



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
CON MENCIÓN EN TELECOMUNICACIONES**

TESIS

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS
EN LA EMPRESA SAN MIGUEL INDUSTRIAS PET S.A. - LIMA**

PRESENTADO POR

MENDOZA SEGURA, JOEL SHAKESPEARE

ASESOR

ROMAN GONZALEZ, AVID

Los Olivos, 2017



FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA CON
MENCIÓN EN TELECOMUNICACIONES**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE
PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN LA EMPRESA
SAN MIGUEL INDUSTRIAS PET S.A. – LIMA**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRÓNICO CON MENCIÓN EN
TELECOMUNICACIONES**

PRESENTADA POR

MENDOZA SEGURA, JOEL SHAKESPEARE

ASESOR

DR. ROMAN GONZALEZ, AVID

LIMA – PERÚ

2017

SUSTENTADO Y APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO

JURADO 1

TIRADO MENDOZA, GABRIEL

PRESIDENTE

JURADO 2

VÍLCHEZ SANDOVAL, JESÚS

SECRETARIO

JURADO 3

LLULLUY NÚÑEZ, DAVID

VOGAL

JURADO 4

ROMAN GONZALEZ, AVID

ASESOR

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres que me apoyaron en todo momento para lograr este trabajo, incluyendo también aquellos que me apoyaron en la empresa donde laboro.

AGRADECIMIENTO

A mis compañeros, porque me apoyaron que se haga realidad este sueño.

A la Universidad de Ciencias y Humanidades por brindarme la oportunidad de estudiar y ser un gran profesional.

También agradecer al Dr. Avid Román González por su visión crítica en muchos aspectos cotidianos, por su rectitud como docente, y por brindarnos su conocimiento de manera desinteresada.

RESUMEN

Hoy en día las necesidades de comunicación en las empresas son de mucha importancia, ha llegado al punto en el que se necesita saber de manera eficaz el estado y funcionamiento de los equipos y maquinarias que posee la empresa. Esta necesidad junto con la viabilidad y disponibilidad de los servicios de comunicación a distancia se juntan para crear una alternativa de solución a las necesidades de monitoreo de equipos o maquinarias.

El tema del diseño se enfoca en el monitoreo de las señales eléctricas, estas señales son: el voltaje, la corriente y la potencia. Se plantea una solución con dos módulos del tipo Maestro-Esclavo. El módulo esclavo va conectado directamente a las máquinas, mientras que el módulo maestro se encuentra en un tablero conectado por vía remoto al módulo esclavo por medio de un bus RS-485. Este sistema permitirá acceder a esta información en forma de reporte histórico desde una computadora remota o en tiempo real en el mismo panel de visualización donde se encuentran los equipos a medir por medio de su propio visualizador.

El objetivo del estudio es de poseer un sistema de monitoreo local y de alerta temprana ante fallas de los equipos a medir teniendo un registro del funcionamiento histórico para poder realizar un mantenimiento preventivo basándose en la información de dichos registros.

Palabras claves: Remoto, módulos, reportes, sistema, visualizador, monitoreo, información.

Abstract

Nowadays, the communication needs in the enterprises have a big importance, it has risen at the point that it is necessary to know in an effective manner the state and the functioning of the equipments and machineries that the enterprise has. This need with viability and availability of distance communication services have joined to create a solution alternative to the equipment or machineries monitoring needs.

The design topic is focused on the monitoring of the electrical signals, this signals are: voltage, current and power. A solution with two modules of type Slave-Master is set out. The slave module is connected directly to the machineries, while the master module is on a board connected by remote via to the slave module through a RS-485 bus. This system will allow to access to this information in a historical report way from a remote computer or in real time in the same display panel where the equipments to measure by its own display are.

The research objective is to have a local and early alert monitoring system before the failures of the equipments to measure having a register of the historical functioning to make a precautionary maintenance basing on the information of the aforementioned registers.

Key words: Remote, modules, reports, system, display, monitoring, information.

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
CONTENIDO	vii
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I:	2
PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1.1 Planteamiento del problema	3
1.1.2 Formulación del problema general	3
1.1.3 Formulación de los problemas específicos	4
1.2 DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.2.1 Objetivo general	4
1.2.2 Objetivos específicos	5
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	6

1.3.1	Justificación técnica	6
1.3.2	Justificación económica	6
1.3.3	Justificación social	7
1.4	ALCANCES Y LIMITACIONES	8
1.4.1	Alcances	8
1.4.2	Limitaciones	9
CAPÍTULO II:		10
FUNDAMENTO TEÓRICO		10
2.1	ANTECEDENTES	11
2.1.1	Nacionales	11
2.1.2	Internacionales	15
2.2	MARCO TEÓRICO	17
2.2.1	Energía	17
2.2.2	Demanda y demanda máxima (kW)	22
2.2.3	Protocolos de comunicaciones industriales	23
2.2.4	Introducción al modbus	26
2.2.5	Comunicación serial	31
2.3	MARCO METODOLÓGICO	33
2.3.1	Investigación aplicada tecnológica	34
2.4	MARCO LEGAL	34

CAPÍTULO III:	35
DESARROLLO DE LA APLICACIÓN	35
3.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	36
3.1.1 Datos de la organización	36
3.1.2 Localización de la empresa	36
3.1.3 Diagnostico estratégico	37
3.1.4 Situación actual de las instalaciones	38
3.2 VARIABLES ELÉCTRICAS QUE MEDIRÁ EL SISTEMA	41
3.2.1 Corriente eléctrica (I)	41
3.2.2 Tensión eléctrica (v)	41
3.3 IDENTIFICACIÓN DE TECNOLOGÍA A USAR EN EL SISTEMA	42
3.3.1 Introducción	42
3.3.2 Tecnologías cableadas	42
3.3.3 Tecnología inalámbrica	42
3.4 ELECCIÓN DE EQUIPOS A USAR	43
3.4.1 Medidor de energía (PM800)	43
3.4.2 Elección del Gateway (EGX300)	45
3.4.3 Transformador de corriente	46
3.4.4 Transformador de tensión	47
3.4.5 Fusibles rápidos	48
3.4.6 Cables de comunicación	48

3.4.7	Requerimientos de hardware y software para el sistema ION	49
3.5	INTERCONECTAR LA RED DE MEDIDORES DE ENERGÍA	50
3.5.1	Diagrama de bloques	50
3.5.2	Descripción del diagrama de bloques	50
CAPÍTULO IV:		63
ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO		63
4.1	ANÁLISIS DE COSTOS	64
4.1.1	Costos para la instalación de puntos de redes en la empresa	65
4.1.2	Gastos de inversión	67
4.2	ANÁLISIS DE BENEFICIO	68
CONCLUSIONES		73
RECOMENDACIONES		75
REFERENCIAS		76
ANEXOS		78

