



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

Dimensionamiento de un banco automatizado de capacitores para
mejorar la calidad de energía eléctrica en planta procesadora de
minerales, Ananea – Puno 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Mamani Toque, Hubert Saul (ORCID:0000-0002-8785-5137)

Quispe Huanca, Wladimir Cosme (ORCID:0000-0002-0386-6905)

ASESOR:

MSc. Sifuentes Inostroza, Teofilo Martin (ORCID:0000-0001-8621-236X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2022

DEDICATORIA

En especial a mis padres Edgar y Nieves por la confianza que depositaron en mi persona, haberme guiado en este sendero de la vida, y mis hermanas Verónica y Marilyn por el gran cariño y la razón de sentirme tan orgulloso, en la memoria de mis abuelos Silvestre, Joaquina y German, fueron ellos los que me apoyaron e inculcaron valores éticos.

A Dios por haberme protegido y guiado por el camino correcto, por haberme dado toda la fuerza para seguir adelante.

A mis padres Edwing y Miriam, a mi hermana Keely por todos sus consejos, amor y constante apoyo moral cuando los necesite, por brindarme todos los recursos que necesite durante mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco Dios por darme la oportunidad de estar en este mundo, en especial a mis padres por haberme forjado como persona y guiado enormemente en la vida, mi agradecimiento profundo a la Universidad César Vallejo, a mi Asesor y mi compañero de tesis Wladimir por haber compartido experiencias únicas al elaborar esta tesis.

Un agradecimiento total y profundo hacia mis padres por haber confiado en mí y por haberme apoyado en todas las decisiones que tome.

A la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica de la UCV, a mi asesor y a mi compañero de tesis Hubert por compartir su conocimiento para la elaboración de esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	18
3.1 Tipo y diseño de investigación	18
3.2 Variables y operacionalización	18
3.3 Población, muestra y muestreo	19
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	19
3.5 Procedimientos	20
3.6 Método de análisis de datos.....	20
3.7 Aspectos éticos	20
IV. RESULTADOS	21
4.1 Evaluar condiciones actuales para determinar factor de potencia	21
4.1.1 Descripción de la situación real del sistema eléctrico.....	21
4.2 Calcular y dimensionar la capacidad de los condensadores para así corregir el factor de potencia y disminuir la potencia reactiva.....	27
4.3 Análisis y selección del banco de condensadores para mejorar el factor de potencia	30

4.3.1	Selección de componentes según aspectos técnicos y económicos.	30
4.3.2	Diferencia de precios en reguladores, capacitores y contactores en 4 distintas marcas	32
4.3.3	Selección de componentes por costos de inversión	32
4.3.4	Costo de consumo de energía eléctrica	34
4.3.5	Costos de mantenimiento	35
4.3.6	Cuadro final de selección de componente con análisis técnico económico	35
4.4	Simular índices de mejora de eficiencia energética y ahorro por aplacamiento de energía reactiva.	38
4.4.1	Simulación del sistema con banco de condensadores unifilar PowerWorld.....	39
4.4.2	Diagrama unifilar del sistema distribuido sin banco de condensadores. PowerWorld.....	40
4.4.3	Diagrama unifilar del sistema distribuido con el banco de condensadores PowerWorld	41
4.5	Determinar la inversión para implementar el banco de capacitores, proyectar el beneficio económico y retorno de la inversión	42
4.5.1	Beneficio económico con la implementación del banco de condensadores.....	44
4.5.2	Retorno sobre la inversión (ROI)	44
4.5.3	Tiempo de retorno de la inversión	46
V.	DISCUSIÓN.....	47
VI.	CONCLUSIONES.....	50
VII.	RECOMENDACIONES	51
	REFERENCIAS.....	52
	ANEXOS	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Número de escalones	16
Tabla 2 Características del banco de Capacitores.....	16
Tabla 3 Datos extraídos de facturación del medidor ELSTER A1800 en media tensión.....	21
Tabla 4 Datos extraídos de la facturación del medidor ELSTER A1800 en baja tensión.....	22
Tabla 5 Potencias recalculadas de tabla 4 (división de energías entre 720h del mes)	23
Tabla 6 Operaciones de corrección de factor de potencia a (0.980).....	29
Tabla 7 Modelos de reguladores automáticos de factor de potencia en diversas marcas	30
Tabla 8 Modelos de capacitores en diversas marcas	31
Tabla 9 Modelo de contactores para capacitores en diversas marcas	31
Tabla 10 Marcas y costos	32
Tabla 11 Cantidad de componentes principales y costos totales.....	32
Tabla 12 Total de costos administrativos y depreciación	33
Tabla 13 Horas de trabajo de cada marca, vida útil y eficiencia	34
Tabla 14 Consumo de potencia de componentes.....	34
Tabla 15 Consumo de energía de todos componentes	34
Tabla 16 Costo total anual	35
Tabla 17 Tablas de características de la marca seleccionada.....	36
Tabla 18 Capacidad de los condensadores Siemens seleccionado según voltaje requerido de 440 V, número de pasos a utilizar	37
Tabla 19 Lista de materiales	42
Tabla 20 Presupuesto de mano de obra.....	42
Tabla 21 Detalle de costos de mano obra más capacitaciones	43
Tabla 22 Costo final total	43
Tabla 23 Energías y potencias simuladas	43
Tabla 24 Costo de energía eléctrica	44
Tabla 25 Retorno sobre la inversión	44
Tabla 26 Flujo de fondo	45
Tabla 27 Valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR)	45

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1: Desfase en cargas inductivas	9
Figura 2: Desfase en cargas capacitivas.....	9
Figura 3: Cargas resistivas tensión y corriente en fase.....	9
Figura 4: Condensadores fijos.....	10
Figura 5: Baterías de regulación automática.....	11
Figura 6: Triangulo de potencias.....	11
Figura 7: Triangulo de compensación	12
Figura 8: Compensación global.....	14
Figura 9: Compensación parcial.....	14
Figura 10: Compensación individual	15
Figura 11: Software PowerWorld.....	17
Figura 12: Promedio de potencias durante 6 meses (SET2019-MAR2020).....	24
Figura 13: Potencia activa consumida (SET2019-MAR2020)	24
Figura 14: Energía reactiva consumida (SET2019-MAR2020).....	24
Figura 15: Potencia aparente consumida (SET2019-MAR2020).....	25
Figura 16: Factor de potencia registrada (SET2019-MAR2020)	25
Figura 17: Diagrama de barras de potencias detallada por meses (SET2019-MAR2020)	26
Figura 18: Simulación del sistema sin banco de condensadores.....	38
Figura 19: Simulación del sistema con condensadores	39
Figura 20: Simulación detallada sin banco de capacitores de planta procesadora de minerales.....	40
Figura 21: Simulación detallada con banco de capacitores de planta procesadora de minerales.....	41

RESUMEN

Este trabajo de tesis tiene como objetivo mejorar la calidad de energía, haciendo una evaluación de los parámetros eléctricos de la planta procesadora de minerales Ananea – Puno. Para mejorar los problemas causados por un bajo factor de potencia, ineficiencia eléctrica del sistema, pérdidas por efecto joule, caída de tensión, sobretensiones y un elevado costo de facturación eléctrica. Es por eso que nos abocaremos en la implementación de un banco automatizado de capacitores para mejorar el factor de potencia de 0.858 a un factor deseado de 0.98, dado que la diferencia de esta implica un consumo de energía reactiva de S/.3120.60 al mes, el cual representa el 5.27% del total de la facturación.

Los cálculos se desarrollaron con datos obtenidos del medidor electrónico y recibos de facturación eléctrica. Por otra parte, la selección de los componentes del banco de capacitores se realizó mediante un análisis técnico económico, obteniéndose como mejor resultado los componentes de la línea SIEMENS cumpliendo con los parámetros requeridos.

El dimensionamiento del banco automatizado de capacitores es de tipo parcial, con una potencia de primer paso de 1 KVAR y los siguientes con capacidades de; 3, 6, 6, 9, 12, 18 y 18 KVAR, activándose un total de 8 pasos, obteniendo una serie de control para nuestro regulador “BR7000” de [13669CII], donde $C=12$ e $I=18$. La potencia reactiva requerida para la compensación actual es de 59.6 KVAR, pero por un tema de cargas futuras fue sobredimensionado en un 22.5%, llegándose a un valor de 73 KVAR, reflejándose en la sumatoria de capacidad de nuestros capacitores. Para corroborar la potencia calculada de nuestro banco de capacitores, se simuló en el software PowerWorld, dando como resultado de simulación un factor de potencia de 0.981, siendo adecuado nuestro dimensionamiento.

La inversión económica es viable con un monto total de S/. 23,777.02, un beneficio útil de S/. 37,447.14 anual, con un tiempo de retorno de inversión de 8 meses.

Palabras Claves: Banco de capacitores, Factor de potencia, Compensación reactiva, Eficiencia.

ABSTRACT

This thesis work aims to improve the quality of energy, making an evaluation of the electrical parameters of the Ananea - Puno mineral processing plant. To improve the problems caused by a low power factor, electrical inefficiency of the system, losses due to the joule effect, voltage drop, surges and a high cost of electricity billing. That is why we will focus on the implementation of an automated capacitor bank to improve the power factor from 0.858 to a desired factor of 0.98, since the difference of this implies a reactive energy consumption of S/.3120.60 per month, which represents 5.27% of the total billing.

The calculations were developed with data obtained from the electronic meter and electric billing receipts. On the other hand, the selection of the components of the capacitor bank was carried out through an economic technical analysis, obtaining as the best result the components of the SIEMENS line, complying with the required parameters.

The sizing of the automated capacitor bank is partial, with a first step power of 1 KVAR and the following with capacities of; 3, 6, 6, 9, 12, 18 and 18 KVAR, activating a total of 8 steps, obtaining a control series for our "BR7000" regulator from [13669CII], where $C=12$ and $I=18$. The reactive power required for current compensation is 59.6 KVAR, but due to future loads it was oversized by 22.5%, reaching a value of 73 KVAR, which is reflected in the sum of the capacity of our capacitors. To corroborate the calculated power of our capacitor bank, it was simulated in the PowerWorld software, resulting in a simulation of a power factor of 0.981, our dimensioning being adequate.

The economic investment is viable with a total amount of S/. 23,777.02, a useful profit of S/. 37,447.14 per year, with an investment return time of 8 months.

Keywords: Capacitor bank, Power factor, Reactive compensation, Efficiency

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el campo de la electricidad ha estado en constante variación a consecuencia del crecimiento de demanda en energía eléctrica por uso de aparatos y máquinas eléctricas lo que ha llevado a disponer nuevos equipamientos eléctricos (Pawar & Panduranga, 2019), por otro lado los sistemas eléctricos de potencia estuvieron en crecimiento constante por una elevada demanda por parte de los consumidores, que llevó a la necesidad de esparcir y ejecutar de manera eficiente las redes de distribución eléctrica y los sistemas de suministro. En tal sentido los proveedores de red se vieron en la obligación de mejorar características operativas en el servicio de electricidad (Montoya Giraldo, Ramirez Venegas, & Grisales Noreña, 2018), por lo cual se realizaron varios estudios para reducir las pérdidas, también para mejorar el estado de voltaje de las redes. Entre los principales métodos para reducción de perdidas en la red, incluyeron el uso de recursos de generación distribuida, reestructuración en las redes y asignación de condensadores, la aplicación de condensadores se usa mayormente en redes de alto voltaje con una reconfiguración en sistemas de bajo voltaje, generación y distribución. La instalación de capacitores en las redes de alimentación es una forma importante de reducción de perdidas. Las ventajas más resaltantes de este método es la mejora del f.p., mantiene los niveles tensión y reducción de perdidas, por lo que encontrar el sitio del capacitor en la red es de suma importancia. (Babanezhad, Nowdeh, Abdelaziz, AboRas, & Kotb, 2022)

La planta procesadora de minerales ubicada en el distrito de Ananea, provincia de San Antonio de Putina - Puno, pertenece al rubro de extracción de minerales auríferos cuyas actividades son de extracción en gravimetría y lixiviación, siendo estas las más importantes en producción. Estos procesos productivos van acompañados con diversidad de máquinas y herramientas para una óptima producción, la principal rama de alimentación de energía eléctrica es suministrada por Electro Puno.

La planta procesadora se encuentra acoplada a una tarifa eléctrica de suministro MT3 con potencia contratada de 300 KW con un nivel de tensión de 22.9 KV, con demanda máxima de 240 KW mensuales suministrada por la empresa Electro

Puno, cuenta con tres transformadores con capacidades de 150KVA, 250KVA y 10KVA, estos con niveles de transformación de 22.9 KV/0.44KV, 22.9KV/0.38KV y 22.9KV/0.22KV, todos estos trifásicos.

Los problemas que aquejan esta planta procesadora de minerales es el incremento de la potencia reactiva y un bajo factor de potencia, llevando a factores de pérdidas técnicas y económicas, estos parámetros se generan y parten del funcionamiento de la gran mayoría de motores de inducción magnética, generando problemas en la red de distribución, aumentando la potencia alimentada, por consiguiente se llegó a plantear el siguiente problema ¿En qué medida mejorará la calidad de energía eléctrica con la implementación de un banco automatizado de capacitores en la planta procesadora de minerales Ananea - Puno?, debido a que la siguiente investigación está basada en un dimensionamiento y mejora de calidad de energía. Esta se justifica partiendo desde el enfoque económico, trayendo como consecuencia la disminución en el costo del consumo de energía eléctrica, lo cual escatimara costos hacia la planta procesadora. A su vez en el enfoque técnico el aumento de factor de potencia lleva a ventajas como reducir pérdidas por efecto Joule, trabajo óptimo de la potencia del transformador, mejora la caída de tensión, de igual manera desde el enfoque ambiental, se previene el derrame de aceite y vibraciones, trayendo como consecuencia contaminación acústica y contaminación del suelo causada por la sobrecarga del transformador. De la misma forma desde el enfoque social, da como lugar a la satisfacción de desenvolver situaciones científicas a la sociedad y a los futuros ingenieros mecánicos electricistas contribuyendo aún mejor manejo eficiente de energía eléctrica, trabajando con responsabilidad en las industrias del país, ya que esta problemática afecta en gran mayoría a todos los contratistas de energía eléctrica en el Perú.

Una vez planteadas las justificaciones se procede a establecer como objetivo general: Dimensionar un banco automatizado de capacitores para mejorar la calidad de energía eléctrica. De igual forma, para realizar lo dicho en el objetivo general, se llegó a plantear los siguientes objetivos específicos: i) Evaluar condiciones actuales para determinar factor de potencia; ii) Calcular y dimensionar la capacidad de los condensadores para así corregir el factor de potencia y disminuir la potencia reactiva; iii) Análisis y selección del banco de condensadores

para mejorar el factor de potencia iv) Simular índices de mejora de eficiencia energética y ahorro por aplacamiento de energía reactiva; v) Determinar la inversión para implementar el banco de capacitores, proyectar el beneficio económico y retorno de la inversión. Una vez planteados los objetivos de la investigación se ha procedido a la formulación de la siguiente hipótesis: Mediante la instalación de un banco automatizado de capacitores en la planta procesadora de minerales Ananea-Puno se logrará mejorar la calidad de energía eléctrica.

II. MARCO TEÓRICO

El propósito de esta investigación es el dimensionamiento para mejorar la calidad de energía eléctrica, utilizando un banco automatizado de capacitores, esta investigación se realizó con fundamentos de procedimientos cuantitativos descriptivos. La información relevante adquirida son antecedentes internacionales, nacionales y locales. Así por ejemplo (Ola García) en su artículo indica que el gasto elevado de potencia reactiva, produce no solo la mala regulación de tensión, sino que también puede llegar a perturbar a otros usuarios. Igualmente abrevia el rendimiento que aprovechan los equipos conectados a la red de energía que se les suministra. Corregir un bajo factor de potencia resulta práctico y económico, a través de la disposición de capacitores eléctricos estáticos. La potencia reactiva no ejerce ningún beneficio, de la carga a la fuente, pero es necesaria para el funcionamiento del equipo, haciendo que el voltaje disminuya como en consecuencia del aumento de corriente e incremento de potencia reactiva. El factor de potencia nos indica el aprovechamiento de la energía recibida, el cual toma valores en un rango de 0 a 1. Ejemplo si tenemos un factor de potencia de 0.80, este nos indica que del 100% de la energía suministrada, solo el 80% estaría traducida en trabajo útil. La instalación de un banco de capacitores debe tomarse de distintos factores de distribución y variación de cargas, el acople debe ser necesario, pero esta no debe exceder la compensación, en tal caso debido a una sobre compensación la tensión puede ser excesiva en los equipos con respecto a la red. Para la localización de los capacitores es recomendable ubicarlos lo más cerca de las cargas con el fin de tener un menor costo y máximos beneficios. Por otra parte (Palomino Conde , 2020) detalla la importancia del costo de consumo de energía eléctrica, y las repercusiones que tiene un bajo f.p. en el precio final, su tesis se sitúa en implementar baterías de capacitores para mejorar factor de potencia de 0.60 a 0.95 representando un consumo de la energía reactiva de S/. 1461.00 mensual, el cual representa un 8.42% del total de la facturación, el dimensionamiento del banco de condensadores automático de tipo centralizada de 120 KVAR, los cálculos se realizaron con datos de recibos de consumo y de acuerdo a la normativa. Por otro lado (Gómez Cabanillas, 2016) menciona en su trabajo de investigación análisis técnico y económico para mejorar el factor de potencia en la casa de fuerza del hospital Víctor L. Echeagaray, plantea calcular la

potencia reactiva requerida para el banco de capacitores, su capacidad necesaria en (μf) para reducir costos de facturación. Calcular equipos de protección y conexión del banco de capacitores, a su vez elaborar un diagrama de conexión del banco, determinar el factor C/K del regulador de potencia reactiva llegando finalmente a hacer un análisis técnico económico de la instalación del banco de capacitores en las líneas de alimentación. Con el objetivo de cumplir todos estos aspectos el autor formula recomendaciones a la hora de utilizar y seleccionar equipos de protección y control, de acuerdo al empleo y uso que se le va a dar, considerando siempre las normas internacionales establecidas. Las medidas de los parámetros de voltaje, corrientes, potencias y f.p. se tomaron del analizador de redes y corroborados con los recibos de facturación eléctrica, dando un valor de factor de potencia promedio bajo de 0.72(43.94°), potencia activa de 246.86 KW, potencia aparente de 342.86 KVA y potencia reactiva de 237.93 KVAR, según normas de (OSINERGMIN, 2013)“opciones tarifarias y condiciones de aplicación de las tarifas a usuario final” artículo 16°, el cual menciona que el consumo de energía reactiva inductiva hasta el 30% de la energía activa total mensual no tiene cargo alguno, entonces haciendo un recalcu de los datos el 30% de la energía activa es igual a 74.058 KVAR hallando la nueva potencia aparente tenemos 257.72 KVA, el nuevo $\cos\phi$ compensado será 0.957(16.86°) hallando así la potencia reactiva del banco de condensadores que requiere el hospital, realizando la diferencia de potencias reactiva total y la necesaria, obtenemos 163.872 KVAR a esta potencia reactiva requerida se le agrega el 20% como un factor de diseño, para unas posibles ampliaciones de la potencia instalada, entonces $163.872 \times 20\% = 196.6\text{KVAR}$, encontrando así también la cabida total del banco de condensadores utilizando la potencia reactiva encontrada = $9.878\mu\text{f}$, impedancia total de = 0.2685Ω , el regulador de energía reactiva será programado de acuerdo al valor que se halló 0.0874. Asiendo la conexión del banco de condensadores tenemos como resultado, comparando medidas de consumo de corriente sin compensar se obtuvo 860.65 AMP y ya compensada 645.49 AMP pudiéndose así apreciar la disminución del 25% del consumo de corriente mejorando a su vez el factor de potencia en un 96%. Así mismo (Ticona Coila, 2017) menciona en su tesis que lleva de título, evaluar parámetros de la Subestación de Distribución 22.9/0.38/0.22 KV con la compensación de potencia reactiva para la compañía el Dorado Ananea. La

compensación de energía reactiva con la implementación de un banco de capacitores para evitar pagar el alto costo por consumo de energía eléctrica, reducir caídas de voltaje, disminución de pérdidas de energía, expandir la transmisión de potencia activa. El autor determinó la mejor alternativa de conexión de la red primaria en 22.9 KV S.E. de la Minera el Dorado, con la finalidad de suministrar mejor calidad de energía a la planta minera el Dorado, mantener los niveles de voltaje de las barras, en el rango permitido sin afectar en los niveles de voltaje de las barras que pertenecen al sistema eléctrico de la empresa suministradora Electro Puno. Así mismo (Ticona Coila, 2017) respeta la normatividad, Código Nacional de Electricidad suministro 2011, el procedimiento para el cálculo de la potencia del banco de capacitores a instalarse en un sistema eléctrico se realizó de acuerdo a la tabla del factor "K" de compensación reactiva, este se hallará multiplicado por la Potencia Activa del sistema eléctrico. Considerando la implementación de este banco de condensadores se logra observar que los niveles de voltaje en las barras de la Sub Estación de la Minera el Dorado se encuentra 0.92 p.u. dentro del rango permitido. Seguidamente según (Acosta Acosta, 2019) la conexión estrella a tierra con neutro sólidamente conectado a tierra se usa normalmente en sistemas con tensiones hasta 34.5 KV, esta conexión tiene la ventaja de permitir un balanceo de fases más sencillo en comparación a las otras, pero cabe decir que la desventaja de esta es que si ocurre una falla en una unidad capacitiva esta provoca una sobretensión en el resto de las unidades someténdolas a un mayor esfuerzo dieléctrico. La conexión estrella con neutro flotante se emplea en media tensión o mayor a esta, como ventaja tiene que, evita la presencia de transitorios de sobretensión y mejora la protección contra sobre corrientes, su desventaja es que da problemas de desbalance en tensión. Pero en la conexión en delta es usada por lo común en baja tensión ya sea en motores o cargas similares a esta, su ventaja en comparación con la conexión en estrella es de que no presenta problemas de desbalance y además aísla las corrientes armónicas. Según (Schneider Electric, 2000) para la elegir entre capacitores fijos o baterías de regulación con regulación automática hay una recomendación a seguir, que si es que la potencia de los capacitores (KVAR) es inferior al 15% de la potencia del transformador es mejor elegir condensadores fijos. Pero si es que es mayor al 15% de la potencia del transformador se debería seleccionar una batería de capacitores con regulación

automática. Haciendo una observación de que cuando la potencia que se va a instalar sea mayor a 800 KVAR con valores de carga estable y continua, resulta más económico elegir baterías de capacitores de alta tensión. Seguidamente según (Calderon Villanueva & Medina Quezada, 2015) en su tesis muestra cómo aplicar la metodología de un diagrama de carga para calcular un método de compensación reactiva para la fábrica Frigorífica de Hayduk S.A. está compuesta por una cámara de frigorización con dos unidades y un área de congelar con tres unidades. Los compresores cuentan con motores eléctricos siendo estos los que mayor consumo de corriente eléctrica tienen. Aplicando un diagrama de carga realiza un análisis tomando en consideración las estaciones entre verano e invierno, inicialmente se obtuvo un factor de potencia de 0.8716, el cual consume una facturación anual de U\$11,831.00, pero según la normatividad eléctrica peruana el cual delimita un factor de potencia igual o superior a 0.9567. Dimensionando 2 bancos de capacitores grupales, para la cámara frigorífica y el túnel de congelamiento con capacidades de 220 y 210 KVAR, aparte de estos se instalaron 14 capacitores individuales para motores eléctricos de los compresores de tornillo. Logrando una mejora en el factor de potencia con un nuevo valor de 0.9598 excediendo el valor límite de la normatividad eléctrica con un recupero de la inversión de 21 meses, es decir 1 año con 9 meses.

Una vez descritos los antecedentes a la investigación nos disponemos a referenciar algunas teorías relacionadas al tema como por ejemplo el concepto de Potencia: Cuando se habla de potencia nos referimos a la demanda de energía que consume un motor, generador, transformador, etc. para poder funcionar, existen diferentes tipos de potencia tales como: Potencia Activa; es la potencia capaz de transformar la energía eléctrica en trabajo, esta potencia es la realmente consumida por el circuito y por ende cuando se habla de demanda eléctrica, es esta potencia la que se utiliza, se representa por P y se mide en Vatios (W) , su fórmula es la siguiente (LLaza Imata, 2019).

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Cos}\varphi \dots \dots \dots (1)$$

Dónde: P = Potencia Activa (KW), V =Tensión (Voltios) y I = Corriente (Amperios); Potencia Reactiva; Potencia que no produce trabajo útil, aparece en equipos o instalaciones que poseen bobinas o condensadores, estas requieren de esta

potencia para generar campos magnéticos. Se representa por Q y se mide en voltamperios reactivos y su fórmula es la siguiente (Gomez Chuquillanqui, 2021).

$$Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Sen}\phi \dots \dots \dots (2)$$

Dónde: Q = Potencia Reactiva (KVAR), V = Tensión, y I =Corriente. Potencia Aparente: Es la suma geométrica de la potencia reactiva y activa, es decir la potencia total que consume la carga. Se representa con la letra S y se mide en Voltamperios (VA). y su fórmula es la siguiente (Velásquez Moreira, 2016).

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \dots \dots \dots (3)$$

Dónde: S = Potencia Aparente, V =Tensión y I =Corriente. Seguidamente mencionamos el Factor de potencia (FP): Este Indica la cantidad de energía eléctrica convertida en trabajo, establece relación entre la potencia activa y la potencia aparente de la instalación, es la cantidad de potencia convertida en rendimiento eléctrico, se puede expresar con la siguiente formula (Rodriguez & Muñoz, 2022).

$$F.P = \frac{P}{S} \dots \dots \dots (4)$$

Dónde: F.P. = Factor de Potencia, P = Potencia activa, S = Potencia aparente.

Cargas: Existen diferentes tipos de cargas, donde el consumo de corriente depende del sistema, si es capacitivo, inductivo o resistivo. Conceptuando la Carga Inductiva:

Se llama carga inductiva a todo aquel que tenga una bobina, por ejemplo, los motores, transformadores, máquinas de soldar entre otros, esta carga requiere potencia reactiva para su funcionamiento por lo que trabajan con un factor de potencia menor a 1.0 En estas cargas la corriente se encuentra retrasada 90° con respecto a la tensión, el factor de potencia vendría a ser negativo o retrasado. (Velásquez Moreira, 2016).

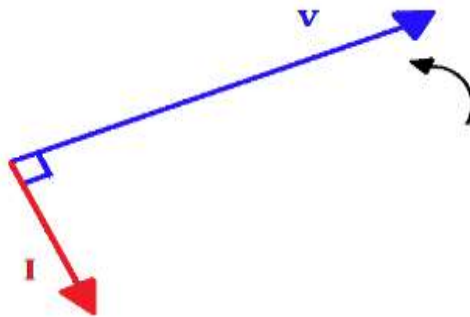


Figura 1: *Desfase en cargas inductivas*

Fuente: Calderón Villanueva 2015

Carga capacitiva: Estas cargas se presentan en los capacitores, en esta carga la corriente se encuentra 90° adelantada con respecto a la tensión. En un circuito netamente capacitivo, no hay consumo de energía aun así haya corriente circulando por esta (Payé Colquehuanca, 2020).

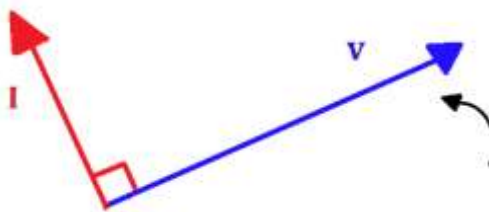


Figura 2: *Desfase en cargas capacitivas*

Fuente: Calderón Villanueva 2015

Carga resistiva: Las cargas resistivas se encuentran en equipos como planchas, estufas, lámparas incandescentes, otros. Donde la energía que es requerida para funcionar es transformada en energía luminosa o calórica, por ende, el factor de potencia es 1.0 en un circuito netamente resistivo, la corriente y la tensión están en fase, por lo tanto: (Payé Colquehuanca, 2020).



