcargado a un 14 % y tiene un $F.Cap = 21 \%$, a pesar que hace dos años que se espera que aumente el número de balas para amoniaco, se entiende que este transformador pudiera cambiarse por otro de menor potencia. Si se tuviera en cuenta que la carga aumente el doble de la carga actual, se obtendría un factor de carga estimado de 28.4 % y un factor de capacidad de 42 %.
3. El transformador de la UEB Marítimo y el de la planta de carbón están cargados al 7 y 5 %, respectivamente.
4. El transformador de Explotación Portuaria esta cargado a un 14 % y tiene un factor de capacidad de 15 %, ambos factores están muy por debajo de los niveles establecidos, pero es necesario tener en cuenta el incremento en corto plazo de las actividades portuarias tanto en las empresas de níquel (ejemplo proyecto Ferroníquel) como los servicios a terceros, así como la remodelación de los muelles 1 y 2.

Otro objetivo de este capítulo es mostrar mediante las metodologías establecidas las pérdidas de potencia activa totales que existen para hacer un análisis que permita valorar las posibles medidas a aplicar con vistas a disminuir dichas pérdidas y mejorar el servicio eléctrico en la empresa.

Para ello primero calculamos las pérdidas en las líneas de transporte de energía eléctrica, conociendo el calibre de los conductores, las distancias entre los consumidores, los transformadores y otros, además de la corriente que circula en cada línea, todo esto se realizó a partir de un análisis del esquema monolineal de la empresa (figura 2.4.1), la figura 2.3 y las mediciones realizadas.

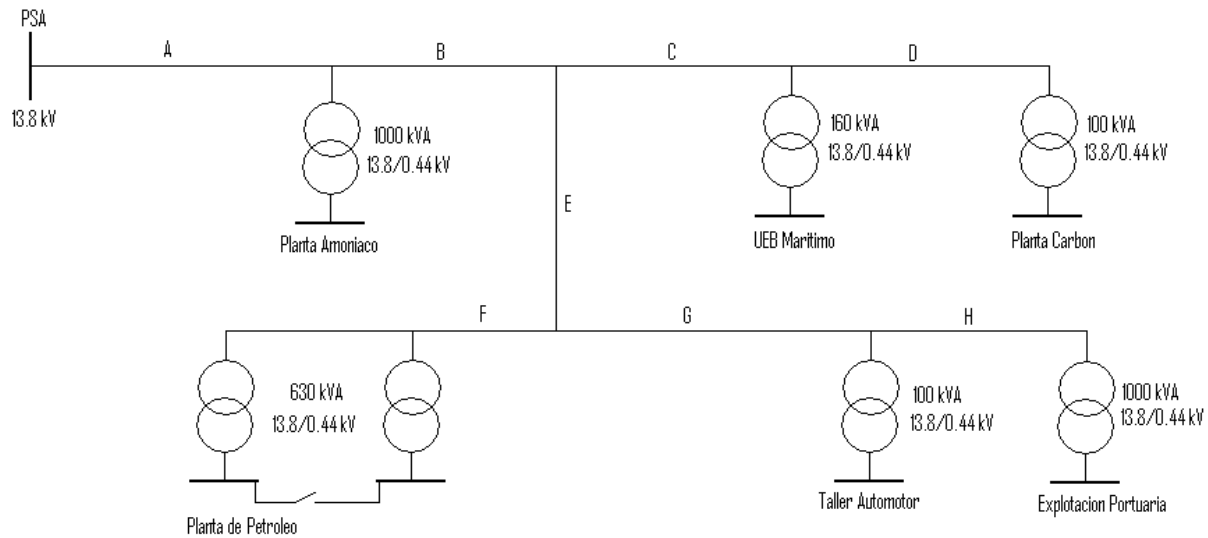


Figura 2.4.1. Diagrama general del sistema eléctrico de EPM

Los resultados son.

Tramos	Longitud (Km)	Un (kV)	r (Ohm/Km)	x (Ohm/Km)	F.Pot.	Pprom (kW)	Qprom (kVAr)	P. tension (%)	Perdidas (kW)	P.Transf. (kW)
A	5,16	13,8	0,27	0,42	0,80	521,14	390,86	0,854	1,0373	37,97
B	0,1	13,8	0,91	0,366	0,82	378,88	284,16	0,025	0,0341	26,81
C	0,25	13,8	0,91	0,366	0,84	17,03	12,77	0,003	0,0002	3,99
D	0,6	13,8	0,91	0,366	0,84	5,66	4,25	0,003	0,0000	1,77
E	0,4	13,8	0,91	0,366	0,85	358,48	268,86	0,094	0,1136	22,81
F	0,2	13,8	0,91	0,366	0,85	269,58	202,19	0,034	0,0321	8,01
G	1,3	13,8	0,91	0,366	0,86	88,91	66,68	0,081	0,0222	14,81
H	0,2	13,8	0,91	0,366	0,88	42,6	31,95	0,006	0,0007	11,17
Total	8,21					1682,3	1261,7		1,240	127,34

Tabla 2.4.1 Parámetros calculados del sistema EPM actual

De aquí se observa que la máxima caída o pérdida de tensión en el sistema es de 1.06 %, parámetro que se encuentra dentro del límite permisible (± 5 %) y las pérdidas de energía para el día, mes y año oscilan en **3085.92 kWh**, **92 577.75 kWh** y **1 110 932.97 kWh**, respectivamente.

Las tasas con relación a los armónicos están dentro de los parámetros permisible y muy por debajo de estos (Thd máximo de tensión igual a 1.3% y de corriente de 9.5%).

2.5 Posibles medidas a aplicar para el mejoramiento del sistema eléctrico EPM

Dentro de las posibles medidas a evaluar en el mejoramiento de los parámetros del sistema eléctrico de la empresa se destacan los siguientes: Cambio de

transformadores, cambio de calibre en los conductores, uso de banco de condensadores. A continuación se hará una breve valoración de cada una de ellas.

2.5.1 Cambio de transformadores

Atendiendo a lo expresado en el epígrafe anterior se deduce que las pérdidas en los transformadores es de 127,34 kW representando el 7.6% de la potencia promedio, por el comportamiento de los coeficientes de carga y capacidad de los transformadores, se proponen dos variantes que conllevara a la reducción de las pérdidas en los mismos.

Variante # 1: Cambiar los transformadores de las UEB de Explotación Portuaria y Amoniaco de 1000 kVA por dos de 630 kVA y el de la UEB de Marítimo de 160 kVA por uno de 100 kVA.

Variante # 2: Cambiar el transformador de amoniaco de 1000 kVA por el de planta de petróleo que no esta instalado que es de 630 kVA.

En la primera variante uno de estos transformadores no esta en la empresa. En la planta de petróleo por diseño se tuvo en cuenta 2 transformadores de 630 kVA, donde uno de estos nunca se ha instalado eléctricamente, el caso del primer transformador conlleva a una inversión o cambio con otra entidad del equipamiento necesario y de igual forma ocurre con en el de Marítimo. Las pérdidas en los transformadores serian de 103,95 kW como lo expresa la tabla 2.5.2.1, reduciéndose en 23.39 kW con respecto a las pérdidas actuales por este concepto.

Tramos	Longitud (Km)	Un (kV)	Pprom (kW)	Qprom (kVAr)	P. tensión (%)	Pérdidas (kW)	P.Transf. (kW)
A	5,16	13,8	521,14	390,86	0,849	1,0373	30,77
B	0,1	13,8	378,88	284,16	0,025	0,0341	22,98
C	0,25	13,8	17,03	12,77	0,003	0,0002	3,55
D	0,4	13,8	5,66	4,25	0,002	0,0000	1,77
E	0,4	13,8	358,48	268,86	0,093	0,1136	19,44
F	0,2	13,8	269,58	202,19	0,034	0,0321	8,01
G	1,3	13,8	88,91	66,68	0,078	0,0222	9,66
H	0,2	13,8	42,6	31,95	0,006	0,0007	7,79
Total	8,01		1682,3	1261,7		1,240	103,9526

Tabla 2.5.1.1 Comportamiento de parámetros eléctricos con la variante # 1

Por otra parte con la segunda variante se necesita de tiempo, destinado a la preparación técnica del equipo y a su traslado e instalación, pudiéndose realizar con

los trabajadores de la empresa, con esta propuesta las perdidas en los transformadores serian de 123.96 kW como lo expresa la tabla 2.5.2.2, reduciéndose en 3.38 kW con respecto a las perdidas actuales por este concepto.

Tramos	Longitud (Km)	Un (kV)	Pprom (kW)	Qprom (kVAr)	P. tensión (%)	Pérdidas (kW)	P.Transf. (kW)
A	5,16	13,8	521,14	390,86	0,851	1,0373	34,59
B	0,1	13,8	378,88	284,16	0,025	0,0341	26,81
C	0,25	13,8	17,03	12,77	0,003	0,0002	3,99
D	0,4	13,8	5,66	4,25	0,002	0,0000	1,77
E	0,4	13,8	358,48	268,86	0,094	0,1136	22,81
F	0,2	13,8	269,58	202,19	0,034	0,0321	9,78
G	1,3	13,8	88,91	66,68	0,080	0,0222	13,04
H	0,2	13,8	42,6	31,95	0,006	0,0007	11,17
Total	8,01		1682,3	1261,7		1,240	123,9608

Tabla 2.5.1.2 Comportamiento de parámetros eléctricos con la variante # 2

A pesar que en la segunda variante el ahorro de energía es inferior al de la variante # 1, correspondiendo a 29196.77 kWh al año, se concluye que la variante escogida es la segunda.