LISTA DE TABLAS

TABLA 1: Costo de hardware software	64
TABLA 2: Costo para la planta inyección primer y segundo nivel	65
TABLA 3: Costo para la planta soplado y reciclado	66
TABLA 4: Resumen de gasto de inversión	67
TABLA 5: Consumo de energía activa en HP y FHP	69
TABLA 6: Consumo de energía total en SMI PET S.A	70
TABLA 7: Gráfica deseada de consumo de energía activa	70
TABLA 8: Lo que se espera pagar en tarifa eléctrica	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gráfica de demanda en un periodo de 24 horas	8
Figura 2: Comunicación modbus	28
Figura 3: Comunicación RTU	29
Figura 4: Comunicación de maestro y esclavo	31
Figura 5: Modelo típico de comunicación serial	32
Figura 6: Conexión de modbus en RS485	33
Figura 7: plano de ubicación de la empresa	37
Figura 8: Tablero planta reciclado	39
Figura 9: Tablero planta inyección primer nivel	39
Figura 10: Tablero planta soplado	39
Figura 11: Tablero de planta inyección	39
Figura 12: Medidor de energía PM800	44
Figura 13: Gateway EGX300	45
Figura 14: Algunos modelos de transformador de corriente	46
Figura 15: Transformador de tensión	47
Figura 16: Fusibles rápidos	48
Figura 17: Modelo de cable de comunicación	49
Figura 18: Diagrama de bloques del sistema de medición	52
Figura 19: Esquema de conexión entre fase y neutro	53
Figura 20: Conexión entre fases	53
Figura 21: Esquema de conexión del circuito de protección	54
Figura 22: Símbolo del transformador reductor	55
Figura 23: Esquema de conexión de señal de entrada de tensión	56
Figura 24: Esquema de conexión de señal de entrada de corriente	57
Figura 25: Diagrama completo de conexión del medidor de energía	58
Figura 26: Diagrama de conexión del medidor de energía y el EGX300	59
Figura 27: Diagrama de flujo	62

INTRODUCCIÓN

San Miguel Industrias PET S.A. preocupado y comprometido con el medio ambiente desea optimizar su sistema eléctrico, para ello es necesario adquirir una herramienta que le permitirá gestionar eficientemente el uso de la energía en cuanto a calidad, productividad y ahorro.

Se desea diseñar un sistema de monitoreo de parámetros eléctricos, que le ayude a verificar el estado de su sistema eléctrico en tiempo real y mediante información de datos históricos, para obtener ahorro y calidad de energía.

El sistema de monitoreo consta de variables eléctricas básicas: tensión y corriente. Estas son tomadas mediante señales analógicas para ser procesadas por el medidor de energía PM800. Mediante estas variables se pueden realizar diferentes registros que pueden ser: tensión y corriente en cada fase, potencia, armónicos, frecuencia, valores máximos y mínimos de consumo de energía. Estas variables van a ser transferidos al EGX300 (Gateway) para enviarlos mediante la red LAN a la nube (internet) y solo basta ingresar con una dirección de red para verificar la supervisión de cada medidor de energía a medir, una vez hecha las mediciones se transportan a una hoja de cálculo para procesar la información mediante datos estadísticos.

CAPÍTULO I:
PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL
PROBLEMA

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1 Planteamiento del problema

Hoy en día, la empresa no cuenta con un sistema de monitoreo de parámetros eléctricos, actualmente se toman lecturas a cada medidor de energía de forma manual, lo cual ocasiona pérdidas de tiempo en tomar las lecturas e imprecisiones con la facturación que hace Enel. Para la solución de este problema se desea hacer el diseño de un sistema de monitoreo de parámetros eléctricos y poder obtener datos en tiempo real y en paralelo de todos los medidores, su diseño será mediante una red LAN, mediante el protocolo modbus del analizador de redes del PM800 y el Gateway, de esta manera podemos disponer de la información en Ethernet y realizar el monitoreo de los medidores de energía.

1.1.2 Formulación del problema general

¿Cómo disminuir tiempos e imprecisiones en la lectura de parámetros eléctricos de la empresa San Miguel Industrias PET S.A.?

1.1.3 Formulación de los problemas específicos

Problema específico 1

¿Qué analizaremos en el sistema?

Problema específico 2

¿Qué variables eléctricas debería medir el sistema?

Problema específico 3

¿Qué tecnologías se deberán aplicar para el diseño de este sistema?

Problema específico 4

¿Cuáles serían los componentes a utilizar en el diseño del sistema?

Problema específico 5

¿Cómo se diseñaría la etapa de control?

1.2 DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de monitoreo de parámetros eléctricos en la empresa San Miguel Industrias PET S.A.

1.2.2 Objetivos específicos

Objetivo específico 1

Analizar la situación actual del sistema de monitoreo de parámetros eléctricos en la empresa.

Objetivo específico 2

Determinar las variables eléctricas que deberá medir el sistema

Objetivo específico 3

Identificar la tecnología a utilizar en el diseño de una red de medidores.

Objetivo específico 4

Definir los componentes a utilizar para el diseño de monitoreo de parámetros eléctricos.

Objetivo específico 5

Interconectar la red de medidores de energía a una sala de monitoreo central y realizar el análisis de la información mediante reportes personalizados.

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Justificación técnica

Es necesario saber con precisión el consumo de energía de cada máquina, la suma nos deben dar al consumo total tomado en el medidor del suministro general, en este caso (**Enel**), pero debido al desfase de tiempos que existen entre las 00:00 a 8:00 am no se puede determinar con exactitud el consumo de energía con respecto a la facturación. No necesariamente se trata de saber cuánto es la facturación de cada mes en la empresa sino también hay otros factores y una de ellas es: poder determinar qué tipo de materia prima es factible producir consumiendo al mínimo energía eléctrica y producir más, la mayoría de las máquinas que posee la empresa se mueven a base de energía eléctrica, Para mejorar estos contratiempos complicados y tener una medición en tiempo real se desea diseñar un sistema de monitoreo de parámetros eléctricos que nos ayudarán a facilitar tales problemas.

1.3.2 Justificación económica

El controlar, verificar y administrar la demanda, son actividades realizadas para agilizar el uso de la capacidad instalada de las maquinas, desde los consumidores hasta las empresas suministradoras de energía eléctrica que consiste en verificar la demanda durante un lapso de tiempo, normalmente en el horario de hora punta y poder mejorar el funcionamiento de las maquinas eléctricas sin afectar el proceso de producción (Pineda, 2013).

El incremento continuo en los precios de la energía eléctrica y las considerables fluctuaciones, hace que la energía que se consume sea cada vez más necesario controlarla de una forma precisa y detallada. (Pleite, 2010)

Las empresas industriales exigen los siguientes:

- ✓ Flujo de energía real desde el suministro hasta el punto de consumo.
- ✓ Medición exacta de todos los datos de consumo en todos los niveles de distribución eléctrica.
- ✓ Integración eficiente en el sistema de gestión energética o sistema de control.

Al usar medidores de energía e interruptores de potencias comunicables permiten la lectura, visualización y registro de cada estación de consumo de forma individualizada. De esta manera se podrá asignar los costos a cada departamento correspondiente.

Reducir los costos de operación mediante eficiencia energética es cada vez más necesaria. La falta de precisión en el consumo de energía se transforma en sobrecostos, generados por puntos de cargas previsible.

1.3.3 Justificación social

Con este sistema la empresa tendrá un mejor control del consumo de energía eléctrica y de cortar la energía por pequeños tiempos de operación que afectan directamente la demanda de facturación, con la finalidad de disminuir y limitar el consumo de energía

a causa de los costos tarifarios de la energía eléctrica conocido como cambio de hábito de consumo.