Figura 3: *Cargas resistivas tensión y corriente en fase*

Fuente: Calderón Villanueva 2015

$$I = \frac{V}{R} \dots \dots \dots (5)$$

Dónde: I = Corriente (A), V = Tensión (V), R = resistencia (Ω). Los capacitores: El capacitor fue creado en el año 1746 por el físico nacido en Holanda Pieter V. Musschenbroek, es un dispositivo encargado de acumular energía formando un campo eléctrico, se usa en instalaciones electrónicas y eléctricas. Está formado por un par de láminas conductoras, estas placas o laminas están separadas por vacío o por un material no conductor es decir dieléctrico. Las dos laminas son alimentadas por una fuente de voltaje, alimentadas por un lado con una carga positiva y por el otro una carga negativa teniendo, teniendo así la carga eléctrica y por ende el almacenaje, dando cero como resultado la variación de la carga total (Vargas Espinoza, 2015), la compensación en BT se pueden realizar en dos formas. Compensación fija: Se usa cuando se requiere una constante energía reactiva, Su desconexión es manual o a través de interruptor fusible.



Figura 4: Condensadores fijos

Fuente: Condensadores Siemens

Compensación automática: Se usa cuando se quiere de energía reactiva variable, trabaja en función de la variación del $\cos\phi$, Su desconexión es a interruptor a vacío y regulador, ejemplo de equipos de regulación automática o baterías automáticas.



Figura 5: Baterías de regulación automática

Fuente: Banco de capacitores y regulares Schneider

Triángulo de potencias: Para entender y comprender de mejor manera utilizaremos la figura del triángulo de potencias y su relación que tiene con cada una de las potencias que encontramos en un sistema eléctrico, a su vez se podrá observar que la modificación de una potencia afectará y modificará a las otras dos potencias

$$S = \frac{P}{\cos\phi} \dots \dots \dots (6)$$

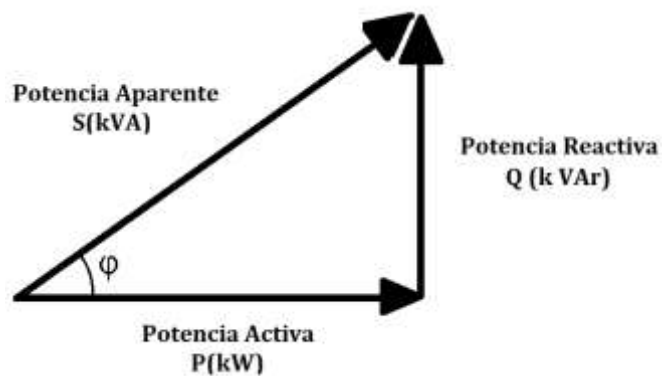


Figura 6: Triangulo de potencias

Fuente: Calderón Villanueva 2015

Los efectos de un valor bajo de factor de potencia: La potencia reactiva no produce ningún trabajo directo en los equipos, pero sí que es necesaria para su

funcionamiento ya que esta produce el flujo electromagnético que se encarga de poner en funcionamiento a los equipos de refrigeración, motores, transformadores, otros. Al estar en funcionamiento estos equipos hay un decrecimiento del factor de potencia y un alto consumo de potencia reactiva. (Calderon Villanueva & Medina Quezada, 2015), esto trae como consecuencia: mayor consumo de corriente, crecimiento de perdidas por efecto joule, sobrecarga en las líneas de distribución, sobrecarga en transformadores y generadores, elevada caída de tensión, elevados costos de facturación eléctrica. Lo que nos lleva a definir que es Compensación: Este término se utiliza para definir la inserción intencional de equipos de potencia reactiva, inductiva o capacitiva, para lograr el efecto deseado en la red eléctrica, estabilidad, rendimiento mejorado y capacidad de transmisión. (Arias Pérez, de Kock , & Strauss, 2021) ¿Porque mejorar el factor de potencia? Un factor de potencia más próximo a la unidad nos permite optimizar técnico y económicamente la instalación, evitando un absurdo sobredimensionamiento de equipos y conductores, ayudando a mejorar su utilización. Como compensar una instalación: Al nosotros montar un condensador en el circuito, este es un generador de potencia reactiva siendo esta la manera más sencilla de poder amortizar y afianzar un buen factor de potencia, esto es a lo que se denomina compensación de una instalación. En la figura se dibuja la compensación de la potencia reactiva Q a un valor menor Q1, a través de la instalación de un banco de capacitores de potencia Qc, por lo cual la potencia aparente también cambia de S a S1 (Schneider Electric, 2000).

$$Q_c = P(\text{Tg}\varphi - \text{Tg}\varphi_1) \dots \dots \dots (7)$$

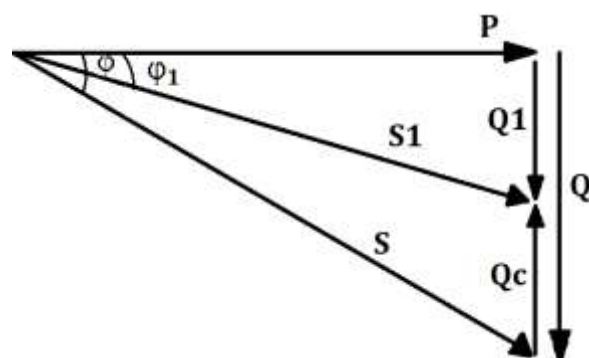


Figura 7: Triangulo de compensación

Fuente: Elaboración propia

Límite para que el factor de potencia no sufra facturación por energía reactiva.

$$ER_{factura} = ER_{total} - 0.3EA_{TOTAL} \dots \dots \dots (8)$$

Dónde:

- $ER_{factura}$ =Energía Reactiva Facturada
- ER_{total} =Energía Reactiva Total Consumida
- EA_{total} =Energía Activa Total

$$ER_{total} \leq 0.3EA_{total} \dots \dots \dots (9)$$

Despejando la ecuación (9) obtenemos:

$$\frac{ER_{total}}{EA_{total}} = 0.3 \dots \dots \dots (9)$$

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{ER_{total}}{EA_{total}} \right) \dots \dots \dots (10)$$

Reemplazando la ecuación (9) en la (10) obtenemos.

$$\varphi = \tan^{-1}(0.3) = 16.699^\circ$$

$$\cos \varphi = \cos(16.699^\circ) = 0.9578$$

El valor del factor de potencia mínimo requerido para evitar facturación de energía reactiva es 0.9578, el cual no excede el 30% de la energía activa total. Por lo que nuestro f.p. que estableceremos será 0.98 que se encuentra en el intermedio del valor mínimo y de la unidad. (Manrique Jaeger & Sanz Moya , 2018) Formas de compensación: La ubicación de los condensadores en BT pueden realizarse de varias modalidades, la ubicación de la compensación puede ser del tipo individual, global o parcial, esta se escoge donde haya consumo de potencia reactiva y gran demanda de esta, pero muchas veces los que terminan determinando son los aspectos técnicos económicos Compensación global: Está ubicada en la cabeza de toda la instalación y te asegura una compensación de toda la empresa cuando está en funcionamiento normal de sus servicios. Disminuye la potencia aparente porque se ajusta a consumo real de KW del sistema eléctrico, pero la desventaja que tiene es que las pérdidas por efecto Joule (KWH) recaen sobre los conductores

que aún permanecen aguas abajo, por ende, el dimensionamiento no se ve disminuido.

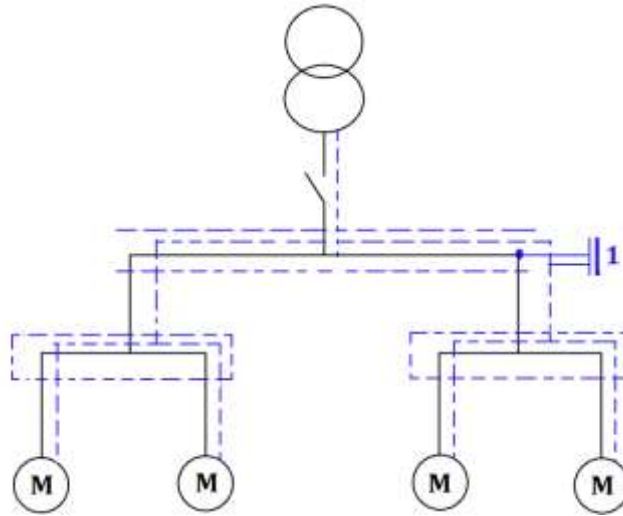


Figura 8: Compensación global

Fuente: Elaboración propia

Compensación parcial: Está ubicada específicamente en grupos de receptores que contienen mayor consumo de potencia reactiva. Las pérdidas por efecto Joule (KWH) quedan reducidas en este tipo de compensación, la sobrecompensación que puede ocurrir puede ser controlada por el regulador que se instalara.

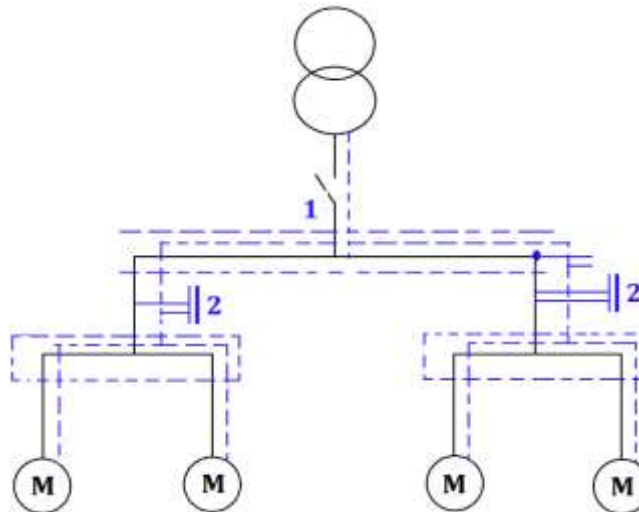


Figura 9: Compensación parcial

Fuente: Elaboración propia

Compensación individual: Está instalado directamente en cada receptor de tipo inductivo, este tipo de compensación genera energía reactiva en el mismo sitio donde se va consumir esta y de acuerdo a la necesidad que requiera, reduce el sobredimensionamiento de conductores y pérdidas por efecto Joule (Schneider Electric, 2000)

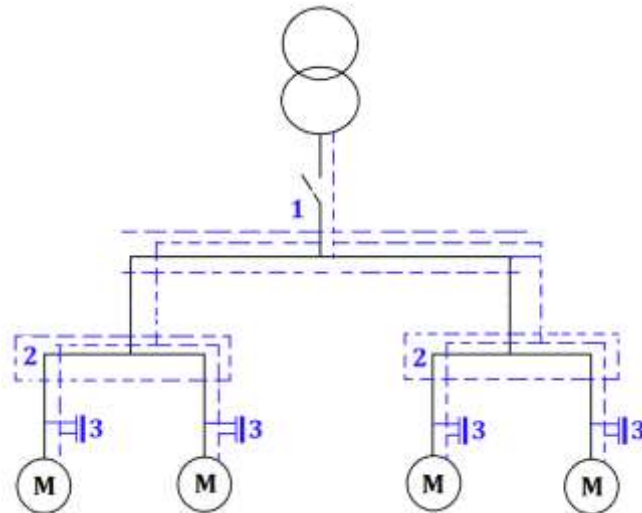


Figura 10: *Compensación individual*

Fuente: Elaboración propia

Número de condensadores: Para seleccionar los pasos de un banco de condensadores son: Adaptarse de acuerdo al $\cos \varphi$ deseado, considerando que mientras menor sea el valor de la potencia capacitiva del capacitor mejor se podrá acomodar a la demanda de energía reactiva requerida, desde el aspecto técnico económico, mientras más escalones se ponga en el banco de condensadores mejor se acomodara a la demanda de energía reactiva requerida pero también saldrá más caro la instalación de este. (Palomino Conde , 2020). Habiendo hallado la potencia reactiva capacitiva necesaria se puede proceder a escoger la capacidad y el número de condensadores necesarios para el banco de condensadores.

Tabla 1
Número de escalones

NUMERO DE PASOS	CONFIGURACIÓN	QC(KVAR)
1	1	1
2	3	3
3	6	6
4	6	6
5	9	9
6	C	12
7	I	18
8	I	18

Fuente: Elaboración propia número de escalones regulación Siemens

En el (Anexo G) la cantidad de potencia reactiva requerida es 73 KVAR, pero si se considera la capacidad de los condensadores en el mercado, teniendo valores reales y comerciales con capacidades que varían desde 1 KVAR hasta 30 KVAR (Anexo S). Nosotros al tener 8 pasos consideramos los condensadores con las capacidades mostradas en la (Tabla 1) dando como sumatoria una capacidad de potencia reactiva de 73 KVAR, mostrado en (Tabla 2).

Tabla 2
Características del banco de Capacitores

CARACTERISTICAS	PARAMETROS
SISTEMA DE CONTROL	AUTOMATICO
COMPENSACIÓN	PARCIAL
POTENCIA REACTIVA	73 KVAR
TENSIÓN DE FUERZA	440 V
TENSIÓN DE CONTROL MANDO	220 V
NUMERO DE PASOS	8
PASO N°1	1 KVAR
PASO N°2	3 KVAR
PASO N°3	6 KVAR
PASO N°4	6 KVAR
PASO N°5	9 KVAR
PASO N°6	12 KVAR
PASO N°7	18 KVAR
PASO N°8	18 KVAR

Fuente: Elaboración propia

PowerWorld Simulator se plantó a inicios de la década de los 90 en la universidad de Illinois por Thomas Overbye, siendo este profesor vio la dificultad de los estudiantes para comprender el funcionamiento a gran escala de los sistemas de energía, en esa época el software solo estaba basado en números y gráficos que necesitaban de una gran interpretación y explicación. Posteriormente en el año

1996 fue fundada por Overbye, sus dos colegas y un estudiante de doctorado. Desde entonces la empresa ha ido creciendo, sus herramientas son de un grado muy comercial con bases simples pero originales y con mejor visualización de su clase, el enfoque del software se basa en servicios de consultoría de sistemas de energía, representando empresas de servicio de electricidad, desarrolladores de generación y transmisión, comercializadores de energía eléctrica. (Corporation, 2022). Este software permite analizar sistemas de potencia con resolución de tipo flujo de carga, con respuesta a variación en la topología, generación. Nos permite resolución numérica de flujo de cargas, los resultados se proyectan en forma estática o con animaciones a través de listas numéricas (potencia, 2014)

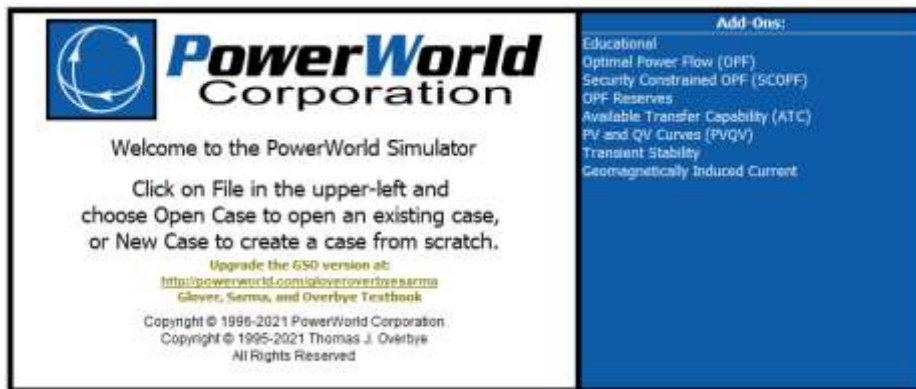


Figura 11: Software PowerWorld

Fuente: PowerWorld 22

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

El tipo de investigación es aplicada, utilizando conceptos de ingeniería para analizar, calcular, dimensionar, simular y operar el banco automatizado de capacitores.

Diseño de la investigación:

Es de tipo pre experimental, se desarrollará mediante el empleo de fórmulas matemáticas para dar validez a la capacidad del banco de capacitores en operación dentro del circuito eléctrico de la planta procesadora de minerales.

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente

- Dimensionamiento de un banco automatizado de capacitores.

Variables dependientes

- Mejora de calidad de energía.

Definición conceptual:

El dimensionamiento de capacitores automatizado, permite que la red eléctrica sea inteligente y autónoma.

Eficiencia de la red de suministro, obteniendo energía eléctrica de calidad, reduciendo parámetros no deseados.

Definición operacional:

Red eléctrica.

Calidad de energía suministrada.

Reguladores y capacitores de factor de potencia autónomos y eficientes.

Rectificación del factor de potencia, reducción de potencia reactiva.

Indicadores:

Factor de potencia, potencia reactiva, autonomía independiente, costo, pérdidas de energía, viabilidad y factibilidad, tiempo de operación.

Escala de medición:

El trabajo de investigación se encuentra en **escala de medición de razón**, se enfoca en una investigación cuantitativa.

3.3 Población, muestra y muestreo**Población:**

Bancos automatizados de capacitores de plantas procesadoras de minerales.

Muestra:

Banco automatizado de capacitores en planta procesadoras de minerales Ananea-Puno

Muestreo:

Se realizó la muestra por conveniencia no probabilístico.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El trabajo de investigación se desarrolla por **observación experimental**, los parámetros recolectados serán evaluados, para ser operadas mediante fórmulas matemáticas de acuerdo a la investigación que requiera, estas variables dependerán del consumo total de la red, generado por la planta.

El instrumento que se utilizó fueron las **fichas de registros de datos** tomados en un punto, las fechas tomadas tienen en consideración un registro. Por otro lado, también se tomará análisis documental (recibo de facturación del mes), mediciones mensuales de campo, en la planta procesadora de minerales, Ananea-Puno.

3.5 Procedimientos

Toma de datos realizado mediante evaluación y análisis de los recibos de consumo de energía eléctrica plasmados en la (Tabla 3).

Calcular y dimensionar la capacidad de los capacitores (Tabla 6).

Selección de componentes según criterios técnicos económicos (Tabla 17).

Simulación de la red eléctrica con banco de capacitores. (Figura 19).

Evaluación de costo y beneficio económico, viabilidad del dimensionamiento propuesto, retorno de inversión (Tablas 22 y 25).

3.6 Método de análisis de datos

Estos antecedentes o datos que fueron adquiridos sirvieron para definir el presente estado de la red de distribución.

3.7 Aspectos éticos

Esta tesis tiene el respaldo de un asesor, los autores cumplen la veracidad y la validación de datos, evitando problemas de plagio de otros proyectos de investigación.

Los autores son personas que colaboran y aportan a la ciencia en beneficio de nuestro país.

IV. RESULTADOS

4.1 Evaluar condiciones actuales para determinar factor de potencia

4.1.1 Descripción de la situación real del sistema eléctrico

La planta procesadora de minerales Ananea- Puno cuenta con un suministro eléctrico de media tensión de 22.9 KV/0.44KV, 22.9KV/0.38KV y 22.9KV/0.22KV a 60Hz. Para evaluar condiciones actuales de la planta, se consideró la toma de datos de SETIEMBRE 2019 – MARZO 2020, estos datos son tomados en general de todas las cargas que existen en la planta: área de chancado, molienda, flotación, cianuración, taller y laboratorios. Los datos fueron extraídos del MEDIDOR ALPHA ELSTER A1800, medidor electrónico multifuncional con características y funciones avanzadas, que miden energía reactiva y activa, como se muestra en la (Tabla. 3).

Los datos tabulados en esta tabla son del consumo de energía, máxima demanda y factor de potencia en media tensión, desde el mes de setiembre del 2019 hasta marzo del 2020, hallándose así también un promedio de todos estos datos para poder dimensionar nuestro banco de capacitores.

Tabla 3

Datos extraídos de facturación del medidor ELSTER A1800 en media tensión

MES	ENERGIA ACTIVA (KWH)	ENERGIA REACTIVA (KVARH)	ENERGIA FUERA HORA PUNTA	ENERGIA HORA PUNTA	MAXIMA DEMANDA	ENERGIA APARENTE (KVAH)	COS ϕ
Set(2019)	185.800	105.900	154.800	31.000	0.390	213.861	0.869
Oct(2019)	186.800	105.000	156.300	30.500	0.380	214.288	0.872
Nov(2019)	186.300	107.000	155.000	31.300	0.380	214.841	0.867
Dic(2019)	173.725	99.530	146.542	27.183	0.390	200.217	0.868
Ene(2020)	172.964	102.860	143.284	29.680	0.380	201.238	0.859
Feb(2020)	176.544	107.160	144.962	31.581	0.380	206.521	0.855
Mar(2020)	133.142	94.410	110.002	23.140	0.380	163.218	0.816
PROMEDIO	173.611	103.123	144.413	29.198	0.383	202.026	0.858

Fuente: Recibos de consumo de planta procesadora minerales

De igual forma en la en la (Tabla 4) se tienen todos estos datos, pero en baja tensión como podemos visualizar en dicha tabla.

Tabla 4*Datos extraídos de la facturación del medidor ELSTER A1800 en baja tensión*

MES	ENERGIA ACTIVA (KWH)	ENERGIA REACTIVA (KVARH)	ENERGIA FUERA HORA PUNTA	ENERGIA HORA PUNTA	MAXIMA DEMANDA	ENERGIA APARENTE (KVAH)	COS ϕ
Set(2019)	116039.530	66138.790	96678.790	19360.740	243.570	133564.636	0.869
Oct(2019)	116664.070	65576.700	97615.600	19048.470	243.570	133831.270	0.872
Nov(2019)	116351.800	66825.780	96803.700	19548.100	243.570	134176.847	0.867
Dic(2019)	108498.210	62157.970	91521.340	16976.870	243.570	125041.892	0.868
Ene(2020)	108021.060	64240.810	89486.590	18534.470	243.570	125679.875	0.859
Feb(2020)	110258.170	66928.200	90534.570	19723.600	243.100	128981.580	0.855
Mar(2020)	83149.380	58963.450	68700.650	14448.730	241.200	101933.840	0.816
PROMEDIO	108426.031	64404.529	90191.606	18234.426	243.164	126172.849	0.858

Fuente: Recibos de consumo de planta procesadora minerales

Nota: Corroborando los datos obtenidos de las facturas eléctricas según la norma de Osinergmin artículo 16 "Opciones tarifarias y condiciones de aplicación de las tarifas a usuario final", establece que mientras la energía reactiva inductiva no supere el 30% de la energía activa total mensual, no habrá una facturación por dicho consumo (OSINERGMIN, 2013).

Considerando lo dicho por Osinergmin, se procede a operar la siguiente ecuación.

$$ER_{factura} = ER_{total} - 0.3EA_{TOTAL} \dots \dots \dots (8)$$

Dónde:

- $ER_{factura}$: Energía reactiva facturada
- ER_{total} : Energía reactiva total
- EA_{TOTAL} : Energía activa total

Analizando y reemplazando los datos de la (Tabla 4) en la ecuación (8).

$$ER_{factura} = 64404.529 - 0.3 * 108426.031$$

$$ER_{factura} = 31876.719 \text{ KVARH}$$

Se logro determinar que existe un exceso de energía reactiva de 31876.719. KVARH. Por lo cual la empresa suministradora facturara un cobro adicional de energía reactiva consumida.

En la siguiente (Tabla 5) se pueden apreciar valores de las potencias y factor de potencia en baja tensión halladas de las energías de la (Tabla 4), estos valores son

divididos entre 720 horas. Hallando promedios tanto en las potencias como en el factor de potencia.

Tabla 5

Potencias recalculadas de tabla 4 (división de energías entre 720h del mes)

MES	POTENCIA ACTIVA (KW)	POTENCIA REACTIVA (KVAR)	ENERGIA APARENTE (KVA)	COS ϕ
Set(2019)	161.166	91.859	185.506	0.869
Oct(2019)	162.033	91.079	185.877	0.872
Nov(2019)	161.600	92.814	186.357	0.867
Dic(2019)	150.692	86.331	173.669	0.868
Ene(2020)	150.029	89.223	174.555	0.859
Feb(2020)	153.136	92.956	179.141	0.855
Mar(2020)	115.485	81.894	141.575	0.816
PROMEDIO	150.592	89.451	175.240	0.858

Fuente: Tabla 4; datos extraídos de facturación de medidor ELSTER A1800

De acuerdo a las tablas precedentes hallando los datos y calculando estos, se determinó a realizar el promedio de los datos de todos los meses de la (Tabla 5) obteniendo como resultado de estas:

$$Potencia Activa (Kw) = 150.592 Kw$$

$$Potencia Reactiva (Kvar) = 89.451 Kvar$$

$$Cos\phi = 0.858$$

En la (Figura 12) podemos apreciar el valor de potencias promedio total, durante los 7 meses evaluados, la potencia activa promedio de 150.59 KW, potencia reactiva de 89.45 KVAR, potencia aparente de 175.24 KVA y factor de potencia de 0.858.

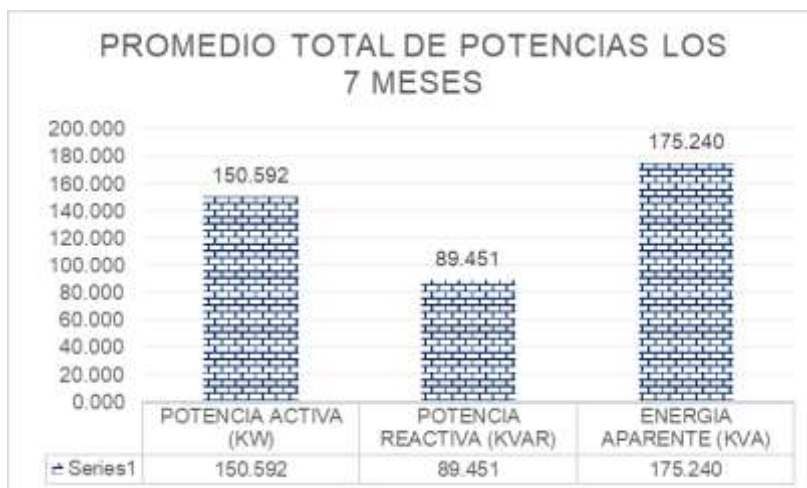


Figura 12: Promedio de potencias durante 6 meses (SET2019-MAR2020)

Fuente: Tabla 5; potencias recalculadas, Elaboración propia

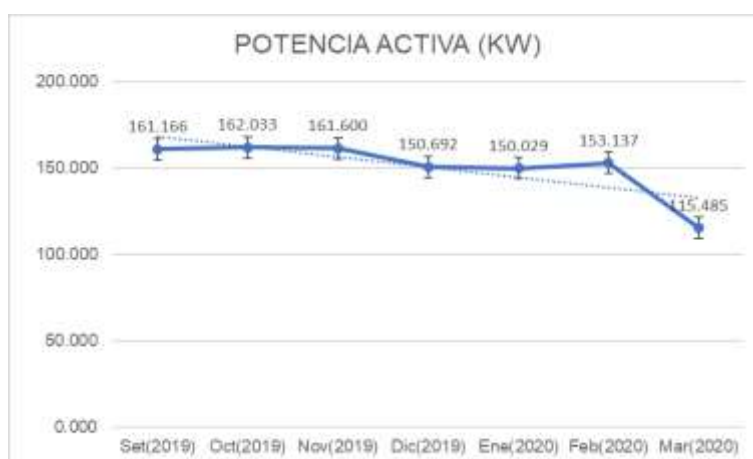


Figura 13: Potencia activa consumida (SET2019-MAR2020)

Fuente: Elaboración propia



Figura 14: Energía reactiva consumida (SET2019-MAR2020)

Fuente: Elaboración propia

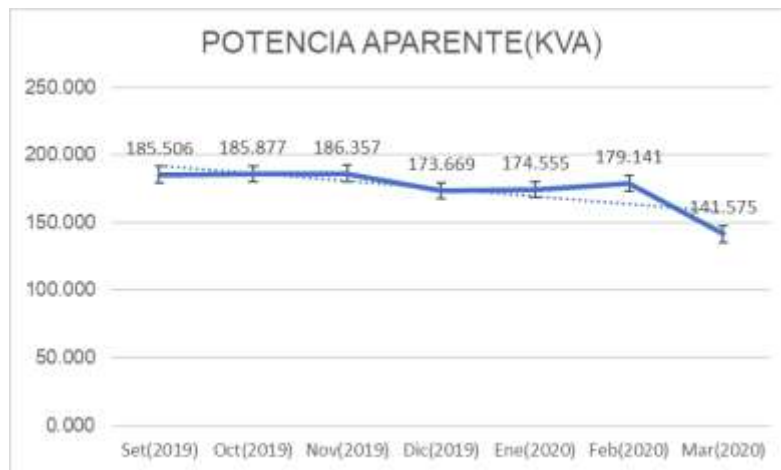


Figura 15: Potencia aparente consumida (SET2019-MAR2020)

Fuente: Elaboración propia

En la (Figura 16) observamos una variación notable del f.p. Con respecto a cada mes, esta variación denota que el mes de marzo fue el valor más bajo con respecto a los meses anteriores. Podemos ver claramente que el f.p. tiene una variación constante por lo que nos lleva plantear un tipo de compensación regulable.

