



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**“DISEÑO DE COMPENSACIÓN AUTOMATIZADA DE ENERGÍA
REACTIVA PARA DISMINUIR EL CONSUMO ELÉCTRICO EN LA
PLANTA LADRILLERA HATUN SOL CHICLAYO 2017”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO
ELECTRICISTA**

AUTOR:

COLVAQUI LOBATO JAIRO

ASESOR:

ING. CELADA PADILLA, JAMES SKINNER

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN

PERÚ- 2017

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Cesar Alejo Colvaqui Ortiz y Aurora Lobato Chetilán Por su apoyo incondicional que me brindan y por estar siempre orientándome Para seguir adelante. Agradecerles Por haberme dado los principios de la educación, un hogar donde crecer, equivocarme y donde adquirí los valores que hoy defienden mi vida, por el impulso que me brindaron en

A MIS HERMANOS(AS)

En primer lugar agradecerle a mi hermano Gilder Colvaqui Lobato por el apoyo que me brindó para culminar mi carrera profesional y también a todos mis hermanos(as) que siempre están presentes.

JAIRO

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Por Iluminarme y darme sabiduría y darme un día más de vida y poder ayudarme a tomar decisiones importantes, gracias a su ayuda divina he podido culminar mi carrera y siempre lo agradeceré

A LA INSTITUCIÓN

Expreso mi mayor gratitud a:

La plana docente por la oportuna transferencia de conocimientos, su paciencia y su siempre dispuesta colaboración, por brindarme las puertas y formar parte de ello. La escuela de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y a todos quienes conforman por habernos formado íntegramente, ellos quienes buscando siempre el bienestar del estudiante, nos brindaron su apoyo y guiaron para lograr la culminación de una más de las lejanas de nuestra vida. Y como también por el apoyo en la realización de la tesis.

JAIRO

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presentamos ante ustedes la Tesis titulada **“DISEÑO DE COMPENSACIÓN AUTOMATIZADA DE ENERGÍA REACTIVA PARA DISMINUIR EL CONSUMO ELÉCTRICO EN LA PLANTA LADRILLERA HATUN SOL CHICLAYO 2017”**, la misma que sometemos a vuestra consideración y esperamos que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico y Electricista.

INDICE

PAGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
INDICE	vii
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad Problemática.....	13
1.2. Trabajos Previos.	17
1.3. Teorías relacionadas al Tema.	21
1.3.1. Circuitos de Control	21
1.3.2. Circuitos de potencia	21
1.3.3. Parámetro de operación.....	21
1.3.4. Energía reactiva	22
1.3.5. Consecuencia del Factor de Potencia menor a la unidad	22
1.3.6. Ventajas de la Compensación de Energía Reactiva.....	22
1.3.7. Como mejorar el Factor de Potencia	23
1.3.8. Tipos de compensación de energía reactiva	23
1.3.8.1 Compensación global.....	23
1.3.8.2 Compensación por Grupos	24
1.3.8.3 Compensación individual.....	25
1.3.9. Transformadores de corriente para medida.....	26
1.3.10. ¿Qué aportan los transformadores de medida?	27
1.3.11. Voltaje	27
1.3.12. Corriente eléctrica	28
1.3.13. Resistencia eléctrica	28
1.3.14. Ley de Ohm.....	29
1.3.15. Energía y potencia	31
1.3.16. La Unidad de energía kilowatt-hora (kW.h).....	31
1.3.17. Ley de Watt	32
1.3.18. Combinaciones de la ley de Ohm y Watt.	32

1.3.19.	Circuitos De Corriente Alterna	33
1.3.19.1	Circuito resistivo puro.....	33
1.3.19.2	Circuito inductivo puro	34
1.3.19.3	Circuito capacitivo puro.....	34
1.3.20.	Potencia activa o útil	35
1.3.21.	Potencia reactiva	35
1.3.22.	Potencia aparente	35
1.3.23.	Factor de potencia.....	35
1.3.24.	Desfasaje o $\cos \varphi$	35
1.3.25.	Energía eléctrica	36
1.3.26.	Disminuir el consumo eléctrico.....	36
1.3.27.	Potencia instalada	37
1.3.28.	Potencia contratada	37
1.3.29.	Sector eléctrico.....	37
1.3.30.	Formación de precios de energía y potencia	38
1.3.31.	Evaluar tarifa del suministro eléctrico	39
1.3.31.1.	Introducción.....	39
1.3.31.2.	Consideraciones preliminares	39
1.3.31.3.	Tarifa MT2.....	41
1.3.31.4.	Tarifa MT3.....	43
1.3.31.5.	Tarifa MT4.....	45
1.3.32.	Máxima demanda Mensual	47
1.3.33.	Calidad de energía eléctrica.....	48
1.3.34.	Tipos de perturbaciones	48
1.3.35.	Distorsión	49
1.3.36.	Parpadeo ó (Flicker).....	49
1.3.37.	Indicador de Rentabilidad de proyectos (VAN Y TIR).....	49
1.4.	Formulación del Problema	50
1.5.	Justificación del Estudio	50
1.6.	Hipótesis.....	52
1.7.	Objetivos.	52
II.	METODO.....	54
2.1.	Diseño de Investigación.....	54
2.2.	Variables, operacionalización.....	54

2.3.	Población y muestra	56
2.4.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos, validéz y confiabilidad	56
2.5.	Validez y confiabilidad	57
2.6.	Métodos de análisis de datos	57
2.7.	Aspectos éticos.....	57
III.	RESULTADOS	58
3.1	Evaluar el comportamiento del consumo eléctrico de la planta.....	58
3.1.1.	Monitoreo de parámetro eléctricos	59
3.1.2.	Característica técnica de operación del sistema eléctrico	60
3.1.3.	Fuente de suministro de energía	60
3.1.4.	Características de la unidad de transformación.....	61
3.1.5.	Consumo eléctrico en la planta Hatun sol	61
3.1.5.1.	Energía activa	63
3.1.5.2.	Energía activa hora punta y fuera punta	63
3.1.5.3.	Energía Activa total y Reactiva.....	64
3.1.5.4.	Potencia hora punta y fuera punta	65
3.1.5.5.	Potencia Activa (kW) y Reactiva (kVAR)	65
3.1.5.6.	Evaluar la Facturación de energía reactiva en la empresa Hatun sol.....	66
3.1.5.7.	Facturación mensual por excedente en Energía Reactiva.....	67
3.1.5.8.	Energía Reactiva (%)	68
3.1.6.	Simulación de Plan Tarifario.	68
3.1.6.1.	Opción tarifaria MT2.....	69
3.1.6.2.	Opción tarifaria MT3.....	75
3.1.6.3.	Opción tarifaria MT4.....	79
3.1.7.	Resultados de la simulación de opciones tarifarias	83
3.2	Determinar los parámetros eléctricos y mecánicos para seleccionar	84
3.2.1.	Calculo de la potencia Inicial (kVA), antes de la Compensación	84
3.2.2.	Cálculo de la intensidad de corriente nominal antes de la Compensación	84
3.2.3.	Determinar la potencia reactiva necesaria	85
3.2.3.1	Cálculo de la potencia aparente a un factor de potencia.....	85
3.2.3.2	cálculo de potencia reactiva con el factor de potencia requerido..	86
3.2.3.3	cálculo de la capacidad del banco de condensadores (Cb).....	86
3.2.3.4	cálculo de la corriente nominal después de la compensación	86
3.2.3.5	cálculo de la corriente nominal del banco de condensadores	86

3.2.4.	Resultados de la compensación antes y después	87
3.2.5.	Seleccionar los componentes para la compensación automatizada	90
3.2.5.1	Condensadores	90
3.2.5.2	Contactores	91
3.2.5.3	Protecciones para cada escalón (condensadores)	92
3.2.5.4	Conductor de alimentación para cada escalón	93
3.2.5.5	Barras de Cobre para distribución en tablero	94
3.2.5.6	Interruptor General Regulable	95
3.2.5.7	Conductor principal	95
3.2.5.8	Transformador de corriente para medición (Regulador de energía reactiva) ..	96
3.2.5.9	Transformador de corriente para equipo(Medidor de Energía)	98
3.2.5.10	Sistema de ventilación	99
3.3	Realizar programación de equipos , planos eléctricos y mecánicos	101
3.3.1.	Programación Equipo regulador de energía reactiva NR6	101
3.3.2.	Programación del medidor de energía	105
3.4.	Realizar un análisis económico del diseño	121
IV.	DISCUSIÓN	125
V.	CONCLUSIONES	127
VI.	RECOMENDACIONES	129
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	130
VIII.	ANEXOS	134

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el sistema eléctrico de la empresa ladrillera Hatun sol - Chiclayo, donde se ha tenido que evaluar el comportamiento del consumo eléctrico según sus instalaciones de planta de proceso.

Esto permitió encontrar oportunidades de mejora, en donde para disminuir los consumos de energía, como objetivo principal de la presente tesis es Diseñar la compensación automatizada de Energía Reactiva para disminuir el consumo Eléctrico, esto consiste en mejorar el factor de potencia, obteniendo disminuir las pérdidas que producen los motores, conductores, y también la reducción de los costos facturados por consumo de energía reactiva que se registran en los recibos emitidos por la empresa distribuidora ENSA. Para cumplir con este objetivo es necesario calcular, la capacidad del banco de condensadores con el fin de compensar variando el factor de potencia, el cual se logra en base a parámetros como son la máxima demanda en kW y kVAR, tomando como valor el $\cos\phi$ inicial o factor de potencia (0,88) para luego obtener un final de (0,97).

El banco de condensadores se diseñó en el lado de baja del transformador para compensar aguas hacia bajo, el banco tiene un diseño con un sistema de compensación automatizada, por medio de un equipo regulador de energía reactiva, esto quiere decir que su forma de funcionamiento es compensar de acuerdo al ingreso de la carga o viceversa. Finalmente se realizó la evaluación económica con los indicadores el VAN y TIR.

Palabras claves: Automatizada, Factor de potencia, Consumo eléctrico

ABSTRACT

The present research work was developed in the electrical system of the Hatun sol - Chiclayo brickworks company, where it has been necessary to evaluate the behavior of the electric consumption according to its facilities of the process plant.

This allowed finding opportunities for improvement, where to reduce energy consumption, the main objective of this thesis is to design the automated compensation of reactive energy to reduce electrical consumption, this is to improve the power factor, obtaining lower losses that produce the motors, drivers, and also the reduction of the costs billed for reactive energy consumption that are recorded in the receipts issued by the distribution company ENSA. To meet this objective it is necessary to calculate the capacity of the capacitor bank in order to compensate by varying the power factor, which is achieved based on parameters such as the maximum demand in kW and kVAR, taking as value the initial $\cos\phi$ or power factor (0.88) to then obtain an end of (0.97).

The capacitor bank was designed on the low side of the transformer to compensate for water down, the bank has a design with an automated compensation system, by means of a reactive energy regulating equipment, this means that its way of functioning is compensate according to the income of the load or vice versa. Finally, the economic evaluation was carried out with the VAN and IRR indicators.

Keywords: Automated, Power factor, Electric consumptio

I. INTRODUCCIÓN.

1.1. Realidad Problemática.

Internacional

Cuba

Hoy en día la energía eléctrica es de mucha importancia para la calidad de vida moderna, que sostiene las actividades humanas y en mayor parte para realizar procesos en plantas industriales y otros. Se conceptualiza que en los países desarrollados el consumo de energía eléctrica está permaneciendo constante por utilización de equipos con tecnología y por ser más eficientes para disminuir el consumo eléctrico, pero en países que están en procesos de desarrollo el consumo de energía cada día sigue incrementando. En mayor parte de las cargas de un sistema eléctrico industrial como son, líneas, transformadores y motores son de naturaleza inductivo, por lo tanto, estos funcionan con un factor de potencia menor a 0.9, conllevando esto a obtener pérdidas de energía eléctrica y también un incremento de las facturaciones por mayor consumo de energía eléctrica. Pero nosotros podemos cambiarlo el relato. Mediante los avances tecnológicos y estudios para disminuir el consumo eléctrico. **(Gonzales, 2002, p. 6).**

México

Actualmente las plantas Industriales por tener cargas inductivas en sus instalaciones Eléctricas como son: cables subterráneos, cables externos, transformadores, motores eléctricos y equipos fluorescentes lo cual generan pérdidas de Energía. Por lo tanto este problema afecta directamente a los equipos, ya que existe un mayor consumo de corriente, presentando un aumento de las pérdidas en conductores, sobrecarga de transformadores, generadores, alimentadores, circuitos derivados e incremento en las caídas de tensión; También representa un problema Económico para las Empresas, porque generan un incremento en la Facturación Eléctrica por mayor Consumo de corriente y Potencia Eléctrica, esto evita a disminuir Consumo Eléctrico. **(Ramírez, 2013, p. 10).**

El Salvador

Con el pasar de los años en nuestro País y el mundo entero la electricidad se ha convertido una necesidad para poder desarrollarse. Hoy en día la electricidad es utilizada en mayor medida por equipos de iluminación, refrigeración, aires acondicionados, edificaciones y en la Industria que se utiliza principalmente en motores eléctricos. No siempre es utilizar la Energía, también es concientizar para reducir el Consumo Eléctrico, utilizando equipos más eficientes y realizando una metodología de estudio de variaciones de pérdidas en el Sistema Eléctrico desde los alimentadores hasta circuitos derivados y todas las cargas que generan consumo de energía. De esta manera se presentaran alternativas favorables para poder Optimizar El Consumo Eléctrico, y evitar multas y a la vez hacer más eficientes los sistemas. También disminuir Consumo Eléctrico se verá reflejado en un ingreso Económico. **(Grande y Guevara, 2012, p. 21).**

Nacional

Nuevo Chimbote

En un sistema eléctrico Industrial cuando existe un factor de potencia de 0.75 quiere decir que existen pérdidas de Energía, generadas por cargas inductivas que existen en líneas, transformadores, motores, alimentadores. Por lo tanto estas cargas inductivas para su funcionamiento presentan una reducción de la capacidad, un aumento de pérdidas y caída de tensión. En la actualidad las Empresas Industriales por tener estos tipos de problemas, se han visto la necesidad de disminuir estas pérdidas de Energía mejorando el factor de potencia a 0.98 para disminuir el Consumo Eléctrico y la vez reducir la facturación mensual. El mayor Consumo de Energía Eléctrica conllevan a un gasto fijo mensual y anual, lo cual no puede dejarse de lado debido a la importancia del uso de la Energía en la Empresa, y la necesidad de aplicar Tecnologías Eficientes en el uso de la Energía Eléctrica. **(Calderón y Medina, 2015, p. 2).**

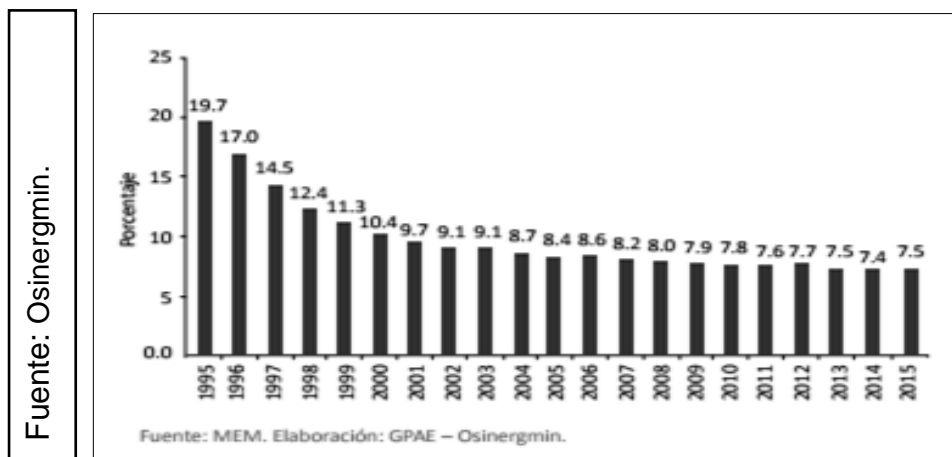
Lima

Actualmente, Existe preocupación no solo en Plantas Industriales también en el mundo de promover el uso Eficiente de La Energía. Esta preocupación se desencadena a raíz de la necesidad de disminuir la contaminación Ambiental ocasionada por el uso inadecuado de la Energía. Frente a esta realidad, es imprescindible desarrollar Tecnologías y Automatizaciones para disminuir el Consumo Eléctrico, para alcanzar un óptimo desarrollo en el sector Industrial, en sus Instalaciones eléctricas no cuentan con un control de Energía, muestra de ello son motores eléctricos en su mayor parte. Por la razón que estas emiten cargas inductivas generando pérdidas de energía, que en algunas Empresas no son tomadas en cuenta. **(Del Milagro, 2010, p. 12).**

Lima

Hoy muchas Empresas están en crisis Energéticas por el motivo que no están aplicando automatizaciones y uso de equipos más eficientes con la finalidad de Disminuir el Consumo Eléctrico. En la Industria se está haciendo grandes esfuerzos en las últimas décadas por disminuir sus costes de Energía, a través de las compensaciones automatizadas de energía reactiva. **(Rodríguez, 1993, p. 15).**

Figura 1



Evolución de las pérdidas en distribución

Local

Chiclayo

La Empresa HATUN SOL S.A.C está ubicado en la carretera San José Km 5.5 Lambayeque ,es una Empresa de Sociedad Anónima Cerrada que se dedica a la fabricación producto cerámica refractaria y ladrillos refractarios, actualmente la sección de preparación de ladrillos cuenta con una cantidad de 35 motores de varias potencias que abarcan desde 0,5 Hp hasta 200 Hp y trabaja con una tensión de 440 voltios ,estos motores trabajan con un arranque directo y los motores de mayor potencia trabajan con un arranque en estrella Triangulo ,el problema que se suscita en la actualidad es que se está pagando energía reactiva un aproximado de 405,41 soles al mes y con una producción menor, razón por el cual disminuye el ingreso económico ,al haber mayor producción se estima que el pago de energía reactiva sería de 1 076, 27 soles por mes, además con este problema ya hay bastante inconvenientes y ocasionan paradas imprevistas ,por el motivo que los cables que alimentan a los motores están recalentando y en unos casos ya han originado cortocircuitos.

Con el diseño de compensación automatizada de energía reactiva se va a lograr la reducción de pago en la facturación eléctrica y se va a trabajar con una buena calidad de Energía.

Observación De Energía Reactiva en Empresa Hatun Sol S.A.C.

La Empresa Hatun Sol cuenta con un plan tarifario MT3 por ser cliente en media tensión , según recibo de Energía en Electronorte está registrada como Cerámicos Sol del Norte y según Facturación del mes de Marzo registran una Energía Activa total de 55 767,91kW.h y tiene un Consumo de Energía Reactiva de 26 314,65,esto quiere decir que con este Consumo las Compañías Eléctricas cobran penalización ya que se exceden del 30 % y el restante lo cobran ya lo que excede es de 9 584,28kVAR.h multiplicado por el precio de kVAR.h que es de 0,0422 y en este mes tienen que pagar 404,41 soles demás .

Esta cantidad todavía es poco lo que pagan los señores, conforme a su incremento de su proceso el pago por energía reactiva es mucho mayor.

Con la “Propuesta de Compensación Automatizada de Energía Reactiva Para disminuir el Consumo Eléctrico en la Planta Ladrillera Hatun Sol Chiclayo 2017” se soluciona todo los problemas ya que se va a trabajar con una buena Calidad De Energía.

1.2. Trabajos Previos.

Internacional

México

Gomes (2009, p. 87), en su Tesis de Investigación Titulada “Compensación de Potencia Reactiva”. Cuyo objetivo es elaborar un método que permita agrupar capacitores para realizar una Compensación de Energía Reactiva con aplicación a plantas Industriales. Obteniendo con ello incrementar la capacidad del sistema, con la finalidad de reducir perdidas por efecto joule en las líneas, circuitos derivados o alimentadores y corregir el factor de potencia a un valor permisible. Por otra parte también se evaluará los beneficios económicos que se obtendrá. Asimismo da por conclusión que es viable indicar que en un Sistema Eléctrico no compensado generan aumentos de hasta un 20% de su facturación por Consumo de Energía Eléctrica. También se puede obtener como resultados que los bancos de condensadores reducen la pérdida por efecto joule hasta un 42.42% y la corriente se disminuye hasta un 27.6% en el alimentador. Donde al pasar un factor de potencia de 0.7 a 0.97.

Ecuador

Lluminquina (2012, p. 17), en su Tesis Titulada “Diseño de un Banco De Capacitores para la Corrección del Factor de Potencia de La Empresa Banchisfood S.A”. Cuyo Objetivo general es diseñar un banco de capacitores para la corrección del factor de potencia. Asimismo, Concluye que al realizar la compensación de Energía Reactiva se aumenta el factor de potencia. Describe que, un promedio actual en su empresa obtiene un

factor de potencia de 0.84 por lo tanto con este valor se lograba solo aumentar carga al transformador de un 25.23%, su objeto de estudio era lograr tener un factor de potencia de 0.98, que como resultados se obtuvo la disponibilidad de incrementar la capacidad de carga al transformador a un 35.93%, es decir que al 100% de la capacidad del transformador se está utilizando a un 64.07% de su capacidad. También recomienda que para estos tipo de proyectos la inversión realizada se recupera en corto tiempo, tan solo por estos ahorros se evitara el incremento de facturación eléctrica por la empresa suministradora. Como mejoría de aumentar carga al transformador, se recomienda aprovechar toda la capacidad implementando nuevas áreas de producción, porque un buen diseño existen ventajas demostrativas tanto técnicas como económicas para las empresas.

Ecuador

Santacruz (2010, p. 7), en su tesis titulada “Estudio Energético Para decretar los correctivos a las perturbaciones Eléctricas en Las Instalaciones de la Planta de producción Textil San Miguel De Empresas PINTO S.A dentro del área de Concesión de la Empresa Regional Norte S.A. Cuyo objetivo general es proceder un estudio energético, para reseñar las perturbaciones energéticas que existe en una red, y proyectar una solución más adecuada, para obtener una buena alimentación y tener un correcto funcionamiento de las máquinas de producción. Finalmente recomienda que cualquier requerimiento que sea adquirido por la fábrica ya sea lámparas, motores y transformadores deben ser equipos de muy buena calidad para ser eficientes (ahorradores de energía), si bien es cierto tiene un costo elevado, pero en su costo de operación es menor que los equipos tradicionales, para obtener así así un ahorro energético en la fábrica. También es muy necesario realizar una compensación de energía reactiva diseñando un banco de condensadores.

Nacional

Juliaca

Padilla (2015, p. 77), en su tesis titulada “Cálculo y Localización Óptima de Condensadores del Sistema Eléctrico de una Planta de Cal”. Cuyo objetivo general es determinar el cálculo óptimo de banco de condensadores para obtener el factor de potencia a 0.99. Así mismo, concluye que los resultados obtenidos con un factor de potencia mayores a 0.96, el pago por potencia reactiva será s/. 0.00, la compensación de energía reactiva con instalación global y control automático es el más eficiente y económicamente factible para Disminuir Energía Eléctrica , toda máquina eléctrica consume gran cantidad de potencia reactiva para producir campos magnéticos, todas las empresas industriales están obligados a mantener el factor de potencia por encima de 0.96 o que no supere el 30% del consumo de energía reactiva, teniendo una factor de potencia mayor a 0.96 obtendremos menores perdidas en el sistema por efecto joule, se obtendrá mejor regulación de tensión, liberación de capacidad en el sistema y finalmente recomienda que los condensadores deben ser instalados según cálculo realizado para tener un control racional de la energía eléctrica.

Cajamarca

Pachamango y Villanueva (2015, p. 6), en su tesis titulada “Evaluación Energética del proceso de elaboración de concreto premezclado para reducir costos de producción en la Empresa Cemento Pacasmayo S.R.L”. Cuyo objetivo general es investigar y justipreciar la realidad Energética en el proceso de preparación de concreto premezclado para reducir los costos de producción de la Empresa Cementos Pacasmayo S.R.L. – Sede Cajamarca en un 20%. Así mismo, concluye que se analizó y evaluó la situación energética del proceso de preparación de concreto premezclado de la Empresa Cemento Pacasmayo S.R.L. Donde se pudo obtener propuestas de Ahorro Energético, lo cual permite una reducción de costos de producción en un 23.25% a las oportunidades de ahorro energético eléctrico. Cabe mencionar que este porcentaje puede tener variaciones en

función a la operación de los equipos, tiempo de vida útil, factor de carga y la demanda mensual. Se identificó que los parámetros que intervienen en el costo de producción son: el tipo de tarifa, la energía reactiva, factor de potencia y la eficiencia en motores eléctricos.

Trujillo

Sinche y Urbina (2011, p. 8), en su tesis titulada “Diseño y Propuesta de un método de Gestión para incrementar la Eficiencia Eléctrica en la Empresa Avícola Yugoslavia S.A.C”. Cuyo objetivo general es diseñar y proponer un método de gestión para incrementar la eficiencia eléctrica en la Empresa Avícola Yugoslavia S.A.C. Así mismo, concluye que durante el estudio realizado se obtuvo un mayor conocimiento con respecto al ahorro energético con aplicaciones a plantas industriales y el mejoramiento de la administración del consumo eléctrico. Y finalmente recomienda que para obtener un plan más próximo de ahorro de energía es concientizar al personal que trabaja en la empresa, que importante es el ahorro de energía y que importante es proteger el medio ambiente, evitando contaminaciones por CO₂ por no ser eficientes con el ahorro energético. Aunque también ya existen métodos técnicos y tecnológicos para mejorar la eficiencia eléctrica, dentro de ello tenemos un ahorro energético mediante una compensación de energía reactiva el cual es de mayor aplicación porque brinda mayores resultados en un corto tiempo.

Local

Mocupe

Ubillus y Perez (2010, p. 10), En su tesis titulada “Diseño de un Banco de Condensadores con Regulación Automática de 750kVAR de Potencia en la Procesadora Cerro Prieto, Distrito de Mocupe, Departamento de Lambayeque”. Cuyo objetivo general es Diseño de un banco de condensadores de 750 kVAR de potencia en la Procesadora Cerro Prieto ubicado en el Distrito de Mocupe, departamento de Lambayeque 2010, es mejorar el factor de potencia, obteniendo la disminución de pérdidas que se produce en el conductor y la reducción de costos facturados por el

consumo de energía reactiva que aparece en los recibos dados por la empresas distribuidoras. Así mismo, concluye que se calculó la capacidad del banco de condensadores variando así el factor de potencia, el cual se logra en base a parámetros como son el estudio de la máxima demanda y tomando como referencia el factor de potencia que está dado por las placas características de los motores eléctricos que es 0.8. Una vez obtenido estos datos, a través de una metodología adecuada, se determina la capacidad del banco de condensadores con el cual se llegara a corregir el factor de potencia que se está utilizando en la procesadora.

1.3. Teorías relacionadas al Tema.

1.3.1. Circuitos de Control

“Un sistema de control se puede considerar como una caja negra que sirve para controlar la salida o secuencia de valores utilizando la lógica cableada del automatismo. Un circuito de control se maneja regularmente bajos niveles de corrientes y voltajes” (Bolton, 2002, p. 8).

1.3.2. Circuitos de potencia

“Los circuitos de potencia son aquellos elementos que se caracterizan por manejar altos niveles de corrientes y voltajes, sobre todo corrientes, son los encargados de ejecutar las órdenes dictaminadas por el circuito de mando” (Bolton, 2002, p. 13).

1.3.3. Parámetro de operación

“Antes de la puesta en servicio del banco de condensadores debe ajustarse el regulador de energía reactiva el parámetro del C/K, Cuya función de este parámetro es interpretar la capacidad del primer escalón base para poder ajustar su potencia a la potencia solicitada, en función al $\cos\phi$ deseado, cuando este tenga un valor igual o múltiplo del escalón base” (Schneider, 2010, p. 350).

$$C/K = \frac{Q_{1st}}{\frac{I_1}{5A} \times U_{LL} \times \sqrt{3}}$$

Donde Q_{1st} : Tamaño del primer escalón en kVAR

U_{LL} : Tension fase-fase volt

$\frac{I_1}{5A}$: Relación de transformación de medida

1.3.4. Energía reactiva

“En mayor cantidad se muestra en motores y transformadores los cuales necesitan para su funcionamiento 2 tipos de energía que son; Energía activa y la energía reactiva. La energía activa es la que se transforma íntegramente en trabajo o en calor y se mide en kW.h” (ABB, 2012, p. 4).

La energía reactiva aparece en toda máquina o equipo que tiene alambres enrollados donde forman bobinas, esto quiere decir que estas máquinas para su funcionamiento por naturaleza necesitan una parte de energía para crear campos magnéticos en las bobinas. Su unidad de medida es el kVAR.h. (Schneider, 2010, p. 334).

1.3.5. Consecuencia del Factor de Potencia menor a la unidad

“En todas las instalaciones eléctricas que trabajan con un factor de potencia menor a 1 afectan a la red eléctrica tanto en alta tensión como en baja tensión” (Schneider, 2010, p. 343).

Como resultado a esto tenemos calentamientos en los cables, calentamiento de los embobinados de los transformadores de distribución, sobrecarga de, transformadores y líneas de distribución, aumento de la caída de tensión mayor consumo de corriente, incremento de la facturación eléctrica por mayor consumo de potencia en pérdidas y penalizaciones económicas variadas. (ABB, 2012, p. 3).

1.3.6. Ventajas de la Compensación de Energía Reactiva

“Significa actuar para incrementar la capacidad en una instalación eléctrica, así como reducir la caída de tensión, reducir la sección de los conductores, disminuye las pérdidas por efecto joule y se amplía la potencia disponible en una instalación” (ABB, 2012, p. 5).

La compensación de energía reactiva se realiza mediante la instalación de capacitores con regulación automática o fijos, como resultado disminuir la caída de tensión en la línea, reducir la energía reactiva transportada, y en consecuencia es posible a nivel de proyecto, disminuir la sección de los conductores a instalar, reducir las pérdidas por efecto Joule que se producen en los conductores y transformadores, incrementando la potencia disponible en una instalación sin necesidad de ampliar los equipos como cables, equipos y transformadores. Esto como resultado se obtiene reducir la intensidad de corriente que se produce al mejorar el factor de potencia. (Schneider, 2010, p. 347).

1.3.7. Como mejorar el Factor de Potencia

“Mediante la Instalación de capacitores, automáticos o fijos, el cual siendo el más eficiente es con regulación automática” (ABB, 2012, p. 12).

Obteniendo esto como objeto proporcionar una potencia más cercana posible a la requerida, la inserción de estos condensadores para su proceso de funcionamiento es en forma escalonada, su precisión dependerá de la cantidad de escalones y cuanto más pequeña sea la diferencia entre ellos. Estos tipos de equipos proveen a la instalación la reactiva necesaria dentro de unos límites cercanos a un nivel sesteado del factor de potencia. (Schneider, 2010, p. 349).

1.3.8. Tipos de compensación de energía reactiva

1.3.8.1 Compensación global

Principio

“La batería de condensadores está conectada a la barra principal de distribución principal de baja tensión y permanece en servicio durante el periodo de carga normal” (Schneider, 2010, p. 351).

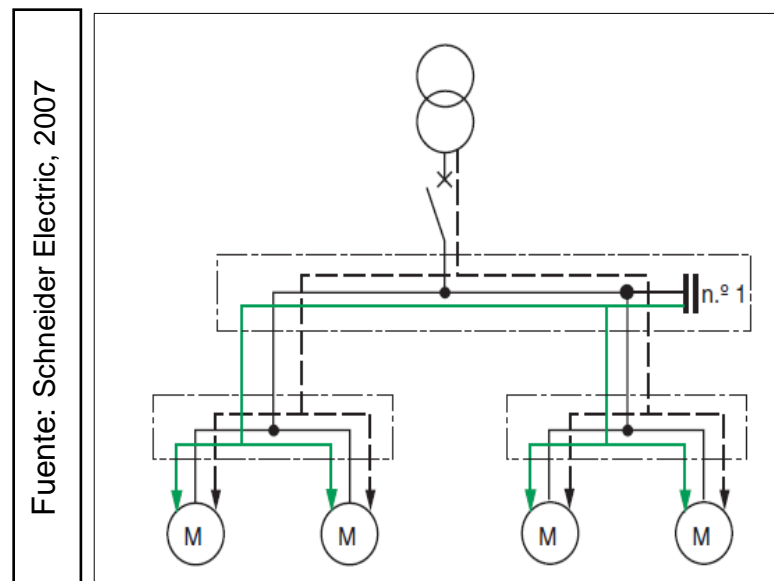
Ventajas

- Suprime las penalizaciones por consumo excesivo de energía reactiva.
- ajusta la potencia aparente (S en kVA) a la necesidad real de la instalación.
- Descarga el centro de transformación (potencia disponible en kW).

Observaciones

- La corriente reactiva (I_r) presente en la instalación desde el nivel 1 hasta los receptores.
- Las Pérdidas por efecto joule en los cables quedan disminuidas

Figura 2



Compensación global

1.3.8.2 Compensación por Grupos

Principio

“Los equipos de compensación están conectados en las barras de distribución local, o sea una parte significativa de la instalación se ve beneficiada por este tipo de compensación” (Schneider, 2010, p. 351).

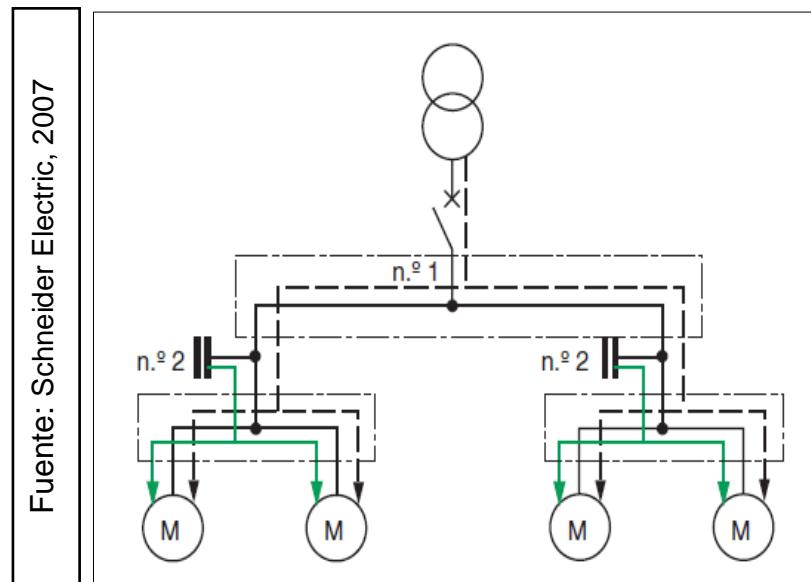
Ventajas

- Suprime las penalizaciones por consumo excesivo de energía reactiva
- optimiza una parte de la instalación, la corriente reactiva no se transporta a los niveles 1 y 2 según figura 2
- descarga el centro de transformación (potencia disponible en kW).
- Reducción de la sección de los cables aguas arriba.

Observaciones

- la corriente reactiva (I_r) está presente en la instalación desde el nivel 2 hasta los receptores.
- las pérdidas por efecto joule en los cables disminuyen.
- Riesgo de sobrecompensación, si hay grandes variaciones de carga

Figura 3



Compensación por Grupos

1.3.8.3 Compensación individual

Principio

Los condensadores se conectan directamente en bornes de los receptores (Especialmente motores). Es recomendable utilizar la compensación individual cuando la potencia del motor es significativa con respecto al

conjunto de la potencia total demandada por la instalación. Generalmente la potencia reactiva a compensar está sobre el 25% de la potencia del motor, en kW. (Schneider, 2010, p. 352).

Ventajas

- Suprime las penalizaciones por un consumo excesivo de energía reactiva.
- optimiza toda la instalación eléctrica. la corriente reactiva (I_r) se abastece en el mismo lugar de su consumo.
- descarga el centro de transformación (potencia disponible en kW).

Observaciones

- la corriente reactiva no está presente en los cables de alimentación.
- las pérdidas por efecto joule en los cables suprimen totalmente

1.3.9. Transformadores de corriente para medida

Los transformadores de corriente para medida son utilizados como instrumentos de medición que transforman las corrientes elevadas a una señal de medida con un valor de 5A o 1A con la finalidad de poder registrar esta señal a los equipos (Serra, 2009, p.67).

Fórmula para calcular la potencia del transformador de medida (VA)

$$P_t = P_a + P_c$$

Donde:

P_t : Potencia total a medir

P_a : Potencia del aparato o equipo de medida

P_c : Potencia consumida en el cable del circuito secundario

Fórmula para calcular la potencia consumida en el cable en función de la sección y de la distancia.

$$P_c = R_L \cdot I^2$$

Donde:

P_c : Potencia consumida en el cable del circuito secundario

R_L = Resistencia del cable del circuito secundario ohmios

I^2 = Corriente del secundario

1.3.10. ¿Qué aportan los transformadores de medida?

Los transformadores de medida hoy en día en plantas industriales y otras entidades son de mucha importancia, razón que estos equipos son muy eficientes con respecto a su precisión de medida en una red eléctrica (Serra, 2009, p.67).

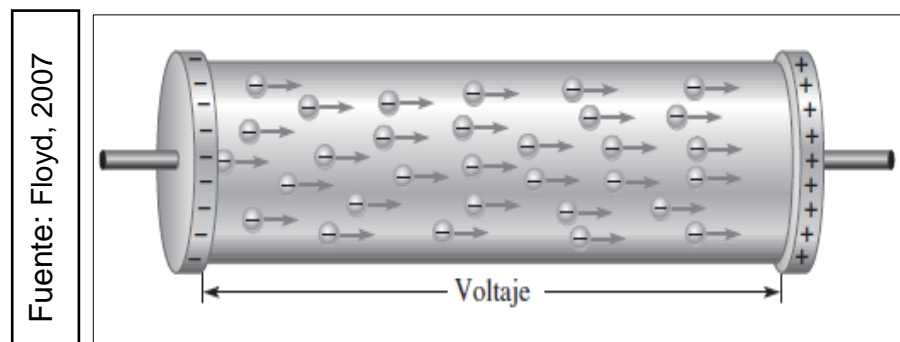
1.3.11. Voltaje

“Según Alessandro Volta 1745- 182, era un físico Italiano, químico y pionero en la electricidad, investigó las reacciones entre metales disimilares quien desarrolló la primera batería en 1800. El potencial eléctrico, más conocido comúnmente como voltaje, y la unidad de voltaje en volt, fueron nombrados en su honor como la volt” (Floyd, 2007, P. 23).

El voltaje es cuando existe una fuerza de atracción entre una carga positiva y una negativa. Se debe aplicar cierta cantidad de energía en forma de trabajo, para vencer dicha fuerza y separar las cargas a determinada distancia. Todas las cargas opuestas poseen cierta energía potencial a causa de la separación que hay entre ellas. La diferencia en la energía potencial por carga es la diferencia de potencial o voltaje. En circuitos eléctricos el voltaje es la fuerza propulsora y es lo que establece la corriente.

(Floyd, 2007, P. 23).

Figura 4



Voltaje

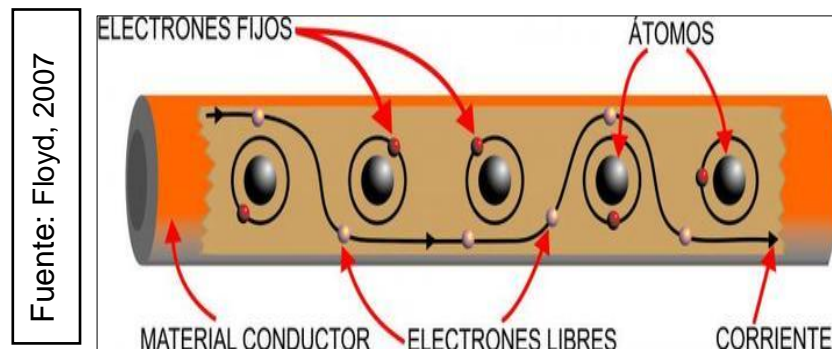
Los electrones fluyen de negativo a positivo cuando se aplica un voltaje a través de un material conductor o semiconductor.

1.3.12. Corriente eléctrica

“Andre Marie Ampere 1775 – 1836 fue un físico y matemático Francés, en 1820 Ampere desarrollo una teoría de electricidad y magnetismo que resulto fundamental para los desarrollos efectuados, en el siglo XIX fue el primero en construir un instrumento para medir flujo de carga (corriente). La unidad de corriente eléctrica fue nombrada en su honor como Ampere” (Floyd, 2007, P. 24).

“La corriente eléctrica es la cantidad de electrones que fluyen entre los átomos de un conductor su unidad de medida es el Ampere (A)” (Edminister, 1965, p.7).

Figura 5



Corriente eléctrica

Todos materiales conductores y semiconductores están disponibles electrones libres. Estos electrones se mueven al azar en todas direcciones, de un átomo a otro dentro de la estructura del material.

1.3.13. Resistencia eléctrica

“George Simon Ohm 1787 – 1854 fue un físico y matemático Alemán que aportó a la teoría de la electricidad la ley de Ohm. Conocido principalmente por su investigación sobre las corrientes eléctricas, estudió la relación que existe en la intensidad de corriente eléctrica, voltaje y resistencia. Esta

relación matemática se conoce hoy en día como la ley de Ohm, y la unidad de resistencia fue nombrada en su honor” (Floyd, 2007, P. 24).

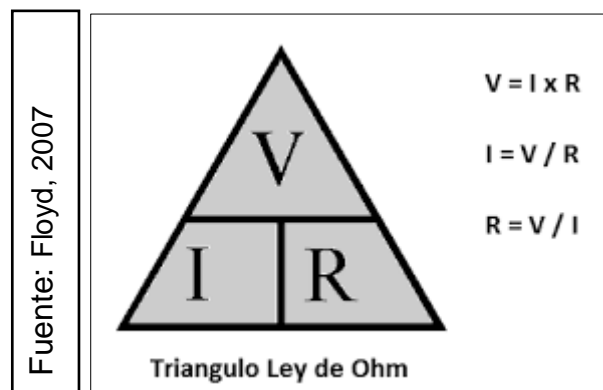
Cuando en material existe corriente, los electrones libres se mueven en este y de vez en cuando chocan con los átomos. Estas colisiones provocan que los electrones pierdan algo de su energía, con lo cual se restringe su movimiento. Entre más colisiones haya, más se restringe el flujo de electrones. Esta restricción varía y está determinada por el tipo del material. La propiedad de un material de restringir u oponerse al flujo de electrones se llama resistencia, R.

La resistencia es la oposición a la corriente, la resistencia se expresa en ohm, se simboliza mediante la letra griega Ω . Existe un ohm (1Ω) de resistencia si hay (1A) de corriente en un material cuando se aplica un volt (1) al material. (Floyd, 2007, P. 24).

1.3.14. Ley de Ohm

“La ley de ohm describe matemáticamente la relación entre el voltaje, corriente y resistencia en un circuito. La ley de ohm se expresa en tres formas equivalentes según qué cantidad se requiera determinar. Como se verá, la corriente y el voltaje son linealmente proporcionales. Sin embargo, la corriente y la resistencia son inversamente proporcionales” (Floyd, 2007, P. 24).

Figura 6

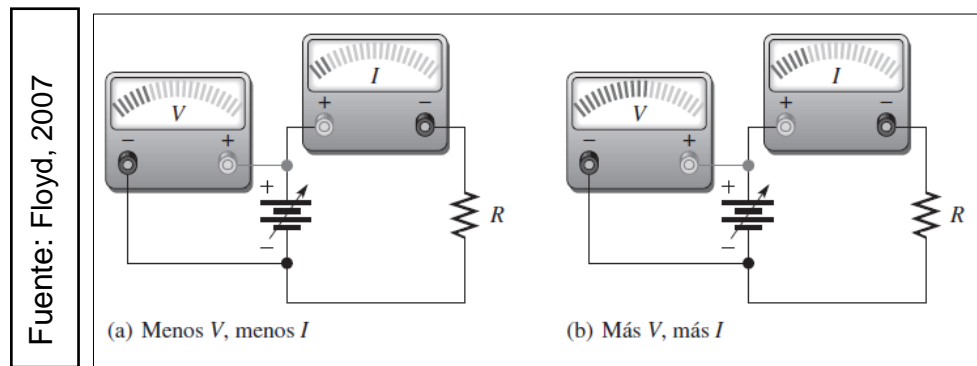


Ohm determinó experimentalmente que si el voltaje a través de un resistor se incrementa, la corriente a través del resistor también lo hará; y, asimismo, si el voltaje disminuye, la corriente hará lo mismo, si el voltaje

se duplica, la corriente se duplicará, si el voltaje se reduce a la mitad, la corriente lo hará también. (Floyd, 2007, P. 73).

Efecto en la corriente por el cambio de voltaje con la resistencia a un valor constante.

Figura 7

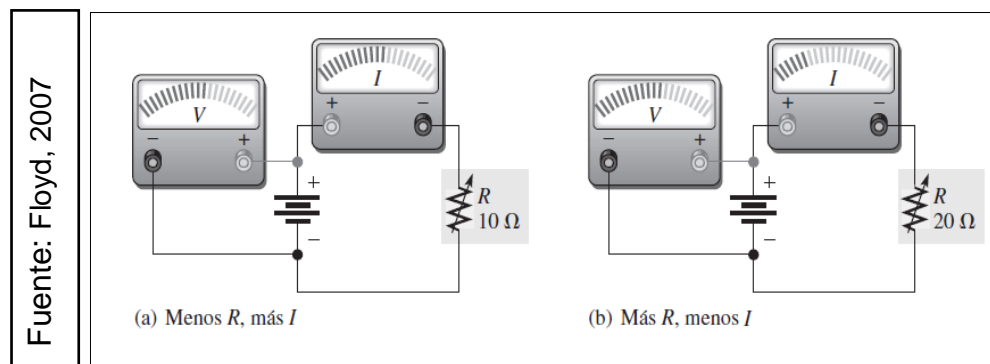


Voltaje y corriente

Ohm también define que si el voltaje se mantiene constante, menos resistencia produce más corriente, y, además, más resistencia produce menos corriente.