El cambio de hábito de consumo se da como una alternativa de ahorro económico en instalaciones eficientes, actualmente el cargo por demanda representa entre un 20% a un 30% de la facturación eléctrica,

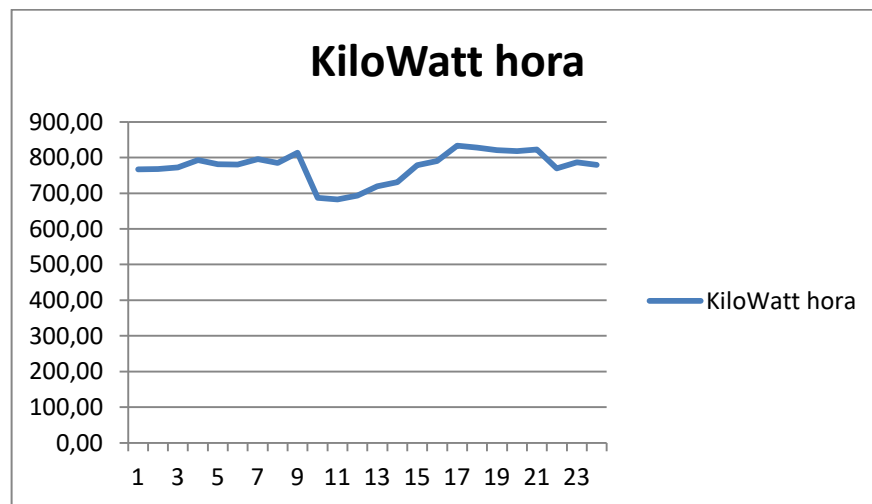


Figura 1: Gráfica de demanda en un periodo de 24 horas
Fuente: Elaboración propia

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.4.1 Alcances

- Se diseña este sistema con el objetivo de aprovechar el uso de la red de datos para centralizar la supervisión del consumo de energía en una PC que monitorea las diferentes máquinas que posee la empresa. La optimización del consumo será posible determinando los parámetros de medición y lo que

permitirá la toma de decisiones acertada para reducir al máximo el factor potencia.

- El sistema inicial se va componer de 65 medidores distribuidos en 3 nodos conectados a 3 subestaciones, y posteriormente dependiendo de la rentabilidad de la producción de cada artículo, también se podrá ampliar el monitoreo a diferentes áreas puntuales de distribución de la planta industrial, con una cantidad máxima de 90 medidores distribuidos en 4 nodos adicionales para comunicarse con otras plantas filiales ubicadas en: Backus, Alicorp y Coca cola.
- Este diseño es un sistema abierto que permitiría en una etapa de ampliación (no contemplada en este estudio) integrar otras variables físicas y químicas como: presión, temperatura, humedad, etc.

1.4.2 Limitaciones

- La implementación en pequeñas y medianas empresas, su costo de la inversión sería a largo plazo, por lo que tomaría mucho tiempo en recuperar lo invertido.
- Otra de las limitaciones está en la garantía que solo abarca unos años, pasado ese tiempo cualquier daño que ocurra en el sistema, se recurrirá a personal especializado, lo cual implica un costo.
- Adquirir una licencia para instalar el software de monitoreo de energético ION Enterprise, también es otra de las limitaciones.

CAPÍTULO II:
FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Nacionales

En el Perú, en gran parte se utiliza medidores analógicos para el monitoreo y control de los medidores de energía. Estos permiten que se realicen las acciones de control desde el lugar en el que se encuentra el equipo por medio de un operario que se encuentra en el sitio (Lara, 2006). Estos medidores tienen las siguientes partes:

Instrumentos de medición: Estos instrumentos llamados voltímetro, amperímetro, horómetro, tacómetro, frecuencímetro, etc.

Instrumentos de control: Interruptor on/off/auto.

Lámparas de advertencia: Alarma de encendido, temperatura alta, baja presión, etc.

Todas estas funciones son realizadas de manera analógica tanto eléctrica como visualmente. Estos medidores son posicionados en la parte delantera o a un costado del tablero de fuerza.

Este tipo de sistema aún siguen siendo usados en el Perú a pesar de que existen nuevas tecnologías para aplicarlo en las empresas peruanas que brindan el servicio, pues este sistema son de menor costo y además la gran mayoría de los técnicos están entrenados a usarlos empíricamente y se aferran a la tecnología convencional viendo con recelo a la nueva era digital.

➤ **Problemática de los sistemas actuales usados en el Perú**

A pesar de que los medidores analógicos son dispositivos muy bien diseñados y trabajen bien durante largos periodos de tiempo, estos no permiten o hacen muy difícil el monitoreo de los equipos a distancia, el manejo de varios equipos a la vez en un solo punto, o tener un historial de funcionamiento de las máquinas.

El monitoreo de las máquinas con medidores analógicos se tiene que hacer en sitio por medio de un operador que revise medidor por medidor de distintos tipos de máquinas para observar que todo esté funcionando correctamente dentro de los parámetros establecidos.

Cada máquina posee un medidor para sí mismo y resulta difícil unir todos los medidores para poder observarlos desde un solo panel de control instalado en un lugar alejado, eso involucraría una cantidad grande de cables de señales que irían desde las máquinas al panel general, haciendo el proceso muy enredado (Lara, 2006).

Las lecturas realizadas por los medidores son instantáneas, es decir, no hay un registro de ellas, no se puede tomar una lectura de un evento que ya ha ocurrido, tampoco se pueden ver las condiciones las cuales ha estado en funcionamiento las máquinas.

Otro contratiempo que sufren estos medidores es la descalibración, deterioro de sus componentes, efectos de la temperatura y la corrosión.

Es normal que los operarios que revisan los módulos creen ciegamente la lectura de los medidores de energía y no se cuestionan si están bien calibrados o no, pudiendo llevar a las máquinas a niveles peligrosos de trabajo.

Los medidores analógicos al solo mostrar lecturas instantáneas no pueden procesar la información mientras esta ocurre, solo muestran una falla con una lámpara o una sirena una vez que esta ya ocurrió resultándoles imposible anticiparse a las mismas.

➤ **La necesidad de monitoreo de las máquinas en el Perú**

Las máquinas en general se encuentran sometidas a duras condiciones de trabajo, a un escaso y pésimo mantenimiento, las cuales aumentan la probabilidad de fallas en cualquiera de las numerosas partes. Además, al sobre exigir algunas especificaciones técnicas de las máquinas, tales como: potencia máxima, corriente nominal, aumentan las posibilidades de que en un futuro ocurra una avería en alguna de las partes del motor. Estas alarmas se presentan como un comportamiento irregular en el funcionamiento de los parámetros eléctricos y mecánicos de las máquinas, por estas razones, surge la necesidad de diseñar un sistema que permita acceder a dichos parámetros, para tener una respuesta rápida y eficiente en el caso que se presente una alarma de falla y nos permita ver las condiciones a las cuales están operando dichas máquinas y así darle el correcto mantenimiento cuando llegue el caso. Es necesaria que esta información pueda ser accedida a su debido momento a los jefes inmediatos de la empresa para que ellos puedan gestionar el mantenimiento de las máquinas (Lara, 2006).

