

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

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



**“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LIMITADOR DE POTENCIA PARA  
EL AHORRO ECONÓMICO EN LA EMPRESA MIK CARPE PAITA,  
PIURA - 2019”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

CALVO MORI, JUAN KLEVERT

**ASESOR**

DÁVILA IGNACIO, CARLOS VIDAL

**Villa El Salvador**

**2020**

## DEDICATORIA

Dedicado a mis Padres por el esfuerzo que realizaron durante mis estudios, determinaron que mis objetivos se cumplieran en culminar la carrera de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

## **AGRADECIMIENTOS**

Haber llevado a cabo esta meta, no hubiera sido posible sin la ayuda de todas aquellas personas que de alguna u otra manera me brindaron su apoyo en los momentos más críticos de mi carrera, a ellos mil gracias.

A mis padres, que me dieron todo lo necesario en esta vida para convertirme en una persona de bien, les doy gracias por haberme dado la oportunidad de seguir estudiando, por su apoyo incondicional, amor y cariño.

A mi familia y amigos que le han dado sentido a todo el esfuerzo y sacrificio.

A mis maestros por contribuir en mi formación profesional.

**¡Para Ustedes!**

## INDICE

	Página
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>viii</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>01</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>02</b>
A. Objetivos generales .....	02
B. Objetivos específicos .....	02
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>03</b>
1.1. Bases Teórica .....	03
1.1.1 Coes .....	03
1.1.2 Osinerming .....	03
1.1.3 Tipos de usuarios de electricidad .....	04
1.1.4 Gestión de energía .....	05
1.1.5 Demanda Máxima .....	06
1.1.6 Tarifa Eléctrica .....	07
1.1.7 Tablero eléctrico .....	07
1.1.8 Grado de Protección IP .....	08
1.1.9 Dispositivos de Protección y Control .....	09
1.1.10 Proyecto de Inversión .....	15
1.1.11 Tasa de Interés .....	15
1.1.12 Flujo de Caja .....	16
1.1.13 Valor Actual Neto (VAN) .....	16
1.1.14 Tasa Interna de Retorno (TIR) .....	17
1.2. Definición de términos básicos .....	17
1.2.1 Limitador de Potencia .....	17

1.2.2	Potencia Contratada .....	17
1.2.3	Diagrama Unifilar .....	18
1.2.4	Diagrama de Control .....	18
1.2.5	Instalación eléctrica .....	18
1.2.6	Medición de Energía .....	18
1.2.7	Control de Demanda Máxima .....	19
1.2.8	Tasa de Interés .....	19
1.2.9	Flujo de Caja .....	19
1.2.10	Valor Actual Neto (VAN) .....	19

## **CAPÍTULO II: METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL TRABAJO**

<b>PROFESIONAL .....</b>	<b>20</b>
2.1. Delimitación temporal y espacial del trabajo .....	20
2.2. Determinación y análisis del problema .....	21
2.3. Modelo de Solución Propuesto .....	22
2.3.1 Revisión de la potencia contratada .....	22
2.3.2 Propuesta para la implementación del Limitador de Potencia.....	23
2.3.3 Tablero de Control del Limitador de Potencia .....	28
2.3.4 Procedimiento para la instalación del Limitador de Potencia .....	34
2.3.5 Análisis de costo beneficio .....	40
2.4. Resultados .....	48
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>49</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>50</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>53</b>
Anexo A: Diagrama unifilar de la subestación .....	53
Anexo B: Diagrama de disposición del tablero limitador de potencia .....	55
Anexo C: Catálogo del equipo medidor .....	57
Anexo D: Equipamiento eléctrico auxiliar .....	64
Anexo E: Diagrama de control del limitador de potencia .....	75
Anexo F: Protocolo de pruebas .....	78

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Estructura del sector eléctrico.....	05
Figura 2: Exterior de un gabinete eléctrico.....	08
Figura 3: Interruptores termomagnéticos de 1, 2 y 3 polos – Bticino .....	10
Figura 4: Medidor de energía LZQJ-XC – Marca EMH .....	11
Figura 5: Contactor con bobina en 220V – Marca Siemens.....	12
Figura 6: Relé miniatura de 14 pines, 6A, 220V – Schneider Electric.....	13
Figura 7: Borneras de conexión – Schneider Electric .....	14
Figura 8: Piloto Led verde Ø22 – Schneider Electric.....	14
Figura 9: Ubicación de la empresa Mik Carpe – Paita Piura.....	20
Figura 10: Esquema unifilar de la procesadora Mik Carpe.....	23
Figura 11: Punto de medición a la intemperie PMI de Mik Carpe .....	24
Figura 12: Tableros Generales en 440V y 220V en S.E Mik Carpe. ....	24
Figura 13: Esquema pictórico del limitador de potencia.....	25
Figura 14: Esquema de conexión del medidor limitador de potencia .....	30
Figura 15: Límites establecidos de Demanda Máxima.....	31
Figura 16: Esquema básico de pruebas del L.P.....	32
Figura 17: Esquema de pruebas 1 .....	32
Figura 18: Esquema de pruebas 2 .....	33
Figura 19: Esquema de pruebas 3 .....	33
Figura 20: Tablero de control del Sistema Limitador de Potencia. ....	39
Figura 21: Movimiento de efectivo durante el tiempo de vida del L.P. ....	42

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Detalle de los índices de grados de protección IP .....	09
Tabla 2: Categorías de empleo en contactores.....	12
Tabla 3: Potencia Contratada entre Mik Carpe y Eléctrica Santa Rosa .....	22
Tabla 4: Cuadro de cargas del tablero general en 440V .....	26
Tabla 5: Cuadro de cargas del tablero general en 220V .....	27
Tabla 6: Valores predeterminados para realizar las pruebas funcionales .....	31
Tabla 7: Flujos de cajas para la compra del limitador de potencia .....	41
Tabla 8: Resumen de indicadores del proyecto de inversión .....	46
Tabla 9: Flujos de cajas proyectados para un horizonte de 8 años .....	47

## RESUMEN

El presente proyecto está enfocado en implementar el sistema limitador de potencia, para migrar de usuario regulado a usuario libre, conforme a la modificación del reglamento de usuarios libres DS N° 018-2016-EM. Para la empresa MIK CARPE S.A.C ubicado en la ciudad de Paita – Piura.

Actualmente Mik Carpe cuenta con un suministro en Media Tensión, conectado a las redes de distribución de Electro Noroeste (en adelante, ENOSA), empresa concesionaria de distribución de energía eléctrica en el departamento de Piura. Desde el punto de vista comercial MIK CARPE tiene una potencia contratada con Eléctrica Santa Rosa S.A.C de 999 kW (en Horas Punta y Horas Fuera de Punta). La máxima demanda promedio del mencionado cliente libre es 936 kW.

Como cliente libre, Mik Carpe está obligado a implementar un limitador de potencia para continuar con esta condición y seguir contratando con la generadora Eléctrica Santa Rosa.

Mediante la integración de componentes eléctricos dentro de un Tablero de control, se desarrolló un Limitador de potencia, con rapidez y eficiencia; que permite tomar las señales de corriente y tensión del Trafomix del PMI, y en caso de sobrepasar la potencia contratada, enviará una señal de disparo a un relé auxiliar, que acciona el interruptor principal del circuito en 440V, ubicado dentro de la subestación de la planta.

## INTRODUCCIÓN

El sistema eléctrico peruano separa a los usuarios en dos: usuarios libres y regulados. Estos se distinguen por la capacidad que tienen, medido a través de la potencia que consumen. Los Usuarios Libres son aquellos clientes que consumen más de 2,500 kW de potencia. Sin embargo, aquellos usuarios que consuman al menos 200 kW, pueden elegir esta opción solicitándolo expresamente. Para volverse un usuario libre, se debe firmar un contrato con una generadora o distribuidora donde fijan precios de energía, potencia mínima facturable, parámetros de actualización de precios, plazos de pago, entre otros.

Los Usuarios Regulados son aquellos clientes que consumen menos de 2,500 kW de potencia y no han decidido volverse usuarios libres cuando sus consumos superaron los 200 kW de potencia. Los precios de energía son regulados y lo define Osinerming.

A finales del 2019, los usuarios libres representaron el 40.51% del total de energía consumida en nuestro país. Esto significa que aproximadamente el 60% de los usuarios pagaron más que el promedio de usuarios libres y muchos usuarios podrían cambiar esta situación (Atría Energía, s.f.).

## **OBJETIVOS**

### **A. Objetivo General**

Implementar un sistema limitador de potencia para el ahorro económico en la empresa Mik Carpe, con sede principal en Paita - Piura.

### **B. Objetivos específicos**

Diseñar un tablero eléctrico que permita el control de la máxima demanda para el ahorro económico.

Cumplir con los requisitos y poder implementar un sistema de limitador de potencia para un beneficio económico.

Determinar cuáles son los beneficios económicos, que se obtiene al migrar de usuario regulado a usuario libre.

## **CAPÍTULO I:**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. Bases Teóricas**

##### **1.1.1. Coes**

El COES es una entidad privada, sin fines de lucro y con personería de Derecho Público. Está conformado por todos los Agentes del SEIN (Generadores, Transmisores, Distribuidores y **Usuarios Libres**) y sus decisiones son de cumplimiento obligatorio por los Agentes. Su finalidad es coordinar la operación de corto, mediano y largo plazo del SEIN al mínimo costo, preservando la seguridad del sistema, el mejor aprovechamiento de los recursos energéticos, así como planificar el desarrollo de la transmisión del SEIN y administrar el Mercado de Corto Plazo (Comité de Operación Economía del Sistema Interconectado Nacional, s.f.).

##### **1.1.2. Osinerming**

Es el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, una institución pública encargada de regular y supervisar que las empresas del sector eléctrico, hidrocarburos y minero cumplan las disposiciones legales de las actividades que desarrollan.

Osinerming tiene personería jurídica de derecho público interno y goza de autonomía funcional, técnica, administrativa, económica y financiera. Las

labores de regulación y supervisión de esta institución se rigen por criterios técnicos, de esta manera contribuye con el desarrollo energético del país y la protección de los intereses de la población (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, s.f.).

### **1.1.3. Tipos de usuarios de electricidad**

#### **1.1.3.1. Usuario Regulado**

De acuerdo a la segunda actualización del reglamento de usuarios libres de electricidad, en el artículo 3.1 se describe lo siguiente: En concordancia con el artículo 2 del RLCE, los Usuarios cuya máxima demanda anual de cada punto de suministro sea igual o menor a 200 kW, tienen la condición de Usuario Regulado. Los precios son regulados por OSINERMINING (Decreto Supremo que modifica el Reglamento de Usuarios Libres de Electricidad, 2016).

#### **1.1.3.2. Usuario de Libre Elección**

De acuerdo a la segunda actualización del reglamento de usuarios libres de electricidad, en el artículo 3.2 se describe lo siguiente: Los usuarios cuya máxima demanda anual de cada punto de suministro sea mayor de 200 kW, hasta 2500 kW, tienen derecho a elegir entre la condición de Usuario Regulado o de Usuario Libre, cumpliendo los requisitos y condiciones establecidos en el Reglamento. Los Usuarios Regulados cuya máxima demanda mensual supere los 2500 kW,

mantendrán dicha condición por el plazo de un (1) año, contado a partir del mes en que superó dicho tope, salvo acuerdo entre partes (Decreto Supremo que modifica el Reglamento de Usuarios Libres de Electricidad, 2016).

### 1.1.3.3. Usuario Libre

De acuerdo a la segunda actualización del reglamento de usuarios libres de electricidad, en el artículo 3.2 se describe lo siguiente: Los Usuarios cuya máxima demanda anual de cada punto de suministro sea mayor a 2500 kW, tienen la condición de Usuarios Libres, a excepción de lo señalado en el numeral anterior. Los precios son negociados con el generador o distribuidor (Decreto Supremo que modifica el Reglamento de Usuarios Libres de Electricidad, 2016). Ver figura 1:

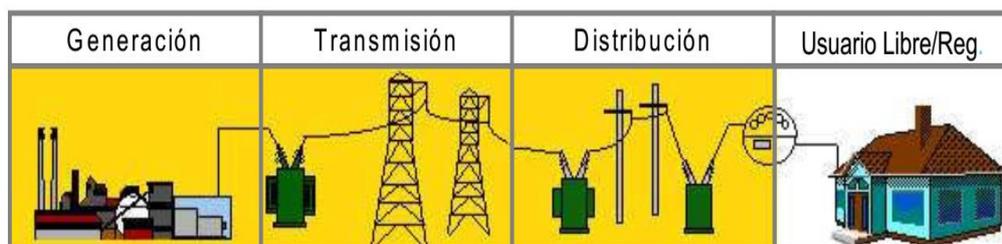


Figura 1: Estructura del sector eléctrico. Fuente: Red de energía del Perú S.A.

### 1.1.4. Gestión de energía

La gestión energética consiste en la optimización en el uso de la energía buscando un uso racional y eficiente, sin disminuir el nivel de prestaciones. A través de la gestión energética se detectan oportunidades

de mejora en aspectos relacionados con la calidad y seguridad del sistema energéticos, logrando que los usuarios conozcan el sistema, identifiquen los puntos consumidores e implanten mejoras, alcanzando altos niveles de eficiencia energética.

La gestión energética deberá contribuir a establecer objetivos a corto, medio y largo plazo encaminados a conseguir la optimización en el uso de los recursos energéticos y de sus. Al gestionar la energía nos permite:

- Desarrollar una política para un uso más eficiente de la energía.
- Fijar objetivos para cumplir con la política.
- Utilizar los datos para entender mejor y tomar decisiones sobre el uso y consumo de energía.
- Medir los resultados.
- Revisar la eficacia de la política.
- Mejorar continuamente la gestión de la energía.

(Asociación Española para la Calidad, 2019)

#### **1.1.5. Demanda Máxima**

La demanda máxima o pico de demanda en una red eléctrica es la demanda de energía eléctrica más alta que se ha producido durante un período de tiempo específico; Esta se determina mensualmente por medio de equipos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 minutos, de tal forma que registrara el mayor consumo de energía eléctrica en cualquier otro intervalo de 15 minutos para el periodo de facturación (Fundación Endesa, 2020).

### **1.1.6. Tarifa Eléctrica**

La tarifa eléctrica es el precio que tenemos que pagar por la electricidad que consumimos. El precio final de la tarifa eléctrica parte de la facturación básica, a la que se suman algebraicamente los recargos o descuentos correspondientes a los cuatro complementos tarifarios existentes. Esta cantidad se complementa con los importes del alquiler de los equipos de medida y de los impuestos (Fundación Endesa, 2020).

### **1.1.7. Tablero eléctrico**

Un tablero eléctrico es una caja o gabinete que contiene los dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus respectivas cubiertas y soportes correspondientes, para cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico. Este conjunto debe ser montado de una manera que cumpla los requisitos de seguridad y realice de forma óptima las funciones para las cuales ha sido diseñado.