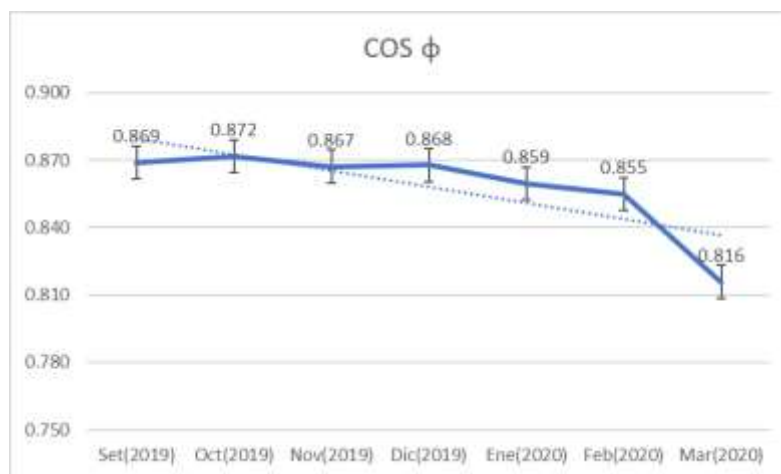


Figura 16: Factor de potencia registrada (SET2019-MAR2020)

Fuente: Elaboración propia

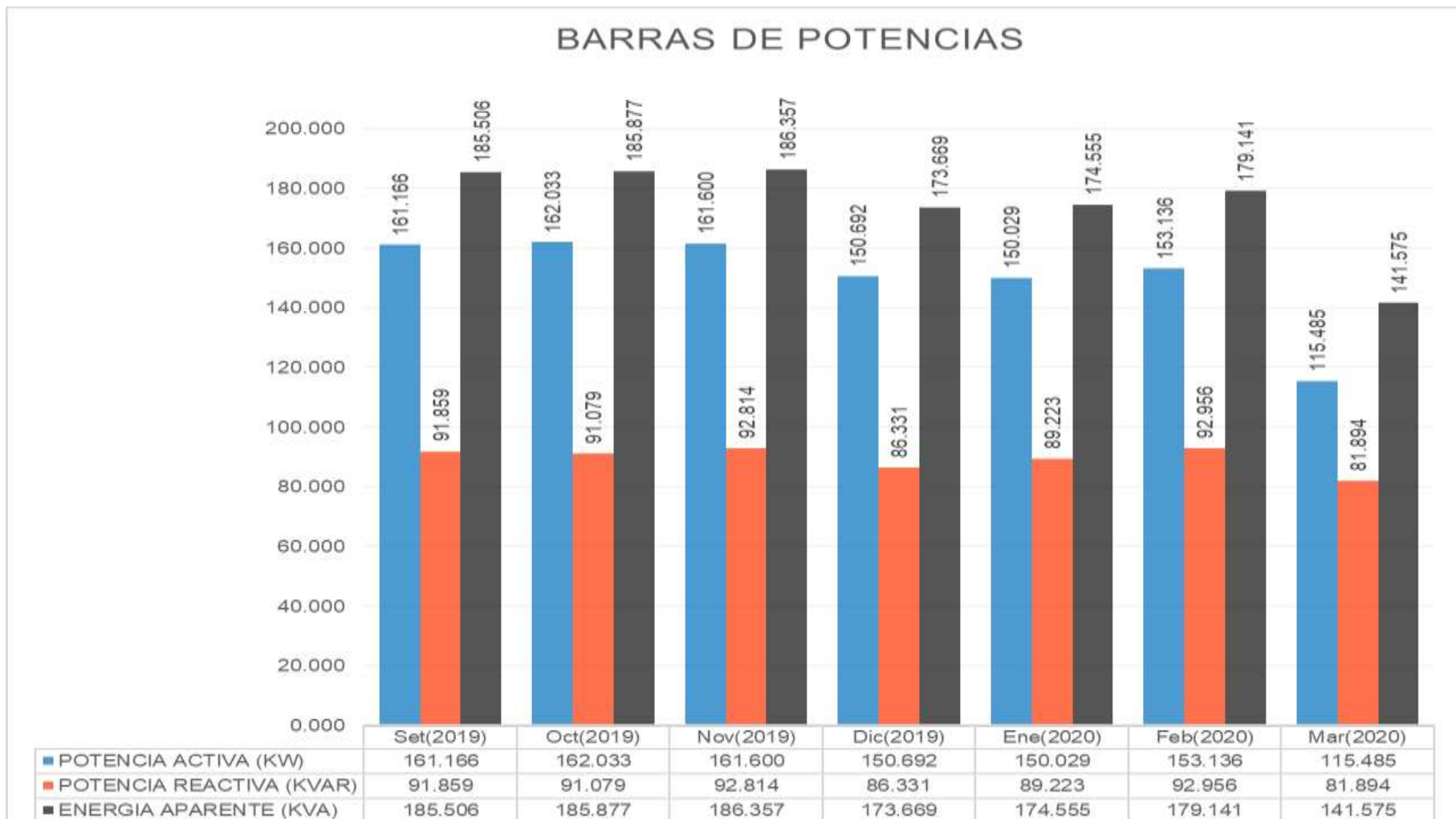


Figura 17: Diagrama de barras de potencias detallada por meses (SET2019-MAR2020)

Fuente: Elaboración propia, recibo de consumo de planta procesadora minerales

4.2 Calcular y dimensionar la capacidad de los condensadores para así corregir el factor de potencia y disminuir la potencia reactiva

Los valores hallados serán sometidos a calculo para obtener el factor de potencia que queremos hallar a futuro.

$$P = 150.592KW$$

$$Q = 89.451KVAR$$

$$S = 175.240KVA$$

$$\text{COS}(\varphi_1) = 0.858$$

Factor de potencia actual.

$$\text{Cos}(\varphi_1) = 0.858$$

Resolviendo se obtuvo el Angulo.

$$\varphi_1 = \text{Cos}^{-1}(0.858)$$

$$\varphi_1 = 30.917^\circ$$

Reemplazando φ_1 en $\text{Tan}(\varphi_1)$.

$$\text{Tan}(30.917) = 0.599$$

$$\text{Tan}(\varphi_1) = 0.599$$

Factor de potencia deseado.

$$\text{Cos}(\varphi_2) = 0.980$$

Resolviendo se obtuvo el Angulo deseado.

$$\varphi_2 = \text{Cos}^{-1}(0.980)$$

$$\varphi_2 = 11.478^\circ$$

Reemplazando φ_2 en $\text{Tan}(\varphi_2)$.

$$\text{Tan}(11.478) = 0.203$$

$$\text{Tan}(\varphi_2) = 0.203$$

Hallando la potencia reactiva del condensador.

$$Q_c = P \times (\tan(\varphi_1) - \tan(\varphi_2))$$

Reemplazamos los valores en la ecuación.

$$Q_c = 150.592 \times (0.599 - 0.203)$$

Obtenemos la potencia reactiva del condensador.

$$Q_c = 59.607 \text{ KVAR} \approx 60 \text{ KVAR}$$

Nota: Utilizando la tabla del factor K “**Determinación de multiplicaciones de KW para calcular el valor de KVAR, para la corrección del factor de potencia**” (Anexo F) se contrasto con un valor interpolado de factor K de $0.858 = 0.3954$, multiplicando este valor por la potencia activa nos da 59.607KVAR , esto avala que nuestro resultado se encuentra dentro de los márgenes permisibles del valor tabulado en la tabla (Gönen, 2014).

Hallando la capacidad del condensador necesario para la corrección.

$$C = \frac{Q_c}{\omega \times v^2_{rms}}$$

$$\omega = 2\pi \times f$$

Total, de capacidad de condensadores en μF .

$$C = \frac{59.607 \times 10^3}{2\pi \times 60 \times 440^2}$$

$$C = 816.706\mu F$$

Seguidamente podemos visualizar en la (Tabla 6), la tabulación de todos los datos operados durante cada uno de los 7 meses específicamente.

Tabla 6*Operaciones de corrección de factor de potencia a (0.980)*

MES	COSØ1	COSØ2	Ø1	Ø2=0.98	tanØ1	tanØ2	QC (VAR)	C (f)	µf
Set(2019)	0.869	0.980	29.682	11.478	0.570	0.203	59133.276	0.000810206	810.206
Oct(2019)	0.872	0.980	29.340	11.478	0.562	0.203	58176.459	0.000797096	797.096
Nov(2019)	0.867	0.980	29.871	11.478	0.574	0.203	59999.360	0.000822073	822.073
Dic(2019)	0.868	0.980	29.808	11.478	0.573	0.203	55731.207	0.000763593	763.593
Ene(2020)	0.859	0.980	30.740	11.478	0.595	0.203	58758.609	0.000805073	805.073
Feb(2020)	0.855	0.980	31.258	11.478	0.607	0.203	61860.172	0.000847568	847.568
Mar(2020)	0.816	0.980	35.341	11.478	0.709	0.203	58443.400	0.000800754	800.754
PROMEDIO	0.858	0.980	30.917	11.478	0.599	0.203	59607.676	0.000816706	816.706

Fuente: Elaboración propia; capacidad del condensador en micro faradios, potencia reactiva del banco de capacitores

4.3 Análisis y selección del banco de condensadores para mejorar el factor de potencia

Para seleccionar los componentes del banco automatizado de capacitores se realizara una comparacion de especificaciones tecnicas y economicas, escogiendo la que mejor cumpla con las características técnicas requeridas.

4.3.1 Selección de componentes según aspectos técnicos y económicos.

A continuacion podemos apreciar una comparacion de reguladores (Tabla 7), capacitores (Tabla 8), contactores (Tabla 9) de distintas marcas según características técnicas económicas para su posterior selección.

Tabla 7

Modelos de reguladores automáticos de factor de potencia en diversas marcas

MODELO	PFW03-T12	BR7000	PFC-12TR-1	VPL12N
MARCA	WEG	SIEMENS	FRAKO	SCHNEIDER
VOLTAJE DE FUNCIONAMIENTO	95 a 272V	110V a 440V	110V a 440V	90V a 550V
TOLERANCIA DE TENSION	+/- 10%	+/- 10%	+/- 10%	+/- 10%
FRECUENCIA	45 a 65 Hz	50 Y 60 Hz	50/60Hz	50/60 Hz
AJUSTE DEL FACTOR DE POTENCIA	0.5 i a 0.8 c	0.1 i a 0.1 c	0.85 i a 1	0.7 i a 0.7 c
NUMERO DE SALIDAS RVC	12	12	12	12
MODO DE CONMUTACION	secuencial	secuencial, inteligente	Hombre/Auto	Por defecto y progresivo
TIEMPO DE DESCONEXION AUTOMATICA	Automatica	20 ms	10 ms	15 ms
TIEMPO DE REESTABLECIMIENTO DE CORTE	40 s	60s	60s	1-6500s
PROTECCION DE PLACA	IP40	IP54	IP54	IP41
TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO	-20°C a 55°C	-20°C a 60°C	-25°C a 60°C	-20°C a 60°C
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	1 o 6A	5A	6A	1A O 5A
RELE DE ALARMA	SI	si	SI	SI
COMUNICACIÓN	Modbus RTU, RS-485	S485 software BR7000- SOF	Modbus RTU, KTR	Modbus RS-485
PRECIO	S/ 3,870.30	S/ 2,760.00	S/ 4,323.22	S/ 1,879.21

Fuente: Elaboración propia; catálogos Weg, Siemens, Frako, Schneider

Tabla 8*Modelos de capacitores en diversas marcas*

MODELO	MCW10V53	PHICAP B32343	LKT 15-525-DP	HEAVY DUTY PFC
MARCA	WEG	SIEMENS	FRAKO	SCHNEIDER
VOLTAJE DE FUNCIONAMIENTO	480 V	440 V	230-800 V	480V
FRECUENCIA	50/60	50/60	50/60	50/60
CORRIENTE DE INSERCIÓN	100 * In	200*In	250*In	250*In
SOBRECORRIENTE	1,3*In	1.5*In	1.8*In	1.8*In
GRADO DE PROTECCIÓN	IP 40	IP 20	IP 20	IP 20
TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO	-25 a +55	-40 a +55	-40 a +60	-25 a +55
VIDA ÚTIL	100000 horas	100000 horas	130000 horas	130000 horas
ALTITUD m.s.n.m.	2000	4000	4000	2000
HUMEDAD	95%	95%	95%	95%
PRECIO	S/ 409.05	S/ 307.00	S/ 931.72	S/ 414.23

*Fuente: Elaboración propia; catálogos Weg, Siemens, Frako, Schneider.***Tabla 9***Modelo de contactores para capacitores en diversas marcas*

MODELO	CWBC 182130	SIRIUS 3RT2626-1NF35	K3-50K00-110	LC1DMKM7
MARCA	WEG	SIEMENS	FRAKO	SCHNEIDER
TENSION DE BOBINA	220V	220V	110V	220V
POTENCIA KVAR A 440V	16KVAR	20KVAR	30KVAR	27KVAR
TENSION DE FUNCIONAMIENTO	690V	690V	480V	690V
CORRIENTE	22A	29A	36A	36A
DURABILIDAD ELECTRICA	200000	200000	300000	200000
MANIOBRAS	300000	3000000	-	240 ciclos/h
TEMPERATURA DE TRABAJO	55°C	-25°C a +60°C	50°C	-5°C a +60°C
GRADO DE PROTECCIÓN	IEC 60529	IP20	IP20	IP20
CONTACTOS AUXILIARES	2NA + 1NC	1NA+2NC	1NA	1NA + 2NC
PRECIO	S/ 629.48	S/ 471.28	S/ 1,209.00	S/ 551.73

Fuente: Elaboración propia; catálogos Weg, Siemens, Frako, Schneider.

4.3.2 Diferencia de precios en reguladores, capacitores y contactores en 4 distintas marcas

Tabla 10
Marcas y costos

REGULADORES AUTOMATICOS DE FACTOR DE POTENCIA				
MODELO	PFW03-T12	BR7000	PFC-12TR-1	VPL12N
MARCA	WEG	SIEMENS	FRAKO	SCHNEIDER
PRECIO	S/ 3,870.30	S/ 2,760.00	S/ 4,323.22	S/ 1,879.21

CAPACITORES PARA CORRECCIÓN FACTOR DE POTENCIA				
MODELO	MCW10V53	PHICAP B32343	LKT 15-525-DP	HEAVY DUTY PFC
MARCA	WEG	SIEMENS	FRAKO	SCHNEIDER
PRECIO	S/ 409.05	S/ 307.00	S/ 931.72	S/ 414.23

CONTACTORES PARA BANCO DE CAPACITORES				
MODELO	CWBC 182130	SIRIUS 3RT26	K3-50K00-110	LC1DMKM7
MARCA	WEG	SIEMENS	FRAKO	SCHNEIDER
PRECIO	S/ 629.48	S/ 471.28	S/ 1,209.00	S/ 551.73

Fuente: Elaboración propia, catálogos Weg, Siemens, Frako, Schneider.

En la (Tabla 11) podemos observar el costo total de los componentes principales.

Tabla 11
Cantidad de componentes principales y costos totales

CANTIDAD DE COMPONENTES				
REGULADORES	1	1	1	1
TOTAL CAPACITORES	8	8	8	8
TOTAL CONTACTORES	8	8	8	8

	WEG	SIEMENS	FRAKO	SCHNEIDER
COSTO DE REGULADOR	S/ 3,870.30	S/ 2,760.00	S/ 4,323.22	S/ 1,879.21
COSTO DE CAPACITORES	S/ 3,272.40	S/ 2,456.00	S/ 7,453.76	S/ 3,313.84
COSTO DE CONTACTORES	S/ 5,035.84	S/ 3,770.24	S/ 9,672.00	S/ 4,413.84
COSTOS TOTAL	S/ 12,178.54	S/ 8,986.24	S/ 21,448.98	S/ 9,606.89

Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Selección de componentes por costos de inversión

Se realizó un análisis económico a los componentes principales de la (Tabla 11), en este caso tomaremos como referencia la marca Siemens por que hasta el momento es la marca de menor costo de inversión, tiene unas características técnicas más resaltantes y principales sobre las otras, una es la altitud de trabajo de los condensadores.

Seguidamente procederemos a evaluar un análisis económico.

Precio de venta del producto (P.V.P.) + 6% administrativos:

Adicionamos un 6% a los costos, en referencia a la marca Siemens tal cual se observa en la ecuación.

$$6\% adm = 8986.24 * 1.06$$

$$6\% adm. = S/.9525.414$$

Ecuación de la depreciación:

Se muestra cómo se opera, en la marca Siemens

$$PM = PV * \frac{i}{1 - (1 + i)^{-n}} \dots \dots \dots (11)$$

Depreciación anual en 10 años al 12% anual:

- i = Tasa de interés 12%
- n = Números de periodos anual
- PV = Valor del equipo + administrativos
- PM = Pago anual

Reemplazando valores en la ecuación (11).

$$PM = S/.9525.414 * \frac{0.12}{1 - (1 + 0.12)^{-10}}$$

$$PM = S/.1685.85$$

Tabla 12

Total de costos administrativos y depreciación

	COSTOS DE INVERSION			
	WEG	SIEMENS	FRAKO	SCHNEIDER
COSTO TOTAL	S/ 12,178.54	S/ 8,986.24	S/ 21,448.98	S/ 9,606.89
P.V.P 6% ADMINISTRATIVOS	S/ 12,909.25	S/ 9,525.41	S/ 22,735.92	S/ 10,183.30
DEPRECIACIÓN 10 AÑOS 12%	S/ 2,284.73	S/ 1,685.85	S/ 4,023.90	S/ 1,802.28

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se realizó la misma operación de gastos administrativos y la depreciación para cada marca, como lo muestra la (Tabla 12).

4.3.4 Costo de consumo de energía eléctrica

Estos datos se extrajeron de hoja de datos de cada uno de los componentes, brindándonos especificaciones técnicas y sus bondades.

Tabla 13

Horas de trabajo de cada marca, vida útil y eficiencia

	DATOS DE TRABAJO			
	WEG	SIEMENS	FRAKO	SCHNEIDER
HORAS TRABAJO DIARIOS (HORAS)	24	24	24	24
DIAS ANUALES	365	365	365	365
VIDA UTIL (HORAS)	100000 h	100000 h	130000 h	130000 h
EFICIENCIA %	76.92%	76.92%	100%	100%
DURACION AÑOS	11.415	11.415	14.84	14.84

Fuente: Elaboración propia; catálogos Weg, Siemens, Frako, Schneider

Nota: Cada componente logra registrar un consumo de energía, cuya potencia consumida de cada componente se ve reflejada en la (Tabla 14).

Tabla 14

Consumo de potencia de componentes

MODELO	POTENCIA CONSUMIDA DE COMPONENTES			
	PFW03-T12	BR7000	PFC-12TR-1	VPL12N
REGULADOR (KW)	0.1	0.09	0.09	0.08
MODELO	CWBC 182130	SIRIUS 3RT26	K3-50K00-110	LC1DMKM7
CONTACTOR (KW)	0.12	0.1	0.125	0.12
MODELO	MCW10V53	PHICAP B32343	LKT 15-525-DP	HEAVY DUTY PFC
CAPACITOR (KW)	0.06	0.06	0.03	0.051

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se puede visualizar en la (Tabla 15) el consumo de energía de cada uno de los componentes, para luego poder hallar el costo total anual de energía consumida de estos componentes.

Tabla 15

Consumo de energía de todos componentes

	COSTOS DE ENERGIA ELECTRICA			
	WEG	SIEMENS	FRAKO	SCHNEIDER
POTENCIA TOTAL (KW)	1.54	1.37	1.33	1.448
POTENCIA TOTAL ANUAL (KW-H)	13490.4	12001.2	11650.8	12684.48
COSTO ENERGIA ELEC. (KW-H)	S/ 0.27	S/ 0.27	S/ 0.27	S/ 0.27
ENERGIA TOTAL	S/ 3,670.74	S/ 3,265.53	S/ 3,170.18	S/ 3,451.45

Fuente: Elaboración propia

4.3.5 Costos de mantenimiento

Los gastos de mantenimiento pueden variar; pero asumiremos el mismo valor para todos.

Asumimos S/. 20000.00 anual para las 4 marcas.

Seguidamente en la (Tabla 16) podremos visualizar el análisis económico final, considerando el costo por depreciación, energía total y costos por mantenimiento.

Dándonos como resultado el costo total final que tendría la implementación de estos componentes en las diferentes marcas evaluadas.

Tabla 16
Costo total anual

	WEG	SIEMENS	FRAKO	SCHNEIDER
COSTO DE DEPRECIACION	S/ 2,284.73	S/ 1,685.85	S/ 4,023.90	S/ 1,802.28
ENERGIA TOTAL	S/ 3,670.74	S/ 3,265.53	S/ 3,170.18	S/ 3,451.45
COSTO MANTENIMIENTO	S/ 20,000.00	S/ 20,000.00	S/ 20,000.00	S/ 20,000.00
COSTO TOTAL ANUAL	S/ 25,955.47	S/ 24,951.37	S/ 27,194.08	S/ 25,253.73

Fuente: Elaboración propia

4.3.6 Cuadro final de selección de componente con análisis técnico económico

En conclusión, al haber comparado las características de cada uno de los componentes, teniendo en este caso 4 marcas, por criterios técnicos y económicos se procedió la elección de componentes de la línea Siemens (Tabla 17), sus componentes cumplen con ciertas características requeridas y funcionalidades con respecto a Schneider, Weg y Frako.

Donde una característica principal y primordial que determino la elección de condensadores es la altitud de trabajo que tiene la planta minera que sobrepasa 3800 m.s.n.m. La característica la posee Siemens ya que tiene una altitud de trabajo de 4000 m.s.n.m. en comparación a Schneider y Weg que cuenta con una altitud máxima de 2000 m.s.n.m. descartando automáticamente estas marcas. Por otra parte, la marca Frako posee características similares a Siemens, trabajando también a 4000 m.s.n.m. Pero haciendo referencia al análisis de evaluación por costos de inversión y factores técnicos entre estas 2 marcas se determinó la elección de la marca Siemens. Con un resultado de inversión de S/.24951.37 en

Siemens y S/.27194.08 en Frako, obteniéndose una diferencia de S/.2242.71. a favor de Siemens.

Tabla 17

Tablas de características de la marca seleccionada

REGULADOR AUTOMATICOS DE FACTOR DE POTENCIA	
MODELO	BR7000
MARCA	SIEMENS
VOLTAJE DE FUNCIONAMIENTO	110V a 440V
TOLERANCIA DE TENSION	+/- 10%
FRECUENCIA	50 Y 60 Hz
AJUSTE DEL FACTOR DE POTENCIA	0.1 i a 0.1 c
NUMERO DE SALIDAS RVC	12
MODO DE CONMUTACION	secuencial, inteligente
TIEMPO DE DESCONEXION AUTOMATICA	20 ms
TIEMPO DE REESTABLECIMIENTO DE CORTE	60s
PROTECCION DE PLACA	IP54
TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO	-20°C a 60°C
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE	5A
RELE DE ALARMA	si
COMUNICACIÓN	RS485 software BR7000- SOFT
PRECIO	S/ 2,760.00
CAPACITOR PARA CORRECCIÓN FACTOR DE POTENCIA	
MODELO	PHICAP B32343
MARCA	SIEMENS
VOLTAJE DE FUNCIONAMIENTO	440 V
FRECUENCIA	50/60
CORRIENTE DE INSERCIÓN	200*In
SOBRECORRIENTE	1.5*In
GRADO DE PROTECCION	IP 20
TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO	-40 a +55
VIDA ÚTIL	100000 horas
ALTITUD	4000
HUMEDAD	95%
PRECIO	S/ 307.00
CONTACTOR PARA BANCO DE CAPACITORES	
MODELO	SIRIUS 3RT2626-1NF35
MARCA	SIEMENS
TENSION DE BOBINA	220V
POTENCIA KVAR A 440V	20KVAR
TENSION DE FUNCIONAMIENTO	690V
CORRIENTE	29A
DURABILIDAD ELECTRICA	200000
MANIOBRAS	3000000
TEMPERATURA DE TRABAJO	-25°C a +60°C
GRADO DE PROTECCION	IP20
CONTACTOS AUXILIARES	1NA+2NC
PRECIO	S/ 471.28

Fuente: Elaboración propia, catálogos de Siemens

Nota: En la (Tabla 18) lo mencionado por (Palomino Conde , 2020), mientras más números de escalones y menor sea el valor del capacitor, mejor se acomodará a la demanda reactiva requerida.

En mención a nuestro regulador seleccionado BR 7000 Siemens, por programación se consideró como potencia de primer paso a valor de 1 KVAR, considerando los

valores siguientes como múltiplos de 1, siendo estos; 3, 6, 9 ,12 y 18 KVAR, incorporando un total de 8 pasos y 8 condensadores.

Obteniendo una serie de control de [13669CII], donde C=12, I=18, esta codificación es por característica del regulador BR 7000, donde a partir del número 10 es considerado por letras: A=10, B=11, C=12...con un valor máximo de U=30.

Podemos visualizar en la (Tabla 18) 8 puertos de conexión (pasos); con sus capacidades respectivas.

Tabla 18

Capacidad de los condensadores Siemens seleccionado según voltaje requerido de 440 V, número de pasos a utilizar

NUMERO DE PASOS	60Hz 440V (KVAR)	TABLA CONTROL	CÓDIGO
1	1	1	B32343C4011A040
2	3	3	B32343C4022A540
3	6	6	B32343C4052A040
4	6	6	B32343C4052A040
5	9	9	B32344C4072A540
6	12	C	B32344C4102A040
7	18	I	B32344C4152A040
8	18	I	B32344C4152A040

Fuente: Elaboración propia, catalogo Siemens

4.4 Simular índices de mejora de eficiencia energética y ahorro por aplacamiento de energía reactiva.

Se realizó la simulación mediante el software PowerWorld, se puede visualizar en la (Figura 18) el diagrama unifilar con la potencia consumida en general de la planta procesadora de minerales Ananea Puno, en este caso sin la implementación del banco de condensadores, en este diagrama se introdujeron parámetros de voltajes, potencias activa y reactiva. (Anexo T)

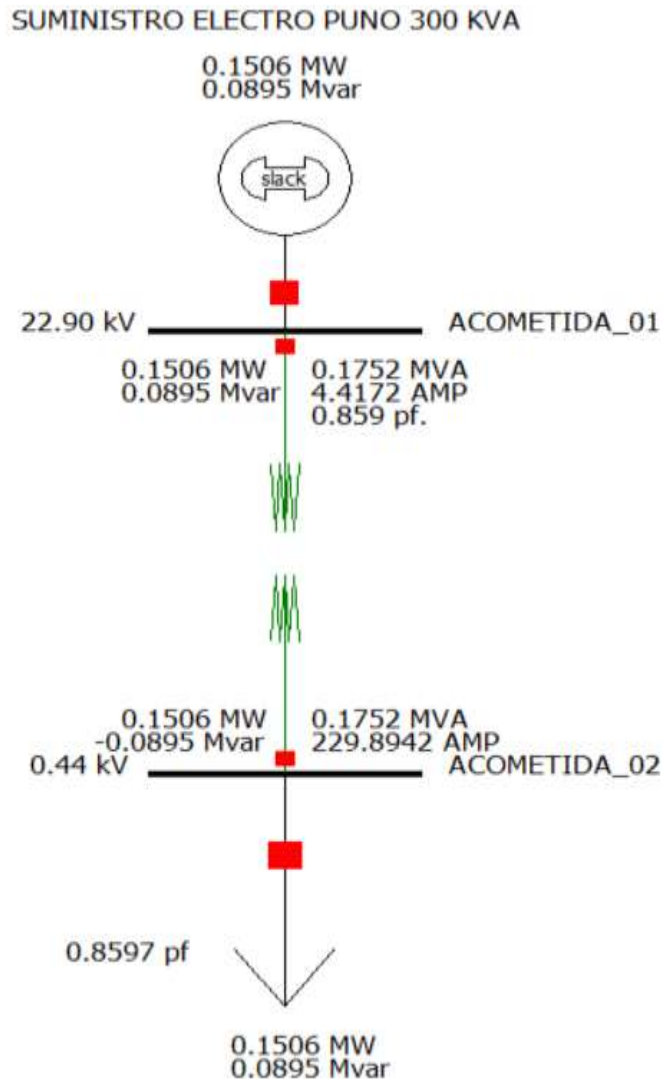


Figura 18: Simulación del sistema sin banco de condensadores

Fuente: PowerWorld. Elaboración propia; los datos de simulación, potencia aparente, potencia activa, corrientes.