Un correcto funcionamiento de las máquinas a cada momento es el resultado de un mantenimiento excelente y una intervención rápida ante cualquier eventualidad. Sin embargo la informalidad y la falta de un sistema de comunicación está poniendo en descuido la eficiencia de dicho mantenimiento, al no tener un registro de las condiciones de trabajo de las máquinas ni de la empresa que prestan el servicio de mantenimiento.

➤ **Algunas empresas con soluciones en el rubro**

Hay múltiples empresas especializadas que se dedican a la integración y automatización de un sistema de monitoreo, entre ellas podemos mencionar a la conocida empresa Sistemas de Potencia S.A.C., su rubro empieza desde compra y venta de equipos de comunicación hasta servicios de integración con diferentes máquinas, agarrando múltiples variables como pueden ser: eléctricos, físicos, químicos, presión, temperatura, nivel de aceite, humedad, etc.

2.1.2 Internacionales

El cambio que ha generado a nivel internacional al usar medidores inteligentes, ha estado en constante innovación durante los últimos años. Muestra de ello es la cantidad de experiencias que se han venido obteniendo durante la última década en varios países de la Unión Europea, EUA, etc., tanto como en nivel experimental a gran escala, lo cierto es que el uso de estos dispositivos genera innumerables ventajas, desde varios puntos de vista.

Hasta el día de hoy se están produciendo una permanente evolución de los sistemas de medición inteligente disponibles en el mercado, aumentando progresivamente la oferta de nuevos productos, un caso emblemático es el de ENEL en Italia, que a través del proyecto “Telegestore” (con una inversión de más de 2 millones de euros), ha instalado en los últimos años alrededor de 30 millones de medidores inteligentes en usuarios residenciales industriales. (Dias R. , 2013)

A. Medición convencional de los sistemas AMI

Hay muchas definiciones para poder entender como un sistema de medición inteligente, sin embargo, siempre se da el uso de un medidor, instalado a nivel de usuario, con las siguientes características:

- ✓ Configuración de sus parámetros de funcionamiento.
- ✓ Capacidad de interactuar con otros dispositivos locales, ya sean de consumo en forma directa o indirecta, a partir de adecuados módulos de comunicación.
- ✓ Eventual aptitud para recibir información de otros medidores (agua, gas, vapor, temperatura, etc.)

B. Privacidad en los sistemas AMI

La implementación de un sistema AMI, también conlleva a otros desafíos no directamente relacionados con el ámbito energético. Entre ellos, es de la privacidad de los datos de cada uno de los usuarios que estará disponible en la red. Los medidores inteligentes obtienen y envían información valiosa sobre los hábitos de consumo de los usuarios, sin duda serán de gran facilidad para gestionar la demanda y el consumo de energía. Además estos datos contendrán información privada y detallada, del comportamiento de los usuarios: horario de descanso, de diferentes máquinas eléctricas lo cual puede suponer una indebida invasión a su propiedad.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Energía

A. Energía activa (kWh)

Es aquella que se requiere para transformar en trabajo a cualquier equipo eléctrico. Es la que genera calor a las resistencias en una estufa.

Las máquinas generadoras de electricidad transforman en trabajo mecánica y calor la energía que atraviesan mediante un conductor eléctrico durante un determinado tiempo, pero si lo vemos desde el usuario consumidor, es un costo que resulta del uso de los aparatos eléctricos durante un periodo de tiempo. (Dias R. S., 2013).

- **Componentes de la energía activa**

Una de ellas es la potencia, su unidad se da en kilovatios (kW), el consumo de energía es proporcional a la potencia de los equipos. El siguiente componente es el tiempo y su unidad es la hora (h), también es proporcional al tiempo de uso de los aparatos eléctricos y su unidad esta dado en (kWh). (Cre, 2007)

Ejemplo:

Un motor de potencia 2 kW (P), se tiene funcionando durante 10 horas (t), el consumo de energía (E) será:

$$E = P \times t$$

$$E = 2\text{kW} \times 10\text{h} = 20 \text{ kWh}$$

B. Energía reactiva (kvarh)

No solo existe la energía activa, también hay equipos que usan otro tipo de energía para funcionar correctamente. Esta, llamada energía reactiva, la usan los equipos eléctricos que constan de partes internas de inducidos y bobinas, es decir, generalmente los transformadores y motores eléctricos. No genera trabajo, pero es útil para generarlo. (Cre, 2007)

Esta energía es la que se requiere para generar el campo magnético entre los bobinados de un transformador, motores, etc., sus características son muy diferentes a la energía activa que acabo de mencionar, esta no produce calor ni movimiento.

Su consumo se determina a través del medidor de energía reactiva, similar al medidor de energía activa.

Su unidad de medida es el kVARh, y está permitido un consumo máximo equivalente al 30% del total en un periodo de facturación, pero si excede del 30% del total del consumo de energía activa se cobrara una penalización, debido a los inconvenientes en la utilización, así como para la empresa distribuidora y el usuario final. (Cre, 2007)

Una de las características de la energía reactiva es que puede ser reducida por los mismos consumidores mediante un adecuado arreglo de banco de condensadores (se mide en kVARh).

C. Factor de potencia

Es un indicador de cuanto se ha consumido la energía reactiva dentro de una instalación eléctrica en comparación con el consumo realizado de la energía activa.

Ejemplo:

Una empresa textil consume en un mes 7000 kWh en energía activa y 2500 kVARh en energía reactiva.

Se desea obtener el factor de potencia de la empresa con relación al consumo mencionado, si aplicamos la siguiente fórmula tenemos:

$$FP = \cos\left(\arctan \frac{\text{kVARh}}{\text{kWh}}\right)$$

Sustituyendo valores se tiene.

$$FP = \cos\left(\arctan \frac{2500}{7000}\right)$$

$$FP = \cos(19.65) = 0.94$$

Numéricamente varía entre 1 y -1, pero en la práctica varía entre 0 y 1.

Si el factor de potencia se aproxima al valor de 1 se dice que tiene un factor alto, lo cual es beneficioso para el usuario consumidor.

Si el factor de potencia se aleja al valor de 1, se dice que tiene un factor de potencia baja, esto deja de ser beneficioso para el usuario consumidor.

- **¿Para qué sirve este indicador?**

El factor de potencia puede variar mes a mes debido en los cambios de consumos de energía activa y reactiva.

Se recomienda mantener el consumo de energía reactiva por debajo del 30% del consumo de energía activa durante el mes, así mantener el factor de potencia por encima de 0.9. (Cre, 2007)

Osinerming proporciona este valor, penalizando aquellos factores de potencia inferiores a 0.9, esto se da a consumidores con una demanda mayor a 50 kW, dependiendo del nivel de tensión en el cual se establece la medición. (Cre, 2007)

- **¿Cómo se penaliza un bajo factor de potencia?**

Aplicare un ejemplo:

Una empresa textil, tiene en un mes registrado los siguientes datos.

697.824 kWh de energía activa.

459.671 kVARh de energía reactiva.

Nos piden calcular su factor de potencia:

$$FP = \cos(\arctan \frac{459.671}{697.824})$$

$$FP = \cos(33.37) = 0.84$$

El factor de potencia calculado está por debajo de 0.9, esto nos indica que se debe aplicar la penalización correspondiente.