La fabricación o ensamblaje de un tablero eléctrico debe cumplir criterios de diseño y normativas que permitan su funcionamiento correcto una vez energizado, garantizando la seguridad de los operarios y de las instalaciones en las cuales se encuentran ubicados (FIME, 2014). Ver figura 2:



*Figura 2: Exterior de un Gabinete eléctrico. Fuente: Catalogo Tecniases SAC*

### **1.1.8. Grado de Protección IP**

El código IP indica el grado de protección proporcionado por la envolvente contra el acceso a partes peligrosas, contra la introducción de objetos sólidos extraños y contra la entrada de agua; Es el sistema de identificación de los grados de protección conforme a los requisitos de la norma IEC 60529 (Legrand, 2011). Ver tabla 1:

Tabla 1: Detalle de los índices de grados de protección IP

1ª cifra: protección contra penetración de cuerpos sólidos el acceso a partes peligrosas			2ª cifra: protección contra cuerpos líquidos		
IP	Tests		IP	Tests	
0		Sin protección	0		Sin protección
1		Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 50 mm (por ej., contactos involuntarios de la mano)	1		Protegido contra caída vertical de gotas de agua (condensación)
2		Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 12,5 mm (por ej., dedos de la mano)	2		Protegido contra caída de gotas de agua en ángulo de hasta 15° con la vertical
3		Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 2,5 mm (por ej., herramientas, tornillos)	3		Protegido contra el agua de lluvia en ángulo de hasta 60° con la vertical
4		Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 1 mm (por ej., herramientas finas y cables pequeños)	4		Protegido contra proyecciones de agua en todas direcciones
5		Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales)	5		Protegido contra chorros de agua de manguera en todas direcciones
6		Totalmente protegido contra el polvo	6		Totalmente protegido contra proyecciones de agua similares a golpes de mar
			7		Protegido contra los efectos de la inmersión
			8		Protegido contra los efectos de la inmersión prolongada en condiciones específicas

Fuente: Catalogo Tableros a Norma - Legrand

## 1.1.9. Dispositivos de Protección y Control

### 1.1.9.1. Interruptor Termomagnético

Es un dispositivo que está diseñado para satisfacer plenamente las exigencias de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de una instalación eléctrica de tipo residencial, comercial o industrial. La base

del funcionamiento de un interruptor termomagnético se basa en la dilatación de un metal por el calor y en las fuerzas de atracción que generan los campos magnéticos. Por un lado tenemos un bimetálico por el cual circula una corriente. Al aumentar la intensidad de esta, este metal comienza a disipar calor y a dilatarse, provocando así la apertura del circuito. Los tipos de interruptores termomagnéticos dependen de la curva característica que tengan. Esta curva determina el tiempo de respuesta del interruptor a determinada intensidad de corriente. Ver figura 3:



*Figura 3: Interruptores termomagnéticos de 1, 2 y 3 polos – Bticino*

### **1.1.9.2. Medidor de Energía Multifunción**

Medidor de Energía, es un elemento para instrumentación básica, con clase de precisión 0.2s en energía, y mide parámetros de tensión, corrientes, potencias, energías, valores de demanda, máximo y mínimo; Cuenta con las siguientes características generales:

- Medición de tensión
- Medición de corriente

- Lecturas Básicas I1-2-3, In. F/F, F/N, F, P, kW, Q, KVAR, KVA, kWh, kVArh, kVAh
- Salidas tipo pulso, tipo relay.
- Módulos de comunicación GSM/GPRS, Ethernet.
- Salidas Relay; permiten actuar sobre otros dispositivos de control como contactores y/o bobinas que realicen el disparo de circuitos seleccionados.
- Ajustes configurables que actúan como trip de las Salidas Relay.

En la siguiente figura se muestra el medidor LZQJ- XC. Ver figura 3:



Figura 4: Medidor de energía LZQJ-XC – Marca EMH

### 1.1.9.3. Contactor

Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar energía eléctrica, y con la posibilidad de ser accionado a distancia. Tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna

por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Podemos definir al contactor como un mecanismo electromagnético capaz de cerrar un circuito mediante el suministro de una señal eléctrica y abrirlo de nuevo (Schneider Electric, 15).

Ver figura 5:

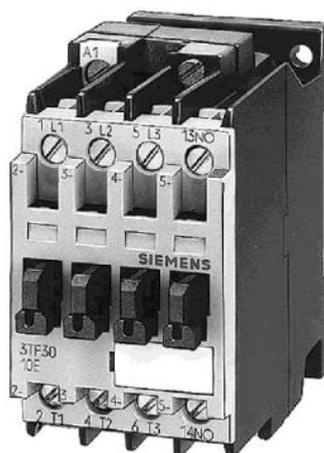


Figura 5: Contactor con bobina en 220V – Marca Siemens

#### 1.1.9.4. Categorías de Contactores

En la siguiente tabla se muestra la categoría de empleo en contactores:

Tabla 2: Categorías de empleo en contactores

Empleo en corriente alterna	
Categoría	Aplicaciones
<b>AC-1:</b>	Se aplica a todos los aparatos de utilización con corriente alterna (receptores) cuyo factor de potencia sea al menos igual a 0,95 ( $\cos \varphi \geq 0,95$ ). Ejemplos de utilización: calefacción, distribución.
<b>AC-2:</b>	Esta categoría rige el arranque, el frenado contracorriente y la marcha por “sacudidas” de los motores de anillos. En el cierre, el contactor establece la corriente de arranque, unas 2,5 veces la corriente nominal del motor. En la apertura, debe cortar la corriente de arranque a una tensión como máximo igual a la tensión de la red.

<b>AC-3:</b>	<p>Es relativa a los motores de jaula cuyo corte se realiza con el motor lanzado:</p> <p>En el cierre, el contactor establece la corriente de arranque, que es de 5 a 7 veces la corriente nominal del motor.</p> <p>Ejemplos de utilización (todos los motores de jaula corrientes): escaleras mecánicas, cintas transportadoras, compresores, bombas, mezcladores etc.</p>
--------------	--

*Fuente: Catalogo de Contactores – Schneider Electric*

### 1.1.9.5. Relé en miniatura

Un relé en miniatura es un dispositivo con capacidad de abrir y cerrar contactos, y con la posibilidad de ser accionado a distancia. Tiene cuatro contactos de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción (Schneider Electric, 15). Ver figura 6:



*Figura 6: Relé miniatura de 14 pines, 6A, 220V – Schneider Electric*

### 1.1.9.6. Borneras de Conexión

Una bornera es un tipo de conector eléctrico en el que un cable se aprisiona contra una pieza metálica, mediante el uso de un tornillo para asegurar la conexión (Schneider Electric, 15). Ver figura 7:

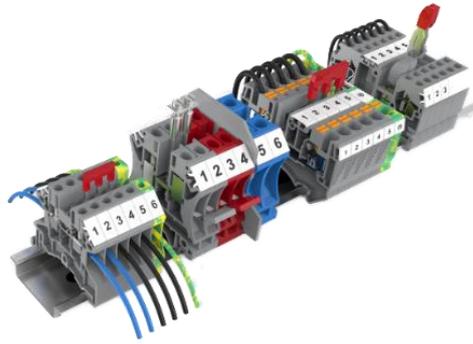


Figura 7: Borneras de conexión – Schneider Electric

### 1.1.9.7. Pilotos

Son lámparas de señalización para la comunicación entre hombre y maquina agrupa todas las funciones que necesita el operador para controlar y vigilar el funcionamiento de un proceso.

La norma IEC 60204-1 establece el código de colores para los visualizadores y los pilotos, por ejemplo: (Schneider Electric, 15).

- Piloto Rojo: Emergencia
- Piloto Verde: Seguridad
- Piloto Amarillo: Anormal
- Piloto Azul o Blanco: Información general (red, etc.)

En la siguiente figura se muestra una lámpara. Ver figura 8:



Figura 8: Piloto Led verde Ø22 – Schneider Electric

### **1.1.10. Proyecto de Inversión**

El proyecto de inversión hace referencia a todos los recursos que se requieren para su ejecución o para la adquisición de determinados factores o equipos productivos, el cual permite ejecutar una unidad de producción, que a través del tiempo dará como resultado múltiples beneficios económicos; Estas inversiones tienen la finalidad de generar ingresos, reflejado con las actividades de ejecución y de operación, de tal forma que se llegue a un nivel de satisfacción en la inversión. (Chozo, 2016).

### **1.1.11. Tasa de Interés**

La tasa de interés es la tasa de devolución que un inversionista acoge, por unidad de tiempo determinado, de la persona morosa, a raíz de haber usado su dinero durante un periodo.

En líneas generales, a nivel personal, la tasa de interés (expresada en porcentajes) representa un balance entre el riesgo y la posible ganancia de dinero, que se obtiene de la utilización de una suma de efectivo en un tiempo determinado. En tal sentido, la tasa de interés es el precio del dinero, el cual se debe pagar o cobrar, por tomarlo como préstamo en una situación determinada. Cuando se evalúan proyectos de inversión a nivel de perfil, los flujos de efectivo se reducen a una tasa de descuento igual a la tasa de interés vigente en el mercado local; sin embargo, en la etapa de evaluación del proyecto la tasa de descuento se torna en un dato

relevante y este simboliza el costo del capital del proyecto en particular. (García, 2014).

#### **1.1.12. Flujo de Caja**

Son denominados también flujo de liquidez, flujo de efectivo o comúnmente flujo caja. Estos flujos de caja establecen un estado de cuenta que resume los ingresos y egresos de efectivo a lo largo de su tiempo de vida, por lo que permite determinar la rentabilidad de una inversión. También se puede expresar como la diferencia de los efectivos cobrados y los pagados, es decir, integra el flujo neto de efectivo que se espera recibir en un futuro (ingresos menos los gastos) (García, 2014).

#### **1.1.13. Valor Actual Neto (VAN)**

El valor actual neto es un indicativo financiero que sirve para medir los flujos de los ingresos y egresos futuros que tendrá un proyecto de inversión, este determina su viabilidad luego de descontar su inversión inicial, si después de determinar este resultado se genera una ganancia, se puede decir que el proyecto es viable; La utilidad del proyecto se determina considerando los siguientes valores del VAN:

Si el VAN es menor a cero (0): El proyecto no es rentable. El retorno del proyecto no alcanza a cubrir la tasa de costos de actividades.

Si el VAN es mayor a cero (0): El proyecto es rentable. El proyecto da un retorno mayor a la tasa de costo de actividades.

Si el VAN es igual a cero (0): El proyecto es indiferente. Esto significa que el proyecto está rindiendo lo mismo que la tasa de costo de actividades. (Chozo, 2016).

#### **1.1.14. Tasa Interna de Retorno (TIR)**

La Tasa Interna de Retorno es un indicativo de rentabilidad de un determinado proyecto, se deduce que a mayor TIR, la rentabilidad también es mayor. Por lo general, este indicativo se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión (Chozo, 2016).

### **1.2. Definición de términos básicos**

#### **1.2.1. Limitador de Potencia**

El Limitador de potencia es un dispositivo, que se utiliza para controlar la demanda máxima o potencia contratada de un sistema eléctrico. Su objetivo es limitar la potencia a un valor menor de lo establecido entre la distribuidora y el cliente (Luz del Sur, 2017).

#### **1.2.2. Potencia Contratada**

Es aquella que suscribe el cliente con la Empresa por la máxima carga admisible de la conexión asignada al suministro. El cliente deberá abstenerse de tomar una carga mayor a la contratada pues de lo contrario estaría sujeto a la suspensión del suministro por poner en peligro las instalaciones de la Empresa (Luz del Sur, 2017).

### **1.2.3. Diagrama Unifilar**

Los diagramas unifilares representan las partes que componen a un sistema eléctrico de modo gráfico, tomando en cuenta las conexiones que hay entre ellos, para lograr así una visualización completa del sistema de la forma más sencilla (Jiménez, s.f.).

### **1.2.4. Diagrama de Control**

Un diagrama de control, es una representación pictórica de un circuito eléctrico y muestra los diferentes componentes del circuito de manera simple y con pictogramas (Schneider Electric, 15).

### **1.2.5. Instalación eléctrica**

La instalación eléctrica es el conjunto de circuitos eléctricos que colocados en un lugar específico, tienen como objetivo un uso específico. Incluye los equipos necesarios para asegurar su correcto funcionamiento y la conexión con los aparatos eléctricos correspondientes (Kristel Ávila, 2016).

### **1.2.6. Medición de Energía**

La Medición de energía eléctrica es la técnica para determinar el consumo de energía eléctrica en un circuito o servicio eléctrico y

permite calcular el costo de la energía consumida con fines domésticos y comerciales (Wikipedia, 2020).

#### **1.2.7. Control de Demanda Máxima**

El control de demanda consiste en reducir o controlar la demanda en kW durante un periodo de tiempo, sin afectar el proceso de producción y logrando un ahorro significativo en el costo (Americ A.C., 2020).

#### **1.2.8. Tasa de Interés**

La tasa de interés es la tasa de retorno que un inversionista debe recibir, por unidad de tiempo determinado, del deudor, a raíz de haber usado su dinero durante ese tiempo (García, 2014).

#### **1.2.9. Flujo de Caja**

El flujo de caja de un proyecto es el registro de cuenta que resume todos los ingresos y egresos de efectivo, a lo largo del tiempo de vida útil de un proyecto (García, 2014).

#### **1.2.10. Valor Actual Neto (VAN)**

El valor actual neto mide la rentabilidad del proyecto y determina si el proyecto es rentable o no (Chozo, 2016).

## CAPÍTULO II:

### METODOLOGÍA DEL DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL.

#### 2.1. Delimitación temporal y espacial del trabajo

El presente proyecto de ingeniería está orientado principalmente a la implementación del sistema limitador de potencia, para la desconexión de los diferentes circuitos eléctricos de la empresa MIK CARPE, se desarrolló en el mes de febrero y marzo del año 2018 y el predio se encuentra ubicado en la carretera Paita-Sullana, Mz. V. Lote 01, Zona Industrial II, distrito y provincia de Paita, departamento de Piura. Ver figura 9



Figura 9: Ubicación de la empresa Mik Carpe – Paita Piura

Figura 1: Google Maps

## **2.2. Determinación y análisis del problema**

La empresa Mik carpe, con sede principal en Paita - Piura no cuenta con un tablero de control que permita limitar la potencia, por tal motivo no cumple con los requisitos y condiciones para migrar de cliente regulado a cliente libre, por consiguiente no puede acceder a un ahorro económico en su industria.

Por lo descrito líneas arriba, el presente proyecto se enfocó en:

- Diseñar un tablero eléctrico me permitirá el control de la máxima demanda para el ahorro económico.
- Cumplir con la normativa y poder implementar un Sistema limitador de potencia para un beneficio económico.
- Determinar cuáles son los beneficios económicos, que se obtiene al migrar de usuario regulado a usuario libre.

## 2.3. Modelo de solución propuesto

### 2.3.1. Revisión de la Potencia Contratada

El primer parámetro que debemos tomar en cuenta es la potencia y energía contratada, del cliente con la generadora. La información la obtenemos del contrato de suministro eléctrico que nos proporciona la empresa Mik Carpe. En la siguiente tabla se muestra la cantidad de potencia contratada.

Tabla 3: Potencia Contratada entre Mik Carpe y Eléctrica Santa Rosa

DIRECCIÓN		
Mz. V01 - 1A Int. 001 Zona Industrial II, Paíta, Piura		
PUNTO DE SUMINISTRO		
SE. MT. ENOSA		
UNIDAD PRODUCTIVA	POTENCIA CONTRATADA HP (kW)	POTENCIA CONTRATADA HFP (kW)
N° 12526606	999	999

Fuente: Contrato de suministro de potencia y energía / Eléctrica Santa Rosa-Mik Carpe

De acuerdo a la información de la tabla 3, tomaremos como referencia el parámetro de la potencia contrata 999 kW para elaborar alternativas de desconexión de cargas. Por lo tanto El Limitador de Potencia será implemento para seccionar cargas, de manera automática, de la procesadora Mik Carpe.