2.5.2 Cambio del calibre de los conductores de las líneas

Uno de los componentes principales de un sistema de distribución aéreo son los conductores aéreos utilizados que son en lo fundamental de cobre o de aluminio. Un conductor de cobre tiene menos resistencia que un conductor de aluminio del mismo tamaño. Los conductores de cobre y de aluminio son los más usados en la electricidad, el aluminio también es un buen conductor y además, tiene la ventaja de pesar menos y ser más barato; en la mayoría de las aplicaciones, no se utilizan conductores que sean sólo de aluminio, porque el aluminio tiene menos resistencia mecánica que el cobre. Por lo tanto, los conductores de aluminio suelen ser reforzados con cables de acero en su centro (ACSR) y (AC), estando los cables de aluminio enrollados a su alrededor, por lo que la intensidad es transportada por los cables de aluminio, mientras que los cables de acero facilitan el soporte mecánico.

La circulación de intensidad en cualquier conductor originará un calentamiento en el conductor. Este calentamiento se conoce generalmente como pérdidas por calentamiento o por efecto joule " I^2R ", puesto que ésta es la fórmula de la pérdida de potencia (disipada en forma de calor), cuando la intensidad de corriente (I) circula a través de una resistencia (R). Con niveles altos de intensidad, la cantidad de calor generada en un conductor puede ser lo suficientemente alta como para recocerlo (reblandecerlo) y reducir su resistencia a la tracción. Como resultado aumentará la flecha en el conductor, quizás más allá de los límites aceptables para garantizar una distancia al suelo suficiente. Por consecuencia, se fijarán límites a la intensidad máxima que puede ser soportada por un conductor de un tamaño y un material determinado. De la expresión de las pérdidas por calentamiento " I^2R " se puede ver que para una cantidad determinada de intensidad, estas son directamente proporcionales a la resistencia del conductor. Los conductores con resistencias inferiores generarán menos calor; por lo tanto serán capaces de soportar una mayor intensidad. A su vez, es inversamente proporcional al área de la sección del conductor. Al aumentar la sección del conductor, la resistencia disminuye.

Hay varios factores que influyen en la selección del conductor: La intensidad que debe ser soportada (para servir a la carga existente y tener en cuenta el crecimiento futuro de éstas y la operación en emergencia), la caída de tensión y la pérdida de potencia permitida a lo largo de todo el conductor, la resistencia mecánica del conductor, el costo y la facilidad de instalación y manejo.

Es así que muchos diseñadores de sistemas eléctricos elegirán un conductor más grande para reducir las pérdidas de potencia activa y las caídas de tensión, aunque el costo inicial de la instalación sea más elevado.

La gran mayoría de los sistemas de distribución son radiales, existe la posibilidad de reducir el tamaño de los conductores en zonas muy alejadas de la subestación. Sin embargo, en la práctica, no suele ser así, puesto que el futuro crecimiento de la carga podría producir pérdidas de potencia activa y caídas de tensión inaceptables en las secciones de alimentadores que utilizan conductores de menor tamaño. Además, se podría necesitar una capacidad extra de transporte de intensidad, es decir, conductores de mayores secciones durante condiciones de sobrecarga y fuera necesario soportar también la carga de un alimentador adyacente.

En el sistema eléctrico EPM esta compuesto conductores AC-120 (la línea desde Pedro Soto Alba) y AC-35 (todo el resto del sistema), estas líneas tienen un tiempo de explotación que excede los 35 años, de ahí que se hace necesario el cambio de los mismos, se realizó el análisis y los conductores AC-35 en su mayoría los cálculos arrojaron el cambio de estos por conductores AC-50 y AC-70, teniendo en cuenta que los conductores que están entrando al país son triple A de 78 mm^2 , este tiene una sección transversal de 70 mm^2 .

En la tabla 2.5.2.1 se muestra la variación de los parámetros del sistema eléctrico con el cambio de calibre de los conductores.

Tramos	r (Ohm/Km)	x (Ohm/Km)	F.Pot.	P.prom (kW)	Q.prom (kVAr)	P. tensión (%)	Perdidas (kW)	P.Transf. (kW)
A	0,27	0,42	0,8	521,14	390,86	0,851	1,0373	34,59
B	0,45	0,44	0,82	378,88	284,16	0,016	0,0169	26,81
C	0,91	0,366	0,84	17,03	12,77	0,003	0,0002	3,99
D	0,91	0,366	0,84	5,66	4,25	0,002	0,0000	1,77
E	0,45	0,44	0,85	358,48	268,86	0,061	0,0562	22,81
F	0,91	0,366	0,85	269,58	202,19	0,034	0,0321	9,78
G	0,45	0,44	0,86	88,91	66,68	0,051	0,0110	13,04
H	0,91	0,366	0,88	42,6	31,95	0,006	0,0007	11,17
Total				1682,3	1261,7		1,154	123,9608

Tabla 2.5.2.1 Comportamiento de parámetros eléctricos con el cambio de calibre

Con esta medida las caídas o pérdidas de tensión se redujeron con respecto al estado anterior haciendo que la caída máxima disminuyera de 1.06 % a 0.99 %, las

perdidas se redujeron en 741.86 kWh con respecto a lo obtenido en el cambio de transformador (variante # 2).

2.5.3 Conexión de banco condensadores o capacitores

Como se sabe, la función de los condensadores es compensar la demanda de potencia reactiva que requieran las cargas para su funcionamiento. La compensación no puede ser completamente igual a la unidad, porque esto implicaría que los generadores trabajarían con excitación muy baja, poniendo en peligro la estabilidad del sistema; la potencia reactiva circula desde los generadores a las cargas a través de transformadores y líneas; el factor de potencia más económico será mayor a medida que nos alejemos de las plantas generadoras; la subida de voltaje ocasionada por los condensadores no es de una magnitud tal que pueda ofrecer una solución favorable a aquellos circuitos con voltajes más críticos; las subidas apreciables solo se logran en líneas con relación $\frac{X}{R} > 1$ y con banco de condensadores grandes. La conexión y desconexión de muchos bancos se realiza automáticamente por: señales de control de voltaje, circulación de potencia reactiva, circulación de corriente y por tiempo.

Los condensadores se deben retirar en las horas de mínima demanda y debe realizarse por dos vías fundamentalmente.

- a) Instalación de grandes capacidades en las subestaciones atendidas, donde el operador es el encargado de su conexión y desconexión, este caso se da cuando se requiere controlar el voltaje en niveles superiores al de la distribución.

- b) Mediante la instalación de bancos más pequeños en los circuitos de distribución primaria controlados automáticamente, se corre el riesgo de que su conexión y desconexión no coincidan con las necesidades del sistema.

La potencia activa que consume una carga trifásica es:

$$P = \sqrt{3}V_L I \cos \varphi \quad (3.4)$$

Se sabe que el valor del factor de potencia puede variar de 0 a 1. Por tanto, para mantener una potencia constante si el voltaje es constante solo puede variar el $\cos \varphi$ o la corriente (I). Esto trae por consecuencia que con un bajo valor de $\cos \varphi$, el valor de la corriente aumenta y por tanto las pérdidas de la línea aumentan también. Igualmente ocurre con las caídas de tensión en la línea, dado que estas son directamente proporcional a la corriente (I).

Para mejorar el factor de potencia se puede realizar por dos métodos: mediante la instalación de banco de capacitores o con compensadores sincrónicos. Actualmente la instalación de banco de capacitores es el método más económico en los circuitos de distribución.

En la figura 2.5.3.1 se observa como con la instalación de bancos de condensadores se mejora el factor de potencia y se eleva la tensión de la línea.

El cálculo matemático que rige el grafico de la figura 3.5 es el siguiente:

Primero debe conocerse la potencia activa, reactiva y aparente del circuito mediante la ecuación:

$$kVA^2 = kW^2 + kVAr^2 (inductivo) \quad (3.5)$$

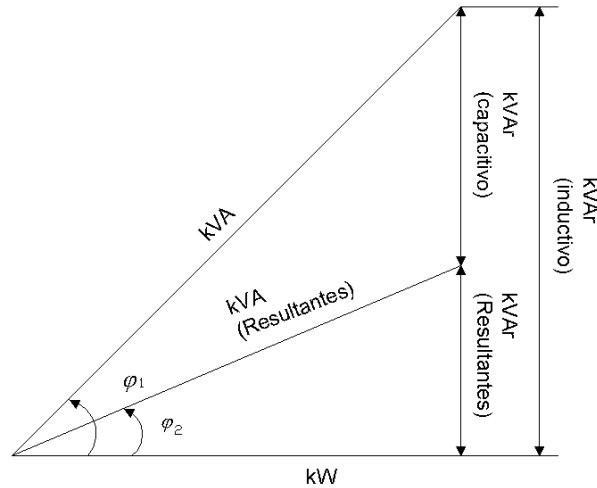


Fig. 2.5.3.1 Mejora del factor de potencia al introducir condensadores en la línea

Para conocer la potencia reactiva capacitiva que mejore el valor del factor de potencia de $\cos \varphi_1$ a $\cos \varphi_2$ se utilizará la fórmula:

$$\text{Como } \tan \varphi = \frac{kVAr \text{ (inductivo)}}{kW} \quad (3.6)$$

$$\mathbf{CkVAr = kVAr \text{ (inductivo)} - kW \tan \varphi_2} \quad (3.7)$$

$$CkVAr = kW (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

Donde:

CkVAr : Potencia reactiva debida a los capacitores;

kVAr : (inductivo) potencia reactiva de la carga;

kW : Potencia activa de la carga; la que es invariable;

φ_1 : Ángulo del factor de potencia sin capacitores

φ_2 : Ángulo del factor de potencia con capacitores.

Se presentan varias desventajas cuando se instalan capacitores, pero éstas se reducen al mínimo cuando se instalan banco de capacitores variables automáticos, es decir, que se conectan y desconectan a estos automáticamente.

Se valoro la conexión de bancos de condensadores en dependencia de los parámetros en el sistema eléctrico, los resultados se ven en la tabla 2.5.3.1.