4.4.1 Simulación del sistema con banco de condensadores unifilar PowerWorld.

De igual manera en la (Figura 19) se puede visualizar el diagrama unifilar en general con el banco de capacitores ya incorporado al sistema, con una inyección de 60 KVAR; se introdujeron valores de voltaje, potencias activas, reactiva (Anexo T). Podemos visualizar que la potencia reactiva disminuye en 0.0295 MVAR en la acometida 01, a diferencia de la (Figura 18) que se encuentra sin banco de condensadores.

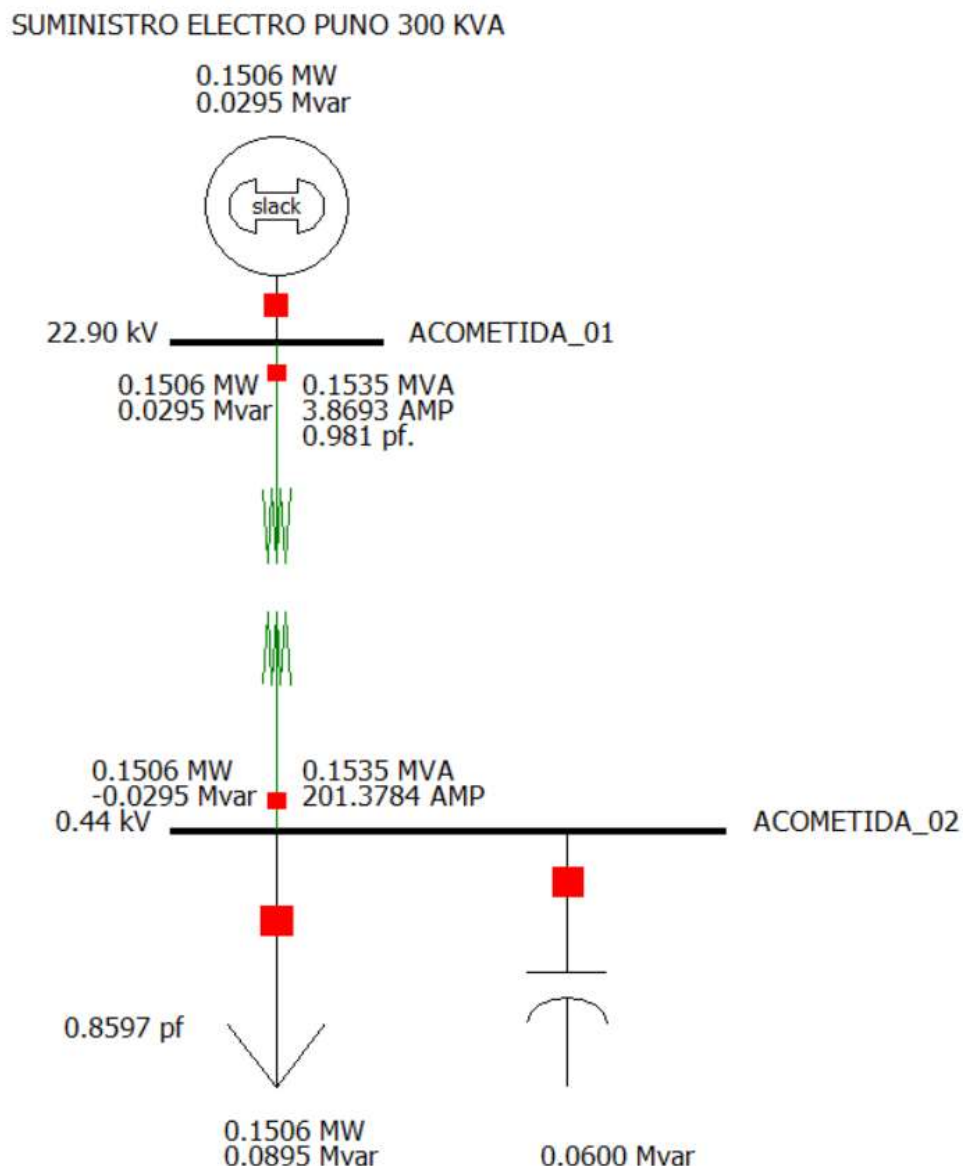


Figura 19: Simulación del sistema con condensadores

Fuente: PowerWorld. Elaboración propia; los datos de simulación, potencia aparente, activa, corriente, potencia de transformador, capacidad de condensadores.

4.4.2 Diagrama unifilar del sistema distribuido sin banco de condensadores. PowerWorld

Se inserto valores detallados de cada una de las cargas, niveles de tensión, potencias en el software PowerWorld para su posterior simulación, denotando así la variación de los parámetros una vez simulados.

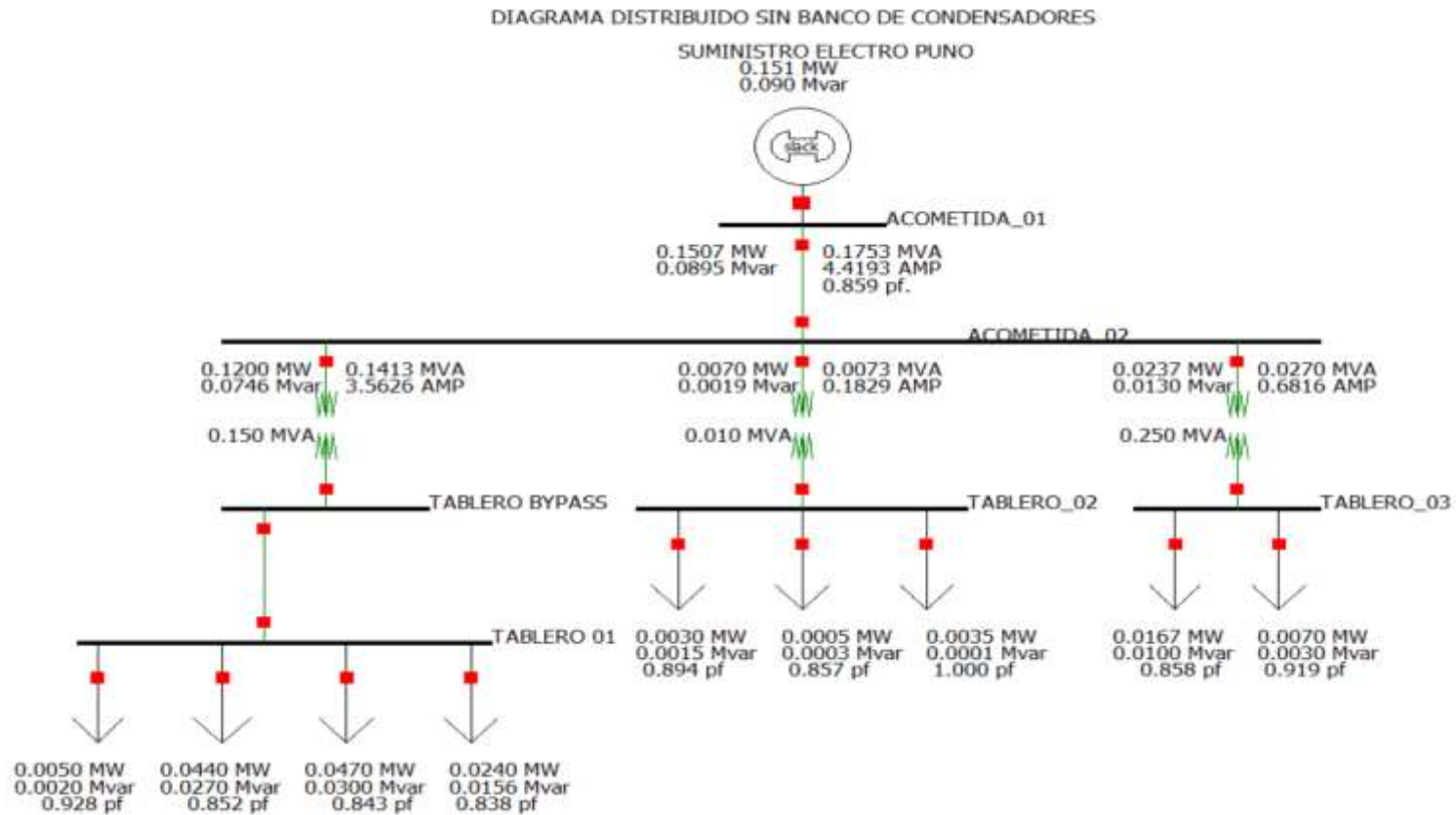


Figura 20: Simulación detallada sin banco de capacitores de planta procesadora de minerales

Fuente: PowerWorld Elaboración propia; simulación detallada del sistema.

4.4.3 Diagrama unifilar del sistema distribuido con el banco de condensadores PowerWorld

Podemos observar que la simulación con el banco capacitores baja considerablemente la potencia reactiva consumida en nuestra acometida 01 llegando a un factor de 0.981 f.p. que viene a ser nuestro f.p. deseado y calculado. Dando veracidad a los análisis.

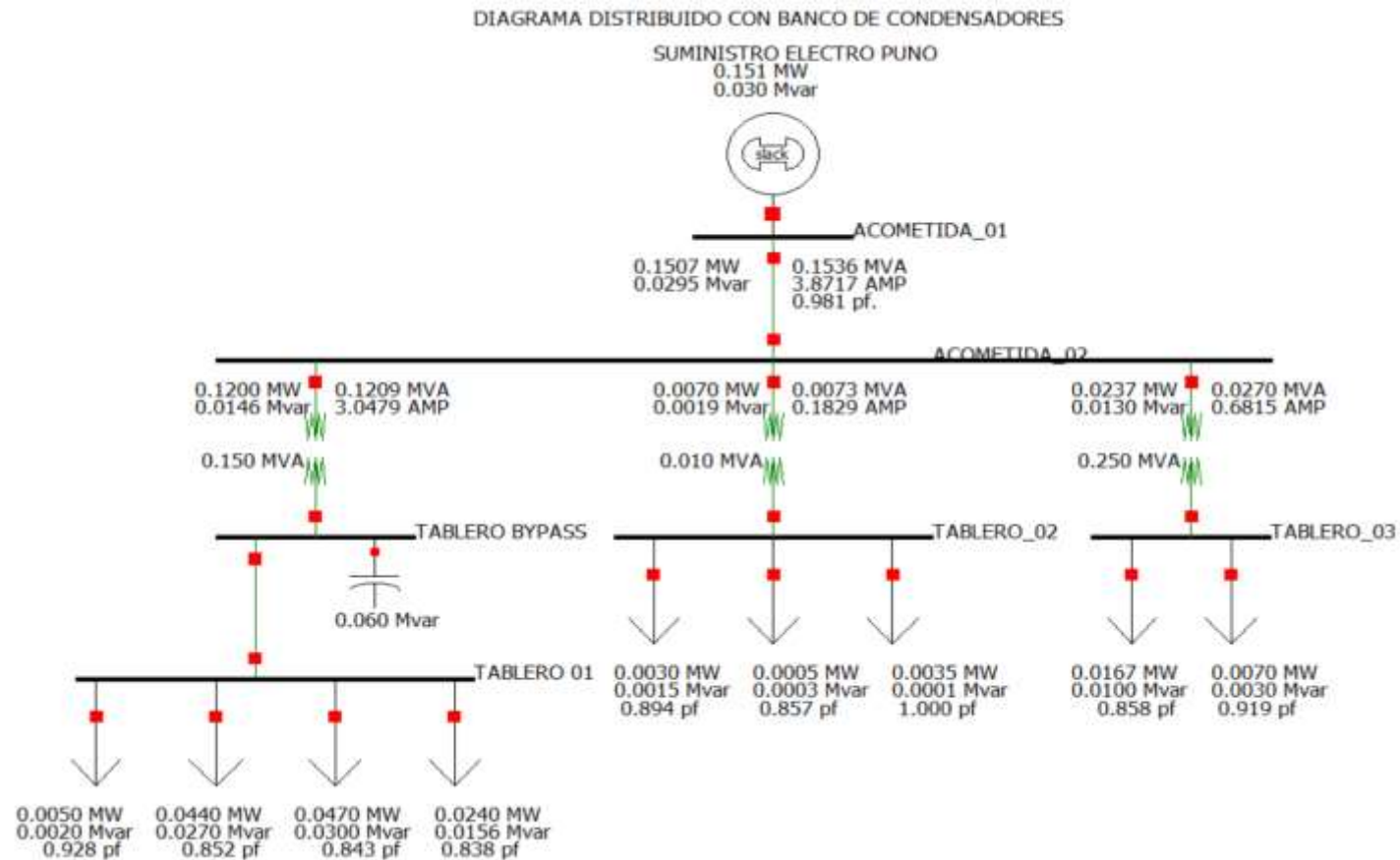


Figura 21: Simulación detallada con banco de capacitores de planta procesadora de minerales

Fuente: PowerWorld. Elaboración propia; simulación detallada del sistema.

4.5 Determinar la inversión para implementar el banco de capacitores, proyectar el beneficio económico y retorno de la inversión

En esta tabla se puede visualizar el costo total de los materiales requeridos para la instalación del banco de capacitores.

Tabla 19
Lista de materiales

MATERIALES				
DESCRIPCION DE MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
REGULADOR DE POTENCIA REACTIVA BR7000	1	UND	S/ 2,760.00	S/ 2,760.00
CONTACTORES SIRIUS 3RT2626-1NF35	8	UND	S/ 471.28	S/ 3,770.24
CAPACITORES PHICAP B32343	8	UND	S/ 307.00	S/ 2,456.00
FUSIBLES Y SECCIONADOR NHR17	8	UND	S/ 414.15	S/ 3,313.20
PILOTOS PLASTICO VERDES 220VAC EASY SCHNEIDER	8	UND	S/ 35.00	S/ 280.00
PILOTOS PLASTICO ROJO 220 VAC EASY SCHNEIDER	8	UND	S/ 35.00	S/ 280.00
ROLLO CABLE N°16 INDECO GPT	1	UND	S/ 133.90	S/ 133.90
ROLLO CABLE N° 10 INDECO GPT	1	UND	S/ 485.50	S/ 485.50
CANALETA RANURADA	6	UND	S/ 21.20	S/ 127.20
GABINETE 2°0.8°0.8	1	UND	S/ 1,900.10	S/ 1,900.10
BARRAS DE COBRE 40X4	3	METROS	S/ 80.00	S/ 240.00
AISLADORES 40mm	8	UND	S/ 44.00	S/ 352.00
TERMOREGULADOR NSYCCOTH	1	UND	S/ 160.00	S/ 160.00
VENTILADOR CON FILTRO REJILLA TABLERO	2	UND	S/ 110.76	S/ 221.52
TRANSFORMADOR 440/220	1	UND	S/ 350.00	S/ 350.00
TER. TRIPOLAR CAJA MOLD. 3VM1225-34ED32	1	UND	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
TERMINALES 10-16	1	PAQUETE	S/ 22.00	S/ 22.00
TERMOMAGNETICO MONO. SIEMENS 5SY4101-7	2	UND	S/ 36.00	S/ 72.00
TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 250/5 A	3	UND	S/ 114.73	S/ 344.19
BORNES, TOPES, RIEL DIN, CABLE TIERRA	1	PAQUETE	S/ 400.00	S/ 400.00
MATERIALES VARIOS	1	PAQUETE	S/ 500.00	S/ 500.00
			PRECIO TOTAL	S/ 19,367.85

Fuente: Elaboración propia; costo de materiales.

En la (Tabla 20) se observa el presupuesto hallado para la mano de obra en la instalación del banco de capacitores, el cual requiere de una cuadrilla de 4 integrantes, que está conformado por 1 supervisor, 2 operarios y 1 oficial.

Tabla 20
Presupuesto de mano de obra

RENDIMIENTO 2 CONDEN./DIA					
MANO DE OBRA	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
SUPERVISOR	H.H.	1	4	S/ 16.00	S/ 64.00
OPERARIO	H.H.	2	8	S/ 15.00	S/ 120.00
OFICIAL	H.H.	1	4	S/ 12.00	S/ 48.00
					S/ 232.00
EQUIPOS					
TALADRO	H.M.	1	4	S/ 8.40	S/ 33.60
ESMERIL	H.M.	1	4	S/ 8.40	S/ 33.60
HERRAMIENTAS		0	0.04	S/ 232.00	S/ 9.28
					S/ 76.48
				TOTAL	S/ 308.48

Fuente: Elaboración propia; presupuesto de mano de obra

Tabla 21*Detalle de costos de mano obra más capacitaciones*

TRABAJOS PRELIMINARES	UNIDAD	METRADO	COSTO P.	COSTO TOTAL
MONTAJE Y ARMADO	UND	8	S/ 308.48	S/ 2,467.84
CAPACITACION Y UTILIDADES	-	-	S/ 300.00	S/ 300.00
			GASTOS DIRECTOS	S/ 2,767.84
			GASTOS GEN. 15%	S/ 415.18
			UTILIDADES 20%	S/ 553.57
			SUB TOTAL	S/ 3,736.58
			IGV. 18%	S/ 672.59
			PRESUPUESTO	S/ 4,409.17

Fuente: Elaboración propia

Habiendo hallado el presupuesto tanto en materiales como en mano de obra visualizadas en las (Tablas 19 y 21) se llegó a determinar el costo total de la inversión del banco de capacitores llegando a la suma de S/.23777.02 observada en la (Tabla 22).

Tabla 22*Costo final total*

INVERSION TOTAL	TOTAL
MATERIALES	S/ 19,367.85
TRABAJOS PRELIMINARES	S/ 4,409.17
COSTO TOTAL	S/ 23,777.02

Fuente: Elaboración propia; detalle general

Siendo el factor de potencia de 0.858 el que tiene actualmente la planta procesadora. Se simularon nuevos valores, 0.981 que es el f.p. deseado, obteniendo bajos valores de consumo tanto en energía reactiva y aparente, llegando a operar y determinar consumos de energías activas en hora punta y fuera de punta como se puede visualizar en la (Tabla 23); para así determinar los costos de consumo de energía.

Tabla 23*Energías y potencias simuladas*

COS ϕ	ENERGIA Y POTENCIA ACTIVA	ENERGIA Y POTENCIA REACTIVA	ENERGIA Y POTENCIA FUERA HORA PUNTA	ENERGIA Y POTENCIA HORA PUNTA	MAXIMA DEMANDA	ENERGIA Y POTENCIA APARENTE
POTENCIA 0.858	150.5917103	89.45073413	125.266119	25.32559127		175.2400677
ENERGÍA 0.858	108426.0314	64404.52857	90191.60571	18234.42571	243.164286	126172.8487
POTENCIA 0.981	150.6	29.5	125.4017823	25.19821772		153.5
ENERGÍA 0.981	108432	21240	90289.28324	18142.71676	243.164286	110520

Fuente: Elaboración propia

En la (Tabla 24) se puede observar la diferencia del costo de facturación con la instalación de banco de capacitores

Tabla 24
Costo de energía eléctrica

COS φ	COSTOS 2022					
	PRECIO UNITARIO	UNIDAD	0.858	0.981	0.858	0.981
			SIN CORRECCION	CORREGIDO	SIN BANCO	CON BANCO
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	0.2758	kw-h	90191.60571	90289.28324	S/ 24,874.84	S/ 24,901.78
ENERGIA HORA PUNTA	0.3310	kw-h	18234.42571	18142.71676	S/ 6,035.59	S/ 6,005.24
ENERGIA REACTIVA	0.0484	kvar	64404.52857	21240	S/ 3,117.18	S/ 0.00
POTENCIA POR GENERACION	31.72	kw		243.1	S/ 7,711.13	S/ 7,711.13
POTENCIA POR GENERACION	59.69	kw		243.1	S/ 14,510.64	S/ 14,510.64
ALUMBRADO PUBLICO	2100				S/ 2,100.00	S/ 2,100.00
CARGO FIJO	14.2				S/ 14.20	S/ 14.20
INTERES COMPENSATORIOS	324.62				S/ 324.62	S/ 324.62
INTERES COMPENSATORIOS	83.52				S/ 83.52	S/ 83.52
MANTENIMIENTO Y REPOSICION	20.49				S/ 20.49	S/ 20.49
VARIACION	320.55				S/ 320.55	S/ 320.55
				PRECIO	S/ 59,112.77	S/ 55,992.17

Fuente: Costo de energía, suministro Electro Puno

4.5.1 Beneficio económico con la implementación del banco de condensadores

La diferencia del costo sin la implementación y con la implementación del banco, nos da un beneficio económico de.

$$\text{Beneficio económico} = S/.59112.77 - S/.55992.17$$

$$\text{Beneficio económico} = S/.3120.60$$

4.5.2 Retorno sobre la inversión (ROI)

Tabla 25
Retorno sobre la inversión

	MENSUAL	ANUAL
BENEFICIO	S/ 3,120.60	S/ 37,447.14
INVERSION	S/ 23,777.02	
	0.574930106	57.493%

Fuente: Elaboración propia; ganancia anual del equipo en funcionamiento.

$$ROI = \frac{\text{Beneficio} - \text{Coste de la inversion}}{\text{Coste de la inversion}} \times 100\%$$

$$ROI = \frac{37447.14 - 23777.02}{23777.02} \times 100\%$$

$$ROI = 57.493\%$$

Tabla 26
Flujo de fondo

Años	0	1
Flujo de Fondo	-S/ 23,777.02	S/ 37,447.14
saldo actualizado 18.05%	-S/ 23,777.02	S/ 31,721.42
saldo actualizado acumulado	-S/ 23,777.02	S/ 7,944.40

Fuente: Elaboración propia saldos acumulados

Saldo actualizado:

$$\text{Saldo actualizado} = \frac{37447.14}{(1 + 0.1805)^1 \text{ año}}$$

$$\text{Saldo actualizado} = 31721.42$$

Tabla 27
Valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR)

Tasa Interes	18.05%
VNA (Valor Actual Neto)	S/ 31,721.42
VAN (Valor Actual Neto-inversion)	S/ 7,944.40
TIR (Taza Interna de Retorno)	57.493%
Periodo Recupero (Anual)	0.750

Fuente: Elaboración propia

Hallando el valor actual neto (VAN)

$$VAN = -I + \frac{FF}{(1 + i)^n}$$

- i = Taza de interés
- n = Número de años
- I = Inversión
- CF = Flujo efectivo

$$VAN = -S/23777.02 + \frac{S/37447.14}{(1 + 0.1805)^1}$$

$$VAN = 7944.40$$

Este proyecto recupera la inversión inicial, y paga la tasa de interés del 18.05%, teniendo un excedente de S/7944.40 el primer año.

Se obtuvo un retorno de 57.493% (TIR) anual sumado a la inversión aplicada al poner en funcionamiento el banco de capacitores.

4.5.3 Tiempo de retorno de la inversión

$$\textit{Tiempo de retorno de la inversion} = \frac{\textit{Inversion Total}}{\textit{Beneficio Util}}$$

$$\textit{Tiempo de retorno de la inversion} = \frac{23777.02}{3120.60}$$

$$= 7.619 \approx 8$$

Es decir en **ocho meses** se recupera la inversion al poner en marcha el banco de capacitores.

V. DISCUSIÓN

En el planteamiento de nuestra hipótesis nosotros nos propusimos realizar la instalación de un banco automatizado de capacitores en la planta procesadora de minerales Ananea- Puno para mejorar el factor de potencia. Sugerimos que para el desarrollo del tema planteamos algunos objetivos donde los más resaltantes es calcular y dimensionar la capacidad de los condensadores, y así mismo simular los índices de mejora de la eficiencia energética. A continuación, hemos realizado el cálculo necesario tomando como sustento formulas específicas para el dimensionamiento y el software POWERWORLD para la simulación, este software realiza análisis de flujo de potencia, corrientes y flujos de potencia en todo el sistema eléctrico con resultados precisos y confiables.

Para resaltar lo anteriormente dicho hemos creído conveniente contrastar nuestros hallazgos con los antecedentes como lo mencionado por (Ola García) indica que el gasto de potencia reactiva ocasiona no solo una mala regulación de voltaje, sino que también abrevia la eficiencia de los equipos enlazados a la red eléctrica. Esta potencia no ejerce ningún beneficio, pero es necesaria para el funcionamiento de equipos inductivos. El factor de potencia nos indica el aprovechamiento de la energía recibida, ejemplo un factor de potencia de 0.8 indica que del 100% de energía suministrada, solo el 80% se transforma en trabajo útil. Entonces podemos decir que en nuestra tesis el factor de potencia de 0.858 será traducido en solo un 85.8% de trabajo útil para la planta procesadora de minerales, todo esto debido a un alto valor de potencia reactiva que hace que el factor de potencia disminuya. Corregir el factor de potencia resulta útil, practico, funcional y económico por intermedio de la disposición de los capacitores, para su instalación deben tomarse distintos factores como la correcta distribución de acuerdo a la variación de las cargas, nuestro primer objetivo es precisamente evaluar las condiciones de las cargas actuales para determinar el factor de potencia. Para seguidamente calcular y dimensionar la capacidad de nuestros condensadores, por lo indicado en su artículo (Ola García) menciona que el acople de condensadores debe ser solo los necesarios, ya que esta no debe exceder la compensación porque podría producir una sobretensión en los equipos reduciendo así su vida útil.

Por otro lado (Palomino Conde , 2020) menciona la necesidad de ahorro y menor facturación con la implementación de un banco de capacitores automatizado de tipo centralizada para una potencia de 120Kvar logrando un ahorro del 8.42% del total de la facturación, en nuestro caso para la planta procesadora de minerales Ananea la implementación del banco de capacitores será de tipo parcial, queriendo mejorar un factor de potencia de 0.858 a 0.981 esto nos representa un consumo de energía reactiva de S/.3120.60 al mes el cual representa el 5.27% del total de la facturación, logrando el ahorro de este monto significativo damos por viable la implementación del banco de capacitores.

También (Gómez Cabanillas, 2016) con el objetivo de cumplir con la selección de sus equipos de acuerdo al uso que le den como parámetros del analizador de redes para dimensionar su banco de condensadores, logrando lecturar un factor de potencia de 0.72 una lectura mucho más baja que la de la planta procesadora de minerales Ananea – Puno, el cual tiene un factor de potencia de 0.858 llegando a reflejar que el sistema eléctrico de Cabanillas es más crítico a comparación del nuestro, esto nos lleva a ambos a hacer un cálculo de nuestros parámetros para alcanzar a un factor de potencia de 0.98, hallando así la potencia reactiva del banco de condensadores que requiere la planta procesadora de minerales, realizando la diferencia de potencias obtenemos 59.6 KVAR, Cabanillas menciona que a esta potencia reactiva requerida se le agrega el 20% como factor de diseño para posibles ampliaciones de potencia instalada, pero nosotros como factor de diseño consideramos un 22.50 %: Por lo tanto $59.6 \times 22.50\% = 73. \text{ KVAR}$.