### 2.3.2. Propuesta para la implementación del Limitador de Potencia

En media tensión, la procesadora Mik Carpe cuenta con elementos de protección eléctrica como el transformador mixto (Trafomix), conectado a un medidor de energía, seccionadores fusibles del tipo H de 100A y un transformador de 1250 KVA. Como se muestra en las figuras 10 y 11:

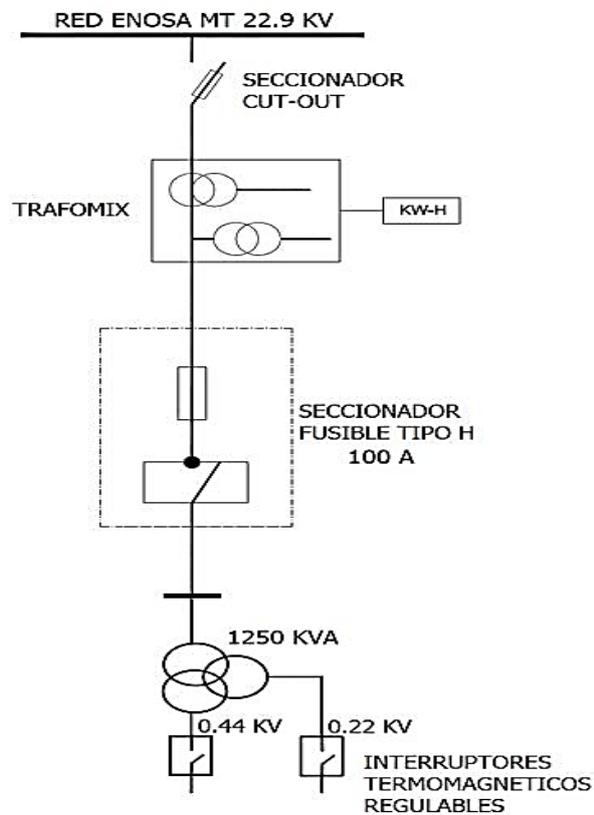


Figura 10: Esquema unifilar de la procesadora Mik Carpe.

Fuente: Mik Carpe

En el Anexo A, se puede observar el diagrama unifilar existente, de la subestación del proyecto en referencia.



*Figura 11: Punto de medición a la intemperie PMI de Mik Carpe*

*Fuente: fotografía de elaboración propia*

En baja tensión se cuenta con dos tableros generales con tensión en 440V y 220V, cada uno con interruptores del tipo caja moldeada de 2000 Amp. y 1000 Amp. Respectivamente. Como se muestra en la figura 12:



*Figura 12: Tableros Generales en 440V y 220V en S.E Mik Carpe.*

*Fuente: Fotografía de elaboración propia*

De acuerdo al diagrama existente se propuso que el tablero limitador de potencia tomara las señales de tensión y de corriente del transformador mixto del PMI y en caso de sobrepasar la potencia contratada, enviará una señal de disparo a un relé auxiliar tipo modelo RUMC marca Schneider, que acciona el interruptor principal del circuito en 440V ubicado dentro de la subestación de la planta.

Ver figura 13:

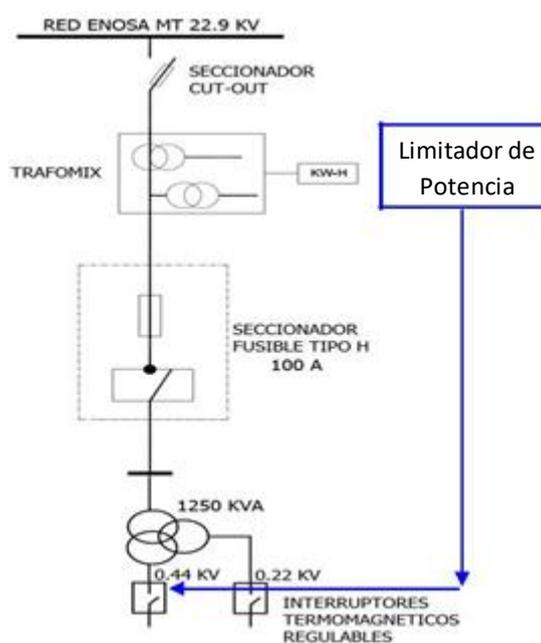


Figura 13: Esquema pictórico del limitador de potencia. Fuente: elaboración propia

### 2.3.2.1. Selección de cargas a desconectar

Para seleccionar las cargas a desconectar se tuvieron dos alternativas, y se tomó la mejor decisión de acuerdo a los siguientes criterios:

- Las cargas seleccionadas deberán ser las menos críticas para la operación de la procesadora Mik Carpe.
- Se debe buscar de preferencia cargas respaldadas por grupos electrógenos.

De acuerdo a las consideraciones anteriores se elaboró un cuadro de cargas de los dos tableros en baja tensión 440V y 220V, con la finalidad de observar que cargas son menos imprescindibles. Ver tabla 4 y 5:

*Tabla 4: Cuadro de cargas del tablero general en 440V*

<b>TABLERO ELÉCTRICO (440 VAC, 3Ø + T)</b>			
<b>CARGA</b>	<b>INTERRUPTOR</b>	<b>CORRIENTE (A)</b>	<b>POTENCIA (kW)</b>
INTERRUPTOR GENERAL	Schneider - 2000 A	1478.35	765.22
Compresor Kaiser 200 HP	Schneider - 400 A	288.24	149.20
Compresor Sullai 100 HP	Schneider - 250 A	144.12	74.60
Compresor Sullai 50 HP	Schneider - 100 A	72.06	37.30
Chiller 02	Schneider - 100 A	85.29	44.15
Chiller 02	Schneider - 100 A	85.29	44.15
Torre de Enfriamiento	Schneider - 50 A	23.53	12.18
Bombas de agua 1	Schneider - 160 A	125.00	64.70
Bombas de agua 2	Schneider - 160 A	125.00	64.70
Planta de Agua	Schneider - 100 A	19.96	10.33
Naves	Schneider - 250 A	229.42	118.75
Centro de Almacén de Gas	Schneider - 20 A	3.23	1.67
Caldero	Schneider - 100 A	42.64	22.07
Secador Sullair 10 HP	Schneider - 160 A	144.12	74.60
Kaiser	Schneider - 20 A	6.63	3.43
Bombas de agua y almacen	Schneider - 100 A	83.83	43.39
<b>TOTAL</b>			<b>765.22</b>

*Fuente: Diagrama unifilar de sala de tableros – Mik Carpe*

Tabla 5: Cuadro de cargas del tablero general en 220V

<b>TABLERO ELÉCTRICO (220 VAC, 3Ø + T)</b>			
<b>CARGA</b>	<b>INTERRUPTOR</b>	<b>CORRIENTE (A)</b>	<b>POTENCIA (kW)</b>
INTERRUPTOR GENERAL	Schneider - 1000 A	902.45	233.56
Caldero	Schneider - 160 A	120.78	31.26
Caldero	Schneider - 160 A	120.78	31.26
Caldero	Schneider - 160 A	120.78	31.26
Caldero	Schneider - 160 A	120.78	31.26
Otras Cargas	Schneider - 100 A	68.20	17.65
Garita	Schneider - 20 A	3.79	0.98
Garita	Schneider - 20 A	3.79	0.98
Nave 1	Schneider - 160 A	97.10	25.13
Nave 2	Schneider - 160 A	97.10	25.13
Autoclave	Schneider - 100 A	85.58	22.15
Oficinas de Producción	Schneider - 50 A	20.09	5.20
Oficinas de Producción	Schneider - 50 A	20.09	5.20
Taller Mantenimiento 1	Schneider - 20 A	11.78	3.05
Taller Mantenimiento 2	Schneider - 20 A	11.78	3.05
<b>TOTAL</b>			<b>233.56</b>

Fuente: Diagrama unifilar de sala de tableros – Mik Carpe

Conforme a los datos obtenidos, para la implementación del limitador de potencia en Mik Carpe, se seleccionó la alternativa de la tabla N°4, por los siguientes motivos:

- Las cargas en la tabla N°4, tablero eléctrico de tensión 440V, no llegan alterar considerablemente la producción de la planta.
- La gran mayoría de las cargas encontradas en la tabla N°4, tablero eléctrico de tensión 440V, tiene como respaldo un grupo electrógeno con capacidad de 400 kW.

### **2.3.3. Tablero de Control del Limitador de Potencia**

El tablero de control del sistema limitador de potencia contiene un arreglo electrónico de potencia, que impide se supere la máxima demanda contratada de forma automática. Para su desarrollo se elaboró un diagrama de fuerza y de control y se procedió con la ejecución de pruebas en la etapa de integración.

En el Anexo B se puede observar el diagrama de disposición del tablero limitador de potencia, dentro de la subestación de Mik Carpe.

#### **2.3.3.1. Equipamiento para el Sistema Limitador de Potencia**

El equipamiento básico del sistema limitador de potencia para cada tablero de control es el siguiente:

- Tablero de control, donde físicamente se instalan los componentes electrónicos del sistema.
- Medidor multifunción, como elemento sensor y controlador de la potencia contratada y consumida por el cliente.
- Contactares, bobinas de disparo y borneras de conexión.
- Interruptores que estarán conectadas a las bobinas de disparo, elementos que finalmente ejecutan la reducción de la carga hasta por debajo de la potencia contratada.

En el anexo C se muestra el catálogo del equipo medidor como elemento controlador de potencia.

El equipamiento eléctrico auxiliar suministrado para el presente proyecto se muestra al detalle en el Anexo D.

### **2.3.3.2. Funcionalidad**

El tablero de control da la opción al cliente de reducir las cargas según la demanda de producción, desconectando de forma automática la carga más prescindible dentro de su proceso industrial.

La carga a desconectar deberá ser tal, que al accionarse el deslastre con la apertura del interruptor, la demanda del cliente libre sea menor o igual a su potencia contratada.

El medidor está equipado con dos salidas mecánicas del tipo relay, los cuales pueden ser configurados para ser usados en aplicaciones de maniobras de interruptores, como, por ejemplo: control de banco de condensadores, limitador de potencia, protección por sobrecarga, etc. Las salidas del tipo relay pueden ser configurados a través de la función "Monitoreo de sobrecarga", la cual detecta cuando un límite preconfigurado es superado durante un periodo de medición. En ese momento el relay puede enviar una señal para activar una alarma que le brinde la capacidad a la industria de regular su carga por debajo del nivel establecido. Ver figura 14:

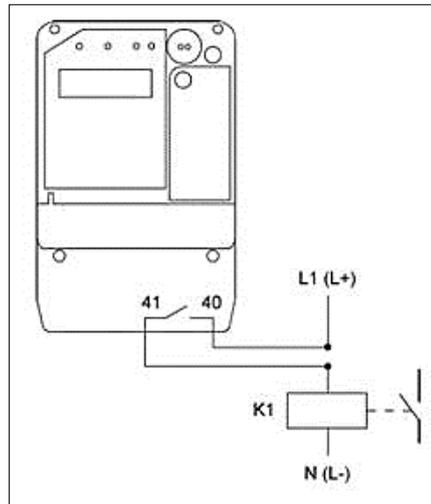


Figura 14: Esquema de conexión del medidor limitador de potencia

Fuente: Catalogo del medidor LZQJ-XC

Una vez la demanda disminuya a un valor debajo del límite establecido, los contactos regresan a su posición normal, si hubiera una alarma ésta desaparecería. En el sentido opuesto, en caso la industria continuara consumiendo por encima del nivel establecido durante el intervalo de tiempo predefinido, el relay enviaría la señal al contactor de la bobina de disparo que mandaría abrir el interruptor, reduciendo la carga abruptamente hasta por debajo del nivel predefinido. En caso la industria continuara consumiendo por encima del nivel establecido durante el intervalo de tiempo predefinido, el relay enviaría la señal al contactor de la bobina de disparo que mandaría abrir el interruptor reduciendo la carga abruptamente hasta por debajo del nivel predefinido. Ver figura 15:

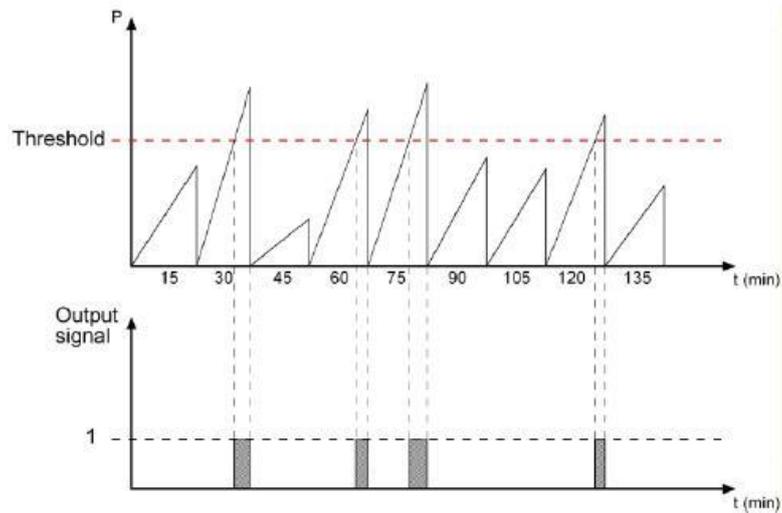


Figura 15: Límites establecidos de Demanda Máxima

Fuente: Catalogo del medidor LZQJ-XC

### 2.3.3.3. Pruebas Realizadas

Con la finalidad de verificar las funcionalidades del Sistema Limitador de Potencia, se han ejecutado pruebas, en las cuales se verificó el deslastre de carga para una potencia pre configurada en la función “Monitoreo de Sobrecarga”. A continuación se detalla los parámetros relevantes de la prueba. Ver tabla 6:

Tabla 6: Valores predeterminados para realizar las pruebas funcionales

Variable	Valor	Unid	Descripción
Potencia Máxima (Contratada)	7	Watts	
Carga de prueba	8	Watts	2 focos de 4W
Carga al 50%	4	Watts	1 foco tomando energía
Carga al 115%	8	Watts	Toda la carga de prueba

Fuente: elaboración propia

El esquema básico de las pruebas de limitación de potencia, se muestra en la siguiente figura. Ver figura 16:

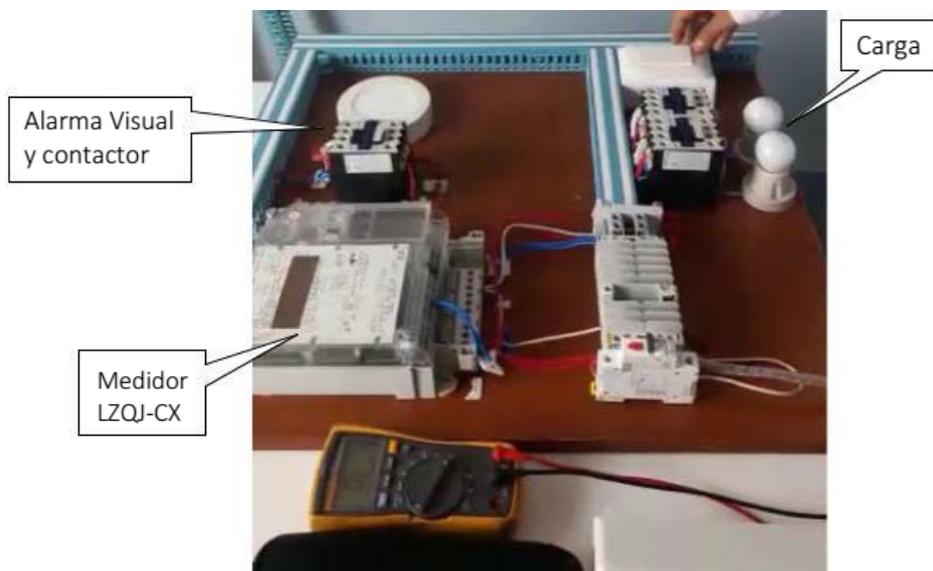


Figura 16: Esquema básico de pruebas del L.P. Fuente: elaboración propia

El proceso de las pruebas realizó de la siguiente manera:

Paso 1: Se conecta una carga equivalente al 50% del límite ajustado en la función “Monitores de Sobrecarga”. No se observa activación de la alarma. Ver figura 17:

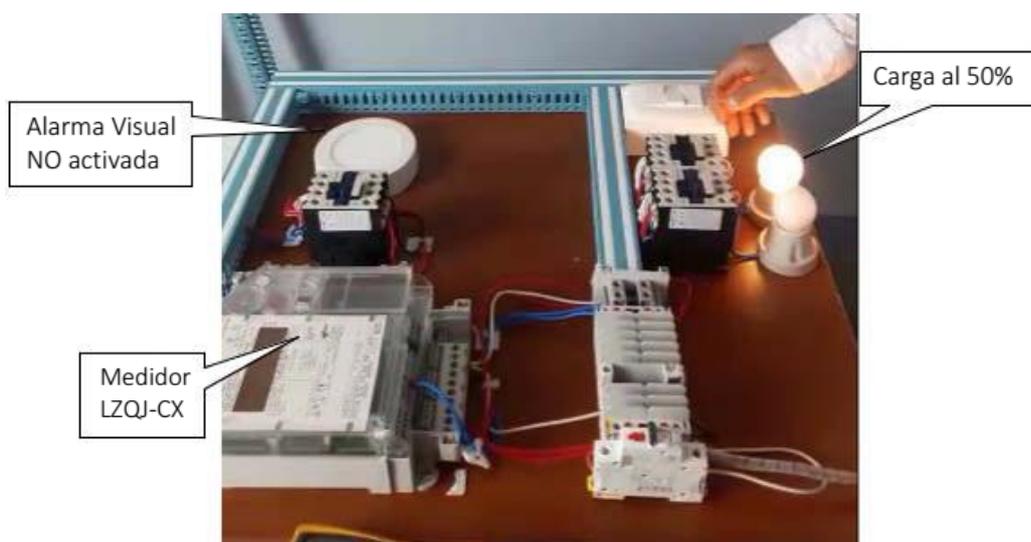


Figura 17: Esquema de pruebas 1. Fuente: elaboración propia

Paso 2: Se conecta una carga mayor al límite ajustado en la función “Monitoreo de Sobrecarga”. Se observa activación de la alarma. Ver figura 18:

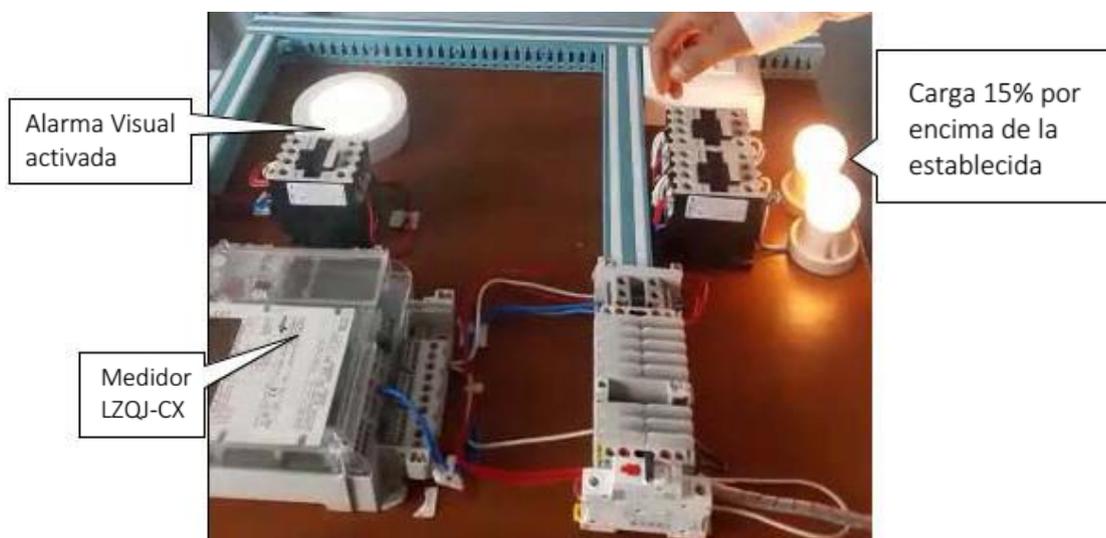


Figura 18: Esquema de pruebas 2. Fuente: elaboración propia

Paso 3: Se reduce la carga por debajo del límite. Se observa la desactivación de la alarma. Ver figura 19:

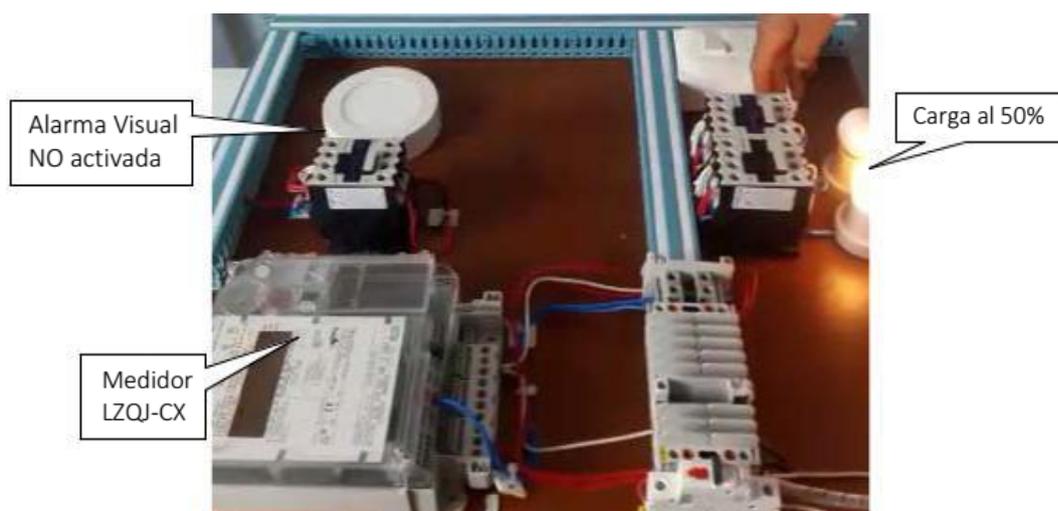


Figura 19: Esquema de pruebas 3. Fuente: elaboración propia

La alarma visual de la figura 19, puede ser reemplazada por cualquier mecanismo de control de carga, como las bobinas de disparo accionadoras de los interruptores.

En el Anexo E, se detallan los planos de control del sistema limitador de potencia.

En el Anexo F se detalla el protocolo de pruebas realizado al tablero de control del sistema limitador de potencia.

#### **2.3.4. Procedimiento para la instalación del Limitador de Potencia**

Para realizar la instalación del Sistema Limitador de Potencia en la fábrica MIK CARPE, se establecieron procedimientos adecuados, teniendo en cuenta las normativas vigentes del código nacional de electricidad y normas técnicas peruanas.

##### **2.3.4.1. Recursos Necesarios**

Los recursos necesarios que se usaron para instalar el tablero de control de limitación de potencia, fue el siguiente:

- Una (01) Pinza amperimétrica.
- Una (01) Multímetro.
- Una (01) Laptop portátil, con el software del medidor a instalar.
- Una (01) Cable de comunicación para el medidor a instalar

- Una (01) Taladro inalámbrico
- Una (01) Taladro eléctrico percutor
- Una (01) Caladora eléctrica
- Una (01) Dobladora hidráulica
- Una (01) Tornillo de banco
- Una (01) Escalera telescópica
- Una (01) Caja de herramientas

#### **2.3.4.2. Recursos Provisto por Enosa**

- Corte de suministro eléctrico desde los cou out del PMI.

#### **2.3.4.3. Personal**

- Un (01) Ingeniero Electricista.
- Un (01) Operario Electricista.
- Un (01) Oficial Electricista.

#### **2.3.4.4. Condiciones de Seguridad**

- Uniforme de trabajo.
- Casco dieléctrico de seguridad.
- Lentes de Seguridad.
- Zapatos dieléctricos.

- Guantes dieléctricos de seguridad.
- Arnés de seguridad.
- Careta de seguridad.
- Guantes dieléctricos de media tensión
- Pértiga telescópica.
- Revelador de Tensión
- Tierra temporal.

#### **2.3.4.5. Trabajos a ejecutar**

Dentro de las actividades a realizar se consideraron las siguientes actividades:

##### **2.3.4.5.1. Actividades Previas**

- Charla de inducción de seguridad al personal.
- Coordinar tiempo de corte y reposición.
- Contar con documento aprobado por ENOSA.

##### **2.3.4.5.2. Actividades a realizar.**

Los trabajos a ejecutar se realizaran en dos etapas, dos días

##### **2.3.4.5.2.1. Con corte de Energía (8 horas)**

- ENOSA procede con el corte de energía respectivo desde el cut out del PMI.
- Personal del Contratista revela presencia de tensión aguas abajo del seccionador cut out e instalara tierra temporal.
- Personal del Contratista procede con el montaje y acoplamiento en celda de llegada de la subestación del cliente (10 KV), los transformadores de tensión y de corriente.
- Personal del Contratista realiza interconexión de los transformadores precitados hacia Tablero de Control de Máxima Demanda a través de tubería flexible.
- El Supervisor del Contratista coordina con ENOSA la reposición del suministro eléctrico en 10 KV.

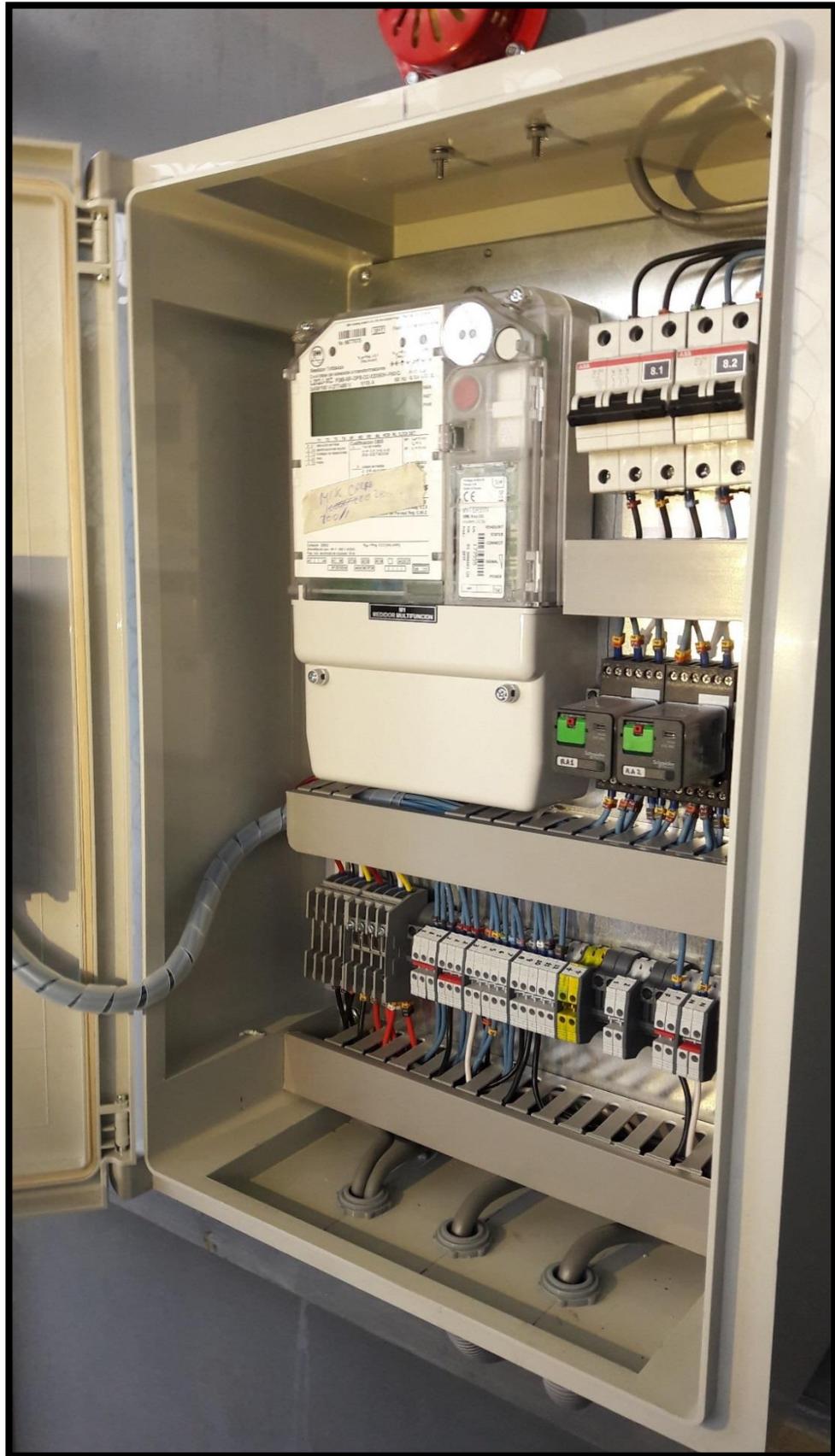
#### **2.3.4.5.2.2. Sin corte de energía**

- Personal del Contratista procede con el montaje del tablero de control de máxima demanda y canalizado de las señales de disparo hacia tablero de baja tensión.
- El Supervisor del Contratista coordina con el cliente el corte de energía para proceder con la interconexión de señales de medición hacia el tablero de control de máxima demanda.
- Personal del Contratista realiza pruebas de control de disparo de cargas en baja tensión.

- El Supervisor del Contratista coordina con Enosa Y Mik Carpe la reposición de energía.
- Se suscriben las actas pertinentes con la intervención del personal del contratista, Mik Carpe y Enosa.

#### **2.3.4.5 Puesta en Servicio**

Una vez terminado de integrar y haber realizado las pruebas de funcionamiento del sistema limitador de potencia, se procedió con la instalación del mismo, el cual estuvo a cargo de la empresa contratista; Y en conjunto con el apoyo de la empresa Mik Carpe, se logró resolver todos los imprevistos que pueda surgir en obra. Ver Figura 20.



*Figura 20: Tablero de control del Sistema Limitador de Potencia.*

*Fuente: fotografía de elaboración propia*

### **2.3.5. Análisis de Costo Beneficio**

Lo que se considerará es analizar los beneficios económicos que se obtendrán al implementar el limitador de potencia automático, mediante su implementación. El análisis económico debe considerar los costos y beneficios que se derivarán del proyecto y se los valorará para determinar si su ejecución es o no conveniente.

La empresa MIK CARPE S.A por motivo de no presentar un sistema limitador de potencia puede pagar penalizaciones. Para realizar la evaluación técnica económica necesitamos elaborar el cuadro de flujo de caja.

#### **2.3.5.1. Flujo de Caja Projectado**

Para elaborar el flujo de caja se tomaron en cuenta todos los desembolsos, como los costos de compra de material, costos de instalación, costos de mantenimiento, el cual se realiza una vez al año durante el tiempo de vida del equipo, costo de reposición de algún equipo defectuoso y finalmente el costo de retiro del equipo al finalizar su tiempo de vida.

Como estos desembolsos serán realizados en diferentes tiempos (años diferentes) es necesario llevarlos a un solo punto común en la escala del tiempo y esto se lo puede hacer calculando el valor presente.

Se puede representar lo anteriormente descrito en un flujo de caja, para un equipo cuya vida útil es de 8 años. Este flujo de caja se lo puede observar en la tabla 7:

*Tabla 7: Flujos de cajas para la compra del limitador de potencia*

<b>TABLA DE FLUJO DE CAJA</b>		
IVN	Inversión Inicial (suministro e instalación del equipo)	USD. 9071.00
CAM	Costo por mantenimiento del equipo	USD. 600.00
CCE	Costo por cambio de equipo defectuoso	USD. 300.00
CRV	Costo de retiro del equipo, al final de su vida útil	USD. 200.00
P	Penalización por motivo de no implementarlo el L.P	USD. 9000.00

*Fuente: elaboración propia*

En el anexo G, se puede apreciar con detalle el costo del sistema limitador de potencia.