Para obtener el valor a ser penalizado como energía activa (kWh), por bajo factor de potencia (BFP), se aplica la siguiente fórmula:

$$BFP(kWh) = kWh \left(\frac{0.9}{\text{Factor de Potencia Calculado}} - 1 \right)$$

Reemplazando datos, se tiene:

$$BFP = 697.824kWh \left(\frac{0.9}{0.84} - 1 \right)$$

$$FP = 49.845kWh$$

Este valor se le añade al total de energía activa consumida y se obtiene el total de kWh a facturarse:

$$\text{Total kWh por facturar} = (697.824 + 49.845) \text{ kWh}$$

$$\text{Total kWh por facturar} = 747.669 \text{ kWh}$$

2.2.2 Demanda y demanda máxima (kW)

La demanda de una instalación eléctrica corresponde a la suma aritmética de las potencias de todos los equipos que tiene trabajando simultáneamente.

Ejemplo:

Una empresa tiene trabajando simultáneamente a las 18:00 h del 02 de Marzo del presente año los siguientes equipos eléctricos:

Carga de iluminación de 12 kW.

Dos compresores de 50 kW.

Un motor de 60 kW.

Aire acondicionado de 10 kW.

Un horno de 9 kW.

La demanda total de esta instalación le está cargando al sistema eléctrico de la empresa distribuidora, en este caso (**Enel**), el día 02 de Marzo a las 18:00 h, es la suma aritmética de las potencias consumidas.

$$D = (12 + 50 + 60 + 10 + 9) \text{ kWh} = 141 \text{ Kw}$$

En efecto, toda instalación eléctrica tiene una demanda en cualquier instante de tiempo. (Cre, 2007)

2.2.3 Protocolos de comunicaciones industriales

Muchas veces escuchamos en la industria la palabra protocolos de comunicación sin tener claro de que estamos hablando. Con el objetivo de familiarizar a los lectores, mencionaremos sus principales características y fundamentos de los más usados. Un protocolo de comunicación es un conjunto de códigos que permiten el intercambio de datos entre los distintos dispositivos que conforman una red. Estos han tenido un proceso de evolución gradual a medida que la tecnología electrónica ha avanzado en los microprocesadores (Comites, 2006).

Un importante número de empresas en nuestro país presentan la existencia de islas automatizadas (células de trabajo sin comunicación entre sí), siendo en estos casos las redes de comunicación Industrial son indispensables para realizar un enlace entre las distintas etapas que conforman el proceso.

La llegada de los microprocesadores en la industria ha posibilitado su integración a redes de comunicación con importantes ventajas, entre las cuales figuran:

- ✓ Mayor exactitud derivada de la integración de tecnología digital en las mediciones.
- ✓ Mayor y mejor disponibilidad de información de los dispositivos de campo
- ✓ Diagnóstico remoto de componentes.

A. Clasificación de los protocolos industriales

La integración de la automatización se hace dividiendo las tareas entre grupos de procesadores jerárquicamente anidados. Esto da lugar a un conjunto de redes Industriales, las cuales es posible agrupar en tres categorías (Comites, 2006).

- Buses de campo
- Redes LAN
- Redes LAN-WAN

- **Bus de campo**

Un bus de campo es un sistema de envío de información (datos) que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción.

El objetivo de un bus de campo es eliminar las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional bucle de corriente de 4-20mA.

Típicamente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLCs/PACs, transductores, actuadores y sensores. Cada dispositivo de campo incorpora cierta capacidad de proceso, que lo convierte en un dispositivo inteligente, manteniendo siempre un costo bajo. Cada uno de estos elementos será capaz de ejecutar funciones simples de

diagnóstico, control o mantenimiento, así como de comunicarse bidireccionalmente a través del bus.

- **Características buses de campo**

- ✓ Muchos elementos.
- ✓ Muchos fabricantes de componentes.
- ✓ Tiempo de respuesta rápida y determinísticos.
- ✓ Alto nivel de fiabilidad en las comunicaciones.
- ✓ Naturaleza crítica del proceso.
- ✓ Integración con redes de otros niveles.
- ✓ MAP, TCP/IP

Flexibilidad de gestión y monitorización de red Automatización.

- **Ventajas buses de campo**

- ✓ Minimización del cableado. Reducción costes.
- ✓ Facilidad de instalación (cable único).
- ✓ Reducción del tiempo de mantenimiento.
- ✓ Planos eléctricos más sencillos.
- ✓ Añadir o quitar elementos en funcionamiento.
- ✓ Facilidad de diagnóstico de los problemas.
- ✓ Interfaces abiertas normalizadas.
- ✓ Bajo precio de los componentes.

(Santiago, 2008)

- **Tipos de buses de campo**

Varias compañías han intentado imponer una norma que permita la integración de equipos de distintos proveedores. Sin embargo, hasta la actualidad no existe un bus de campo universal.

Los buses de campo de mayor presencia en el área de control y automatización de procesos según (Perez, 2015) son:

- ✓ HART
- ✓ PROFIBUS
- ✓ FOUNDATION FIELDBUS
- ✓ MODBUS
- ✓ DEVICENET.

Para el proyecto de diseño se hablará sobre modbus que es un protocolo de comunicación a nivel industrial más conocido.

2.2.4 Introducción al modbus

Protocolo de comunicación serial desarrollado por la compañía Modicon en 1979. En sus inicios el uso de Modbus estaba dirigido exclusivamente al mundo de los controladores lógicos programables o PLCs. No hace falta más que echar un vistazo al mercado industrial actual para darse cuenta que, a día de hoy, el

protocolo Modbus es un sistema de comunicaciones más utilizado en entornos industriales, sistemas de telecontrol y monitorización. Lo que implica que: tanto a nivel local como a nivel de red, en su versión TCP/IP, seguirá siendo uno de los protocolos de referencia en las llamadas Smart Grids, redes de sensores, telecontrol etc. de sistemas de información que ya empiezan a asomar la cabeza en nuestro día a día.

El objeto del protocolo Modbus es bien sencillo: La transmisión de información entre distintos equipos electrónicos conectados a un mismo bus. Existiendo en dicho bus un solo dispositivo maestro (Master) y varios equipos esclavos (Slaves) conectados. (Carné, 2010)

El hecho que se haya extendido su uso hasta convertirse en el protocolo más estandarizado en el sector industrial se debe a varias razones diferenciales respecto a otros.

- El Modbus es público y estándar, lo que permite a los fabricantes desarrollar dispositivos Master y Slave aplicados al protocolo. Este hecho facilita el acceso a la información y estructura del protocolo que, además, es muy básica pero funcional para su objetivo.
- Desde un punto de vista técnico, su implementación es muy sencilla y en consecuencia el tiempo de desarrollo se acorta considerablemente respecto a otros protocolos en los que se complica la estructura de las tramas y en

consecuencia el acceso a los datos que no están almacenados en estructuras complejas.

- La transmisión de información no está comprometida a ningún tipo de datos, lo que implica cierta flexibilidad a la hora del intercambio de información. ¿Qué quiere decir esto? Para expresarlo de forma más clara, si se transmite un dato de 16bits de información su representación no está sujeta a ninguna restricción, por lo que puede tratarse de un dato tipo Word con signo, un entero sin signo de 16 bits o la parte alta de una representación tipo float de 32bits, etc. (Carne, 2012).