Respecto al alto costo de facturación de energía eléctrica, caídas de tensión, perdidas por efecto Joule, mayor consumo de corriente, sobrecarga en generadores y transformadores relacionadas con el bajo factor de potencia y con la calidad de energía, el investigador (Ticona Coila, 2017) justifica solo en el aspecto social y económico faltándole una justificación desde el enfoque ambiental en la compañía minera el dorado Ananea Puno, precisamente el mismo distrito donde también se enfoca nuestra tesis. El impacto ambiental que causa la implementación de nuestro banco de condensadores es totalmente inofensivo hacia el medio ambiente, por el contrario, previene el derrame de aceites y acaba con las vibraciones en los transformadores por sobrecarga, aparte de eso los fabricantes de condensadores

actualmente usan sustancias biodegradables con estructura molecular constituida por carbono e hidrogeno (hidrocarburo aromático sintético) que no es agresivo con el medio ambiente.

Según (Schneider Electric, 2000) si es que la potencia de los condensadores (KVAR) es inferior al 15% de la potencia del transformador es mejor elegir condensadores fijos, pero si es que es superior al 15% se debería elegir un banco de condensadores de regulación automática. Haciendo una observación de que cuando la potencia que se va a colocar sea mayor a 800 KVAR con una carga estable y continua resultaría más económico escoger baterías de condensadores de alta tensión, pero no es nuestro caso porque la potencia de los condensadores de la planta procesadora de minerales es 73 KVAR < 800 KVAR, pero evaluamos lo anterior dicho por Schneider, tenemos una potencia del transformador de 410KVA. $\times 15\% = 61.5 \text{ KVA}$. Nuestra potencia reactiva capacitiva es de 73 KVAR que es mayor al 15% de 61.5KVA, por lo cual se estaría cumpliendo con lo recomendado, es por eso que optamos por el banco de condensadores de regulación automática.

(Calderon Villanueva & Medina Quezada, 2015) determina un sistema de compensación reactiva para la planta frigorífica de Hayduk S.A. aplicando un análisis teniendo en cuenta las estaciones del año verano e invierno, inicialmente hallo un factor de potencia de 0.8716 el cual factura anualmente U\$ 11,831.00, pero en función a la normatividad eléctrica peruana el cual fija un rango de factor de potencia igual o mayor a 0.9567. En nuestro caso la planta procesadora de minerales Ananea tiene un factor de potencia de 0.858 el cual factura mensualmente un monto de energía reactiva de S/. 3120.60 que anualmente será de S/.37447.2, pero con la corrección del factor de potencia ese monto sería el ahorro que tendría la empresa en un año. La inversión del banco de condensadores a instalar es de S/.23,777.02, con un beneficio económico de S/. 3120.60 con un retorno de inversión de 8 meses.

VI. CONCLUSIONES

Tal y como hemos podido comprobar si se logró mejorar la calidad energía dimensionando el banco automatizado de capacitores adecuado.

- Tras el análisis y la evaluación realizada a la red eléctrica de la planta se ha encontrado un factor de potencia de 0.858 debiéndose al mayor consumo de potencia reactiva por la alta presencia de carga inductiva.
- De los datos de facturación y medición, se logró calcular que la potencia reactiva del banco de condensadores tiene que ser de 59.6 KVAR (automático), logrando llegar a un factor de potencia de 0.981.
- A partir de lo detallado anteriormente, se seleccionó un banco de capacitores automático con 8 escalones de regulación, con una serie de control de [13669CII] con altitud de trabajo mayor a 3800 m.s.n.m. en la marca SIEMENS mediante una comparación técnico económico.
- Tras la simulación se ha podido comprobar que, si hay una mejora eficiente en el sistema eléctrico llegándose a mejorar el factor de potencia de 0.858 a 0.981 esto nos representa un ahorro de S/. 3,120.60 al mes el cual representa el 5.27% del total de la facturación.
- Gracias a todo lo anterior expuesto, podemos decir que el banco de capacitores es viable con un valor de inversión de S/. 23,777.02, beneficio de S/. 3,120.60, con una duración de retorno de inversión de 8 meses.

VII. RECOMENDACIONES

- Hacer un análisis más detallado del comportamiento de armónicos y transitorios que producen nuevas tecnologías y que afectan a componentes críticos como los transformadores y equipos de sistema inteligente.
- Hacer un cálculo considerando un tema de sobredimensionamiento de 22.5% llegando a 73 KVAR, por tema de diseño e implementación de cargas futuras. (Anexo G)
- Realizar una capacitación al personal mecánico electricista, para el correcto uso y lecturas de los indicadores que podrían afectar la calidad de energía.
- Se recomienda un mantenimiento predictivo y preventivo para un correcto funcionamiento del banco de condensadores.
- Antes de la implementación de nuevas cargas se deberá recalcular los parámetros de operación para mantener o aumentar la capacidad del banco de capacitores.
- Tener una asesoría de expertos para el tema de manipulación del software POWERWORL.

REFERENCIAS

- Yero Peña, W., & Rosa Rodriguez, L. (2017). Monitoring, control and diagnostics in automatic capacitor banks at low voltage. *revista chilena de ingeniería* , 29-40.
- Acosta Acosta, V. S. (2019). *Estudio para la implementacion de bancos de condensadores con fin de ahorro energético en la embotelladora Don Carlos S.A. - Chiclayo*. Lambayeque.
- Acosta Conyedo , E. (2019). *Sensor Optoelectrónico para la Corrección Automática del Factor de Potencia en Equipos de Inducción* . León, Guanajuato México.
- Arias Pérez, J. S., de Kock , J., & Strauss, K. (2021). *Diseño de un banco de capacitores en el módulo para la empresa compañía de empaques*. medellin.
- Babanezhad, M., Nowdeh, S. A., Abdelaziz, A., AboRas, K., & Kotb, H. (9 de abril de 2022). *Reactive power based capacitors allocation in distribution network using mathematical remora optimization algorithm considering operation cost and loading conditions*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S111001682200271X?pes=vor>
- Calderon Villanueva, J. j., & Medina Quezada, E. W. (2015). *Metodología de estudio del diagrama de carga para el mejoramiento del factor de potencia de la planta frigorífica de la corporación Hayduk S.A*. Nuevo Chimbote.
- Corporation, P. (2022). *PowerWorld*. Obtenido de <https://www.powerworld.com/company/history>
- electric, S. (07 de 2015). *VarPlus Logic VL series (VL6, VL12) Power Factor Correction Controller*. Obtenido de https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=NHA3041800-00&p_enDocType=Instruction+sheet&p_File_Name=NHA3041800-00.pdf

- Electro Puno, S. (04 de junio de 2022). *PLIEGOS TARIFARIOS PARA CLIENTES FINALES CON VIGENCIA DESDE EL 04 DE JUNIO DE 2022*. Obtenido de https://www.electropuno.com.pe/web/archivos_ftp/202206031817_Publicacion%20ELPU009-2022%20Pliego%20con%20vigencia%2004-06-2022.pdf
- EPCOS. (24 de febrero de 2003). *Capacitor for Power Factor Correction*. Obtenido de <https://pdf.dzsc.com/20090227/200901190318247542.pdf>
- EPCOS, M. (s.f.). *Power Factor Controller BR7000*. Obtenido de <https://mgiingenieria.com/images/pdf/epcos/BR7000.pdf>
- FRAKO. (2020). *Power Factor Controller PFC-12TR-1(-RS485) for dynamical and hybrid systems*. Obtenido de https://www.frako.com/fileadmin/user_upload/Manual_PFC-12TR-1_FRAKO_REV2020.pdf
- Gómez Cabanillas, E. (2016). *Análisis técnico y económico de corrección del factor de potencia del sistema eléctrico trifásico en 220V, del hospital IV Víctor Lazarte Echegaray - Trujillo*. Trujillo.
- Gomez Chuquillanqui, D. M. (2021). *Plan de mejora del factor de potencia mediante banco de condensadores 850 KVAR/440VAC en la subestación planta concentradora de la empresa Pan American Silver Unidad Minera Huarón Cerro de Pasco-2021*. Huancayo.
- Gönen, T. (2014). *Electric Power Distribution Engineering*. Taylor & Francis Group.
- LLaza Imata, E. (2019). *Estudio de la corrección del factor de potencia, mediante un banco de condensadores, que permita el ahorro de energía eléctrica en los sistemas eléctricos de empresas industriales, Arequipa - 2019*. Arequipa.
- Manrique Jaeger, R. C., & Sanz Moya, C. R. (2018). *ESTUDIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN MT/BT PARA ALIMENTACIÓN DE FUERZA A TRAVÉS DE CENTRO DE CONTROL DE MOTORES Y COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA PARA NUEVA FABRICA DE ALIMENTO DE MASCOTAS – MOLITALIA” Huachipa – Lima*. AREQUIPA-PERU.

- Montoya Giraldo, O. D., Ramirez Venegas, C. A., & Grisales Noreña, L. F. (2018). *Localización y Dimensionamiento Óptimo de Generadores Distribuidos y Bancos de Condensadores en Sistemas de Distribución*, 309.
- Morfin Garduño, O. A., & Zavala Rubio, L. A. (2021). Reactive power compensation by the robust control of a STATCOM in a power system.
- Ola García, J. L. (s.f.). Cómo Reducir la Factura de Energía Eléctrica Corrigiendo el Factor de Potencia . *Facultad de Ingeniería-Universidad Rafael Landívar*, boletín electrónico N° 01.
- OSINERGMIN. (setiembre de 2013). *Opciones Tarifarias y condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final*. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1222861/Informe-No.0384-2013-GART20200809-2289235-1wflitd.PDF>
- Palomino Conde , R. C. (2020). *Implementación de una batería de condensadores para corregir el factor de potencia de la empresa PEMUNA S.A.C.* Lima-Peru.
- Pawar, P., & Panduranga, V. (2019). *Design and development of advanced smart energy management system integrated with IoT framework in smart grid environment*, 25.
- Payé Colquehuanca, L. (2020). *Compensación de potencia reactiva y análisis de armónicos en sistemas de distribución eléctrica una-puno 2018-2019*. PUNO.
- potencia, i. d. (29 de julio de 2014). *Instalaciones eléctricas y sistemas eléctricos*. Obtenido de https://www.unav.edu/documents/5522204/6320445/pid_tecnun_16_2014.pdf
- Rodriguez, A., & Muñoz, F. (2022). *power factor correction*. Malaga: Publicaciones Elsevier.
- Schneider Electric. (2000). Corrección de factor de potencia. *Centro de formación Schneider*, 10.

- Schneider electric. (02 de Diciembre de 2019). *Ficha técnica del producto VPL12N Controlador de factor de potencia VarPlus Logic 12 pasos ModBus*. Obtenido de https://sein.com.pe/pub/media/fichas/FICHA_208837659.pdf
- Schneider electric. (noviembre de 2021). *power factor correction*. Obtenido de https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=PFCEd310003EN_1121_spreads.pdf&p_Doc_Ref=PFCEd310003EN&_ga=2.163738556.205742327.1655435721-1593350373.1650041652
- siemens. (7 de enero de 2022). *contactor 3RT2626-1NF35*. Obtenido de <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/es/Catalog/product?mlfb=3RT2626-1NF35>
- software, P. W. (2022). *Simulator 22 GSO*.
- Superintendencia de banca, s. y. (06 de 2022). *TASA DE INTERES PROMEDIO DEL SISTEMA BANCARIO*. Obtenido de tasas Activas Anuales de las operaciones en Moneda Nacional Realizada en los Ultimos 30 Dias: <https://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEEPortal/Paginas/TIActivaTipoCreditoEmpresa.aspx?tip=B>
- TDK. (Junio de 2011). *Film Capacitors – Power Factor Correction*. Obtenido de https://product.tdk.com/system/files/dam/doc/product/capacitor/pfc/phicap/data_sheet/20/50/ds/b32344e4151a080.pdf
- Ticona Coila, D. (2017). Evaluacion de parametros de una subestacion electrica de distribucion en 22.9/0.38/0.22 KV con compensacion reactiva capacitiva para compañía minera el Dorado Ananea - Puno.
- Vallejo, U. C. (2020). *Guia de Elaboracion del trabajo de investigacion y tesis para la obtencion de grados academicos y titulos profesionales*. Obtenido de <https://learn-us-east-1-prod-fleet02-xythos.content.blackboardcdn.com/5ea8899e63bc1/3381327?X-Blackboard-Expiration=1656061200000&X-Blackboard-Signature=YovfhVT942vwSTvGXtfAE%2BkMWIhw%2BwiQC2S6C%2BNRBKk%3D&X-Blackboard-Client-Id=529645&response-cache-cont>

- Vargas Espinoza, I. H. (2015). *Implementacion de un banco de condensadores para aumentar el factor de potencia en la empresa Fibrforte*. Lima.
- Velásquez Cruz, A. G. (2020). *DISEÑO Y ANÁLISIS MEDIANTE SOFTWARE ETAP DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN PARA AUTOCONSUMO DE LA UCSM EN AREQUIPA*. Arequipa.
- Velásquez Moreira, P. R. (2016). *Analisis e implementacion de un banco de condensadores para la mejora del factor de potencia en una industria de reciclaje de plasticos*. Guayaquil .
- WEG. (abril de 2019). *Controlador de Factor de Potencia PFW03-T12 / PFW03-T24 manual de usuario*. Obtenido de <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/ha0/h63/WEG-PFW03-T12-T24-manual-del-usuario-10006647133-es.pdf>

ANEXOS

Anexos A

Documentos de validación de expertos.

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Juliaca, 26 de mayo del 2022

Apellido y nombres del experto: Revilla Montes Vitaliano Celso

DNI: 30409242

Teléfono: 951622873

Título/grados: Ingeniero Mecánico Electricista

Cargo e institución en que labora: Especialista

Mediante la tabla de evaluación de expertos, usted tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con "x" en las columnas de SÍ o NO.

	ITEM	APRECIA		OBSERVACIONES
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de recolección de datos está formulado con lenguaje apropiado y comprensible?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos guarda relación con el título de la investigación?	x		
3	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la(s) variable(s) de estudio?	x		
5	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se desprenden con cada uno de los indicadores?	x		
6	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se sostienen en antecedentes relacionados con el tema y en un marco teórico?	x		
7	¿el diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y el procesamiento de los datos?	x		
8	¿El instrumento de recolección de datos tiene una presentación ordenada?	x		
9	¿El instrumento guarda relación con el avance de la ciencia, la tecnología y la sociedad?	x		

SUGERENCIAS: Los datos de factura son concisos y reales.



ING. VITALIANO CELSO REVILLA MONTES
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO
CIP Nº 87717

FIRMA DEL EXPERTO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS**

Puno, 19 de Julio del 2022

Apellido y nombres del experto: Ninasivincha Garate, Roberto Felix

DNI: 29319183

Teléfono: 942076775

Título/grados: Ingeniero Mecánico

Cargo e institución en que labora: Especialista

Mediante la tabla de evaluación de expertos, usted tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con "x" en las columnas de SÍ o NO.

	ITEM	APRECIA		OBSERVACIONES
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de recolección de datos está formulado con lenguaje apropiado y comprensible?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos guarda relación con el título de la investigación?	X		
3	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la(s) variable(s) de estudio?	X		
5	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se desprenden con cada uno de los indicadores?	X		
6	¿Las preguntas del instrumento de recolección de datos se sostienen en antecedentes relacionados con el tema y en un marco teórico?	X		
7	¿el diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y el procesamiento de los datos?	X		
8	¿El instrumento de recolección de datos tiene una presentación ordenada?	X		
9	¿El instrumento guarda relación con el avance de la ciencia, la tecnología y la sociedad?	X		

SUGERENCIAS: _____


 FIRMA DEL EXPERTO
 Roberto Felix Ninasivincha Garate
 INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
 REGISTRO CIP. N° 79852

Anexos B*Matriz de operacionalización de variables*

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escala de medición
Dimensionamiento de un banco automatizado de capacitores.	El dimensionamiento de capacitores automatizado, permite que la red eléctrica sea inteligente y autónoma.	Reguladores y capacitores de factor de potencia autónomos y eficientes.	Autonomía independiente	Razón
			Factibilidad en tiempo de operación.	
Mejora de calidad de energía	Eficiencia de la red de suministro, obteniendo energía eléctrica de calidad, reduciendo parámetros no deseados.	Corrección de factor de potencia	Factor de potencia	Razón
		reducción de potencia reactiva.	Potencia Reactiva	
		Red eléctrica	Perdidas de energía	

Anexos C
Datos de transformador

CEA COMPAÑÍA ELECTRO ANDINA S.A.C.	
TRANSFORMADOR	3ø
N° SERIE	32820
POTENCIA	150 KVA
FRECUENCIA	60 HZ
GRUPO DE CONECCION	DY5
AÑO	2015
NORMA	IEC 60076
Tcc %(75°)	3.68%
Tcc %(20°)	3.57%
ENFRIAMIENTO	ONAN
NORMA N.T.P.	370.002
ALTITUD	5200 m.s.n.m.
TEMPERATURA AMB. MAX	40 °C
SERVICIO	CONTINUO

TAP. N°	VOL. PRIM.	VOL. SECUN.
POS. DEL CONM.1	24045	
POS. DEL CONM.2	23473	
POS. DEL CONM.3	22900	440
POS. DEL CONM.4	22328	
POS. DEL CONM.5	21755	
TIPO	AMP. PRIM.	AMP. SECUN.
AMPERAJE	4.2	160.65

CEA COMPAÑÍA ELECTRO ANDINA S.A.C.	
TRANSFORMADOR	3ø
N° SERIE	32825
POTENCIA	10 KVA
FRECUENCIA	60 HZ
GRUPO DE CONECCION	DY5
AÑO	2015
NORMA	IEC 60076
Tcc %(75°)	3.68%
Tcc %(20°)	3.57%
ENFRIAMIENTO	ONAN
NORMA N.T.P.	370.002
ALTITUD	5200 m.s.n.m.
TEMPERATURA AMB. MAX	40 °C
SERVICIO	CONTINUO

		VOL. SECUN.
POS. DEL CONM.2	23473	
POS. DEL CONM.3	22900	240
POS. DEL CONM.4	22328	
POS. DEL CONM.5	21755	
TIPO	AMP. PRIM.	AMP. SECUN.
AMPERAJE	4.2	80.33
NIVEL DE AISLAMIENTO (KV)	24/50/125	0.6/3
BIL EXTERIOR (KV)	200	20


Anexos D

Datos de transformador

DELCROSA S.A.C.	
TRANSFORMADOR	3ø
N° SERIE	147187 T1
POTENCIA	250 KVA
FRECUENCIA	60 HZ
GRUPO DE CONECCION	Dyn5
AÑO	2015
NORMA	IEC 60076
Tcc %(75°)	3.89%
ENFRIAMIENTO	ONAN
ALTITUD	5200 m.s.n.m.
TEMPERATURA AMB. MAX	40 °C
SERVICIO	CONTINUO

TAP. N°	VOL. PRIM.	VOL. SECUN.
POS. DEL CONM.1	24045	
POS. DEL CONM.2	23473	
POS. DEL CONM.3	22900	400
POS. DEL CONM.4	22328	
POS. DEL CONM.5	21755	
TIPO	AMP. PRIM.	AMP. SECUN.
AMPERAJE	6.3	360.8
NIVEL DE AISLAMIENTO (KV)	24/50/125	1.1/3
BIL EXTERIOR (KV)	200	20

Anexos E
Recibos de facturación (SET2019-MAR2022)



Electro Puno S.A.A.
 Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad de Puno S.A.A.
 www.electropuno.com.pe
 R.U.C. 20405479592
 JR. MARIANO H. CORNEJO N° 160 - TELF.: 051-366066

Para Consultas su número de Cliente es

MES FACTURADO: **Septiembre-2019**

TOTAL: **106,025.90**

VENCIMIENTO: **17 oct 2019**


EMISIÓN: **01 oct 2019**

NOMBRE [REDACTED]	MEDIDORES DE ENERGIA	FECHAS DE LECTURA
DIRECCION PREDDIO [REDACTED]	SISTEMA TRIFASICO 4 Hiles	ANTERIOR 28/08/2019
DIRECCION ENTREGA [REDACTED]	ELECTRONICO	ACTUAL 28/09/2019
DPTO / PROV PUNO/SAN ANTONIO DE [REDACTED]	MEDIDOR [REDACTED]	LECTURA CORRECTA
ALIMENTADOR [REDACTED]	ACOMETIDA Aerea	
SISTEMA [REDACTED]	CONEXION [REDACTED]	

TARIFA MT3 **POTENCIA CONTRATADA (Kw)** 300.00 **NIVEL DE TENSION (V)** 23 Kv

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DEFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMO A CUENTA	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL S/
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	094.600	1,145.600	1054.000	024.147	30,879.79		98,678.79	KW.h	0.1941	19,745.3
ENERGIA HORA PUNTA	200.700	233,700	31,000	024.940	19,240.74		18,280.74	KW.h	0.2392	4,431.00
ENERGIA REACTIVA	478.300	392.200	-86,100	024.240	88,139.79		31,326.93	kvarh	0.2437	1,289.99
POTENCIA POR DEFERENCIADA		0.390		024.540	243.57				20.7500	5,054.00
POTENCIA POR DEFERENCIADA		0.390		024.540	243.57				243.57	56,540.0
SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE : S/ 1,387.27										TOTAL ENERGIA 41,619.04

EVOLUCIÓN DE SU CONSUMO DE ENERGIA



ALIMENTADO PUBLICO	1,500.00
CARGO F200	8.71
INTERES POR FACILIDADES	241.84
INTERESES COMPENSATORIOS	106.43
MANTENIMIENTO Y REPOSICIÓN DE LA CONEXIÓN	17.72

MESSAJERÍA AL CLIENTE

Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 1,523.91

Ultimo pago en CAR donde se realizo el pago del anterior comprobante

CACION DEL USUARIO	19,260.54	FX01
Energy Hora Punta	243.87	636
Monto Diferencia del Mes	130	
Horas Hora Punta del mes	3,619	H036
Credito de Utilización		
Calificado		PARENTE EN PUNTA

SUB TOTAL	43,492.94
IGV 18%	7,828.73
FACILIDAD POR RECIBO DE ENERGIA	53,729.50
LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL	974.73
REDONDEO DEL MES	0.05
REDONDEO MES ANTERIOR	-0.01


DUPLICADO

ULTIMO DIA DE PAGO 17 oct 2019

OTROS CONCEPTOS 54,704.23

SON : CIENTO SEIS MIL VEINTICINCO CON 90/100 SOLES **TOTAL S/** 106,025.90

PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO



Electro Puno S.A.A.
 Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad de Puno S.A.A.
 R.U.C. 20405479592

LOCALIDAD PUNO

Puno [REDACTED]

NOMBRE [REDACTED]

DIRECCION [REDACTED]

SON CIENTO SEIS MIL VEINTICINCO CON 90/100 SOLES

SUMINISTRO	RECIBO N°	MES FACTURADO	EMISION	VENCIMIENTO	TOTAL S/
	[REDACTED]	Septiembre-2019	01 oct 2019	17 oct 2019	106,025.90

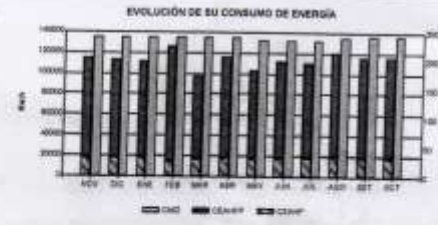
Para Consultas su número de Cliente es

MES FACTURADO: Octubre
 TOTAL: 105,69
 VENCIMIENTO: 17 nov 2
 EMISIÓN: 01 nov 2

NOMBRE	MEDIDORES DE ENERGIA	FECHAS DE LECTURA
DIRECCION PREDIO DIRECCION ENTREGA DPTO / PROV PUNO/SAN ANTONIO DE ALIMENTADOR RUTA SISTEMA Sec. Típico: 4	SISTEMA TRIFASICO 4150vol ELECTRONICO MEDIDOR ACOMETIDA Astra CONEXION	ANTERIOR 28/09 ACTUAL 28/10 LECTURA CORRECTA
TARIFA MT3	POTENCIA CONTRATADA (Kw) 300.00	NIVEL DE TENSION (V) 23 Kv

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMOS A CUENTA	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOT
ENERGIA TOTAL PUNTA FUERTA	1,149,650	1,305,900	156,300	824,540	97,415.80		97,415.60	KW.h	0.2018	19,4
ENERGIA HORA FUERTA	331,700	242,200	30,300	424,540	19,048.47		19,048.47	KW.h	0.2488	4,73
ENERGIA REACTIVA	782,200	897,200	105,000	824,540	45,976.70		30,377.48	kVArh	0.9438	1,33
POTENCIA POR DISTRIBUCION		0,380		824,540	243,57		243,57	KW	20,7400	5,03
POTENCIA POR SEMANAS				824,540	237,32		237,32	KW	49,3600	11,7

SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE: S/ 1,417.65



ME	10/10	11/10	12/10	13/10	14/10	15/10	16/10	17/10	18/10	19/10	20/10	21/10	22/10	23/10	24/10	25/10	26/10	27/10	28/10	29/10	30/10	
COMPF	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
COMPR	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
COMB	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000

MESES AL CLIENTE

Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 1,557.27

Ultimo pago en CAR donde se realiza el pago del anterior comprobante

CALIFICACION DEL USUARIO		
Energía Hora Punta	18,046.47	KWH
Maximo Demanda del Mes	237.32	KW
Horas Hora Punta del Mes	120	
Grado de Utilizacion	8.47%	KWH
Calificacón	PRESENTE EN PUNTA	

(*) Afecto a factor de Recargo
 ULTIMO DIA DE PAGO 17 nov 2019

TOTAL ENERGIA 42,525

ALUMBRADO PUBLICO	1,500
CARGO FIJO	8
INTERES POR FACILIDADES	222
INTERESES COMPENSATORIOS	136
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	17

SUB TOTAL 44,415.4

IGV 18%

FACILIDAD POR RECIBO DE ENERGIA	52,296.4
INTERES MORATORIO	5.1
LEY 28748 ELECTRIFICACION RURAL	979.9
REDONDEO DEL MES	0.0
REDONDEO MES ANTERIOR	-0.0

DUPLICADO

OTROS CONCEPTOS 53,281.55

SON: CIENTO CINCO MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y UNO CON 80/100 SOLES TOTAL S/ 105,691.80

PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

LOCALIDAD PUNO
 Puno
 NOMBRE
 DIRECCION
 SON CIENTO CINCO MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y UNO CON 80/100 SOLES



SUMINISTRO RECIBO N° MES FACTURADO
 momento de cancelar su recibo exija su ticket de pago



Electro Puno S.A.A.
 Empresa Regula de Servicio Público de Electricidad de Puno S.A.A.
 www.electropuno.com.pe
 R.U.C. 20495479592
 JR. MARIANO H. CORNEJO N° 160 - TEL.F: 051-380366 PUNO

Para Consultas su número de Cliente es

Página 1 de 1
 MES FACTURADO: Noviembre-2019
 TOTAL: 162,865.30
 VENCIMIENTO: 17 die 2019
 EMISION: 01 Dic. 2019

NOMBRE: [REDACTED]

MEDIDORES DE ENERGIA: SISTEMA TRIFASICO 415Volts ELECTRONICO
 SERIE ACOMETIDA: Aereo
 CONEXION: [REDACTED]

FECHAS DE LECTURA: ANTERIOR 28/10/2019
 ACTUAL 28/11/2019
 LECTURA CORRECTA

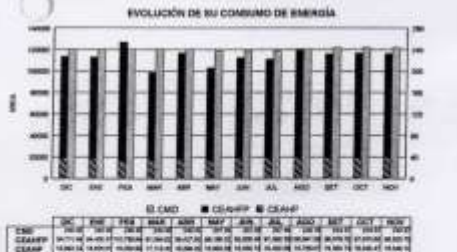
DIRECCION FREDDO: [REDACTED]
 DIRECCION ENTREGA: [REDACTED]
 DFTO / PROV: PUNO/SAN ANTONIO DE PUTINA/ANANEA
 ALIMENTADOR: [REDACTED] RUTA: [REDACTED]
 SISTEMA: [REDACTED] Sec. Tipico: 4

TARIFA: MT3 POTENCIA CONTRATADA (Kw): 300.00 NIVEL DE TENSION (V): 23 Kv

CONCEPTO				FACTOR	CONSUMO	CONTENIDO A CUBRIR	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL S/
	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA							
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	1,305.90	1,450.90	155.00	624.5400	96.803.70		96,803.70	kWh	0.2110	20,426.68
ENERGIA HORA PUNTA	262.20	293.50	31.30	624.5400	19,548.10		19,548.10	kWh	0.2594	5,051.23
ENERGIA REACTIVA	867.20	994.20	107.00	624.5400	66,825.78		31,920.24	kvarh	0.0433	1,382.15
POTENCIA POR DISTRIBUIDORA		0.38		624.5400	243.57		243.57	KV	24.8000	6,040.58
POTENCIA POR GENERADORA		0.38		624.5400	237.33		237.33	KV	54.2500	12,875.15

SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE: S/ 1,525.82

TOTAL ENERGIA: 45,774.65



ALICERADO PUBLICO	1,650.00
CARGO FIJO	11.27
INTERESES COMPENSATORIOS	162.65
MAUTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	17.88

MENSAJES AL CLIENTE

SUB TOTAL: 47,616.45

Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 1,676.17

IGV 18%: 8,570.96

Ultimo pago en CAR donde se realizo el pago del anterior comprobante

DEUDA: 105,691.88

SUMINISTRO CON ORDEN DE CORTE, EVITE EL CORTE PAGANDO ESTE RECIBO EN EL CENTRO AUTORIZADO HASTA EL... PAGADA ESTA FECHA SU SUMINISTRO SERA CORTADO - SUMINISTRO MENCIONADO.