También, se considera un desembolso en el año número 2, que simboliza la reposición de un equipo defectuoso del tablero limitador de potencia. Este pago simboliza un seguro a los daños que podría sufrir algún elemento indispensable para el funcionamiento del limitador de potencia, en sus primeros años de operatividad.

El tiempo de vida útil del sistema limitador de potencia es de aproximadamente 8 años, por lo que para la evaluación del flujo de caja se considerara dicho tiempo. En la siguiente figura La estructura del flujo de caja. Ver figura 21:

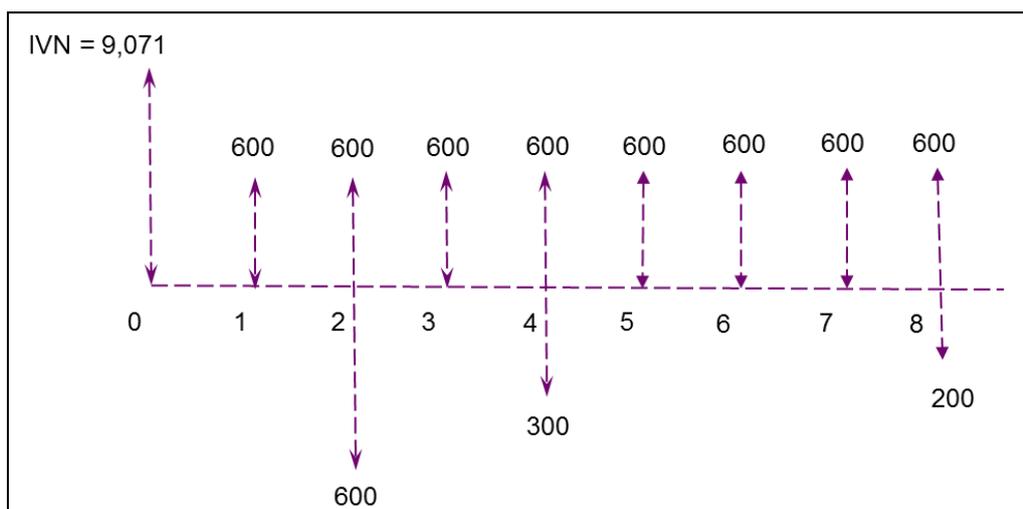


Figura 21: Movimiento de efectivo durante el tiempo de vida del L.P.

Fuente: elaboración propia

### 2.3.5.2. Cálculo del valor presente de los costos de inversión VP.

Utilizando el concepto del valor presente y con un interés del 10% se tiene la siguiente expresión la cual permite calcular el valor presente de una serie de anualidades constantes que se pagan en un lapso de tiempo definido.

$$VP = A \left[ \frac{(1 + i)^n - 1}{i(1 + i)^n} \right]$$

Además para obtener el valor presente de una cantidad que se encuentra situado en un tiempo distinto al año inicial y que no es una serie de anualidades constante, se utilizará la siguiente expresión.

$$VP = A \left[ \frac{(1 + i)^n - 1}{i(1 + i)^n} \right]$$

Donde:

VP : Valor presente

A : Anualidad

i : Tasa de inversión anual

n : Periodo de años

#### **2.3.5.2.1. Cálculo del costo de inversión IVN.**

Como este valor pertenece al año cero, el costo de inversión será igual a la inversión inicial.

$$**IVN = 9,071 USD**$$

#### **2.3.5.2.2 Cálculo del costo por mantenimiento del tablero CAM.**

Como el precio de operación y mantenimiento son datos constantes de cada año, se tiene:

$$**CAM = 600 \left[ \frac{(1 + 0.1)^8 - 1}{0.1(1 + 0.1)^8} \right]**$$

$$**CAM = 3200.96 USD**$$

### 2.3.5.2.3. Cálculo del costo por cambio de equipo defectuoso CCE.

Como el valor de reposición por algún equipo defectuoso, es una cantidad que se encuentra situado en un tiempo diferente al año inicial (año número 5, según el flujo de caja), se tiene:

$$CCE = \frac{300}{(1 + 0.1)^4}$$

$$CCE = 204.90 \text{ USD}$$

### 2.3.5.2.4. Cálculo del costo por retiro de equipo CRV.

Este valor presenta las mismas características que VP3 con la única diferencia que el periodo de años es igual a 8 se tiene:

$$CCE = \frac{200}{(1 + 0.1)^8}$$

$$CCE = 93.30 \text{ USD}$$

### 2.3.5.2.5. Cálculo del valor presente total.

Este valor se determinar con la sumatoria de los valores presentes ya calculados.

$$VP = IVN + CAM + CCE + CRV$$

$$VP = 9,071 + 3200,96 + 204.90 + 93.30$$

$$VP = 5,571.84 USD$$

#### 2.3.5.2.6. Cálculo del valor presente de la penalidad VPP

La penalidad se representa como un valor constante, de cada año en el que se multa por no implementar el limitador de potencia, por ello se tiene:

$$VVP = \frac{9,000}{(1 + 0.1)^2} = 7,438.02 USD$$

Se precisa que este valor será el beneficio económico que se tendrá al instalar un limitador de potencia por un periodo de 8 años.

#### 2.3.5.3. Determinación del Valor Actual Neto (V.A.N)

El valor actual neto se determina como el valor presente de una totalidad de flujos de efectivo futuros, menos su costo de inversión inicial, por ello se tiene:

$$VAN = VVP - CCI$$

$$VP = 7,438.02 - 5,571.84$$

$$VP = 1866.18 USD$$

#### 2.3.5.4. Periodo de recuperación de la inversión RI.

$$CCE = \frac{5,571.84}{7,438.02} \times 12 \text{ Meses}$$

$$CCE = 8 \text{ Meses}$$

#### 2.3.5.5. Relación Beneficio/Costo

Se tiene:

$$\frac{B}{C} = \frac{7,438.020}{5,571.84} = 1.3349$$

#### 2.3.5.6. Resultados.

Para obtener indicadores de rentabilidad, se consideró una tasa de interés anual del 10% y un horizonte de apreciación de 8 años. Además calculando el V.A.N. se pudo determinar si el proyecto es rentable o improductivo. Ver tabla 8 y 9:

Tabla 8: Resumen de indicadores del proyecto de inversión

INDICADOR	VALOR	DETALLE
Valor Actual Neto (V.A.N)	1,866.00	> 0, El proyecto es rentable
Relación Costo/beneficio (C/B)	1.33493	> 1, Se acepta el proyecto
Periodo de Recuperación CR	12 meses	Se recupera el capital invertido en un tiempo razonable

Fuente: elaboración propia

Tabla 9: Flujos de cajas proyectados para un horizonte de 8 años

LIMITADOR DE POTENCIA	Año (0)	Año (1)	Año (2)	Año (3)	Año (4)	Año (5)	Año (6)	Año (7)	Año (8)
(INV) Inversión Inicial	9,071.00								
(CAM) Costo anual de mantenimiento		600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00	600.00
(CCE) Costo por cambio de equipo defectuoso					300.00				
(CRV) Costo por retiro al final de su vida útil									200
(P) Penalización por no implementar el L.P.			9,000.00						
Flujo de Caja	-9,071.00	600.00	600.00	600.00	900.00	600.00	600.00	600.00	800.00

Fuente: elaboración propia

## 2.4. Resultados

- El medidor LZQJ XC cuenta con funciones de limitador de potencia, que permiten controlar la demanda de las instalaciones industriales.
- El medidor LZQJ XC cuenta con salidas del tipo relay que son activadas mediante la función “Monitoreo de Sobrecarga”, para un ajuste de potencia determinada por el usuario.
- Se diseñó un tablero de control de Limitador de Potencia que permitió el control de la máxima demanda.
- Se demuestra que el sistema limitador de potencia, a través de sus características técnicas y las pruebas en laboratorio, cumple cabalmente con la Normatividad vigente en el Reglamento de Usuarios Libres (D.S. N° 022-2009- EM), al limitar la carga del cliente a la Potencia Contratada.
- Los beneficios económicos que se obtuvieron al migrar de usuario regulado a usuario libre, es un ahorro aproximadamente del 20% en la factura de energía eléctrica.

## CONCLUSIONES

1. Del proyecto presentado se logró diseñar e integrar un sistema de control de limitación de potencia, para cumplir con la normativa de usuarios libres en la empresa Mik Carpe.
1. El diseño presentado fue expresado en planos mecánicos y de control de forma clara, de tal manera que no se presentaron problemas durante su ejecución en la etapa de integración.
2. Al implementar el Limitador de Potencia, se logró permanecer con la condición de usuario libre, y se pudo seguir contratando con la generadora Eléctrica Santa Rosa, por consiguiente se obtuvo ahorros en pagos de energía eléctrica.
3. El limitador de potencia nos permite gestionar y monitorear la energía para minimizar el consumo, ya que por medio de su medidor de energía podemos limitar la potencia.
4. Se garantiza el funcionamiento óptimo del sistema limitador de potencia debido a que se hicieron pruebas en el tablero de control a suministrar; Estas pruebas se realizan en planta y antes de ser entregadas, lo que garantiza el buen funcionamiento de la misma, al momento de la puesta en servicio.

## RECOMENDACIONES

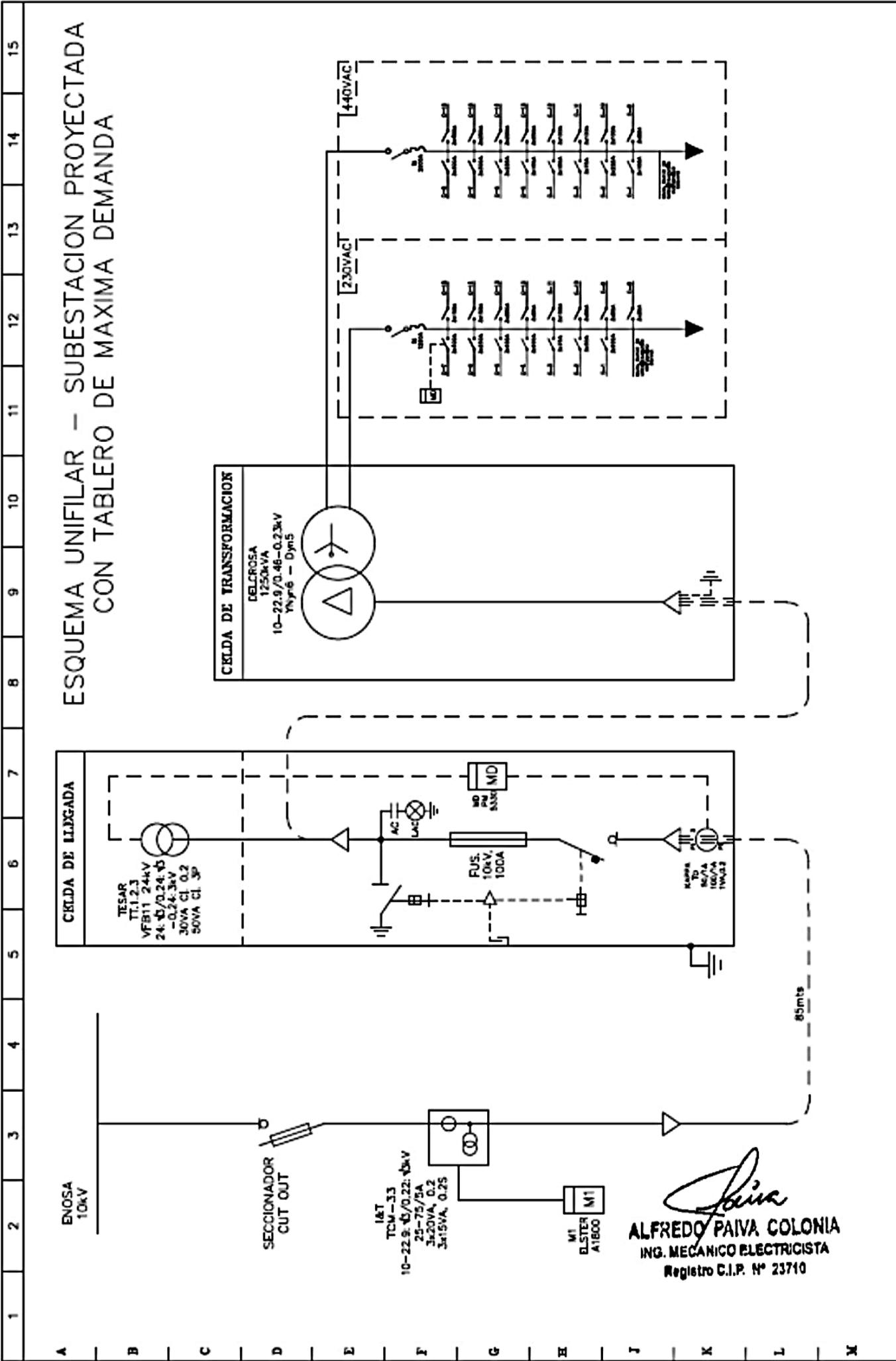
1. Se recomienda cumplir con los requisitos y condiciones que exige la normativa vigente, para que el cambio de usuario regulado a usuario libre se haga efectivo.
2. Se recomienda que las cargas a aperturar, por limitación de potencia, sean las cargas menos críticas o aquellas cargas que estén respaldadas por grupos electrógenos.
3. Se recomienda llevar un control de demanda máxima, con el objetivo de reducir costos en la facturación eléctrica mensual.
4. Se recomienda que el tablero de control de limitación de potencia, se instalen en zonas seguras que no ofrezcan riesgos a terceros, no deben estar ubicados zonas húmedas. Debe permitir el libre acceso y la apertura del tablero en todo momento, dejando siempre un espacio libre de un metro como mínimo para libre tránsito.

## BIBLIOGRAFÍA

- Americ A.C. (28 de Abril de 2020). *Control de Demanda Eléctrica*. Obtenido de Archivo de Video:  
<https://www.youtube.com/watch?v=CF4IGP8G2qI&t=2951s>
  
- Asociación Española para la Calidad. (2019). *Gestión de la Energía*. Obtenido de Asociación Española para la Calidad:  
<https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/gestion-de-la-energia>
  
- Atría Energía. (s.f.). *¿Se puede reducir la factura de luz sin bajar el consumo de energía ni invertir en eficiencias?* Obtenido de Atría Energía:  
<https://atriaenergia.com/blog/guia-rapida-de-usuarios-libres/>
  
- Chozo, L. (2016). Implementación de sistema fotovoltaico para reducir el consumo de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica en el restaurant el Cruceñito, ubicado en el km 901, carretera Lambayeque – Piura. *Tesis de Licenciatura*.
  
- Comité de Operación de Economía del Sistema Interconectado Nacional. (s.f.). *Acerca del COES*. Obtenido de Comité de Operación de Economía del Sistema Interconectado Nacional:  
<https://www.coes.org.pe/Portal/Organizacion/QuienesSomos>
  
- Comité de Operación Economía del Sistema Interconectado Nacional. (s.f.). *Acerca del COES*. Obtenido de Comité de Operación Economía del Sistema Interconectado Nacional:  
<https://www.coes.org.pe/Portal/Organizacion/QuienesSomos>
  
- Decreto Supremo que modifica el Reglamento de Usuarios Libres de Electricidad. (24 de Julio de 2016). Diario Oficial el Peruano. Perú.