Efecto de la corriente por el cambio de la resistencia con el voltaje a un valor constante.

Figura 8



Resistencia y corriente

1.3.15. Energía y potencia

“James watt fue un inventor Escoces y adquirió renombre por sus mejoras al motor de vapor, las cuales lo volvieron práctico para uso industrial. Watt patento varios inventos, incluido el motor rotatorio, la unidad de potencia fue el watt nombrada a su honor” (Floyd, 2007, P. 98).

Según Watt Cuando existe una corriente a través de una resistencia, la energía eléctrica se transforma en calor o en otra forma de energía, como energía luminosa.

Energía es la capacidad de realizar trabajo, y potencia es la razón de cambio a la cual se utiliza la energía. (Floyd, 2007, P. 98).

$$P = \frac{E}{t}$$

Donde:

E= Energía en joule (J)

P= potencia en watt (W)

t= tiempo en segundos

Un Watt (W) es la cantidad de potencia cuando se utiliza un joule en un segundo. Por lo tanto, el número de joules utilizados en un segundo siempre es igual al número de watts. Ejemplo, si se utilizan 75J en 1s, la potencia es $P = E/t = 75J/1s = 75W$

1.3.16. La Unidad de energía kilowatt-hora (kW.h)

“James Prescott joule 1818-1889, Joule fue un físico británico que fue conocido por su trabajo de investigación en la electricidad y la termodinámica. Quien formulo la relación que establece que la cantidad de energía calorífica producida por una corriente eléctrica en un conductor es proporcional a la resistencia de este y el tiempo. La unidad de energía fue nombrada a su honor” (Floyd, 2007, P. 99).

Joule ha sido definido como unidad de energía. Sin embargo, existe otra forma de expresar la energía. Dado que la potencia se expresada en watts y el tiempo en segundos, se pueden utilizar unidades de energía llamadas watt-segundo (Ws), Watt-hora (W.h), y kilowatt – hora (kW.h).

Cuando paga un recibo de electricidad, le cobran con base a la cantidad de energía que utiliza, más no la potencia. Como las compañías de electricidad comercian en enormes cantidades de energía, la unidad más práctica es el Kilowatt-hora. (Floyd, 2007, P. 99).

$$E = P \cdot t$$

Donde:

E= Energía en kilowatt – hora (kW.h)

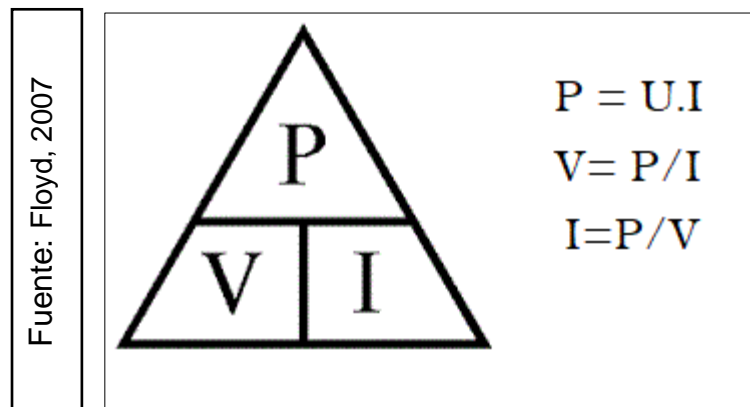
P= potencia en kilowatt (kW)

t= Tiempo en horas (kW)

1.3.17. Ley de Watt

“La potencia eléctrica se mide en vatios, en homenaje a James Watt, quien realizó los trabajos que llevaron al establecimiento de los conceptos de potencia, y dicto la llamada ley Watt. La potencia eléctrica suministrada por un receptor es directamente proporcional a la tensión de alimentación (V) del circuito y a la intensidad de corriente (I)” (Floyd, 2007, P. 100).

Figura 9



Ley de Watt

1.3.18. Combinaciones de la ley de Ohm y Watt.

“Cuando circula corriente a través de una resistencia, las colisiones de los electrones producen calor a consecuencia de la conversión de la energía eléctrica. En un circuito eléctrico, la cantidad de potencia disipada depende de la cantidad de resistencia y de corriente, expresada” (Floyd, 2007, P. 101).

Ley de Ohm

$$V = I \cdot R$$

Ley de Watt

$$P = U \cdot I$$

Entonces:

$$P = (I \cdot R) \cdot I$$

$$P = I^2 \cdot R$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Donde:

P= Potencia (W)

I= Intensidad de corriente (A)

R= Resistencia (Ω)

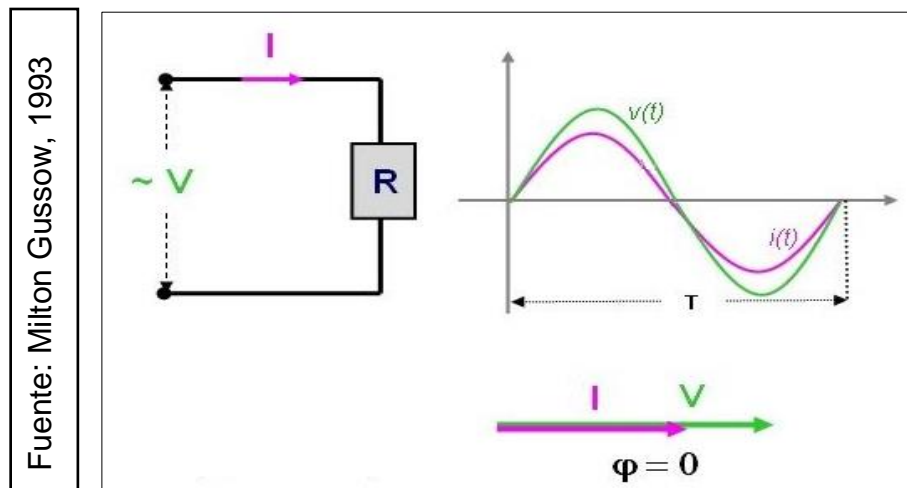
V= Voltaje (V)

1.3.19. Circuitos De Corriente Alterna

1.3.19.1 Circuito resistivo puro

“Un circuito resistivo puro solo está compuesto por elementos resistivos puros. En este caso la V y la I (tensión e intensidad) están en fase, no hay desplazamiento entre la curva de tensión y corriente cuando el circuito es resistivo puro” (Gussow, 1993, p. 45).

Figura 10



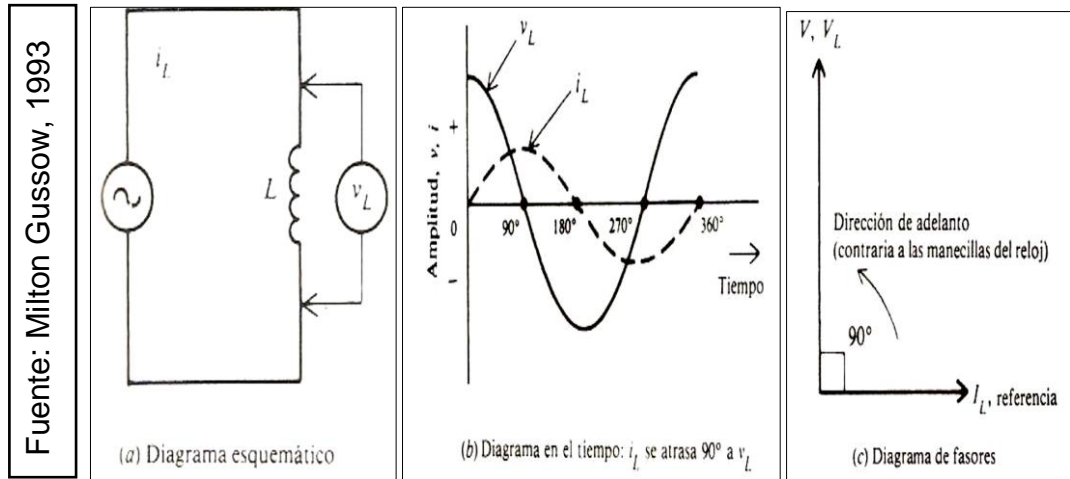
Fuente: Milton Gussow, 1993

Ley de Ohm $U = I \cdot R$

1.3.19.2 Circuito inductivo puro

“Son los circuitos que se tienen componentes inductivos o sea bobinas puras. Si a estos circuitos se les aplica un voltaje de CA la i_L , Se atrasara con respecto al voltaje entre los extremos 90° ” (Gussow, 1993, p. 231).

Figura 11

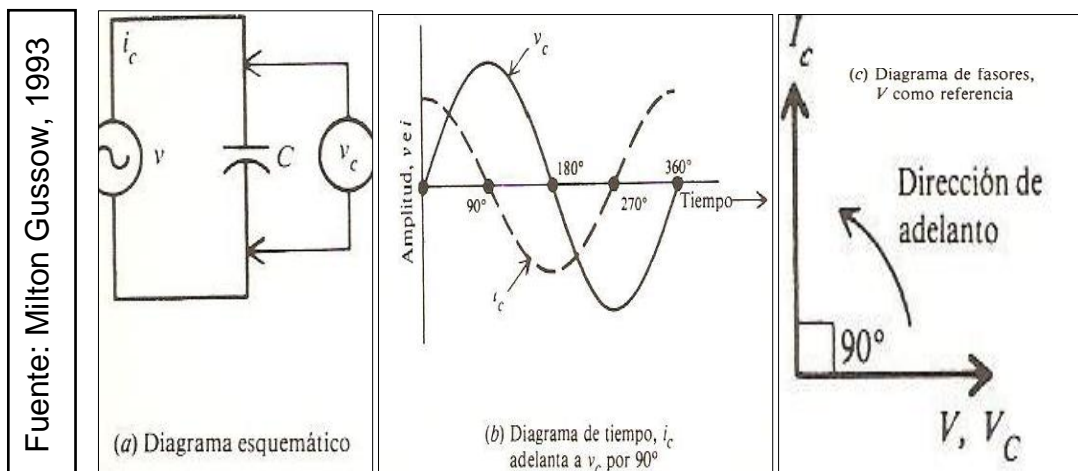


Circuito inductivo puro

1.3.19.3 Circuito capacitivo puro

“En este tipo de circuitos solo tienen componentes capacitivos (condensadores puros) Si se aplica un voltaje alterno (V) en un circuito que solo contiene capacitancia, la corriente alterna resultante que paso por la capacitancia, i_c estará adelantada al voltaje en la capacitancia, v_c en 90° ” (Gussow, 1993, p. 257).

Figura 12



Circuito Capacitivo puro

1.3.20. Potencia activa o útil

“La potencia activa es la que se aprovecha como potencia útil, también se llama potencia real o verdadero es la que en el procesos de transformación de la energía eléctrica se aprovecha como trabajo, su unidad de medida es el vatios (W)” (Wildi, 2007, p. 134).

$$P = \sqrt{3}.U.I.COS\varphi$$

1.3.21. Potencia reactiva

“La potencia reactiva es una potencia que por naturaleza existe en todas las cargas inductivas por ser la encargada de generar el campo magnético, que si o si necesitan para su funcionamiento, dentro de ello tenemos motores eléctricos y transformadores”(Wildi, 2007, p. 138).

$$Q = \sqrt{3}.U.I$$

1.3.22. Potencia aparente

“Es la potencia total en una instalación eléctrica, y como lo obtenemos realizando la suma vectorial de la potencia activa “P” y la reactiva “VAR” su unidad de medida es el Volt Amper (VA)” (Wildi, 2007, p. 169).

$$S = \sqrt{3}.U.I$$

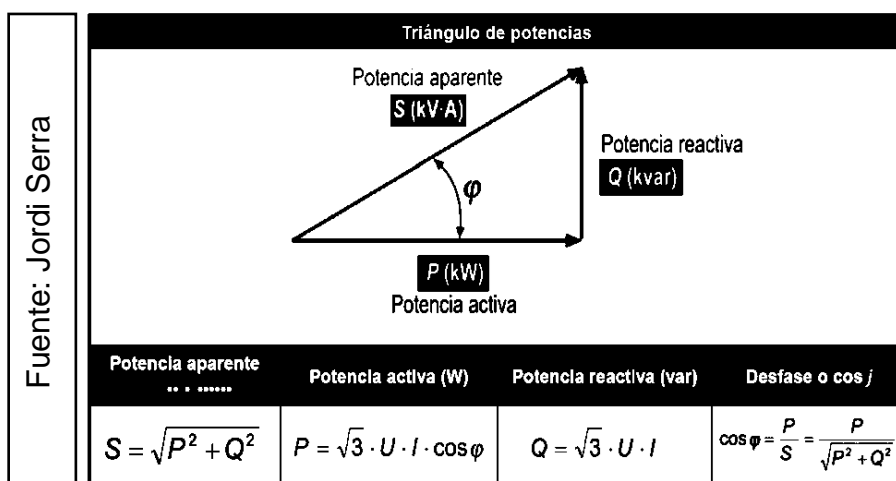
1.3.23. Factor de potencia

“El factor de potencia es un indicador y un término utilizado para describir que cantidad de energía eléctrica se ha convertido en trabajo” (Chapman, 2000, p. 365).

1.3.24. Desfasaje o $\cos \varphi$

“Es la proporción existente entre la potencia activa y la potencia aparente, Angulo de desfasaje entre la potencia activa y potencia aparente” (Serra, 2009, p. 27).

Figura 13



Triángulo de potencias

El triángulo de potencias nos da a conocer que la potencia aparente se obtiene aplicando el teorema de Pitágoras.

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Aplicando el Teorema de Pitágoras y las relaciones trigonométricas se obtiene que el $\cos \phi$ sólo depende de las Potencias Activa (P) y Reactiva (Q).

$$\cos \phi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

1.3.25. Energía eléctrica

“Se conoce como energía eléctrica a la potencia consumida en un determinado tiempo, su unidad es en kW.h” (Charles y Matthew, 2004, p.09).

1.3.26. Disminuir el consumo eléctrico

Es disminuir o restringir el consumo eléctrico sin variar la eficiencia de los equipos con lo que se trabaja, también optando medidas técnicas, organizativas, estructurales y aplicando tecnologías (Optimagrid, 2013, p.13).

1.3.27. Potencia instalada

“Se define por potencia instalada, a la sumatoria de las potencias activas nominales de todos los artefactos y equipos que se alimentan de un suministro de electricidad “(Ministerio de energía y minas 2011, p. 04).

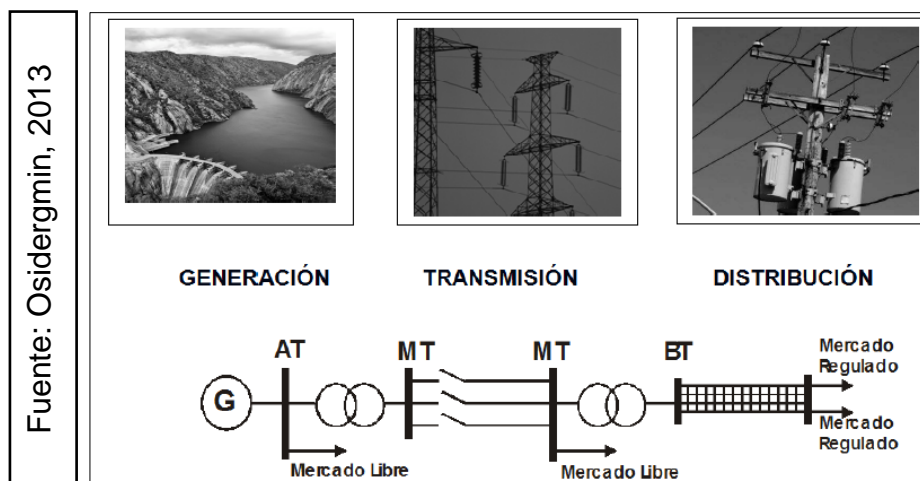
1.3.28. Potencia contratada

“Es aquella potencia activa máxima puede utilizar un suministro y que ha sido convenida mediante contrato entre usuario y concesionaria” (Ministerio de energía y minas 2011, p. 04).

1.3.29. Sector eléctrico

“El sector eléctrico está regido por la ley de concesiones eléctricas (D.L. 25844) y su reglamento (decreto supremo N° 009-93-EM), la cual reglamenta entre otros la estructura del sector eléctrico y la fijación de tarifas y precios” (Ministerio de energía y minas 2011, p. 06).

Figura 14



Generación – Transmisión – Distribución

- el sector eléctrico se divide en dos tipos de mercados: Libre y regulado

Cuadro 1

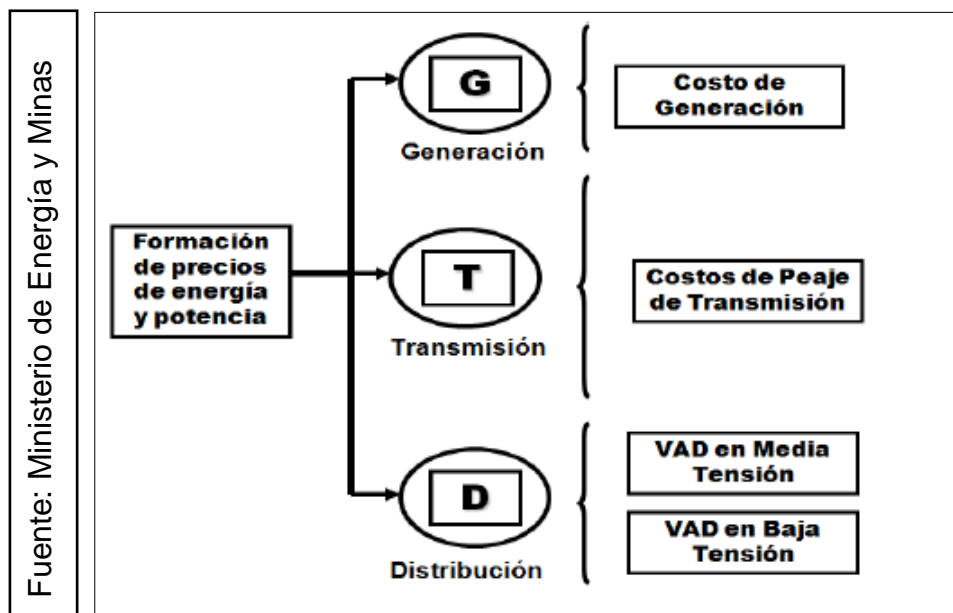
	Usuario del mercado libre	Usuario del mercado regulado	Usuario Libre/Regulado
Fuente: Osidergmin, 2013	<ul style="list-style-type: none"> • Aquellos Usuarios con demanda mensual mayores a 2 500 kW. • Generalmente grandes Industrias, mineras y servicios. • Conectados en Alta Tensión, Media Tensión, Muy Alta Tensión. • Pueden escoger a su proveedor: Generador, distribuidor. • En este caso, los precios de potencia y energía son negociados entre el cliente y la empresa suministradora. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para usuarios con demanda mensual menores a 200 kW. • Conectados en Alta Tensión, Media Tensión y Baja Tensión. • Solo pueden comprar energía y potencia a un solo proveedor, Empresas eléctricas de distribución regional. • En este caso, compran potencia y energía a precios regulados por el OSINERGMIN-GART. 	<p>Según el Reglamento de Usuarios Libres de Electricidad- Decreto Supremo N° 022-2009-EM, señala que un usuario con demanda entre 200 kW a 2 500 kW puede escoger entre ser usuario del mercado libre o mercado regulado.</p>

Tipos de mercado en el sector eléctrico

1.3.30. Formación de precios de energía y potencia

“La tarifa está compuesta por los componentes de generación, transmisión y distribución eléctrica. La formación de precios de energía para el usuario, está en función de los costos de generación (CG), costos por peaje de transmisión (CPT), valor agregado de distribución para media tensión (VADMT) y el valor agregado para baja tensión (VADBT)” (Ministerio de energía y minas 2011, p. 06).

Figura 15



Formación de precios de energía y potencia

- **Peaje de transmisión:**

Es el precio regulado que se paga por el uso de línea de transmisión para transportar energía entre dos puntos distantes entre sí.

1.3.31. Evaluar tarifa del suministro eléctrico

1.3.31.1. Introducción

La presente sección es para evaluar el plan tarifario de suministro eléctrico en la empresa Hatun sol Chiclayo. Para ello se considera los siguientes puntos.

- Consideraciones preliminares
- Evaluación del contrato de suministro de energía.

1.3.31.2. Consideraciones preliminares

1.3.31.2.1 Selección de la opción tarifaria

Las opciones tarifarias son factibles de ser elegidos por el usuario, considerando la forma de su utilización más adecuada y la forma de producción que se realiza, con la finalidad de obtener un beneficio económico en la facturación mensual. Se tiene que tener presente que el usuario está amparado por la normatividad actual vigente a elegir la opción tarifaria que mejor le favorezca.

A. Para clientes de media tensión

“Se considera en media tensión (MT), aquellos clientes que estén conectados a redes cuya tensión de suministro es superior a 1kV pero menor a 30kV. Las opciones tarifarias para los clientes en media tensión se presentan a continuación” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.12).

Cuadro 2

Opción Tarifaria	Sistemas y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
MT2	<p><u>Sistema de medición:</u> Medición de dos energías activas y dos potencias activas (2E2P)</p> <p><u>Parámetros de medición:</u> Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta Medición de energía reactiva</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa variable</p>	<p>a) Cargo fijo mensual b) Cargo por energía activa en horas punta c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta d) Cargo por potencia activa de generación en horas punta e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas punta f) Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta g) Cargo por energía reactiva</p>
MT3	<p><u>Sistema de medición:</u> Medición de dos energías activas y una potencia activa (2E1P)</p> <p><u>Parámetros de medición:</u> Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta Medición de energía reactiva</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa variable</p> <p>Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta</p>	<p>a) Cargo fijo mensual b) Cargo por energía activa en horas punta c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta d) Cargo por potencia activa de generación e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución f) Cargo por energía reactiva</p>
MT4	<p><u>Sistema de medición:</u> Medición de una energía activa y una potencia activa (1E1P)</p> <p><u>Parámetros de medición:</u> Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta Medición de energía reactiva</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa variable</p> <p>Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta</p>	<p>a) Cargo fijo mensual b) Cargo por energía activa c) Cargo por potencia activa de generación d) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución e) Cargo por energía reactiva</p>

Fuente: Osidergmin, 2013

PREPUBLICACIÓN PARA COMENTARIOS

Opciones de tarifas para clientes en media tensión

• **Condiciones de aplicación**

Las condiciones de aplicación de las tarifas en el mercado eléctrico se encuentran sujeto a las condiciones que emite el organismo superior de la inversión de la energía OSINERGMIN en su resolución N° 206-2013.OS/CD.

Dichas condiciones son generales para el sistema eléctrico, dependiendo de la opción tarifaria elegida. Estas condiciones generales definen básicamente los criterios, que se deben de emplear para la facturación de la potencia, modalidad de contratación, la determinación de su valor y el procedimiento de facturación. Las condiciones de aplicación específicas son referidas a las opciones de medición y contratación, la calificación de la carga del cliente y las restricciones para acceder a algunas tarifas. (OSINERGMIN, Ministerio de energía y minas 2011, p. 09).

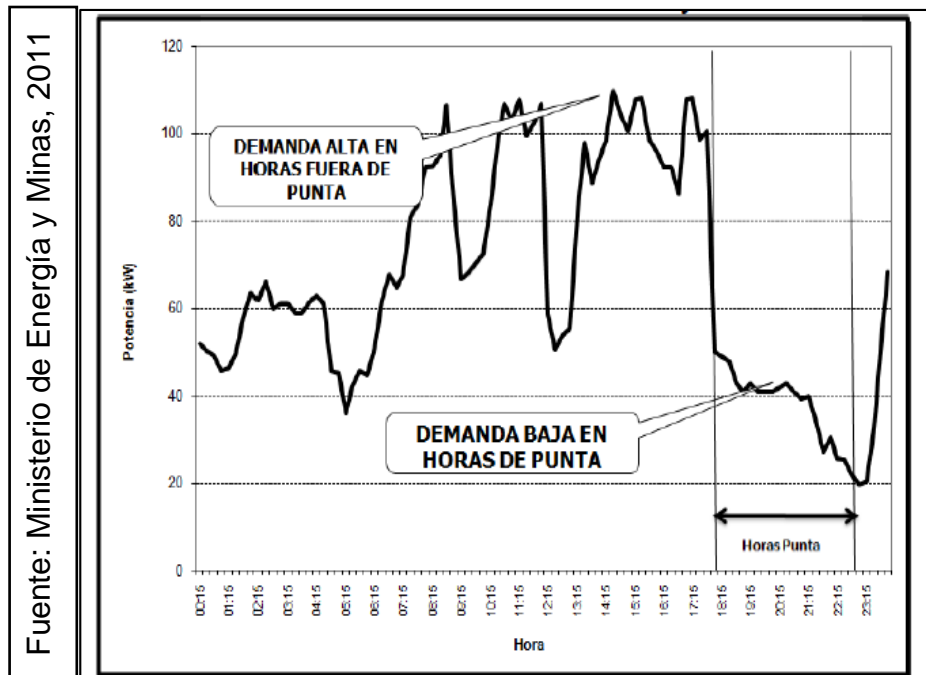
Los usuarios podrán elegir libremente cualquiera de las opciones tarifarias vigentes, teniendo en cuenta el sistema de medición que exige la respectiva opción tarifaria según cuadro anterior. La opción tarifaria elegida por el usuario deberá ser aceptada obligatoriamente por la concesionaria. Las concesiones deberán proporcionar de forma gratuita, a los usuarios que lo soliciten (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas 2011, p. 10).

- El histórico de consumos de energía y potencia en HP y HFP
- Los precios vigentes de los cargos de facturación por opción tarifaria.

1.3.31.3. Tarifa MT2

“Esta opción tarifaria está dirigida para aquellos usuarios con consumos mínimos de demanda en el periodo de horas punta. Se considera precios diferenciados para la facturación de potencia según si ésta se efectúa en horas punta o bien en horas fuera punta” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas 2011, p. 12).

Figura 16



Potencia en horas punta y fuera punta

a) Facturación de la energía activa

“Para la facturación de los consumos de energía activa en horas punta, se exceptuara los días domingos, los días feriados nacionales del calendario regular anual y los feriados nacionales extraordinarios declarados en días hábiles” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas 2011, p. 12).

“La facturación de energía en horas punta y fuera de punta, se demandará en base al consumo registrado en dichos periodos por su respectivo precio unitario (expresado en S/. /kW.h)” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas 2011, p. 13).

b) Facturación del cargo por potencia activa de generación en horas punta

“Está dada por la demanda máxima mensual en horas punta, multiplicando por el precio unitario de potencia activa de generación en horas punta” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas 2011, p. 13).

c) Facturación del cargo por potencia por uso de las redes de distribución en horas punta

“Toma en cuenta el promedio de las dos más altas demandas máximas de los últimos seis meses en el periodo de horas punta” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas 2011, p. 13).

$$PURDHP = \frac{PHP\ MAX\ 1 + PHP\ MAX\ 2}{2}$$

d) Facturación por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta

Para determinar el exceso de potencia a facturar por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta, se resta el valor de la potencia por uso de distribución de horas fuera de punta menos la potencia por uso de redes de distribución a facturar en horas de punta. El exceso resultante será aplicable cuando el resultado sea positivo.

$$EPURDHFP = PURDHFP - PURDHP$$

e) Facturación por energía reactiva

Si el consumo de energía reactiva exceda al 30% de la energía activa total mensual, la facturación se efectuará sobre el exceso de la energía reactiva.

$$\text{Energía reactiva a facturar} = ER\ mes - (0.3 \times EA\ mes)$$

A este resultado, se multiplica por el precio unitario de energía reactiva (expresado en S/. /kVAR.h).

1.3.31.4. Tarifa MT3

“Esta opción tarifaria está dirigido para aquellos usuarios cuyos consumos de potencia se da las 24 horas al día o aquellos usuarios cuyo turno de trabajo empieza en las horas de la mañana y acaban pasadas las 18:00 h” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.14).

“Esta tarifa considera precios diferenciados para las facturaciones de potencia, según si los usuarios se encuentran calificados como presentes en punta o presentes en fuera de punta” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.14).

A Continuación se explican los cargos que se facturan en la presente opción tarifaria.

a) Facturación de Energía Activa

“Para la facturación de los consumos de energía activa en horas punta de la opción tarifaria MT3, se exceptuará los días domingos, los días feriados racionales del calendario regular anual y los feriados nacionales extraordinarios declarados en días hábiles” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.15).

“La Facturación de energía en horas punta y fuera de punta, se determina en base al consumo registrado en dichos periodos por su respectivo precio unitario (Expresado en S/. /kW.h)” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.14).

b) Calificación tarifaria

“La calificación tarifaria del consumo del usuario será efectuado por la concesionaria según el grado de utilización de la potencia en horas punta o fuera de punta del usuario. Para determinar la calificación tarifaria se utiliza la siguiente relación” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.14).

$$\text{Calificación tarifaria} = \frac{EA \text{ HPmes}}{M.D. \text{ leída mes} \times \# \text{ HPmes}}$$

EA HP mes: Energía activa consumida en horas punta del mes

M.D. leída Mes: Máxima demanda leída del mes

#HP mes: Número de horas punta del mes

- Si el resultado es $\geq 0,5$, el número es considerado como cliente presente en

Punta.

- Si el resultado es $< 0,5$, el suministro es de considerado como cliente fuera de punta.

La diferencia de ser un usuario presente en punta o fuera de punta, está en el costo de la potencia de generación.

c) facturación del cargo por potencia activa de generación

La potencia activa de generación a facturar, está dada por la demanda máxima mensual.

“Una vez calificado el usuario (cliente punta o cliente de punta), la facturación de potencia activa de generación, se obtendrá multiplicando por la máxima demanda leída del mes expresada en kW, por el precio unitario de potencia activa de generación” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.16).

d) facturación del cargo por potencia por uso de las redes de distribución.

“se determina tomando el promedio de las dos más altas demandas máximas de los últimos seis meses en horas punta o fuera de punta, incluyendo el mes que se factura, no interesa, si las demandas se dan en horas punta o fuera de punta” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.16).

e) Facturación por energía reactiva

“Si el consumo de energía reactiva exceda el 30% de la energía activa total mensual, la facturación se efectuará sobre el exceso de la energía reactiva” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.16).

1.3.31.5. Tarifa MT4

“Esta tarifa está dirigida para aquellos usuarios cuyos consumos de energía es intenso en el periodo de horas punta. A continuación se explican los cargos que se facturan en la presente opción tarifa” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.17).

a) Facturación de la Energía Activa

“La facturación de energía, se determinara en base a consumo registrado del por su respectivo precio unitario (expresado en S/. /kW.h)” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.17).

b) Calificación Tarifaria

“La calificación tarifaria del usuario, será efectuado por la concesionaria según el grado de utilización de la potencia en horas de punta o fuera de punta del usuario” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.17).

$$\text{Calificación tarifaria} = \frac{EA \text{ HPmes}}{M.D. \text{leída mes} \times \# \text{HPmes}}$$

EA HP mes: Energía activa consumida en horas punta del mes

M.D. leída Mes: Máxima demanda leída del mes

#HP mes: Número de horas punta del mes

- Si el resultado es $\geq 0,5$, el número es considerado como cliente presente en punta.
- Si el resultado es $< 0,5$, el suministro es de considerado como cliente fuera de punta.

La diferencia de ser un usuario presente en punta o fuera de punta, está en el consto de la potencia de generación.

c) Facturación del cargo por potencia activa de generación

La potencia activa de generación a facturar, está dada por la máxima demanda leída mensual.

“Una vez calificado el usuario (cliente punta o cliente fuera punta), la facturación de potencia activa de generación, se obtendrá multiplicando por la máxima demanda leída del mes expresada en kW, por el precio unitario de potencia activa de generación” (OSINERGMIN, Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.19).

d) Facturación del cargo por potencia por uso de las redes de distribución.

“se determina tomando el promedio de las dos más altas demandas máximas de los últimos seis meses en horas punta o fuera de punta,

incluyendo el mes que se factura” (Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.19).

$$PURD = \frac{\Sigma \text{ dos mas altas deman. max. de los ultimos 6 meses en HPoHFP}}{2}$$

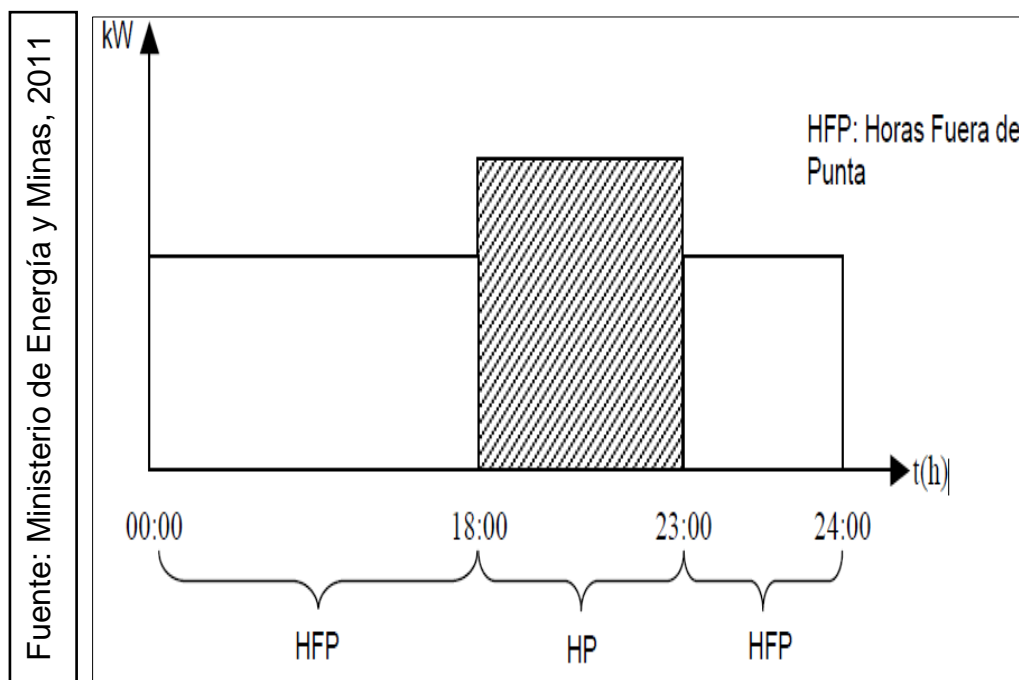
e) Facturación por energía reactiva

“Si el consumo de energía reactiva excede el 30% de la energía activa total mensual, la facturación se efectuará sobre el exceso de la energía reactiva” (Ministerio de Energía y Minas, 2011, p.19).

1.3.32. Máxima demanda Mensual

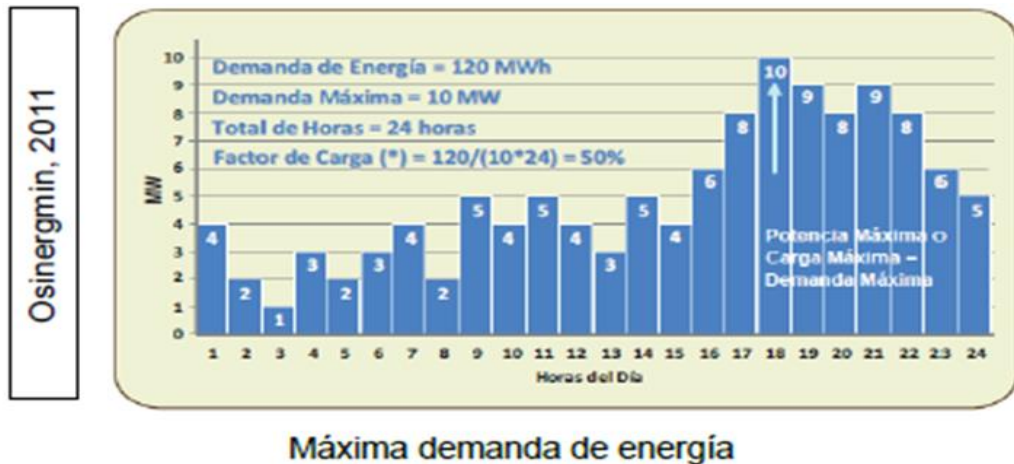
“La demanda es el valor más alto de potencia activa, relativa a un intervalo de tiempo específico y promediadas en periodos de 15 minutos que puede variar de acuerdo a la hora del día ya sea en horas punta o fuera de punta. Por ejemplo, en las noches de (6:00pm hasta las 11:00pm se considera horas punta” (Ministerio de energía y minas 2011, p. 04).

Figura 17



Horarios de horas punta y fuera punta

Figura 18



1.3.33. Calidad de energía eléctrica

Se define como la ausencia de interrupciones, sobre tensiones y deformaciones producidas por armónicos en la red y variaciones de voltaje RMS (Valor efectivo) Suministrado al usuario; esto referido a la estabilidad del voltaje, la frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico.

Perturbaciones que presentan en un sistema eléctrico

“La honda de tensión idealmente debe ser sinusoidal con una frecuencia constante, pero sin embargo esto no sucede como debería, ya que la onda de tensión presenta una serie de perturbaciones” (Sánchez, 2006, p.34).

Perturbaciones son como los siguientes: ruidos en modo diferencia o común, impulsos eléctricos, variaciones rápidas o lentas de distinción, parpadeo (flicker), distorsiones armónicas y variaciones de frecuencia. Si la red eléctrica se encontrara libre de usuarios, ésta presentaría una onda de tensión de buena calidad. (Sánchez, 2006, p. 35).

1.3.34. Tipos de perturbaciones

a) Perturbaciones aleatorias

“Fenómenos aleatorios transitorios que tienen su origen en la red eléctrica como también en las instalaciones del usuario, las causas posibles que serían como: los rayos, las maniobras en alta tensión, variaciones bruscas de carga” (Sánchez, 2006, p. 35).

b) Perturbaciones estacionarias

“Fenómenos de carácter, permanente, que se amplían a lapsos bien prolongados. Tiene su origen en la funcionalidad de los equipos localizados de las instalaciones, dentro de algunos de ellos tenemos, variadores de frecuencia arrancadores electrónicos, convertidores” (Sánchez, 2006, p. 35).

1.3.35. Distorsión

“Defectos que se presentan durante un periodo de tiempo ya sea de la onda de la tensión o en la onda de corriente. Es la deformación de la onda en tensión debida a la presencia en sistema eléctrico maquinas con núcleo magnético saturado, convertidores estáticos” (Sánchez, 2006, p. 36).

Los valores eficaces (RMS) en las tensiones armónicas individuales (V_i) y los THD, Expresado como porcentaje de la tensión nominal del punto de medición respectivo, no deben superar los límite (V_i y THD). Para tensiones menores o iguales: 60kV THD admitida es el %8. (Ministerio de energía y minas, 2010, p. 18).

1.3.36. Parpadeo ó (Flicker)

“Es una variación rápida de tensión de forma repetitiva, similar a la modulación de la amplitud de una onda de alta frecuencia por una onda de baja frecuencia. Esto produce en lámparas un parpadeo visible y molesto” (Ministerio de energía y minas, 2010, p. 18).

1.3.37. Indicador de Rentabilidad de proyectos (VAN Y TIR)

Valor actual neto. (VAN)

“Es un indicador económico en lo cual todos los ingresos y egresos se evalúan en el año cero, y se compara con la inversión realizada, si la inversión supera a la actualización de los ingresos y egresos, entonces el VAN es positivo, y el proyecto es viable vista de esta variable”. (Andia, 2011, p. 17).

Relación de Beneficio –Costo

“Es la relación entre el beneficio del proyecto a lo largo del proyecto actualizados al año cero, entre la inversión inicial del proyecto. Un valor

igual a uno significa que el proyecto no tiene ningún beneficio, un valor menor a uno, significa, que el proyecto tendrá pérdidas, y un valor superior a uno, indica que el proyecto es rentable, este valor debe de ser lo más lejano a uno, para que el proyecto no solo sea rentable, si no también viable” (Aguilera, 2011, p. 46).

Tasa de rentabilidad inmediata (TIR)

“Se mide en porcentaje, y determina éste valor, cuanto es la tasa de rentabilidad del proyecto, y lo compara con otras tasas de otro proyecto semejantes, o la compra con la tasa de interés social, que tiene un valor muy debajo a la tasa de interés bancaria” (Aguilera, 2011, p.48).

1.4. Formulación del Problema

¿Cómo disminuir el Consumo Eléctrico en planta Hatun Sol Chiclayo 2017?

1.5. Justificación del Estudio

Justificación técnica.

La justificación de este estudio es por la razón que el proceso de ladrillos no cuenta con un sistema de compensación de energía reactiva, por lo tanto viendo esta necesidad se está realizando un diseño de compensación automatizada de energía reactiva para trabajar con una buena calidad de energía, Por otra parte también incrementando la seguridad del proceso y las personas, mejorando la supervisión y control. También se implementa un equipo de sub medición para llevar un control del consumo eléctrico y poder analizar el comportamiento de energía a valores reales.

Justificación Económica

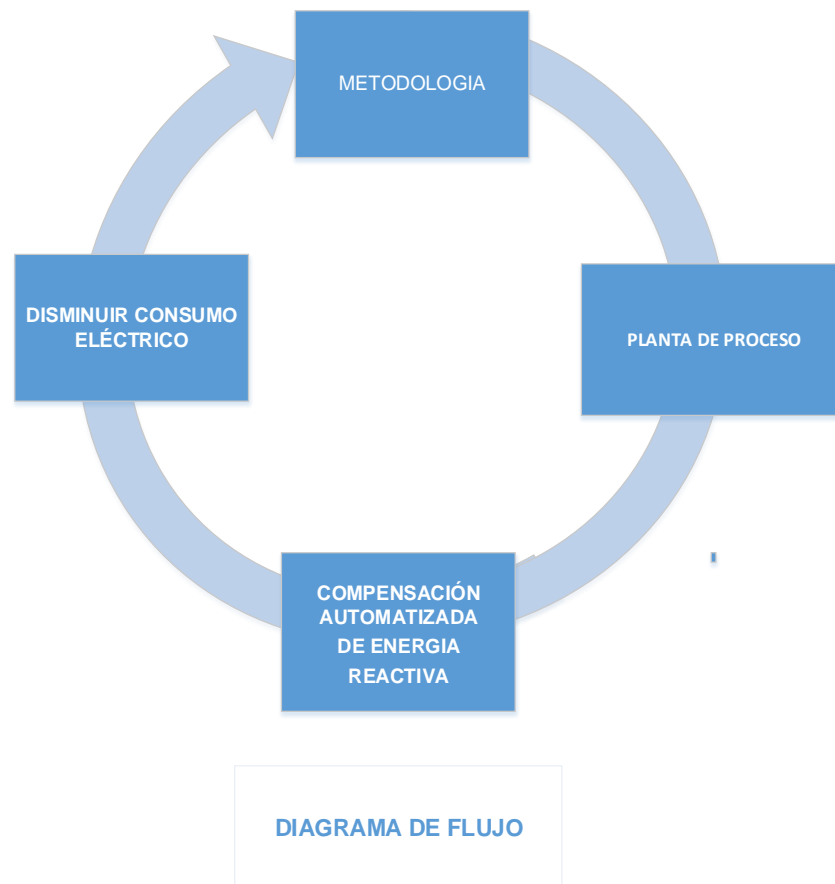
El desarrollo de este estudio se realiza con el fin de disminuir el consumo eléctrico y obtener un ingreso económico mediante una diseño de compensación automatizada de energía reactiva, esto quiere decir que se reduce los costos de las facturaciones por consumo de energía, y como resultado se obtiene un mayor ingreso económico como beneficio para la empresa.

Justificación social

Mediante este estudio realizado beneficia a la sociedad debida que al reducir el consumo eléctrico nos permite obtener más capacidad de potencia eléctrica en los centros de generación para llegar a más lugares que realmente también lo necesitan ya que es parte de poder vivir con una mejor calidad de vida, de esta forma obtendremos un mayor desarrollo económico en aquellos lugares que no cuentan con este servicio.

Justificación Ambiental

La reducción del consumo de energía eléctrica es de mucha importancia hoy en día porque nos ayudara a reducir la contaminación ambiental, razón que si consumimos más energía eléctrica obtendremos más emisiones de CO₂ por la generación de energía eléctrica mediante máquinas que para su generación necesitan quemar combustibles, como consecuencia esto nos conlleva a un calentamiento global y efecto invernadero que cada día es mayor en el mundo, existiendo ya sequias, hambre, pobreza, enfermedades, derretimiento de los glaciares, etc. Por lo tanto se concluye que al aumentar el ahorro energético, se reduce la contaminación por la emisión de CO₂ (dióxido de carbono) a la atmosfera.



1.6. Hipótesis.

Mediante un Diseño de compensación Automatizada de energía reactiva se disminuye el consumo eléctrico en la planta ladrillera Hatun Sol Chiclayo 2017”.

1.7. Objetivos.

1.7.1 General

“Diseñar la Compensación automatizada de energía reactiva para Disminuir el consumo eléctrico en la planta Ladrillera Hatun Sol Chiclayo 2017”

1.7.2 Específicos.

1. Evaluar el comportamiento del consumo eléctrico de la planta Ladrillera para conocer la situación actual.

2. Determinar los parámetros eléctricos y mecánicos para seleccionar los diferentes componentes para la compensación automatizada.
3. Realizar programación de equipos, planos eléctricos y mecánicos
4. Realizar un análisis económico del diseño

II. METODO.

2.1. Diseño de Investigación.

No experimental.