Tramos	Longitud (Km)	Un (kV)	Qprom (kVAr)	P. tensión (%)	Perdidas (kW)	P.Transf. (kW)	Qc (CkVA)	Qprom final (kVAr)	Qc(CkVA) norm.
A	5,16	13,8	225,86	0,664	0,7843	34,59436	168,85	222,00	165,00
B	0,1	13,8	185,16	0,014	0,0169	26,80751	103,06	181,10	99,00
C	0,25	13,8	12,77	0,003	0,0002	3,993405	3,75	9,03	
D	0,6	13,8	4,25	0,003	0,0000	1,771421	1,24	3,00	
E	0,4	13,8	202,86	0,055	0,0562	22,81411	69,45	199,41	66,00
F	0,2	13,8	169,19	0,033	0,0321	9,778238	52,23	149,95	33,00
G	1,3	13,8	66,68	0,051	0,0110	13,03587	14,88	51,80	
H	0,2	13,8	31,95	0,006	0,0007	11,16584	4,85	27,10	
Total	8,21		898,71		0,901	123,9608	418,31	843,40	363,00

Tabla 2.5.3.1 Parámetros eléctricos con el uso de los condensadores

Con esta medida se observa que las perdidas de energía en el año se redujeron en 2185.32 kWh con respecto al ahorro obtenido con la medida anterior. Es necesario destacar que la potencia reactiva capacitiva normalizada mostrada en la tabla anterior es con condensadores estáticos, en total es de 363 CkVA.

2.5.4 Evaluación de las medidas propuestas

El consumo de energía eléctrica producto a las pérdidas, afecta considerablemente la economía de cualquier empresa y la del país, por constituir gastos irrecuperables e irreparables, por lo cual se hace necesario disminuirlos al mínimo posible.

Teniendo en cuenta los análisis realizados anteriormente se reflejan en la tabla 2.5.4.1 los consumos de energía producto a las pérdidas y el total de la empresa en un año.

Pérdidas Energía	Sin mejoras kWh	Con mejoras kWh	Ahorro (kWh)
Día	3085,92	2996,69	89,23
Mes	92577,75	89900,75	2677,00
Año	1110932,97	1078809,03	32123,94

Tabla 2.5.4.1 Parámetros eléctricos con el uso de los condensadores

Como se observa con estas medidas se obtiene un ahorro de energía al año de 32123.94 kWh/año, desglosado en 29196.77 kWh/año por el cambio del transformador de amoniaco de 1000 kVA por uno de 630 kVA, 741.86 kWh/año por el cambio de calibre y 2185.32 kWh/año por el uso de condensadores con una capacidad total de 363 CkVA.

2.5.5 Propuesta de conexión de grupos electrógenos

La Empresa Puerto Moa es de gran importancia para la industria del Níquel porque a través de esta llegan varias de las materias primas necesarias para el funcionamiento de las fábricas de níquel de esta zona industrial, así como para otras entidades del Grupo Empresarial Cubaniquel y otras que no pertenecen al grupo. De ahí la necesidad de ganar en la confiabilidad del sistema eléctrico existente para tiempos normales como para tiempo de catástrofe naturales, de otra naturaleza y averías en las líneas.

Por este motivo se propone el montaje de grupos electrógenos según las dos variantes siguientes:

- Montar un grupo electrógeno que alimente por 13,8 kV a la Empresa Puerto Moa.
- Montar dos grupos electrógenos independientes, uno en la planta de petróleo y otro en la planta de amoniaco.

Atendiendo a la situación económica existente en la empresa y en el país, se entiende que la más viable y conveniente sea la segunda variante o propuesta y en función de esto se especifican determinados parámetros eléctricos.

La instalación de los grupos electrógenos se usa como fuentes principales de energía eléctrica y como fuente de energía de emergencia.

La potencia nominal en estos es probablemente el criterio mas importante a definir, la potencia activa depende del tipo de combustible utilizado, de las condiciones del lugar incluida la temperatura ambiente, temperatura del fluido de refrigeración, la altitud y la humedad relativa. También de las características de la carga (posibilidad de sobrecarga y las variaciones de la carga en el tiempo). La norma ISO 3046-1 indica para motores diesel 3 variantes para la definición de la potencia nominal.

1. Potencia continua: El motor puede entregar una determinada potencia nominal durante un tiempo ilimitado, este se usa para grupos de producción.
2. Potencia principal (PRP): El motor puede entregar una determinada potencia base durante un tiempo no limitado y el 100 % de la potencia nominal durante un tiempo limitado (puede ser potencia base el 70 % de la nominal y un 100 % de la carga nominal durante 500 horas al año).
3. Potencia de emergencia: Es la potencia máxima que la maquina puede entregar durante un tiempo limitado, generalmente menos de 500 horas al año. Esta definición no debe aplicarse a grupos electrógenos que exclusivamente como emergencia.

El punto de funcionamiento normal de estos es de factor de potencia de 0.8, asegurando rapidez y fiabilidad en el arranque, en la conmutación de cargas y que permita pruebas periódicas con cargas y otras condiciones.

Para el caso de la empresa y atendiendo a lo descrito anteriormente, los grupos electrógenos que se necesitan son de potencia de emergencia.

- En la Planta de Amoniacó según su características se necesita montar un grupo electrógeno de modelo DCA220SPK con capacidad de 60Hz/220kVA/195kW/220V/440V, con una maquina Komatsu S6D125-1 y cuesta 16900 USD de marca Denyo y hecho en Japón.
- En la Planta de Petróleo se necesita un grupo electrógeno de modelo DCA 350 SSAK con capacidad de 60Hz/350kVA/300kW/220V/440V con una maquina Komatsu S6D125-1 y cuesta 16900 USD de marca Denyo y hecho en Japón.

2.6 - Conclusiones.

En el presente capitulo se obtuvieron los parámetros fundamentales para el análisis del sistema eléctrico de la Empresa Puerto Moa, primeramente se obtuvo mediante las mediciones los valores de las cargas eléctricas en cada centro de carga luego a través del levantamiento de la carga instalada y el recorrido por todas las áreas de la empresa, se pudieron actualizar los diagramas monolineales. También fueron calculadas las pérdidas activas totales de la empresa donde se pudo apreciar que las mismas se encuentran a 7.64% de la potencia activa promedio del sistema

eléctrico de la entidad, además de que con los valores de los K_c se pudo conocer el estado de carga de cada transformador, notándose que algunos están subcargados. Por otra parte se pudo conocer el factor de potencia en diferentes áreas y centros de cargas de la empresa siendo de 0.8 hasta 0.88, donde mediante el análisis del mismo se realizó una propuesta para la conexión de bancos de condensadores en determinadas áreas. Por último fueron calculadas las pérdidas de energía producto a las pérdidas activas en el sistema durante un año, ascendiendo a 1110.9 MWh y para la reducción de las mismas se evaluó el cambio del transformador en la planta de Amoniaco de 1000 kVA por uno de 630 kVA y el cambio de calibre en gran parte de la línea eléctrica de 35 mm² por 70 mm². Con estas medidas las pérdidas de energía se redujeron en 32123.94 kWh al año.

CAPITULO III: VALORACION TECNICA – ECONOMICA DEL TRABAJO.

3.1 - Introducción

En el análisis del sistema eléctrico de la Empresa Puerto Moa corresponde comprobar económicamente las propuestas de mejoras para disminuir las pérdidas de potencia y energía eléctrica. Se definirán todos los gastos de la inversión a la hora de aplicar las medidas propuestas en el capítulo anterior para definir el tiempo de amortización de dichos gastos y a través del análisis de sus resultados comprobar si es factible aplicar todas estas medidas.

Se analizan la introducción de tres medidas basado en lo siguiente:

Caso 1: Cálculo de las pérdidas de potencia y energía en el estado actual.

Caso 2: Cálculo de las pérdidas de potencia y energía con el cambio de transformador.

Caso 3: Cálculo de las pérdidas de potencia y energía con el cambio de transformador y calibre de conductores.

Caso 4: Cálculo de las pérdidas de potencia y energía con el cambio de transformador, calibre de conductores y uso de condensadores.

Primeramente se analizara el costo de las pérdidas de energía totales en el sistema tomando en cuenta todas las medidas propuestas. Seguidamente se mostrara el costo de los elementos utilizados en los mismos y finalmente se comprobara la factibilidad económica usando como criterio el tiempo de amortización.

3.2 Valoración económica de la investigación.

Para el Sistema Eléctrico Nacional las tarifas no son fijas durante todo el día, dado que no siempre están trabajando las mismas unidades de generación y muchas veces el costo de la generación en el horario pico es mucho mas caro que en otro (mañana) y por otra parte varían por año en dependencia del costo del barril de petróleo a pesar de que se añaden coeficientes de adaptación para las fluctuaciones normales del mercado.

En la tabla 3.1 se muestran resultados sobre el cálculo de los costos según los casos analizados.

Casos	Pérdidas kW	% Pprom	kWh/año	\$/kWh/año	Diferencia con respecto al caso 1 (\$)
1	128,58	7,64	1110932,97	144421,29	
2	125,2	7,44	1081736,21	140625,71	3795,58
3	125,11	7,43	1080994,34	140529,26	3892,02
4	124,86	7,42	1078809,03	140245,17	4176,11

Tabla 3.1 Resultados del cálculo de las pérdidas para todos los casos analizados (se asumió que el kWh vale 0.13 CUC)

Las pérdidas de potencia calculada de 128.58 kW que representa el 7.64% respecto a la potencia promedio en el sistema eléctrico actual, alcanzando las pérdidas de energía los 1110.9 MWh al año.

Con las propuestas relacionadas en el epígrafe anterior las pérdidas se reducen en 32124 kWh al año lo que equivale a un ahorro de 4176.00 CUC. Se quiere destacar con solo el caso 3 donde se tiene en cuenta el cambio de un transformador que esta en la empresa lo que hay que cambiarlo de lugar (los gastos corren por la empresa y con organización y un costo ínfimo puede acometerse la misma) y el calibre de los conductores en casi el 100% del circuito el ahorro equivale a casi 29940 kWh y 3892.00 CUC al año.