- Fundación Endesa. (2020). *Tarifa Eléctrica*. Obtenido de Fundación Endesa:  
<https://www.fundacionendesa.org/es/recursos/a201908-tarifa-electrica#:~:text=La%20tarifa%20el%C3%A9ctrica%20es%20el,los%20cuatro%20complementos%20tarifarios%20existentes.>
  
- García, B. H. (2014). *Acerca de la Tasa de Descuento en Proyectos*.  
*Universidad Nacional Mayor de San Marcos*.
  
- Jiménez, H. H. (s.f.). *Eléctrica la guía del electricista*. Obtenido de Diagrama Unifilar: <https://electronica.mx/diagrama-unifilar/>
  
- Kristel Ávila. (10 de 2016). *Deficiencia de Instalación Eléctrica*. Obtenido de Kristel Ávila:  
<https://sites.google.com/site/queesunainstalacionelectrica/home>
  
- Legrand. (2011). *Tableros a Norma*. *Indicadores de Protección*, 31.
  
- Luz del Sur. (2017). *Maxímetros*. Obtenido de Luz del Sur:  
<https://www.luzdelsur.com.pe/preguntas-frecuentes/maximetros.html>
  
- Luz del Sur. (2017). *Nuevas Conexiones*. Obtenido de Luz del Sur:  
<https://www.luzdelsur.com.pe/preguntas-frecuentes/nuevas-conexiones.html>
  
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (s.f.). *Acerca de Osinergmin*. Obtenido de Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería:  
[https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca\\_osinergmin/quienes\\_somos](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca_osinergmin/quienes_somos)
  
- Schneider Electric. (15). *Catálogo de equipos 2015*. *Schneider Electric*.

**ANEXO A:**  
**DIAGRAMA UNIFILAR DE LA SUBESTACIÓN**



ESQUEMA UNIFILAR - SUBESTACION PROYECTADA  
CON TABLERO DE MAXIMA DEMANDA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M		
										<p>ESQUEMA UNIFILAR - SUBESTACION CONVENCIONAL SUBESTACION CONVENCIONAL 1250kVA, 24kV, 60Hz OBRA: PLANTA PROCESADORA PATA - PURA NIK CARPE S.A.C.</p>				
										<p>CM-1804-20-100 Hoja N° 00 CONSTA DE 00 HOJAS</p>				
EDICION	0	1	2	3	4	5	6	7	8					
FECHA	12-03-18													
REALIZADO	F.C.O.													
APROBADO	M.C.M.													

*Alfred*  
**ALFREDO PAIVA COLONIA**  
ING. MECANICO ELECTRICISTA  
Registro C.I.P. N° 23710



**ELECCIN**  
Equipos Electricos y Automatizables S.A.

**ANEXO B:**  
**DIAGRAMA DE DISPOSICIÓN DEL TABLERO LIMITADOR DE POTENCIA**



**ANEXO C:  
CATÁLOGO DEL EQUIPO MEDIDOR**

## EMH LZQJ-XC ENTRADAS Y SALIDAS

### 1 Funcionalidades de Entradas y Salidas del Medidor EMH LZQJ-XC

#### Medidor EMH LZQJ-XC

- Cumple todas las normas internacionales relevantes
  - IEC 62052-11
  - IEC 62053-21 (Cl. 1 y Cl. 2)
  - IEC 62053-22 (Cl. 0,2S y Cl. 0,5S)
  - IEC 62053-23 (Potencia reactiva Cl. 2)
  - Especificación VDEW (última Versión 2.1.2)
- Autorizado y ensayado por organismos de internacionalmente reconocidos



[www.teching.com](http://www.teching.com)

## Contenido

### 2 Contenido

#### Entradas

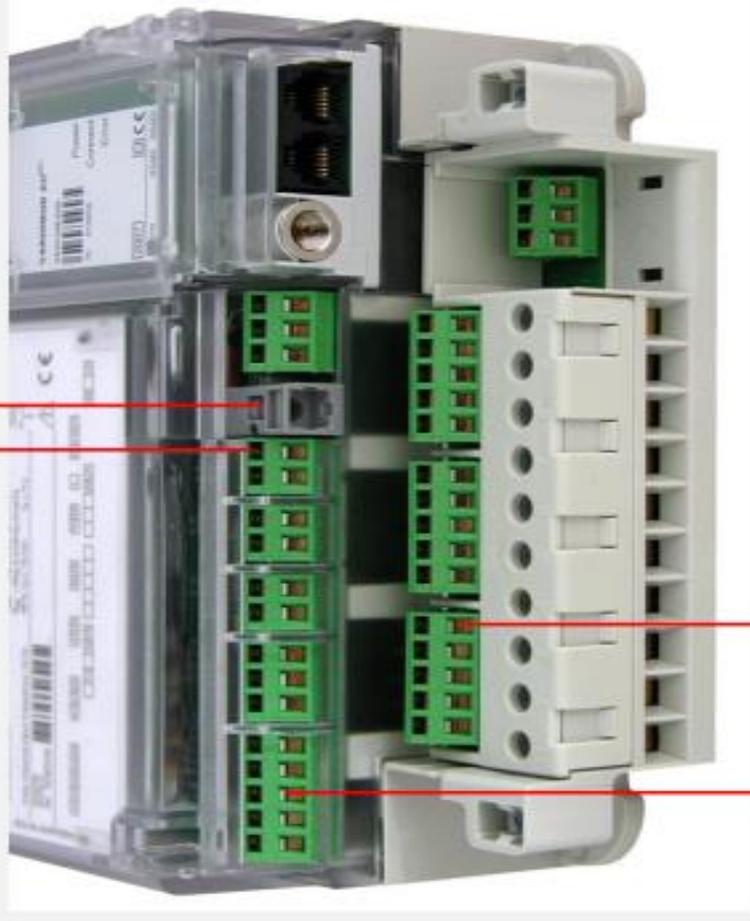
- Características
- Funciones
- Ejemplo Práctico

#### Salidas

- Características
- Funciones
- Caja de Relés
- Ejemplo Práctico

Interfaz de fibra óptica

Entradas S0



Salidas Entradas

## Entradas

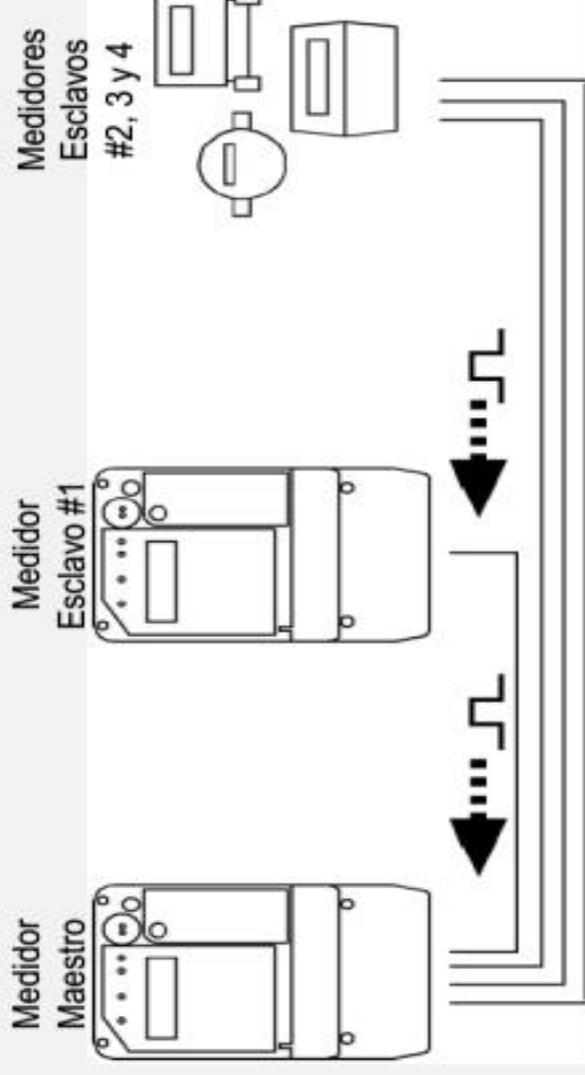
### 3 Entradas - Características

- El medidor de conexión Indirecta (CT) puede tener un máximo de 8 entradas (máx. 2 S0)
- El medidor de conexión Directa (DC) puede tener un máximo de 5 entradas (máx. 1 S0)
- Las características eléctricas de los 3 diferentes tipos de entradas son:

	Voltaje del Sistema	Bajo Voltaje	Tipo S0
Voltaje aceptado	58...230 V AC	12...78 V DC o 10...120 V AC	máx. 27 V DC, máx. 27 mA
Potencial Libre	Si	Si	No
Frecuencia máxima	16,67Hz = 60ms	16,67Hz = 60ms	50Hz = 20ms
Tiempo para cierre t <sub>min</sub>	20ms	20ms	10ms
Tiempo para apertura t <sub>min</sub>	40ms	40ms	10ms

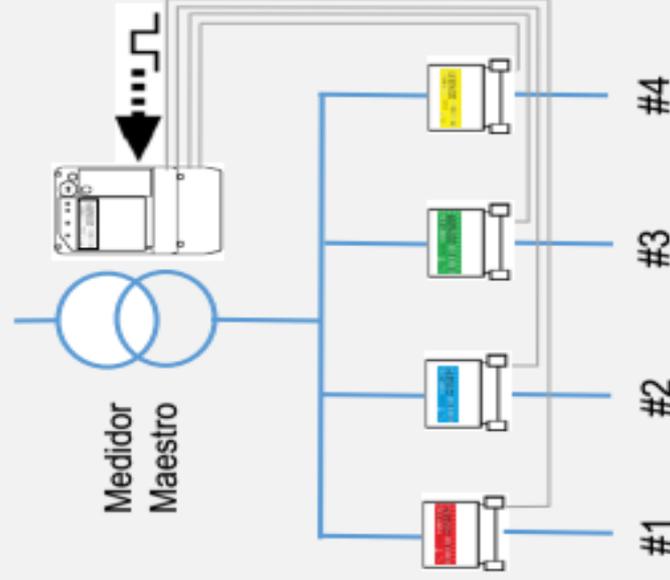
## 3 Entradas - Funciones

- Sincronización del reloj interno (RTC)
- Cambio de Tarifas
- Reset
- Acumulación de pulsos de otros medidores, almacenando en memoria:
  - Registro
  - Perfil de carga



### 3 Entradas – Ejemplo Práctico

- Balance de Carga en Subestaciones para calcular Pérdidas
  - 1 Medidor Maestro con 4 entradas
  - 4 Medidores con salidas tipo S0 de alumbrado público



### Medidor Maestro



+ #1

+ #2

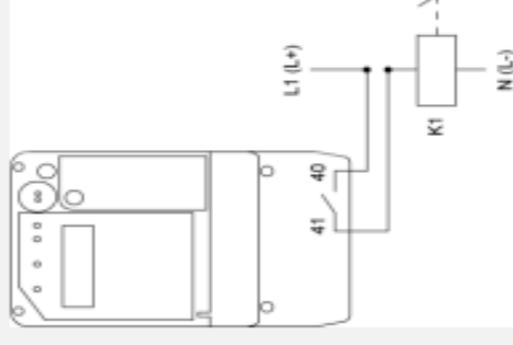
+ #3

+ #4

+ Pérdidas

## 4 Salidas - Características

- EL medidor LZQJ-XC posee un máximo de 8 salidas.
- Las cuales pueden ser de los siguientes tipos:
  - S0
  - Relé (máximo 2),
  - Relé de alta carga (máximo 2)
  - MOSFET: Normalmente Abierta (NA) o Cerrada (NC).
- Las características eléctricas de los 3 diferentes tipos de salidas son:



	SO	Relé	Relé de alta carga	MOSFET
Especificaciones	Acho de Pulso entre 20 y 500 ms (25-1 Hz) en pasos de 10 ms; 100-100.000 Imp./kWh; max. 27 V DC, 27 mA (pasivo)	max. 250V AC/DC, 100 mA	max. 250V AC/DC, 10 A	max. 250V AC/DC, 100 mA

**ANEXO D:  
EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO AUXILIAR**

# SH203-C20



Products Low Voltage Products and Systems Modular DIN Rail Products Miniature Circuit Breakers MCBs

## General Information

<b>Extended Product Type:</b>	SH203-C20
<b>Product ID:</b>	2CDS213001R0204
<b>EAN:</b>	4016779631358
<b>Catalog Description:</b>	Miniature Circuit Breaker - SH200 - 3P - C
<b>Long Description:</b>	Compact Home SH200 miniature circuit breakers are current limiting. They have two different tripping mechanisms, the delayed thermal tripping mechanism for overload protection and the electromechanic tripping mechanism for short circuit protection. They are available in different characteristics (B,C), configurations (1P,1P+N,2P,3P,3P+N,4P), breaking capacities (up to 6 kA at 230/400 V AC) and rated currents (up to 40 A). All MCBs of the product range SH200 comply with IEC/EN 60898-1, allowing the use for residential applications.

## Additional Information

<b>Actuator Material:</b>	Insulation Group II, Black, Sealable
<b>Actuator Type:</b>	Toggle
<b>Ambient Air Temperature:</b>	Operation -25 ... +55 °C Storage -40 ... +70 °C
<b>Built-In Depth (t<sub>2</sub>):</b>	69 mm
<b>Connecting Capacity:</b>	Conductor 25 / 25 mm <sup>2</sup> Flexible with Ferrule 0.75 ... 16 mm <sup>2</sup> Flexible 0.75 ... 16 mm <sup>2</sup> Rigid 0.75 ... 25 mm <sup>2</sup> Stranded 0.75 ... 25 mm <sup>2</sup>
<b>Contact Position Indication:</b>	ON / OFF
<b>Country of Origin:</b>	Germany (DE)
<b>Customs Tariff Number:</b>	85362010
<b>Data Sheet, Technical Information:</b>	2CSC400003B0202
<b>Declaration of Conformity - CE:</b>	2CDK400607D2703
<b>Degree of Protection:</b>	IP20
<b>Dielectric Test Voltage:</b>	50 / 60 Hz, 1 min: 2 kV
<b>E-number:</b>	2100489
<b>EAN:</b>	4016779631358
<b>EPLAN Catalog Tree:</b>	Electrical engineering / Protection devices / General
<b>EPLAN Function Definition:</b>	Circuit breaker / Triple circuit breaker / Triple circuit breaker 1_2_3_4_5_6
<b>ETIM 4:</b>	EC000042 - Miniature circuit breaker (MCB)
<b>ETIM 5:</b>	EC000042 - Miniature circuit breaker (MCB)
<b>ETIM 6:</b>	EC000042 - Miniature circuit breaker (MCB)
<b>Electrical Endurance:</b>	20000 AC cycle
<b>Energy Limiting Class:</b>	3
<b>Environmental Conditions:</b>	28 cycles with 55 °C / 90-96 % and 25 °C / 95-100 %
<b>Environmental Information:</b>	2CDK400030D0201
<b>Housing Material:</b>	Insulation Group II, RAL 7035
<b>Industrial IT Certification Level:</b>	0
<b>Installation Size:</b>	acc. to DIN 43880 1
<b>Instructions and Manuals:</b>	2CSC400003B0202
<b>Invoice Description:</b>	SH203-C 20 MiniCircuitBreaker C-Char.,6kA,20A,3P
<b>Mechanical Endurance:</b>	20000 cycle