Es no experimental por el motivo que en esta investigación es imposible manipular las variables, si no que se observan situaciones ya existentes.

$$M_1 = \frac{T_1, T_2}{O.P.ER}$$

Donde:

M₁: Son las muestras que se está observando: En una empresa industrial

O: Es la observación que se va a desarrollar en la muestra.

P: "Diseño de compensación automatizada de energía reactiva para disminuir el consumo eléctrico en la planta Ladrillera Hatun Sol Chiclayo 2017"

T₁: Es el tiempo de medición de la Observación.

T₂: Es el tiempo de proyección del escenario hipotético.

ER: Son los resultados estimados.

2.2. Variables, operacionalización.

Variable independiente.- Compensación automatizada de energía reactiva.

Variable dependiente.- Disminuir el Consumo Eléctrico en la Planta Ladrillera Hatun Sol.

Tabla 3 Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de Medición
Variable Independiente: energía reactiva	La energía reactiva corresponde a la energía necesaria para crear los campos magnéticos que necesitan ciertos receptores para su funcionamiento (motores, transformadores). (Schneider, 2010, p. 343).	La compensación automatizada de energía reactiva tiene como misión verificar constantemente las necesidades de compensación de una instalación para compensar lo que necesite en cada momento. Para ello los condensadores tienen un regulador automático que interpreta por ella y da órdenes de salida ya sea un uno o un cero.	Energía	Potencia Reactiva	Guía de observación	Razón
			Tiempo de operación	Tiempo de trabajo en horas		
Variable dependiente: Disminuir consumo eléctrico	El consumo eléctrico es la cantidad de energía demandada por un determinado punto de suministro durante un plazo de tiempo denominado periodo de facturación (Optimagrid, 2013, p.13).	Se define como la reducción de pérdidas de energía y un aumento de la potencia disponible en una instalación, y también disminuir el costo de las facturaciones emitido por la empresa concesionaria.	Potencia eléctrica	Intensidad de corriente	Guía de observación	Razón
				Tensión		
			Facturación	Costo s/.		

2.3. Población y muestra.

Objeto de análisis (OA).

Compensación automatizada de energía reactiva.

Población (N).

Planta ladrillera Hatun Sol Chiclayo.

Muestra (n).

Planta ladrillera Hatun Sol Chiclayo.

2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos, validéz y confiabilidad

TÉCNICA	USO	INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS
- Recolector de datos	- Aplicable para motores eléctricos	Ficha recolección datos: el objeto de esta ficha es para recolectar datos de los parámetros eléctricos de todas las cargas eléctricas.
- Observación: se realiza para los registros de los parámetros eléctricos de la planta durante el tiempo de operación	-Aplicable para recolectar datos	-Guía de Observación: La guía de observación se utiliza para registrar el consumo eléctrico

2.5. Validez y confiabilidad

La validez de este proyecto de investigación se justifica porque los instrumentos recolectores de datos que se elaboraron para este tipo de investigación fueron validados por ingenieros especialistas y enfocados al tema de investigación, de esa manera tener una confiabilidad.

2.6. Métodos de análisis de datos

Enfoque Cuantitativo: porque en este proyecto de investigación se usa recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis para establecer patrones de comportamiento, porque regularmente se elige una idea. **(Sampieri, 2003, p. 11).**

2.7. Aspectos éticos.

Una investigación no solo debe de ser un acto técnico; es también brindar una actitud con responsabilidad y moral, para así poder elaborar métodos que permitan aplicar criterios enfocados al objetivo y diseño de la investigación. Para así poder obtener resultados eficientes. **Galán, 2010, p. 1).**

III. RESULTADOS

3.1 Evaluar el comportamiento del consumo eléctrico de la planta Ladrillera para conocer la situación actual.

En la tabla 4 se muestra la potencia instalada de todos los motores Eléctricos que realizan el proceso en la Planta Ladrillera Hatun sol.

Tabla 4

ITEM	DESCRIPCIÓN	POTENCIA	POTENCIA	TENSION	FRECUENCIA
		HP	kW	Volt	Hz
1	Estractor de aire del Horno	40	29,84	440	60
2	Cocinas de Horno 1	0,5	0,373	440	60
3	Cocinas de Horno 2	0,5	0,373	440	60
4	Cocinas de Horno 3	0,5	0,373	440	60
5	Cocinas de Horno 4	0,5	0,373	440	60
6	Cocinas De Horno 5	0,5	0,373	440	60
7	Cocinas de Horno 6	0,5	0,373	440	60
8	Cocinas de Horno 7	0,5	0,373	440	60
9	Cocinas de Horno 8	0,5	0,373	440	60
10	Cocinas de Horno 9	0,5	0,373	440	60
11	Molino de pajilla apertura planta	50	37,3	440	60
12	Molino de impactor	100	74,6	440	60
13	Molino de martillo	65	48,49	440	60
14	Mezcladora	60	44,76	440	60
15	Laminador 01	60	44,76	440	60
16	Laminador 02	25	18,65	440	60
17	Extusora	200	149,2	440	60
18	Cortadora	1	0,746	440	60
19	Bomba de vacío	20	14,92	440	60
20	Bombas de Agua 01	5	3,73	440	60
21	Bombas de Agua 02	2	1,492	440	60
22	Bombas de Agua 03	2	1,492	440	60
23	Bomba de aceite	0,5	0,373	440	60
24	Alimentadora	2	1,492	440	60
25	Faja 01	7,5	5,595	440	60
26	Faja 02	7,5	5,595	440	60
27	Faja 03	3	2,238	440	60
28	Faja 04	3	2,238	440	60
29	Faja 05	10	7,46	440	60
30	zaranda	7,5	5,595	440	60
31	Cajon alimentador	5	3,73	440	60

32	Faja 06	7,5	5,595	440	60
33	Faja Laminador	5	3,73	440	60
34	Faja estusora	5	3,73	440	60
35	Faja de salida	3	2,238	440	60
	Total	701	522,946		

Carga Instalada en la planta Hatun Sol

3.1.1. Monitoreo de parámetro eléctricos

El monitoreo de los parámetros eléctricos medidos y registrados durante un periodo de 7 días, con fecha de inicio del 05/12/2017 al 11/12/2017 según como se muestra en el Anexo 02 permitió determinar las variaciones de los parámetros eléctricos en las instalaciones a un tiempo real.

El consumo de energía en la fábrica HATUN SOL S.A.C varía de acuerdo al proceso de producción, esto quiere de decir a más producción también incremento del consumo de energía.

Tabla 5

Fuente: Elaboración propia	MES	Energía Activa total (KW.h-Mes)	A FACTURAR S/.	Energía Reactiva (kVAR.h)	A FACTURAR S/.
	Oct-16	82 349,04	14 513,50	15 590,62	657,92
	Nov-16	67 112,28	11 905,31	15 683,02	661,82
	Dic-16	58 967,91	10 406,83	10 624,28	448,34
	Ene-17	80 149,04	14 126,44	13 250,62	559,18
	Feb-17	63 812,28	11 324,72	11 673,02	492,60
	Mar-17	55 767,91	9 847,77	9 584,28	404,46
	Abr-17	72 909,23	12 938,55	12 951,02	546,53
	May-17	93 928,41	16 606,76	22 254,53	939,14
	Jun-17	88 812,34	15 621,39	19 884,50	839,13
	Jul-17	93 624,17	16 517,80	20 957,48	884,41
	Ago-17	105 219,73	18 448,90	25 443,64	1 073,72
	Set-17	77 609,19	13 865,17	17 640,58	746,20
Anual		S/ 166 123,14		S/ 8 251,69	

Consumo de energía y facturación mensual, anual

En la tabla 5 se muestra el consumo de energía reactiva total por mes y el monto a facturar mensual y anual de **S/ 8 251,69**, estos datos se toma como fundamento para el análisis de la investigación, el costo de energía reactiva es un monto a pagar por perdidas que no tiene ningún beneficio

alguno, por lo tanto el resultado que se obtiene en este análisis es reducir el consumo de energía reactiva a una cantidad que no exista una facturación o sea un costo de S/.00,00.

3.1.2. Característica técnica de operación del sistema eléctrico

El objeto primordial de esta etapa fue lograr una primera aproximación al sistema de estudio, mediante un estimado preliminar de consumos de energía eléctrica en las operaciones. El reconocimiento preliminar sirvió para determinar:

- ✓ La alimentación de energía eléctrica principal a la planta ladrillera Hatunsol se obtiene de la empresa eléctrica que es ELECTRONORTE S.A. con un nivel de tensión de 10Kv.
- ✓ La empresa Hatun sol cuenta actualmente con una opción tarifaria Tipo MT3 en media tensión en 10kV Trifásica, con modalidad de trabajo fuera de punta.
- ✓ Con una potencia contratada de 500kW de la empresa suministradora.

3.1.3. Fuente de suministro de energía

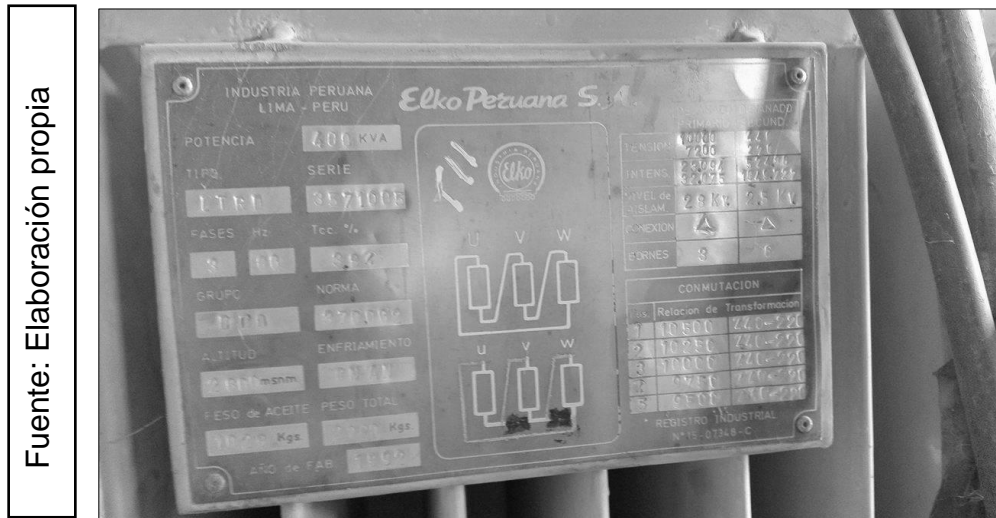
El suministro eléctrico es en media tensión (MT) Trifásica Aérea, Que cuentan con las siguientes características:

- Empresa Distribuidora: ELECTRONORTE S.A
- Sub Estación : E-202992
- Calificación : Fuera de punta
- Tipo de Contrato : Tarifa MT3
- Medición : Media Tensión
- Tensión de Acometida : Trifásico-Aérea 10kV
- Potencia Contratada : 500kW
- Tipo de suministro : Trifásica

3.1.4. Características de la unidad de transformación

La información ha sido recogida directamente de la unidad de transformación.

Figura 19



Placa de características del transformador

Transformador trifásico de 400kVA de potencia, para un nivel de tensión en el bobinado primario de 10kV y en el secundario de 440V, con frecuencia de 60Hz y una conexión delta-delta ó triangulo-triangulo, esto quiere decir que tanto en el primario son en conexión delta.

3.1.5. Consumo eléctrico en la planta Hatun sol

Para evaluar el consumo eléctrico en la planta Hatun Sol se ha considerado un periodo de 12 meses, la información se obtuvo mediante un recolector de datos tipo Guía de Observación, los datos históricos se ha adquirido de la empresa distribuidora que es ELECTRONORTE S.A.

Tabla 6

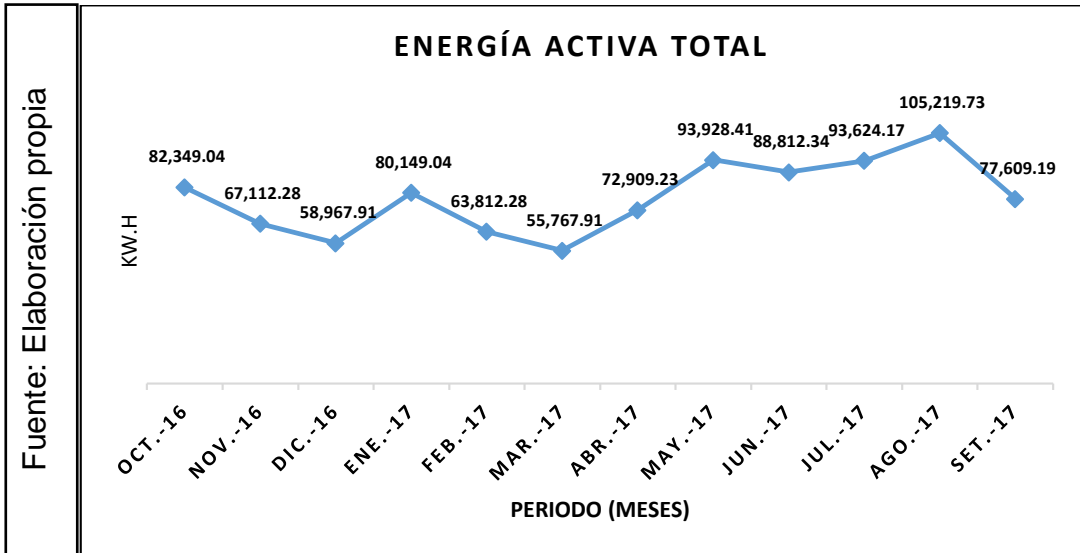
Bases de datos para evaluar el consumo eléctrico en la planta Hatun Sol

MES	oct-16	nov-16	dic-16	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	Set-17
Energía Activa Total (kW.h)	82 349,04	67 112,28	58 967,91	80 149,04	63 812,28	55 767,91	72 909,23	93 928,41	88 812,34	93 624,17	105 219,73	77 609,19
Energía Activa Hora Punta (kW.h)	8 070,83	8 360,24	6 105,04	7 870,83	8 060,24	5 905,04	9 195,49	10 417,49	7 982,99	9 571,32	8 108,74	11 926,06
Energía Activa Fuera Punta (kW.h)	74 278,21	58 752,04	52 862,87	72 278,21	55 752,04	49 862,87	63 713,74	83 510,92	80 829,35	84 052,85	97 110,99	65 683,10
Energía Reactiva (kVAR.h)	40 295,33	35 816,70	28 314,65	37 295,33	30 816,70	26 314,65	34 823,79	50 433,06	46 528,20	49 044,73	57 009,56	40 923,33
Potencia Hora Punta (kW)	379,62	390,39	351,55	377,62	389,39	349,55	353,56	371,70	371,57	379,97	374,95	369,54
Potencia Fuera Punta (kW)	413,60	376,52	379,68	411,60	375,52	377,68	367,12	387,67	384,87	425,54	413,00	412,49
Potencia por uso de redes de distribución (máxima demanda kW)	396,61	395,64	399,00	399,64	401,64	412,60	401,00	400,50	400,50	407,46	419,27	419,27
Facturación total por mes S/.	29 611,27	26 154,62	24 593,33	29 121,74	25 465,20	24 116,12	26 883,22	31 352,29	30 220,15	32 215,06	34 122,82	29 309,82

3.1.5.1. Energía activa

Según los datos proporcionados por la empresa suministradora que en este es ELECTRONORTE S.A; El consumo de energía activa del periodo evaluado se registra desde Octubre del 2016 hasta setiembre del 2017, los cuales ha sido considerado para el estudio.

Figura 20

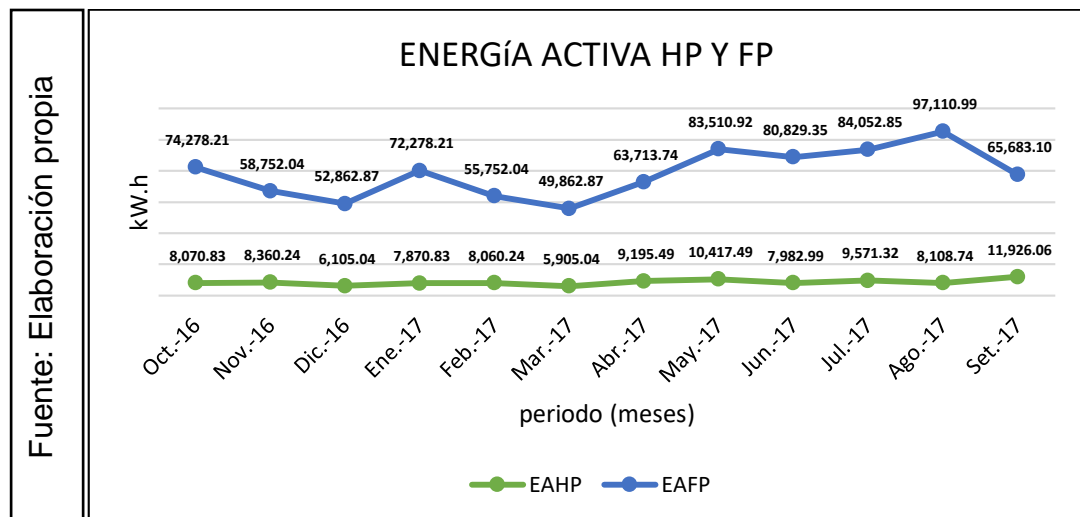


Tendencia del consumo de energía activa

El consumo de energía más elevado durante este periodo es en el mes de agosto con un valor 105 219,73 kW.h-mes, y con un mínimo de consumo de 55 767,91 kW.h-mes, esto fue en el mes de Marzo.

3.1.5.2. Energía activa hora punta y fuera punta

Figura 21

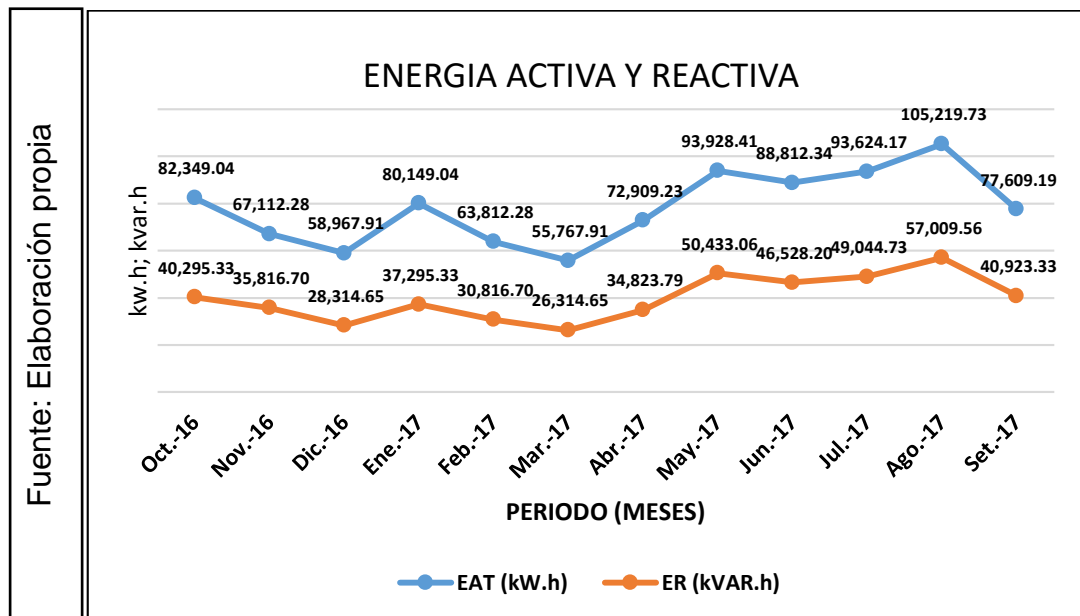


Consumo de energía activa horas punta (EHP) y fuera punta (EHFP)

En la figura 21 se muestra la variación del consumo de energía activa en horas punta y fuera punta. Según el periodo a evaluar en horas punta en el mes de agosto tiene un valor de 11 926,06 kW.h-mes y en horas fuera punta en el mes de setiembre registra un valor 8 108,74 kW.h-mes.

3.1.5.3. Energía Activa total y Reactiva

Figura 22

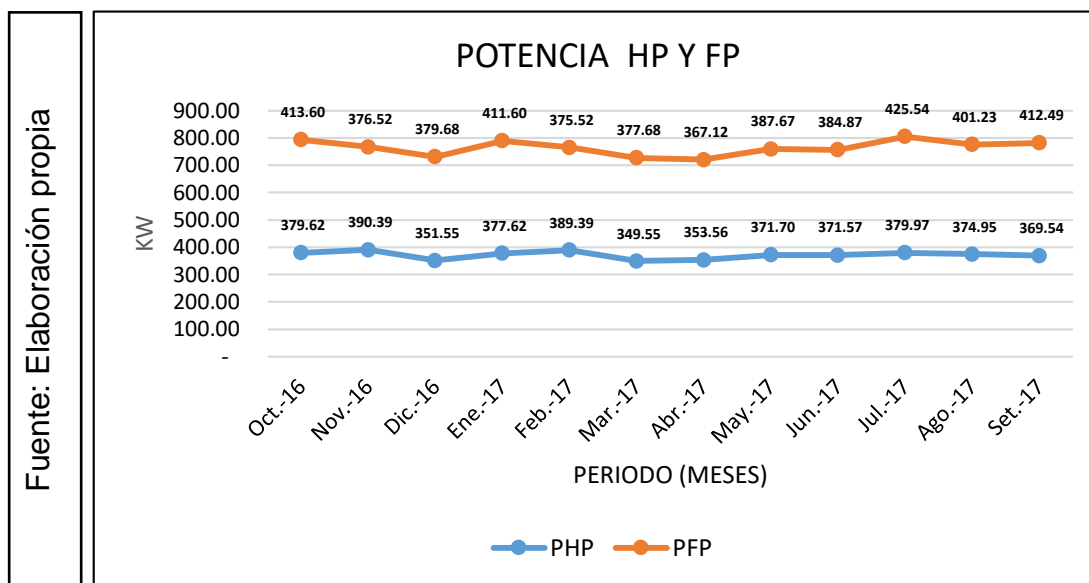


Variación de energía activa y reactiva

Consumo de energía activa y reactiva durante el periodo (meses), la variación de la energía reactiva con respecto a la energía activa según figura 22 se observa que varía según el consumo de energía activa total mes (EAT-mes), esto quiere decir que a más Energía activa también más Energía reactiva. Por lo tanto la figura 22 permite identificar fácilmente en que mes fue el consumo más alto, para la compensación de energía reactiva se tomara como dato el consumo del mes de agosto por ser el más elevado durante estos 12 meses.

3.1.5.4. Potencia hora punta y fuera punta

Figura 23



Potencia hora punta (HP) y fuera punta (FP)

3.1.5.5. Potencia Activa (kW) y Reactiva (kVAR)

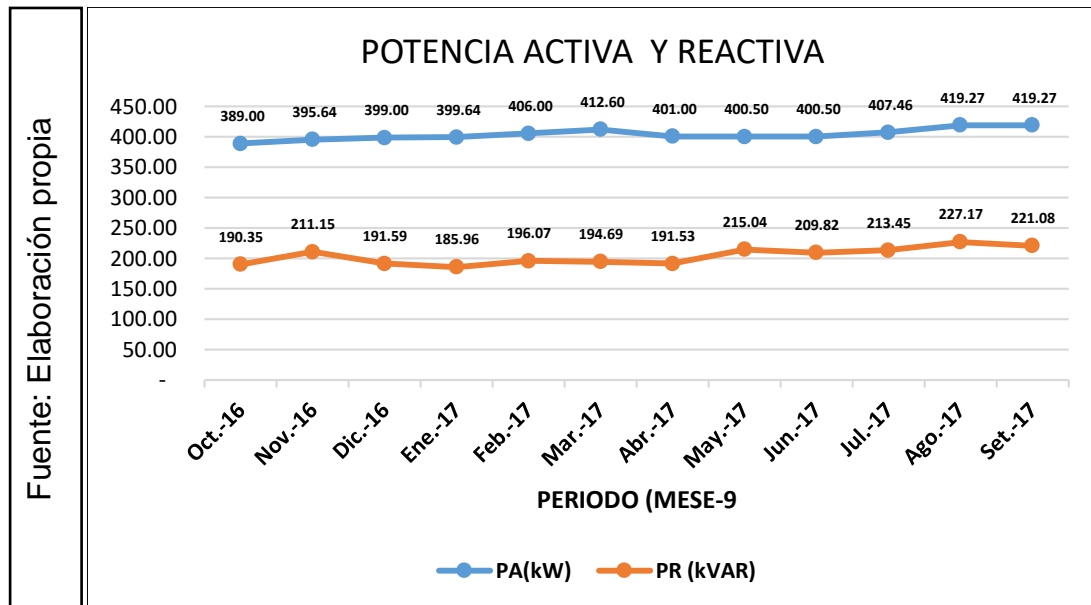
Tabla 7

MES	POTENCIA ACTIVA kW	POTENCIA REACTIVA kVAR
Oct-16	413,60	202,38
Nov-16	376,52	200,94
Dic-16	379,68	182,31
Ene-17	411,60	191,53
Feb-17	375,52	181,35
Mar-17	377,68	178,21
Abr-17	367,12	175,35
May-17	387,67	208,15
Jun-17	384,87	201,63
Jul-17	425,54	222,92
Ago-17	413,00	223,77
Set-17	412,49	217,51

Registro de potencia en kW y potencia kVAR

Se determina que a mayor potencia Activa también existe mayor potencia reactiva así como se muestra en la tabla 07.

Figura 24



Potencia activa (PA) y potencia reactiva (PR)

3.1.5.6. Evaluar la Facturación de energía reactiva en la empresa Hatun sol

Si el consumo de energía reactiva excede el 30% de la energía activa mensual, la facturación se efectuará sobre el exceso de la energía reactiva.

$$\text{Energía reactiva a facturar} = ER \text{ mes} - (0.3 \times EA \text{ mes})$$

Para evaluar la facturación de Energía Reactiva por mes se considera un periodo de 12 meses:

Tabla 8

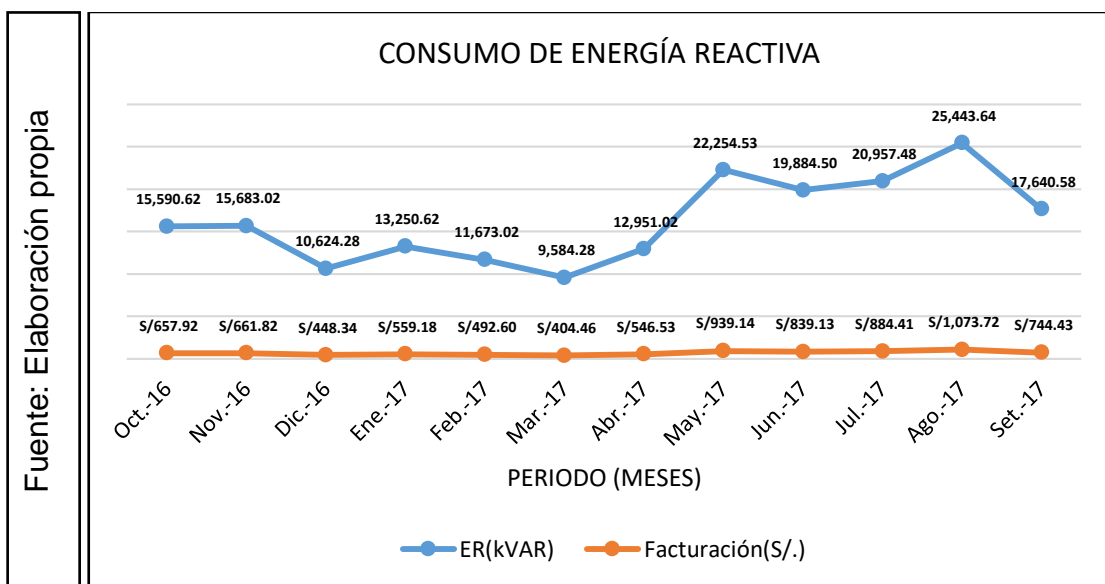
MES	Energía Activa kW.h-Mes	Energía Reactiva kVAR.h - Mes	Energía Activa	Excedente Energía Reactiva a Facturar kVAR.h	Costo Unitario Energía Reactiva S/.	A Facturar S/.	Porcentaje EA Y ER
			30%				%
Oct-16	82 349,04	40 295,33	24 704,71	15 590,62	0,0422	657,92	48,93%
Nov-16	67 112,28	35 816,70	20 133,68	15 683,02	0,0422	661,82	53,37%
Dic-16	58 967,91	28 314,65	17 690,37	10 624,28	0,0422	448,34	48,02%
Ene-17	80 149,04	37 295,33	24 044,71	13 250,62	0,0422	559,18	46,53%
Feb-17	63 812,28	30 816,70	19 143,68	11 673,02	0,0422	492,60	48,29%
Mar-17	55 767,91	26 314,65	16 730,37	9 584,28	0,0422	404,46	47,19%
Abr-17	72 909,23	34 823,79	21 872,77	12 951,02	0,0422	546,53	47,76%
May-17	93 928,41	50 433,06	28 178,52	22 254,53	0,0422	939,14	53,69%
Jun-17	88 812,34	46 528,20	26 643,70	19 884,50	0,0422	839,13	52,39%
Jul-17	93 624,17	49 044,73	28 087,25	20 957,48	0,0422	884,41	52,38%
Ago-17	105 219,73	57 009,56	31 565,92	25 443,64	0,0422	1 073,72	54,18%
Set-17	77 609,19	40 923,33	23 282,76	17 640,58	0,0422	746,20	52,73%

Fuente: Electronorte S.A

En la tabla 8 se registra datos para Evaluar la facturación actual de la Energía Reactiva en la empresa Hatun sol durante el periodo de 12 meses.

3.1.5.7. Facturación mensual por excedente en Energía Reactiva

Figura 25



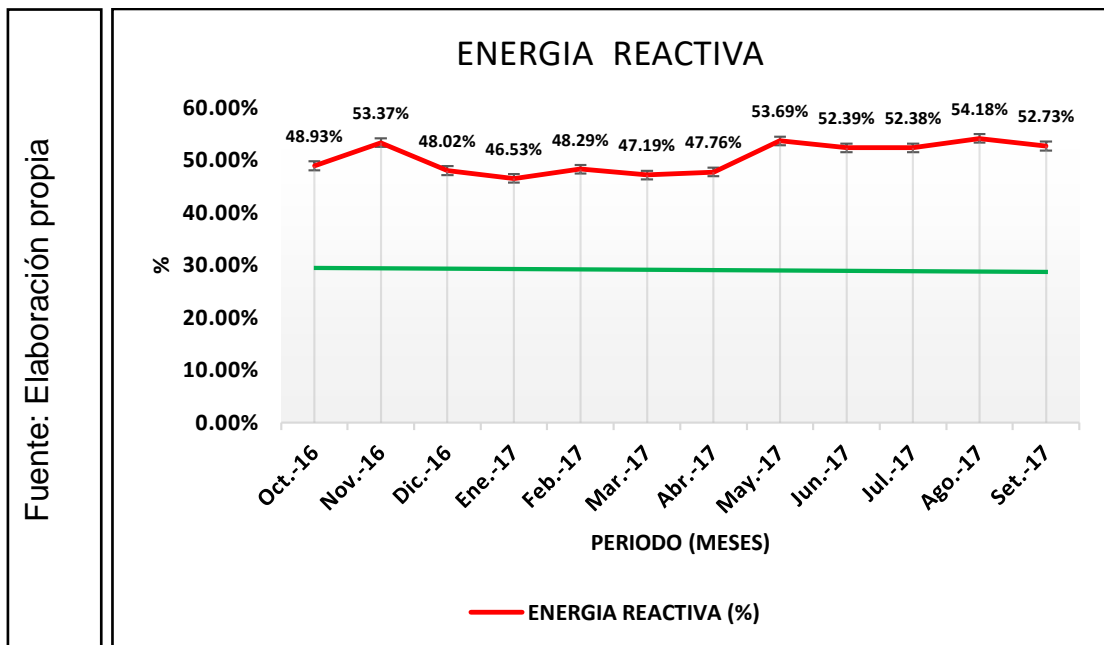
Fuente: Elaboración propia

Tendencia de facturación mensual por Energía Reactiva

En la figura 25 se muestra el consumo de energía reactiva y facturación en el periodo de análisis de 12 meses como resultado se obtiene que el mes de marzo fue una facturación mínima de S/.404, 46 y una máxima de s/. 1 073,27 en el mes de agosto.

3.1.5.8. Energía Reactiva (%)

Figura 26



Excedente de energía reactiva en %

En la figura 26 se muestra la variación en porcentaje de energía durante el periodo de 12 meses tiempo que se ha considerado para analizar el excedente de energía reactiva, por lo tanto en esta figura se observa que si hay penalización por energía reactiva por exceder el 30% de la energía activa total-Mes, lo correcto es tener un consumo menor al 30%.

$$\% = \frac{ER(kVAR.h)}{EA(kW.h)}$$

3.1.6. Simulación de Plan Tarifario.

Para determinar la opción tarifaria más económica para el usuario final, se tiene que contar con la siguiente información.

- consumos históricos de potencia y energía como mínimo de los últimos seis meses, lo óptimo es contar con la información de un año.

- los precios unitarios actuales de potencia y energía que se obtienen del pliego tarifario del sistema eléctrico correspondiente.

Una vez que se obtuvo toda la información, se procede a realizar la evaluación

3.1.6.1. Opción tarifaria MT2

a) Facturación de la energía activa

Para la facturación de los consumos de energía en horas punta, se determinará en base al consumo registrado en dichos periodos por su respectivo precio unitario.

b) Facturación del cargo por potencia activa de generación en horas punta

Esta dada por la demanda máxima mensual (kW) en horas punta, multiplicado por el precio unitario de la potencia activa de generación.

c) Facturación del cargo por potencia por uso de las redes de distribución en horas Punta.

Se toma en cuenta el promedio de las dos más altas demandas de los últimos seis meses en el periodo de horas punta

Tabla 9

Fuente: Electronorte S.A	MES	PHP MAX. (kW)
	Set-17	
		374,95
Ago-17		379,97
		374,95
Jul-17		389,39
		379,97
Jun-17		389,39
		377,62
May-17		389,39
		377,62
Abr-17		390,39
		389,39

Cuadro de datos obtenidos de las dos más altas demandas por mes en horas punta

$$PURDHP = \frac{PHP MAX 1 + PHP MAX 2}{2}$$

Tabla 10

Fuente: Electronorte S.A	MES	Set-17	PURDHP	377,46	kW
		Ago-17	PURDHP	377,46	kW
		Jul-17	PURDHP	384,68	kW
		Jun-17	PURDHP	383,50	kW
		May-17	PURDHP	383,50	kW
		Abr-17	PURDHP	389,89	kW

Cuadro de potencia por uso de las redes de distribución en horas Punta (PURDHP).

Tabla 11

Fuente: Electronorte S.A	MES	PHFP MAX. (kW)
	Set-17	425,54
		412,49
	Ago-17	425,54
		401,23
	Jul-17	425,54
		387,67
	Jun-17	411,60
		387,67
	May-17	411,60
		387,67
	Abr-17	411,60
		387,67

Cuadro de datos obtenidos de las dos potencia más altas demandas por mes en horas fuera punta

$$PURDHFP = \frac{PHFP MAX 1 + PHFP MAX 2}{2}$$

Tabla 12

Fuente: Electronorte S.A	MES	Set-17	PURDHFP	419,01	kW
		Ago-17	PURDHFP	413,38	kW
		Jul-17	PURDHFP	406,60	kW
		Jun-17	PURDHFP	399,64	kW
		May-17	PURDHFP	399,64	kW
		Abr-17	PURDHFP	399,64	kW

Potencia por uso de las redes de distribución en horas fuera Punta.

d) Facturación por exceso de potencia activa por uso de redes de distribución en horas fuera de punta. (EPURDHFP)

Para determinar el exceso de potencia a facturar por uso de redes de distribución en horas fuera punta por mes Se resta el valor de la potencia por uso de distribución de horas fuera de punta (**PURDHFP**) Menos la potencia por uso de redes de distribución a facturar en horas punta (**PURDHP**).

$$EPURDHFP = PURDHFP - PURDHP$$

Tabla 13

Fuente: Electronorte S.A	MES	Set-17	EPURDHFP	41,55	kW
		Ago-17	EPURDHFP	35,92	kW
		Jul-17	EPURDHFP	21,92	kW
		Jun-17	EPURDHFP	16,13	kW
		May-17	EPURDHFP	16,13	kW
		Abr-17	EPURDHFP	9,75	kW

Exceso de Potencia por uso de redes de distribución en horas
Fuera de punta

e) Facturación de energía reactiva

Consumo de energía reactiva excedente al 30% de la energía activa total mensual

$$\text{Energía reactiva a facturar} = ER \text{ mes} - (0.3 \times EA \text{ mes})$$

Tabla 14

Fuente: Electronorte S.A	MES	Energía Activa kW.h-Mes	Energía Reactiva kVAR.h -Mes	Energía Activa 30%	Excedente De Energía Reactiva a Facturar kVAR.h
	Set-17	77 609,19	40 923,33	23 282,76	17 640,58
Ago-17	105 219,73	57 009,56	31 565,92	25 443,64	
Jul-17	93 624,17	49 044,73	28 087,25	20 957,48	
Jun-17	88 812,34	46 528,20	26 643,70	19 884,50	
May-17	93 928,41	50 433,06	28 178,52	22 254,53	
Abr-17	72 909,23	34 823,79	21 872,77	12 951,02	

Cuadro de energía reactiva a facturar

Tabla 15

	Cargo a Facturar Opción Tarifaria: MT2	Consumos de Facturar (MES)					Precio Unitario		
		Abr-17	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17		
Fuente: Electronorte S.A	Cargo Fijo	6,5200	6,5200	6,5200	6,5200	6,5200	6,5200	6,5200	S/ ./mes
	Energía activa en horas Punta (kW.h)	9 195,49	10 417,49	7 982,99	9 571,32	8 108,74	11 926,06	0,2153	S/ ./kW.h
	Energía activa en horas fuera de punta (kW.h)	63 713,74	83 510,92	80 829,35	84 052,85	97 110,99	65 683,10	0,1720	S/ ./kW.h
	Potencia de generación en horas punta (kW)	367,12	387,67	371,57	379,97	374,95	369,54	55,2300	S/ ./kW-Mes
	Potencia por uso de redes de distribución fuera punta (kW)	389,89	383,50	389,39	384,68	377,46	377,46	11,5100	S/ ./kW-Mes
	Exceso de facturación por Potencia en horas fuera de punta (kW)	9,75	16,13	16,13	21,92	35,92	41,55	11,7300	S/ ./kW-Mes
	Energía Reactiva (kVAR.h)	12 951,02	22 254,53	19 884,50	20 957,48	25 443,64	17 640,58	0,0418	S/ ./kVAR.h

Resumen de consumos a facturar para la opción tarifaria MT2

En la tabla 16 se muestra el monto a facturar según los consumos mostrados en la tabla 15 por los precios unitarios y el costo final por mes que se factura en la opción tarifaria MT2

Tabla 16

	Cargo a Facturar Opción Tarifaria: MT2	A Facturar S/.					
		Abr-17	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17
Fuente: Electronorte S.A	Cargo Fijo	6,5200	6,5200	6,5200	6,5200	6,5200	6,5200
	Energía activa en horas punta (kW.h)	1 940,37	2 198,23	1 684,52	2 019,68	1 711,05	2 516,56
	Energía activa en horas fuera de punta (kW.h)	10 697,53	14 021,48	13 571,24	14 112,47	16 304,93	11 028,19
	Potencia de generación en horas punta (kW)	19 434,80	20 522,93	19 670,61	20 115,30	19 849,16	19 562,81
	Potencia por uso de redes de distribución fuera punta (kW)	4 456,55	4 383,55	4 450,83	4 397,01	4 314,45	4 314,45
	Exceso de facturación por Potencia en horas fuera de punta (kW)	113,63	188,10	188,10	255,62	418,86	484,53
	Energía Reactiva (kVAR.h)	546,53	939,14	839,13	884,41	1 073,72	744,43
	Costo total por mes		S/38 364,32	S/43 558,05	S/41 652,15	S/43 071,07	S/45 062,17

Cuadro de resumen a facturar para la opción tarifaria MT2

3.1.6.2. Opción tarifaria MT3

a) Facturación de la energía activa.

Para esta facturación se considera el consumo de energía en horas punta y fuera de punta.

b) Para la facturación de potencia.

En esta opción tarifaria primero se va determinar el tipo de calificación tarifaria, es decir, si es considerado cliente presente en punta o cliente fuera de punta.

$$\text{Calificación tarifaria} = \frac{EA \text{ HPmes}}{M.D. leída \text{ mes} \times \# \text{ HPmes}}$$

Tabla 17

Fuente: Electronorte S.A	MES	EAHP(Mes)	MAXIMA DEMANDA	HORAS	CALIFICACIÓN TARIFARIA	TIPO DE CLIENTE
	Set-17	11 926,06	419,01	125	0,23	FP
	Ago-17	8 108,74	413,38	125	0,16	FP
	Jul-17	9 571,32	407,46	125	0,19	FP
	Jun-17	7 982,99	400,50	125	0,16	FP
	May-17	10 417,49	405,62	125	0,21	FP
	Abr-17	9 195,49	423,02	125	0,17	FP

Calificación tarifaria

c) Para la facturación de la potencia de generación.

Se considera la máxima demanda leída en el mes en horas fuera de Punta (HFP).

d) Facturación de la potencia por uso de redes de distribución (PURD)

Para obtener esta potencia se tomó el promedio de las dos más altas máximas demanda de los últimos seis meses en horas punta o fuera de punta, incluyendo el mes que se factura y no interesa, si las demandas se dan en horas punta o fuera punta.

$$PURD = \frac{\Sigma \text{ dos mas altas deman. max. de los ultimos 6 meses en HPo HFP}}{2}$$

Tabla 18

Fuente: Electronorte S.A	MES	Set-17	PURD	419,01	KW
		Ago-17	PURD	413,38	KW
		Jul-17	PURD	407,46	KW
		Jun-17	PURD	400,50	KW
		May-17	PURD	400,50	KW
		Abr-17	PURD	401,00	KW

Potencia por uso de redes de distribución

e) Facturación de energía reactiva

Consumo de energía reactiva excedente al 30% de la energía activa total mensual

$$Energía\ reactiva\ a\ facturar = ER\ mes - (0.3 \times EA\ mes)$$

Tabla 19

Fuente: Electronorte S.A	MES	Energía Activa kW.h-Mes	Energía Reactiva kVAR.h -Mes	Energía Activa	Excedente De Energía Reactiva a Facturar kVAR.h
				30%	
	Set-17	77 609,19	40 923,33	23 282,76	17 640,58
	Ago-17	105 219,73	57 009,56	31 565,92	25 443,64
	Jul-17	93 624,17	49 044,73	28 087,25	20 957,48
	Jun-17	88 812,34	46 528,20	26 643,70	19 884,50
	May-17	93 928,41	50 433,06	28 178,52	22 254,53
Abr-17	72 909,23	34 823,79	21 872,77	12 951,02	

Energía reactiva a facturar

Tabla 20

	Cargo a Facturar Opción Tarifaria: MT3	Consumos a facturar (MES)					Precio Unitario		
		Abr-17	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17		Set-17	
Fuente: Electronorte S.A	Cargo Fijo	6,5200	6,52	6,5200	6,52	6,5200	6,5200	6,5200	S/. /mes
	Energía activa en horas punta (kW.h)	9195,48584	10 417,49	7 982,99	9 571,32	8 108,74	11 926,06	0,2110	S/ ./kW.h
	Energía activa en horas fuera de punta (kW.h)	63713,7418	83 510,92	80 829,35	84 052,85	97 110,99	65 683,10	0,1679	S/ ./kW.h
	Potencia de generación:								
	- Cliente presente en punta (kW)							51,5400	S/ ./kW-Mes
	-Cliente Fuera punta (kW)	367,12	387,67	384,87	425,54	413,00	412,49	24,3600	S/ ./kW-Mes
	Potencia Por uso de redes de Distribución :								
	-Cliente Presente en punta (kW)							12,1900	S/ ./kW-Mes
	-Cliente Fuera punta (kW)	401,00	400,50	400,50	407,46	413,38	419,01	11,8600	S/ ./kW-Mes
	Energía Reactiva kVAR.h	12 951,02	22 254,53	19 884,50	20 957,48	25 443,64	17 640,58	0,0422	S/ ./kVAR.h

Resumen de consumos a facturar para la opción tarifaria MT3

En la tabla 21 se muestra el monto a facturar según los consumos mostrados en la tabla 20 por los precios unitarios y el costo final por mes que se factura en la opción tarifaria MT3

Tabla 21

Fuente: Electronorte S.A	Cargo a Facturar Opción Tarifaria: MT3	A Facturar en S/.					
		Abr-17	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17
	Cargo Fijo	6,5200	6,5200	6,5200	6,5200	6,5200	6,5200
	Energía activa en horas punta (kW.h)	2 038,64	2 309,56	1 769,83	2 121,96	1 797,71	2 644,01
	Energía activa en horas fuera de punta (kW.h)	11 723,33	15 366,01	14 872,60	15 465,72	17 868,42	12 085,69
	Potencia de generación:						
	-Cliente presente en punta (kW)						
	-Cliente Fuera punta (kW)	9 512,03	10 044,60	9 972,05	11 025,65	10 486,07	10 687,64
	Potencia Por uso de redes de Distribución :						
	-Cliente Presente en punta (kW)						
	-Cliente Fuera punta (kW)	4 775,86	4 769,90	4 769,90	4 852,89	4 923,38	4 990,45
	Energía Reactiva kVAR.h	547,83	941,37	841,11	886,50	1 076,27	746,20
	Costo por mes	S/26 889,64	S/31 358,82	S/30 226,68	S/32 221,53	S/34 129,32	S/29 316,34

Cuadro de resumen a facturar para la opción tarifaria MT3

3.1.6.3. Opción tarifaria MT4

Esta opción está dirigida para aquellos usuarios cuyos consumos de energía es intensivo en el periodo de hora punta.

a) Facturación de la energía Activa

Para la facturación de energía activa total del mes se considera la suma de energía horas punta y fuera punta.

b) Calificación tarifaria

Para la facturación de potencia, en esta opción tarifaria primero se va determinar el tipo de calificación tarifaria. Para indicar si es considerado cliente presente en punta o cliente fuera punta.

$$\text{Calificación tarifaria} = \frac{EA \text{ HPmes}}{M. D. leída \text{ mes} \times \# \text{ HPmes}}$$

Tabla 22

Fuente: Electronorte S.A	MES	EAHP(Mes)	MAXIMA DEMANDA	HORAS	CALIFICACIÓN TARIFARIA	TIPO DE CLIENTE
	Set-17	11 926,06	419,01	125	0,23	FP
	Ago-17	8 108,74	413,38	125	0,16	FP
	Jul-17	9 571,32	407,46	125	0,19	FP
	Jun-17	7 982,99	400,50	125	0,16	FP
	May-17	10 417,49	405,62	125	0,21	FP
	Abr-17	9 195,49	423,02	125	0,17	FP
	Mar-17	5 905,04	443,93	125	0,11	FP

Calificación tarifaria

c) Para la facturación de la potencia de generación.