Basado en lo analizado en este capítulo anteriormente corresponde analizar si las mejoras introducidas es factible económicamente.

Para la aplicación de las medidas propuestas el costo de la inversión completa sería: Los conductores se cambiaran por el calibre 2/0 AWG 78 mm² que esta entrando al país por los de 70 mm² donde el precio es de 1.369 USD/m o 1.478 CUC y la longitud a cambiar es de 1800 metros.

Costo Inversión = Costo Conductores + Salario de los Trabajadores + Costo de Materiales y Equipos

Costo Inversión = 2660.4 CUC + 979.98 CUC

Costo Inversión = 3640.38 CUC

Donde:

Costo de los conductores: 2660.4 CUC.

Salario de los Trabajadores: Cada eléctrico C reporta 6.17 USD por hora y el electricista A reportaría 6.37 USD la hora.

Materiales y Equipos: En este caso es pequeña.

Como el ahorro de la energía ascendía por este concepto sería de 3892.00 CUC y el cálculo del tiempo de amortización de la inversión. Según como sigue:

$$A_{\text{mortización}} = \text{Costo Inversión}/(\text{Ahorro anual})$$

$$A_{\text{mortización}} = 3640.38 \text{ CUC} / 3892.00 \text{ CUC}$$

$$A_{\text{mortización}} = 0.93 \text{ Año}$$

Lo que dice que la inversión se amortiza en 11 meses y medio aproximadamente.

De tener en cuenta también la conexión de los condensadores (caso 4), donde se instalarían 363 CkVA a un precio de \$6CUC/CkVA para un costo de 2178 CUC. Con esta el ahorro equivale a casi 32124 kWh y 4176.00 CUC al año.

$$A_{\text{mortización}} = (3640.38 + 2178) \text{ CUC} / 4176.00 \text{ CUC}$$

$$A_{\text{mortización}} = 5818 \text{ CUC} / 4176.00 \text{ CUC}$$

$$A_{\text{mortización}} = 1.39 \text{ Año}$$

Lo que dice que la inversión se amortiza en casi 17 meses, es decir, 1 año y 5 meses.

Según los resultados anteriores y expresados en la tabla 3.2, ambas propuestas son factibles usarlas.

Casos	Costo ahorro energía al año (CUC)	Costo total inversión (CUC)	Tiempo amortización (meses)
3	29938,63	3892,02	11,22
4	32123,94	4176,11	17

Tabla 3.2 Cálculo del costo de inversión y tiempo de amortización.

Como se puede ver la aplicación de estas medidas implicaría gastos que serían amortizados en tiempo aceptable como regla general, mejorando así el sistema eléctrico de la empresa y su confiabilidad.

CONCLUSIONES

Luego de finalizado el trabajo, el autor obtiene las siguientes conclusiones:

Se actualizo los diagramas monolineales de las seis subestaciones principales de la Empresa Puerto Moa, brindando una información general del comportamiento del sistema eléctrico, además de que constituye la base fundamental para la realización de cualquier estudio en el sistema.

Se calcularon las perdidas totales del sistema eléctrico teniendo en cuenta las pérdidas en los transformadores y en las líneas, siendo de 128.58 kW en total.

Se detecto la existencia de transformadores que se encuentran subcargados con factores de carga muy bajos, esencialmente los transformadores de la UEB Explotación Portuaria y la Base de Amoniaco con un factor de carga de 14 % y los de la UEB de Marítimo y la Planta de Carbón con un factor de 7 y 5 %, respectivamente.

El factor de potencia que oscilaba entre 0.80 y 0.88 para este sistema eléctrico, resulto mejorarse hasta 0.92, valor normado por el sistema electro energético nacional, con el objetivo de disminuir las pérdidas existentes.

La pérdida de energía producto a las pérdidas de potencia en líneas y transformadores ascienden a 1110.9 MWh al año con un costo de 144421,29 CUC por este concepto, sin embargo de aplicar las medidas que se proponen en el trabajo, este gasto disminuiría hasta 140245,17 CUC, es decir, el ahorro es de 4176.11 CUC al año. Con este valor y el costo de la inversión se obtiene un tiempo de amortización que oscila entre los 11 meses y medio y un año y 5 meses.

Se propone la compra e instalación de dos grupos electrógenos para ganar en confiabilidad del Sistema Eléctrico de la Empresa Puerto Moa, según se expresa a continuación.

- En la Planta de Amoniaco según su características se necesita montar un grupo electrógeno de modelo DCA220SPK con capacidad de 60Hz/220kVA/195kW/220V/440V, con una maquina Komatsu S6D125-1 y cuesta 16900 USD de marca Denyo y hecho en Japón.
- En la Planta de Petróleo se necesita un grupo electrógeno de modelo DCA 350 SSAK con capacidad de 60Hz/350kVA/300kW/220V/440V con una maquina Komatsu S6D125-1 y cuesta 16900 USD de marca Denyo y hecho en Japón.

RECOMENDACIONES

Atendiendo a las conclusiones que se llegaron con este trabajo se recomienda:

- 1- Continuar con el estudio detallado hasta los consumidores mas pequeños de la Empresa Puerto Moa, profundizando en aquellos parámetros que no se hallan tenido en cuenta en el presente trabajo para este nivel de tensión.
- 2- Actualizar los diagramas Monolineales si se aplican las medidas propuestas en este trabajo, además de actualizarlos siempre que se realice cualquier cambio en el sistema eléctrico de la empresa.
- 3- Que se valore con la dirección de la empresa las medidas propuestas en el presente trabajo con el objetivo de su aplicación, atendiendo a los beneficios que estas podrían brindarle al sistema eléctrico de la Empresa Puerto Moa.
- 4- Conectar metros contadores en aquellas áreas donde no existen con el objetivo de tener mejor controlada la potencia activa de la empresa, así como hacerle conciencia a todo el personal de que un uso más racional de la energía reporta mayores beneficios al país y a la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

1. Catálogo de Ducati Energía. Italia 1999.
2. Catálogo Generators Tokio Trading Co., Japan 1999.
3. Catalogue Power factor correction and harmonic filtering, 2000.
4. Feodorov A.A y López Rodríguez Eduardo. Suministro Eléctrico de Empresas Industriales. Segunda edición. La Habana, editorial pueblo y educación, 1980. 50 páginas.
5. Gutiérrez Pulido, Humberto. La Calidad Total y el Ahorro de Energía. Universidad de Guadalajara. Mexico. 1993.
6. Indicators for energy, Use and Efficiency, International Energy agency, OECD, Paris, 1997.
7. J. Gestión Energética Integral. CETA. 1998.
8. Mazorra S. Mc Pherson. George. An introduction to Electrical Machines and Transformers. Segunda edición. 1989.
9. Maliuk Petrovna Svetlana. Factor de potencia en la producción. Santiago de Cuba, editorial oriente, 1980. 88 páginas.
10. Pérez Martín David, Pronóstico de crecimiento de la demanda a largo plazo, CUBAENERGIA 2001.
11. Power Systems Distribution. 1992. 30 páginas.
12. Revista memoria de la II Convención Internacional de Ingeniería en Cuba II CIIC 2010.
13. Torrel Groft. Manual del Montador Electricista. Tomo II.

Anexo # 1

Parámetros nominales Base de Petróleo

UEB	Local	Equipos	Cant	Pn (KW)	Un (V)	In (A)	Potenc Total (kW)	F. Pot	Sn (KVA)	S Total (KVA)
Recep y Sumin	B .Petróleo	Transformador	1	630	13.8 /0.44 kV	27.6/75.8				
Recep y Sumin	B .Petróleo	Electroválvulas	10	4	440	7,2	40,00	0,73	5,49	54,87
Recep y Sumin	B .Petróleo	Bombas	3	200	440	308	600,00	0,85	234,73	704,18
Recep y Sumin	B .Petróleo	Bombas	1	85	440	142	85,00	0,79	108,22	108,22
Recep y Sumin	B .Petróleo	Bombas	1	75	440	128,5	75,00	0,77	97,93	97,93
Recep y Sumin	B .Petróleo	Electroválvulas	9	1,5	440	3,1	13,50	0,63	2,36	21,26
Recep y Sumin	B .Petróleo	Bombas	2	200	440	315	400,00	0,83	240,06	480,12
Recep y Sumin	B .Petróleo	Bombas	2	3	440	11,6	6,00	0,34	8,84	17,68
Recep y Sumin	B .Petróleo	Extractores	2	2,2	440	7,7	4,40	0,37	5,87	11,74
Recep y Sumin	B .Petróleo	Motor	1	0,37	440	1,1	0,37	0,44	0,84	0,84
Recep y Sumin	B .Petróleo	Luminarias	16	1	220	4,5	16,00	1,0	0,99	15,84
Recep y Sumin	B .Petróleo	Luminarias	18	0,25	220	1,1	4,50	1,0	0,24	4,36
Recep y Sumin	B .Petróleo	Luminarias	50	0,04	220	0,18	2,00	1,0	0,04	1,98
Recep y Sumin	B .Petróleo	Aires Acondic	5	1,175	220	5,5	5,88	1,0	1,21	6,05
Recep y Sumin	B .Petróleo	Caja de Agua	1	0,42	120	3,5	0,42	1,0	0,42	0,42
Recep y Sumin	B .Petróleo	Computadoras	4	0,6875	125	5,5	2,75	1,0	0,69	2,75
Recep y Sumin	B .Petróleo	Impresora	1	0,12	120	1	0,12	1,0	0,12	0,12
Recep y Sumin	B .Petróleo	Impresora	1	0,3	120	2,5	0,30	1,0	0,30	0,30
Recep y Sumin	B .Petróleo	Maq de Soldar	1	6	220	26,5	6,00	1,0	5,83	5,83
Recep y Sumin	B .Petróleo	Consola	1	2,6	220	12	2,60	1,0	2,64	2,64
						Poten. Activa Inst.	1264,84	0,82	Pot. Aparente Inst.	1537,13
						Pot. Reactiva Inst.	873,48			