Minimum Order Quantity:	1 piece
Mounting Position:	Any
Mounting on DIN Rail:	TH35-7.5 (35 x 7.5 mm Mounting Rail) acc. to IEC 60715 TH35-15 (35 x 15 mm Mounting Rail) acc. to IEC 60715
Number of Poles:	3
Number of Protected Poles:	3
Object Classification Code:	F
Operational Voltage:	Maximum (Incl. Tolerance) 440 V AC Maximum 440 V AC Minimum 12 V AC
Overvoltage Category:	III
Package Level 1 EAN:	4016779631358
Package Level 1 Gross Weight:	0.4 kg
Package Level 1 Height:	80 mm
Package Level 1 Length:	58 mm
Package Level 1 Units:	1 piece
Package Level 1 Width:	92 mm
Package Level 2 EAN:	4016779990806
Pole Net Weight:	0.115 kg
Pollution Degree:	2
Power Loss:	7.5 W at Rated Operating Conditions per Pole 2.5 W
Power Supply Connection:	Arbitrary
Product Main Type:	SH200
Product Name:	Miniature Circuit Breaker
Product Net Depth:	69 mm
Product Net Height:	85 mm
Product Net Weight:	0.375 kg
Product Net Width:	52.5 mm
Product Range:	SH200
Rated Current (I <sub>n</sub> ):	20 A
Rated Frequency (f):	50 Hz 60 Hz
Rated Impulse Withstand Voltage (U <sub>imp</sub> ):	4 kV (6.2 kV @ sea level) (5.0 kV @ 2000 m)
Rated Insulation Voltage (U <sub>i</sub> ):	acc. to IEC/EN 60664-1 440 V
Rated Operational Voltage:	acc. to IEC 60898-1 400 V AC
Rated Short-Circuit Capacity (I <sub>cn</sub> ):	(400 V AC) 6 kA
Rated Voltage (U <sub>r</sub> ):	400 V AC
Recommended Screw Driver:	Pozidriv 2
Reference Ambient Air Temperature:	30 °C
Remarks:	IP40 in enclosure with cover
Resistance to Shock acc. to IEC 60068-2-27:	25g / 2 shocks / 13 ms
Resistance to Vibrations acc. to IEC 60068-2-6:	5g, 20 cycles at 5 ... 150 ... 5 Hz with load 0.8 I <sub>n</sub>
RoHS Date:	0335
RoHS Information:	2CDK400003K0201
RoHS Status:	Following EU Directive 2002/95/EC August 18, 2005 and amendment
Screw Terminal Type:	Cage Terminal

# SH202-C16



Products Low Voltage Products and Systems Modular DIN Rail Products Miniature Circuit Breakers MCBs

## General Information

<b>Extended Product Type:</b>	SH202-C16
<b>Product ID:</b>	2CDS212001R0164
<b>EAN:</b>	4016779631105
<b>Catalog Description:</b>	Miniature Circuit Breaker - SH200 - 2P - C
<b>Long Description:</b>	Compact Home SH200 miniature circuit breakers are current limiting. They have two different tripping mechanisms, the delayed thermal tripping mechanism for overload protection and the electromechanic tripping mechanism for short circuit protection. They are available in different characteristics (B,C), configurations (1P,1P+N,2P,3P,3P+N,4P), breaking capacities (up to 6 kA at 230/400 V AC) and rated currents (up to 40 A). All MCBs of the product range SH200 comply with IEC/EN 60898-1, allowing the use for residential applications.

## Additional Information

<b>Actuator Material:</b>	Insulation Group II, Black, Sealable
<b>Actuator Type:</b>	Toggle
<b>Ambient Air Temperature:</b>	Operation -25 ... +55 °C Storage -40 ... +70 °C
<b>Built-In Depth (t<sub>2</sub>):</b>	69 mm
<b>Connecting Capacity:</b>	Conductor 25 / 25 mm <sup>2</sup> Flexible with Ferrule 0.75 ... 16 mm <sup>2</sup> Flexible 0.75 ... 16 mm <sup>2</sup> Rigid 0.75 ... 25 mm <sup>2</sup> Stranded 0.75 ... 25 mm <sup>2</sup>
<b>Contact Position Indication:</b>	ON / OFF
<b>Country of Origin:</b>	Germany (DE)
<b>Customs Tariff Number:</b>	85362010
<b>Data Sheet, Technical Information:</b>	2CSC400003B0202
<b>Declaration of Conformity - CE:</b>	2CDK400607D2703
<b>Degree of Protection:</b>	IP20
<b>Dielectric Test Voltage:</b>	50 / 60 Hz, 1 min: 2 kV
<b>EAN:</b>	4016779631105
<b>EPLAN Catalog Tree:</b>	Electrical engineering / Protection devices / General
<b>EPLAN Function Definition:</b>	Circuit breaker / Double circuit-breaker / Double circuit breaker 1_2_3_4
<b>ETIM 4:</b>	EC000042 - Miniature circuit breaker (MCB)
<b>ETIM 5:</b>	EC000042 - Miniature circuit breaker (MCB)
<b>ETIM 6:</b>	EC000042 - Miniature circuit breaker (MCB)
<b>Electrical Endurance:</b>	20000 AC cycle
<b>Energy Limiting Class:</b>	3
<b>Environmental Conditions:</b>	28 cycles with 55 °C / 90-96 % and 25 °C / 95-100 %
<b>Environmental Information:</b>	2CDK400030D0201
<b>Housing Material:</b>	Insulation Group II, RAL 7035
<b>Industrial IT Certification Level:</b>	0
<b>Installation Size:</b>	acc. to DIN 43880 1
<b>Instructions and Manuals:</b>	2CSC400003B0202
<b>Invoice Description:</b>	SH202-C 16 MiniCircuitBreaker C-Char.,6kA,16A,2P
<b>Mechanical Endurance:</b>	20000 cycle
<b>Minimum Order Quantity:</b>	1 piece

Mounting Position:	Any
Mounting on DIN Rail:	TH35-7.5 (35 x 7.5 mm Mounting Rail) acc. to IEC 60715 TH35-15 (35 x 15 mm Mounting Rail) acc. to IEC 60715
Number of Poles:	2
Number of Protected Poles:	2
Object Classification Code:	F
Operational Voltage:	Maximum (Incl. Tolerance) 440 V AC Maximum 440 V AC Minimum 12 V AC
Overvoltage Category:	III
Package Level 1 Gross Weight:	1.3 kg
Package Level 1 Height:	80 mm
Package Level 1 Length:	183 mm
Package Level 1 Units:	5 piece
Package Level 1 Width:	92 mm
Package Level 2 EAN:	4016779991124
Pole Net Weight:	0.115 kg
Pollution Degree:	2
Power Loss:	5 W at Rated Operating Conditions per Pole 2.5 W
Power Supply Connection:	Arbitrary
Product Main Type:	SH200
Product Name:	Miniature Circuit Breaker
Product Net Depth:	69 mm
Product Net Height:	85 mm
Product Net Weight:	0.25 kg
Product Net Width:	35 mm
Product Range:	SH200
Rated Current (I <sub>n</sub> ):	16 A
Rated Frequency (f):	50 Hz 60 Hz
Rated Impulse Withstand Voltage (U <sub>imp</sub> ):	4 kV (6.2 kV @ sea level) (5.0 kV @ 2000 m)
Rated Insulation Voltage (U <sub>i</sub> ):	acc. to IEC/EN 60664-1 440 V
Rated Operational Voltage:	acc. to IEC 60898-1 400 V AC
Rated Short-Circuit Capacity (I <sub>cn</sub> ):	(400 V AC) 6 kA
Rated Voltage (U <sub>r</sub> ):	400 V AC
Recommended Screw Driver:	Pozidriv 2
Reference Ambient Air Temperature:	30 °C
Remarks:	IP40 in enclosure with cover
Resistance to Shock acc. to IEC 60068-2-27:	25g / 2 shocks / 13 ms
Resistance to Vibrations acc. to IEC 60068-2-6:	5g, 20 cycles at 5 ... 150 ... 5 Hz with load 0.8 I <sub>n</sub>
RoHS Date:	0335
RoHS Information:	2CDK400003K0201
RoHS Status:	Following EU Directive 2002/95/EC August 18, 2005 and amendment
Screw Terminal Type:	Cage Terminal
Selling Unit of Measure:	piece
Short Description:	SH202-C: 16 MiniCircuitBreaker

# Ficha técnica del producto

## Características

# RUMC32P7

universal plug-in relay - Zelio RUM - 3 C/O - 230 V AC - 10 A - with LED



### Principal

Gama de producto	Zelio Relay
Nombre de serie	Universal
Tipo de producto o componente	Relais de conexión
Nombre corto del dispositivo	RUM
Tipo y composición de contactos	3 C/O
[Uc] tensión del circuito de control	230 V CA
Corriente térmica nominal	10 A en -40...55 °C
LED de estado	Donde
Tipo de control	Lockable test button (†)
Coefficiente de utilización	20 %

### Complementario

Forma del pin	Cilíndrico
[Ui] tensión asignada de aislamiento	250 V acorde a IEC 300 V acorde a CSA 300 V acorde a UL
[Uimp] Tensión asignada de resistencia a los choques	4 kV - tipo de cable: 1,2/50 µs
Material de contactos	AgNi
[Ic] corriente asignada de empleo	10 A en 277 V AC acorde a UL 10 A en 30 V DC acorde a UL 10 A en 277 V AC - tipo de cable: same polarity (†††) acorde a CSA 10 A en 30 V DC acorde a CSA 5 A en 250 V AC - tipo de cable: NC) acorde a IEC 5 A en 28 V DC - tipo de cable: NC) acorde a IEC 10 A en 250 V AC - tipo de cable: NA) acorde a IEC 10 A en 28 V DC - tipo de cable: NA) acorde a IEC
Tensión máxima de conmutación	250 V acorde a IEC
Relative rated load	10 A en 250 V CA 10 A en 28 V DC

De acuerdo a normas de seguridad: En su diseño se han considerado las características de seguridad y de protección personal del usuario durante el uso normal del producto para aplicaciones en entornos de riesgo bajo.

Capacidad de conmutación máxima	2500 VA/280 W
Capacidad mínima de conmutación	170 mW en 10 mA, 17 V
Tasa de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>↔ 18000 cycles/hour sin carga</li> <li>↔ 1200 cycles/hour en carga</li> </ul>
Endurancia mecánica	5000000 ciclos
Durabilidad eléctrica	100000 ciclos para resistivo cables para
Average coil consumption in VA	3 en 60 Hz
9 mm triángulo inserto macho	↔ 0,15 Uc CA
Operate time	20 ms a tensión nominal
Release time	20 ms a tensión nominal
Average coil resistance	6800 Ohm en 20 °C +/- 15 %
Límites tensión de funcionamiento nominal	184...253 V CA
Categoría de protección	RT I
Niveles de ensayo	Nivel A
Datos de fiabilidad de seguridad	B10d = 100000
Posición de funcionamiento	Cualquier posición
Peso del producto	0,086 kg
Presentación del dispositivo	Producto completo

## Entorno

Fuerza dieléctrica	1500 V CA entre contactos con capacidad de sujeción: desconexión micro aislamiento 2500 V CA entre bobina y contacto con capacidad de sujeción: reforzado aislamiento 2000 V CA entre polos con capacidad de sujeción: Básico aislamiento
Certificaciones de producto	EAC CSA UL RoHS REACH
Normas	UL 508 ENIEC 61810-1 CSA C22.2 No 14
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C
Temperatura ambiente de funcionamiento	-40...55 °C
Resistencia a las vibraciones	3 gn, amplitud = +/- 1 mm (estado 1) 10...150 Hz/5 ciclos en operación 4 gn, amplitud = +/- 1 mm (estado 1) 10...150 Hz/5 ciclos no operativos
Grado de protección IP	IP40
Resistencia a los choques	10 gn (duración 11 ms) para en funcionamiento acorde a ENIEC 60068-3-27 10 gn (duración 11 ms) para sin funcionamiento acorde a ENIEC 60068-3-27
Grado de contaminación	2

## Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	<a href="#">Declaración de REACH</a>
Conforme con REACH sin SVHC	Si
Directiva RoHS UE	Cumplimiento proactivo (producto fuera del alcance de la normativa RoHS UE) <a href="#">Declaración RoHS UE</a>
Sin metales pesados tóxicos	Si
Sin mercurio	Si
Información sobre exenciones de RoHS	<a href="#">Si</a>
Normativa de RoHS China	<a href="#">Declaración RoHS China</a>
Comunicación ambiental	<a href="#">Perfil ambiental del producto</a>

## Ficha técnica del producto

### Características

## RUZC3M

Toma para relé universal - Zelio Ruz - con contactos mixtos - conectores



### Principal

Gama de producto	Zelio Relay
Tipo de producto o componente	Toma
Disposición de la terminal de contacto	Mixta
Compatibilidad del producto	Reles con montaje plug-in RUM con capacidad de sujeción: 3 C/O contacto Reles con montaje plug-in RE48A con capacidad de sujeción: 2 C/O contacto
Forma del pin	Cilíndrico
Nombre corto del dispositivo	RUZ
Se vende en cantidades indivisibles	10

### Complementario

[Ith] corriente térmica convencional	10 A
[Ue] tensión asignada de empleo	< 250 V
Tightening torque (**)	< 1 N.m para M3.5
Modo de fijación	Por torni. - tipo de cable: panel) Enganchable - tipo de cable: carril DIN simétrico de 35 mm)
Marcado	CE
Anchura	38 mm
Peso del producto	0.054 kg

### Entorno

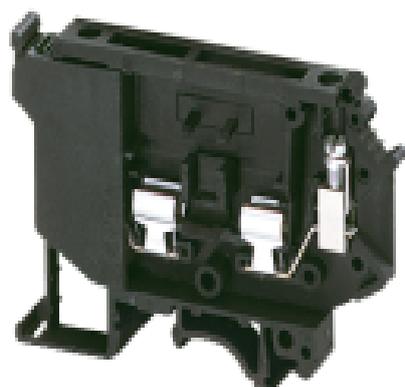
Conexiones - terminales	Conector, 1 x 0,25...1 x 2,5 mm <sup>2</sup> - tipo de cable: AWG 22...AWG 14) Flexible con terminal Conector, 2 x 0,25...2 x 1 mm <sup>2</sup> - tipo de cable: AWG 22...AWG 17) Flexible con terminal Conector, 1 x 0,5...1 x 2,5 mm <sup>2</sup> - tipo de cable: AWG 20...AWG 14) sólido sin terminal Conector, 2 x 0,5...2 x 1,5 mm <sup>2</sup> - tipo de cable: AWG 20...AWG 16) sólido sin terminal
Normas	IEC 61984
Certificaciones de producto	CSA UL

## Ficha técnica del producto

### Características

## NSYTRV42SF5

Terminal de tornillo con fusible - Nivel unico -  
6,3A - 4mm<sup>2</sup> - Negro



### Principal

Gama	Linergy
Nombre del producto	Linergy TR
Tipo de producto o componente	Bloque de terminales
Nombre corto del dispositivo	TRV
Aplicación del dispositivo	Protección
Tipo de bloque de terminales	Desconexión de fusible
Nivel de bornas	1
Tipo de montaje	Ajustable en clip
Sección transversal nominal	4 mm <sup>2</sup>
Longitud	72,5 mm
Color	Negro
Cantidad por juego	Juego de 50

### Complementario

Tamaño de fusible	5 x 20 mm
Anchura	8,2 mm
Altura	58,5 mm
Conexiones - terminales	1 x terminal de tornillo, estado 1 hacia arriba 1 x terminal de tornillo, estado 1 hacia abajo
Number of conexions	2
Posición de conexión	De lado
Número de entrada de medición	0
Sección transversal de cable	0,2...4 mm <sup>2</sup> , Flexible sin extremidad de cable 0,2...4 mm <sup>2</sup> , sólido o flexible con
Par de apriete	0,5...0,8 N.m
Longitud de cable pelado para conectar bornas	8 mm

De acuerdo a nuestra política de sostenibilidad, el uso de materiales como el aluminio, el cobre y el acero en nuestros productos contribuye a reducir el impacto ambiental. El uso de materiales como el aluminio, el cobre y el acero en nuestros productos contribuye a reducir el impacto ambiental.