Se considera la máxima demanda leída en el mes en horas fuera de Punta (HFP).

d) Facturación del cargo por potencia por uso de las redes de distribución (PURD).

Para obtener esta potencia se tomó el promedio de las dos más altas máximas demanda de los últimos seis meses en horas punta o fuera de punta, incluyendo el mes que se factura y no interesa, si las demandas se dan en horas punta o fuera punta.

$$PURD = \frac{\Sigma \text{ dos mas altas deman. max. de los ultimos 6 meses en HPO HFP}}{2}$$

Tabla 23

Fuente: Electronorte S.A	MES	Set-17	PURD	419,01	kW
		Ago-17	PURD	413,38	kW
		Jul-17	PURD	407,46	kW
		Jun-17	PURD	400,50	kW
		May-17	PURD	400,50	kW
		Abr-17	PURD	401,00	kW

Potencia por uso de redes de distribución

a) Facturación de energía reactiva

Consumo de energía reactiva excedente al 30% de la energía activa total mensual

$$\text{Energía reactiva a facturar} = ER \text{ mes} - (0.3 \times EA \text{ mes})$$

Tabla 24

Fuente: Electronorte S.A	MES	Energía Activa kW.h-Mes	Energía Reactiva kVAR.h -Mes	Energía Activa	Excedente De Energía Reactiva a Facturar kVAR.h
				30%	
	Set-17	77 609,19	40 923,33	23 282,76	17 640,58
	Ago-17	105 219,73	57 009,56	31 565,92	25 443,64
	Jul-17	93 624,17	49 044,73	28 087,25	20 957,48
	Jun-17	88 812,34	46 528,20	26 643,70	19 884,50
	May-17	93 928,41	50 433,06	28 178,52	22 254,53
Abr-17	72 909,23	34 823,79	21 872,77	12 951,02	

Cuadro de energía reactiva a facturar

Tabla 25

Carga a Facturar Opción Tarifaria: MT4	Consumos a facturar (MES)						Precio Unitario S/.	
	Abr-17	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17		
Cargo Fijo	6,5200	6,52	6,5200	6,52	6,5200	6,5200	6,5200	S/./mes
Energía activa mes (kW.h)	72 909,23	93 928,41	88 812,34	93 624,17	105 219,73	77 609,15	0,1829	S/./kW.h
Potencia de generación:								
Cliente Presente en punta (kW)							51,5400	S/./kW-Mes
Cliente Fuera punta (kW)	367,12	387,67	384,87	425,54	413,00	412,49	25,3900	S/./kW-Mes
Potencia Por uso de redes de Distribución :								
-Cliente Presente en punta (kW)							12,1900	S/./kW-Mes
-Cliente Fuera punta (kW)	401,00	400,50	400,50	407,46	413,38	419,01	11,9500	S/./kW-Mes
Energía Reactiva kVAR.h	12 951,02	22 254,53	19 884,50	20 957,48	25 443,64	17 640,58	0,0418	S/./kVAR.h

Fuente: Electronorte S.A

Resumen de consumos a facturar para la opción tarifaria MT4

En la Tabla 26 se muestra el monto a facturar según los consumos mostrados en la tabla 25 por los precios unitarios y el costo final por mes que se factura en la opción tarifaria MT4

Tabla 26

	Cargo a Facturar Opción Tarifaria: MT4	A facturar S/.					
		Abr-17	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17
	Cargo Fijo	6,5200	6,52	6,5200	6,52	6,5200	6,5200
	Energía activa mes (kW.h)	14 822,45	19 095,65	18 055,55	19 033,79	21 391,17	15 777,94
	Potencia de generación:						
	-Cliente presente en punta (kW)						
	-Cliente Fuera punta (kW)	8 987,05	9 490,23	9 421,68	10 417,13	10 486,07	10 097,78
	Potencia Por uso de redes de Distribución						
	- Cliente Presente en punta (kW)						
	-Cliente Fuera punta (kW)	4 767,84	4 761,89	4 761,89	4 844,74	4 915,11	4 982,07
	Energía Reactiva kVAR.h	553,01	950,27	849,07	894,88	1 086,44	753,25
	Costo por mes	S/27 996,00	S/32 745,20	S/31 639,31	S/33 679,96	S/35 811,08	S/30 418,97

Fuente: Electronorte S.A

Cuadro de resumen a facturar para la opción tarifaria MT4

3.1.7. Resultados de la simulación de opciones tarifarias

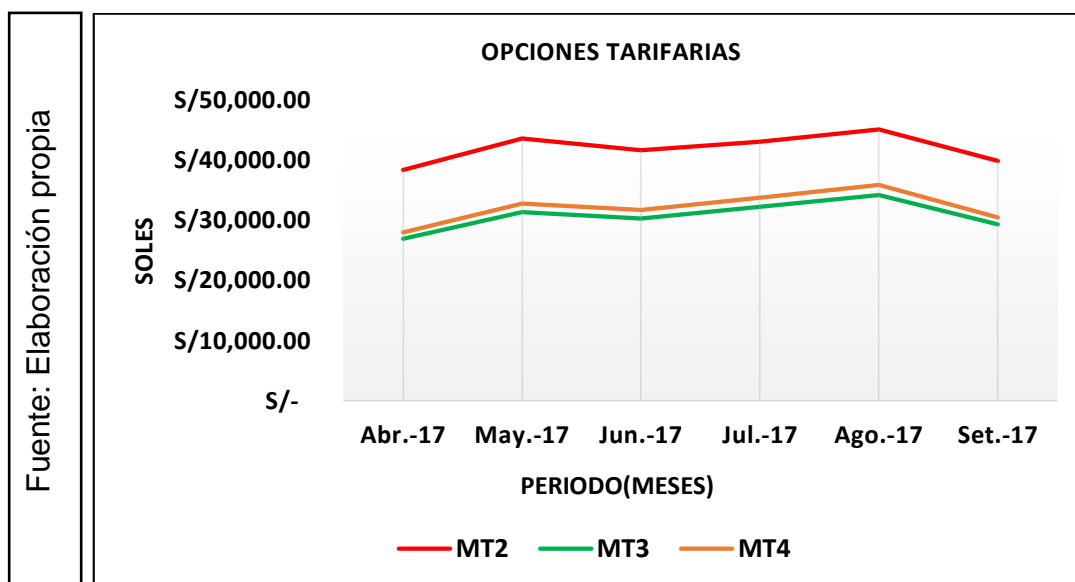
Tabla 27

Fuente: Elaboración propia	MES	OPCIÓN TARIFARIA		
		MT2	MT3	MT4
	Set-17	S/39 850,55	S/29 316,34	S/30 418,97
	Ago-17	S/44 993,13	S/34 129,32	S/35 441,83
	Jul-17	S/43 071,07	S/32 221,53	S/33 679,96
	Jun-17	S/41 652,15	S/30 226,68	S/31 639,31
	May-17	S/43 558,05	S/31 358,82	S/32 745,20
	Abr-17	S/38 364,32	S/26 889,64	S/27 996,00

Resumen de opciones tarifarias

Según los resultados obtenidos durante la simulación tarifaria se observa que la opción tarifaria MT3 es la de menos costo, por lo tanto se determina que la opción tarifaria de la empresa es lo correcto.

Figura 27



Resumen de opciones tarifarias

Según La evaluación de la opción tarifaria MT3 actual en la empresa Hatun sol se concluye que es lo correcto por razón que el monto a facturar por mes sigue siendo de menos costo con respecto a las opciones tarifarias que son MT2 y MT4.

3.2 Determinar los parámetros eléctricos y mecánicos para seleccionar los diferentes componentes para la compensación automatizada

Según los resultados de la evaluación del consumo de energía en la planta Hatun Sol. Fue de mayor consumo en el mes de agosto con una máxima demanda de 419,27kW y una potencia reactiva de 227, 17 kVAR. Por lo tanto estos registros de potencia se consideran para determinar la capacidad del banco de condensadores, por ser la máxima potencia durante la evaluación de 12 meses.

Para determinar los parámetros eléctricos como primer paso se calcula el factor de potencia actual con que trabaja la planta Hatun sol.

$$FP = \cos\left(\tan^{-1}\left(\frac{Q(kVAR)}{P(kW)}\right)\right)$$

Reemplazando:

$$FP = \cos\left(\tan^{-1}\left(\frac{227,17}{419,27}\right)\right)$$

$$FP = 0.88$$

3.2.1. Cálculo de la potencia Inicial (kVA), antes de la Compensación

$$S_1^2 = P^2 + Q^2$$

$$S_1 = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$S_1 = \sqrt{(419,27)^2 + (227,17)^2}$$

$$S_1 = 476,854kVA$$

3.2.2. Cálculo de la intensidad de corriente nominal antes de la Compensación

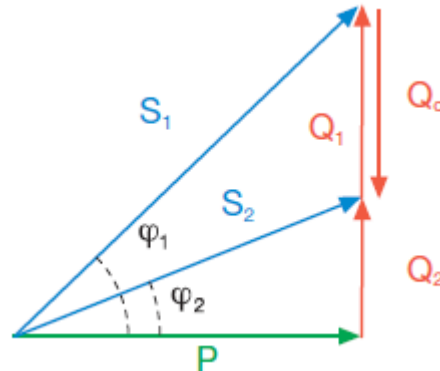
$$I_N = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times 0,88}$$

$$I_N = \frac{419,27}{\sqrt{3} \times 0.440 \times 0,88}$$

$$I_N = 626,45A$$

3.2.3. Determinar la potencia reactiva necesaria

Una vez conocido el factor de potencia de la instalación ($\cos\varphi_1$) y el que se quiere obtener ($\cos\varphi_2$), se puede determinar la potencia reactiva necesaria de la batería de condensadores para alcanzar la corrección.



Siendo:

P: La potencia activa instalada

φ_1 : El ángulo de desfase antes de la corrección

φ_2 : El ángulo de desfase que se quiere obtener con la corrección

$$\cos\varphi_1 = 0,88$$

$$\cos^{-1}(0,88) = 28,38^\circ$$

$$\varphi_1: 28,38^\circ$$

$$\cos\varphi_2 = 0,97$$

$$\cos^{-1}(0,97) = 14,06^\circ$$

$$\varphi_2: 14,06^\circ$$

3.2.3.1 Cálculo de la potencia aparente a un factor de potencia

Requerido de 0.97

$$S_2 = \frac{P}{F_p \text{ Final}}$$

$$S_2 = \frac{419,27}{0,97}$$

$$S_2 = 432,23 \text{ kVA}$$

3.2.3.2 cálculo de potencia reactiva con el factor de potencia requerido

$$Q_2 = \sqrt{S_2 - P^2}$$

$$Q_2 = \sqrt{(432,23)^2 - (419,27)^2}$$

$$Q_2 = 105,07 \text{ kVAR}$$

3.2.3.3 cálculo de la capacidad del banco de condensadores (C_b)

$$C_b = Q_1 - Q_2$$

$$C_b = 227,17 \text{ kVAR} - 105,07 \text{ kVAR}$$

$$C_b = 122,08 \text{ kVAR}$$

Capacidad del banco a elegir 123kVAR

Total de escalones = 5

Dos pasos de 15 kVAR y tres pasos de 31 kVAR

3.2.3.4 cálculo de la corriente nominal después de la compensación

$$I_N = \frac{PkW}{\sqrt{3} \times U \times 0,97}$$

$$I_N = \frac{419,27,00kW}{\sqrt{3} \times 0,440 \times 0,97}$$

$$I_N = 567,83A$$

3.2.3.5 cálculo de la corriente nominal del banco de condensadores

$$I_N = \frac{Q_T}{\sqrt{3} \times U}$$

Donde:

Q_T : Potencia total del banco de Condensadores (kVAR)

U: Tensión de línea (kV)

$\sqrt{3}$: Sistema Trifásico

$$I_N = \frac{123kVAR}{1,73 \times 0,440}$$

$$I_N = 161,59$$

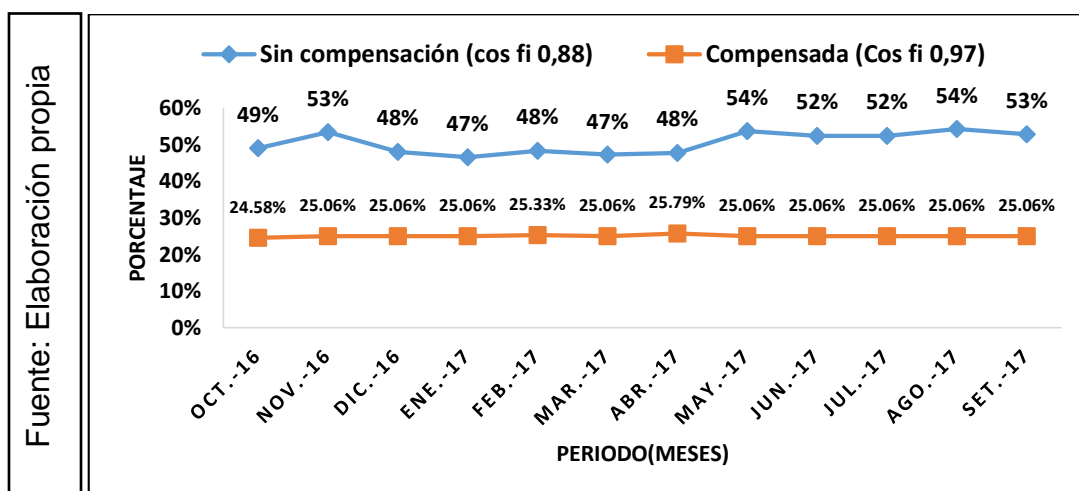
3.2.4. Resultados de la compensación antes y después

Tabla 28

MES	POTENCIA REACTIVA SIN COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA							POTENCIA REACTIVA COMPENSADA		
	cos fi 0,88							cos fi 0,97		
	Energía Activa kW.h-Mes	Energía activa kW.h-Mes 30%	Máxima Demanda (kW)	Potencia Reactiva kVAR	Energía Reactiva (kVAR.h)	Porcentaje (ER) %	Tiempo de Trabajo (h-mes)	Potencia Reactiva kVAR	Energía Reactiva kVAR.h	Porcentaje (ER) %
Oct-16	82 349,04	24 704,71	389,00	190,35	40295,33	49%	211,69	97,49	20638,62	25,06%
Nov-16	67 112,28	20 133,68	395,64	211,15	35816,70	53%	169,63	99,16	16819,92	25,06%
Dic-16	58 967,91	17 690,37	399,00	191,59	28314,65	48%	147,79	100,00	14778,75	25,06%
Ene-17	80 149,04	24 044,71	399,64	185,96	37295,33	47%	200,56	100,16	20087,24	25,06%
Feb-17	63 812,28	19 143,68	406,00	196,07	30816,70	48%	157,17	101,75	15992,87	25,06%
Mar-17	55 767,91	16 730,37	412,60	194,69	26314,65	47%	135,16	103,41	13976,76	25,06%
Abr-17	72 909,23	21 872,77	401,00	191,53	34823,79	48%	181,82	103,41	18801,58	25,79%
May-17	93 928,41	28 178,52	400,50	215,04	50433,06	54%	234,53	100,37	23540,68	25,06%
Jun-17	88 812,34	26 643,70	400,50	209,82	46528,20	52%	221,76	100,37	22258,47	25,06%
Jul-17	93 624,17	28 087,25	407,46	213,45	49044,73	52%	229,77	102,12	23464,43	25,06%
Ago-17	105 219,73	31 565,92	419,27	227,17	57009,56	54%	250,96	105,08	26370,55	25,06%
Set-17	77 609,19	23 282,76	419,27	221,08	40923,33	53%	185,11	105,08	19450,70	25,06%

Resultados de la compensación de energía reactiva

Figura 28



Tendencia del consumo de energía compensada

Tendencia del consumo de energía reactiva a un cos de 0,88 se determina que es del 54% como máximo (sin compensación) y a un cos de 0,97 se determina que es el 25%(compensado) esto indica que menor al 30% no se factura y mayor al 30% si existe facturación, por lo tanto según los resultados que se ha obtenido que, por energía reactiva a facturar es S/.00.00

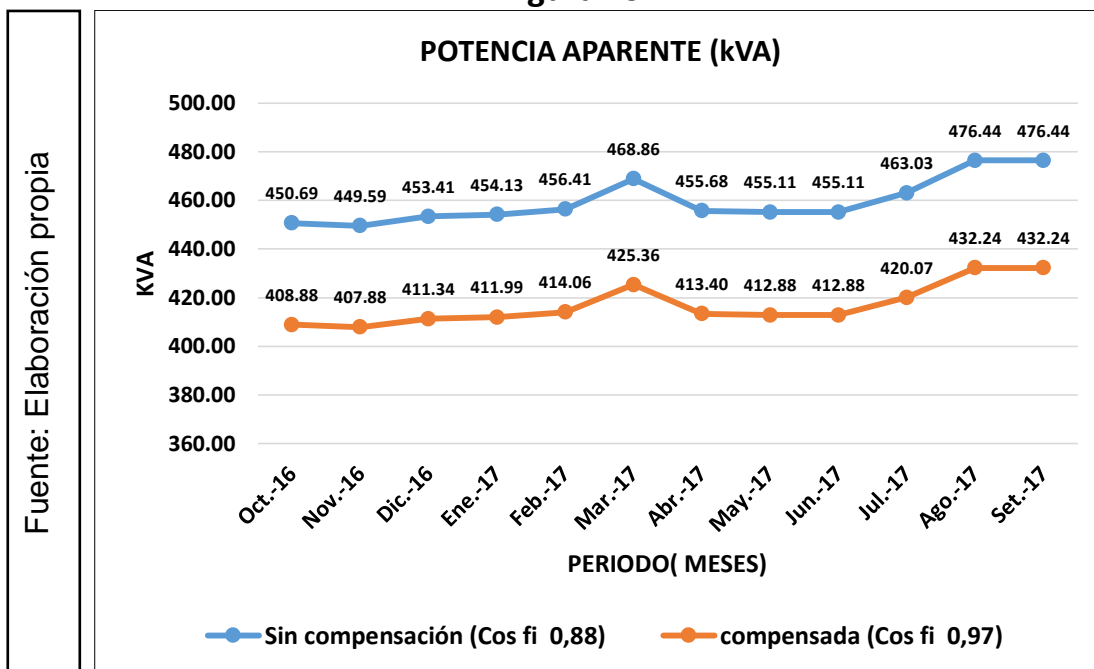
Tabla 29

Fuente: Elaboración propia

MES	cos fi 0,88		cos fi 0,97			INGRESO MENSUAL EN SOLES	
	POTENCIA kVA	POTENCIA kW	POTENCIA kVA	POTENCIA RECUPERADA		COSTO S/ ./kW-Mes	AHORRO EN SOLES S/.
				kVA	kW		
Oct-16	442,05	389,00	401,03	41,01	39,78	24,3600	969,14
Nov-16	449,59	395,64	407,88	41,71	40,46	24,3600	985,68
Dic-16	453,41	399,00	411,34	42,07	40,81	24,3600	994,05
Ene-17	454,13	399,64	411,99	42,14	40,87	24,3600	995,64
Feb-17	461,36	406,00	418,56	42,81	41,52	24,3600	1011,49
Mar-17	468,86	412,60	425,36	43,50	42,20	24,3600	1027,94
Abr-17	455,68	401,00	413,40	42,28	41,01	24,3600	999,03
May-17	455,11	400,50	412,88	42,23	40,96	24,3600	997,78
Jun-17	455,11	400,50	412,88	42,23	40,96	24,3600	997,78
Jul-17	463,03	407,46	420,07	42,96	41,67	24,3600	1015,14
Ago-17	476,44	419,27	432,24	44,21	42,88	24,3600	1044,55
Set-17	476,44	419,27	432,24	44,21	42,88	24,3600	1044,55
						TOTAL	S/12 082,77

Potencia a un $\cos\phi$ de 0,88 y 0,97

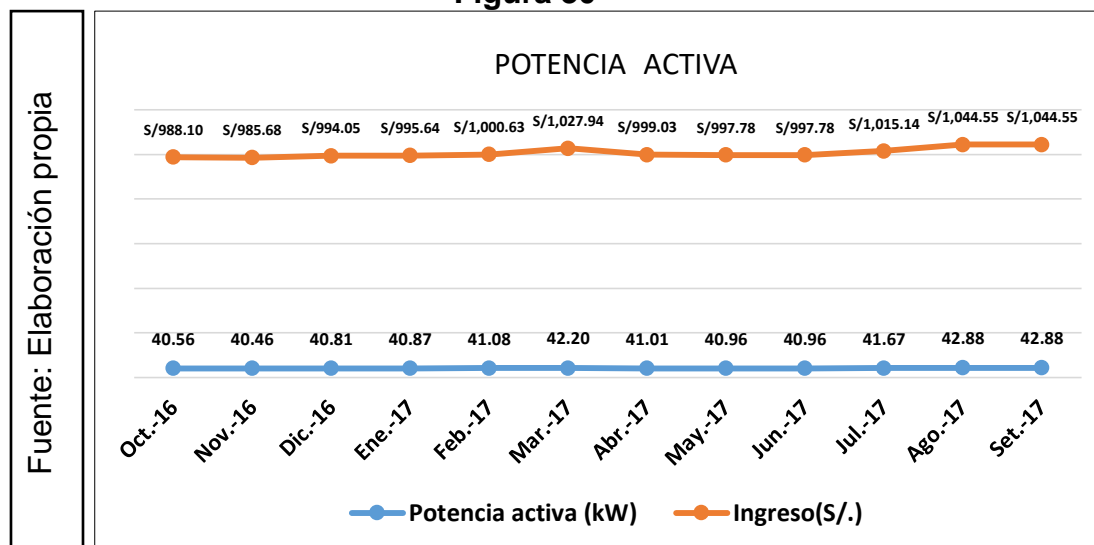
Figura 29



Tendencia de la potencia a un $\cos\alpha$ de 0,88 y 0,97

En la figura 29 se identifica que si disminuye el consumo de potencia al pasar de un $\cos\alpha$ inicial 0,88 a un $\cos\alpha$ final de 0,97 con un promedio de 42,64 kW y en amperios son de 58 amperios, menos de sobrecarga en el conductor alimentador.

Figura 30



En la figura 30 se muestra un ingreso económico mensual para la empresa, por disminuir el consumo, por lo tanto la empresa tiene un ingreso económico anual de S/12 082,77 nuevos soles.

3.2.5. Seleccionar los componentes para la compensación automatizada

3.2.5.1 Condensadores

Este es el principal dispositivo el cual tiene el trabajo de inyectar potencia reactiva a la red para mejorar el factor de potencia, que están compuesto de un material dieléctrico, la instalación se puede realizar de una manera manual o de manera automática. Para este proyecto utilizamos de manera automática ya que lograremos medir el factor de potencia y suministrar reactivos según necesidad. Para este diseño se necesitó cinco condensadores, dos de 15 kVAR y tres de 31 kVAR que trabajan a una tensión de 440 voltios, por lo tanto determinamos la corriente nominal para cada escalón (paso), se considera la ecuación.

$$I_N = \frac{Q(kVAR)}{\sqrt{3} \times U(V)}$$

$$I_N = \frac{15kVAR}{\sqrt{3} \times 0,440kV}$$

$$I_N = 19.69A$$

$$I_N = \frac{31kVAR}{\sqrt{3} \times 0,440kV}$$

$$I_N = 40,67A$$

Como podemos observar la corriente nominal de cada condensador es de 19,69A para los de 15kVAR y 40,67A para los de 31kVAR valores que utilizaremos para la determinación de los conductores, contactores y para las protecciones.

Tabla 30

Pot. (kVar) según las tensiones de operación	IN (A)	Tipo de envase	Ø (mm)	Altura (mm)	Peso (kg)	Referencia							
							230	240	260	380	400	415	440
2.4	2.6	3.1	6.6	7.3	7.9	8.9	10.6	12.7	LC	70	245	1.1	BLRCH088A106B48
3.4	3.8	4.4	9.4	10.4	11.2	12.6	15.0	18	RC	90	242	1.6	BLRCH125A150B48
4.7	5.1	6	12.8	14.2	15.2	17.1	20.4	24.5	RC	90	242	1.6	BLRCH170A204B48
5.7	6.2	7.3	15.6	17.3	18.7	21	25.0	30	TC	116	242	2.5	BLRCH208A250B48
7.1	7.7	9.1	19.4	21.5	23.1	26	31.0	37.2	TC	116	242	2.5	BLRCH258A310B48
7.9	8.6	10.1	21.7	24	25.8	29	34.6	41.6	VC	136	242	3.2	BLRCH288A346B48
9.3	10.2	11.9	25.5	28.3	30.4	34.2	40.7	48.9	XC	116	321	4.1	BLRCH339A407B48

Fuente: Schneider.E

Características de Condensadores

3.2.5.2 Contactores

Este es un dispositivo que nos va ayudar a la conexión y desconexión de los escalones (pasos), estos son controlados por el controlador de factor de potencia.

$$I_C = I_N$$

$$I_C = 40,67A$$

Para seleccionar los contactores de conexión y desconexión de los condensadores se toma en cuenta la corriente nominal **In** del escalón (paso)

Tabla 31

Fuente: Eschneider	230 VAC	400/415 VAC	440VAC	690VAC	Referencia
	kVar	kVar	kVar	kVar	
	7	13	13	21	LC1DFKM7 ⁽¹⁾
	9	16	17	27	LC1DGKM7 ⁽¹⁾
	11	20	21	33	LC1DLKM7 ⁽¹⁾
	14	25	27	42	LC1DMKM7 ⁽¹⁾
	17	30	32	50	LC1DPKM7
	22	40	43	67	LC1DTKM7
	35	63	67	104	LC1DWK12M7

Características de contactores

Para este diseño se optó por cinco contactores del tipo LC1DGKM7 y LC1DPKM7 razón que su tensión de trabajo en la bobina es de 220 voltios

y los contactos de fuerza son de 440voltios y soporta la corriente que demanda los pasos de condensadores ver tabla 31.

3.2.5.3 Protecciones para cada escalón (condensadores)

Los bancos de condensadores son muy propensos a fallas anormales como también de operación, por ese motivo es fundamental tener una protección adecuada. Para el cálculo de las protecciones utilizaremos una constante de protección de 1.25 veces la corriente nominal que demanda cada condensador o paso.

Para 15 kVAR

$$I_{Int.} = I_N \times 1,25$$

$$I_{Int.} = 19.69 A \times 1,25 = 24,61$$

Para 31 kVAR

$$I_{Int.} = I_N \times 1,25$$

$$I_{Int.} = 40,67A \times 1.25 = 50,83$$

Las protecciones a elegir para los pasos de 15 kVAR son interruptores tripolares del tipo no regulables EasyPact EZC100N de In 25 amperios y para los pasos de 31 kVAR se selecciona de 50 amperios

Tabla 32

Fuente: Eschneider	No regulables					
	Con unidad de disparo termomagnética					
	Tipo	Corriente Nominal (A)	Capacidad de interrupción última Icu (KA)			Ics (% Icu)
240V			380V	440V		
EZC100N	20	25	18	10	50	
EZC100N	25	25	18	10	50	
EZC100N	30	25	18	10	50	
EZC100N	40	25	18	10	50	
EZC100N	50	25	18	10	50	
EZC100N	60	25	18	10	50	
EZC100N	80	25	18	10	50	
EZC100N	100	25	18	10	50	

Interruptores automáticos tripolares

Se optó por un interruptores automáticos tripolares de 50A para una mayor protección de los contactores y condensadores así como se observa en la tabla 32.

3.2.5.4 Conductor de alimentación para cada escalón

Para el cálculo de los cables de alimentación de los condensadores, es fundamental tener en cuenta la corriente nominal donde puede incrementar un 35%

Para 15 KVAR

$$I_{Conductor} = I_N \times 1,35$$

$$I_{Conductor} = 19.69 A \times 1,35 = 26.58 A$$

Conductor sección 6.0 mm²

Para 31 KVAR

$$I_{Conductor} = I_N \times 1,35$$

$$I_{Conductor} = 40.67 \times 1,35 = 54,90 A$$

Conductor sección 10.0 mm²

Para la selección del conductor utilizamos la tabla 33 con

Valores aproximado.

Tabla 33

Fuente: Indeco	CALIBRE N° x mm ²	N° HILOS	ESPEORES		DIMENSIONES		PESO (Kg/Km)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
			AISLAMIENTO	CUBIERTA	ALTO	ANCHO		ENTERRADO	AIRE	DUCTO
			mm	mm	mm	mm		A	A	A
	3 - 1 x 6	1	1	1.4	7.8	23.2	324	72	54	58
	3 - 1 x 10	1	1	1.4	8.6	25.7	455	95	74	77
	3 - 1 x 16	7	1	1.4	9.8	29.1	672	127	100	102
	3 - 1 x 25	7	1.2	1.4	11.4	33.9	992	163	131	132
	3 - 1 x 35	7	1.2	1.4	12.4	37.1	1298	195	161	157
	3 - 1 x 50	19	1.4	1.4	14.1	42	1707	230	196	186
	3 - 1 x 70	19	1.4	1.4	15.7	46.8	2339	282	250	222
	3 - 1 x 95	19	1.6	1.5	18.2	54.3	3209	336	306	265
	3 - 1 x 120	37	1.6	1.5	19.9	59.5	3975	382	356	301
	3 - 1 x 150	37	1.8	1.6	21.7	64.9	4836	428	408	338
	3 - 1 x 185	37	2	1.7	24.1	72	6027	483	470	367
	3 - 1 x 240	37	2.2	1.8	27	80.8	7825	561	562	426
	3 - 1 x 300	37	2.4	1.9	29.8	89.3	9736	632	646	480
	3 - 1 x 400	61	2.6	2	33.2	99.4	12336	730	790	555
	3 - 1 x 500	61	2.8	2.1	36.9	110.4	15590	823	895	567

Tabla de datos técnicos cable NYY triple

3.2.5.5 Barras de Cobre para distribución en tablero

Las barras de cobre llenas se usan con el fin de la distribución y alimentar a cada escalón (paso) de condensadores y servicios auxiliares necesarios en el tablero.

Para el cálculo de estas barras de alimentación, es fundamental tener en cuenta la corriente nominal del banco de condensadores donde puede incrementar un 35%

$$I_{Barras} = I_N \times 1,35$$

$$I_{Barras} = 161,59 \text{ A} \times 1,35$$

$$I_{Barras} = 218,95 \text{ A}$$

Tabla 34

Ancho x espesor	Sección en mm.	Peso Kg/m	Carga continua en Amperios					
			Corriente Alterna					
			Pintadas			Desnudas		
			Nº de pletinas			Nº de pletinas		
			1	2	3	1	2	3
12x2	24	0,21	125	225		110	200	
15x2	30	0,27	155	270		140	240	
15x3	45	0,4	185	330		170	300	
20x2	40	0,36	205	350		185	315	
20x3	60	0,53	245	425		220	380	
20x5	100	0,89	325	550		290	4590	
25x3	75	0,67	300	510		270	460	
25x5	125	1,11	385	670		350	600	
30x3	90	0,8	350	600		315	540	
30x5	150	1,34	450	780		400	700	
40x3	120	1,07	460	780		420	710	
40x5	200	1,78	600	1000	2060	520	900	18850
40x10	400	3,56	835	1500	1750	750	1350	1550
50x5	250	2,23	700	1200	2450	630	1100	2200
50x10	500	4,45	1025	1800	1980	920	1620	1800
60x5	300	2,67	825	1400	2800	750	1300	2500
60x10	600	5,34	1200	2100	2450	1100	1860	2200
80x5	400	3,56	1060	1800	3450	950	1650	3100
80x10	800	7,12	1540	2600	2950	1400	2300	2600
100x5	500	4,45	1310	2200	4000	1200	2000	3600

Fuente: DIN 43671

Platinas de cobre

Según tabla 34 Se seleccionan platinas de cobre 20 x 5mm con capacidad de 325.0A según DIN 43671

3.2.5.6 Interruptor General Regulable

Para el cálculo de estas barras de alimentación, es fundamental tener en cuenta la corriente nominal del banco de condensadores.

$$I_C = I_T \times 1,35$$

$$I_C = 162,90 \times 1,35$$

$$I_C = 218,915 \text{ A}$$

Para el cálculo del interruptor general utilizaremos una constante de protección de 1.35 veces la corriente nominal que demanda la capacidad del banco de condensadores.

Tabla 35

Tipo	Regulación unidad de disparo (A) TMD		Capacidad de interrupción última Icu (KA)			Ics (% = Icu)
	Térmica (Ir)	Magnética (Im)	220V	380V	440V	
			NSX 100H, TM16D	11.2-16	200	
NSX 100H, TM25D	17.5-25	300	100	70	65	100
NSX 100H, TM32D	22.4-32	400	100	70	65	100
NSX 100H, TM40D	28-40	500	100	70	65	100
NSX 100H, TM50D	35-50	500	100	70	65	100
NSX 100H, TM63D	44.1-63	500	100	70	65	100
NSX 100H, TM80D	56-80	650	100	70	65	100
NSX 100H, TM100D	70-100	800	100	70	65	100
NSX 160H, TM125D	87.5-125	1000	100	70	65	100
NSX 160H, TM160D	112-160	1250	100	70	65	100
NSX 250H, TM200D	140-200	1000-2000	100	70	65	100
NSX 250H, TM250D	175-250	1250-2500	100	70	65	100

Fuente: Eschneider E.

Interruptor general regulable

3.2.5.7 Conductor principal

Para el cálculo de los cables de alimentación hacia el tablero del banco de condensadores, es fundamental tener en cuenta la corriente nominal del banco donde puede incrementar un 35%.

$$I_{SC.Principal} = I_N \times 1,35$$

$$I_{SC.Principal} = 161,59 \text{ A} \times 1,35$$

$$I_{SC.Principal} = 218,1465A$$

Se selecciona un conductor de 70mm² con capacidad de 250A Instalación al aire ver tabla.

Tabla 36

CALIBRE Nº x mm ²	Nº HILOS	ESPEORES		DIMENSIONES		PESO (Kg/Km)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO	CUBIERTA	ALTO	ANCHO		ENTERRADO	AIRE	DUCTO
		mm	mm	mm	mm		A	A	A
3 - 1 x 6	1	1	1.4	7.8	23.2	324	72	54	58
3 - 1 x 10	1	1	1.4	8.6	25.7	455	95	74	77
3 - 1 x 16	7	1	1.4	9.8	29.1	672	127	100	102
3 - 1 x 25	7	1.2	1.4	11.4	33.9	992	163	131	132
3 - 1 x 35	7	1.2	1.4	12.4	37.1	1298	195	161	157
3 - 1 x 50	19	1.4	1.4	14.1	42	1707	230	196	186
3 - 1 x 70	19	1.4	1.4	15.7	46.8	2339	282	250	222
3 - 1 x 95	19	1.6	1.5	18.2	54.3	3209	336	306	265
3 - 1 x 120	37	1.6	1.5	19.9	59.5	3975	382	356	301
3 - 1 x 150	37	1.8	1.6	21.7	64.9	4836	428	408	338
3 - 1 x 185	37	2	1.7	24.1	72	6027	483	470	367
3 - 1 x 240	37	2.2	1.8	27	80.8	7825	561	562	426
3 - 1 x 300	37	2.4	1.9	29.8	89.3	9736	632	646	480
3 - 1 x 400	61	2.6	2	33.2	99.4	12336	730	790	555
3 - 1 x 500	61	2.8	2.1	36.9	110.4	15590	823	895	567

Fuente: Indeco

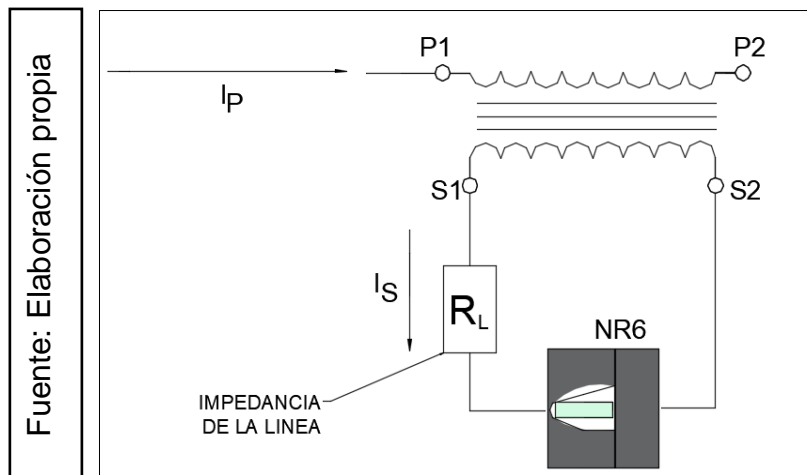
Tabla de datos técnicos cable NYY triple

3.2.5.8 Transformador de corriente para medición (Regulador de energía reactiva).

La potencia total a medir es la suma de la potencia del aparato de medida más la potencia consumida en el cable del circuito secundario

$$P_{Total} = P_{aparato} + P_{cable}$$

Figura 31



Fuente: Elaboración propia

Cálculo del transformador de medida

Calcular la potencia consumida del cable en función de la sección y de la distancia.

$$P_C = R_L \cdot I^2$$

Donde:

R_L = Resistencia del cable del circuito secundario ohmios

I^2 = Corriente del transformador en el secundario

Resistencia del cable del circuito secundario

$$R_L = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

Resistividad del cobre

$$\rho = 0,0172 \cdot \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$$

L: Longitud del circuito ida y vuelta del cableado

S: Sección del cable en mm^2

Remplazando

$$R_L = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

$$R_L = 0,0172 \cdot \frac{8}{2,5} = 0,055 \Omega$$

$$P_C = R_L \cdot I^2$$

$$P_C = 0,055 \cdot 5^2$$

$$P_C = 1,3 VA$$

Potencia del transformador de medida

$$P_t = P_a + P_c$$

P_a = Potencia del equipo es 5 VA (medidor de energía)

$$P_t = 5,0VA + 1,3VA$$

$$P_t = 6,3VA$$

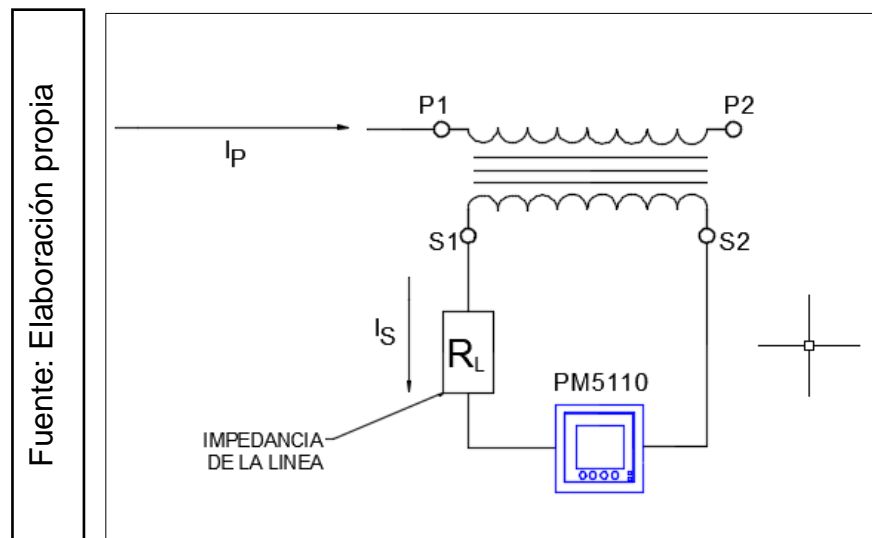
Se elige un transformador de 6 VA con relación de transformación 600/5.

3.2.5.9 Transformador de corriente para equipo(Medidor de Energía)

La potencia total a medir es la suma de la potencia del aparato de medida más la potencia consumida en el cable del circuito secundario

$$P_{Total} = P_{aparato} + P_{cable}$$

Figura 32



Cálculo del transformador de medida

Calcular la potencia consumida del cable en función de la sección y de la distancia.

$$P_C = R_L \cdot I^2$$

Donde:

R_L = Resistencia del cable del circuito secundario ohmios

I^2 = Corriente del transformador en el secundario

Resistencia del cable del circuito secundario

$$R_L = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

Resistividad del cobre

$$\rho = 0,0172 \cdot \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$$

L: Longitud del circuito ida y vuelta del cableado en (m)

S: Sección del cable en mm^2

Remplazando

$$R_L = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

$$R_L = 0,0172 \cdot \frac{9}{2,5} = 0,062\Omega$$

$$P_C = R_L \cdot I^2$$

$$P_C = 0,062 \cdot 5^2$$

$$P_C = 1,548VA$$

Potencia del transformador de medida

$$P_t = P_a + P_c$$

P_a =Potencia del equipo es 13 VA (medidor de energía)

$$P_t = 13,0VA + 1,548VA$$

$$P_t = 14,548VA$$

Se elige un transformador de 15 VA con relación de transformación 600/5

3.2.5.10 Sistema de ventilación

Características del tablero

H = Altura =2,0m

L= Anchura = 0,8m

P = Profundidad = 0,8m

Figura 33

Fuente: Schneider Electric	H = altura	L = anchura	P = profundidad	
	Posición del armario	Ubicación según el informe 890 del IEC	Fórmula para calcular S (m ²)	
		Accesible desde todos los lados	$S = 1,8 \times H \times (L + P) + 1,4 \times L \times P$	
		Adosado a un muro	$S = 1,4 \times L \times (H + P) + 1,8 \times P \times H$	
		En un extremo en caso de yuxtaposición	$S = 1,4 \times P \times (H + L) + 1,8 \times L \times H$	
		En un extremo en caso de yuxtaposición, adosado a un muro	$S = 1,4 \times H \times (L + P) + 1,4 \times L \times P$	
		En un lugar intermedio en caso de yuxtaposición	$S = 1,8 \times L \times H + 1,4 \times L \times P + P \times H$	
		En un lugar intermedio en caso de yuxtaposición, adosado a un muro	$S = 1,4 \times L \times (H + P) + P \times H$	
		En un lugar intermedio en caso de yuxtaposición, adosado a un muro con la parte superior cubierta	$S = 1,4 \times L \times H + 0,7 \times L \times P + P \times H$	$S = \text{ } m^2$

Datos a considerar para el cálculo según la instalación del tablero

Calculo del área total del tablero

$$S = 1,4 \times 0,8m \times (2,0m + 0,8m) \times 1,8 \times 0,8m \times 2,0m$$

$$S = 9,03m^2$$

Para la el cálculo del área del tablero se considera la segunda fórmula, que es adosado a muro.