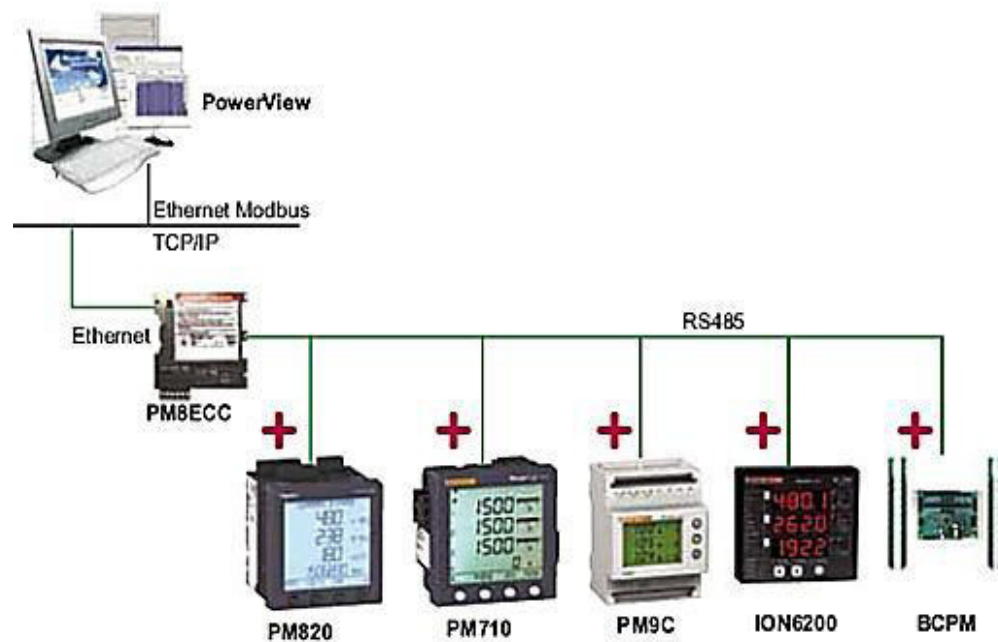


Figura 2: Comunicación modbus
FUENTE: www.schneider-electric

A. Modos de transmisión del Modbus

Definen como se envían los paquetes de datos entre maestros y esclavos, el protocolo modbus define dos principales modos de transmisión.

- **Modbus RTU** (Remote Terminal Unit)

La comunicación entre dispositivos se realiza por medio de datos binarios. Esta es la opción más usada del protocolo y es la que se implementó en nuestras tarjetas.

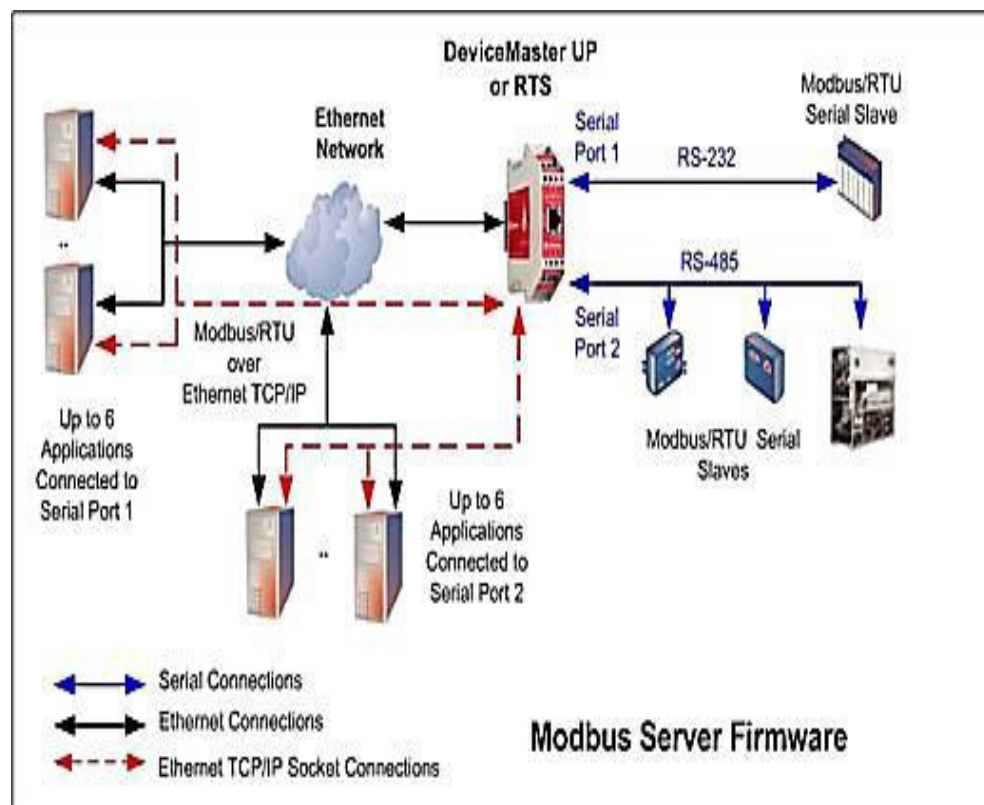


Figura 3: Comunicación RTU

Fuente: www.comtrol.com/resources/product-resources

- **Comunicación maestro-esclavo en modbus**

El Modbus funciona con un maestro y uno o más esclavos, siendo el maestro quién controla en todo momento el inicio de la comunicación con los esclavos, que según la especificación pueden ser hasta 247 en una misma red. El esclavo, por otro lado, se limita a retornar los datos solicitados por el maestro, así de simple es la comunicación usando el modbus, el maestro envía los mensajes y el esclavo los responde. (Tecnología digital del bajo, 2012).

Cada esclavo tiene una única dirección, así el maestro sabe con quién se está comunicando., el envío de mensajes entre el maestro y el esclavo toma en cuenta lo siguiente:

- La dirección es diferente para cada esclavo, puede ir desde 1 hasta 247.
- El maestro siempre inicia la comunicación enviando un paquete de información bien estructurado a todos los esclavos, entre otras muchas cosas en la información se incluye el número del esclavo.
- El esclavo elegido responde, enviando lo que se le pide por medio de un paquete de información bien estructurado.