INTERES MORATORIO	8.74
LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL	977.36
RENDONEO DEL MES	0.01
RENDONEO MES ANTERIOR	-0.02

CAE	19,848.68	KWh
Llegada Hora Punta	227.28	KV
Maximo Demanda del Mes	139	Horas
Horas Hora Punta del Mes	0.699	
Grado de Utilizacion		
Certificacion		PRESENTE EN PUNTA

MESES DEUDA: 1
 (*) Afecto a Factor de Recargo

OTROS CONCEPTOS: 106,677.89

ULTIMO DIA DE PAGO: 17 die 2019

SON: CIENTO SESENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y CINCO CON 30/100 SOLES TOTAL S/ 162,865.30

PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

SUMINISTRO EN CORTE
 Fecha Corte: 18 Dic. 2019



Electro Puno S.A.A.
 Empresa Regula de Servicio Público de Electricidad de Puno S.A.A.

LOCALIDAD: PUNO
 Puno: [REDACTED]
 NOMBRE: [REDACTED]
 DIRECCION: [REDACTED] SON CIENTO SESENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y CINCO CON 30/100 SO



SUMINISTRO	RECIBO N°	MES FACTURADO	EMISION	VENCIMIENTO	TOTAL S/
	[REDACTED]	Noviembre-2019	01 Dic. 2019	17 die 2019	162,865.30

Al momento de cancelar su recibo exija su ticket de pago

Para Consultas su número de Cliente es

MES FACTURADO: **Diciembre 2019**
 TOTAL: **113,676.00**
 VENCIMIENTO: **17 ene 2020**
 EMISION: **01 Ene. 2020**

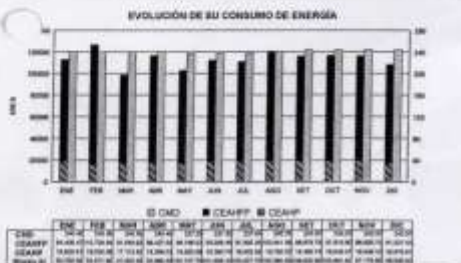
NOMBRE	MEDIDORES DE ENERGIA	FECHAS DE LECTURA
DIRECCION FREDDO	SISTEMA TRIFASICO 4 Hija ELECTRONICO	ANTERIOR 28/11/2019
DIRECCION ENTREGA	SERIE ACOMETIDA Acta	ACTUAL 28/12/2019
DPTO / PROV PUNO/SAN ANTONIO DE PUTINA/ANANEA	CONEXION	LECTURA CORRECTA
ALIMENTADOR RUTA		
SISTEMA		

TARIFA **MT3** POTENCIA CONTRATADA (Kw) **300.00** NIVEL DE TENSION (V) **23 Kv**

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMO A CUBRIR	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL S/
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	1,400.90	1,027.44	146.54	624.5400	91,521.34	0.10	91,521.53	kWh	0.2127	19,486.63
ENERGIA HORA PUNTA	290.50	320.68	27.18	624.5400	16,976.87	-0.00	16,976.81	kWh	0.2000	4,413.97
ENERGIA REACTIVA	994.20	1,093.73	99.53	624.5400	62,157.97		29,608.28	kvarh	0.0432	1,279.08
POTENCIA POR DISTRIBUIDORA		0.39		624.5400	243.57		243.57	KV	25.0200	6,113.33
POTENCIA POR GENERADORA		0.39		624.5400	243.63		242.63	KV	55.0500	13,350.78

SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE : S/ **1,494.33**

TOTAL ENERGIA **44,829.79**



ALUMBRADO PUBLICO	1,900.00
CARGO FIJO	11.65
INTERESES COMPENSATORIOS	370.19
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	17.87
VARIACION TARIFARIA	49.70

MENSAJES AL CLIENTE

Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 1,641.59
 Ultimo pago en CAR donde se realizo el pago del anterior comprobante

SUB TOTAL **47,078.19**

IDV 12% **8,474.07**

SUMINISTRO CON ORDEN DE CORTE. EVITE EL CORTE PAGANDO ESTE RECIBO EN EL CENTRO AUTORIZADO HASTA EL PASADA ESTA FECHA SU SUMINISTRO SERA CORTADO - SUMINISTRO VENCIDO CORTE.

DEUDA	57,173.50
INTERES MORATORIO	36.90
LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL	911.39
REDONDEO DEL MES	-0.04
REDONDEO MES ANTERIOR	-0.01

CONDICION DEL USUARIO	16,874.81	KWH
Regio Hora Punta	242.43	KV
Regio Hora Punta del mes	125	hora
Grado de Utilizacion	0.000	
Calificacion	PRESENTE EN PUNTA	

MESES DEUDA : 1
 (*) Afecto a factor de Recargo

OTROS CONCEPTOS **58,123.74**

ULTIMO DIA DE PAGO **17 ene 2020**

SON : CIENTO TRECE MIL SEISCIENTOS SETENTA Y SEIS CON 00/100 SOLES TOTAL S/ **113,676.00**

PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

SUMINISTRO EN CORTE
 Fecha Corte: 18 Ene. 2020

LOCALIDAD PUNO					
PUNO					
NOMBRE					
DIRECCION					
SUMINISTRO	RECIBO N°	MES FACTURADO	EMISION	VENCIMIENTO	TOTAL S/
		Diciembre-2019	01 Ene. 2020	17 ene 2020	113,676.00

Al momento de cancelar su recibo exija su ticket de pago



Electro Puno S.A.A.
 Empresa Regional de Servicios Públicos de Electricidad de Puno S.A.A.
 www.electropuno.com.pe
 R.U.C. 20405479502

JR. MARIANO H. CORNEJO N° 160 - TELF.: 051-368086 PUNO

RECIBO ELECTRONICO N°

Para Consultas su número de Cliente es

Página 1 de 1

MES FACTURADO: Enero-2020
 TOTAL: 113,174.30
 VENCIMIENTO: 17 Feb 2020
 EMISION: 01 Febrero 2020

NOMBRE		MEDIDORES DE ENERGIA		FECHAS DE LECTURA	
DIRECCION FREIDIO		SISTEMA TRIFASICO 4190va		ANTERIOR 28/12/2019	
DIRECCION ENTREGA		ELECTRONICO		ACTUAL 28/01/2020	
DPTO / PROV PUNO/SAN ANTONIO DE PUTINA/ANANEA		SERIE		LECTURA CORRECTA	
ALIMENTADOR RUTA		ACOMETIDA			
SISTEMA		CONEXION			
TARIFA MT3		POTENCIA CONTRATADA (Kw) 300.00		NIVEL DE TENSION (V) 23 Kv	

CONCEPTO				FACTOR	CONSUMO	CONSUMO A CUBRIR	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL S/
	ANTERIOR	ACTUAL	DIFERENCIA							
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	1,607.44	1,750.73	143.29	624.5400	89,486.59	-0.06	89,486.53	kWh	0.2127	19,033.78
ENERGIA HORA PUNTA	320.58	350.36	29.58	624.5400	18,534.47	0.07	18,534.54	kWh	0.2600	4,818.98
ENERGIA REACTIVA	1,093.73	1,196.58	102.86	624.5400	64,240.81		31,834.36	kvarh	0.0482	1,375.04
POTENCIA POR DISTRIBUIDORA				624.5400	243.57		243.57	KW	23.9200	6,313.33
POTENCIA POR GENERADORA			0.38	624.5400	237.76		237.76	KW	65.0900	13,025.82

SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE : S/ 1,487.91

TOTAL ENERGIA 44,637.15



ALUMBRADO PUBLICO	1,950.00
CARGO FIJO	111.85
INTERES POR FACILIDADES	374.70
INTERESES COMPENSATORIOS	218.53
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	17.87

MENSAJES AL CLIENTE

Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 1,634.54
 Ultimo pago en CAR donde se realizo el pago del anterior comprobante.

SUB TOTAL 47,211.90

IGV 18% 8,498.14

TIPO DE LECTURA	16,234.84	KWh
Margen Hora Punta	227.78	KWh
Margen Hora Punta 04 mes	128	Margen
Grado de Utilizacion	0.423	
Calificacion	PRESENTE EN PUNTA	

FACILIDAD POR RECIBO DE ENERGIA	56,502.50
INTERES MONATARIO	32.78
LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL	528.58
REDONDEO DEL MES	-0.04
REDONDEO MSE ANTERIOR	0.04

(*) Afecto a factor de Recargo

ULTIMO DIA DE PAGO 17 feb 2020

OTROS CONCEPTOS 87,664.26

SON: CIENTO TRECE MIL CIENTO SETENTA Y CUATRO CON 30/100 SOLES TOTAL S/ 113,174.30

PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

Electro Puno S.A.A.
 Empresa Regional de Servicios Públicos de Electricidad de Puno S.A.A.

LOCALIDAD PUNO
 Puno
 NOMBRE
 DIRECCION



SUMINISTRO	RECIBO N°	MES FACTURADO	EMISION	VENCIMIENTO	TOTAL S/
		Enero-2020	01 Feb. 2020	17 feb 2020	113,174.30

Al momento de cancelar su recibo exija su ticket de pago



Electro Puno S.A.A.

Empresa Regional de Servicios Públicos de Puno S.A.A.

www.electropuno.com.pe

R.U.C. 20405479092

JR. MARIANO H. CORNEJO N° 160 - TELF.: 951-366066 PUNO

LECTRONICO POR SERVICIOS PUBLICOS

Para Consultas su número de Cliente es

Página 1 de 1

MES FACTURADO	Febrero 2020
TOTAL	56,277.70
VENCIMIENTO	17 mar 2020
EMISION	01 Marzo 2020

NOMBRE		MEDIDORES DE ENERGIA	FECHAS DE LECTURA
DIRECCION PREBIO		SISTEMA	ANTERIOR 28/01/2020
DIRECCION ENTREGA		TEFASICO 4 hilos	ACTUAL 28/02/2020
BPTO / PBDV	PUNTO SAN ANTONIO DE PUTINA SAN ANA	ELECTRONICO	LECTURA CORRECTA
ALIMENTADOR	RUTA	SERIE	
SISTEMA	Sec. Típica	ACOMETIDA	
		CONEXION	

TARIFA	MT3	POTENCIA CONTRATADA (Kw)	300.00	NIVEL DE TENSION (V)	23 Kv
--------	-----	--------------------------	--------	----------------------	-------

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMO A CERRAR	FACTURADO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL S/
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	1,750.73	1,895.03	144.30	624.5400	90,534.57	0.32	30,534.63	MWh	0.2113	15,129.98
ENERGIA HORA PUNTA	202.30	381.04	178.74	624.5400	19,723.00	0.18	19,723.70	MWh	0.2581	5,090.71
ENERGIA REACTIVA	1,556.00	1,303.75	-252.25	624.5400	48,928.20		33,850.54	kvarh	0.0432	1,462.34
POTENCIA POR DISTRIBUIDORA		0.38		624.5400	243.10		243.10	KW	26.9200	6,501.16
POTENCIA POR GENERADORA		0.38		624.5400	238.70		238.70	KW	54.1900	12,925.61

SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE : S/ 1,495.99

TOTAL ENERGIA 44,909.79



ALZARRADO PUBLICO	1,950.00
CARGO FIJO	11.65
MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	17.87

MENSAJES AL CLIENTE

Afecto a Recargo Ley 27510 POSE, Monto S/ 1,644.52

Ultimo pago en CAR donde se realizo el pago del anterior comprobante

SUB TOTAL 46,889.31

IGV 30% 8,440.00

LEY 26749 ELECTRIFICACION RURAL	948.22
REDONDEO DEL MES	0.05
REDONDEO MES ANTERIOR	0.04

COAR	NO DELIBERANDO	15,223.70	IGV
	del 10 de Mayo del 2020	238.75	IGV
	del 10 de Mayo del 2020	138	IGV
	del 10 de Mayo del 2020	0.60	IGV
	del 10 de Mayo del 2020		IGV

LEY 26749 ELECTRIFICACION RURAL	948.22
REDONDEO DEL MES	0.05
REDONDEO MES ANTERIOR	0.04

ULTIMO DIA DE PAGO 17 mar 2020

OTROS CONCEPTOS 948.31

SON : CINCUENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS SETENTA Y SIETE CON 70/100 SOLES TOTAL S/ 56,277.70

PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO



Electro Puno S.A.A.

Empresa Regional de Servicios Públicos de Puno S.A.A.

LOCALIDAD	PUNO	
NOMBRE		
DIRECCION		



SUMINISTRO	RECIBO N°	MES FACTURADO	EMISION	VENCIMIENTO	TOTAL S/
		Febrero 2020	01 Mar 2020	17 mar 2020	56,277.70



Al momento de cancelar su recibo exija su ticket de pago



Electro Puno S.A.A.
 Empresa Regional de Servicio Público de Distribución de Puno S.A.A.
 www.electropuno.com.pe
 R.U.C. 20405479592

JR. MARIANO H. CORNEJO Nº 160 - TELF.: 051-368088 PUNO

Página 1 de 1

MES FACTURADO	Marzo-2020
TOTAL	99,299.10
VENCIMIENTO	19 abr 2020
EMISION	01 Abr 2020

Para Consultas su número de Cliente es

NOMBRE	MEIDORES DE ENERGIA	FECHAS DE LECTURA
DIRECCION FREIDA	SISTEMA TRIFASICO #100	ANTERIOR 28/02/2020
DIRECCION ENTREGA	ELECTRONICO	ACTUAL 28/03/2020
DPTO / PROV PUNO/SAN ANTONIO DE PUTINA/ANANEA	SERIE	LECTURA CORRECTA
ALIMENTADOR RUTA	ACOMETIDA	
SISTEMA Sec. Típico	CONEXION	

TARIFA ME3 POTENCIA CONTRATADA (Kw) 300.00 NIVEL DE TENSION (V) 23 Kv

CONCEPTO	ANTERIOR	ACTUAL	DIFFERENCIA	FACTOR	CONSUMO	CONSUMOS A CUENTA	FACTURAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL S/
ENERGIA HORA FUERA PUNTA	1,696.00	2,005.00	110.00	0245400	66,700.05	0.12	66,700.77	KWh	0.2100	14,088.99
ENERGIA HORA PUNTA	301.94	405.08	103.14	0245400	14,448.73	-0.31	14,448.42	KWh	0.2575	3,720.47
ENERGIA REACTIVA	1,303.75	1,398.16	94.41	0245400	58,963.45		34,018.94	kvarh	0.0432	1,469.62
POTENCIA POR DISTRIBUIDORA				0245400	241.20		241.20	KW	28.0800	6,280.00
POTENCIA POR GENERADORA				0245400	238.70		238.70	KW	34.8800	8,305.20

SU CONSUMO PROMEDIO DIARIO FUE : S/ 1,144.49 TOTAL ENERGIA 34,334.81



ALUMBRADO PUBLICO	1,300.00
CARGO FIJO	11.65
INTERESES COMPENSATORIOS	178.47
MANUTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION	17.87

MENSAJES AL CLIENTE

Adjeto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 1,257.38
 Ultimo pago en CAR donde se realizo el pago del anterior comprobante

SUB TOTAL 35,643.80

IGV 18% 6,451.88

SUMINISTRO CON ORDEN DE CORTE, EVITE EL CORTE PAGANDO ESTE RECIBO EN EL CENTRO AUTORIZADO HASTA EL PAGADA ESTA FECHA SU SUMINISTRO SERA CORTADO - SUMINISTRO VENDIDO-CORTE.

DEUDA	56,277.70
INTERES HERATORIO	10.67
LEY 28749 ELECTRIFICACION RURAL	735.00
REDONDEO DEL MES	0.02
REDONDEO MES ANTERIOR	-0.05

ACON DEL LUGAR		
Energia Hora Punta	14,448.42	KWH
Maximo Demanda del Mes	238.70	KW
Horas Hora Punta del mes	130	Horas
Grado de Utilizacion	0.480	
Calificacion	PRESENTE EN FUERA DE PUNTA	

MESES DEUDA : 1
 (*) Adjeto a Recargo

OTROS CONCEPTOS 57,003.42

SON : NOVENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y NUEVE CON 10/100 SOLES TOTAL S/ 99,299.10

PAGUE SOLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO

SUMINISTRO EN CORTE

Fecha Corte: 20 Abr 2020



Electro Puno S.A.A.
 Empresa Regional de Servicio Público de Distribución de Puno S.A.A.

LOCALIDAD PUNO					
Puno					
NOMBRE					
DIRECCION					
SON NOVENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y NUEVE CON 10/100 SOLES					
SUMINISTRO	RECIBO N°	MES FACTURADO	EMISION	VENCIMIENTO	TOTAL S/
		Marzo-2020	01 Abr 2020	19 abr 2020	99,299.10

Al momento de cancelar su recibo exija su ticket de pago

Anexos F

Tabla de Determinación de Multiplicaciones de KW para Calcular el Valor de KVAR, para la Corrección de Factor de Potencia.

TABLE 8.2
Determination of kW Multiplies to Calculate kvar Requirement for Power Factor Correction

Reactive Factor	Original Power Factor (%)	Correcting Factor																				
		Desired Power Factor (%)																				
		80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
0.800	60	0.584	0.610	0.636	0.662	0.688	0.714	0.741	0.767	0.794	0.822	0.850	0.878	0.905	0.939	0.971	1.005	1.043	1.083	1.311	1.192	1.334
0.791	61	0.549	0.575	0.601	0.627	0.653	0.679	0.706	0.732	0.759	0.787	0.815	0.843	0.870	0.904	0.936	0.970	1.008	1.048	1.096	1.157	1.299
0.785	62	0.515	0.541	0.567	0.593	0.619	0.645	0.672	0.698	0.725	0.753	0.781	0.809	0.836	0.870	0.902	0.936	0.974	1.014	1.062	1.123	1.265
0.776	63	0.483	0.509	0.535	0.561	0.587	0.613	0.640	0.666	0.693	0.721	0.749	0.777	0.804	0.838	0.870	0.904	0.942	0.982	1.030	1.091	1.233
0.768	64	0.450	0.476	0.502	0.528	0.554	0.580	0.607	0.633	0.660	0.688	0.716	0.744	0.771	0.805	0.837	0.871	0.909	0.949	0.997	1.058	1.200
0.759	65	0.419	0.445	0.471	0.479	0.523	0.549	0.576	0.602	0.629	0.657	0.685	0.713	0.740	0.774	0.806	0.840	0.878	0.918	0.966	1.027	1.169
0.751	66	0.388	0.414	0.440	0.466	0.492	0.518	0.545	0.571	0.598	0.626	0.654	0.682	0.709	0.743	0.775	0.809	0.847	0.887	0.935	0.996	1.138
0.744	67	0.358	0.384	0.410	0.436	0.462	0.488	0.515	0.541	0.568	0.596	0.624	0.652	0.679	0.713	0.745	0.779	0.817	0.857	0.905	0.966	1.108
0.733	68	0.329	0.355	0.381	0.407	0.433	0.459	0.486	0.512	0.539	0.567	0.595	0.623	0.650	0.684	0.716	0.750	0.788	0.828	0.876	0.937	1.079
0.725	69	0.299	0.325	0.351	0.377	0.403	0.429	0.456	0.482	0.509	0.537	0.565	0.593	0.620	0.654	0.686	0.720	0.758	0.798	0.840	0.907	1.049
0.714	70	0.270	0.296	0.322	0.348	0.374	0.400	0.427	0.453	0.480	0.508	0.536	0.564	0.591	0.625	0.657	0.691	0.729	0.769	0.811	0.878	1.020
0.704	71	0.242	0.268	0.294	0.320	0.346	0.372	0.399	0.425	0.452	0.480	0.508	0.536	0.563	0.597	0.629	0.663	0.700	0.741	0.783	0.850	0.992
0.694	72	0.213	0.239	0.265	0.291	0.317	0.343	0.370	0.396	0.423	0.451	0.479	0.507	0.534	0.568	0.600	0.634	0.672	0.712	0.754	0.821	0.963
0.682	73	0.186	0.212	0.238	0.264	0.290	0.316	0.343	0.369	0.396	0.424	0.452	0.480	0.507	0.541	0.573	0.607	0.645	0.685	0.727	0.794	0.936
0.673	74	0.159	0.185	0.211	0.237	0.263	0.289	0.316	0.342	0.369	0.397	0.425	0.453	0.480	0.514	0.546	0.580	0.618	0.658	0.700	0.767	0.909
0.661	75	0.132	0.158	0.184	0.210	0.236	0.262	0.289	0.315	0.342	0.370	0.398	0.426	0.453	0.487	0.519	0.553	0.591	0.631	0.673	0.740	0.882
0.650	76	0.105	0.131	0.157	0.183	0.209	0.235	0.262	0.288	0.315	0.343	0.371	0.399	0.426	0.460	0.492	0.526	0.564	0.604	0.652	0.713	0.855
0.637	77	0.079	0.105	0.131	0.157	0.183	0.209	0.236	0.262	0.289	0.317	0.345	0.373	0.400	0.434	0.466	0.500	0.538	0.578	0.620	0.687	0.829
0.626	78	0.053	0.079	0.105	0.131	0.157	0.183	0.210	0.236	0.263	0.291	0.319	0.347	0.374	0.408	0.440	0.474	0.512	0.552	0.594	0.661	0.803

0.613	79	0.026	0.052	0.078	0.104	0.130	0.156	0.183	0.209	0.236	0.264	0.292	0.320	0.347	0.381	0.413	0.447	0.485	0.525	0.567	0.634	0.776
0.600	80	0.000	0.026	0.052	0.078	0.104	0.130	0.157	0.183	0.210	0.238	0.266	0.294	0.321	0.355	0.387	0.421	0.459	0.499	0.541	0.608	0.750
0.588	81		0.000	0.026	0.052	0.078	0.104	0.131	0.157	0.184	0.212	0.240	0.268	0.295	0.329	0.361	0.395	0.433	0.473	0.515	0.528	0.724
0.572	82			0.000	0.026	0.052	0.078	0.105	0.131	0.158	0.186	0.214	0.242	0.269	0.303	0.335	0.369	0.407	0.447	0.489	0.556	0.698
0.559	83				0.000	0.026	0.052	0.079	0.105	0.132	0.160	0.188	0.216	0.243	0.277	0.309	0.343	0.381	0.421	0.463	0.530	0.672
0.543	84					0.000	0.026	0.053	0.079	0.106	0.134	0.162	0.190	0.217	0.251	0.283	0.317	0.355	0.395	0.437	0.504	0.646
0.529	85						0.000	0.027	0.053	0.080	0.108	0.136	0.164	0.191	0.225	0.257	0.291	0.329	0.369	0.417	0.478	0.620
0.510	86							0.000	0.026	0.053	0.081	0.109	0.137	0.167	0.198	0.230	0.265	0.301	0.342	0.390	0.452	0.593
0.497	87								0.000	0.027	0.055	0.083	0.111	0.141	0.172	0.204	0.239	0.275	0.316	0.364	0.425	0.567
0.475	88									0.000	0.028	0.056	0.083	0.113	0.144	0.176	0.211	0.247	0.288	0.336	0.397	0.540
0.455	89										0.000	0.028	0.055	0.086	0.117	0.149	0.183	0.221	0.262	0.309	0.370	0.512
0.443	90											0.000	0.028	0.058	0.089	0.121	0.155	0.193	0.234	0.281	0.342	0.484
0.427	91												0.000	0.030	0.061	0.093	0.127	0.165	0.206	0.253	0.314	0.456
0.392	92													0.000	0.031	0.063	0.097	0.135	0.176	0.223	0.284	0.426
0.386	93														0.000	0.032	0.066	0.104	0.145	0.192	0.253	0.395
0.341	94															0.000	0.035	0.072	0.113	0.160	0.221	0.363
0.327	95																0.000	0.036	0.078	0.125	0.186	0.328
0.280	96																	0.000	0.041	0.089	0.150	0.292
0.242	97																		0.000	0.048	0.109	0.251
0.199	98																			0.000	0.061	0.203
0.137	99																				0.000	0.142

(Gönen, 2014)

Anexos G

Parámetros calculados con sobredimensionamiento de 22.5%.

En la siguiente tabla se realizó un recalcu con un sobredimensionamiento del 22.50% a la capacidad de la potencia reactiva del banco de capacitores respecto a la (Tabla 6) por temas de diseño y futuras cargas. Este sobredimensionamiento no sobrepasa la unidad por lo cual es aceptable

MES	COSØ1	COSØ2	Ø1	Ø2=0.9935	tanØ1	tanØ2	QC (VAR)	C (f)	µf
Set(2019)	0.869	0.994	29.682	6.518	0.570	0.114	73446.779	0.001006320	1006.320
Oct(2019)	0.872	0.994	29.340	6.518	0.562	0.114	72566.999	0.000994266	994.266
Nov(2019)	0.867	0.994	29.871	6.518	0.574	0.114	74351.382	0.001018715	1018.715
Dic(2019)	0.868	0.994	29.808	6.518	0.573	0.114	69114.486	0.000946962	946.962
Ene(2020)	0.859	0.994	30.740	6.518	0.595	0.114	72083.031	0.000987635	987.635
Feb(2020)	0.855	0.994	31.258	6.518	0.607	0.114	75460.543	0.001033912	1033.912
Mar(2020)	0.816	0.994	35.341	6.518	0.709	0.114	68699.896	0.000941282	941.282
PROMEDIO	0.858	0.994	30.917	6.518	0.599	0.114	73004.113	0.001000255	1000.255

Fuente: Elaboración propia

Anexos H

Tabla de capacidad de condensadores Schneider

Low Voltage
Capacitors

EasyLogic™ PFC SD Can
Three Phase

Rated Voltage 440 V										
50 Hz				60 Hz				μF (X3)	Case Code	Reference Number
Q _s (kvar)			I _s (A)	Q _s (kvar)			I _s (A)			
400 V	415 V	440 V	at 440 V	400 V	415 V	440 V	at 440 V			
2.5	2.7	3.0	3.9	3.0	3.2	3.6	4.7	16.4	DC	BLRCS030A036B44
4.1	4.4	5.0	6.6	5.0	5.3	6.0	7.9	27.4	HC	BLRCS050A060B44
6.2	6.7	7.5	9.8	7.4	8.0	9.0	11.8	41.1	HC	BLRCS075A090B44
8.3	8.9	10.0	13.1	9.9	10.7	12.0	15.7	54.8	LC	BLRCS100A120B44
10.3	11.1	12.5	16.4	12.4	13.3	15.0	19.7	68.5	NC	BLRCS125A150B44
11.8	12.7	14.3	18.8	14.2	15.3	17.2	22.5	78.3	NC	BLRCS143A172B44
12.4	13.3	15.0	19.7	14.9	16.0	18.0	23.6	82.2	NC	BLRCS150A180B44
14.0	15.0	16.9	22.2	16.8	18.0	20.3	26.6	92.6	SC	BLRCS169A203B44
15.0	16.2	18.2	23.9	18.0	19.4	21.8	28.7	99.7	SC	BLRCS182A218B44
16.5	17.8	20.0	26.2	19.8	21.4	24.0	31.5	109.6	SC	BLRCS200A240B44
20.7	22.2	25.0	32.8	24.8	26.7	30.0	39.4	137.0	SC	BLRCS250A300B44
23.6	25.4	28.5	37.4	28.3	30.4	34.2	44.9	156.1	SC	BLRCS265A342B44
25.0	27.0	30.3	38.8	30.0	32.3	36.4	47.7	166.0	SC	BLRCS303A364B44

Rated Voltage 480 V										
50 Hz				60 Hz				μF (X3)	Case Code	Reference Number
Q _s (kvar)			I _s (A)	Q _s (kvar)			I _s (A)			
400 V	415 V	480 V	at 480 V	400 V	440 V	480 V	at 480 V			
2.9	3.1	4.2	5.1	3.5	4.2	5.0	6.1	19.3	HC	BLRCS042A050B48
4.7	5.0	6.7	8.1	5.0	6.8	8.0	9.7	30.8	HC	BLRCS067A080B48
6.1	6.6	8.8	10.6	7.3	8.9	10.6	12.7	40.5	LC	BLRCS088A106B48
7.2	7.8	10.4	12.5	8.7	10.5	12.5	15.0	47.9	MC	BLRCS104A125B48
8.7	9.3	12.5	15.0	10.4	12.6	15.0	18.0	57.5	NC	BLRCS125A150B48
10.8	11.6	15.5	18.6	12.9	15.6	18.6	22.4	71.4	NC	BLRCS155A186B48
11.8	12.7	17.0	20.4	14.2	17.1	20.4	24.5	78.3	NC	BLRCS170A204B48
12.9	13.9	18.6	22.4	15.5	18.8	22.3	26.9	85.6	SC	BLRCS186A223B48
14.4	15.5	20.8	25.0	17.3	21.0	25.0	30.0	95.7	SC	BLRCS208A250B48
17.9	19.3	25.8	31.0	21.5	26.0	31.0	37.2	118.8	SC	BLRCS258A310B48
20.0	21.5	28.8	34.6	24.0	29.0	34.6	41.6	132.6	VC	BLRCS288A346B48
21.9	23.5	31.5	37.9	26.3	31.8	37.8	45.5	145.0	VC	BLRCS315A378B48
23.5	25.3	33.9	40.8	28.3	34.2	40.7	48.9	156.1	XC	BLRCS339A407B48

(Schneider electric, power factor correction, 2021)

Anexos I

Datos técnicos de regulador Weg, Siemens, Frako, Schneider.