Parámetros nominales UEB Marítimo

UEB	Local	Equipo	Cant	Pn (KW)	Un (V)	In (A)	Potenc Total (kW)	F. Potencia	Sn (KVA)	S Total (KVA)
Marítimo	Oficina	Luminaria	42	0,02	115	0,174	0,84	1,0	0,02	0,84
Marítimo	Oficina	Aire acondic	4	1,1	230	5	4,4	1,0	1,15	4,60
Marítimo	Oficina	Aire acondic	1	2,7	220	12,6	2,7	1,0	2,77	2,77
Marítimo	Oficina	Computadora	2	0,84	120	7	1,68	1,0	0,84	1,68
Marítimo	Oficina	Impresora	1	0,3	120	2,5	0,3	1,0	0,30	0,30
Marítimo	Oficina	Impresora	1	0,216	120	1,8	0,216	1,0	0,22	0,22
Marítimo	Oficina	Pta Vertex	1	0,345	115	3	0,345	1,0	0,35	0,35
Marítimo	Oficina	Refrigerador	1	0,403	115	3,5	0,403	1,0	0,40	0,40
Marítimo	Oficina	Caja de Agua	1	0,42	120	3,5	0,42	1,0	0,42	0,42
Marítimo	Oficina	Televisor	1	0,08	120	0,6	0,08	1	0,07	0,07
Marítimo	Oficina	VHS	1	0,012	120	0,12	0,012	0,8	0,01	0,01
Marítimo	Oficina	Luminaria	6	0,04	115	0,35	0,24	1,0	0,04	0,24
Marítimo	Oficina	Luminaria	3	0,4	220	1,8	1,2	1,0	0,40	1,19
Marítimo	Oficina	Luminaria	22	0,25	220	1,14	5,5	1,0	0,25	5,52
Marítimo	Taller	Torno IK-20	1	10	440	15	10	0,87	11,43	11,43
Marítimo	Taller	Esmeriladora	1	5,5	440	8,5	5,5	0,85	6,48	6,48
Marítimo	Taller	Segueta Mekan	1	3,5	220	11	3,5	0,84	4,19	4,19
Marítimo	Taller	Taladro	1	4	440	6	4	0,87	4,57	4,57
Marítimo	Taller	Luminaria	12	0,04	220	0,18	0,48	1,0	0,04	0,48
Marítimo	Taller	Maq de Soldar	2	20	440	55	40	0,48	41,92	83,83
Marítimo	Buzos	Luminaria	8	0,04	125	0,35	0,32	0,9	0,04	0,35
Marítimo	Buzos	Luminaria	14	0,02	125	0,160	0,28	1,0	0,02	0,28
Marítimo	Buzos	Refrigerador	1	0,15	125	1,25	0,15	1,0	0,16	0,16
Marítimo	Buzos	Aire acondic	1	2,7	220	12,6	2,7	1,0	2,77	2,77
Marítimo	Buzos	Compresor	1	11	220	34	11	0,85	12,96	12,96
						Poten. Activa Inst.	96,266		Pot. Aparente Inst.	146,10

Parámetros nominales Planta de Carbón

UEB	Local	Equipos	Cant	Pn (KW)	Un(V)	In (A)	Potenc Total (kW)	F. Potencia	Sn (KVA)	S Total (KVA)
Recep y Sumin	Carbón	Trituradora	1	45	440	80	45	0,74	60,97	60,97
Recep y Sumin	Carbón	Transp. de Banda	1	11	440	19	11	0,76	14,48	14,48
Recep y Sumin	Carbón	Clasificador	1	4	440	7,5	4	0,70	5,72	5,72
Recep y Sumin	Carbón	Luminarias	12	1	220	4,5	12	1,0	1,00	12,00
Recep y Sumin	Carbón	Luminarias	4	0,04	220	0,2	0,16	1,0	0,04	0,16
Recep y Sumin	Carbón	Luminarias	17	0,25	220	1,1	4,25	1,0	0,25	4,25
Recep y Sumin	Carbón	Caja de Agua	1	0,42	120	3,5	0,42	1,0	0,42	0,42
						Poten. Activa Inst.	76,83	0,78	Pot. Aparente Inst.	97,99
						Pot. Reactiva Inst.	60,83			

71,5 kW Equipos industriales
88,33 kW Instalados

Parámetros nominales Base Amoniaco

UEB	Local	Equipo	Cant	Pn (KW)	Un (kV)	In (A)	Pot.Total (kW)
Recep y Sumin	B. Amoniaco	Ventiladores	2	11	440	35	22
Recep y Sumin	B. Amoniaco	Bombas	2	22	440	37	44
Recep y Sumin	B. Amoniaco	Válvulas	15	1,5	440	3,1	22,5
Recep y Sumin	B. Amoniaco	Bomb. Amon	2	45	440	72,2	90
Recep y Sumin	B. Amoniaco	Bomb Soluc	2	22	440	36	44
Recep y Sumin	B. Amoniaco	Bomba Agua	1	30	440	48	30
Recep y Sumin	B. Amoniaco	Compresor	1	11	440	18	11
Recep y Sumin	B. Amoniaco	Compresor	2	90	440	142	180
Recep y Sumin	B. Amoniaco	Luminarias	6	0,25	220	1,14	1,5
Recep y Sumin	B. Amoniaco	Luminarias	12	1	220	4,5	12
Recep y Sumin	B. Amoniaco	Luminarias	12	0,04	220	0,18	0,48
Recep y Sumin	B. Amoniaco	Aire Acondic	1	1,175	220	5,3	457,00
						Pot. Instal.	914,48

Parámetros nominales Aduana

Area	Local	Equipo	Cant	Pn (KW)	Un (V)	In (A)	Pot. Total (kW)	F. Potencia	Sn (KVA)	S Total (KVA)	
Aduana	oficina	Aire acondic	8	1,1	230	5	8,8	1,0	1,15	9,20	
Aduana	oficina	Luminarias	32	0,02	115	0,17	0,64	1,0	0,02	0,63	
Aduana	oficina	Luminarias	4	0,04	115	0,35	0,16	1,0	0,04	0,16	
Aduana	oficina	Computadoras	3	0,6875	125	5,5	2,0625	1,0	0,69	2,06	
Aduana	oficina	Computadoras	3	0,84	120	7	2,52	1,0	0,84	2,52	
Aduana	oficina	Impresora	1	0,12	120	1	0,12	1,0	0,12	0,12	
Aduana	oficina	Impresora	2	0,216	120	1,8	0,432	1,0	0,22	0,43	
Aduana	oficina	Televisor	1	0,08	120	0,6	0,08	1	0,07	0,07	
Aduana	oficina	VHS	1	0,012	120	0,12	0,012	0,8	0,01	0,01	
Aduana	oficina	Refrigerador	1	0,403	115	3,5	0,403	1,0	0,40	0,40	
Aduana	oficina	Caja de agua	1	0,229	127	1,8	0,229	1,0	0,23	0,23	
Aduana	oficina	Ventilador	2	0,144	120	1,2	0,288	1,0	0,14	0,29	
Aduana	oficina	Planta ICOM	2	0,315	117	3	0,63	0,9	0,35	0,70	
Aduana	oficina	Radio VEF	1	0,006	127	0,05	0,006	0,9	0,01	0,01	
Aduana	oficina	Fax	1	0,072	120	0,6	0,072	1,0	0,07	0,07	
Aduana	oficina	Freezer	1	1,012	220	4,6	1,012	1,0	1,01	1,01	
							Poten. Activa Inst.	17,47	0,97	Pot. Aparente Inst.	17,92
							Pot. Reactiva Inst.	4,00			

Parámetros nominales Dirección

Area	Local	Equipo	Cant	Pn (KW)	Un (V)	In (A)	Pot. Total (kW)	F. Pot	Sn (KVA)	S Total (KVA)
Dirección	Asesor	Computadora	1	0,6875	125	5,5	0,6875	1,0	0,69	0,69
Dirección	Asesor	Luminaria	4	0,04	125	0,35	0,16	0,9	0,04	0,18
Dirección	Asesor	Aire acond.	1	1,1	220	5,1	1,1	1,0	1,12	1,12
Dirección	Grupo Técnico	Luminaria	12	0,04	125	0,35	0,48	0,9	0,04	0,53
Dirección	Grupo Técnico	Aire acond	1	1,02	220	4,7	1,02	1,0	1,03	1,03
Dirección	Grupo Técnico	Aire acond	1	1,33	220	6,5	1,33	0,9	1,43	1,43
Dirección	Grupo Técnico	Computadora	1	0,6875	125	5,5	0,6875	1,0	0,69	0,69
Dirección	Grupo Técnico	Computadora	4	0,84	125	7	3,36	1,0	0,88	3,50
Dirección	Grupo Técnico	Impresora	1	0,3	120	2,5	0,3	1,0	0,30	0,30
Dirección	Cuadro	Luminaria	4	0,04	125	0,35	0,16	0,9	0,04	0,18
Dirección	Cuadro	Aire acond	1	1,1	220	5,1	1,1	1,0	1,12	1,12
Dirección	Cuadro	Computadora	1	0,6875	125	5,5	0,6875	1,0	0,69	0,69
Dirección	Cuadro	Impresora	1	0,3	120	2,5	0,3	1,0	0,30	0,30
Dirección	Jurídico	Luminaria	12	0,04	125	0,35	0,48	0,9	0,04	0,53
Dirección	Jurídico	Computadora	1	0,6875	125	5,5	0,6875	1,0	0,69	0,69
Dirección	Jurídico	Aire acond	1	1,1	220	5,1	1,1	1,0	1,12	1,12
Dirección	Jurídico	Aire acond	1	1,33	220	6,5	1,33	0,9	1,43	1,43
Dirección	Salón Reuniones	Luminaria	6	0,04	125	0,35	0,24	0,9	0,04	0,26
Dirección	Salón Reuniones	Aire acond	1	1,33	220	6,5	1,33	0,9	1,43	1,43
Dirección	Director	Luminaria	14	0,04	125	0,35	0,56	0,9	0,04	0,61
Dirección	Director	Computadora	2	0,84	125	7	1,68	1,0	0,88	1,75
Dirección	Director	Impresora	2	0,3	125	2,5	0,6	1,0	0,31	0,63
Dirección	Director	Fotocopiadora	1	0,864	120	7,2	0,864	1,0	0,86	0,86
Dirección	Director	Aire acond	1	1,1	220	5,1	1,1	1,0	1,12	1,12
Dirección	Director	Aire acond	1	1,33	220	6,5	1,33	0,9	1,43	1,43
Dirección	Protec. Física	Aire acond	2	1,33	220	6,5	2,66	0,9	1,43	2,86
Dirección	Protec. Física	Luminaria	8	0,04	125	0,35	0,32	0,9	0,04	0,35
Dirección	Protec. Física	Luminaria	29	0,25	220	1,14	7,25	1,0	0,25	7,25
						Poten. Activa Inst.	32,904	0,97	Pot. Aparente Inst.	34,07
						Pot. Reactiva Inst.	8,82			