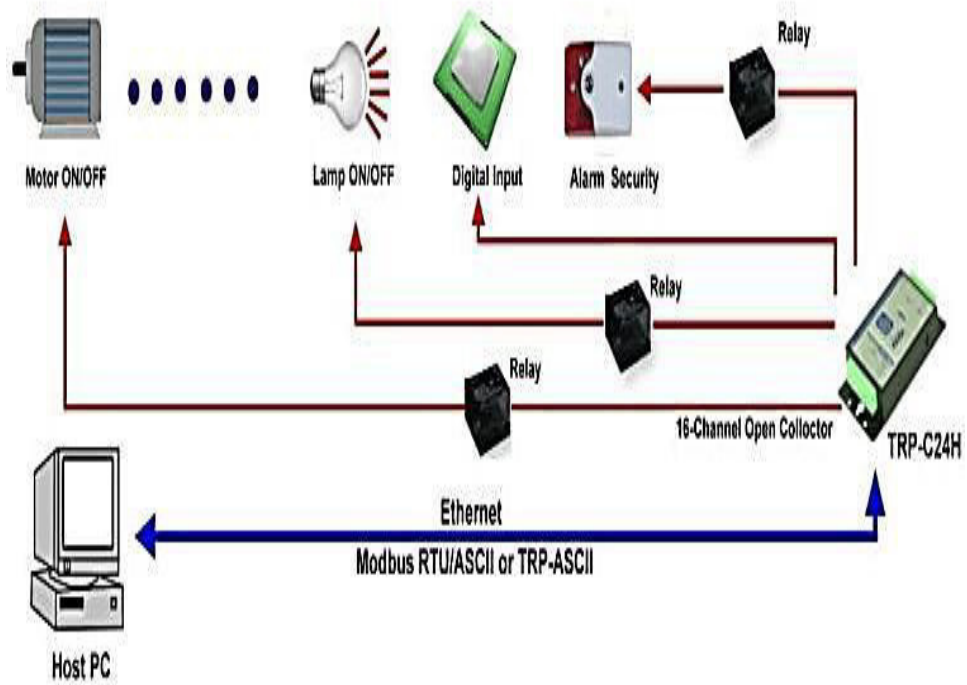


Figura 4: Comunicación de maestro y esclavo
 Fuente: www.trycom.com.tw/TRP-C24H.htm

2.2.5 Comunicación serial

Muchas de las tarjetas desarrolladas en Sistemas Digitales, usan el protocolo de comunicación llamado modbus, la tarjeta de relevadores y la tarjeta para encoder son una de ellos, estas tarjetas que están ya en operación en sistemas para la medición de gas LP lo utilizan, pero ¿qué es y cómo funciona el modbus?. En esta serie de artículos se dará respuesta a esas y otras preguntas, pero antes de comenzar con el modbus, necesitamos conocer algunos de sus detalles (Morales, 2013).

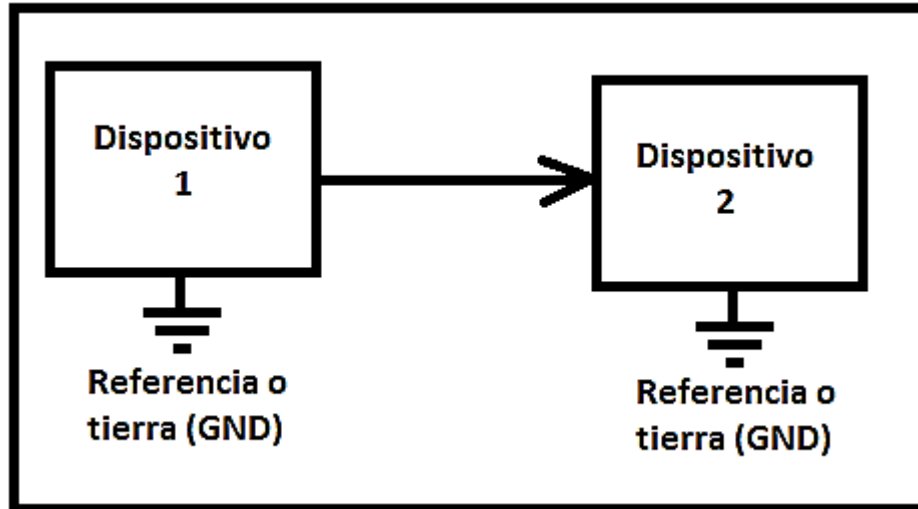


Figura 5: Modelo típico de comunicación serial
Fuente: cortesía tecdigitaldelbajio.com

B. Tipos de comunicación serial en modbus

- **Modbus sobre conexión RS-485**

El protocolo modbus es un protocolo que usa líneas seriales, se implementa sobre redes de comunicación RS-485, pero también sobre redes que usan la comunicación serial RS-232, además se puede implementar vía TCP/IP sobre una red Ethernet. (Candelas Herías, 2010).

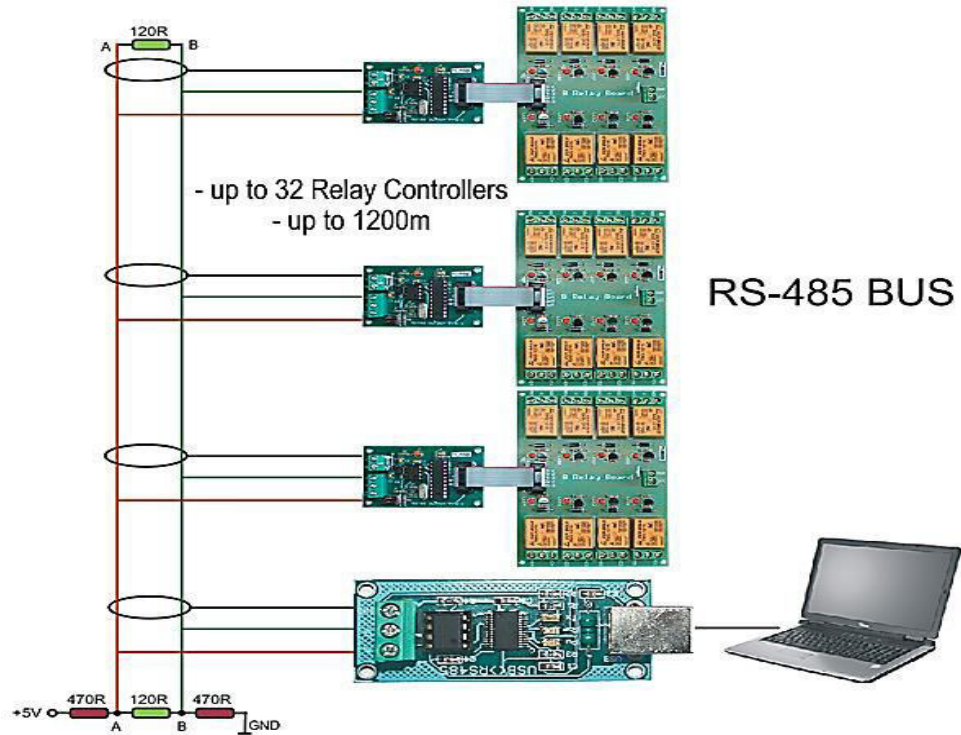


Figura 6: Conexión de modbus en RS-485
 Fuente: www.Sigma-shop.com

2.3 MARCO METODOLÓGICO

- Análisis de la situación actual del problema.
- Diseño de la arquitectura y topología del sistema de monitoreo.
- Ingeniería de detalle del sistema a controlar
- Presentación del proyecto para su ejecución

2.3.1 Investigación aplicada tecnológica

La investigación aplicada parte del conocimiento generado por la investigación básica, por tanto para identificar problemas sobre los que se debe intervenir como para definir las estrategias de solución.

También conocida como práctica o empírica, busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren, depende de los avances y resultados de la investigación básica, lo que le interesa al investigador son las consecuencias prácticas.

2.4 MARCO LEGAL

Normatividad Nacional.