Frako:

Annex 2: Technical data

Type series	PFC-12TR-1
Outputs	12 relay / 12 transistor / alarm-relay message relay* /interface*
*version -RS485:	
Languages	D / E / ES / RU / NL / CZ / PL / F / PT / TR
Switching power of relay outputs	250VAC, 1000W
Switching power of transistor outputs	24VDC, ca. 40mA for controlling TSM
Number of active outputs	programmable 2 x 12; resp. 32 pcs. @ TSM-Bus
Display	Illuminated graphic display 128x64 dot LCD-Display: white / red lighted
Number of control series	20
User defined control series	1
Control principle	Sequential connection, loop connection or self-optimized switching response Four-quadrant operation
Operating voltage	110...440 VAC, +/-10%, 50 / 60Hz
Measuring voltage	30...440 V~, (L-N) bzw. 50...760V~ (L-L)
Measuring current	X: 5 / 1A selectable
Power drawn	ca. 3 VA
Sensitivity	20 mA
Target cos Phi	0.1 inductive to 0.1 capacitive adjustable
Connecting time	T: 20 ms - 1 sec. / R: 1 - 255 sec.
Disconnecting time	T: 20 ms - 1 sec. / R: 1 - 255 sec.
Discharge time	T: 20 ms - 1 sec. / R: 1 - 255 sec.
Fixed stages / skipped stages	Programmable
Alarm relay	Standard
No-voltage triggering	Standard
Display of power-line parameters	Power factor, voltage, apparent current, frequency, reactive-, active-, apparent power, missing kvar, temperature, harmonics
Storage of maximum values	Voltage, reactive power, active power, apparent power, temperature, THD-V, THD-I
Storage of switching number	Yes, each relay output, individual reset possible
Storage of operating time	Yes, each relay output, individual reset possible
Temperature measurement range	-30°C ... 100°C
Error memory	last 100 error states are stored
Accuracy	Current / voltage: 1% Reactive-, active-, apparent power: 2%
Housing	Switchboard-integrated housing DIN 43 700, 144 x 144 x 53 mm
Weight	1 kg
Operating ambient temperature	-20 bis +60°C
Protection type to DIN 40 050	Front: IP 54, Rear: IP 20
Safety guidelines	IEC 61010-1:2001, EN 61010-1:2001
Sensitivity to interference (industrial areas)	EN 50082-1:1995 IEC 61000-4-2: 8kV; IEC 61000-4-4: 4kV

Construction

- Dielectric: Polypropylene film
- Non-PCB, semi-dry biodegradable resin
- Extruded round aluminium can with stud
- Provided with ceramic discharge module
- Triple safety system

Features

- Three-phase, delta connected
- Self-heating technology
- Naturally air cooled (or forced air cooling)
- Indoor mounting

Typical applications

- For power factor correction

Terminals

- Optimized capacitor safety terminals

Mounting

- Threaded stud at bottom of can
(max. torque for M12 = 10 Nm)



Technical data and specifications

Characteristics	MKP480-D-12.5	
Rated capacitance C_n	3 × 58 μF	
Tolerance	-5 / +10%	
Connection	D (Delta)	
Rated voltage V_n	480 V AC	
Rated frequency f_n	50 Hz	60 Hz
Output	12.5 kvar	15.0 kvar
Rated current I_n	15.1 A	18.1 A
$\tan \delta_c$ (dielectric)	0.2 W / kvar	
W_n	40 Ws	
R_{cc}	5.44 mΩ	

Maximum ratings

V_{max} (up to 8 h daily)	530 V AC
V_{max} (up to 1 min)	620 V AC
I_{max}	Up to 1.4 × I_n (A) including combined effects of harmonics, overvoltages and capacitance tolerance
I_s	200 × I_n (A)

Test data	
V_{FH}	1 050 V AC / 50 Hz during 10 s
V_{FC}	3 000 V AC / 50 Hz during 10 s
$\tan \delta$ (50 Hz)	≤ 0.5 W / kvar

* Without discharge resistor

Design data	
Dimensions (d x h)	85 x 108 mm
Weight approx.	0.8 kg
Impregnation	Non-PCB, semi-dry biodegradable resin
Fixing	Threaded bolt M12
Max. torque (Al can stud)	10 Nm
Mounting position	Upright See "Maintenance and Installation Manual" for further details.

Climatic category –40/D		
θ min.	–40 °C	
θ max.	+55 °C	
Storage temperature	–40 °C ... +85 °C	
$\theta_{\text{storage max}}$	+85 °C	
Maximum power loss at θ_{ambient}	P max.	at θ_{ambient}
	6.3 W	+55 °C
	4.2 W	+65 °C
	2.1 W	+75 °C
	0 W	+85 °C
Humidity	av. rel. < 95%	
Degree of protection	IP 20	
Maximum altitude	4 000 m	

(TDK, 2011)

Anexos J
Regulador Schneider datos técnicos

Ficha técnica del producto
Características

VPL12N

Controlador de factor de potencia VarPlus Logic
12 pasos ModBus



Principal

Gama	VarPlus
Nombre del producto	VarPlus Logic
Nombre corto del dispositivo	VPL12
Tipo de producto o componente	Controlador de factor de potencia

Complementos

Numero de contactos sal. paso	12
[UL] Tensión nominal de alimentación	90...230 V AC ±= 950 kV AC con VT externo
Corriente de medición	0...5 A
Tensión de medida	90...550 V AC 50/60 Hz
Modo de funcionamiento	Manual o automático
Numero de operación de cuadrante para aplicación de generador	4
Conexión del dispositivo	Comunicación Modbus RS485
Función de entrada	Interruptor 1 x contac. seco
Color	Parte frontal gris oscuro RAL 7016
Tipo de pantalla	LCD retroiluminada
Tamaño de pantalla	57 x 25 mm
Miembros transaccionales	Manual de programación Inicialización automática Detección automática Programación avanzada Cualquier secuencia de pasos
Tipo de medición	Factor de potencia y el desplazamiento de (firmado, de cuatro cuadrantes) Distorsión armónica total THD (I) Factor de potencia promedio durante la vida útil Temperatura máxima Corriente de fase I1, I2, I3 RMS en carga Potencia activa P, P1, P2, P3 en carga Potencia reactiva Q, Q1, Q2, Q3 en carga Potencia aparente S, S1, S2, S3 en carga Tensión U21, U32, U13, V1, V2, V3 en carga
Tipo de medición	Sobrecarga de corriente en condensador lraa/1 Voltaje armónico individual Factor de potencia

	<p>Duración de maniobra</p> <p>Cos ϕ</p> <p>Temperatura ambiente dentro del armario</p> <p>Tan ϕ</p>
Información resumida	<p>Número de ciclos de conmutación por paso</p> <p>Tamaño de paso individual en kVA</p> <p>Capacidad de paso restante en%</p>
Tipo de alarmas	<p>Paso de pérdida de potencia $\pm 75\%$ (mensaje y contacto de alarma + paso bloqueado)</p> <p>Step fault (mensaje y contacto de alarma + paso bloqueado)</p> <p>Corr alta $\pm 5\text{ A CT}$ (mensaje y contacto alarma)</p> <p>Oscilante (regulac. inestable) (mensaje y contacto de alarma + paso bloqueado)</p> <p>Corr baja $\pm 15\text{ mA CT}$ (mensaje y contacto alarma)</p> <p>Sobrecorriente (mensaje y contacto alarma)</p> <p>Sobrecarga de corriente en condensador (Irms/11) $\pm 100\%$ (1) (mensaje y alarm contact + paso apagado)</p> <p>Sobretensión 50 °C (mensaje y alarm contact + paso apagado)</p> <p>Sobretensión 30 °C / fan switch</p> <p>Sobretensión $\pm 10\%$ (mensaje y alarma de contacto + Control detenido)</p> <p>Distorsión armónica total $\pm 7\%$ (mensaje y alarm contact + paso apagado)</p>
Registro de fallos	5 alarma
Operational Hours alarm	50000 H sin mantenimiento
Operational counter alarm	85000 Ciclos sin mantenimiento
Tipo de entrada	<p>Fase a fase</p> <p>Fase a neutro</p> <p>Insenible a polaridad CT</p> <p>Insenible a polaridad de rotación de fase</p> <p>Entrada de corriente CT...X/5 A y X/1 A</p>
Tipo de salida	<p>Relés de control 0.2 A 110 V DC</p> <p>Relés de control 1 A 48 V DC</p> <p>Relés de control 2 A 400 V AC 50/60 Hz</p> <p>Relés de control 1 A 24 V DC</p> <p>Relés de control 5 A 250 V AC 50/60 Hz</p> <p>Relés de control 5 A 120 V AC 50/60 Hz</p> <p>Ventilador 5 A 250 V AC 50/60 Hz</p> <p>Ventilador 1 A 48 V DC</p> <p>Relé de alarma 5 A 250 V AC 50/60 Hz</p> <p>Relé de alarma 1 A 48 V DC</p>
Maximum at the common terminal	50 A
Ajustes modo funcionamiento	<p>Automático</p> <p>Manual</p>
Tipo de ajuste	<p>Selección de programas temporizados auto</p> <p>Selección de programas temporizados LFD</p> <p>Selección de programas temporizados lineal</p> <p>Retraso entre 2 cambios sucesivos en la misma fase 5...1200 s</p> <p>Programación de la configuración de la fase auto</p> <p>Programación de la configuración de la fase apagado</p> <p>Programación de la configuración de la fase fijado</p> <p>Cos phi objetivo 0.7 inductivo...0.7 capacitivo</p> <p>Cos phi objetivo coseno ϕ doble</p>
Precisión de medida	<p>Tensión $\pm 1\%$</p> <p>Corriente $\pm 1\%$</p> <p>Frecuencia $\pm 1\%$</p> <p>Energía (P,Q,S) $\pm 2\%$</p> <p>Cos ϕ $\pm 2\%$</p> <p>Distorsión armónica de tensión total THD(U) $\pm 2\%$</p> <p>Voltaje armónico individual $\pm 3\%$</p> <p>Temperatura $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$</p>
Rango de temporización	<p>1...8500 s en reconexión)</p> <p>1...8500 s en respuesta)</p>
Accesorios	Manual de usuario
Modo de montaje	Montaje empotrado
Soporte de montaje	Panel 1...3 mm
Ubicación de montaje	En armario
Dimensiones de recorte	130 x 138 mm
Alto	144 mm
Ancho	144 mm
Profundidad	58 mm

Peso del producto	0,6 kg
Ambiente	
Normas	IEC 61000-6-4 UL 61010-1 EN 61010-1 IEC 61000-6-2 IEC 61326-1
Certificaciones de producto	EAC NRTL CNRTL CE
Grado de protección IP	Frontal IP41 Cara tras. IP20
Altitud máxima de funcionamiento	<= 2000 m
Temperatura ambiente de trabajo	-20...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C
Oferta sustentable	
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	SI
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

(Schneider electric, Ficha técnica del producto VPL12N Controlador de factor de potencia VarPlus Logic 12 pasos ModBus, 2019)

Anexos K

Regulador de factor de potencia PFW03 – T12 WEG

www.weg.net



6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Alimentación

Tensión (de V1-N) 95 a 272VCA RMS
±10% Frecuencia 45 a 65 Hz

Entradas de Medición

CATIII

Tensión 95 a 272 VCA ±10% (L-N)
164 a 471VCA ±10% (L-L) Corriente 0,01 a 8 A RMS

Frecuencia 45 a 65 Hz

Entrada Noche / Día 95 a 240 VCA RMS
(95 a 266 VCA RMS, incluyendo tolerancias)

Precisión de Medición

Símbolo de Función	Función	Clase de Desempeño de Funciones Conforme IEC 61851-42	Rango de Medición	Otras Características Complementarias
P	Potencia activa total	0.2	10% I_{sc} a $1 I_{sc}$ 0.2 In1 a 0.8 Cap	-
Q _s	Potencia reactiva total	1	5% I_{sc} a $1 I_{sc}$ 0.25 In1 a 0.25 Cap	-
S _s	Potencia aparente total	0.2	10% I_{sc} a $1 I_{sc}$ 0.5 In1 a 0.8 Cap	-
E _s	Energía activa total	0.2	0 a 4000000000	IEC 62053-22 Class 0.2S
E _r	Energía reactiva total	2	0 a 4000000000	IEC 62053-22 Class 2
f	Frecuencia	0.05	40 a 70 Hz	-
i	Corriente de fase	0.2	20% I_{sc} a $1 I_{sc}$	-
I _{no}	Corriente del neutro (calculada)	0.2	20% I_{sc} a $1 I_{sc}$	-
U	Tensión	0.2	U _{sc} a U ₁ a U _{sc}	-
FP _s	Factor de potencia	0.0	0.0 In1 a 0.8 Cap	-
THDV	Distorsión armónica total de tensión	1	0% a 20%	-
THDI	Distorsión armónica total de corriente	1	0% a 100%	-

Salidas de Relé para Compensación

12/24 pcs.

Tensión máx. de conmutación 250 VCA

Corriente máx. de conmutación 3 A

Salidas de Relé de Alarma

2 pcs.

Corriente máx. de conmutación 4A

Tensión máx. de conmutación 250 VCA

Potencia máx. de conmutación 1250 VA

Número de Etapas

Puede ser seleccionado entre 1-12/1-24.

Intervalo Objetivo de Cosφ

-0,800 a 0,800 puede ser seleccionado con 0,001 etapas.

Relación de Transformación de Corriente (RTC)

Puede ser definida como 1 a 5000.

Relación de Transformación de Tensión (RTT)

Puede ser definida como 1 a 5000.

Periodo de Demanda

Puede ser definido de 1 a 60 minutos.

Interfaz con el usuario

IHM :6 teclas con protección contra descarga electrostática

LCD :Autoiluminado gráfico 160 x 240

Comunicación

Puerto RS485 Aislado :1 canal, protección contra descarga electrostática/sobrecorriente/sobretensión, programable, tasa de transmisión de 2400bps a 115200 bps. Aislamiento 2000VRMS.

Temperatura de Operación

-20°C a +55°C

Temperatura de Almacenamiento

-30°C a +80°C

Humedad Relativa

Máximo de 95% Sin Condensación

Dimensiones

144 x 144 x 78 (AxHxP)

Clase de protección

Frontal IP40, trasera IP20

Consumo de Energía

<10VA

(WEG, 2019)

Anexos L REGULADOR VAR PLUS LOGIC

L17		L15	
Type	Description	Tipo	Descripción
Voltage (common supply and input)	90 - 550 V, 1 fase, 50/60 Hz, 5 VA 300 V LN / 519 V LL CAT II o 550 V CAT II	Tensión (alimentación y entrada comuna)	90-550 V, 1 fase, 50/60 Hz, 5 VA 300 V LN/519 V LL CAT II o 550 V CAT II
Current	15 mA - 5A, 1PH, +1 VA, 100 A - 1 s	Intensidad	15 mA-5 A, 1 fase, +1 VA, 100 A-1 s
Control output (step output)	VLE: 6 relays V1.12: 12 relays NO contact 250 V LN or LL CAT II 48 V DC / 1 A, 250 V AC / 5 A Contact rating: 10 A máx.	Salidas de control (salida de paso)	VLE: 6 relés V1.12: 12 relés SN contact 250 V LN o LL CAT II 48 VCCII A, 250 VCAIS A Rat. común: 10 A máx.
Fan control	Relay, NO normal open contact: 48 V DC / 1 A, 250 V AC / 5 A	Control del ventilador	Relé, SN contacto normalmente abierto: 48 VCCII A, 250 VCAIS A
Alarm contact	The relay contact is open when the controller is energized with no alarm and will close in the event of an alarm. The relay is a NC (normally Close) when the controller is not energized. Rating: 48 V DC / 1 A, 250 V AC / 5 A	Contacto de alarma	El contacto del relé está abierto cuando el controlador es alimentado sin alarma y se cierra en caso de alarma. El relé es un NC (normalmente cerrado) cuando el controlador no está alimentado. Valores nominales: 48 VCCII A, 250 VCAIS A
Digital input for Cos phi 2 target	Dry contact (internal supply 5 V, 10 mA)	Entrada digital de cos φ 2 predefinido	Contacto seco (alimentación interna 5 V, 10 mA)
Modbus RS-485 serial port (RTU)	Line polarization / termination, not included	Puerto serie Modbus RS-485 (RTU)	Polarización/terminación de líneas, no incluye
Interface TTL	For internal use only (Schneider Electric)	Interfaz TTL	Para uso interno (mantenimiento de Schneider Electric)
Temperature for operation	-20 °C +60 °C	Temperatura de funcionamiento	-20 °C a +60 °C
Internal Temperature probe	Yes	Sonda de temperatura interna	SI
Storage	-40 °C +85 °C	Almacenamiento	-40 °C a +85 °C
Humidity	0 % - 85 %, without condensation for operation and storage	Humedad	0 %-85 %, sin condensación para funcionamiento o almacenamiento
Maximum pollution degree	2	Nivel máximo de contaminación	2
Maximum altitude	≤2000m	Altura máxima	≤2000 m
Connection	Screw type, plugable, Section: 0.2 - 2.5 mm ² (0.2 - 1 mm ² for Modbus and digital input) 0.5 - 5 Nm	Conexión	Tipo de tornillo, conectable. Sección: 0.2-2.5 mm ² (0.2-1 mm ² para Modbus y entrada digital), 0.5-5 Nm
Case	Front: instrument case plastic RAL 7015 Rear: Metal	Caja	Parte frontal: plástico de la caja de instrumentos RAL 7015 Parte posterior: metal
Degree of Protection	Front: IP41 Rear: IP20	Grado de protección	Parte frontal: IP41 Parte posterior: IP20
Weight	3.6 kg	Peso	0.6 kg
Size	144 x 144 x 58 mm (H x W x D)	Tamaño	144 x 144 x 58 mm (A x A x P)
Panel Cutout	138 x 138 (+0.5) mm, thickness 1 - 3 mm	Orificio de montaje	138 x 138 (+0.5) mm; grosor: 1-3 mm
Protection against voltage dip	Automatic disconnection of steps for dips > 10 ms (protection of capacitor)	Protección contra huecos de tensión	Desconexión automática de los pasos por huecos que sean > 10 ms (protección del condensador)
Display	LCD graphic 96 x 20	Pantalla	Pantalla gráfica de cristal líquido de 96 x 20
Alarm log	5 last alarms	Registro de alarmas	5 últimas alarmas
Distortion	THD to THD	Distorsión	THD a THD
Measurement displayed and accuracy	U, I, F, ... ±1 % S, P, Q, DG, PF, Cos phi, THDU: ±2 % U harmonic (H2 to H19): ±3 % Internal Temperature: ±3 °C	Medidas mostradas en pantalla y su precisión	U, I, F, ... ±1 % S, P, Q, DG, FP, cos φ, THDU: ±2 % Armónicas U (H2 a H19): ±3 % Temperatura interior: ±3 °C
Standards	IEC 61010-1 IEC 61000 6-2 IEC 61000 6-4: level B IEC 61326-1 UL 61010	Normas	IEC 61010-1 IEC 61000 6-2 IEC 61000 6-4: nivel B IEC 61326-1 UL 61010
Conformity and listing	CE, NRTL, c NRTL, EAC	Conformidad y homologación	CE, NRTL, c NRTL y EAC
Program algorithm:	AUTOMATIC (best fit) LFD PROGRESSIVE	Algoritmo del programa	AUTOMATIC (el que mejor se ajuste) LFD PROGRESSIVE
Regulation setting	From Cos φ 0.7c to 0.7i	Configuración de regulación	De cos φ 0.7c a 0.7i
Reconnection time	From 1 to 6500 s	Tiempo de reconexión	De 1 a 6500 s
Response time	From 1 to 6500 s	Tiempo de respuesta	De 1 a 6500 s
CT range	Primary range: up to 9800 A Secondary range: 1 A or 5 A	Intervalo del TI	Intervalo principal: hasta 9800 A Intervalo secundario: 1 A o 5 A

Fuente: (electric, 2015)

Annex 3: Technical Data

Type series	BR 7000....
Operating voltage	110...440 V~, +/-10%, 50 / 60Hz
Measuring voltage (3-phase)	3 · 30...440 V~ (L-N) / 50...760V~ (L-L)
Measuring current (3-phase)	3 · X : 5 / 1A selectable
Power consumption	< 5 W
Sensitivity	50 mA / 10mA
Switching power	
Relay outputs for capacitor branches	15 relays: freely programmable for switching of single- and three-phase capacitors
Alarm relay	1
Message relay	1, programmable
Relay for panel fan	1
Switching power of relay outputs	250VAC, 1000W
Number of active outputs	programmable
Operation and display	
	illuminated full graphic display 128x64 dot
Menu Languages	Ger / E / ES / RU / TR
Number of control series	20
User-defined control series	1 via editor
Controlling	
	true controlling of each phase (L-N) und (L-L)
Modes of operation (1- and 3-phase)	1- phase: up to 3 - 5 single phase capacitors 3- phase: up to 15 three-phase capacitors mixed Mode: for balancing and compensation
Control principle	series switching, circular switching, self-optimized intelligent switching, 4-quadrant operation
Automatic initialization	possible
Meas. of individual capacitor step current	possible
Target- $\cos \varphi$	0.1 ind. ... 0.1 cap adjustable
2 nd target $\cos \varphi$ (time- or result controlled)	0.1 ind. ... 0.1 cap adjustable
Switch on time	selectable from 1 sec. to 130 min
Switch off time	selectable from 1 sec. to 130 min
Discharge time	selectable from 1 sec. to 130 min
Internal clock / several timers	yes
Manual operation	yes
Fixed steps / skip steps	programmable
Zero voltage release	standard

Display / Display functions	
Display of grid parameters As real value/in %/as bar graph	3-phase cos-Phi, voltage, current, frequency, reactive-, active-, apparent power, missing kvar, temperature, THD-V / THD-I
Large display of 3 grid parameters	selection via display-editor
Harmonics	3. - 31. harmonics of U and I display also in % or as bar graph
Osci-mode	graphical display of 1 period U/I in oscilloscope mode
Precision	current / voltage: 1% active, reactive, apparent power: 2%
Integrated auxiliary function	context depending, plain text
Storage function	
Storage of maximum values with time stamp	voltage, current, reactive-, active-, apparent power, temperature, THD-V, THD-I
Storage of switching operations	each output, separately re-settable
Storage of operation time	each capacitor step, separately re-settable
Temperature measuring range	-30 ... 100°C
Temperature monitoring	automatic switching-off of steps
Error storage	error register in plain text with time stamp
Interface	2 independent interfaces RS485 (MODBUS RTU)
Software for device settings, visualization, display and recording of grid parameters	enclosed in delivery
External Input	110...230V~ isolated
Complete 2nd parameter set	via external input or event driven
Casing	panel-mounted instrument DIN 43 700, 144 x 144 x 50 mm
Weight	1 kg
Operating ambient temperature	-20 ... +60°C
Protection class accord. EN60529:2014	front: IP 54, rear: IP 20
Safety standards	IEC 61010-1: 2011-07
Interference resistance	IEC 61000-6-2: 2006-03
EMV-resistance	IEC 61000-4-2: 2009-12 IEC 61000-4-4: 2013-04 EN 61326

Fuente: (EPCOS M.)