Parámetros Nominales en Economía

Area	Local	Equipo	Cant	Pn (KW)	Un	In (A)	Potenc Total	F. Potencia	Sn (KVA)	S Total (KVA)
Economía	B. Sindical	Luminaria	12	0,02	115	0,17	0,24	1,0	0,02	0,23
Economía	B. Sindical	Computadora	1	0,687	125	5,5	0,687	1,0	0,69	0,69
Economía	B. Sindical	Impresora	1	0,216	125	1,8	0,216	1,0	0,23	0,23
Economía	Auditor	Aire acond	1	1,179	220	5,5	1,179	1,0	1,21	1,21
Economía	Auditor	Luminaria	6	0,04	125	0,35	0,24	0,9	0,04	0,26
Economía	Auditor	Computadora	1	0,687	125	5,5	0,687	1,0	0,69	0,69
Economía	Finanzas	Aire acond	1	1,94	220	9	1,94	1,0	1,98	1,98
Economía	Finanzas	Computadora	4	0,84	125	7	3,36	1,0	0,88	3,50
Economía	Finanzas	Impresora	2	0,216	125	1,8	0,432	1,0	0,23	0,45
Economía	Finanzas	Luminaria	6	0,02	125	0,17	0,12	0,9	0,02	0,13
Economía	Finanzas	Luminaria	4	0,04	125	0,35	0,16	0,9	0,04	0,18
Economía	Caja	Luminaria	6	0,04	125	0,35	0,24	0,9	0,04	0,26
Economía	Caja	Aire acond	1	1,179	220	5,5	1,179	1,0	1,21	1,21
Economía	Dtor Econo	Computadora	1	0,687	125	5,5	0,687	1,0	0,69	0,69
Economía	Dtor Econo	Impresora	1	0,12	125	1	0,12	1,0	0,13	0,13
Economía	Dtor Econo	Aire acond	1	1,1	220	5	1,1	1,0	1,10	1,10
Economía	Dtor Econo	Luminaria	18	0,02	115	0,17	0,36	1,0	0,02	0,35
Economía	Dtor Econo	Fotocopiadoras	1	0,75	125	6	0,75	1,0	0,75	0,75
Economía	Dtor Econo	Consola	1	3,124	220	14,2	3,124	1,0	3,12	3,12
Economía	Contabilidad	Computadora	5	0,84	125	7	4,2	1,0	0,88	4,38
Economía	Contabilidad	Impresora	1	0,12	125	1	0,12	1,0	0,13	0,13
Economía	Contabilidad	Impresora	1	0,3	125	2,5	0,3	1,0	0,31	0,31
Economía	Contabilidad	Consola	1	4,664	220	21,2	4,664	1,0	4,66	4,66
Economía	Contabilidad	Luminaria	14	0,04	125	0,35	0,56	0,9	0,04	0,61
Economía	Planificación	Luminaria	8	0,04	125	0,35	0,32	0,9	0,04	0,35
Economía	Planificación	Computadora	2	0,687	125	5,5	1,374	1,0	0,69	1,38
Economía	Planificación	Impresora	1	0,3	125	2,5	0,3	1,0	0,31	0,31
Economía	Planificación	Aire acond	1	2,7	220	12,6	2,7	1,0	2,77	2,77
Economía	Cubaniquel	Luminarias	6	0,02	115	0,17	0,12	1,0	0,02	0,12
Economía	Cubaniquel	Fax	1	0,072	120	0,6	0,072	1,0	0,07	0,07
Economía	Cubaniquel	Refrigerador	1	0,065	115	0,565	0,065	1,0	0,06	0,06
Economía	Cubaniquel	Equipo musica	1	0,025	120	0,2	0,025	1,0	0,02	0,02
Economía	Cubaniquel	Computadora	2	0,84	120	7	1,68	1,0	0,84	1,68
Economía	Cubaniquel	Fotocopiadora	1	0,72	120	6	0,72	1,0	0,72	0,72

Economía	Cubaniquel	Aire acondicion.	2	1,175	230	5,5	2,35	0,9	1,27	2,53
Economía	Cubaniquel	Impresora	1	0,3	120	1	0,3	2,5	0,12	0,12
Economía	Mambisa	Computadora	4	0,687	125	5,5	2,748	1,0	0,69	2,75
Economía	Mambisa	Impresora	3	0,12	120	1	0,36	1,0	0,12	0,36
Economía	Mambisa	Fax	1	0,072	120	0,6	0,072	1,0	0,07	0,07
Economía	Mambisa	Luminarias	6	0,02	115	0,17	0,12	1,0	0,02	0,12
Economía	Mambisa	Aire acondicion.	3	1,175	230	5,5	3,525	0,9	1,27	3,80
Economía	Mambisa	Refrigerador	1	0,317	127	2,5	0,317	1,0	0,32	0,32
Economía	Mambisa	Fotocopiadora	1	1,127	115	9,8	1,127	1,0	1,13	1,13
						Poten. Activa Inst.	44,96	0,98	Pot. Aparente Inst.	45,92
						Pot. Reactiva Inst.	9,32			

Parámetros nominales de Recursos Humanos

Area	Local	Equipo	Cant	Pn (KW)	Un	In (A)	Pot. Total(kW)	F. Potencia	Sn (KVA)	S Total (KVA)
R Humanos	P Médico	Aire acondic	2	1,1	220	5	2,2	0,80	1,38	2,77
R Humanos	P Médico	Luminaria	10	0,02	125	0,16	0,2	1,00	0,02	0,20
R Humanos	R. Laborales	Aire acondic	1	1,1	220	5,5	1,1	0,91	1,21	1,21
R Humanos	R. Laborales	Luminaria	2	0,04	125	0,35	0,08	0,91	0,04	0,09
R Humanos	R. Laborales	Computadora	1	0,84	125	7	0,84	0,96	0,88	0,88
R Humanos	Seg. Industrial	Aire acondic	1	1,175	220	5,5	1,175	0,97	1,21	1,21
R Humanos	Seg. Industrial	Impresora	1	0,12	125	1	0,12	0,96	0,13	0,13
R Humanos	Seg. Industrial	Luminaria	2	0,04	125	0,35	0,08	0,91	0,04	0,09
R Humanos	Serv Generales	Aire acondic	1	1,175	220	5,5	1,175	0,97	1,21	1,21
R Humanos	Serv Generales	Computadora	1	0,84	125	7	0,84	0,96	0,88	0,88
R Humanos	Serv Generales	Luminaria	2	0,02	125	0,17	0,04	0,94	0,02	0,04
R Humanos	Dtor R Hum.	Computadora	1	0,84	125	7	0,84	0,96	0,88	0,88
R Humanos	Dtor R Hum.	Impresora	1	0,3	125	2,5	0,3	0,96	0,31	0,31
R Humanos	Dtor R Hum.	Aire acondic	1	1,175	220	5,5	1,175	0,97	1,21	1,21
R Humanos	Dtor R Hum.	Luminaria	2	0,04	125	0,35	0,08	0,91	0,04	0,09
R Humanos	Partido	Luminaria	2	0,04	125	0,35	0,08	0,91	0,04	0,09
R Humanos	Partido	Aire acondic	1	1,175	220	5,5	1,175	0,97	1,21	1,21
R Humanos	Fitosanitario	Refrigerador	1	0,317	125	2,5	0,317	1,0	0,31	0,31
R Humanos	Fitosanitario	Luminaria	2	0,04	125	0,35	0,08	0,91	0,04	0,09
R Humanos	Informática	Aire acondic	1	1,175	220	5,5	1,175	0,97	1,21	1,21
R Humanos	Informática	Computadora	3	0,84	125	7	2,52	0,96	0,88	2,63
R Humanos	Informática	Impresora	1	0,3	125	2,5	0,3	0,96	0,31	0,31
R Humanos	Informática	Luminaria	4	0,04	125	0,35	0,16	0,91	0,04	0,18
R Humanos	Informática	Pizarra Telef.	1	0,3125	125	2,5	0,3125	1,00	0,31	0,31
							Poten. Activa Inst.	16,3645	Pot. Aparente Inst.	17,51
							Pot. Reactiva Inst.	6,22		