Calculo de la potencia disipable

$$Pd = k \times S \times (ti - ta)$$

Donde

k: valor depende del material constructivo del gabinete

ta: Temperatura de ambiente

ti: temperatura interior asumido para el cálculo (°C)

Reemplazando

$$Pd = Pe = 5,50 \times 9,03 \times (60 - 30) = 1489,95W$$

Calculo del caudal necesario

$$Q = 3,1 \frac{Pe}{(ti - ta)}$$

Donde

Pe: cantidad de energía calorífica excedente en vatios (w)

Q: caudal necesario expresado en m³/h

Reemplazando

$$Q = 3,1 \frac{1489,95}{(60-30)} 153,96 \text{m}^3/\text{h}$$

Ventilador a elegir con Caudal de 193m³/h

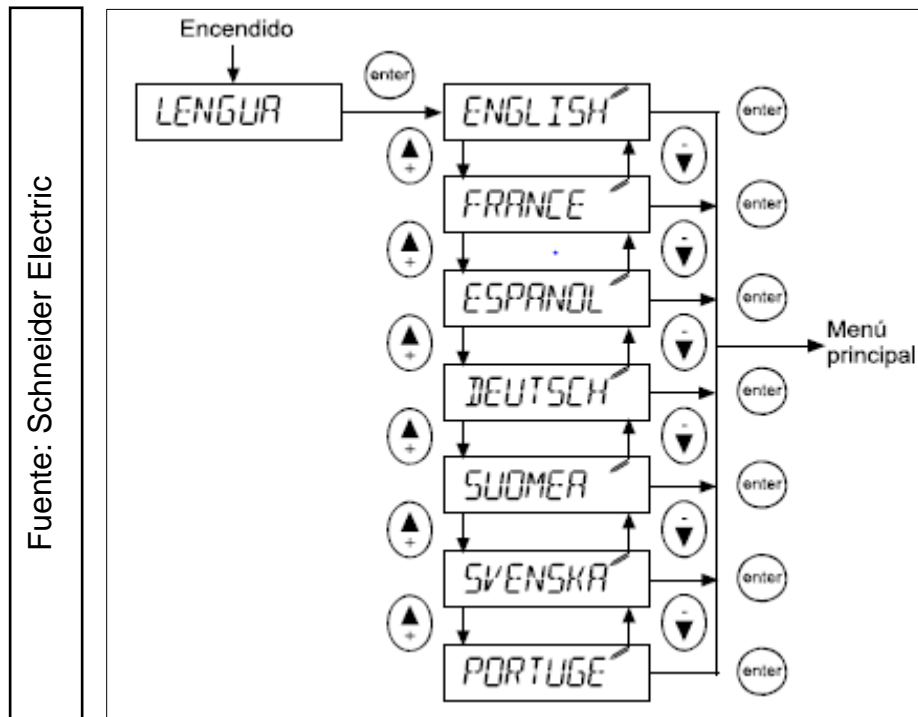
3.3 Realizar programación de equipos , planos eléctricos y mecánicos

3.3.1. Programación Equipo regulador de energía reactiva NR6

3.3.1.1 Procedimiento de puesta en servicio

Después del primer encendido, el regulador solicita automáticamente el ajuste del idioma.

Figura 34



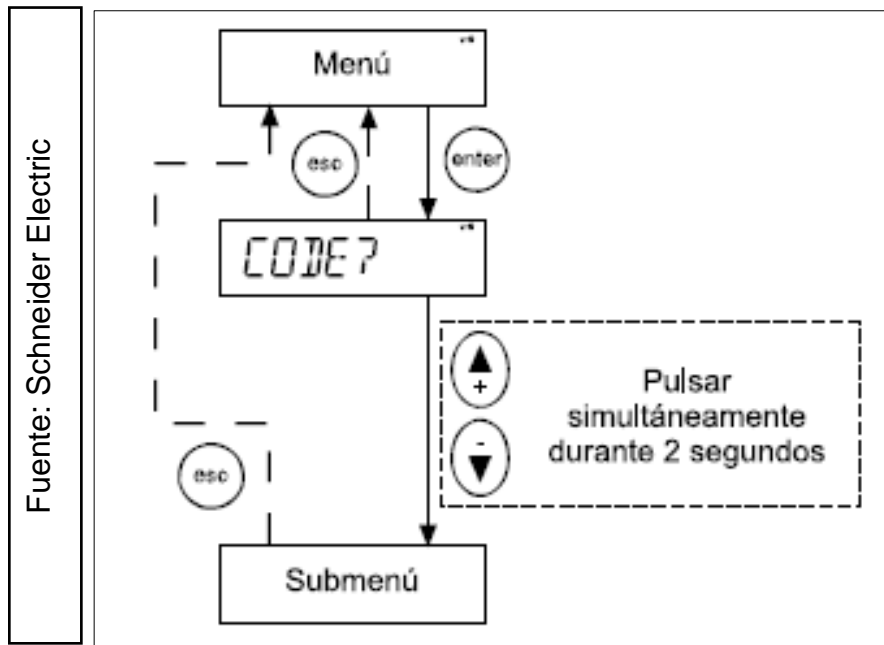
Fuente: Schneider Electric

Diálogo de ajuste del idioma

3.3.1.2 Operaciones con el menú

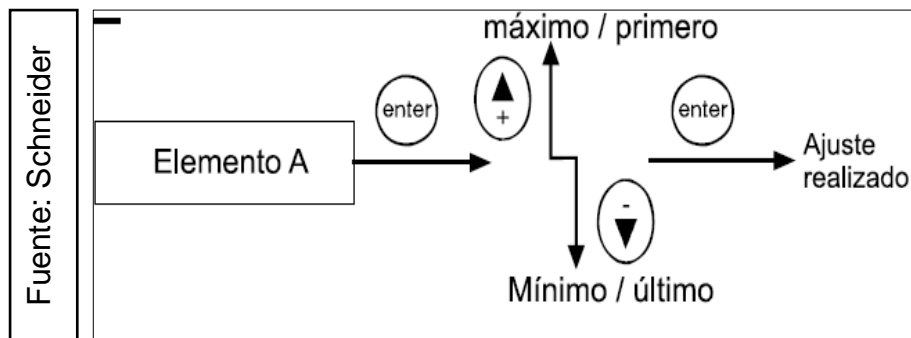
Como medida de precaución contra usos accidentales, el acceso a determinados menús se ha protegido mediante un "password", que es una secuencia especial de pulsaciones de teclas que permite el uso de un elemento de menú particular.

Figura 35



Forma general de acceder al menú con un password

Figura 36



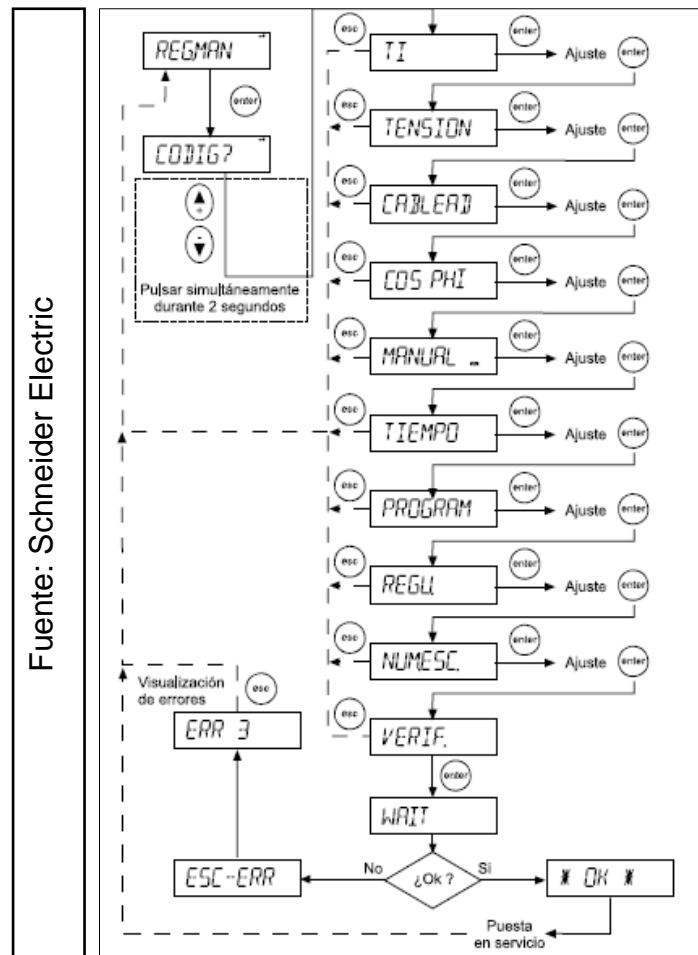
Ajuste de un valor

3.3.1.3 Parámetros de configuración

Los parámetros deben introducirse porque es muy importante para poder poner en servicio el regulador.

Este elemento de menú es una secuencia forzada, lo que significa que es preciso acceder a todos los elementos para poder validar la configuración.

Figura 37

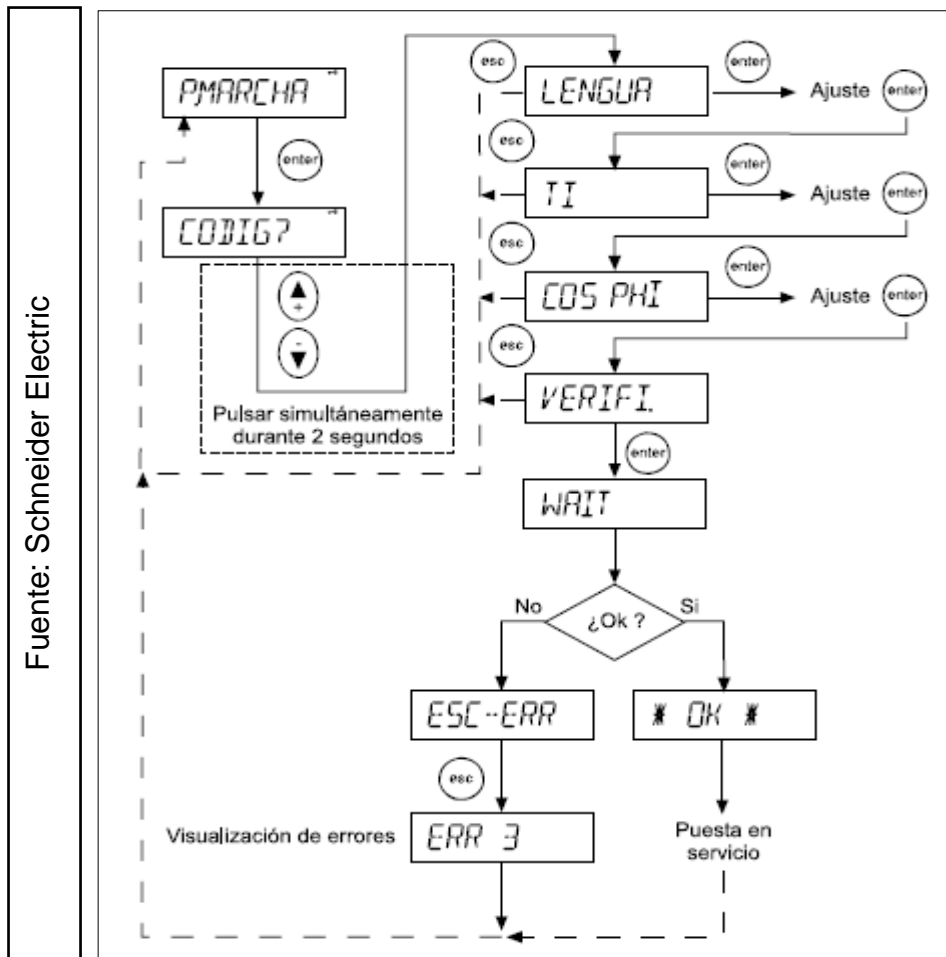


Parámetros de configuración

3.3.1.4 Puesta en marcha

A través de este menú se pone en servicio un regulador configurando previamente, la secuencia contiene una comprobación automática de parámetros para verificar si los parámetros introducidos manualmente coinciden con la red utilizada.

Figura 38



Puesta en marcha

- calculo del C/K

$$C/K = \frac{Q_{1st}}{\frac{I_1}{5A} \times U_{LL} \times \sqrt{3}}$$

$$C/K = \frac{15}{\frac{600}{5A} \times 440 \times \sqrt{3}}$$

$$C/K = 0.1642$$

Figura 39

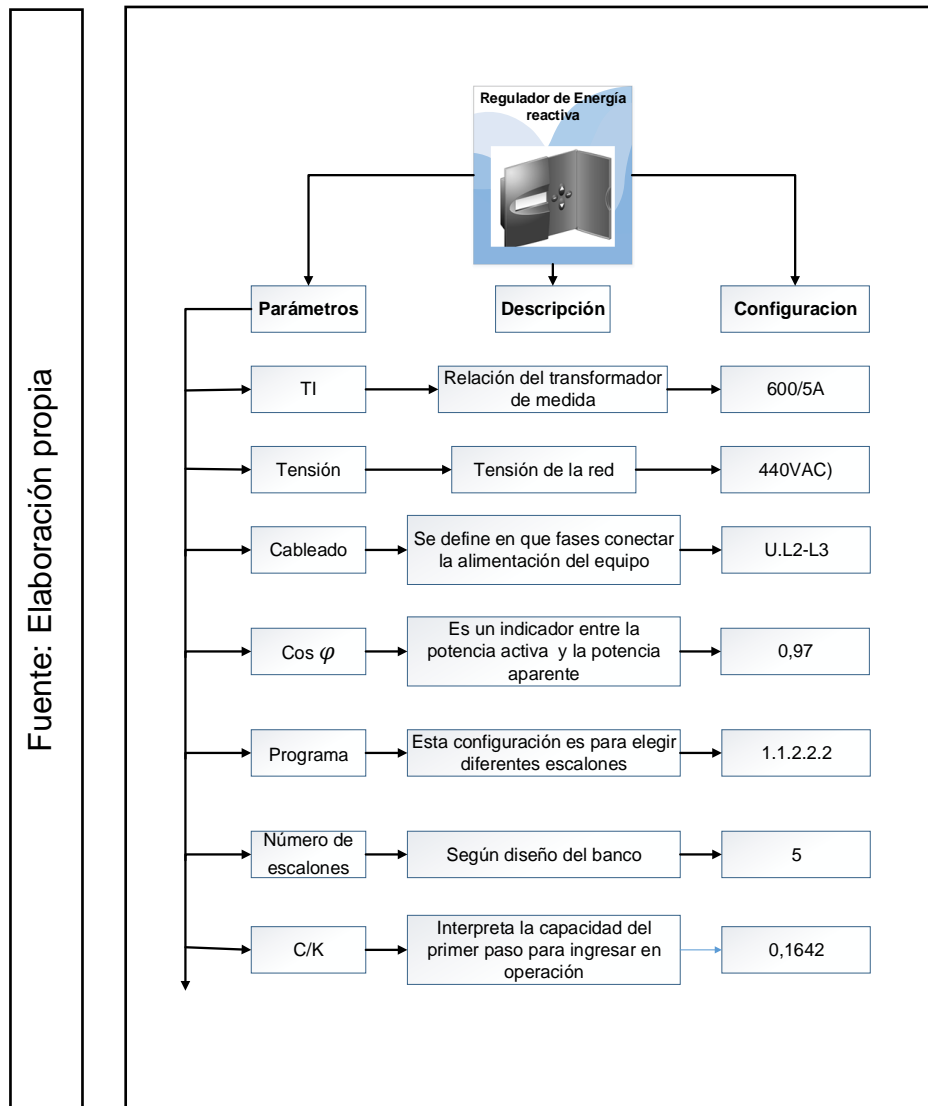


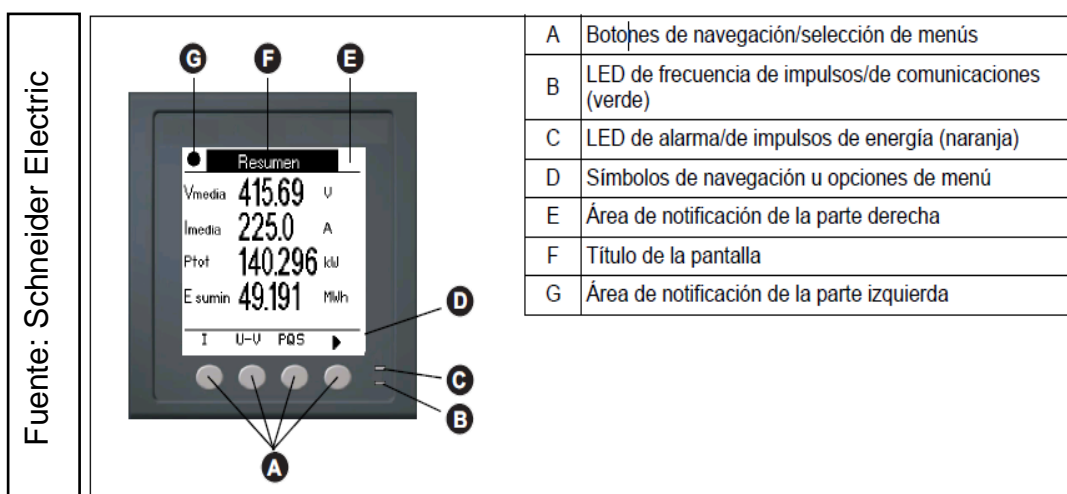
Diagrama de flujo de programación

3.3.2. Programación del medidor de energía

Pantalla del panel frontal y configuración de la central de medida

- la pantalla del panel frontal permite utilizar la central de medida para realizar diferentes tareas, como la configuración de la central, la visualización de pantallas de datos, el reconocimiento de alarmas o la realización de restablecimientos

Figura 40

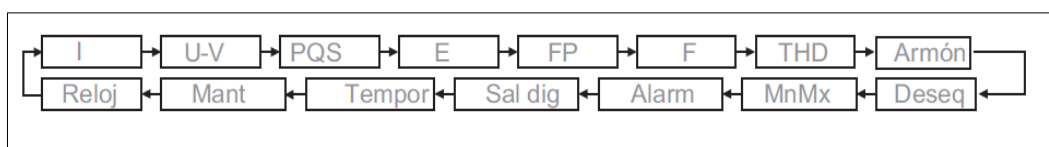


Partes de la pantalla

3.3.2.1 Menús de pantalla de la central de medida

Todas las pantallas de la central de medida se agrupan en base a principios lógicos según sus funciones. Se accede a cualquier pantalla disponible de la central.

Figura 41



Menús de pantalla

Figura 42

Fuente: Schneider Electric

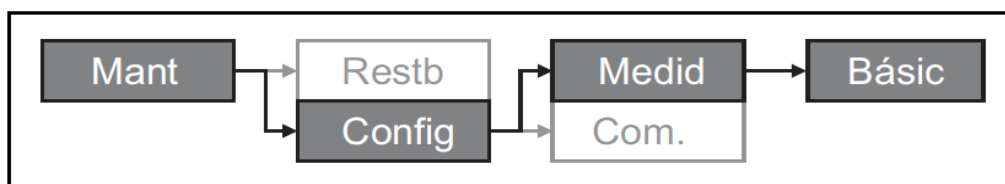
Símbolo	Descripción
▶	Desplaza la pantalla hacia la derecha y muestra más elementos de menú.
▲	Sale de la pantalla y sube un nivel.
▼	Desplaza el cursor hacia abajo por la lista de opciones o muestra más elementos de menú en la parte inferior.
▲	Desplaza el cursor hacia arriba por la lista de opciones o muestra más elementos de menú en la parte superior.
◀	Desplaza el cursor un carácter hacia la izquierda.
+	Aumenta el valor resaltado o muestra el siguiente elemento de la lista.
-	Muestra el elemento anterior de la lista.
	Botones del panel frontal

Símbolos de Navegación

3.3.2.2 Ajuste de los parámetros de configuración básica

Realizar un ajuste adecuado de los parámetros de configuración básica de la central de medida es esencial para obtener mediciones y cálculos precisos. La pantalla config. Básica sirve para definir el sistema de alimentación eléctrica que va a supervisar la central de medida.

Figura 43



Pasos para la configuración básica

- 1. Ir a Mant > Config.**
2. Escriba la contraseña de configuración (La contraseña predeterminada es "0000" y, a continuación, pulse **OK**).
- 3. Ir a Medid > Básic.**
4. Desplace el cursor de modo que quede señalando el parámetro que desea modificar y, a continuación, pulse **Editar**
5. Modificar el parámetro según necesario y, a continuación, pulse **OK**.
6. Desplace el cursor de modo que quede señalado el siguiente parámetro que desea modificar, pulse **Editar**, haga cambios y, a continuación, pulse **OK**

Figura 44

Parámetro	Valores	Descripción
Sistema alimentación	Seleccione el tipo de sistema de alimentación (transformador de alimentación) al que se encuentra cableada la central de medida.	
	1F2H LN	Monofásico de 2 hilos fase a neutro
	1F2H LL	Monofásico de 2 hilos fase a fase
	1F3H LL con N	Monofásico de 3 hilos fase a fase con neutro
	3F3H triáng sin tierra	En triángulo trifásico de 3 hilos sin toma de tierra
	3F3H triáng toma tierra	En triángulo trifásico de 3 hilos con toma de tierra
	3F3H estrella sin tierra	En estrella trifásico de 3 hilos sin toma de tierra
	3F3H estrella con tierra	En estrella trifásico de 3 hilos con toma de tierra
	3F3H estrell resist tierr	En estrella trifásico de 3 hilos con resistencia a tierra
	3F4H triá abier deriv ctr	En triángulo abierto trifásico de 4 hilos con derivación central
	3F4H triáng deriv ctrl	En triángulo trifásico de 4 hilos con derivación central
	3F4H estrella sin tierra	En estrella trifásico de 4 hilos sin toma de tierra
	3F4H estrella con tierra	En estrella trifásico de 4 hilos con toma de tierra
	3F4H estrell resist tierr	En estrella trifásico de 4 hilos con resistencia a tierra
Conexiones de TT	Seleccione el número de transformadores de tensión (TT) que se conectan al sistema de alimentación eléctrica.	
	Conexión directa	Conexión directa; no se utilizan TT.
	2TT	2 transformadores de tensión
	3TT	3 transformadores de tensión
Primario TT (V)	De 1 a 1000000	Especifique la capacidad del primario del TT en voltios.
Secundario TT (V)	100, 110, 115, 120	Seleccione la capacidad del secundario del TT en voltios.
TI en terminal	Defina cuántos transformadores de intensidad (TI) se conectan a la central de medida y a qué terminales se conectan.	
	I1	1 TI conectado al terminal I1
	I2	1 TI conectado al terminal I2
	I3	1 TI conectado al terminal I3
	I1 I2	2 TI conectados a los terminales I1 e I2
	I1 I3	2 TI conectados a los terminales I1 e I3
	I2 I3	2 TI conectados a los terminales I2 e I3
	I1 I2 I3	3 TI conectados a los terminales I1, I2 e I3
Primario de TI (A)	De 1 a 32767	Especifique la capacidad del primario del TI en amperios.
Secundario de TI (A)	1, 5	Seleccione la capacidad del secundario del TI en amperios.
Frecuencia sist. (Hz)	50, 60	Seleccione la frecuencia del sistema de alimentación eléctrica en hercios.
Rotación de fases	123, 321	Seleccione la rotación de fases del sistema trifásico.

Fuente: Schneider Electric

Opciones de Parámetros para configuración básica

7. Pulse ▲ para salir. pulse si para guardar los cambio

Figura 45

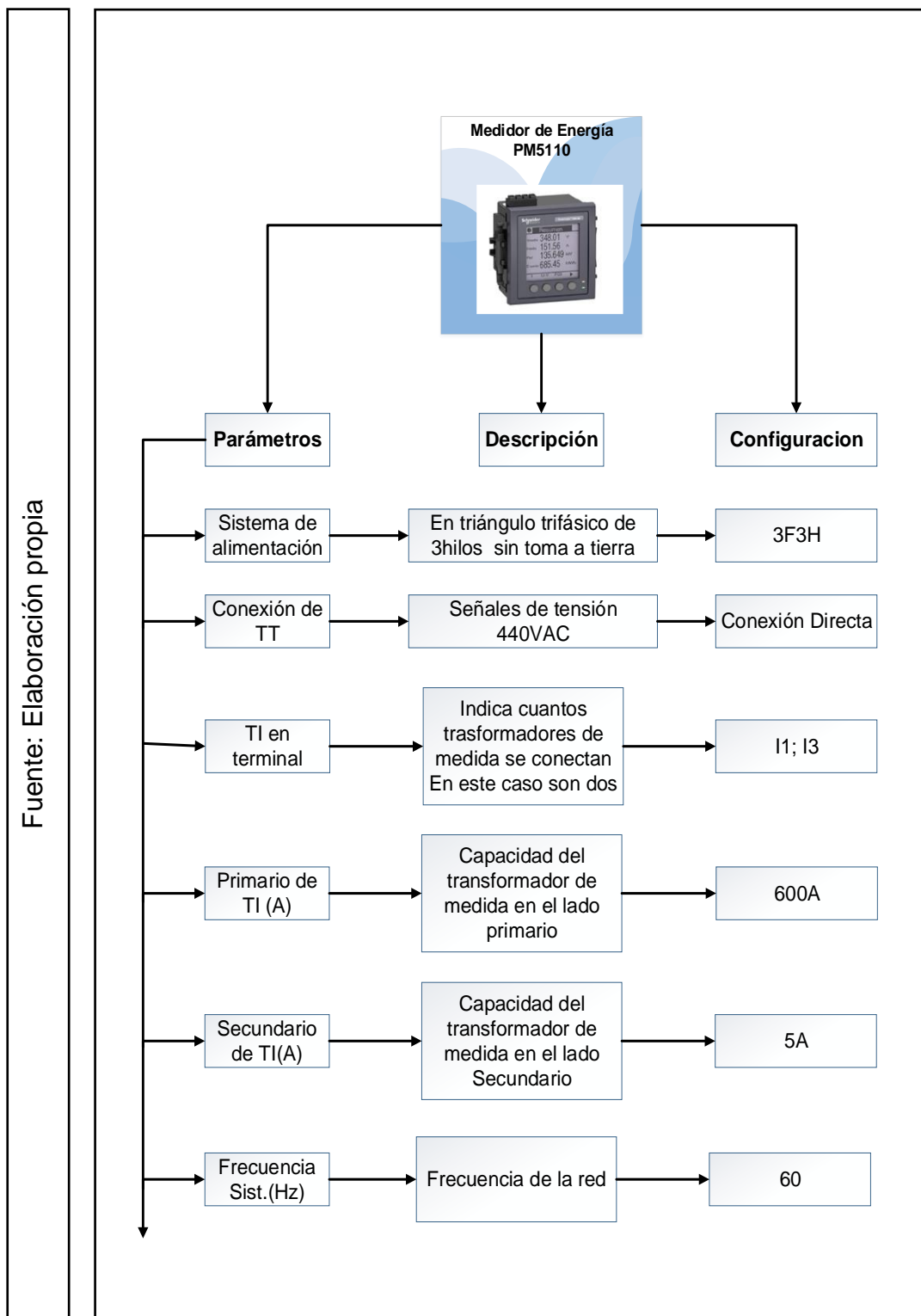




Diagrama de flujo para programación del medidor de energía

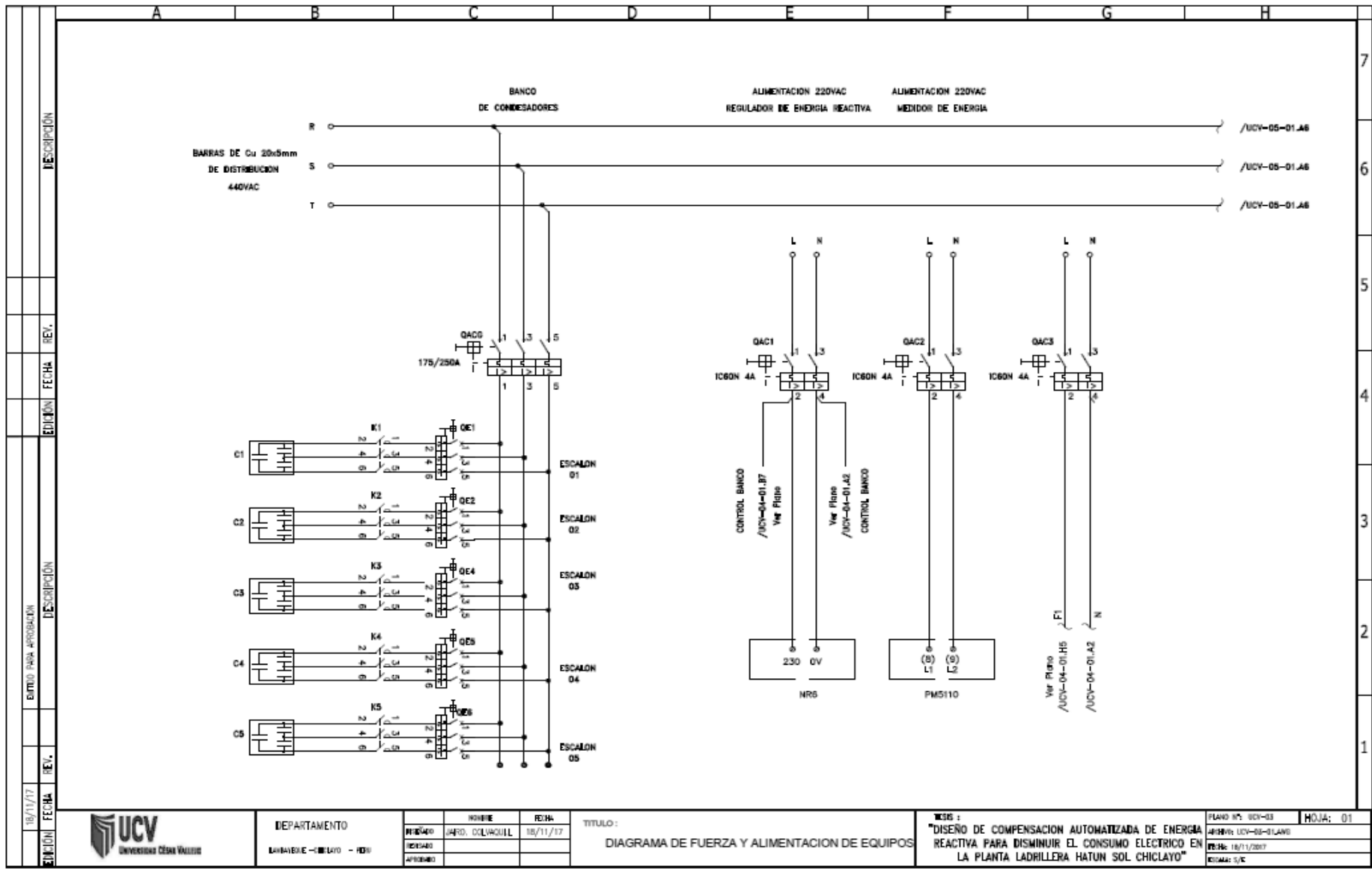
3.3.3. Planos Eléctricos

		A	B	C	D	E	F	G	H	
DESCRIPCIÓN		DIAGRAMAS FUNCIONALES CONTROL Y FUERZA								7
		Autor : JAIRO COLVAQUI LOBATO								5
REV.										
FECHA										4
EDICIÓN										
DESCRIPCIÓN		Universidad: CESAR VALLEJO								3
		Tesis: "DISEÑO DE COMPENSACION AUTOMATIZADA DE ENERGIA REACTIVA PARA DISMINUIR EL CONSUMO ELECTRICO EN LA PLANTA LADRILLERA HATUN SOL CHICLAYO"								2
REV.										1
FECHA										
EDICIÓN										
ENTRADA PARA APROBACIÓN				DEPARTAMENTO LADRILLERA - CHICLAYO - PERU	DESIGNADO JAIRO COLVAQUI	FECHA 18/11/17	TÍTULO : CARATULA	TEMA : "DISEÑO DE COMPENSACION AUTOMATIZADA DE ENERGIA REACTIVA PARA DISMINUIR EL CONSUMO ELECTRICO EN LA PLANTA LADRILLERA HATUN SOL CHICLAYO"	PLANO Nº: LIT-00 SERVICIO: UCV-CELEDAWIS FECHA: 18/11/2017 ESCALA: 1/1	HOJA: 00

EDICIÓN		FECHA	REV.	DESCRIPCIÓN		DESCRIPCIÓN		
18/11/17				ESTUDIO PARA PROGRAMACIÓN				7
								6
								5
								4
								3
								2
								1

PLANO	HOJA	TITULO
LCD-00	01	Caratula
LCD-01	01	Indice
LCD-02	01	Codificacion y Descripcion
LCD-03	01	Diagrama Fuerza B.C Y Alimentacion de equipos
LCD-04	01	Circuito de Control B.C
LCD-05	01	Señales de Corriente y tensión
LCD-06	01	Tablero

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	DEPARTAMENTO ELECTRICIDAD - ICA	NOMBRE DR. COLVAQUILL	FECHA 18/11/17	INDICE	TESIS : "DISEÑO DE COMPENSACION AUTOMATIZADA DE ENERGIA REACTIVA PARA DISMINUIR EL CONSUMO ELECTRICO EN LA PLANTA LADRILLERA HATUN SOL CHICLAYO"	PLANO N°: 001-01	HOJA: 01		
		DISEÑADO			AUTORA: UCV-01-01-01	FECHA: 18/11/2017			
		REVISADO							
		APROBADO							



EDICIÓN	FECHA	REV.	DESCRIPCIÓN
18/11/17			ESTUDIO PARA APROBACION
			EDICIÓN
			FECHA
			REV.
			DESCRIPCIÓN

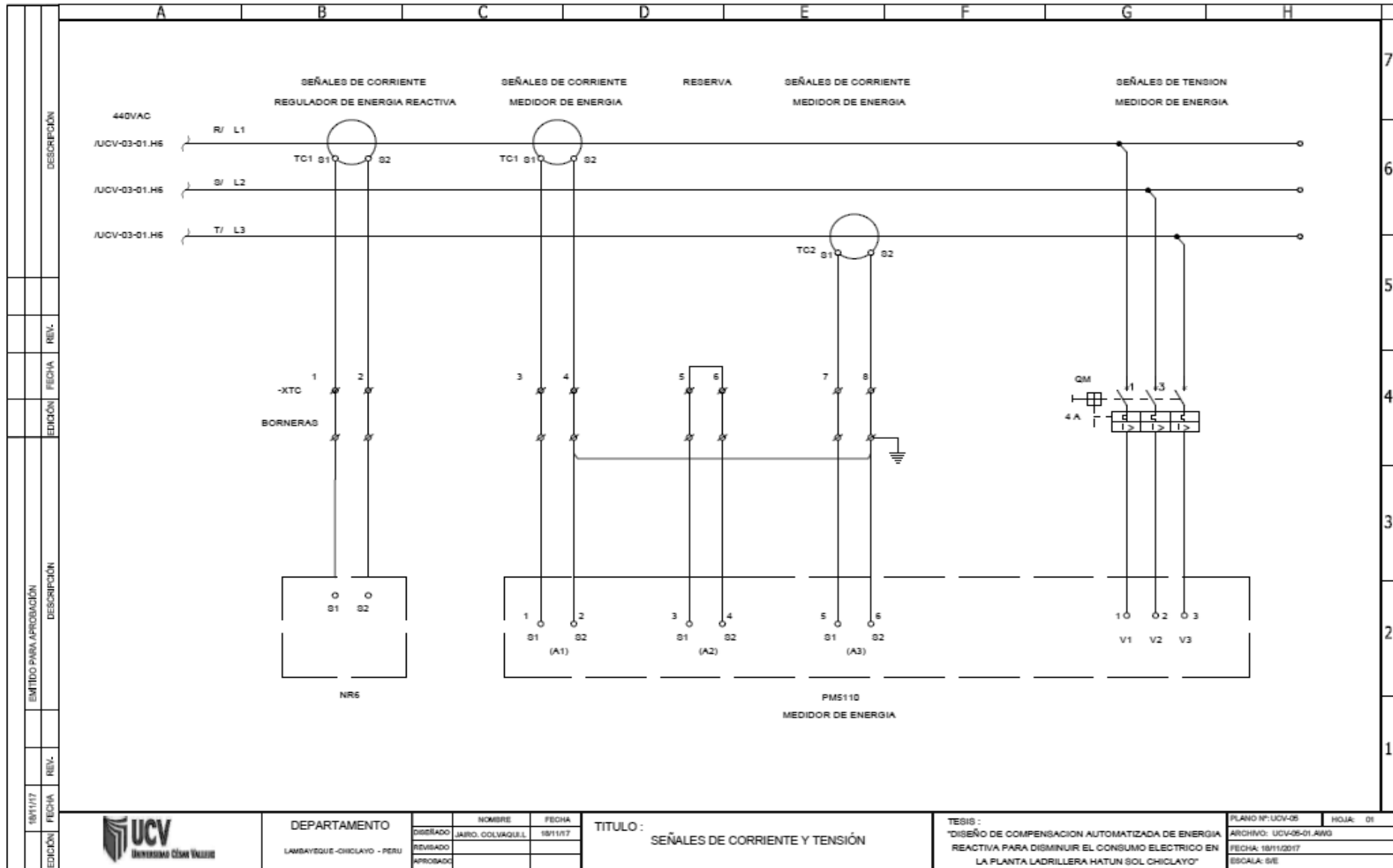


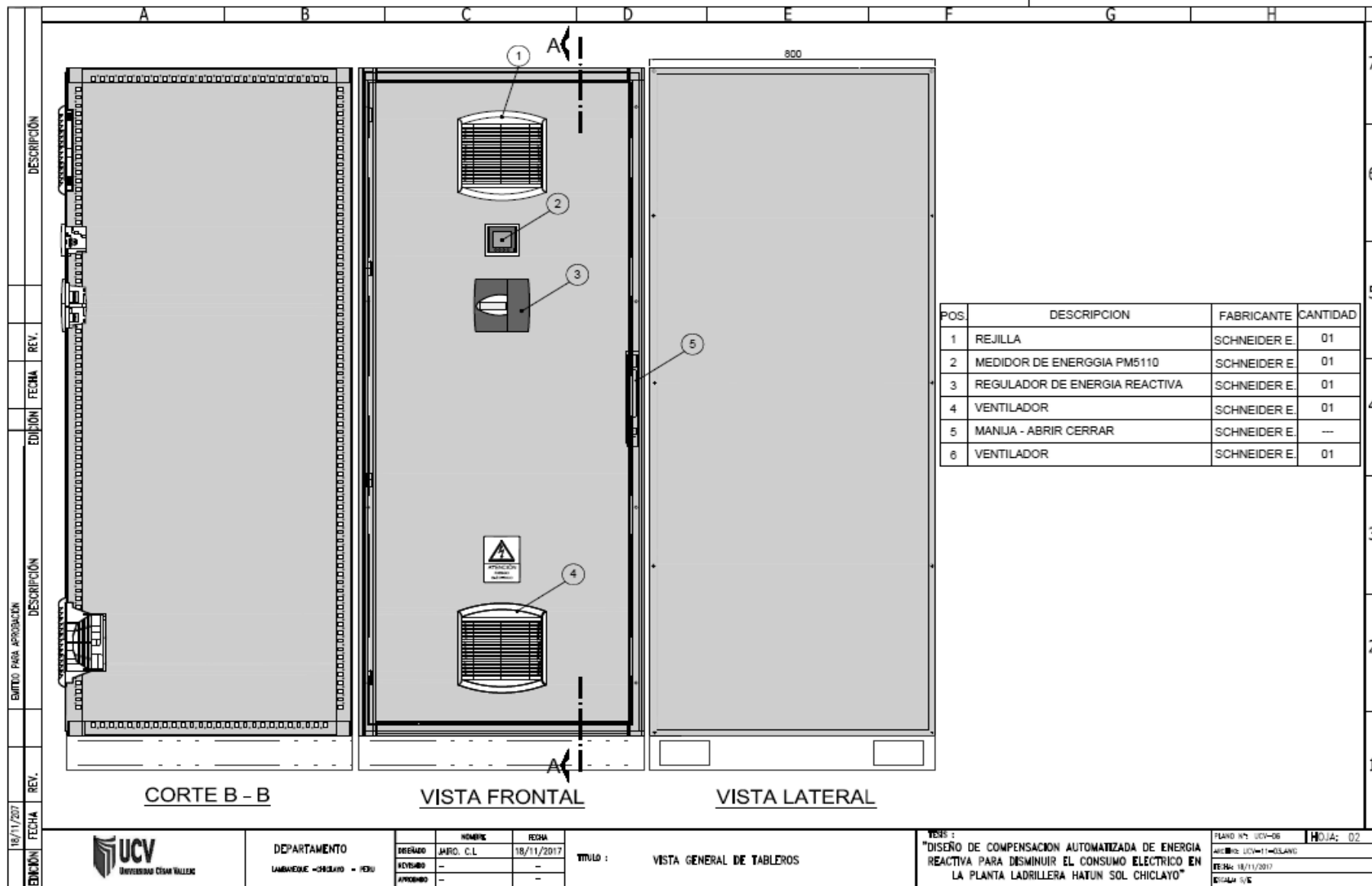
DEPARTAMENTO	NOMBRE	FECHA
LADRILLERA - CHICLAYO - HDU	JAFRO COLLAOULLI	18/11/17

TÍTULO:
DIAGRAMA DE FUERZA Y ALIMENTACION DE EQUIPOS

NOTAS:
 DISEÑO DE COMPENSACION AUTOMATIZADA DE ENERGIA REACTIVA PARA DISMINUIR EL CONSUMO ELECTRICO EN LA PLANTA LADRILLERA HATUN SOL CHICLAYO

PLANO N°: 001-03	HOJA: 01
AREA: UCV-03-01AND	
FECHA: 18/11/2017	
ESCALA: 1/E	





18/11/2017
 EDICIÓN FECHA
 REVISIÓN
 EDICIÓN FECHA
 REVISIÓN
 EDICIÓN FECHA
 REVISIÓN
 EDICIÓN FECHA
 REVISIÓN



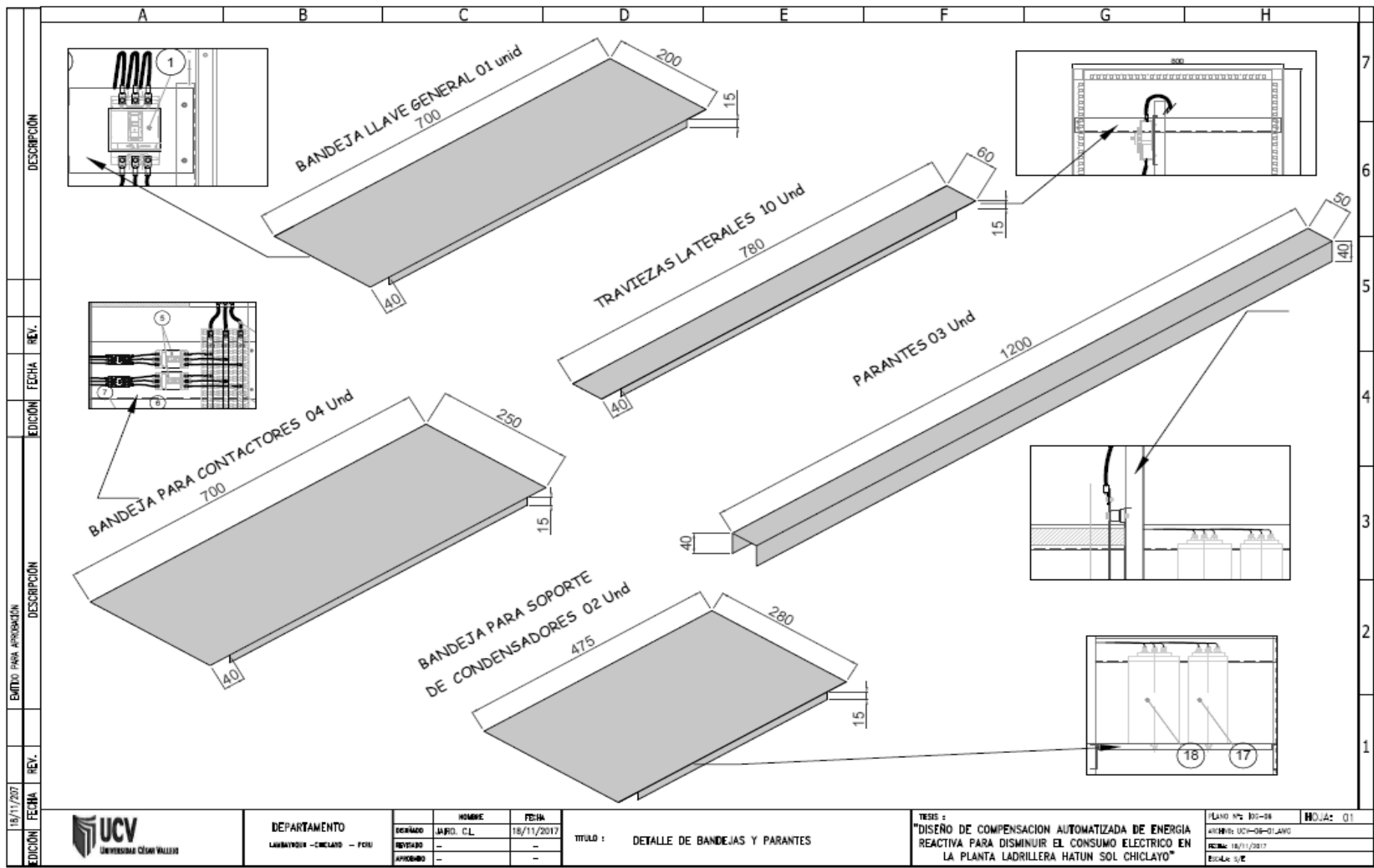
DEPARTAMENTO
 LAMBAYEQUE - CHICLAYO - PUNO

PREPAREDADO	ANEXO	FECHA
JARRO, C.L		18/11/2017
REVISADO	-	-
APROBADO	-	-

TÍTULO : VISTA GENERAL DE TABLEROS

NOTAS :
 "DISEÑO DE COMPENSACION AUTOMATIZADA DE ENERGIA REACTIVA PARA DISMINUIR EL CONSUMO ELECTRICO EN LA PLANTA LADRILLERA HATUN SOL CHICLAYO"

PLANO N°: UCY-06
 HOJA: 02
 AREA: UCY-01-02-LAYO
 FECHA: 18/11/2017
 ESCALA: 1/5



EDICIÓN	FECHA	REV.	DESCRIPCIÓN
EMITO PARA APROBACIÓN			
EDICIÓN	FECHA	REV.	DESCRIPCIÓN
18/11/2017			



DEPARTAMENTO
LABORATORIO - CHICLAYO - FCU

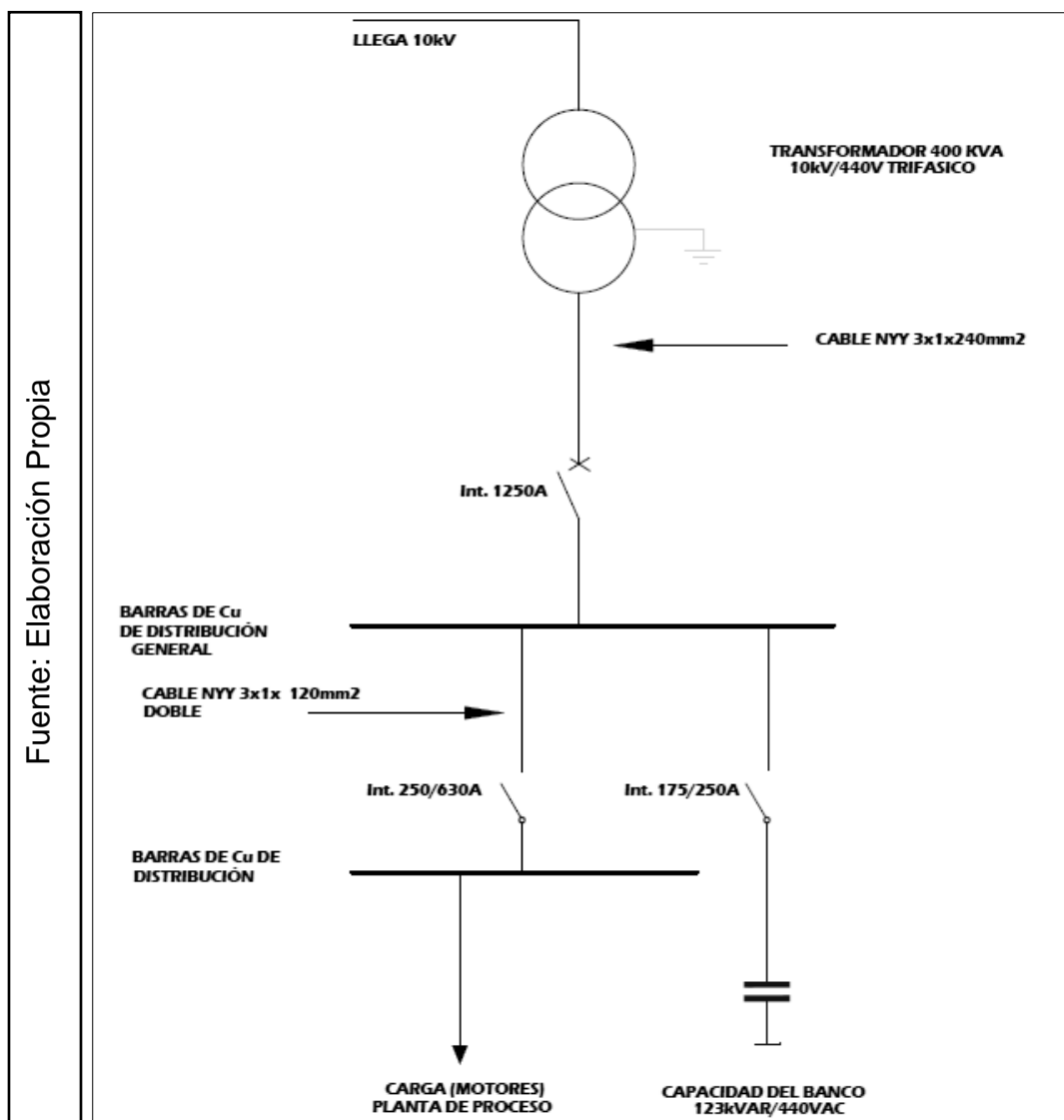
	NOMBRE	FECHA
DESIGNADO	JARD. CL.	18/11/2017
REVISADO	-	-
APROBADO	-	-

TÍTULO : DETALLE DE BANDEJAS Y PARANTES

TESIS :
"DISEÑO DE COMPENSACION AUTOMATIZADA DE ENERGIA REACTIVA PARA DISMINUIR EL CONSUMO ELECTRICO EN LA PLANTA LADRILLERA HATUN SOL CHICLAYO"

PLANO N°: 00-06	HOLAJE: 01
ARCHIVO: UC-06-01.AWG	
FECHA: 18/11/2017	
ESCALA: 1/1	

Diagrama unifilar para instalación del banco de condensadores



La instalación del banco de condensadores se realiza con una compensación global, esto quiere decir que el banco se conecta en las barra de distribución principal, con la finalidad de compensar la energía reactiva a todas las cargas aguas hacia abajo.