Anexos N
Contactor siemens

SIEMENS

Hoja de datos

3RT2626-1NF35












Contactor para condensador, AC-6b 20 kVA, 400 V 1 NA + 2 NC, AC 50-60 Hz 95-130 V DC 3 polos, tamaño 50 conexión por tornillo

nombre comercial del producto	58RJS
designación del producto	Contactores para condensadores
denominación del tipo de producto	3RT26
Datos técnicos generales	
tamaño del contactor	50
ampliación del producto Interruptor auxiliar	No
tensión de aislamiento	
<ul style="list-style-type: none"> del circuito principal con grado de contaminación 3 valor asignado 	800 V
<ul style="list-style-type: none"> del circuito auxiliar con grado de contaminación 3 valor asignado 	800 V
resistencia a tensión de choque	
<ul style="list-style-type: none"> del circuito principal valor asignado 	6 kV
<ul style="list-style-type: none"> del circuito auxiliar valor asignado 	6 kV
tensión máxima admitida para separación de protección entre bobina y contactos principales según EN 60947-1	400 V
resistencia a choques con choque rectangular	
<ul style="list-style-type: none"> con AC 	6,3g / 5 ms, 5,3g / 10 ms
<ul style="list-style-type: none"> con DC 	10g / 5 ms, 7,5g / 10 ms
resistencia a choques con choque sinusoidal	
<ul style="list-style-type: none"> con AC 	15,5g / 5 ms, 8,3g / 10 ms
<ul style="list-style-type: none"> con DC 	15g / 5 ms, 10g / 10 ms
vida útil mecánica (ciclos de maniobra)	
<ul style="list-style-type: none"> del contactor con bloque de contactos auxiliares montado típico 	3 000 000
vida útil eléctrica (ciclos de maniobra)	200 000
designaciones de referencia según IEC 61346-2:2009	Q
Directiva RoHS (fecha)	05/01/2014
Condiciones ambientales	
altitud de instalación con altura sobre el nivel del mar máx.	2 000 m
temperatura ambiente	
<ul style="list-style-type: none"> durante el funcionamiento 	-25 ... +60 °C
<ul style="list-style-type: none"> durante el almacenamiento 	-65 ... +60 °C
humedad relativa del aire mín.	10 %
humedad relativa del aire con 55 °C según IEC 60068-2-30 máx.	95 %
Datos de corriente principal	
número de contactos NA para contactos principales	3
número de contactos NC para contactos principales	0
intensidad de arranque con AC-6b con 800 V con	29 A

temperatura ambiente de 80 °C valor asignado	
potencia reactiva de empleo con AC-6b	
<ul style="list-style-type: none"> • con 230 V con 50/60 Hz con temperatura ambiente de 80 °C valor asignado • con 400 V con 50/60 Hz con temperatura ambiente de 80 °C valor asignado • con 500 V con 50/60 Hz con temperatura ambiente de 80 °C valor asignado • con 600 V con 50/60 Hz con temperatura ambiente de 80 °C valor asignado 	<p>4 ... 11,5 kvar</p> <p>7 ... 20 kvar</p> <p>8 ... 25 kvar</p> <p>11 ... 34 kvar</p>
frecuencia de maniobra en vacío	
<ul style="list-style-type: none"> • con AC • con DC 	<p>500 1/s</p> <p>500 1/s</p>
frecuencia de maniobra con AC-6b	
<ul style="list-style-type: none"> • con 230 V máx. • con 240 V máx. • con 400 V máx. • con 480 V máx. • con 500 V máx. • con 600 V máx. • con 600 V máx. 	<p>100 1/s</p> <p>100 1/s</p> <p>100 1/s</p> <p>100 1/s</p> <p>100 1/s</p> <p>100 1/s</p> <p>100 1/s</p>
Circuito de control (Control por estado)	
tipo de corriente	AC/DC
tipo de corriente de la tensión de alimentación de mando	AC/DC
tensión de alimentación del circuito de mando con AC	
<ul style="list-style-type: none"> • con 50 Hz valor asignado • con 60 Hz valor asignado 	<p>95 ... 130 V</p> <p>95 ... 130 V</p>
frecuencia de la tensión de alimentación de mando	
<ul style="list-style-type: none"> • 1 valor asignado • 2 valor asignado 	<p>50 Hz</p> <p>60 Hz</p>
tensión de alimentación del circuito de mando con DC	
• valor asignado	95 ... 130 V
factor de rango de trabajo tensión de alimentación de mando valor asignado de la bobina con DC	
<ul style="list-style-type: none"> • valor inicial • valor final 	<p>0,7</p> <p>1,3</p>
factor de rango de trabajo tensión de alimentación de mando valor asignado de la bobina con AC	
<ul style="list-style-type: none"> • con 50 Hz • con 60 Hz 	<p>0,7 ... 1,3</p> <p>0,7 ... 1,3</p>
pico de intensidad de conexión	15 A
duración del pico de intensidad de conexión	30 µs
corriente de excitación valor medio	0,13 A
pico de corriente de excitación	0,18 A
duración de la corriente de excitación	180 ms
corriente de retención valor medio	18 mA
potencia inicial aparente de la bobina con AC	12 VA
cos phi inductivo a la potencia de atracción de la bobina	0,98
potencia de retención aparente de la bobina con AC	1,8 VA
cos phi inductivo con potencia de retención de la bobina	0,70
potencia inicial de la bobina con DC	10,2 W
potencia de retención de la bobina con DC	1,3 W
retardo de cierre	
<ul style="list-style-type: none"> • con AC • con DC 	<p>50 ... 70 ms</p> <p>50 ... 70 ms</p>
retardo de apertura	
<ul style="list-style-type: none"> • con AC • con DC 	<p>30 ... 50 ms</p> <p>30 ... 50 ms</p>
duración de arco	10 ... 10 ms

tipo de control del accionamiento de maniobras	Standard A1 - A2
intensidad residual de electrónica con control con señal «0»	
<ul style="list-style-type: none"> • con AC con 230 V máx. admisible 	7 mA
Circuitos de contacto auxiliares	
número de contactos NC para contactos auxiliares	2
<ul style="list-style-type: none"> • actuables 	0
<ul style="list-style-type: none"> • conmutación instantánea 	2
número de contactos NA para contactos auxiliares	1
<ul style="list-style-type: none"> • actuables 	0
<ul style="list-style-type: none"> • conmutación instantánea 	1
intensidad de empleo de los contactos auxiliares con AC-12 máx.	10 A
intensidad de empleo de los contactos auxiliares con AC-15	
<ul style="list-style-type: none"> • con 230 V 	6 A
<ul style="list-style-type: none"> • con 400 V 	3 A
intensidad de empleo de los contactos auxiliares con DC-13	
<ul style="list-style-type: none"> • con 24 V 	6 A
<ul style="list-style-type: none"> • con 50 V 	2 A
<ul style="list-style-type: none"> • con 110 V 	1 A
<ul style="list-style-type: none"> • con 125 V 	0,9 A
<ul style="list-style-type: none"> • con 220 V 	0,3 A
confiabilidad de contacto de los contactos auxiliares	0,00000001
Velocidad nominal UL/CSA	
capacidad de carga de los contactos auxiliares según UL	A600 / Q600
Protección contra cortocircuitos	
tipo de cartucho fusible	
<ul style="list-style-type: none"> • para protección contra cortocircuitos del circuito principal con tipo de coordinación 1 necesario 	gG, ED A (690 V, 50 kA)
<ul style="list-style-type: none"> • para protección contra cortocircuitos del bloque de contactos auxiliares necesario 	gG, 10 A (500 V, 1 kA)
Instalación: fijación, dimensiones	
posición de montaje	con plano de montaje vertical, gradable +1-150°, con plano de montaje vertical, inclinable +1-22,5° hacia delante y atrás
tipo de fijación	fijación por tornillo y abroche a perfil DIN de 35 mm según DIN EN 60722
altura	135 mm
anchura	45 mm
profundidad	165 mm
distancia que debe respetarse	
<ul style="list-style-type: none"> • para montaje en serie hacia un lado 	10 mm
<ul style="list-style-type: none"> • a piezas puestas a tierra hacia un lado 	10 mm
Dimensiones: bornes	
tipo de conexión eléctrica	
<ul style="list-style-type: none"> • para circuito principal 	conexión por tornillo
<ul style="list-style-type: none"> • para circuito auxiliar y circuito de mando 	conexión por tornillo
<ul style="list-style-type: none"> • en contactor para contactos auxiliares 	Bornes de tornillo
<ul style="list-style-type: none"> • de la bobina 	Bornes de tornillo
tipo de secciones de conductor conectables	
<ul style="list-style-type: none"> • para contactos principales <ul style="list-style-type: none"> — monofilar 	2x (1 ... 2,5 mm ²), 2x (2,5 ... 10 mm ²)
<ul style="list-style-type: none"> — multifilar 	2x (1 ... 2,5 mm ²), 2x (2,5 ... 10 mm ²)
<ul style="list-style-type: none"> — monofilar o multifilar 	2x (1 ... 2,5 mm ²), 2x (2,5 ... 10 mm ²)
<ul style="list-style-type: none"> — alma flexible con preparación de los extremos de cable 	2x (1 ... 2,5 mm ²), 2x (2,5 ... 6 mm ²), 1x 10 mm ²
<ul style="list-style-type: none"> • con cables AWG para contactos principales 	2x (16 ... 12), 2x (14 ... 8)
tipo de secciones de conductor conectables	
<ul style="list-style-type: none"> • para contactos auxiliares <ul style="list-style-type: none"> — monofilar 	2x (0,5 ... 1,5 mm ²), 2x (0,75 ... 2,5 mm ²), 2x 4 mm ²

<ul style="list-style-type: none"> — monofilar o multifilar — aïma flexible con preparaci3n de los extremos de cable • con cables AWG para contactos auxiliares 	2x (0,5 ... 1,5 mm ²), 2x (0,75 ... 2,5 mm ²), 2x 4 mm ² 2x (0,5 ... 1,5 mm ²), 2x (0,75 ... 2,5 mm ²)		
tipo de secciones mïnimas conectables para contactos principales con AC-6b <ul style="list-style-type: none"> • con 40 °C • con 60 °C 	1x 10 mm ² 2x 10 mm ²		
calibre AWG como secci3n de conductor conectable codificada para contactos principales	16 ... 8		
Seguridad			
funci3n del producto <ul style="list-style-type: none"> • contacto espejo segùn IEC 60947-4-1 • apertura positiva segùn IEC 60947-5-1 	No No		
grado de protecci3n IP frontal segùn IEC 60529	IP20		
protecci3n contra contactos directos frontal segùn IEC 60529	a prueba de contacto directo con los dedos en caso de contacto vertical por la parte frontal		
Certificados/ Homologaciones			
General Product Approval	EMC		
 Confirmation    			
Declaration of Conformity	Test Certificates	Marine / Shipping	other
 UK Declaration of Conformity	Type Test Certificates/Test Report	 	Confirmation
other	Dangerous Good		
	Transport Information		

(siemens, 2022)

Anexos P
Pliego tarifario electro puno 2022



PLIEGOS TARIFARIOS PARA CLIENTES FINALES CON VIGENCIA DESDE EL 04 DE JUNIO DE 2022

Fecha de Publicación : 03 DE JUNIO DE 2022
Calculado de acuerdo a Cargos ajustados del MCTER - Osinergmin

RESOLUCIÓN TARIFARIA DE GERENCIA COMERCIAL N° 009-2022-ELPU/GC		PUNO	JULIACA	AZANGARO	ANTAUTA	AYAVIRI	PUNO BAJA DENSIDAD	AZANGARO RURAL	SAN GABAN	ANAPIA	JULIACA RURAL	ILAVE - POMATA	SER PUNO - ILAVE	SER JULIACA	SER AZANGARO	SER AYAVIRI	SER SAN GABAN	SER AMANTANI (*)	
INCLUYE FOSE - INCLUYE MCTER - NO INCLUYE I.G.V.		Unidad	U	U	M	M	M	M	M	M	M	M	SER	SER	SER	SER	SER	SER AISLADO	
TARIFAS PARA SUMINISTRO EN MEDIA TENSIÓN																			
MT2 :	MEDICION DOBLE DE ENERGIA ACTIVA Y POTENCIA ACTIVA	2E 2P																	
	Cargo fijo mensual	S./cliente	15.06	15.06	15.06	15.06	15.06	15.06	15.06	15.06	15.06	15.06	15.06	15.06	15.06	15.06	15.06	15.06	14.36
	Cargo por energia activa en horas de punta	Cnt.S./AWh	33.26	33.28	33.10	33.10	33.27	33.26	33.10	31.94	33.26	33.28	33.26	33.28	33.10	33.27	33.10	33.27	19.88
	Cargo por energia activa en horas fuera de punta	Cnt.S./AWh	27.68	27.70	27.58	27.58	27.76	27.68	27.58	26.68	27.68	27.70	27.68	27.68	27.70	27.58	27.76	27.68	19.88
	Cargo por potencia activa de generacion en horas de punta	S./AW-mes	63.67	63.67	63.67	63.67	63.67	63.67	63.67	63.67	63.67	63.67	63.67	63.67	63.67	63.67	63.67	63.67	30.13
	Cargo por potencia activa de distribucion en horas de punta	S./AW-mes	28.25	28.25	28.25	28.25	28.25	28.25	28.25	28.25	28.25	28.25	28.25	28.25	28.25	28.25	28.25	28.25	26.93
	Cargo por exceso de potencia distribucion en horas fuera punta	S./AW-mes	32.06	32.06	32.06	32.06	32.06	32.06	32.06	32.06	32.06	32.06	32.06	32.06	32.06	32.06	32.06	32.06	30.56
	Cargo por energia reactiva	Cnt.S./AVARh	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.61	
MT3 :	MEDICION DOBLE DE ENERGIA ACTIVA Y SIMPLE DE POTENCIA ACTIVA	2E 1P																	
	Cargo fijo mensual	S./cliente	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	13.54
	Cargo por energia activa en horas de punta	Cnt.S./AWh	33.26	33.28	33.10	33.10	33.27	33.26	33.10	31.94	33.26	33.28	33.26	33.28	33.10	33.27	33.10	33.27	19.88
	Cargo por energia activa en horas fuera de punta	Cnt.S./AWh	27.68	27.70	27.58	27.58	27.76	27.68	27.58	26.68	27.68	27.70	27.68	27.68	27.70	27.58	27.76	27.68	19.88
	Cargo por potencia activa de generacion:																		
	Presente en punta	S./AW-mes	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	28.24
	Presente fuera de punta	S./AW-mes	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	18.29
	Cargo por potencia activa de distribucion:																		
	Presente en punta	S./AW-mes	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	30.04
	Presente fuera de punta	S./AW-mes	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	30.24
	Cargo por energia reactiva	Cnt.S./AVARh	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.61	
MT4 :	MEDICION SIMPLE DE ENERGIA Y POTENCIA ACTIVA	1E 1P																	
	Cargo fijo mensual	S./cliente	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	14.20	13.54
	Cargo por energia activa	Cnt.S./AWh	29.12	29.13	28.99	28.99	29.16	29.12	28.99	28.02	29.12	29.13	29.12	29.13	28.99	29.16	28.02	19.88	
	Cargo por potencia activa de generacion:																		
	Presente en punta	S./AW-mes	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	59.69	28.24
	Presente fuera de punta	S./AW-mes	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	38.66	18.29
	Cargo por potencia activa de distribucion:																		
	Presente en punta	S./AW-mes	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	31.51	30.04
	Presente fuera de punta	S./AW-mes	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72	30.24
	Cargo por energia reactiva	Cnt.S./AVARh	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.84	4.61	

PLIEGO	LOCALIDADES QUE COMPRENDE
PUNO	Puno Ciudad
JULIACA	Juliaca Ciudad
AZANGARO	Putina, Ananea, Sandia, Rinconada, Masiapo, etc
ANTAUTA	Antauta, Crucero
AYAVIRI	Ayarivi, Ocuvi, Lialli, Humachiri, Cupi, Macari, Orullo, Santa Rosa, etc
PUNO BAJA DENSIDAD	Laraqueri, Juncal, Paucarcollo, Hatuncolla, Buena Vista, etc

(Electro Puno, 2022)

Anexos Q

taza de interés promedio del sistema bancario

Tasas Activas Anuales de las Operaciones en Moneda Nacional Realizadas en los Últimos 30 Días Útiles Por Tipo de Crédito al 24/06/2022

	Moneda Nacional	Moneda Extranjera															
Tasa Anual (%)	BSWA	Comercio	CajaEito	Pichincha	BIF	Scottiabank	Citibank	Intecbank	Mibanco	GNB	Falabella	Santander	Ripley	AMN	ICBC	Bank of China	Promedio
Corporativos	6.40	6.64	6.63	7.97	6.75	6.45	-	7.17	-	5.91	-	6.56	-	-	7.09	s.l.	6.66
Descuentos	7.62	51.11	7.49	7.88	4.14	6.78	-	7.39	-	-	-	9.28	-	-	-	s.l.	7.71
Préstamos hasta 30 días	6.11	-	6.36	6.90	6.55	6.17	-	6.88	-	5.79	-	6.07	-	-	7.30	s.l.	6.32
Préstamos de 31 a 90 días	6.77	-	6.14	6.80	7.54	6.30	-	6.63	-	6.75	-	6.62	-	-	7.14	s.l.	6.51
Préstamos de 91 a 180 días	7.11	6.50	6.95	6.54	9.06	7.79	-	7.60	-	-	-	9.51	-	-	6.63	s.l.	7.27
Préstamos de 181 a 360 días	6.57	-	7.17	-	-	6.45	-	-	-	-	-	-	-	-	6.04	s.l.	6.63
Préstamos a más de 360 días	5.84	-	6.90	-	8.15	6.25	-	7.32	-	-	-	11.80	-	-	-	s.l.	6.55
Grandes Empresas	6.70	6.46	7.89	7.41	6.66	7.62	7.19	6.42	-	6.81	-	6.63	-	-	6.40	s.l.	6.19
Descuentos	10.62	6.24	6.33	6.61	7.00	7.62	-	9.16	-	11.71	-	9.79	-	-	-	s.l.	8.96
Préstamos hasta 30 días	7.63	-	9.21	6.75	10.28	7.26	6.63	12.40	-	7.00	-	10.53	-	-	-	s.l.	8.27
Préstamos de 31 a 90 días	7.64	6.25	7.54	7.82	6.41	6.23	7.42	7.66	-	6.97	-	6.13	-	-	-	s.l.	7.79
Préstamos de 91 a 180 días	6.56	6.00	7.76	7.95	10.90	7.86	7.79	6.33	-	7.49	-	9.56	-	-	6.40	s.l.	6.21
Préstamos de 181 a 360 días	7.84	-	7.47	6.70	6.53	9.13	-	7.60	-	-	-	13.00	-	-	-	s.l.	7.66
Préstamos a más de 360 días	6.56	-	7.77	5.88	9.09	7.52	-	6.32	-	9.45	-	6.09	-	-	-	s.l.	7.62
Medianas Empresas	11.53	9.03	11.67	6.37	11.96	11.24	7.15	12.95	16.23	10.79	-	9.36	-	-	-	s.l.	11.38
Descuentos	12.66	6.67	11.19	9.37	6.69	10.69	-	10.62	-	-	-	10.17	-	-	-	s.l.	10.92
Préstamos hasta 30 días	11.67	6.00	6.72	6.18	16.13	6.98	-	10.62	-	-	-	9.43	-	-	-	s.l.	9.71
Préstamos de 31 a 90 días	12.67	6.06	11.72	7.05	11.24	9.76	7.98	11.67	19.29	13.91	-	6.00	-	-	-	s.l.	10.66
Préstamos de 91 a 180 días	12.26	6.29	10.67	6.63	12.25	6.66	-	9.77	24.55	11.12	-	9.27	-	-	-	s.l.	11.67
Préstamos de 181 a 360 días	13.88	11.12	10.38	10.48	12.56	11.14	7.23	9.06	17.52	6.23	-	11.04	-	-	-	s.l.	11.81
Préstamos a más de 360 días	10.56	6.00	12.78	10.91	11.35	12.58	-	17.66	15.45	-	-	9.47	-	-	-	s.l.	11.84
Pequeñas Empresas	17.17	6.74	20.69	20.51	14.39	16.47	-	19.51	22.99	7.23	-	-	-	-	-	s.l.	20.99
Descuentos	16.75	-	17.09	11.75	12.36	12.46	-	16.12	-	-	-	-	-	-	-	s.l.	16.72
Préstamos hasta 30 días	19.65	-	13.61	-	-	10.90	-	-	53.22	-	-	-	-	-	-	s.l.	18.61
Préstamos de 31 a 90 días	19.39	-	13.11	22.07	14.76	13.30	-	16.40	35.40	-	-	-	-	-	-	s.l.	21.62
Préstamos de 91 a 180 días	16.68	6.74	12.13	20.57	14.28	10.22	-	6.32	34.44	7.23	-	-	-	-	-	s.l.	15.89
Préstamos de 181 a 360 días	18.61	-	16.99	21.88	14.90	16.70	-	27.50	27.92	-	-	-	-	-	-	s.l.	26.67
Préstamos a más de 360 días	16.99	-	20.64	20.46	-	16.77	-	26.31	21.94	-	-	-	-	-	-	s.l.	19.92
Microempresas	26.35	-	30.25	27.25	13.00	14.63	-	13.37	28.41	-	-	-	-	-	-	s.l.	30.40
Tarjetas de Crédito	34.46	-	27.59	40.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	s.l.	32.31
Descuentos	11.26	-	19.18	-	-	-	-	10.50	-	-	-	-	-	-	-	s.l.	16.90
Préstamos Recurrentes	16.40	-	-	-	-	-	-	16.50	44.07	-	-	-	-	-	-	s.l.	44.64

(Superintendencia de banca, 2022)

Anexos R

Software PowerWorld simulador gratis



Pruebe Simulator gratis



Hogar productos Servicios Soluciones Descargar y comprar Soporte en línea Formación y eventos
Compañía

Descarga de demostración del simulador

Instrucciones

1. Haga clic en el nombre de archivo a continuación para comenzar la descarga. Este archivo es un paquete de Microsoft Installer.
2. Cuando se le solicite, guarde el archivo en su disco duro.
3. Una vez que se complete la descarga, haga doble clic en el archivo en su disco duro. Comenzará un programa de instalación. Siga las instrucciones y el programa se instalará automáticamente.
4. Una vez que el programa de instalación haya finalizado, inicie el producto PowerWorld.

Haga clic en el nombre del archivo para descargar:

[pw22EduEvalSetup.msi](#) (41,8 MB)

Última actualización: 14 de julio de 2022

PowerWorld Simulator 22 Education/Evaluation Edition Recibidos x



noreply@powerworld.com
para mí ▾

Do not reply to this message, this is an automatically generated email.

Thank you for your interest in PowerWorld Simulator 22 Education/Evaluation Edition. Click [here](#) to be redirected to the download site.

If the above link does not work, please copy and paste the following into your browser:

<http://www.powerworld.com/download-purchase/demo-software/simulator-demo-download>

POWER WORLD:

Hemos usado la versión libre educacional de este software con limitación de 12 buses eléctricos. Esta versión de software es fácil de instalar y es amigable, este nos permitió simular nuestro banco de capacitores para corroborar nuestro dimensionamiento.

Anexos S

Capacidad de condensadores Epcos Siemens



Capacitors for Power Factor Correction

B32343 / B32344

PhiCap; Metallized Polypropylene Film Capacitor; 3-Phase

Preliminary data

Rated voltage 440 V

Type	Output kvar at 50 Hz	Output kvar at 60 Hz	Capacitance μF 3 x	d x h mm	Weight kg	Ordering code
MKP440-D-0.9	0.9	1.00	5.0	53 x 114	0.3	B32343C4011A040
MKP440-D-1.0	1.0	1.20	5.5	53 x 114	0.3	B32343C4012A040
MKP440-D-1.2	1.2	1.50	7.0	53 x 114	0.3	B32343C4011A540
MKP440-D-1.5	1.5	1.70	8.0	53 x 114	0.3	B32343C4012A540
MKP440-D-2.1	2.1	2.50	11.5	53 x 114	0.4	B32343C4021A540
MKP440-D-2.5	2.5	3.00	13.5	63.5 x 129	0.3	B32343C4022A540
MKP440-D-4.2	4.2	5.00	23.0	63.5 x 129	0.4	B32343C4051A040
MKP440-D-5.0	5.0	6.00	27.5	63.5 x 154	0.5	B32343C4052A040
MKP440-D-6.3	6.3	7.50	34.0	79.5 x 195	0.7	B32344C4071A540
MKP440-D-7.5	7.5	9.00	41.0	79.5 x 195	0.8	B32344C4072A540
MKP440-D-8.3	8.3	10.00	45.5	79.5 x 195	0.9	B32344C4101A040
MKP440-D-10	10.0	12.00	55.0	79.5 x 230	1.1	B32344C4102A040
MKP440-D-10.4	10.4	12.50	57.0	89.5 x 270	1.7	B32344C4121A540
MKP440-D-12.5	12.5	15.00	68.5	89.5 x 270	1.7	B32344C4151A040
MKP440-D-15.0	15.0	18.00	82.0	89.5 x 270	1.7	B32344C4152A040
MKP440-D-16.7	16.7	20.00	91.5	89.5 x 345	2.1	B32344C4201A040
MKP440-D-20.8	20.8	25.00	114.0	89.5 x 345	2.1	B32344C4251A040
MKP440-D-25.0	25.0	30.00	138.0	94 x 345	2.1	B32344C4252A040

(EPCOS, 2003)

Anexos T

Datos introducidos al software PowerWorld

The screenshot shows the PowerWorld Simulator 22 G90 interface. The 'Bus Power Flows' window is open, displaying a table of power flow data. The table has columns for BUS, MW, Mvar, MVA, and other parameters. The data is organized into several sections corresponding to different buses and their associated components.

Bus Flows										
BUS	1	ACOMETIDA_01	22.9	MW	Mvar	MVA	1.0000	0.00	1	1
GENERATOR	1		0.15	0.03R	0.2					
TO	2	ACOMETIDA_02	1	0.15	0.03	0.2	0			
BUS	2	ACOMETIDA_02	22.9	MW	Mvar	MVA	1.0000	-0.00	1	1
TO	1	ACOMETIDA_01	1	-0.15	-0.03	0.2	0			
TO	3	TABLERO BYPASS	1	0.12	0.01	0.1	81	1.0000TA	0.0	
TO	4	TABLERO_02	1	0.01	0.00	0.0	73	1.0000TA	0.0	
TO	5	TABLERO_03	1	0.02	0.01	0.0	11			
BUS	3	TABLERO BYPASS	0.4	MW	Mvar	MVA	1.0000	-0.00	1	1
SWITCHED SHUNT	1		0.00	0.06	0.1					
TO	2	ACOMETIDA_02	1	-0.12	-0.01	0.1	81	1.0000MT	0.0	
TO	4	TABLERO_01	1	0.12	0.07	0.1	0			
BUS	4	TABLERO_02	0.2	MW	Mvar	MVA	1.0000	-0.00	1	1
LOAD 1			0.00	0.00	0.0	DistGen	0.00	0.00	0.0	
LOAD 2			0.00	0.00	0.0	DistGen	0.00	0.00	0.0	
LOAD 3			0.00	0.00	0.0	DistGen	0.00	0.00	0.0	
TO	2	ACOMETIDA_02	1	-0.01	-0.00	0.0	73	1.0000MT	0.0	
BUS	5	TABLERO_03	0.4	MW	Mvar	MVA	1.0000	-0.00	1	1
LOAD 1			0.02	0.01	0.0	DistGen	0.00	0.00	0.0	
LOAD 2			0.01	0.00	0.0	DistGen	0.00	0.00	0.0	
TO	2	ACOMETIDA_02	1	-0.02	-0.01	0.0	11			

Simulator 22 G90

File Case Information Draw Onlines Tools Options Add Dns Window

Run Mode Model Explorer Dependency Explorer Area/Zone Filters Limit Monitoring Case Information Network - Aggregation - Solution Details - Difference Case - Data Check Simulator Options Case Description Case Summary Custom Case Info Case Data Power Flow List Quick Power Flow List AUX Export Format Desc Bus View Substation View Oneline Viewer Views Data View Open Windows -

Bus Power Flows

Records - Set - Columns - Options -

Bus Flows

BUS	2	ACOMETIDA_02	22.9	MW	Mvar	MVA	%	1.0000	-0.00	1	1
TO	1	ACOMETIDA_01	1	-0.15	-0.03	0.2	0				
TO	3	TABLERO BYPASS	1	0.12	0.01	0.1	81	1.0000TA	0.0		
TO	4	TABLERO_02	1	0.01	0.00	0.0	73	1.0000TA	0.0		
TO	5	TABLERO_03	1	0.02	0.01	0.0	11				
BUS	3	TABLERO BYPASS	0.4	MW	Mvar	MVA	%	1.0000	-0.00	1	1
SWITCHED SHUNT	1			0.00	0.06	0.1					
TO	2	ACOMETIDA_02	1	-0.12	-0.01	0.1	81	1.0000NT	0.0		
TO	6	TABLERO_01	1	0.12	0.07	0.1	0				
BUS	4	TABLERO_02	0.2	MW	Mvar	MVA	%	1.0000	-0.00	1	1
LOAD 1				0.00	0.00	0.0	DistGen	0.00	0.00	0.0	
LOAD 2				0.00	0.00	0.0	DistGen	0.00	0.00	0.0	
LOAD 3				0.00	0.00	0.0	DistGen	0.00	0.00	0.0	
TO	2	ACOMETIDA_02	1	-0.01	-0.00	0.0	73	1.0000NT	0.0		
BUS	5	TABLERO_03	0.4	MW	Mvar	MVA	%	1.0000	-0.00	1	1
LOAD 1				0.02	0.01	0.0	DistGen	0.00	0.00	0.0	
LOAD 2				0.01	0.00	0.0	DistGen	0.00	0.00	0.0	
TO	2	ACOMETIDA_02	1	-0.02	-0.01	0.0	11				
BUS	6	TABLERO_01	0.4	MW	Mvar	MVA	%	1.0000	-0.00	1	1
LOAD 1				0.00	0.00	0.0	DistGen	0.00	0.00	0.0	
LOAD 2				0.04	0.03	0.1	DistGen	0.00	0.00	0.0	
LOAD 3				0.05	0.03	0.1	DistGen	0.00	0.00	0.0	
LOAD 4				0.02	0.02	0.0	DistGen	0.00	0.00	0.0	
TO	3	TABLERO BYPASS	1	-0.12	-0.07	0.1	0				

(software, 2022)