Parámetros Nominales en la Dirección Comercial

Área	Local	Equipo	Cant	Pn (KW)	Un (kV)	In (A)	Pot. Total (kW)	F. Potencia	Sn (KVA)	S Total (KVA)
D.Comercial	Carpintería	Luminaria	9	0,04	220	0,18	0,36	0,58	0,07	0,62
D.Comercial	Carpintería	Fresa	1	12	440	19	12	0,83	14,48	14,48
D.Comercial	Carpintería	cierra	2	4	440	6	8	0,87	4,57	9,15
D.Comercial	Carpintería	Sinfin	1	4,8	440	8,8	4,8	0,72	6,71	6,71
D.Comercial	Carpintería	Trompo	1	2,8	440	11,4	2,8	0,32	8,69	8,69
D.Comercial	Carpintería	Plana	1	3,5	440	5,35	3,5	0,86	4,08	4,08
D.Comercial	Carpintería	Torno	1	10	440	15	10	0,87	11,43	11,43
D.Comercial	Carpintería	Lijadora	1	3,6	440	5,91	3,6	0,80	4,50	4,50
D.Comercial	Carpintería	Aire Acondic	1	1,2	220	5,5	1,2	0,99	1,21	1,21
D.Comercial	Almacén	Aire Acondic	2	1,2	220	5,5	2,4	0,99	1,21	2,42
D.Comercial	Almacén	Luminaria	17	0,04	220	0,18	0,68	1,0	0,04	0,67
D.Comercial	Almacén	Luminaria	9	0,25	220	1,14	2,25	1,00	0,25	2,25
D.Comercial	Almacén	Computadora	3	0,687	125	5,5	2,061	1,00	0,69	2,06
D.Comercial	D.Comercial	Luminaria	10	0,04	220	0,18	0,4	1,0	0,04	0,40
D.Comercial	D.Comercial	Luminaria	2	0,02	125	0,16	0,04	1,00	0,02	0,04
D.Comercial	D.Comercial	Computadora	3	0,687	125	5,5	2,061	1,00	0,69	2,06
D.Comercial	D.Comercial	Consola	1	4,62	220	21	4,62	1,00	4,62	4,62
D.Comercial	D.Comercial	Aire Acondic	2	1,2	220	5,5	2,4	0,99	1,21	2,42
D.Comercial	D.Comercial	Fotocopia	1	0,72	125	6	0,72	0,96	0,75	0,75
D.Comercial	D.Comercial	Impresora	1	0,3	120	2,5	0,3	1,00	0,30	0,30
						Poten. Activa Inst.	64,192	0,89	Pot. Aparente Inst.	78,24
						Pot. Reactiva Inst.	44,73			

Parámetros nominales en Mantenimiento

UEB	Local	Equipo	Cant	Pn (KW)	Un (kV)	In (A)	Pot. Total (kW)	F. Potencia	Sn (KVA)	S Total (KVA)
Mantenimiento	Taller Automotor	Taladro	1	6	220	21	6	0,75	8,00	8,00
Mantenimiento	Taller Automotor	Torno	1	10	440	15	10	0,87	11,43	11,43
Mantenimiento	Taller Automotor	Torno	1	8	440	12	8	0,87	9,15	9,15
Mantenimiento	Taller Automotor	Torno	1	8	440	12	8	0,87	9,15	9,15
Mantenimiento	Taller Automotor	Torno	1	10	440	15	10	0,87	11,43	11,43
Mantenimiento	Taller Automotor	Cepillo	1	3,9	440	6	3,9	0,85	4,57	4,57
Mantenimiento	Taller Automotor	Fresa	1	9	440	19	9	0,62	14,48	14,48
Mantenimiento	Taller Automotor	Luminarias	12	0,5	220	2,3	6	1	0,50	6,00
Mantenimiento	Taller Automotor	Luminarias	5	0,04	220	0,18	0,2	1	0,04	0,20
Mantenimiento	Miscelánea	Luminarias	3	0,5	220	2,3	1,5	0,98	0,51	1,52
Mantenimiento	Miscelánea	Luminarias	1	0,04	220	0,18	0,04	1	0,04	0,04
		Maq Soldar	2	6,8	448,9	14	13,6	0,62	10,89	21,77
Mantenimiento	Miscelánea	Maq Soldar	1	7	440	14	7	0,66	10,67	10,67
Mantenimiento	Poncheria	Desenllantadora	1	8	220	24	8	0,87	9,15	9,15
Mantenimiento	Poncheria	Plancha	1	2,2	220	10	2,2	1	2,20	2,20
Mantenimiento	Poncheria	Compresor	1	5,5	220	17	5,5	0,85	6,48	6,48
Mantenimiento	Poncheria	Balanceadora	1	3,4	220	10,5	3,4	0,85	4,00	4,00
Mantenimiento	Poncheria	Luminarias	3	0,06	220	0,27	0,18	1	0,06	0,18
Mantenimiento	Equipo Pesado	Torno	1	10	440	15	10	0,87	11,43	11,43
Mantenimiento	Equipo Pesado	Taladro	1	1,5	440	2,3	1,5	0,86	1,75	1,75
Mantenimiento	Eléctrico	Luminarias	4	0,02	220	0,09	0,08	1	0,02	0,08
Mantenimiento	Eléctrico	Luminarias	6	0,04	220	0,18	0,24	1	0,04	0,24
Mantenimiento	Eléctrico	Aire acondicionado	2	1,2	220	5,5	2,4	1	1,20	2,40
Mantenimiento	Torre Muelle # 2	Luminarias	16	0,4	220	1,8	6,4	1	0,40	6,34
Mantenimiento	Área Ext. Taller	Luminaria	1	0,4	220	1,8	0,4	1	0,40	0,40
Mantenimiento	Oficina Pesca	Luminarias	4	0,04	115	0,35	0,16	1	0,04	0,16
Mantenimiento	Transp. - Aduana	Luminarias Exterior	6	0,25	220	1,14	1,5	1	0,25	1,50
						Poten. Activa Inst.	125,2	0,81	Pot. Aparente Inst.	154,71
						Pot. Reactiva Inst.	90,89			

Parámetros nominales en Transporte

UEB	Local	Equipo	Cant	Pn (KW)	Un (kV)	In (A)	Pot. Total (kW)	F. Potencia	Sn (KVA)	S Total (KVA)
Transporte	Oficina	Luminarias	12	0,04	115	0,35	0,48	0,99	0,04	0,48
Transporte	Oficina	Aire Acondic.	2	1,41	220	6,7	2,82	0,96	1,47	2,95
Transporte	Oficina	Computadora	2	0,687	125	5,5	1,374	1,00	0,69	1,38
Transporte	Oficina	Impresora	1	0,216	120	1,8	0,216	1,00	0,22	0,22
Transporte	Oficina	Impresora	1	0,84	120	7	0,84	1,00	0,84	0,84
Transporte	Oficina	Caja de agua	1	7	220	31,6	7	1,0	6,95	6,95
						Poten. Activa Inst.	12,73	0,99	Pot. Aparente Inst.	12,81
						Pot. Reactiva Inst.	1,46			

Parámetros nominales en los Prácticos

Área	Local	Equipo	Cant	Pn (KW)	Un (kV)	In (A)	Pot. Total (kW)	F. Potencia	Sn (KVA)	S Total (KVA)	
Prácticos	Oficina	Aire acond.	8	1,1	220	5	8,8	1,00	1,10	8,80	
Prácticos	Oficina	Computadora	3	0,687	125	5,5	2,061	1,00	0,69	2,06	
Prácticos	Oficina	Impresora	2	0,216	120	1,8	0,432	1,00	0,22	0,43	
Prácticos	Oficina	Impresora	1	0,84	120	7	0,84	1,00	0,84	0,84	
Prácticos	Oficina	Fax	1	0,072	120	0,6	0,072	1,00	0,07	0,07	
Prácticos	Oficina	Planta Radio	2	0,42	120	3,5	0,84	1,00	0,42	0,84	
Prácticos	Oficina	Luminarias	20	0,02	115	0,17	0,4	1	0,02	0,39	
Prácticos	Oficina	Televisor	1	0,08	120	0,6	0,08	1	0,08	0,08	
Prácticos	Oficina	Video VHS	1	0,012	120	0,12	0,012	0,83	0,01	0,01	
Prácticos	Oficina	Refrigerador	1	0,065	115	0,56	0,065	1	0,06	0,06	
Prácticos	Oficina	Freezer	1	1,2	220	5,6	1,2	0,97	1,23	1,23	
							Poten. Activa Inst.	14,802	0,998	Pot. Aparente Inst.	14,83
							Pot. Reactiva Inst.	0,88			

Parámetros nominales en el Comedor

Área	Local	Equipo	Cant	Pn (KW)	Un (kV)	In (A)	Pot. Total (kW)	F. Potencia	Sn (KVA)	S Total (KVA)
Comedor	comedor	Luminarias	16	0,04	115	0,35	0,64	0,99	0,04	0,64
Comedor	comedor	Caja de agua	1	7	220	31,6	7	1	6,95	6,95
Comedor	Cafetería	Luminarias	6	0,04	115	0,35	0,24	0,99	0,04	0,24
Comedor	Cafetería	Refrigerador	1	0,575	125	4,6	0,575	1,00	0,58	0,58
Comedor	Cafetería	Freezer	1	1,1	220	5	1,1	1,00	1,10	1,10
							Poten. Activa Inst.	1,00	Pot. Aparente Inst.	9,51
							Pot. Reactiva Inst.			
							9,555			
							0,87			