Figura 46

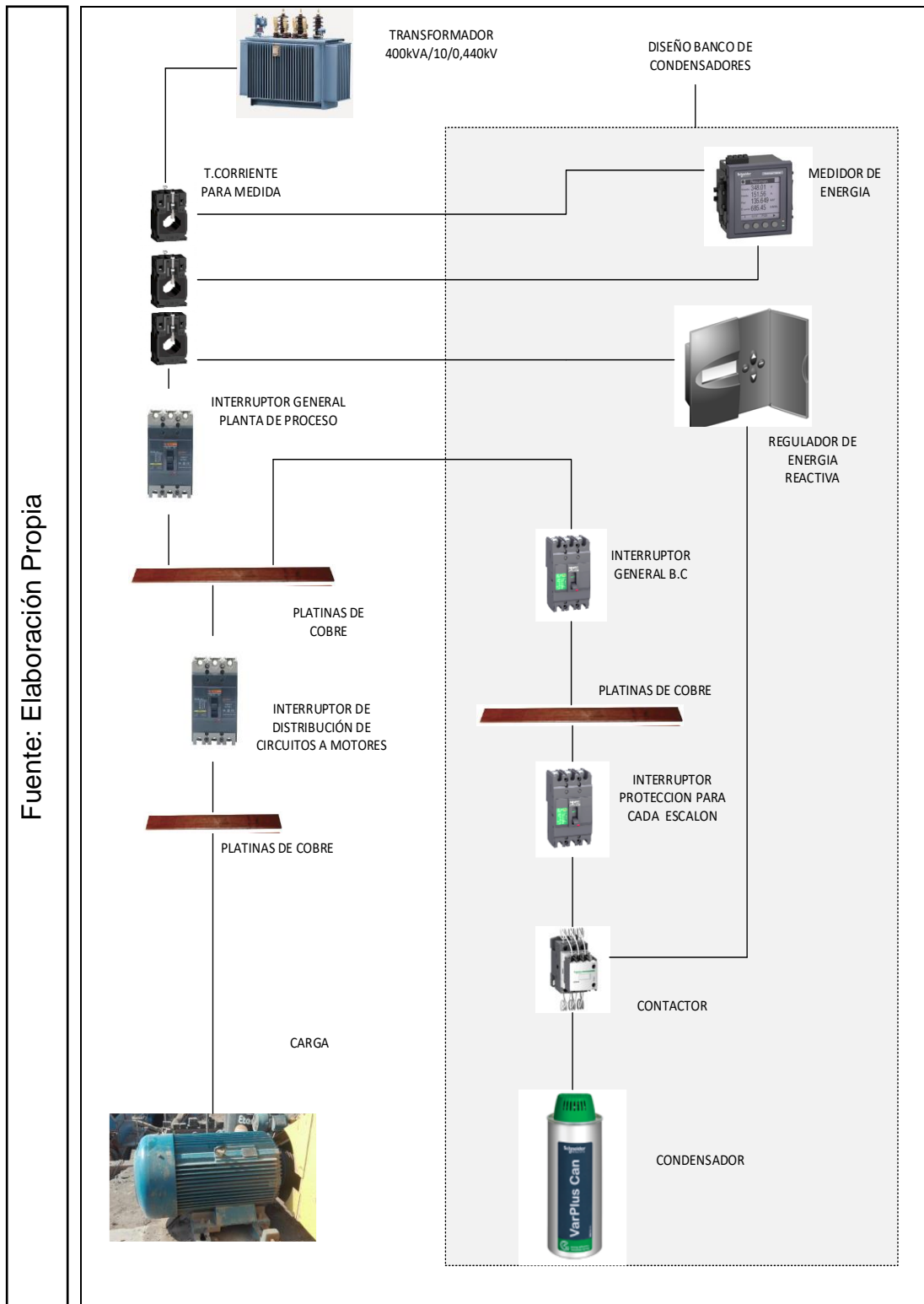


Diagrama de flujo para la compensación Automatizado de energía reactiva

3.4. Realizar un análisis económico del diseño

Para determinar el presupuesto de este proyecto, se consideró el costo por suministro de materiales, mano de obra, mantenimiento y evaluación económica con los indicadores el VAN y el TIR.

Metrado y Presupuesto del Suministro De Materiales

ITEM	DESCRIPCION	Unidad	METRADO	COSTO UNIT .(S/.)	TOTAL (S/.)
1,00	SUMINISTRO DE MATERIALES (TABLERO Y ACCESORIOS)				S/.24 257,40
1,01	Tablero Autosoportado Spacial SF 2000mmx800mmx800mm	Und	1,00	4 063,42	4 063,42
1,02	Controlador De Energia Reactiva NR6	Und	1,00	1 488,65	1 488,65
1,03	Medidor De Energia PM5110	Und	1,00	1 896,97	1 896,97
1,04	Interruptor Principal Ezc25N-175 - 250A	Und	1,00	535,25	535,25
1,05	Interruptor Ezc100N- 25A	Und	2,00	224,80	449,60
1,06	Interruptor Ezc100N- 50A	Und	3,00	224,80	674,40
1,07	Ventilador -NSYCVF165M230PF	Und	1,00	609,99	609,99
1,08	Rejilla - NSYCAG223MLPF	Und	2,00	142,23	284,46
1,09	Int.Trifasico 4Amp	Und	1,00	190,90	190,90
1,10	Int.Monofasico 4Amp	Und	2,00	99,03	198,06
1,11	Contactador - LC1DGKM7 16/17kVar 400/415V	Und	2,00	266,90	533,80
1,12	Contactores - LC1DGKM7 30/32kVAR 400/415V	Und	3,00	548,68	1 646,04
1,13	Capacitor- 13.5/15 kvar - 690V - 50/60Hz	Und	2,00	290,03	580,06
1,14	Capacitor 27/31 kvar - 690V - 50/60Hz	Und	3,00	497,70	1 493,10
1,15	Transfo.Corriente 600/5 - METSECT5MD060	Und	3,00	146,00	438,00
1,16	Platina De Cobre 5X20mm x 4m	Und	1,00	47,01	47,01
1,17	Aisladores Portabarra 30mm x 30mm	Und	9,00	8,00	72,00
1,18	Cable NYY 3x1x10mm ²	m	24,00	11,39	273,41
1,19	Cable NYY 3x1x 6mm	m	6,00	8,14	48,82
1,20	Cable NYY 3x1x70 mm ²	m	30,00	72,91	2 187,36
1,21	Terminales De Compresión Cu 70mm ²	Und	12,00	7,00	84,00
1,22	Terminales De Compresión Cu 10mm ²	Und	1,00	1,30	1,30
1,23	Terminales De Compresión Cu 6mm ³	Und	12,00	0,90	10,80
1,24	Cable GPT 1.5 mm ² (100m)	Bls	1,00	83,00	83,00
1,25	Terminales Tipo Ojal	Bls	1,00	9,00	9,00
1,26	Terminales Tipo Mol 1.5 mm ²	Bls	1,00	8,00	8,00
1,27	OTROS				
1,28	Pintura Spray Colores Rojo,Blanco, Negro Y Amarillo	Und	4,00	10,00	40,00

1,29	Plancha Acrilica 1.30m x 0.3m espesor 2mm	m ²	1,00	40,00	40,00
1,30	Estoboles 3/16" x 1" + Arandelas Y Anillo De Presión	Und	100,00	0,12	12,00
1,31	Estoboles 3/16" x 3/4" + Tuercas ,Arandelas Y Anillo De Presion	Und	100,00	0,18	18,00
1,32	Esparrago 1/4" x 1m + Tuercas ,Arandelas	Und	100,00	0,50	50,00
1,33	Riel din	Und	2,00	10,00	20,00
1,34	Canaleta ranurada alto 60mm x ancho 40mm	Und	2,00	25,00	50,00
1,35	(plancha 1.5mmx 240m)BANDEJAS ,Traviesas, Parantes Para Fijar Accesorios	Glb	1,00	120,00	120
1,35	Costo por Armado, montaje de accesorios y conexionado de Tablero	Glb	1,00	6 000,00	6 000,00

incluye IGV

TOTAL

S/. 24 257,40

Costos por mantenimiento

Los costos por mantenimiento, es el precio pagado por concepto de las acciones realizadas para conservar o restaurar un bien o un producto a un estado específico, y a la vez una inversión en la protección del equipo físico y alargar la vida útil de los equipos a mediano y largo plazo.

Item	Descripción	Cantidad	P.U (S/.)	Costo parcial. (S/.)
1	Costo por mantenimiento	1	1 200,00	1 200,00

Ingresos por disminuir el consumo eléctrico

Al disminuir el consumo eléctrico, lo representa reducir el pago en la facturación por lo tanto Los ingresos que se obtiene es por disminuir la energía reactiva y potencia como resultado la empresa tiene un ingreso anual de 20 354,02 nuevos soles.

Evaluación con indicadores económicos

Flujo de carga de la implementación de la propuesta

✓ La inversión inicial del proyecto es de 25 457,40nuevos soles

- ✓ Los egresos, representan los costos por mantenimiento que equivalen a 1 200,00 soles anuales
- ✓ Los ingresos netos, lo representan por disminuir el consumo eléctrico, que es de 20 354,02 nuevos soles anuales.

Fuente: Elaboración propia	TASA 20%	Flujo de carga del proyecto de inversión					
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	Presupuesto	18 257,40					
	Mantenimiento	1 200,00					
	Inversión inicial	-25 457,40					
	Ingresos		20 342,55	20 342,55	20 342,55	20 342,55	20 354,02
	Egresos mantenimiento		1 200,00	1 200,00	1 200,00	1 200,00	1 200,00
	Ingresos netos Ingresos-Egresos						
		-25 457,40	19 142,55	19 142,55	19 142,55	19 142,55	19 142,55
	VAN	S/31 790,54		Retorno de		1	Año
	TIR	70%		Inversión		4	Meses

Valor Actual Neto (VAN)

Los valores de los ingresos mensuales, llevándolos al año cero, donde se inicia el proyecto, con una tasa de interés del 20% anual

Ingresos actualizados al tiempo 0 o año 0

$$Ga = \frac{Sa * [(1 + i)^n - 1]}{i * (1 + i)^n}$$

Dónde:

Ga: Ingresos actualizados año 0

Sa: Ingresos – Egresos Anuales

i: Tasa de interés: 20%

Tasa interno de retorno

Para calcular la tasa interno de retorno, se determina haciendo que los ingresos actualizados con una tasa de interés a determinar es igual a la inversión inicial del proyecto

$$Inv = \frac{Sa * [(1 + TIR)^n - 1]}{[TIR * (1 + TIR)^n]}$$

Donde:

Inv: Inversión inicial es de 25 457,40 nuevos soles

Sa: Ingresos anuales

TIR: Tasa interno de retorno.

Reemplazando valores y mediante el Microsoff Excel, se calcula el valor TIR, obteniendo un resultado del 70% anual, que indica un valor superior al interés bancario actual que oscila en 20% anual.

Relación beneficio costo

$$RBC = \frac{Ga}{Inv} = \frac{31\ 824,84}{25\ 457,40} = 1,25$$

Remplazando la relación de beneficio costo obtenemos que el valor es mayor a uno esto quiere decir que no solo es rentable si no que también es viable.

IV. DISCUSIÓN

La investigación tiene como propósito identificar y describir aquellas alternativas más factibles de solución para poder lograr reducir el consumo eléctrico en la Empresa Hatun Sol. Para ello se ha determinado los diversos parámetros claves para elaborar dicho estudio: Las características típicas del suministro de energía eléctrica, históricos de consumos de energía y potencia.

Además sea identificado todos los factores asociados a la electricidad como: La determinación de la carga instalada, factor de potencia, máxima demanda, potencias (activa y reactiva) tasa de distorsión armónica total (THD), Tensiones y Frecuencia. Estos factores fueron adquiridos mediante la instalación de un equipo analizador de redes, una vez adquirido el registro de los parámetros eléctricos, se realizó un análisis de cada uno de ellos para Lugo determinar si las variaciones eran los permisibles.

Toda esta información de gran importancia para el estudio fueron recolectados a través de fichas recolectoras de datos, con el fin de analizar tendencias del consumo de energía durante un periodo de 12 meses, la información de datos históricos se obtuvo de la empresa concesionaria, en esta caso que es ENSA, luego de los registros obtenidos fueron analizados mediante cuadros estadísticos en el software Microsoft Excel el cual fue una herramienta esencial. Para luego con los resultados obtenidos en la etapa de investigación poder diseñar y evaluar tanto técnica como económica.

También fue muy importante realizar la simulación del plan tarifario de MT2, MT3, MT4, la simulación consistió en identificar primero los cargos por: potencias, energías y cargos fijos de las diferentes tarifas, para luego presupuestar por el costo unitario de cada plan tarifario, este análisis fue con la finalidad si el plan tarifario que cuenta la empresa Hatun sol es lo correcto según su periodo de operación.

Para determinar la capacidad del banco de condensadores y poder compensar el sistema, como previos se realizó las tendencias de consumo

de energías y potencias por un periodo de 12 meses, esto fue con el fin de analizar e identificar qué mes fue de máxima demanda para considerar como datos para el cálculo.

La selección de los diferentes componentes se realizó en base a la corriente nominal del banco de condensadores y cada escalón. Para luego elegir sus características técnicas según el fabricante. A de más los planos fueron diseñados con el fin de poder obtener las lógicas entre equipos a través de sus contactos de salida y tener un control de compensación automatizada. Para la programación de equipos como es el medidor de energía y el regulador de energía reactiva se plasmó diagramas de flujo con los parámetros y valores de configuración según diseño.

Finalmente se realiza un análisis económico mediante los indicadores el VAN y el TIR

V. CONCLUSIONES

Se realizó la evaluación del comportamiento del consumo de energía actual de la empresa procesadora Hatun sol, la evaluación fué por un periodo de 12 meses, el cual se obtuvo como resultado que el monto a facturar por energía reactiva mensual como mínimo Fué de 404,46 y un máximo de 1073,72 nuevos soles con un valor Anual de 8 271, 24 nuevos soles. Esto indica que este monto la empresa está pagando por exceder el 30% de la energía activa total en energía reactiva.

Se realizó la simulación del plan tarifario con la opciones tarifarias MT2, MT3 y MT4 para determinar si la opción tarifaria de empresa era lo correcto, por lo tanto se obtuvo resultados que la opción tarifaria actualmente de la empresa Hatun sol que es MT3 es lo correcto por razón que en el periodo de evaluación fue la más económica. También se determina que es un cliente calificado fuera punta y regulado.

Durante el periodo de instalación del equipo analizador de redes para monitorear los parámetros eléctricos en las instalaciones eléctricas trifásicas de la empresa ladrillera Hatun sol para analizar la calidad de energía se pudo rescatar que los niveles de tensión en los valores mínimos y máximos no están en el rango permisible con una valor del 1% mas según la NTCSE.

Para realizar el cálculo del banco de condensadores se realizó la evaluación durante un periodo de 12 meses, durante la evaluación como datos para el cálculo se ha elegido el mes más alto que es Setiembre registrando una máxima demanda de 419,27kW y una potencia reactiva de 227,17Kvar, para luego determinar el factor de potencia ó $\cos \varphi$ que se obtuvo un valor de 0,88. Mediante el factor de potencia obtenido se procedió a realizar el cálculo para poder llegar a un factor de potencia de 0,97 y poder elegir cuál sería la capacidad del banco de condensadores con regulación automática, finalmente se determina que la capacidad del banco fué de 123kVAR compartido en cinco pasos o escalones dos de 15kVAR y tres de 31kVAR. El banco de capacitores fue diseñado para que trabaje de una forma automática por medio de un equipo regulador de

energía reactiva Tipo NR6, El equipo se programará según los parámetros de diseño para compensar en forma ascendente y descendente según la necesidad o carga.

Se realizó la evaluación de la tendencia de la potencia y energía reactiva antes y después de la compensación, que como resultado se obtuvo que a un factor de potencia de 0,88 se registró una potencia de 459,27kVA y a 0,97 fue de 416,65kVA, con una potencia recuperada de 42,61kW por mes, que equivale a un ingreso anual de S/12 082,77, también se determina que la energía reactiva antes de la compensación se registraba un consumo del 50%, esto quiere decir que el 20% pasa a facturación por exceder al 30% de la energía activa total-mes, que lo correcto es consumir menor a ello. Después de la compensación a un factor de 0,97 se determina que el consumo fue el 25%, por lo tanto este resultado da que la facturación por energía reactiva será de S/.00.00 por mes.

Se procedió a realizar el análisis de la evaluación económica, el cual nos como resultado un Valor Actual Neto (VAN), de S/. 31 824,84nuevos soles, una Tasa Interno de Retorno (TIR) de 70% anual, Tiempo de recuperación un año y cuatro meses, con una relación de costo beneficio de 1,25. Por lo tanto esto indica que por ser el costo beneficio mayor a uno no solo es rentable, si no también viable.

VI. RECOMENDACIONES

El proyecto de inversión propuesto se realiza en un periodo de cinco años, sin embargo la vida útil de este proyecto es de 15 años, razón que si es viable y los costos de inversión son recuperables a un corto tiempo, por otra parte todo el equipamiento eléctrico se está considerando de una marca que sí es reconocida en muchas industrias por su calidad y garantía.

Se recomienda que la unidad de transformación que es de 400kVA incrementar su capacidad por el motivo que a una producción mayor se encuentra sobrecargado, según la evaluación obtenida que se registró un consumo de potencia como máxima demanda de 459,27kVA.

Se recomienda que, al iniciar su proceso, el operario debe realizar la puesta en marcha a los motores a partir de 40 HP con un tiempo paulatino cada uno de ellos con el fin de evitar las sub tensiones en el circuito, por razones de no contar estos motores con equipos limitadores de corriente para su puesta en marcha.

Se recomienda realizar el mantenimiento preventivo, lo cual esto ayudará a evitar que el polvo se introduzca en los equipos por el motivo que existen equipos electrónicos y que estos son muy sensibles al tener un contacto con ello, este mantenimiento ayudará alargar la vida útil de los equipos y así obtener un mayor beneficio a un corto y largo plazo.

Se recomienda implementar un sistema de “Supervisión, Control y Adquisición de Datos” (SCADA) para poder monitorear y ver las tendencias del consumo eléctrico diario, semanal, mensual y anual a un valor real desde un centro de control, Por Razón que los equipos considerados en este diseño cuentan con una tecnología avanzada y permite un control a distancia.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ✓ **ABB (Asea Brown boveri, suiza)**, corrección del factor de potencia y filtrado de armónicos en las instalaciones eléctricas, 2012.
- ✓ **BOLTON, Willam.** Sistemas de control electrónico en ingeniería mecánica y eléctrica. 2.^a ed. España: Marcombo, 2002.538pp. ISBN: 9788426713162.
- ✓ **BRYAN, L.A Y BRYAN, E.A.** Controladores Programables. 2.^a ed. Estados unidos: industrial text Company, 1997.1047pp. ISBN: 0-944107-32-X.
- ✓ **CALDERON, José y MEDINA, Wilfredo.** Metodología de estudio del diagrama de carga para el mejoramiento del factor de potencia de La Planta Frigorífica De La Corporación Hayduk S.A. Tesis (Ingeniero de energía). Nuevo Chimbote: Universidad Nacional Del Santa, 2015. 194pp.
- ✓ **CNE.** Código Nacional de electricidad utilización, 2006.
- ✓ **CHAPMAN, Stephenj.** Maquinas Eléctricas. 2.^a ed. Colombia: Martha Edna Suarez R, 1997.744pp. ISBN: 958-600-125-3.

Disponible en <https://es.slideshare.net/FcoJAleman/maquinas-elctricas-stephen-j-chapman-2da-edicin>
- ✓ **CHARLES K, Alexander y MATTHEW N.O, Sadiku.** Fundamentos de circuito eléctricos. 3.^a ed. México: McGraw-Hill, 2004. 1051pp. ISBN: 970-10-5606-X.
- ✓ **EDMINISTER, Joseph A.** Circuitos eléctricos, universidad de Ankon: Schaum ,1965. 294pp.
- ✓ **Electro industria**, edición y análisis de consumo eléctrico, (2017).

Disponible en <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2526>
- ✓ **FLOYD, Thomas L.** Principios de circuitos eléctricos. 8.^a ed. México. Pearson educación, 2007. 968pp. ISBN: 978-970-26-0967-4.
- ✓ **GARCIA, Moreno Emilio.** Automatización de Procesos Industriales. 2.^a ed. España: Universitat Politècnica De Valencia, 1999.398pp. ISBN: 978-84-7721-759-6.

- ✓ **GONZALES, Quintero José Ángel.** Compensación de potencia reactiva en sistemas contaminados con armónicos. Tesis (Doctor en Ciencias Técnicas) Cuba – Santa Clara: Universidad Central Marta de Abreu de las Villas, 2002.168pp.
- ✓ **GOMES, Morales Enrique.** Compensación De Potencia Reactiva. Tesis (Ingeniero Electricista) México: Escuela superior de ingeniería mecánica eléctrica, 2009. 94pp.
- ✓ **GRANDE Turcios, Nelson Manuel y GUEVARA Ayala, Roberto Edmundo.** Calidad De Energía Y Eficiencia Energética En Edificios Públicos. Tesis (Ingeniero electricista). Antiguo Cuscatlán, el salvador, A. Universidad Centroamérica, 2012. 130pp.
- ✓ **GRUPO Condumex,** manual técnico de instalaciones eléctricas en baja tensión. 5.^a ed. México, 2009.289pp. ISBN: 968-7987-23-8.
- ✓ **GUSSOW, Milton.** Fundamentos de electricidad. 2.^a ed. España: Mc Graw Hill, 1993. 458pp. ISBN: 9789684229778.
- ✓ **LLUMIQUINGA Loya, Santiago.** Diseño de un banco de capacitores para La corrección del factor de potencia en la Empresa Banchisfood .S.A. Tesis (Ingeniero Eléctrico) Quito: Universidad Politécnica Salesuana Sede Quito, 2012. 170pp.
- ✓ **Ministerio Energía y Minas.** Guía de Orientación para la selección de la tarifaria eléctrica para usuarios de en media tensión, 2011. 40pp
- ✓ **MORA Fraile, Jesús.** Maquinas eléctricas. 5.^a ed. España: Concepción Fernández Madrid, 2003. 769pp. ISBN: 84-481-3913-5.
- ✓ **OPTIMAGRID,** Buenas prácticas para el ahorro de energía en la empresa. 1.^a ed. España: Universidad San Jorge, 2013.124pp. ISBN: 9788494185014.
- ✓ **PACHAMANGO Perez, Julio y VILLANUEVA Castrejon, Karina Janeth.** Evaluacion Energetica del proceso de elaboracion de concreto premezclado para reducir costos de produccion en la Empresa Cemento Pacasmayo S.R.L - sede Cajamarca en el 2015. Cajamarca. Tesis (Ingeniero Industrial) Cajamarca: Universidad Privada Del Norte , 2015. 130pp.

- ✓ **PADILLA, Dalton.** Calculo Y Localización Óptima De Condensadores Del Sistema Eléctrico de una Planta De Cal. Tesis (Ingeniero Mecánico Electricista) Juliaca: universidad Andina Néstor Cáceres Velázquez, 2015. 88pp.
- ✓ **PUCHOL Vivas, José Manuel.** Motores de corriente alterna.2.^a ed. México: Limusa, 1978. 350pp.

Disponible en <https://es.slideshare.net/carlosartero9809/jose-manuel-puchol-vivas-motores-de-corriente-alterna>
- ✓ **RAMIRES Chávez, Mizdrain Israely.** Ahorro De Energía Por Corrección Del Factor De Potencia. Tesis (Ingeniero en Mantenimiento Industrial). Santiago de Querétaro: Universidad Tecnológica de Querétaro, 2013. 43 pp.
- ✓ **RODRIGUEZ Sandoval, Alberto.** Métodos De Control Para Ahorrar Energía Eléctrica En La Industria. Tesis (Ingeniero Electricista) Lima: Universidad nacional de Ingeniería, 1993. 201pp.
- ✓ **SANCHEZ, Víctor.** Perturbaciones en la red eléctrica. Universidad de Quinta Roo, México C.P 77019-2006. 6pp
- ✓ **SANCHES Pérez, Joselito.** Diseño e instalación de un Sistema automatizado para incrementar la productividad de carretos en la Empresa la casa del Tornillo SRL. Tesis (Ingeniero industrial) Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo, 2011. 99pp.
- ✓ **SANTACRUZ, Hugo Bayardo.** Estudio Energético para decretar los correctivos a las perturbaciones electricas de la planta de producción textil san miguel de empresa pinto S.A dentro del area de concesion de la empresa Regional norte S.A. Tesis (Ingeniero de Mantenimiento) Ecuador: Universidad Tecnca Del Norte, 2010.140pp.
- ✓ **SERRA, Jordi.** Guia Tecnica de eficiencia energetica electrica. España : Círculo S.A, 2009. ISBN: 13 978-84-612-0421-2.
- ✓ **SINCHE Lujan, Juan Manuel y URBINA Polo José Charly.** “Diseño y Propuesta de un método de Gestión para incrementar la Eficiencia

Eléctrica en la Empresa Avícola Yugoslavia S.A.C". Tesis (Ingeniero Industrial). Trujillo: Universidad Privada Del Norte, 2011.132pp.

- ✓ **SCHNEIDER Electric.** Guia de diseño de instalaciones electricas. 4a Edicion . España , 2010.476. ISBN: 84-609-86658-6.
- ✓ **UBILLÚS Verona, Johnny André y PÉREZ Becerra, Percy Raúl.** Diseño de un banco de condensadores con regulación automática de 750 kVA De potencia en la Procesadora Cerro Prieto, Distrito De Mocupe, Departamento De Lambayeque. Tesis (Ingeniero Mecánico Electricista) Lambayeque: Universidad Señor de Sipan, 2013.99pp.
- ✓ **WILDI, Theodore.** Maquinas Electricas y Sistemas de potencia. 6a Edicion . Mexico : Person, 2007. pág. 960. ISBN: 970-26-0814-7.

VIII. ANEXOS

Anexo 1 Bases de cálculo

Código Nacional de Electricidad (CNE) Tomo V Utilización 2006 sección 150.

8.1 Alcance

Esta sección cubre la protección y control de circuitos y aparatos eléctricos instalados de acuerdo con los requerimientos de esta sección.

150-208 dimensiones de conductores para condensadores

- a) La capacidad de corriente de los conductores de alimentadores y circuitos derivados que alimentan a condensadores, no deben ser menor que el 135% de la corriente nominal del condensador
- b) Cuando se tenga un circuito derivado que alimenta a dos o más condensadores, se debe considerar que el dispositivo de sobrecorriente que protege el conductor del circuito derivado, protege igualmente la derivación.

150-214 Capacidad nominal de los medios de desconexión para alimentadores y circuitos derivados que alimentan a condensadores

Alcances

Los medios de desconexión de los alimentadores y circuitos derivados que alimentan condensadores, deben tener una capacidad nominal no menor que el 135% de la corriente nominal del condensador.

Capacidad nominal de contactores para alimentadores y circuitos derivados que alimentan a condensadores.

Los contactores utilizados para el seccionamiento de condensadores deben tener una capacidad de corriente no menor que el 135% que su corriente nominal del condensador.

Las normas DIN (Deutsches Institut für Normung) Instituto alemán de normalización son los estándares técnicos para el aseguramiento de la calidad en productos industriales y científicos en Alemania.

Las DIN pueden ser clasificadas como "fundamentales de tipo general" (normas de formatos, tipos de línea, rotulación y otras), "fundamentales de tipo técnico" (normas de características de elementos y equipos mecánicos), "de materiales" (normas de calidad de materiales, designación, propiedades, composición, etc.), "de dimensiones de piezas y mecanismos" (normas de formas, dimensiones, tolerancias). Y también pueden ser clasificadas según su ámbito de aplicación, como ser "internacionales", "regionales", "nacionales" o "de empresa".

Anexo 2 Monitoreo de parámetros eléctricos

Monitoreo de los parámetros eléctricos en las instalaciones eléctricas trifásicas de la empresa ladrillara hatun sol, esto permitiendo determinar las variaciones de potencia activa, reactiva, aparente, voltaje, corriente, Frecuencia, y distorsiones armónicas (THD).

Por otra parte los cambios en las cargas o en la operación de los circuitos de baja tensión normalmente se viene realizando sin tomar en cuenta la capacidad de su transformador de transformación.

- Capacidad Instalada
- Desbalanceo de corriente
- Variaciones de voltaje
- Mínimos y máximos voltajes en los circuitos
- Bajo factor de potencia
- Sobrecarga en los circuitos

Estos problemas, si no se identifican y se corrigen a tiempo, producen un deterioro acelerado de los conductores, componentes eléctricos en los sistemas de operación, reduciendo la vida útil e incrementando el riesgo de las fallas que pueden suspender el servicio de energía eléctrica por un tiempo determinado.

8.1 Alcances

Con la finalidad de conocer el estado y la operación de las instalaciones eléctricas en la empresa hatun sol, se realizó el monitoreo de parámetros eléctricos en circuitos alimentadores, el monitoreo se realizó con un analizador trifásico de energía y calidad de energía eléctrica, el cual es capaz de registrar parámetros y poder obtener datos reales en sus instalaciones eléctricas. Para realizar el monitoreo se utilizó un equipo analizador de redes eléctricas marca CIRCUTOR AR5-L, equipo que sí está considerado para realizar monitoreo de circuitos según Osinergming. El equipo se instaló en la sub estación de transformación en el lado secundario del transformador, con la finalidad de monitorear todas las cargas.

8.2.1 Características del analizador de redes

- Marca : CIRCUTOR AR5-L
- Tensión de alimentación a través de alimentación externo 100VAC - 240VAC
- Frecuencia 50...60Hz
- Consumo: 15VA
- Temperatura de trabajo: 0/40°C
- Circuito de medida : Trifásico (3 ó 4 Hilos)
- Seguridad : Categoría III-600V, Según EN 61010

Medida de tensión

- Rango de medida de las pinzas: 0 a 2000A
- Relación de transformación de tensión e intensidad: Programable
- Salida RS-232 : Salida serie
- Memoria interna : 1Mb

Clase de precisión

- Corriente : 0,5 % de la lectura +/- 2 dígitos
- Tensión : 0,5 % de la lectura +/- 2 dígitos
- Potencia activa : 1,0 % de la lectura +/- 2 dígitos
- Potencia reactiva : 1,0 % de la lectura +/- 2 dígitos

Resultados del monitoreo

Los resultados que se han obtenido de las mediciones realizadas, fueron teniendo en cuenta la normatividad vigente como es la norma técnica de calidad de los servicios eléctricos. En donde se identifican los valores máximos permitidos o tolerancias en los niveles de tensión, frecuencia y perturbaciones en cuanto a las variaciones de la energía eléctrica.

Tabla 1

Fuente: Elaboración propia	Fecha y horas de programación		
	Inicio	Finalización	Intervalo de Medición
	05/12/2017	11/12/2017	00h 15m
	Tipo de conexión: sistema trifásico		
	Configuración: 3Ø en triángulo		

Configuración inicial del analizador para el registro de datos

8.2.2.1 Registro de la frecuencia

En la figura 3 se muestran los registros de frecuencia obtenidos durante el periodo de evaluación

Tabla 2

Fuente: Elaboración propia	Nominal	Limite	Registrados		Permitidos	
			Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
	60Hz	$\pm 1,00\text{Hz}$	59,2	60,4	59	61

Cuadro de registro frecuencia

a) Análisis del registro de frecuencia

El registro máximo de variación de la frecuencia durante el periodo analizado fue de 60,4 Hz, registrado el día miércoles 06/12/2017 a horas 10:30am y el valor mínimo de variación de la frecuencia es igual a 59,2 Hz, registrado el día sábado 09/12/2017 a horas 2:30am, el cual está dentro del rango permitido de lo que dice la NTCSE.

8.2.2.2 Registro de tensión Fase a fase

En la figura 4 se muestran las tendencias y en el siguiente cuadro se muestran los registros de tensión medidos.

Tabla 3

Fuente: Elaboración propia	Fase	Mínimo	Promedio	Máximo	Unidad
	L1-L2	412,9	457,2	470,4	V
	L2-L3	414,2	459,2	473,0	V
	L3-L1	415,0	460,8	474,4	V

Tensión registrada (Fase –Fase)

a) Observación

Los datos obtenidos es fase – fase: El valor nominal es 440V

Según el código nacional de electricidad tomo V –Utilización: se deben emplear tensiones nominales de 220V; 380 y440, según corresponda, o cualquier otra tensión nominal dentro del rango de baja tensión de 1 000,00 V o menor, que se aplicable, según NTCSE y el CNE tomo V-Utilización 2006, las tolerancias admitidas sobre las tensiones nominales de los puntos de entrega, en todas las etapas y en todos los niveles de tensión, es de hasta el $\pm 5.0\%$ de las tensiones nominales de tales punto. Tratándose de redes secundarias en servicios calificados como Urbano-Rurales y/o Rurales, dichas tolerancias son de hasta el $\pm 7.0\%$.

b) Análisis del registro de tensión

Los valores máximos de voltaje registrados en la fases L1-L2; L2-L3 y L3-L1 exceden el valor límite permisible, registrado el día miércoles 06/12/2017 a horas 2:45:00am en las, dejando entender que fue una tiempo donde la empresa no se encuentra en proceso o sea no existía carga eléctrica. Con máximo excedido del 1% de lo permisible.

Los valores mínimos de voltaje registrados en las fases L1-L2; L2-L3 y L3-L1, se registró el día viernes 06/12/2017 a horas 8:30am, hora que la empresa ya inició su proceso. Con una caída máxima de 5.6%, el cual es mayor a lo permisible.

8.2.2.3 Registro de la distorsión armónica total (THD)

En la figura 5 de nuestra la distorsión armónica total durante el periodo analizado

Tabla 4

Fuente: Elaboración propia	Fase	Mínima	Máxima	Unidad
	L1	1,5	2,9	%
	L2	1,3	3	%
	L3	1,4	3	%

Registro THD (%)

a) Análisis de la THD

De acuerdo a la NTCSE, la cual especifica que la tolerancia en (%) con respecto a la tensión nominal del punto de medición para baja tensión debe ser menor que 8.

Según el periodo analizado, el máximo de distorsión armónica total (THD) fue registrado de 2.9%, comparando con la norma NTCSE establecida, que es el 8%, se determina que la tasa de distorsión armónica registrada si tiene un valor permisible.

8.2.2.4 Registro del factor de potencia

En la figura 6 se visualizan el comportamiento del factor de potencia según el periodo analizado.

Tabla 5

Descripción	Mínimo	Promedio	Máximo
FP Total	0,45	0,64	0,89

Registro del FP según el periodo analizado

a) Análisis del factor de potencia

Un factor de potencia lo más cercano a 1 optimiza los componentes de una instalación eléctrica mejorando de una instalación eléctrica mejorando su rendimiento eléctrico.

Según el ministerio de energía y minas en la guía para la opción tarifaria para clientes de media tensión, recomienda que tener un factor de potencia mayor de 0,96 se evita la facturación de energía reactiva.

También Schneider Electric recomienda un FP lo más cercano a la unidad aumenta la potencia disponible en el transformador.

Según los registros obtenidos en el periodo de análisis se obtienen un FP mínimo de 0,45 y un valor máximo de 0,89, razones que estos valores no alcanza a lo recomendado.

8.2.2.5 Registro d potencias

En la figura 7 se muestra la variación de las potencias registradas

Tabla 6

Fuente: Elaboración propia	Potencias	Mínimo	Promedio	Unidad	Unidad
	Activa total	13	107,18	336	kW
	Reactiva total	2	55,77	180	kVAR
	Aparente total	15	130,65	377	kVA

Registro de potencias según el periodo analizado

a) Análisis

- La potencia activa total mínima fue registrada durante el periodo de medición el día miércoles 08/12/2017 a horas 14:30pm y la máxima demanda el día 07/12/2017 a horas 17:15 pm
- La potencia reactiva total mínima fue registrada el día jueves 07/12/2017 a horas 4:45am y la máxima demanda el día miércoles 06/12/2017 a horas 17:15 pm.
- la potencia aparente total mínima fue registrada el día miércoles 08/12/2017 a horas 14:30pm y la máxima el día lunes 11/12/2017 a horas 9:15am.

8.2.2.6 Registro de corriente

En la figura 8 se muestran las corrientes registradas según el periodo

Tabla 7

Fuente: Elaboración propia	Fases	Mínimo	Promedio	Máximo	Unidad
	L1	20	169,7	488,0	A
	L2	21	175,4	510,0	A
	L3	20	167,7	482,0	A

Registro de corriente

a) Análisis del registro de corriente

Según el periodo analizado la fase L1 con mayor demanda, registrada el día jueves 07/12/2017 a horas 17:15pm y un mínimo el día viernes 08/12/2017, esta fechas y horas se consideran también para las siguientes fases(L2,L3).

La observación en este análisis es la fase L2 por tener una diferencia de 28 amperios con respecto la fase de consumo máximo que es L3.

Por lo tanto se determina que existe mayor carga instalada en la fase L3, en relación a la Fase L1 y L3.

8.2.2.7 Registro de Energía Activa

En la figura 9 se puede observar el incremento de la energía según el periodo analizado

Tabla 8

Potencia	Lectura Inicial	Lectura final	Unidad
Activa total	25 705	40 349	kW.h

Registro de energía según el periodo analizado

a) Análisis del registro de energía

Durante la medición analizado que fue por un periodo de 7 días se registró una lectura inicial el día martes 05/12/2017 a horas 8:30am fecha que se

instaló el equipo para realizar la medición y una lectura final el día lunes 11/12/2017 a horas 10:15am fecha que se retiró el equipo.