## Ficha técnica del producto

### Características

## NSYTRV22

Terminal de tornillo - 24A- Nivel unico- 2,5mm<sup>2</sup> - Gris



### Principal

Gama	Linery
Nombre del producto	Linery TR
Tipo de producto o componente	Bloque de terminales
Nombre corto del dispositivo	TRV
Categoría de accesorios / repuestos	Accesorio de conexión
Tipo de bloque de terminales	Paso
Nivel de bornas	1
Tipo de montaje	Ajustable en clip
Sección transversal nominal	2.5 mm <sup>2</sup>
Longitud	47.7 mm
Color	Gris
Cantidad por juego	Juego de 50

### Complementario

Anchura	5.2 mm
Altura	47.5 mm
Conexiones - terminales	1 x terminal de tornillo, estado 1 hacia arriba - tipo de cable: M3) 1 x terminal de tornillo, estado 1 hacia abajo - tipo de cable: M3)
Number of connections	2
Posición de conexión	De lado
Número de entrada de medición	2
Sección transversal de cable	0.14...4 mm <sup>2</sup> , sólido cable con terminal 0.2...2.5 mm <sup>2</sup> , Flexible cable con terminal 0.14...4 mm <sup>2</sup> , sólido cable sin terminal 0.14...4 mm <sup>2</sup> , Flexible cable sin terminal
Par de apriete	0.5...0.6 N.m
Longitud de cable pelado para conectar bornas	9 mm

Descargo de responsabilidad: Esta documentación no ha sido diseñada como reemplazo, ni se debe utilizar para determinar la idoneidad o la confiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de usuarios.

# Hoja de características del producto

## Características

# LV429387

Bobina MX 220-240V 50/60Hz 208-277V 60Hz



### Principal

Nombre corto del dispositivo	MX
Tipo de producto o componente	Bobina de disparo
Aplicación del dispositivo	Control
Compatibilidad de gama	Compact NSX EasyPact CVS PowerPact Multistandard Compact NSX DC
Tipo de bobina de disparo	Liber deseng deriv
[Uc] tensión de circuito de control	208...277 V CA 60 Hz 220...240 V CA 50/60 Hz

### Complementario

Tipo de señal de control	Impulso Mantenido
Duración mínima del impulso	$\geq 20$ ms
Umbral de tensión de disparo	0,7...1,1 x $U_n$ apertura
Potencia entrada de suministro	10 VA
Tipo de montaje	Fijo
Tiempo respuesta	50 ms
Terminal de conexión auxiliar	Terminal de tornillo 0...1,5 mm <sup>2</sup>

### Unidades de embalaje

Peso del empaque (Lbs)	0,128 kg
Peso del paquete 2	1,36 kg
Paquete 3 Peso	8,65 kg

### Sostenibilidad de la oferta

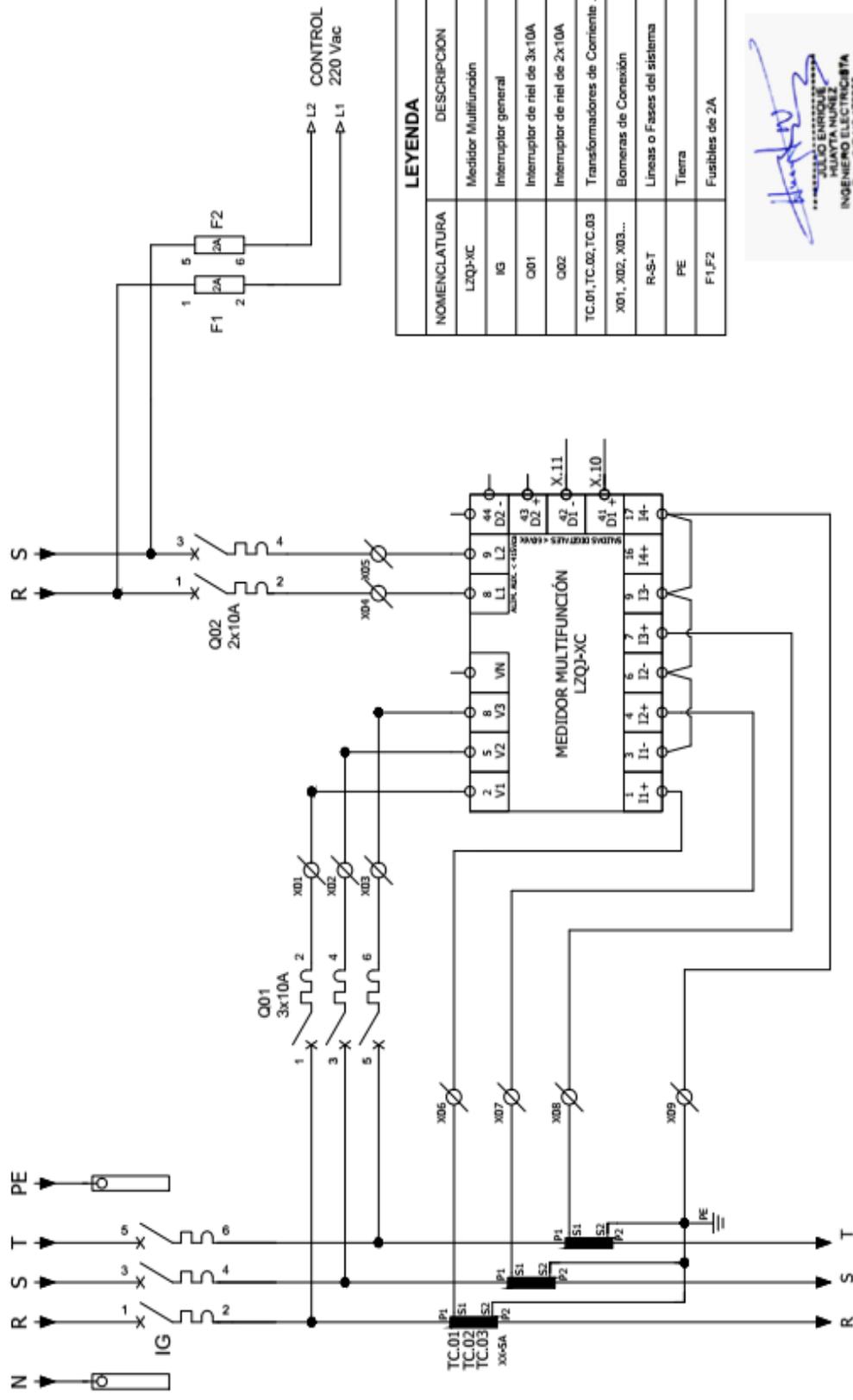
Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
-----------------------------	------------------------

Aviso Legal: Esta documentación no pretende sustituir ni debe utilizarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios.

**ANEXO E:**  
**DIAGRAMA DE CONTROL DEL LIMITADOR DE POTENCIA**

# LIMITADOR DE POTENCIA CON MEDIDOR LZQJ-XC

CIRCUITO DE FUERZA



NOMENCLATURA	DESCRIPCION
LZQJ-XC	Medidor Multifunción
IG	Interruptor general
Q01	Interruptor de 3x10A
Q02	Interruptor de 2x10A
TC.01, TC.02, TC.03	Transformadores de Corriente .../5A
X01, X02, X03...	Borneras de Conexión
R-S-T	Lineas o Fases del sistema
PE	Tierra
F1, F2	Fusibles de 2A

*[Handwritten Signature]*  
**JULIO ENRIQUE HUAYTA NUÑEZ**  
 INGENIERO ELECTRICISTA  
 Reg. CIP Nº 179653

REVISIONES		TITULO		PÁGINA	
1	2002/15	2002/15	2002/15	3	1
2	2002/15	2002/15	2002/15	3	1
3	2002/15	2002/15	2002/15	3	1
4	2002/15	2002/15	2002/15	3	1

PROYECTO:	CLIENTE:	ELECCIN
TABLERO DE LIMITADOR DE POTENCIA		

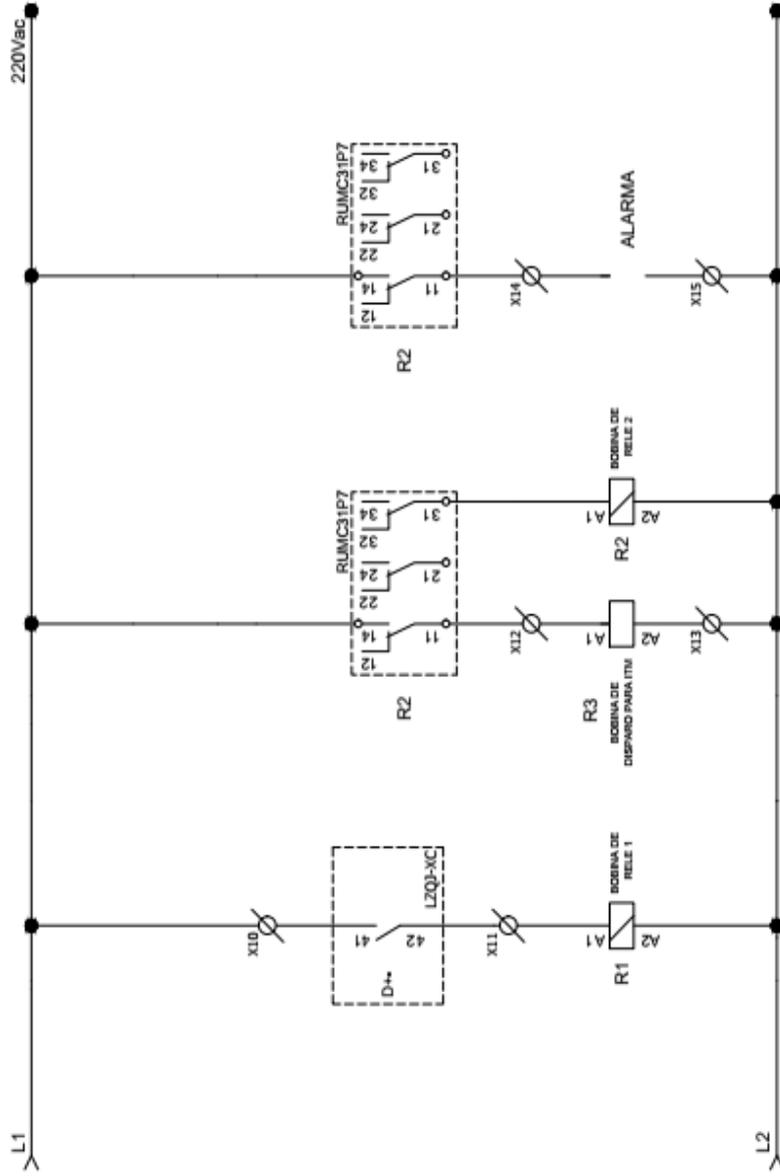
PROYECTO:	TITULO:	PÁGINA	HOJA
TABLERO DE LIMITADOR DE POTENCIA	LIMITADOR DE POTENCIA	3	1
CLIENTE:	CIRCUITO DE CONTROL	2	3
ELECCIN		D	3



# LIMITADOR DE POTENCIA CON MEDIDOR LZQJ-XC

CIRCUITO DE CONTROL

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----



LEYENDA	
NOMENCLATURA	DESCRIPCION
RUMC31P7	Relé encapsulado
D+~	Contactos del Medidor
R1	Bobina del relé encapsulado 1
R2	Bobina del relé encapsulado 2
R3	Bobina de Disparo del interruptor a apertura
X10, X11, X12...	Borneras de conexión

*[Handwritten Signature]*  
**JULIO ENRIQUE HUAYTA NUÑEZ**  
 INGENIERO ELECTRICISTA  
 Reg. CIP No 179953

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
REVISIONES										PROYECTO:		TABLERO DE LIMITADOR DE POTENCIA		TITULO:		LIMITADOR DE POTENCIA		FOJA No:	
										CLIENTE:		ELECTR		D.T. No.: 4		2 4		2	
										CLIENTE:		ELECTR		D.T. No.: 4		2 4		D 4 4	



**ANEXO F:  
PROTOCOLO DE PRUEBAS**

## PROTOCOLO DE PRUEBAS DE TABLEROS ELÉCTRICOS

<b>CLIENTE</b> : MIK CARPE	<b>SERIE</b> : PPT-MK-001
<b>PROYECTO</b> : IMPLEMENTACIÓN DEL TABLERO LIMITADOR DE POTENCIA	<b>COLOR</b> : RAL 7035
<b>TABLERO</b> : TLP-Q5-S1 (3Ø, 220VAC, PE, 60Hz)	<b>FECHA</b> : MARZO/2018
<b>TIPO</b> : EMPOTRADO <input type="checkbox"/> ADOSADO <input checked="" type="checkbox"/> AUTOSOPORTADO <input type="checkbox"/>	<b>CANTIDAD</b> : 1

### 1. INSPECCIÓN GENERAL

	<b>Conforme:</b>			<b>Conforme:</b>
Medidas de acuerdo a planos aprobados	<input checked="" type="checkbox"/>	Acabados de Pintura		<input checked="" type="checkbox"/>
Ubicación de Equipos según planos aprobados	<input checked="" type="checkbox"/>	Mandiles Correctamente Instalados		<input checked="" type="checkbox"/>
Equipos de acuerdo a especificaciones técnicas	<input checked="" type="checkbox"/>	Limpieza		<input checked="" type="checkbox"/>
Identificación del Gabinete	<input checked="" type="checkbox"/>	Hermeticidad		<input checked="" type="checkbox"/>
Rotulación del Gabinete	<input checked="" type="checkbox"/>	Ajustes de Perneras		<input checked="" type="checkbox"/>

### 2. PRUEBA DE CONTINUIDAD

<b>Instrumento de medida</b> : Multimetro digital	<b>Modelo</b> : FLUKE 376	<b>Codigo</b> : 22311045
<b>Conforme:</b>		<b>Conforme:</b>
Circuitos de Fuerza <input checked="" type="checkbox"/>		Circuitos de Control <input checked="" type="checkbox"/>

### 3. PRUEBAS DE AISLAMIENTO

<b>Instrumento de medida</b> : Megómetro Digital	<b>Modelo</b> : FLUKE 1502	<b>Codigo</b> : 22510271	
<b>Tensión Aplicada 500 VDC a 22°C, tiempo de aplicación: 1 min</b>			
R- Tierra	<input type="checkbox"/>	R- S	<input type="checkbox"/>
S- Tierra	<input type="checkbox"/>	S- T	<input type="checkbox"/>
T- Tierra	<input type="checkbox"/>	T- R	<input type="checkbox"/>
N- Tierra	<input type="checkbox"/>	F- N	<input type="checkbox"/>

### 4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

<b>Tensión Nominal 220VAC</b>	<b>Conforme:</b>
Funcionamiento del sistema de fuerza	<input checked="" type="checkbox"/>
Funcionamiento del sistema de control	<input checked="" type="checkbox"/>

### 5. OBSERVACIONES

Se deja constancia que el tablero se encuentra en óptimas condiciones para su puesta en servicio;  
Se recomienda revisar ajustes en la línea del circuito a conectar debido a posibles aflojamientos que se puedan dar al momento del traslado o transporte del tablero en referencia.

### 4. RESPONSABLES

<b>Realizado por:</b>		<b>Supervisado por:</b>	
<b>Nombre:</b>	Anderson Alania	<b>Nombre:</b>	Julio Enrique Huayta
<b>Cargo:</b>	Técnico Electricista	<b>Cargo:</b>	Ingeniero de Proyectos
<b>Firma</b>		<b>Firma</b>	 