Parámetros nominales en Explotación Portuaria

UEB	Local	Equipos	Cant	Pn (KW)	Un (V)	In (A)	Potenc Total (kW)	F. Potencia	Sn (KVA)	S Total (KVA)
Exp.Porturia.	Oficinas	Luminarias	23	0,04	220	0,18	0,92	1,0	0,04	0,91
Exp.Porturia.	Oficinas	Computadoras	1	0,687	125	5,5	0,687	1,00	0,69	0,69
Exp.Porturia.	Oficinas	Impresora	1	0,216	120	1,8	0,216	1,00	0,22	0,22
Exp.Porturia.	Oficinas	Aire Acond.	4	2,7	220	12,6	10,8	0,97	2,77	11,09
Exp.Porturia.	Oficinas	Impresora	2	0,3	120	2,5	0,6	1,00	0,30	0,60
Exp.Porturia.	Oficinas	Luminarias	6	0,02	115	0,17	0,12	1,02	0,02	0,12
Exp.Porturia.	Oficinas	Computadora	3	0,84	120	7	2,52	1,00	0,84	2,52
Exp.Porturia.	Oficinas	Planta Radio	3	0,345	115	3	1,035	1,00	0,35	1,04
Exp.Porturia.	Oficinas	Fuente Planta.	1	0,13	127	1,02	0,13	1,00	0,13	0,13
Exp.Porturia.	Almacén	Bombillos	16	0,25	220	1,13	4	1,01	0,25	3,98
Exp.Porturia.	Sub. Eléct.	Luminarias	4	0,02	115	0,17	0,08	1,02	0,02	0,08
Exp.Porturia.	Sub. Eléct.	Consola	1	3,124	220	14,2	3,124	1,00	3,12	3,12
Exp.Porturia.	Muelle #2	Grúa Pórtico	1	350	440	528,5	350	0,87	402,30	402,30
Exp.Porturia.	Muelle #2	Grúa Pórtico	1	350	440	528,5	350	0,87	402,30	402,30
Exp.Porturia.	Muelle #2	Luminarias	35	0,4	220	1,8	14	1,01	0,40	13,86
Exp.Porturia.	Sub. Eléct.	Computadora	1	0,687	125	5,5	0,687	1,00	0,69	0,69
Exp.Porturia.	Oficinas	Refrigerador	1	0,317	127	2,5	0,317	1,00	0,32	0,32
							Poten. Activa Inst.	0,88	Pot. Aparente Inst.	843,95
							Pot. Reactiva Inst.			
							739,236			
							407,16			

Parámetros nominales en Capitanía

Equipo	Cant	Pn (KW)	Un (kV)	In (A)	Pot. Total (kW)	F. Potencia	Sn (KVA)	S Total (KVA)
Luminarias	22	0,02	115	0,17	0,44	1,02	0,02	0,43
Nevera	1	1,06	220	4,8	1,06	1,00	1,06	1,06
Aire Acondo	3	1,2	220	5,45	3,6	1,00	1,20	3,60
Computadora	1	0,687	125	5,5	0,687	1,00	0,69	0,69
Plantas radio	2	0,315	117	3	0,63	0,90	0,35	0,70
Televisor	2	0,08	120	0,6	0,16	1,11	0,07	0,14
Radio VEF	1	0,006	127	0,05	0,006	0,94	0,01	0,01
Refrigerador	1	0,317	127	2,5	0,317	1,00	0,32	0,32
					Poten. Activa Inst.	6,9	0,99	Pot. Aparente Inst.
					Pot. Reactiva Inst.	0,75		6,94

Parámetros nominales en Oro Negro

Área	Local	Equipo	Cant	Pn (KW)	Pot. Total (kW)
Oro Negro	oficina y baño	Luminarias	4	0,02	0,08
Oro Negro	área exterior	Luminarias	4	0,04	0,16
Oro Negro	oficina	aire acondicionado	1	3,52	3,52
Oro Negro	pista	servidor bajo flujo	1	2,5	2,5
Oro Negro	muelle auxiliar	servidor alto flujo	1	3	3
Pot. Total					9,26

Anexo # 2

	Fecha	Hora	Lectura	Thd U1	Thd U2	Thd U3	Thd I1	Thd I2	Thd I3	FP	Frec	P	Q	S	U1-2	U2-3	U3-1	I1	I2	I3
Marítimo	27/04/10	8:00AM	55717,7	1,17	109	1,08	9,96	12,61	15,5	0,80	60,0	8,22	4,7	10,03	462	463	464	14,55	18,76	11,13
		2:00PM	55791,1	1,14	1,17	1,11	8,99	12,66	8,79	0,85	60,0	10,91	6,59	12,75	455,4	456,2	456,1	16,13	16,06	16,08
	28/04/10	8:00AM	55925,8	1,42	1,24	1,25	7,26	8,15	18,55	0,84	60,0	13,27	6,15	15,14	454,3	455,9	456,8	19,09	22,3	8,09
		2:00PM	56005,3	1,4	1,35	1,35	8,61	10,41	10,1	0,87	60,0	12,32	6,66	14,21	459	459,8	459,6	28,83	36,89	28,34
	29/04/10	8:00AM	56146,1	1,32	1,13	1,17	8,43	13,77	16,5	0,65	60	13,39	15,07	19,6	463,9	465,1	464	14,41	10,45	9,91
		2:00PM	56218,6	1,01	0,99	0,97	9,84	14,9	16,11	0,70	60	7,93	6,81	10,86	463,3	463,8	464	30	36,22	25,26
	Fecha	Hora	Lectura	Thd U1	Thd U2	Thd U3	Thd I1	Thd I2	Thd I3	FP	Frec.	P	Q	S	U1-2	U2-3	U3-1	I1	I2	I3
Amoniaco	27/04/10	8:00AM	459291	1,03	1,15	1,13	2,36	2,63	2,42	0,85	60,0	79,39	46,91	91,82	454,2	455,2	453,7	116,2	112,6	114,6
		2:00PM	460025	1,07	1,06	1,08	2,28	2,34	2,25	0,8	60,0	174,4	128,3	216,5	441,6	442	441,3	262,3	258,2	299,6
	28/04/10	8:00AM	462523	1,1	1,15	1,23	1,85	1,95	1,95	0,82	60,0	206,1	139,5	248,2	440,3	440,9	439,5	318,3	116,4	315,1
		2:00PM	463237,5	1,25	1,27	1,32	3,09	3,24	3,12	0,73	60,0	96,24	85,41	128,1	448,8	449,5	447,4	165,6	164	166,4
	29/04/10	8:00AM	465806	1,05	1,1	1,05	3,73	3,83	3,7	0,72	60	92,63	86,61	126,1	445,2	447,2	447	164	161,2	165,6
		2:00PM	466474	1,08	1,08	1,09	2,3	2,45	2,14	0,74	60	92,23	85,81	126,7	450	450,2	449,8	162,4	162,4	162,8
	30/04/10	8:00AM	468547	1,01	1,03	1,07	2,88	3,02	2,78	0,75	60	94,63	84,21	126,3	443,9	444,4	443	162	162,4	164,4
		2:00Am	468602	1,22	1,22	1,27	0	0	0	0,64	60	3,208	2,807	5,216	452	452,6	450,9	8,021	2,005	9,624
	Fecha	Hora	Lectura	Thd U1	Thd U2	Thd U3	Thd I1	Thd I2	Thd I3	FP	Frec.	P	Q	S	U1-2	U2-3	U3-1	I1	I2	I3
Petróleo	27/04/10	8:00AM	1412191	1,08	1,13	1,25	0,4	0	0,4	0,77	60,0	8,02	6,41	10,42	477,5	477,1	476	14,03	14,46	9,62
		2:00PM	1412868	1,19	1,24	1,27	0,6	0,3	0,7	0,89	60,0	12,83	6,015	14,03	468,1	467,7	468,2	14,66	20,03	14,46
	28/04/10	8:00AM	1417627	1,1	1,24	1,18	0,58	0,7	0,66	0,83	60,0	305,1	203,7	366,5	457,3	457,5	456,2	474,3	474,6	454,3
		2:00PM	1418888	1,16	1,28	1,44	0,6	0,9	0,85	0,84	60,0	159,9	101,8	189,6	463,4	463,8	463,1	230,1	238,9	228,9
	29/04/10	8:00AM	1423524	0,98	1,08	1,06	0,3	0,6	0,54	0,82	60	179,6	121,9	216,9	468,7	468,5	467,8	265,4	270,2	260,1
		2:00PM	1424007	1,05	1,09	1,14	0	0	0	0,89	60	13,23	6,41	14,83	475,3	475,5	475,1	17,74	19,64	16,84
	30/04/10	8:00AM	1425128	1,11	1,17	1,22	0	0	0	0,86	60	8,02	4,41	9,22	470,2	469,8	469,8	10,42	17,24	11,22
		2:00Am	1425821	1,14	1,23	1,23	0	0	0	0,78	60	11,62	5,61	13,73	470,8	471	470,1	15,73	15,23	10,02
	Fecha	Hora	Lectura	Thd U1	Thd U2	Thd U3	Thd I1	Thd I2	Thd I3	FP	Frec.	P	Q	S	U1-2	U2-3	U3-1	I1	I2	I3
Taller.A	27/04/10	8:00AM	154491	2,12	1,99	1,47	7,03	4,59	2,15	0,77	60,0	40,32	31,11	51,42	467,1	465,2	461,5	67,97	69,05	80,76
		2:00PM	154775	1,64	1,8	1,12	6,11	4,44	1,85	0,77	59,9	60,63	30,43	49,65	464,3	461,4	457,2	43,73	49,1	63,31
	28/04/10	8:00AM	155205	2,19	2,14	1,45	6,86	4,19	2,54	0,77	60,0	37,75	28,42	48,12	462,4	459,4	456,2	53,37	64,69	76,12
		2:00PM	155710,7	1,62	1,63	1,15	12,77	6,96	2,33	0,88	60,2	37,39	14,15	42,76	465,6	461,6	456,8	40,99	57,46	73,01
	29/04/10	8:00AM	155801	2,92	2,81	2,36	8,81	5,63	2	0,83	60	45,26	26,71	52,64	468	464,2	461,1	52,64	66,73	76,31
		2:00PM	156033	1,64	1,99	1,3	10,09	6,55	2,55	0,84	60	38,85	23,18	46,23	466,5	464,1	457,2	50,87	54,41	72,19
	30/04/10	8:00AM	156450	1,72	2,01	1,2	8,28	5,56	2,45	0,84	60	39,4	22,99	45,36	464	460,9	458,2	53,55	59,9	71,61
		2:00Am	156678	1,79	1,64	1,27	9,09	6,05	2,65	0,83	60	41,43	17,87	46,23	462,8	460,3	456,4	39,34	49,03	65,39