8.2.2.8 Diagrama de carga semanal obtenido durante el periodo de medición

Figura 2

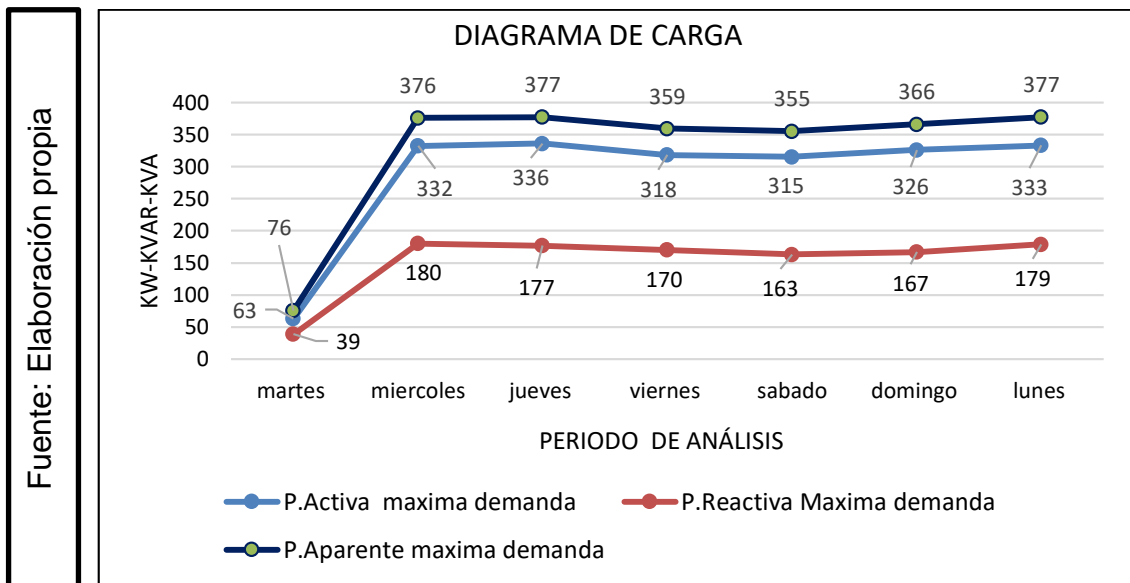
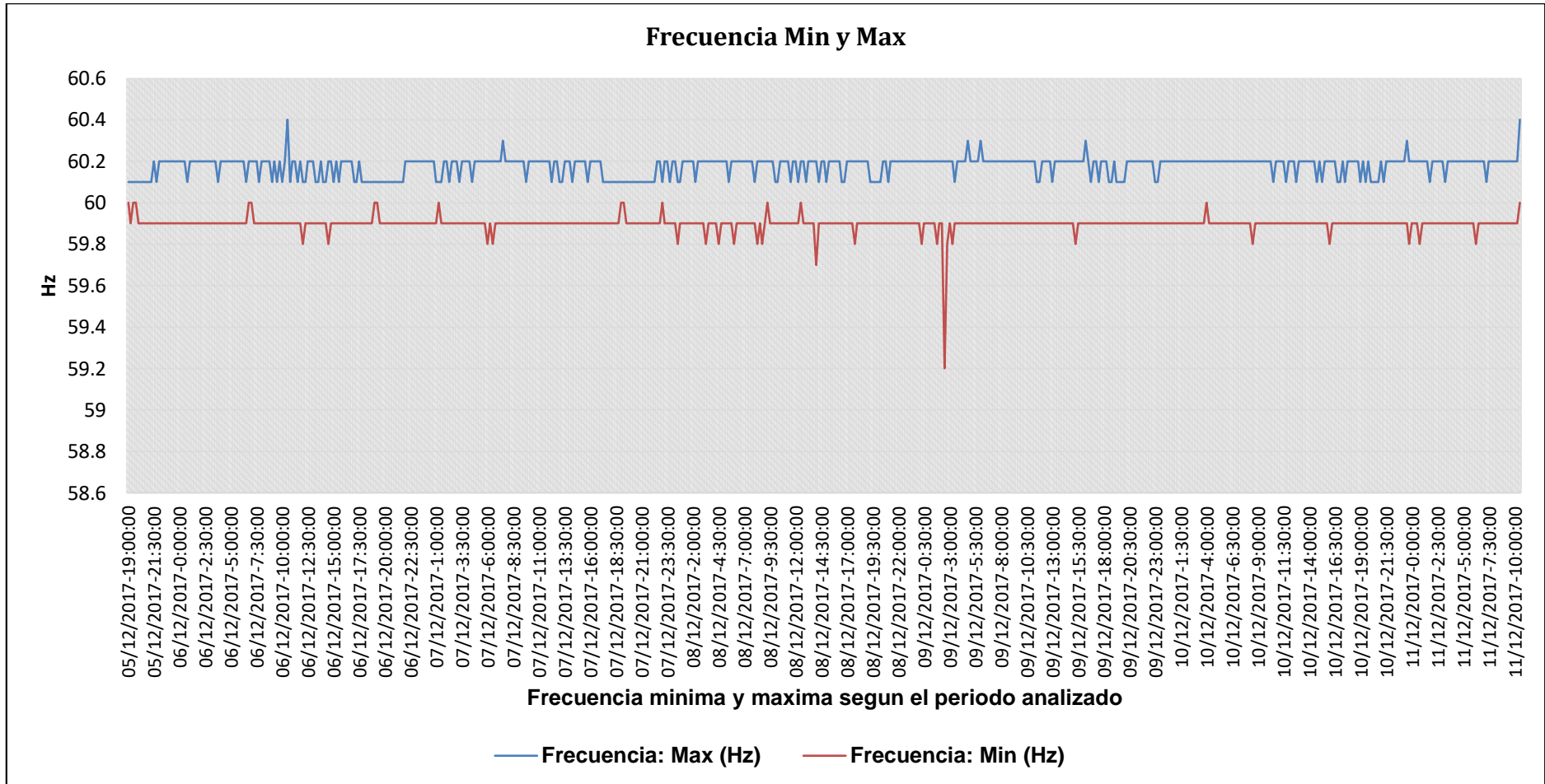


Diagrama de carga durante el periodo de medición

a) Análisis del resultado

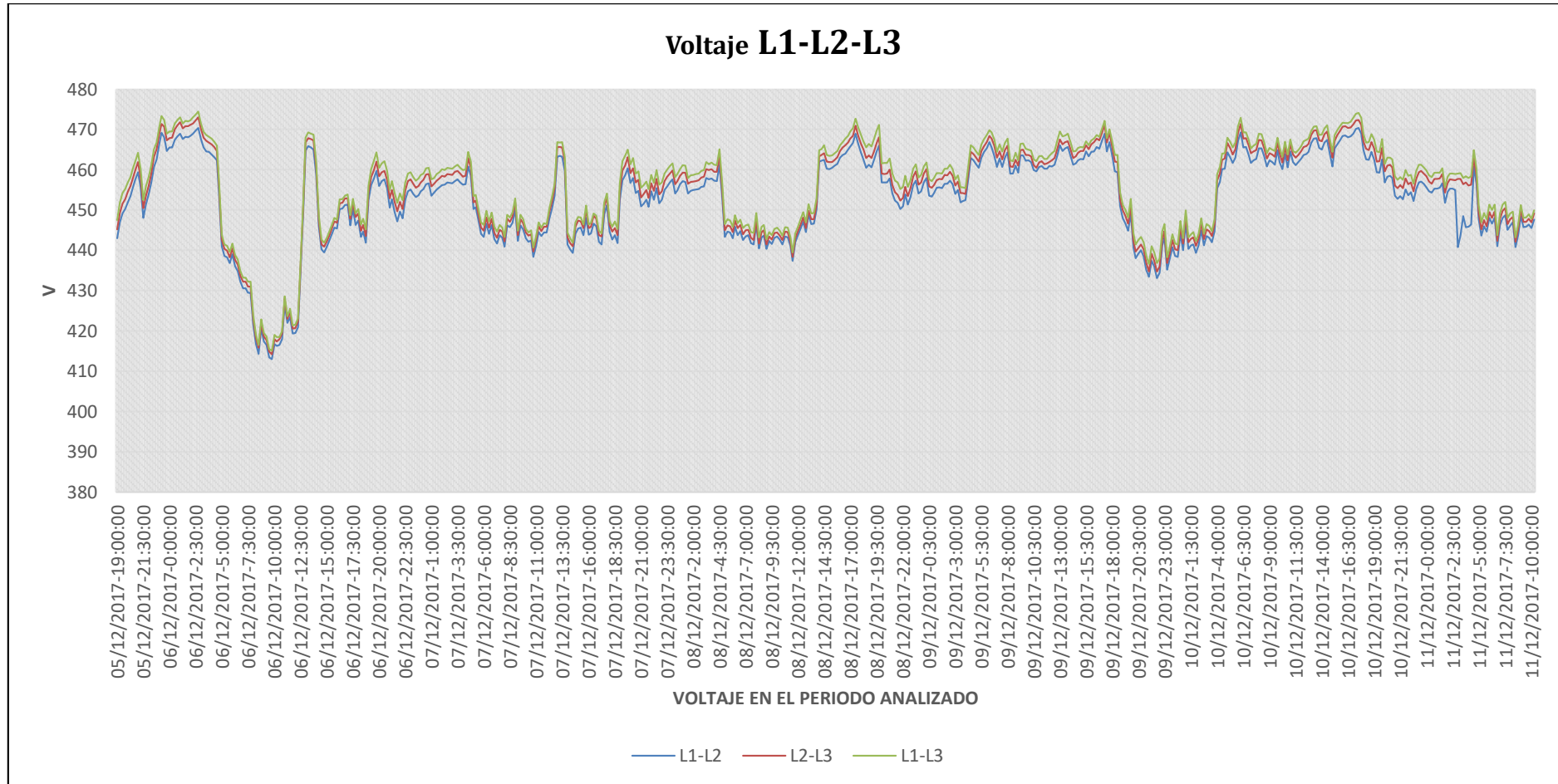
Se ha utilizado el pico máximo de cada día para poder determinar el diagrama de la semana.

Figura 3



Frecuencia registrada en el periodo analizado

Figura 4



Registro de voltaje en el periodo de medición

Figura 5

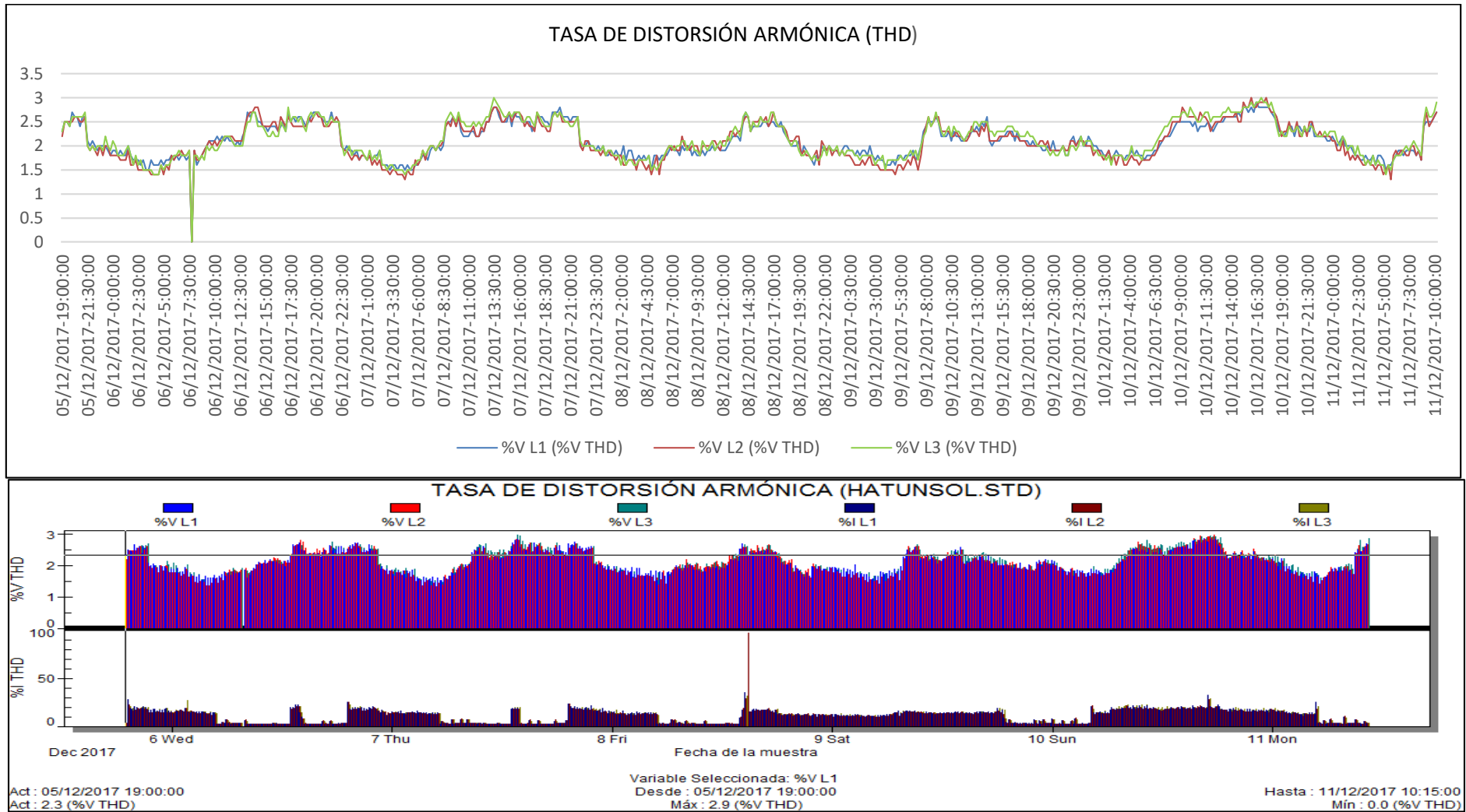
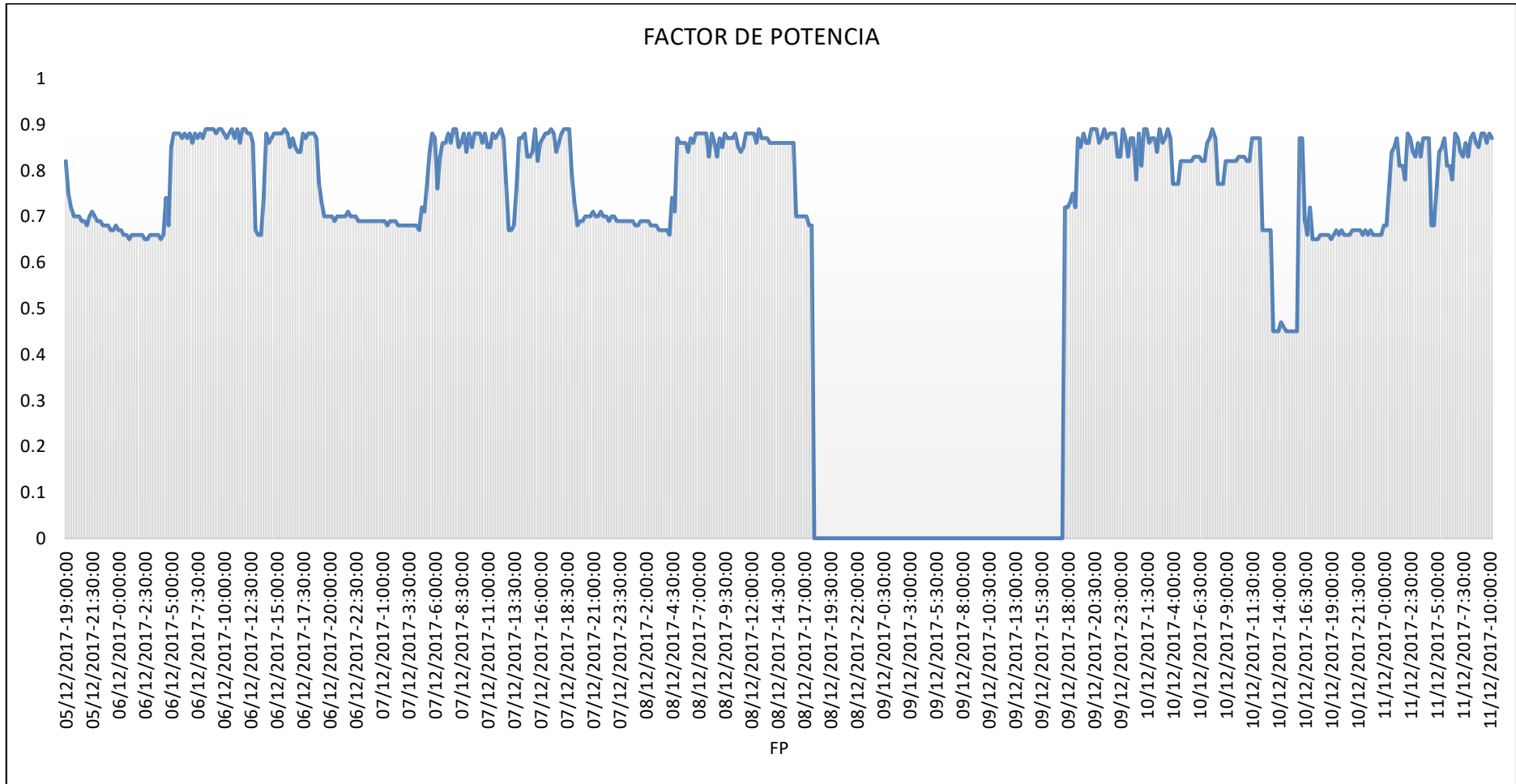
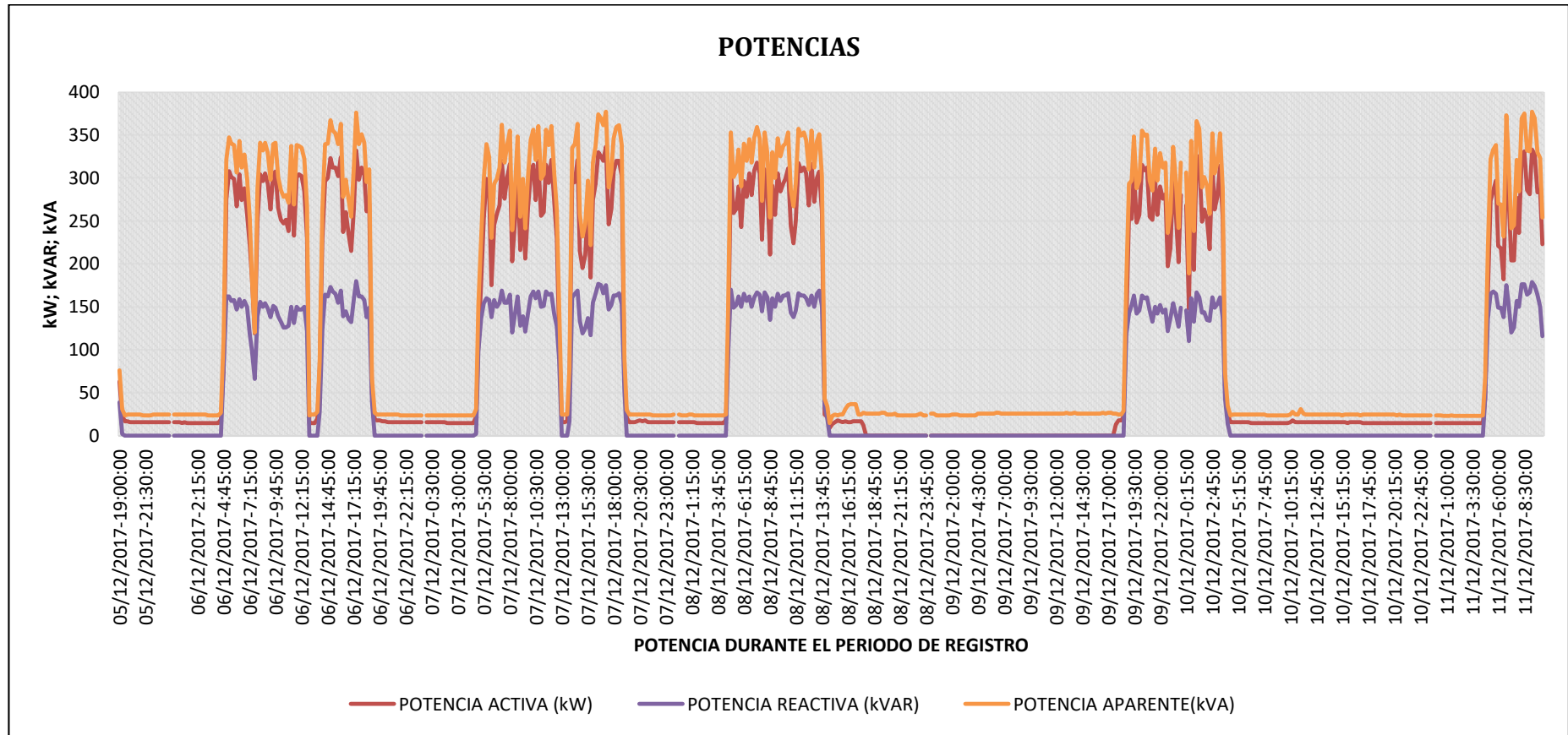


Figura 6



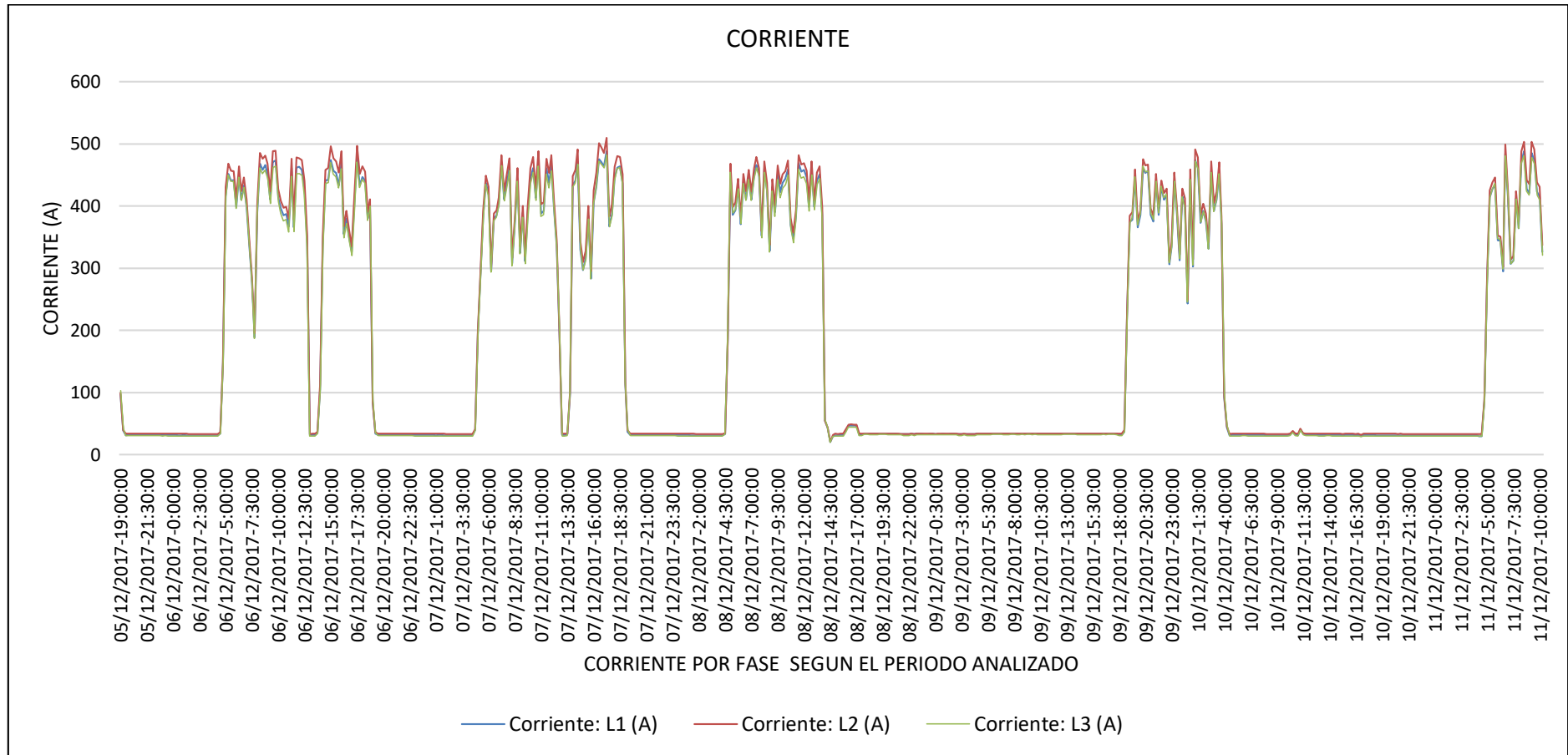
Registro del Factor de potencia en el periodo analizado

Figura 7



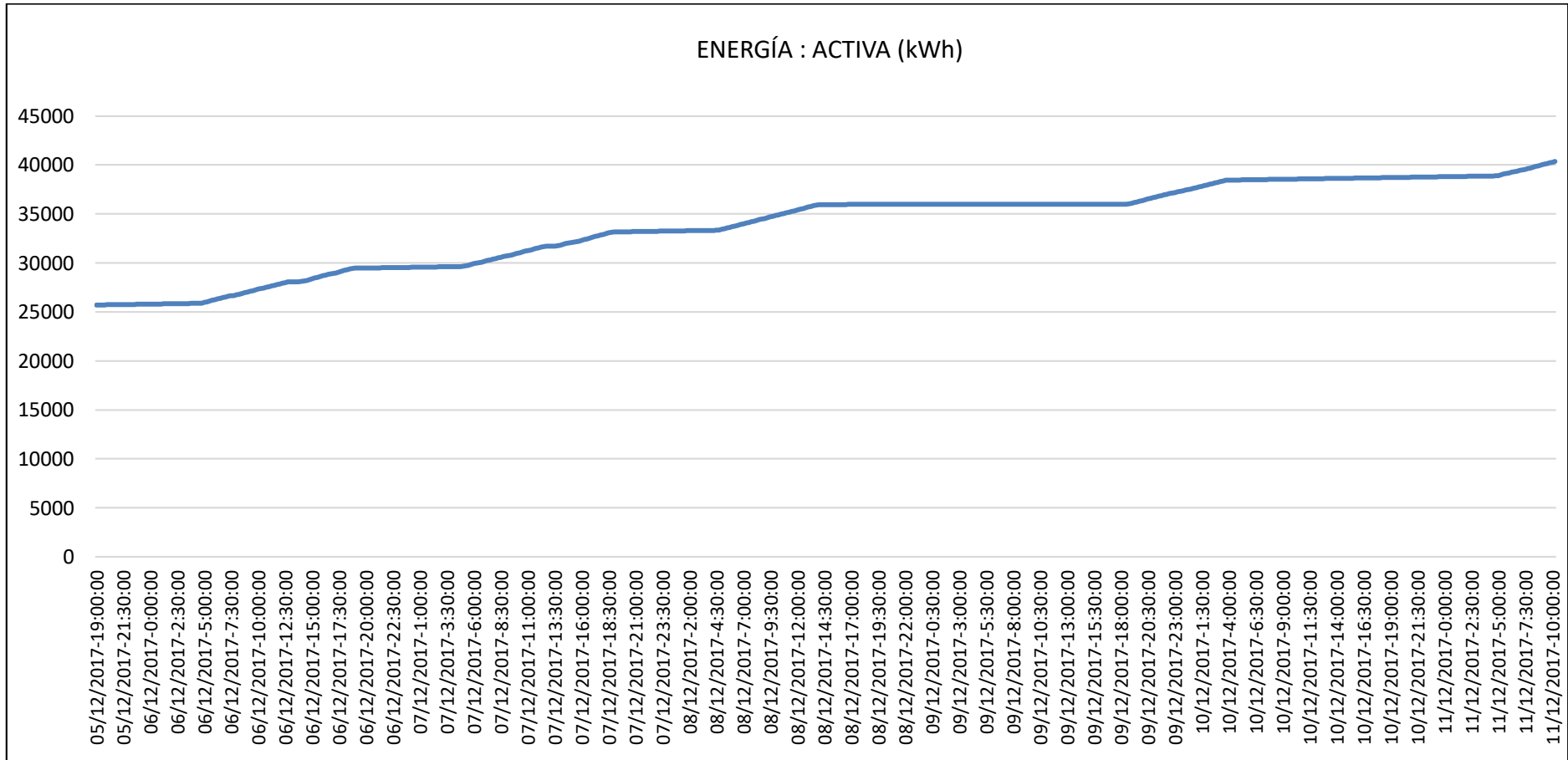
Registro de potencia durante el periodo analizado

Figura 8



Registro de corriente durante el periodo analizado

Figura 9



Registro de energía activa durante el periodo analizado

Anexo 3 especificaciones de los materiales

8.3.1 Generalidades

Las presentes especificaciones muestran las características necesarias para la selección adecuando de cada elemento.

Tabla 1

VarPlus Can HDuty Capacitor - 12.5/15 kvar - 690V - 50/60Hz		
		
Item	Descripción	
1	Tipo de producto o componente	Condensador
2	Frecuencia de la red	50/60 Kz
3	Contenido de armónico de la red	<= 20%
4	Potencia reactiva	480v -50Hz: 25.8kVAR
		480v -60Hz: 31kVAR
5	Tensión nominal	480V CA 50/60Hz
6	Perdidas dieléctricas	<0,2 W/kVAR
7	Perdidas de potencia	<0,5 W/kVAR
8	Tolerancia sobre o valor de la capacidad	-5% a 10%
9	Cantidad de operaciones por un año	<= 700
10	Vida útil en horas	130 000,00h
11	Material dieléctrico	Fil polipropileno metalizado con aleación Zn/AL, resistencia y perfil espacial, borde espacial (wave cut)
12	Tipo de instalación	Instalación Interior
13	Tipo de montaje	Vertical/horizontal
14	Diámetro	90 mm
15	Altura	242mm
16	Peso del producto	1,6kg
17	Normas	IEC60831-2;IEC 60831-1
18	Grado de protección	IP20
19	Altura máxima de funcionamiento	2000m
20	Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...55°C

Capacitor

Tabla 2

VarPlus Can HDuty Capacitor – 25.8/31 kvar - 690V - 50/60Hz



Item	Descripción	
1	Tipo de producto o componente	Condensador
2	Frecuencia de la red	50/60 Kz
3	Contenido de armónico de la red	<= 20%
4	Potencia reactiva	480v -50Hz: 25.8kVAR 480v -60Hz: 31kVAR
5	Tensión nominal	480V CA 50/60Hz
6	Perdidas dieléctricas	<0,2 W/kVAR
7	Perdidas de potencia	<0,5 W/kVAR
8	Tolerancia sobre o valor de la capacidad	-5% a 10%
9	Cantidad de operaciones por un año	<= 700
10	Vida útil en horas	130 000,00h
11	Material dieléctrico	Fil polipropileno metalizado con aleación Zn/AL, resistencia y perfil espacial, borde espacial (wave cut)
12	Tipo de instalación	Instalación Interior
13	Tipo de montaje	Vertical/horizontal
14	Diámetro	116 mm
15	Altura	242mm
16	Peso del producto	2,5kg
17	Normas	IEC60831-2;IEC 60831-1
18	Grado de protección	IP20
19	Altura máxima de funcionamiento	2000m
20	Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...55°C

Capacitor

8.3.2 Contactores

a) Descripción

Los condensadores forman con los circuitos a cuyos bornes están conectados, circuitos oscilantes que pueden producir en el momento de conexión corrientes transitorias de elevada intensidad y de frecuencias elevadas. Estos contactores tipo LC1DGK están diseñados y a la vez están equipados con un bloque de contactos adelantados y con resistencias de preinserción que limitan el valor de la corriente en la conexión a 60 In.

Tabla 3

Contactador TeSys LC1-DG 16.7 kVAR- bobina 220VAC		
		
Item	Descripción	
1	Tipo de producto o componente	Contactador de servicio de condensador
2	Modelo	LC1DGK
3	Aplicación dispositivo	control
4	Aplicación del Contactador	Corrección factor de potencia
	Numero de polos	3P
5	Tensión asignada	<= 690V AC 50/60Hz
6	Potencia Reactiva	16 kvar at 400...415 V AC 50/60 Hz <= 55 °C
7	Tipo de circuito de control	CA 50/60Hz
8	Tensión de circuito de control	220V CA 50/60Hz
9	Soporte de montaje	Placa carril DIN
10	Normas	IEC 60947-4-1
11	Grado de protección IP	IEC 60529
12	Temperatura de ambiente de trabajo	-5...60°C
13	Temperatura de ambiente almacenamiento	-60...80°C
14	Alto	130mm
15	Ancho	45mm
16	Profundidad	122mm
17	Peso del producto	0,53kg

Contactores

Tabla 4

Contactor TeSys LC1-K 33.3 kVAR- bobina 220VAC



Item	Descripción	
1	Tipo de producto o componente	Contactor de servicio de condensador
2	Modelo	LC1DPK
3	Aplicación dispositivo	control
4	Aplicación del Contactor	Corrección factor de potencia
	Numero de polos	3P
5	Tensión asignada	<= 690V AC 50/60Hz
6	Potencia Reactiva	30 kvar at 400...415 V AC 50/60 Hz <= 60 °C
7	Tipo de circuito de control	CA 50/60Hz
8	Tensión de circuito de control	220V CA 50/60Hz
9	Soporte de montaje	Placa carril DIN
10	Normas	IEC 60947-4-1; UL 60947-4-1
11	Grado de protección	IP20 conforme a VDE 0106
12	Temperatura de ambiente de trabajo	-5...60°C
13	Temperatura de ambiente almacenamiento	-60...80°C
14	Alto	166mm
15	Ancho	55mm
16	Profundidad	156mm
17	Peso del producto	1,3kg

Contactores

8.3.3 Interruptores termo magnéticos con rango fijo

Tabla 5

Disyuntor Easypact EZC100N - TMD – 25 A - 3 polos 3 – no regulable		
		
Item	Descripción	
1	Tipo de componente	Interruptor termomagnético
2	Dispositivo	Easypact EZC100N
3	Aplicación del dispositivo	Distribución
4	Numero de polos	3P
	Frecuencia asignada de empleo	50/60Hz
5	Corriente nominal	25A
6	Tensión asignada	690V AC 50/60Hz
7	Poder de corte	10 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz según IEC 60947-2
8	Capacidad de corte en servicio (Ics)	Ics 5 kA 440 V AC 50/60 Hz según IEC 60947-2
9	Tipo unidad de control	Térmico-magnético
10	Tipo de protección	-Protección sobrecargas - Protección contra cortocircuito
11	Modo de montaje	Fijo
12	Soporte de montaje	Placa posterior
13	Ancho	75mm
14	Profundidad	60mm
15	Grado de protección	IP20 según IEC 60529
16	Temperatura de ambiente de trabajo	-25...70°C
17	Temperatura de ambiente almacenamiento	-35...85°C

Protecciones para condensadores (escalón)

Tabla 6


Disyuntor Easypact EZC100N - TMD – 50 A - 3 polos – no regulable



Item	Descripción	
1	Tipo de componente	Disyuntor
2	Modelo Dispositivo	Easypact EZC100N
3	Aplicación del dispositivo	Distribución
4	Numero de polos	3P
	Frecuencia asignada de empleo	50/60Hz
5	Corriente nominal	50A
6	Tensión asignada de empleo	550 V AC 50/60 Hz según IEC 60947-2
7	Poder de corte	10 kA Icu at 440 V AC 50/60 Hz según IEC 60947-2
8	Capacidad de corte en servicio (Ics)	Ics 5 kA 440 V AC 50/60 Hz según IEC 60947-2
9	Tipo unidad de control	Térmico-magnético
10	Tipo de protección	-Protección sobrecargas - Protección contra cortocircuito
11	Modo de montaje	Fijo
12	Soporte de montaje	Placa posterior
13	Alto	130mm
14	Ancho	75mm
15	Profundidad	60mm
16	Grado de protección IP	IP20 según IEC 60529
17	Temperatura de ambiente de trabajo	-25...70 °C
18	Temperatura de ambiente almacenamiento	-35...85 °C

8.3.4 Interruptor termomagnética con rango regulable

Tabla 7

Interruptor automático Compact NSX250H – TMD 175 -250A – 3polos regulable		
		
Item	Descripción	
1	Nombre del producto	Compact NSX
2	Tipo de producto o componente	Interruptor automático
3	Aplicación del dispositivo	Distribución
4	Numero de polos	3P
	Topo de red	CA
5	Frecuencia de la red	50/60Hz
6	(Ui) Tensión asignada de aislamiento	800V CA 50/60Hz
7	Ue tensión asignada de empleo	690 V CA 50/60Hz
8	Poder de corte	15 kA en 600V CA 50/60 Hz
9	[Ics] poder de corte en servicio	Ics 10 kA 660/690 V CA 50/60 Hz de acuerdo con IEC 60947-2
10	Calibre de unidad de disparo	250A (40°C)
11	Tipo de protección	Protección contra sobrecarga (Térmica)
12		Protección contra cortocircuitos (magnética)
13	Tipo de montaje fijo	Placa posterior
14	Conexión superior	Frontal
15	Conexión hacia abajo	Parte frontal
16	Intervalo de ajuste de detección	0, 7 ...1 x In
17	(tr) ajuste de retardo de larga duración	15s 6 X Ir 120...400s 1,5 x In
18	Tipo de ajuste de detección de Isd de corto retardo	Ajustable
19	(Isd) intervalo de ajuste detección a corto plazo	5...10xIn
20	Altura	161mm
21	Anchura	105mm
22	Profundidad	86mm

23	Peso del producto	2,4kg
24	Grado de protección IP	IP40 acorde a IEC 60529
24	Temperatura ambiente de funcionamiento	-35...70°C
25	Temperatura ambiente de almacenamiento	-55...85°C

Interruptor general regulable

8.3.5 Conductores NYY DUPLEX/TRIPLE

a) Usos

Aplicación general como cable de energía. En redes de distribución en baja tensión, instalaciones industriales, en edificios y estaciones de maniobra. En instalaciones fijas, en ambientes interiores (en bandejas, canaletas, etc.), directamente enterrado en lugares secos y húmedos.

b) Descripción

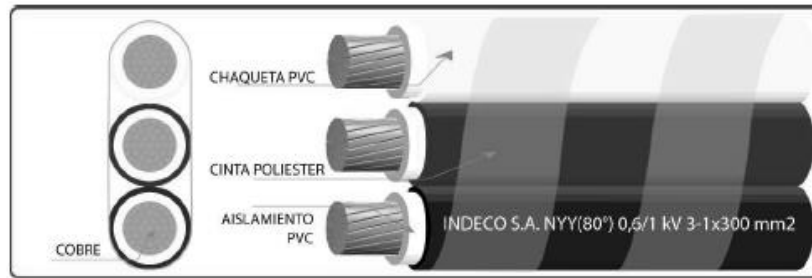
Conductores de cobre electrolítico recocido, sólido o cableado (Comprimido, compactado), aislamiento y cubierta individual de PVC. En la conformación triple los tres conductores son ensamblados en forma paralela mediante una cinta de sujeción.

c) Características

Buenas propiedades eléctricas y mecánicas. La cubierta exterior de PVC lo otorga una adecuada resistencia a los ácidos, grasas, aceites y a la abrasión. Facilita empalmes, derivaciones y terminaciones. Menor disipación de calor permitiendo obtener una mayor intensidad de corriente admisible. Retardante a la llama

- Normas de fabricación
NTP-IEC 60502-1
- Tensión de servicio
0.6/1kV
- Temperatura de operación
80°C

Figura 1



Conductores de cobre tipo NYY

8.3.6 Aisladores de resina epóxica porta barra

Tabla 8

Aislador porta barra		
		
Item	Descripción	
1	Tensión Nominal	1kV
2	Tensión Máxima	1.5kV
3	Resistencia de aislamiento (2kV – DC)	R 10.248MΩ
4	Línea de fuga	31mms
5	Dimensiones	Base 30 x Alto 30mm

Aislador resina epóxica

8.3.7 Transformador de Corriente de mediada

Tabla 9

Transformadores de corriente de medida		
		
Item	Descripción	
1	Intensidad en el primario I _p (A)	600
2	Intensidad de secundario I _s (A)	5
3	Tensión de empleo máxima U _e (V)	720
4	Potencia	6VA

5	Clase de precisión	0.5
6	Frecuencia (Hz)	50/60
7	Temperatura de funcionamiento	Gama tropicalizada -25°C a + 60°C
8	cumple con las normas	IEC 61869-2 VDE 0414
9	Conexión en el secundario	Por bornes tipo terminal Por terminal
10		
11	Diámetro	∅ 32

Transformador de corriente de medida

8.3.8 Equipo regulador de energía reactiva

Tabla 10

Regulador de energía reactiva Varlogic NR6		
		
Item	Descripción	
1	Números de escalones	6
2	Dimensiones	145 x 155 x 70mm
3	Frecuencia	48..52Hz, 58...62Hz
4	Tensiones de alimentación y medición	88...130V - 185...265V - 320...460V
	Salidas de relé	120Vac/5A, 250Vac/2A ,400Vac/1A 110Vdc/0,3A, 60Vdc/0,6A, 24Vdc/2A
5	Visualizador	Cristal LCD con simbologías, retro iluminada
6	Cristal de protección	Panel frontal IP41, parte posterior IP20
7	Rango $\cos\varphi$ de destino	0,85 Ind...1,00...0,90
8	Medidas mostradas	$\cos\varphi$, P, Q, S, THD (U), Temperatura
9	Método de instalación	Instalación del panel
10	Rango de temperatura	0...60°C
11	Registro de alarmas	Lista de la ultimas 5 Alarmas
12	Contadores de escalones	Si
13	Control de ventilador con relé indicado	Si
14	Rango de ajuste del TI	25/5...6000/5
15	Detección de cortes de alimentación	Tiempo de reacción > 15ms

Equipo regulador automático de energía reactiva

8.3.9 Medidor de energía

Medidor de energía para la instrumentación básica, clase de precisión 0.5s en energía según IEC 62053-22, Medición de tensión, corrientes, potencias (kW, kW.h, kVAr.h, kVA.h), tasa de distorsión armónica (THD.U, THDi) visualización hasta el armónico, 15th, tasa de distorsión de demanda (THDD), valores de demanda, máx./min, MD, Puerto de comunicación RS485, 2hilos (Modbus), 33 alarmas

Tabla 11

Item	Descripción	
<div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">PM5110</div>  </div>		
1	Valores eficaces (rms) instantáneos	
2	Intensidad (por fase y neutro)	
3	Tensión (total, por fase, L-L y L-N)	
4	Frecuencia	
	Potencia activa, reactiva y aparente (total por fase).	
5	Factor de potencia real (total y por fase)	
6	Porcentaje de desequilibrio de intensidad (I) y de tensión (VL-N, V LL)	
7	Valores de energía	
8	Energía activa, reactiva y aparente acumulado	Recibida/suministrada; neta y absoluta
9	Valores de demanda	
10	Intensidad media	Presente, ultima, pronosticada, punta y fecha/hora de punta
11	Potencia activa	Presente, ultima, pronosticada, punta y fecha/hora de punta
12	Potencia reactiva	Presente, ultima, pronosticada, punta y fecha/hora de punta
13	Potencia aparente	Presente, ultima, pronosticada, punta y fecha/hora de punta
	Tension de entrada (hasta 1, 0 MV de CA max. con transformador de tensión)	
14	Rango de tensión nominal medida	UL: 20-347 V L – N/25 – 600 V L-L
15	Frecuencia nominal	50/60Hz
16	Intensidad de entrada (configuración para secundarios de TI de 1A o 5A)	
17	Intensidad nominal	5A
18	Frecuencia nominal	50/60Hz
19	Alimentación de CA (rango de funcionamiento)	De 100 a 277 VCA L-N / 415 V L-L +- 10%
20	Características ambientales	
21	Temperatura de funcionamiento	
22	Medidor	De -25°C a +70°C

Medidor de energía

8.3.10 Ventilador

Tabla 12

Ventilador		
Item	Descripción	
1	Tipo de producto o componente	Ventilador
2	Tipo de filtro de ventilación	Estándar
3	Flujo de aire	-Caudal libre con filtro estándar: 165m ³ /h a 50Hz -Caudal libre con filtro estándar: 193m ³ /h a 60Hz
4	Tensión de alimentación	175...253V
	Tensión de entrada	230V 50/60Hz
5	Rango de poder	15W 60Hz
6	Corriente Nominal	0,94 A 60Hz
7	Ato	Externo: 268mm
8	Ancho	Externo:248mm
9	Fondo	Externo:104mm
10	Dimensiones de Corte	223 x 223mm
11	Peso del producto	1,14kg
12	Color	Rejilla de salida: Gris RAL 7035
13	Temperatura ambiente de Funcionando	-20...60°C
	Grado de Protección	IP54

Ventilador

8.3.11 Tablero auto soportado metálico IP55 spacial SF

Características generales

- Armarios acorde con la norma IEC 62208 de envolventes vacíos para equipos eléctricos de baja tensión IP55
- Robustez certificada, según IEC 62262 (IK10)
- Estructura Simétrica de acero galvanizado perfilado y solado a laser, realizada en 18 dobleces con perforaciones verticales y horizontales a paso de 25mm
- Puertas de acero plegado y solado, apertura puerta estándar 120°, intercambiables a cualquier lado incluso en el mismo parante se puede colocar 2 puertas.
- Pintura de resina epóxi- poliéster texturizado para una elevada protección
contra corrosión RAL 7035 (cuerpo), RAL 7022 (Zócalos).
- puertas con manija de insertos intercambiables doble barra, paneles con tornillos imperdibles.
- Dimensiones alto x ancho x profundidad (mm) 2000x800x8000
- El armario base se compone de los siguientes elementos
 - 4 montantes verticales de acero galvanizado en los que se incorporan las bisagras con eje imperdibles divididos en dos partes
 - 2 marcos superior e inferior soldados con láser a los que se fijan los montantes verticales
 - Panel posterior y puerta delantera ciega
 - sistema de cierre con maneta y doble barra de cierre estándar
 - paneles laterales con tornillos imperdibles
 - zócalos frontal y posterior
 - zócalos laterales

Fuente: Schneider Electric



Figura 2

Consumo del 01/10/2017 al 31/10/2017

Cliente: **CONSORCIO HATUN SOL S.A.C.**
 R.U.C.: **20600382102**
 Dirección: **Carr. CARRETERA A SAN JOSE Km5,5 Cent SAN JOSE**
 Ruta: **1312-10776-22**
 Tarifa: **MT3**
 Medición: **Media Tension**
 Tensión: **10 KV**
 SED: **E-202992**
 Tipo Suministro: **Trifásica-Aérea:C5.3**

Serie Medidor: **00000010485444 - Electrón.**
 N° Hilo Medidor: **4**
 Modalidad: **Potencia Variable**
 Inicio Contrato: **31/03/2017**
 Término Contrato: **30/03/2018**

Promedio Maxima Demanda: **419.0129**
 Potencia Contratada: **500.0000**

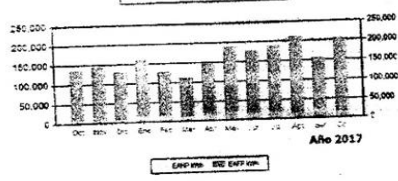
Calificación: **Fuera de Punta**
 Horas Punta: **00**

Octubre-2017
CÓDIGO 26403831

Magnitud Leida	Lectura Anterior	Lectura Actual	Diferencia	Demanda
Energia Activa Total (KWh)	16.255.2742	16.556.7056	300.4324	101.962.1214
Energia Activa Hora Punta (KWh)	2.230.3669	2.257.1470	26.8001	8.527.3041
Energia Activa Fuera Punta (KWh)	4.124.9071	4.299.5586	274.6515	93.434.8492
Energia Reactiva (KVarh)	10.802.2383	10.782.3594	-19.8889	59.220.3466
Potencia Hora Punta (KW)	1.1614	1.1760	1.1780	374.1616
Potencia Fuera Punta (KW)	1.2954	1.2508	-1.2508	397.9818

Factor Calificación : 0.1648 Fac.Medic. 318.1618

Concepto	Consumo	Precio Unitario	Total
Cargo Fijo		6.5200	6.52
Cargo por Reparación y Mantenimiento			15.59
Energia Activa HP	8527.3041	0.2110	1799.29
Energia Activa FP	23434.8492	0.1679	15667.71
Energia Reactiva	28631.7006	0.0422	1208.25
Pot. Act. Redes Distrib FP	419.0136	11.8600	4959.50
Pot. Activa Generación FP	397.9818	24.3800	9694.84
Alumbrado Público (Alcualota : S/ 0.3516)			1055.40
Interés Compensatorio	1.0000	137.9557	137.96
SUB TOTAL			34575.04
Imp. Gra. a las Ventas	1.0000	8.4785	8.48
Interés Moratorio	1.0000	0.0400	0.04
Saldo por reconocio		0.0400	0.04
Diferencia de reconocio			0.04
Aporte Ley Nro. 28749	0.0081	101962.1533	0.0081
TOTAL RECIBO DE OCTUBRE-2017			41633.00
Deuda Anterior (1 Mes.)			17175.70
Total a Pagar incluye Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 536.68			



Importe 2 Últimos Meses Facturados
 Ago - 2017 S/ 41836.50 Set - 2017 S/ 36390.20

HISTORICO DE CONSUMOS Y DEMANDAS

Gen	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	
SAFP KW	12117	3530	12257	14554	11504	9928	12707	16332	9194	10500
SAFP KW	621	640	641	1074	1630	1490	1051	2335	1987	1843
SAFP KW	360.616	66.800	730.728	820.300	751.084	799.308	124.284	175.344	749.764	861.076
SAFP KW	171.624	21.272	91.290	250.264	174.191	686.400	323.072	140.600	740.164	769.964

TOTAL S/ ***58,808.7**

Emisión 05/11/2017 Vencimiento 23/11/2017
 Su AMT es : A2005 - C-216 de SE de Potencia : SECHO 10 KV

Son: CUARENTA Y UNO MIL SEISCIENTOS TREINTA Y TRES Y 00/100 SOLES
 (*) El importe en letras hace referencia al total del recibo del mes de Octubre-2017 Comprobante emitido según RS-007-99 SUNAT Cap. I, Art. 4, Insoo 6.1.d.

Si realiza el pago vía transferencia bancaria debe enviar un correo a: pagosensa@distriuz.com.pe Revise el estado de cuenta de su recibo en: <http://www.distriuz.com.pe/ConsultaRecibos/ConsultaRecibo.asp?empresa=2>

REPARTO COURRIER - Calle Mochumi N° 190 - PP.JJ. Villa el Salvador (Espaldas del Colegio Trice);
Fecha Corte:24/11/2017

Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.

Ensa - Octubre-2017
 CONSORCIO HATUN SOL S.A.C.
 Suministro: **26403831**
 Dirección: **Carr. CARRETERA A SAN JOSE Km5,5**
 Ruta: **1312-10776-22**
 Emisión: **05/11/2017**
 Vencimiento: **23/11/2017**

Recibo N° **251-35077086**
 San Jose/Lambayeque
TOTAL A PAGAR S/ ***58,808.7**





COTIZACIÓN: 031-00003301

FECHA: 20/11/2017 11:52:24a.m.
 SEÑOR: VARIOS
 DIRECCIÓN: CHICLAYO
 RUC: 20479582

REFERENCIA:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UM	CANT.	P.UNIT	TOTAL
SFCE200X80X	TABLERO AUTOSOP. 2000X800X800 MM	UND	1.00	4,063.42	4,063.42
VPL06N	CONTROLADOR DEL FACTOR DE POTENCIA - 6 PASOS	UND	1.00	1,488.65	1,488.65
METSEPM511	MEDIDOR DE ENERGIA PM5110	UND	1.00	1,896.97	1,896.97
EZC250N3250	EASYPACT EZC, 3X250 AMP	UND	1.00	535.25	535.25
EZC100N3030	EASYPACT EZC, 3X30 AMP	UND	2.00	224.80	449.60
EZC100N3050	EASYPACT EZC, 3X50 AMP	UND	3.00	224.80	674.40
NSYCVF165M:	VENTILADOR 193 M3 /H	UND	1.00	609.99	609.99
NSYCAG223LI	REJILLA DE SALIDA PARA VF 165/300	UND	2.00	142.23	284.46
A9F74304	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO IC60N, 3X4 AMP	UND	1.00	190.90	190.90
A9F74204	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO IC60N, 2X4 AMP	UND	3.00	99.03	297.09
LC1DGKM7	CONTACTOR P/CONDENSADOR 16/17KVAR-400/440V	UND	2.00	266.90	533.80
LC1DPKM7	CONTACTOR P/CONDENSADOR 30/32KVAR-400/440V	UND	3.00	548.68	1,646.04
BLRCH125A1E	CONDENSADOR 13.5/15KVAR-380/400V	UND	2.00	290.03	580.06
BLRCH250A3C	CONDENSADOR 27/30KVAR-380/400V	UND	3.00	497.70	1,493.10
METSECT5ME	TRANSF. DE CORRIENTE 250/5 AMP, 56X84X42 MM	UND	3.00	80.12	240.36
BC20X5	BARRA DE COBRE DE 20X5 MM	MTS	4.00	47.01	188.04
APB30MM	AISLADOR 1 / 500 V - 30 mm ALTURA, CONICO	UND	9.00	8.00	72.00
TC70MM	TERMINAL DE COMPRESION 70MM C/LARGA	UND	12.00	7.00	84.00
TC10M8	TERMINAL DE COMPRESION 10MM - M8 C/LARGA	UND	18.00	1.30	23.40
GPT16	CABLE GPT 16 AWG,	MTS	100.00	0.83	83.00
TTPIN16	TERMINAL TIPO PIN P/CABLE 16 AWG	%	1.00	9.00	9.00
RDD	RIEL DIN DORADO X 2 MTS	UND	2.00	10.01	20.02
CR40X60	CANAleta RANURADA 40X60MM, X 2MTS	UND	2.00	25.00	50.00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UM	CANT.	P.UNIT	TOTAL
--------	-------------	----	-------	--------	-------

VALOR VENTA S/	13,147.10	IGV: S/	2,366.48	TOTAL S/	15,513.58
-----------------------	-----------	----------------	----------	-----------------	-----------

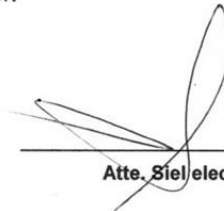
CONDICIÓN DE PAGO: **CONTADO**

VALIDEZ DE OFERTA: **20** días

TIEMPO DE ENTREGA: SEGÚN STOCK INMEDIATO

GARANTÍA: GARANTIA DE 01 AÑO CONTRA DEFECTOS DE FABRICACION

Teléfono: 074-236950
Email: ventas@sielelectric.com
Dirección: Alfonso Ugarte #999- Chiclayo



Atte. Siel electric



INGESA NORTE
 RUC: 20270562966
 www.ingesanorte.com

Principal: VICENTE DE LA VEGA N° 298 CHICLAYO
 Telef: (074) 228527

Surcursal: AV. SULLANA SUR 144 PIURA
 Telef: (073) 300400

COTIZACION: 009-00026531

FECHA : 20/11/2017

DATOS DEL CLIENTE:

SEÑOR : JAIRO COLVAQUI LOBATO
 ATTE :
 REFERENCIA :

DATOS DEL VENDEDOR:

VENDEDOR : PILAR SAAVEDRA TOLEDO
 TELEFONO(S) :
 CELULAR : 979520237
 EMAIL : psaavedra@ingesanorte.com

Estimados señores Por medio de la presente nos es grato cotizarles lo siguiente

ITM	CODIGO	MARCA	DESCRIPCION	U.M.	CANT.	P.UNIT.	DSCTO.(%)	TOTAL
1	2017	INDEC	CABLE DE ENERGIA NYY 3 - 1 X 70 MM	MTS	15.00	72.912	0.00	1,093.68
2	2606	INDEC	CABLE DE ENERGIA NYY 3 - 1 X 6 MM²	MTS	15.00	8.137	0.00	122.06
3	428	INDEC	CABLE DE ENERGIA NYY 3 - 1 X 10 MM²	MTS	24.00	11.392	0.00	273.42

EN: NUEVOS SOLES

*** Precios Unitarios Incluyen IGV

VALOR VENTA: S/. 1,262.00

IGV: S/. 227.16

TOTAL: S/. 1,489.16

CONDICION DE PAGO : CONTADO

VALIDEZ 05 dias

TIEMPO DE ENTREGA :

LUGAR DE ENTREGA :

CUENTAS CORRIENTES:

BCP: 305-0046935-0-97 NUEVOS SOLES
 BCO DE LA NACION: 0250001002 NUEVOS SOLES
 BCO SCOTTIABANK: 0000378259

La orden de compra entregada después del medio día, será considerada al día siguiente.
 Sin otro particular, quedamos de ustedes.

.....
 Atentamente

AGENTE DE RETENCION
 RS-139-2015/SUNAT
 NO RETENER

Anexo 6 fichas recolección de datos

ANEXO 01

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres:
QUEREVALÚ MORANTE ALEXANDER
- Profesión: INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
- Grado académico: INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
- Actividad laboral actual:
DOCENTE EN UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO MUGROVEJO
DOCENTE EN UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO CAJAMARCA.

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto X	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-------------	---------------

2. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
f) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
g) Experiencia como profesional. (EP)		X	
h) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)		X	
i) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
j) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)		X	


Alexander Querepalli Morante
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
REG. CIP. Nº 87860

Firma del entrevistado

Estimado(a) experto(a):

El instrumento a validar es un recolector de datos , cuyo objetivo , cuyo objetivo es " Diseñar la Compensación Automatizada de Energia Reactiva para Disminuir el Consumo Electrico en la Planta ladrillera Hatun Sol Chiclayo 2017"

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

6. ¿Considera pertinente la aplicación de este cuestionario para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Es pertinente ya que se va a emplear cálculos en compensación de energía reactiva y seleccionar condensadores.

7. ¿Considera que el cuestionario formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

Son suficientes ya que se va a hacer una profunda investigación en calcular condensadores, contactores, guardamotore y posibles pasos que debe trabajar los condensadores.

8. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

Se da una respuesta concreta.

9. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
01	X			X			
02	X			X			
03	X			X			
04	X			X			

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

ninguna sugerencia ya que está bien especificado en todos sus respuestas en los valores.

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:


 Alexander Querebalí Morante
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
 REG. CIP. Nº 81960

Firma del Experto

ANEXO 02

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
DE RECOLECCION DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres:
QUEREVALU MORANTE ALEXANDER
- Profesión: INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
- Grado académico: INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
- Actividad laboral actual:
DOCENTE EN UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO MORALES
DOCENTE EN UNIVERSIDAD UCV CAJAMARCA.

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto X	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-------------	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)		X	
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)		X	
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)		X	


Alexander Quinatali Mamante
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
REG. CIP. N° 81960
Firma del entrevistado

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es una Guía de Observación, cuyo objetivo es "Diseñar la Compensación Automatizada de Energía Reactiva para Disminuir el Consumo Eléctrico en la Planta Ladrillera Hatun Sol Chiclayo 2017"

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de este cuestionario para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Si es pertinente por que se enfoca a la Compensación de Energía Reactiva

2. ¿Considera que el cuestionario formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

Son suficientes ya que se va a hacer una profunda investigación en el tema a desarrollar.

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

Están adecuadas ya que se da una respuesta sencilla.

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
05	X			X			
06	X			X			
07	X			X			
08	X			X			

10. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Ninguna Sugerencia ya que esta bien resuelto.

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:


 Alexander Quiscalí Morante
 INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
 REG. CIP. N° 81960

Firma del Experto



INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS CONSUMO DE ENERGIA

GUIA DE OBSERVACIÓN

TESIS:

"DISEÑO DE COMPENSACION AUTOMATIZADA DE ENERGIA REACTIVA
PARA DISMINUIR EL CONSUMO ELÉCTRICO EN LA PLANTA LADRILLERA HATUN SOL CHICLAYO 2017"

FECHA :

NOMBRE


COMPLETO DEL AUTOR:

JAIRO COLVAQUI LOBATO

EMPRESA :

LADRILLERA HATUN SOL S.A.C SAN JOSE - CHICLAYO LAMBAYEQUE

MAGNITUD	Oct-16	Nov-16	Dic-16	Ene-17	Feb-17	Mar-17	Abr-17	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17


Alexander Quispeali Monante
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
REG. CIP. Nº 81960

ANEXO 01

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
DE RECOLECCION DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres: Spion Muñoz Irán Dante
- Profesión: Ing. Mecánica Eléctrica
- Grado académico: Ing. Mecánico Eléctrico
- Actividad laboral actual: Docente Tiempo completo - Universidad
Católica Santo Toribio de Mogrovejo

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto X	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-------------	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)		X	
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		


IVÁN DANTE SÍPIÁN MUÑOZ
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
Reg. CIP. N° 156499

Firma del entrevistado

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es un recolector de datos cuyo objetivo es "Diseñar la Compensación Automatizada de Energía Reactiva para Disminuir el Consumo Eléctrico en la Planta Ladrillera Hatun Sol Chiclayo 2017"

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de este cuestionario para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Es pertinente ya que está enfocado al tema

2. ¿Considera que el cuestionario formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

Por que se enfoca a la investigación de todos los componentes que intervienen en la investigación del proyecto.

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

Estas adecuadas ya que se da una respuesta veraz.

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Item	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
1.0	x			>			
2.0	x			x			
3.0	x			x			
13.0	>			x			

5. ¿Qué sugerencias haría ud para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Que se incluya la potencia en wattios.

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:


IVÁN DANTE SÍPIÓN MUÑOZ
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
 Reg. CIP. N° 156499

Firma del Experto

ANEXO 02

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
DE RECOLECCION DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres: Sipión Muñoz Iván Dante
- Profesión: Ing. Mecánico Eléctrico
- Grado académico: Ing. Mecánico Eléctrico
- Actividad laboral actual:
Decante Tiempo Completo - Universidad
Católica Santo Tomás de Megrorejo

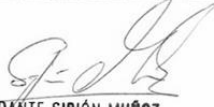
INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto <input checked="" type="checkbox"/>	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	---	---------------

2. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
f) Análisis teóricos realizados. (AT)	<input checked="" type="checkbox"/>		
g) Experiencia como profesional. (EP)	<input checked="" type="checkbox"/>		
h) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)		<input checked="" type="checkbox"/>	
i) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	<input checked="" type="checkbox"/>		
j) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	<input checked="" type="checkbox"/>		


IVÁN DANTE SIPIÓN MUÑOZ
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
Reg. CIP. N° 156499

Firma del entrevistado

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es una Guía de Observación cuyo objetivo es "Diseñar la Compensación Automatizada de Energía Reactiva para Disminuir el Consumo Eléctrico en la Planta Ladrillera Hatun Sol Chiclayo 2017"

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

6. ¿Considera pertinente la aplicación de este cuestionario para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Es pertinente el cuestionario ya que se tiene que investigar
tecnología de Condensadores y referente a Energía activa y Reactiva.

7. ¿Considera que el cuestionario formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

Porque va a permitir que se haga una profunda investigación
sobre el tema, analizar y calcular la Energía Reactiva.

8. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

Permite dar una respuesta concreta al Entrevistado.

9. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Item	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
1.0	x			x			
2.0	x			x			
3.0	x			x			
4.0	x			x			

10. ¿Qué sugerencias haría ud para mejorar el instrumento de recolección de datos?

La Recolección de datos esta bien Especificado.

Le agradecemos por su colaboración.

22/06/2017
Fecha de evaluación:


IVÁN DANTE SIPIÓN MUÑOZ
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
Reg. CIP. N° 156499

Firma del Experto



INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS CONSUMO DE ENERGIA

GUIA DE OBSERVACIÓN

TESIS:	"DISEÑO DE COMPENSACIÓN AUTOMATIZADA DE ENERGIA REACTIVA PARA DISMINUIR EL CONSUMO ELÉCTRICO EN LA PLANTA LADRILLERA HATUN SOL CHICLAYO 2017"											
FECHA :												
NOMBRE COMPLETO DEL AUTOR:	JAIRO COLVAQUI LOBATO											
EMPRESA :	LADRILLERA HATUN SOL S.A.C SAN JOSE - CHICLAYO LAMBAYEQUE											
MAGNITUD	Oct-16	Nov-16	Dic-16	Ene-17	Feb-17	Mar-17	Abr-17	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17


IVÁN DANTE SIPIÓN MUÑOZ
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
Reg. CIP. N° 156499
Nombre y Firma del Especialista

ANEXO 01

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
DE RECOLECCION DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres: Caplima Núñez Jairo David
- Profesión: Ins. Mecánico Eléctrico
- Grado académico: Ins. Mecánico Eléctrico
- Actividad laboral actual:
Ingeniero de Proyectos - Dpto. Operaciones
Innovadores Eléctricos SAC.

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto X	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-------------	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
b) Experiencia como profesional. (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	X		
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		



JAIRO DAVID CAJILIMA NÚÑEZ
INGENIERO
MECÁNICO ELÉCTRICISTA
Reg. CIP N° 171436

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es un recolector de datos , cuyo objetivo es " Diseñar la Compensación Automatizada de Energia Reactiva para Disminuir el Consumo Electrico en la Planta ladrillera Hatun Sol Chiclayo 2017"

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de este cuestionario para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Para dar validez al tema del proyecto.

2. ¿Considera que el cuestionario formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

Si, están enfocados directamente con el tema de investigación.

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

Son adecuados ya que dan una respuesta veraz.

4. Califique los items según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Item	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
1.0	X			X			
2.0	X			X			
3.0	X			X			
4.0	X			X			

5. ¿Qué sugerencias haría ud para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:



JAIRO DAVID CAJILIMA NUÑEZ
INGENIERO
MECANICO ELECTRICISTA
 Reg. CIP N° 171438

ANEXO 02

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
DE RECOLECCION DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres: Cajalima Núñez Jairo David.
- Profesión: Ins. Mecánico Eléctrico
- Grado académico: Ins. Mecánico Eléctrico
- Actividad laboral actual:
Ingeniero de Proyectos - Ppto. Operaciones
Innovadores Eléctricos SAE.

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto X	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-------------	---------------

2. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
f) Análisis teóricos realizados. (AT)	X		
g) Experiencia como profesional. (EP)	X		
h) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)	X		
i) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)	X		
j) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)	X		



JAIRO DAVID CAJILIMA NUÑEZ
INGENIERO
MECANICO-ELECTRICISTA
Reg. CIP N° 171438
Firma del entrevistado

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es una Guía de Observación, objetivo es " Diseñar la Compensación Automatizada de Energia Reactiva para Disminuir el Consumo Electrico en la Planta ladrillera Hatun Sol Chiclayo 2017"

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

6. ¿Considera pertinente la aplicación de este cuestionario para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Para dar validez el tema del Proyecto.

7. ¿Considera que el cuestionario formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

Si porque estan enfocados directamente con el tema de investigación

8. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

Son adecuadas ya que dan una respuesta vez

9. Califique los items según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Item	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante	
	X			X			
	X			X			
	X			X			
	X			X			

10. ¿Qué sugerencias haría ud para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:


JAIRO DAVID CAJILIMA NUÑEZ
INGENIERO
MÉCANICO ELÉCTRICISTA
Reg. CIP N° 171436



INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS CONSUMO DE ENERGIA

GUIA DE OBSERVACIÓN

TESIS:	"DISEÑO DE COMPENSACIÓN AUTOMATIZADA DE ENERGÍA REACTIVA PARA DISMINUIR EL CONSUMO ELÉCTRICO EN LA PLANTA LADRILLERA HATUN SOL CHICLAYO 2017"											
FECHA :												
NOMBRE COMPLETO DEL AUTOR:	JAIRO COLVAQUI LOBATO											
EMPRESA :	LADRILLERA HATUN SOL S.A.C SAN JOSE - CHICLAYO LAMBAYEQUE											
MAGNITUD	Oct-16	Nov-16	Dic-16	Ene-17	Feb-17	Mar-17	Abr-17	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17


Miembro y Firma del Especialista

JAIRO DAVID CAJILIMA NUÑEZ
INGENIERO
MECANICO ELECTRICISTA
Reg. CIP N° 171436



INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS
PARA MOTORES ELÉCTRICOS TRIFÁSICOS

FICHA RECOLECCION DE DATOS

TESIS :	"DISEÑO DE COMPENSACIÓN AUTOMATIZADA DE ENERGÍA REACTIVA PARA DISMINUIR EL CONSUMO ELÉCTRICO EN LA PLANTA LADRILLERA HATUN SOL CHICLAYO 2017"
FECHA:	
NOMBRE COMPLETO DEL AUTOR:	JAIRO COLVAQUI LOBATO
EMPRESA :	EMPRESA DE LADRILLOS HATUNSOL SAN JOSE - LAMBAYEQUE

ITEM	DESCRIPCION	POTENCIA	POTENCIA	TENSION	FRECUENCIA
		HP	KW	Volt	Hz
1,0	Extractor de aire del Homo	40	29,84	440	60
2,0	Cocinas de Homo 1	0,5	0,373	440	60
3,0	Cocinas de Homo 2	0,5	0,373	440	60
4,0	Cocinas de Homo 3	0,5	0,373	440	60
5,0	Cocinas de Homo 4	0,5	0,373	440	60
6,0	Cocinas de Homo 5	0,5	0,373	440	60
7,0	Cocinas de Homo 6	0,5	0,373	440	60
8,0	Cocinas de Homo 7	0,5	0,373	440	60
9,0	Cocinas de Homo 8	0,5	0,373	440	60
10,0	Cocinas de Homo 9	0,5	0,373	440	60
11,0	Molino de pajilla apertura planta	50	37,3	440	60
12,0	Molino de impactor	100	74,6	440	60
13,0	Molino de martillo	65	48,49	440	60
14,0	Mezcladora	60	44,76	440	60
15,0	Laminador 01	60	44,76	440	60
16,0	Laminador 02	25	18,65	440	60
17,0	Extusora	200	149,2	440	60
18,0	Cortadora	1	0,746	440	60
19,0	Bomba de vacio	20	14,92	440	60
20,0	Bombas de Agua 01	5	3,73	440	60
21,0	Bombas de Agua 02	2	1,492	440	60
22,0	Bombas de Agua 03	2	1,492	440	60
23,0	Bomba de aceite	0,5	0,373	440	60
24,0	Alimentadora	2	1,492	440	60
25,0	Faja 01	7,5	5,595	440	60
26,0	Faja 02	7,5	5,595	440	60
27,0	Faja 03	3	2,238	440	60
28,0	Faja 04	3	2,238	440	60
29,0	Faja 05	10	7,46	440	60
30,0	zaranda	7,5	5,595	440	60
31,0	Cajon alimentador	5	3,73	440	60
32,0	Faja 06	7,5	5,595	440	60
33,0	Faja Laminador	5	3,73	440	60
34,0	Faja estusora	5	3,73	440	60
35,0	Faja de salida	3	2,238	440	60
	TOTAL	701	522,946		

Anexo 7 Papers
PAPERS 01

Centro de Formación Schneider

Corrección del factor de potencia



Publicación Técnica Schneider: PT-075
Edición: Octubre 2000



PT-075

Corrección del factor de potencia



Robert Capella

Ingeniero Técnico Eléctrico con actividad simultánea en los ámbitos industrial y docente. Profesor de máquinas eléctricas y de teoría de circuitos para Ingenieros Técnicos. Profesor de laboratorio para Ingenieros Industriales.

En el ámbito industrial, se ha ocupado en etapas sucesivas de: homós de arco, motores y accionamientos, transformadores y estaciones de transformación, aparatos de MT y AT y equipos blindados en SF₆, turboalternadores industriales, transformadores de medida y relés de protección. Con especial dedicación al proyecto y construcción de cabinas prefabricadas de MT hasta 36 kV.

En la actualidad, colaborador en el laboratorio de Ingeniería Eléctrica de la Escuela Superior de Ingeniería Eléctrica de Barcelona y en el Centro de Formación de Schneider Electric.

Corrección del factor de potencia

1.- ¿Qué es el factor de potencia?

1.1.- Naturaleza de la energía reactiva

Cualquier máquina eléctrica (motor, transformador...) alimentado en corriente alterna, consume dos tipos de energía:

- la energía activa corresponde a la potencia activa P medida en kW se transforma integralmente en energía mecánica (trabajo) y calor (pérdidas),
- la energía reactiva corresponde a la potencia reactiva Q medida en kVAR; sirve para alimentar circuitos magnéticos en máquinas eléctricas y es necesaria para su funcionamiento. Es suministrada por la red o, preferentemente, por condensadores previstos para ello.

La red de distribución suministra la energía aparente que corresponde a la potencia aparente S , medida en kVA.

La energía aparente se compone vectorialmente de los 2 tipos de energía: activa y reactiva (figura 1).

□ Recuerde

Las redes eléctricas de corriente alterna suministran dos formas de energía:

- energía activa, transformada en trabajo y calor,
- energía reactiva, utilizada para crear campos magnéticos.

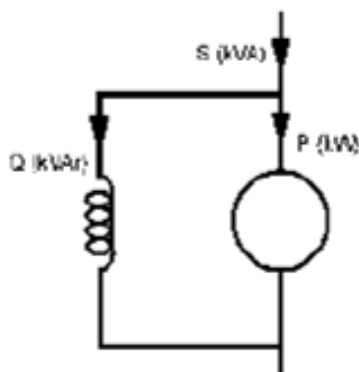


Fig. 1: Un motor absorbe de la red energía activa P y energía reactiva Q .

1.2.- Consumidores de energía reactiva

El consumo de energía reactiva varía según los receptores.

La proporción de energía reactiva con relación a la activa varía del:

- 65 al 75 % para los motores asíncronos,
- y del 5 al 10 % para los transformadores.

Por otra parte, las inductancias (balastos de tubos fluorescentes), los convertidores estáticos (rectificadores) consumen también energía reactiva (figura 2).

□ Recuerde

Los receptores utilizan parte de su potencia aparente en forma de energía reactiva.

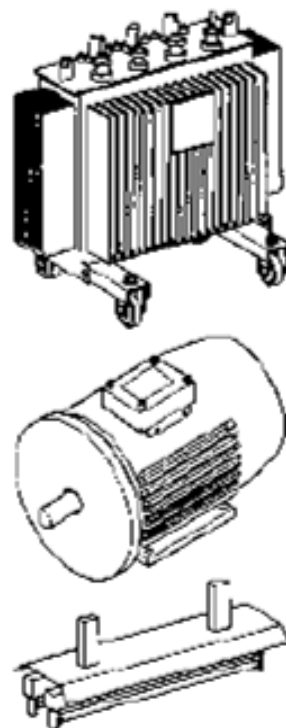


Fig. 2: Los receptores consumen energía reactiva.

1.3.- Factor de potencia

■ Definición del factor de potencia

El factor de potencia F de la instalación es el cociente de la potencia activa (kW) consumida por la instalación entre la potencia aparente (kVA) suministrada a la instalación.

Su valor está comprendido entre 0 y 1. Con frecuencia, el $\cos \varphi$ tiene el mismo valor. De hecho, es el factor de potencia de la componente a frecuencia industrial (50 Hz) de la energía suministrada por la red.

Por lo tanto, el $\cos \varphi$ no toma en cuenta la potencia transportada por los armónicos. En la práctica, se tiende a hablar del $\cos \varphi$.

Un factor de potencia próximo a 1 indica un consumo de energía reactiva poco importante y optimiza el funcionamiento de una instalación.

El factor de potencia (F) es la proporción de potencia activa frente a la potencia aparente (figuras 3 y 4).

Cuanto más próximo a 1 está, mejor es.

$$F = \frac{P \text{ (kW)}}{S \text{ (kVA)}} = \cos \varphi$$

siendo:

P = potencia activa,

S = potencia aparente.

■ Potencia activa (en kW)

- monofásico fase-neutro: $P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$
- monofásico 2 fases: $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$
- trifásico 3 fases o 3 fases y neutro: $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$

■ Potencia reactiva (en kVAR)

- monofásico fase-neutro: $Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi$
- monofásico 2 fases: $Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$
- trifásico 3 fases o 3 fases y neutro: $Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi$

■ Potencia aparente (en kVA)

- monofásico fase-neutro: $S = V \cdot I$
- monofásico 2 fases: $S = U \cdot I$
- trifásico 3 fases o 3 fases y neutro: $S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$

siendo:

V : tensión entre fase y neutro

U : tensión entre fases

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

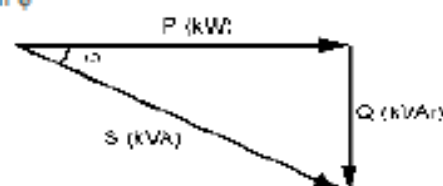


Fig. 3: Representación gráfica a partir de las potencias: diagrama de potencias.

Al diagrama establecido para las potencias corresponde el diagrama de las Intensidades (es suficiente con dividir las potencias por la tensión).

Las Intensidades activa y reactiva componen la Intensidad aparente o total que es la que recorre la línea eléctrica y se mide con amperímetro.

El esquema adjunto es la representación clásica, donde:

I_t = Intensidad total que recorre los conductores.

I_a = Intensidad activa transformada en energía mecánica o en calor.

I_r = Intensidad reactiva necesaria para la excitación magnética de los receptores. Las relaciones entre dichas Intensidades son

$$I_t = \sqrt{I_a^2 + I_r^2}$$

$$I_a = I_t \cos \varphi$$

$$I_r = I_t \sin \varphi$$

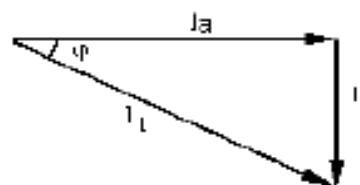


Fig. 4: Representación gráfica a partir de las intensidades: diagrama de intensidades.

¿Por qué mejorar el factor de potencia?

2.1.- Reducción del recargo de reactiva en la factura de electricidad

Dicho coeficiente de recargo se aplica sobre el importe a pagar por la suma de los conceptos siguientes:

- término de potencia (potencia contratada),
- término de energía (energía consumida).

La fórmula que determina el coeficiente de recargo es la siguiente:

$$Kr = (17 / \cos^2 \varphi) - 21,$$

obteniéndose los coeficientes indicados en la tabla de la figura 6.

2.2.- Optimización técnico-económica de la instalación

Un buen factor de potencia permite optimizar técnico y económicamente una instalación. Evita el sobredimensionamiento de algunos equipos y mejora su utilización.

cos φ	Kr
1	- 4%
0,95	- 2,2 %
0,9	0,0 %
0,8	5,6 %
0,6	26,2 %
0,5	47,0 %

Fig. 6: Tabla de valores de Kr.

Factor multiplicador 1 1,25 1,67 2,5
de la sección

cos φ 1 0,8 0,6 0,4

Fig. 7: Factor multiplicador de la sección de los cables en función del cos φ .

■ Disminución de la sección de los cables

El cuadro de la figura 7 indica el aumento de sección de los cables motivado por un bajo cos φ . De este modo se ve que cuanto mejor es el factor de potencia (próximo a 1), menor será la sección de los cables.

■ Disminución de las pérdidas en las líneas

Un buen factor de potencia permite también una reducción de las pérdidas en las líneas para una potencia activa constante.

Las pérdidas en vatios (debidas a la resistencia de los conductores) están, efectivamente, integradas en el consumo registrado por los contadores de energía activa (kWh) y son proporcionales al cuadrado de la intensidad transportada.

■ Reducción de la caída de tensión

La instalación de condensadores permite reducir, incluso eliminar, la energía reactiva transportada, y por lo tanto reducir las caídas de tensión en línea.

■ Aumento de la potencia disponible

La instalación de condensadores aguas abajo de un transformador sobrecargado que alimenta una instalación cuyo factor de potencia es bajo, y por lo tanto malo, permite aumentar la potencia disponible en el secundario de dicho transformador. De este modo es posible ampliar una instalación sin tener que cambiar el transformador.

Esta posibilidad se desarrolla en el apartado 6.

□ Recuerde

La mejora del factor de potencia optimiza el dimensionamiento de los transformadores y cables. Reduce también las pérdidas en las líneas y las caídas de tensión.

¿Cómo compensar una instalación?

3.1.- Principio teórico

El hecho de instalar un condensador generador de energía reactiva es la manera más simple, flexible y rápidamente amortizada de asegurar un buen factor de potencia. Esto se llama compensar una instalación.

La figura 8 ilustra el principio de compensación de la potencia reactiva Q de una instalación a un valor más bajo Q' mediante la instalación de una batería de condensadores de potencia Qc. Al mismo tiempo, la potencia aparente pasa de S a S'.

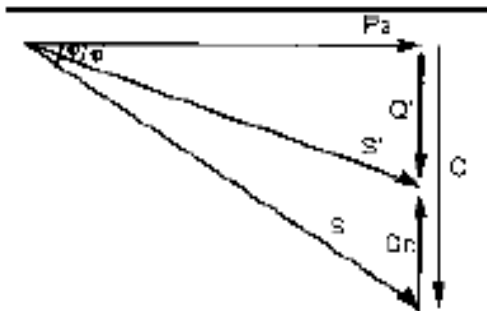


Fig. 8: Esquema de principio de la compensación: $Qc = Pa (tg \varphi - tg \varphi')$.

□ Ejemplo

Sea un motor que, en régimen normal, absorbe una potencia de 100 kW con un $\cos \varphi = 0,75$, o sea $\operatorname{tg} \varphi = 0,88$.

Para pasar a un $\cos \varphi = 0,93$, o sea $\operatorname{tg} \varphi = 0,40$, la potencia de la batería a instalar es:

$$Q_c = 100 (0,88 - 0,40) = 48 \text{ kVAr.}$$

Los elementos de la elección del nivel de compensación y de cálculo de la potencia en kVAr de la batería dependen de la instalación contemplada. Se explican de modo general en el apartado 5, así como en los apartados 6 y 7 para los transformadores y motores.

■ Nota

Previamente a la compensación, deben tomarse ciertas precauciones.

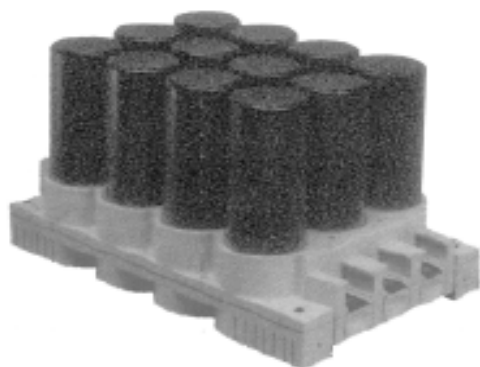
En particular, se evitará el sobredimensionamiento de los motores así como su marcha en vacío mediante mandos individuales.

□ Recuerde

– Mejorar el factor de potencia de una instalación consiste en instalar un condensador, fuente de energía reactiva. Esto se llama compensar la instalación.

– La instalación de una batería de condensadores de potencia Q_c reduce la cantidad de energía reactiva suministrada por la red.

– La potencia de la batería de condensadores a instalar se calcula a partir de la potencia activa de la carga (P_a en kW) y del desfase tensión intensidad antes (φ) y después (φ') de compensar.



La compensación de la energía reactiva puede hacerse con condensadores fijos.

Fig. 9: Ejemplo de condensadores fijos.

3.2.- ¿Con qué compensar?

■ Compensación en BT

En baja tensión la compensación se realiza con dos tipos de equipos:

- los condensadores de valores fijos o condensadores fijos,
- los equipos de regulación automática o baterías automáticas que permiten ajustar permanentemente la compensación a las necesidades de la instalación.

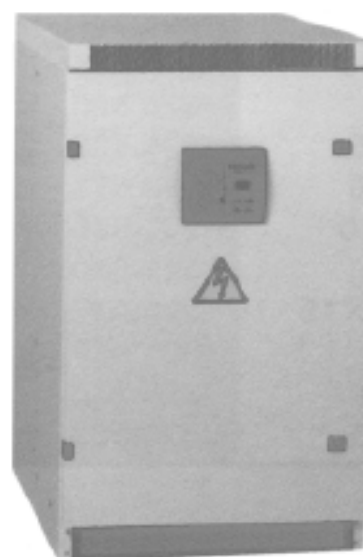
Observación:

Cuando la potencia a instalar es superior a 800 kVAr con una carga estable y continua, puede resultar más económico elegir instalar baterías de condensadores de alta tensión en la red.

■ Condensadores fijos

Estos condensadores (figura 9) tienen una potencia unitaria constante y su conexión puede ser:

- manual: mando por disyuntor o interruptor,
- semi-automática: mando por contactor,
- directa: conectada a las bornes de un receptor.



La compensación de energía reactiva se hace con más frecuencia mediante baterías de condensadores de regulación automática.

Fig. 10: Ejemplo de batería de regulación automática Rectivar.



Colección técnica

Guía de diseño de instalaciones eléctricas 2010

Según normas
internacionales
IEC



Schneider
Electric

© **Schneider Electric Perú, S.A.**

Calle Los Telares 231

Urb. Vulcano, Ate

Lima - Perú

Tel.: 018 4411

Provincia.: 0801 00 001

<http://www.schneider-electric.com>

Cuarta edición: abril de 2010

Impreso en España - Printed in Spain

Depósito legal: B. 23.590-2010

ISBN 84-609-8658-6

Preimpresión e impresión: Tecfoto, S.L. Ciutat de Granada, 55. 08005 Barcelona.

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la Ley. Queda prohibida la reproducción, total o parcial, su distribución pública, en todo o en parte, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier medio, sin la preceptiva autorización, por escrito, del editor.

7 Mejora del factor de potencia en motores asíncronos

Se recomienda compensar un motor de forma individual, cuando su potencia nominal respecto a la potencia declarada de la instalación es relativamente grande en comparación con el resto de cargas.

7.1 Compensación fija de motores y ajustes en la protección

Precauciones generales

Debido al reducido consumo de kW, el factor de potencia de un motor es muy bajo en regímenes de vacío (sin carga) o con una carga débil. La corriente reactiva que absorbe un motor asíncrono es prácticamente constante y tiene un valor aproximado del 90% de la intensidad de vacío.

Como regla general, se recomienda desconectar todo motor que trabaje en vacío y no sobredimensionarlos. Asimismo, las características constructivas del mismo, tales como potencia, número de polos, velocidad, frecuencia y tensión, influyen en el consumo de kVAr.

Se puede realizar la compensación fija en bombas de un motor siempre que se tomen las precauciones siguientes:

- Nueva regulación de las protecciones.
- Evitar la autoexcitación.
- No compensar motores especiales.

Conexión

Si se realiza una compensación fija del motor, el condensador fijo debe estar directamente conectado a los terminales de dicho motor.

Compensación de motores accionados mediante arrancador

Si el motor arranca con ayuda de algún dispositivo especial, tal como resistencias, inductancias, estrella triángulo o autotransformadores, es recomendable que los condensadores sean conectados después del arranque del motor. Por esta razón no se deberá realizar una compensación fija y se utilizarán condensadores accionados por contactores.

Motores especiales

Se recomienda no compensar de forma individual los equipos especiales como por ejemplo: arrancadores escalonados, motores reversibles (2 sentidos de marcha) o similares.

Efecto en los ajustes de protección

Después de realizar la compensación fija de un motor, la intensidad eficaz consumida por el conjunto motor-condensador es inferior a la intensidad inicial antes de la compensación. Esto es así porque una parte significativa de la componente reactiva de la corriente del motor se proporciona desde el condensador, tal como se muestra en la Figura L22.

En consecuencia, debido a que los dispositivos de protección de máxima intensidad se encuentran aguas arriba de la conexión del condensador y del motor, los ajustes de los relés de máxima intensidad se deben reducir en la relación:

Factor de reducción = $\cos \varphi$ antes de la compensación / $\cos \varphi$ después de la compensación.

Para los motores a los que se ha aplicado una compensación individual según las potencias reactivas indicadas en la Figura L23 (potencia reactiva máxima recomendada para evitar la autoexcitación de motores, ver subapartado 7.2, el factor de reducción tendrá un valor similar al indicado para la velocidad del motor correspondiente en la Figura L24 de la página siguiente.

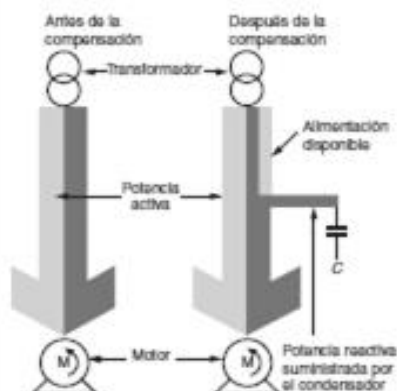


Fig. L22: Antes de la compensación, el transformador proporciona toda la potencia reactiva; después de ella, el condensador proporciona una gran parte de la potencia reactiva.

Motores trifásicos de 230/400 V

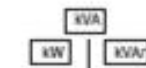
Potencia nominal		kVAr que se deben instalar			
kW	CV	Velocidad de rotación (rpm)			
		3.000	1.500	1.000	750
22	30	6	8	9	10
30	40	7,5	10	11	12,5
37	50	9	11	12,5	16
45	60	11	13	14	17
55	75	13	17	18	21
75	100	17	22	25	28
90	125	20	26	27	30
110	150	24	29	33	37
132	180	31	36	38	43
160	218	36	41	44	52
200	274	43	47	53	61
250	340	52	57	63	71
280	380	57	63	70	79
355	482	67	76	86	98
430	544	78	82	97	106
450	610	87	93	107	117

Fig. L23: Potencia reactiva máxima recomendada para compensación fija de motor sin riesgo de autoexcitación.

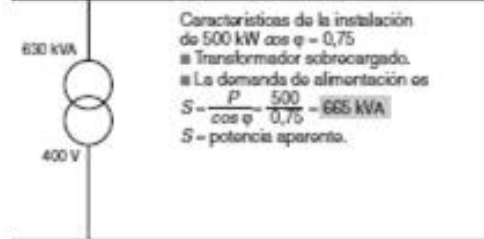
8 Ejemplo de una instalación antes y después de la compensación de la energía reactiva

Instalación sin compensar

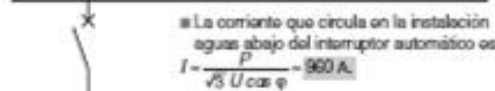
$$kVA = kW + kVA_r^{(1)}$$



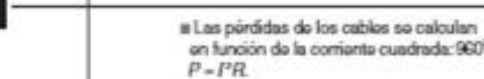
- Consumo de kVAr elevada.
- Potencia aparente kVA significativamente superior a la demanda de kW.
- El consumo en kWh es mayor por las pérdidas.
- La instalación está sobredimensionada (cables, aparatos, transformador...).



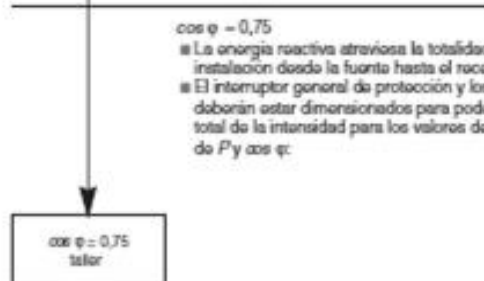
- Características de la instalación de 500 kW con $\cos \varphi = 0,75$
- Transformador sobrecargado.
 - La demanda de alimentación es $S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{500}{0,75} = 665 \text{ kVA}$
 - S = potencia aparente.



- La corriente que circula en la instalación aguas abajo del interruptor automático es $I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi} = 960 \text{ A}$.



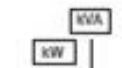
- Las pérdidas de los cables se calculan en función de la corriente cuadrada: $P = I^2 R$.



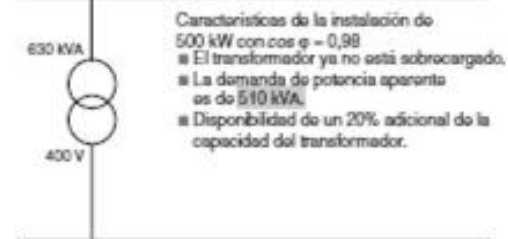
- $\cos \varphi = 0,75$
- La energía reactiva atraviesa la totalidad de la instalación desde la fuente hasta el receptor.
 - El interruptor general de protección y los conductores deberán estar dimensionados para poder soportar el total de la intensidad para los valores definidos de P y $\cos \varphi$.

Instalación compensada

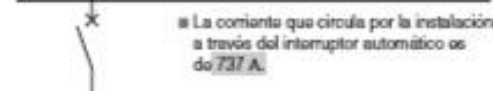
$$kVA = kW + kVA_r$$



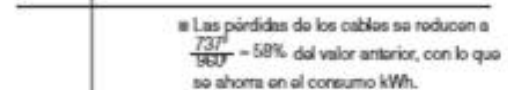
- El consumo de kVAr se reduce considerablemente o incluso se elimina.
- La potencia en kVA se ajusta a la demanda de kW.



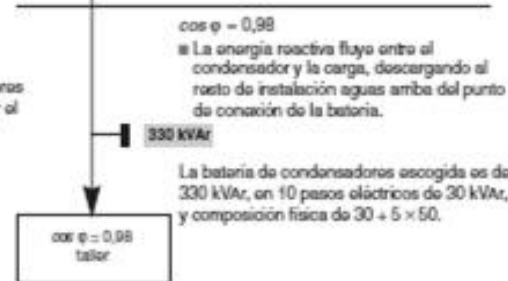
- Características de la instalación de 500 kW con $\cos \varphi = 0,98$
- El transformador ya no está sobrecargado.
 - La demanda de potencia aparente es de 510 kVA.
 - Disponibilidad de un 20% adicional de la capacidad del transformador.



- La corriente que circula por la instalación a través del interruptor automático es de 737 A.



- Las pérdidas de los cables se reducen a $\frac{737^2}{960^2} = 58\%$ del valor anterior, con lo que se ahorra en el consumo kWh.



- $\cos \varphi = 0,98$
- La energía reactiva fluye entre el condensador y la carga, descargando al resto de instalación aguas arriba del punto de conexión de la batería.
- 330 kVAr
- La batería de condensadores escogida es de 330 kVAr, en 10 pasos eléctricos de 30 kVAr, y composición física de 30 + 5 x 50.

Nota: en realidad, el $\cos \varphi$ del taller, se mantiene en 0,75, pero el $\cos \varphi$ aguas arriba de la batería de condensadores es 0,98. Tal como se menciona en el subapartado 6.2, el $\cos \varphi$ en el lado de MT del transformador, punto de lectura de la compañía, es ligeramente inferior, debido a las pérdidas de potencia reactiva en el transformador.

Fig. L26: Comparación técnico-económica de una instalación antes y después de la compensación del factor de potencia.

(1) Las flechas indican cantidades vectoriales.

(2) Menos en el caso previamente conegido.