Estándares de calidad ambiental para radiaciones no ionizantes

(ECAs-RNI) [0 - 300 GHz] están en proceso.

Límites máximos permisibles para actividades de telecomunicaciones

(LMPs-RNI para telecomunicaciones) [9 KHz – 300 GHz]

D.S. 038-2003-MTC.

CAPÍTULO III:
DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

3.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1.1 Datos de la organización

- A. Razón social:** San Miguel Industrias PET S.A.
- B. Giro del negocio:** Fabricación de envases PET
- C. RUC:** 20513320915
- D. Teléfono:** 3365100
- E. Ubicación:** Av. Materiales 2354, Cercado de Lima
- F. Año de actividad:** 1995
- G. Reseña histórica:**

Industria que inicio sus actividades en el negocio de envases PET en 1995. Con más de 65 años de experiencia en el sector industrial del Perú. La administración está a cargo del grupo INTERCORP.

Se caracteriza por ser líderes en la producción y comercialización de envases PET en el mercado peruano. Tiene centros de producción en Ecuador, Colombia, Panamá y El Salvador.

3.1.2 Localización de la empresa

La ubicación como punto de estudio para el diseño de un sistema de monitoreo de parámetros eléctricos en la empresa San Miguel Industrias PET S.A., está ubicado en el Cercado de Lima. Av. Materiales 2354, como se indica en la figura 7

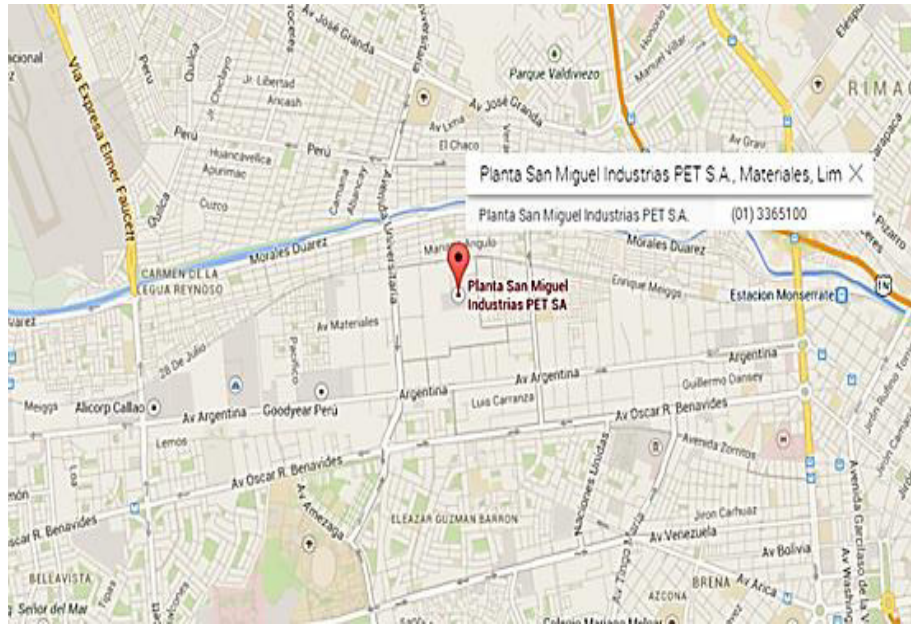


Figura 7: Plano de ubicación de la empresa San Miguel Industrias PET S.A.
Fuente: Google Maps

En la figura se aprecia la ubicación de la empresa San Miguel Industrias PET S.A. ubicado en cercado de Lima. Adaptado de Google Maps, Copyright 2016.

3.1.3 Diagnostico estratégico

A. Visión

Ser reconocidos como líderes en los mercados que participamos, por la calidad de nuestros productos y la excelencia de nuestros servicios.

B. Misión

Desarrollar una cultura de calidad a través de las personas que permitan el mejoramiento en nuestros procesos.

C. Valores

- Orden
- Limpieza
- Puntualidad
- Responsabilidad
- Honradez
- Respeto al derecho de los demás
- Afán por el ahorro y la inversión.

3.1.4 Situación actual de las instalaciones

La compañía cuenta con tres suministros de energía mediante (**Enel**), cada uno de ellas para cada planta; área de inyección, soplado y reciclado.

En las siguientes figuras se pueden observar las instalaciones eléctricas de cada área, en ellas se podrán instalar los equipos de control a medir para el sistema de medición.



Figura 8: Tablero planta reciclado
Fuente: cortesía SMI PET S.A



Figura 9: Tablero planta inyección primer nivel
Fuente: cortesía SMI PET S.A.



Figura 10: Tablero planta soplado
Fuente: cortesía SMI PET S.A



Figura 11: Tablero planta inyección segundo nivel
Fuente: cortesía SMI PET S.A

En la figura 8, se aprecia el tablero de fuerza del área de reciclado, se observa una vista panorámica de tablero en baja tensión que corresponde a 440V.

Del mismo modo, en la figura 9, podemos observar tablero de fuerza con medidores de energías que vienen de la celda de transformación y pertenecientes a la planta de inyección del primer piso.

En la figura 10, se observa tableros de fuerza en baja tensión que pertenece al área se soplado, y para terminar en la figura 11, se muestra la celda de transformación y tableros de fuerza de planta de inyección de segundo piso.

Estos tableros de fuerza mencionados como se puede observar ya cuentan con los medidores de energía instalados, esto nos facilita si la empresa desea implementar el sistema.

De estas figuras se obtienen el número de medidores de energía a conectar, en total adicionándoles medidores de energía que se encuentran en los tableros de distribución son 65. Separados en 3 grupos que son:

- 40 medidores para la planta de inyección.
- 18 medidores para la planta de soplado.
- 7 medidores para la planta de reciclado.

3.2 VARIABLES ELÉCTRICAS QUE MEDIRÁ EL SISTEMA

En este punto se discuten los términos y definiciones empleados para describir el comportamiento y el consumo de la energía eléctrica.

3.2.1 Corriente eléctrica (I)

También llamado intensidad eléctrica, es el flujo de carga por unidad de tiempo que recorre un material. Esto se debe al movimiento de los electrones en el interior del material. En el sistema Internacional de Unidades se expresa en C/s (culombios sobre segundos), unidad que se denomina amperio (A). Una corriente eléctrica, produce campo magnético y esto se debe al movimiento de cargas, un fenómeno que puede aprovecharse en el electroimán (Zamudio, 2013).

3.2.2 Tensión eléctrica (v)

Es independiente del camino recorrido por la carga, y depende exclusivamente del potencial eléctrico de 2 puntos en el campo eléctrico.

Si dos puntos tienen una diferencia de potencial y se unen mediante un conductor, se producirá un flujo de electrones. La carga fluye del mayor potencial hacia el punto de menor potencial y, en ausencia de una fuente externa (generador), esta corriente cesará cuando ambos puntos iguallen su potencial eléctrico (ley de Henry). Esta carga que fluye de un punto a otro se le conoce como corriente eléctrica.

3.3 IDENTIFICACIÓN DE TECNOLOGÍA A USAR EN EL SISTEMA

3.3.1 Introducción

Hasta el momento me he dedicado a sentar las bases teóricas necesarias para entender la problemática relacionada con el tipo de tecnología a usar. Se han analizado con cierta profundidad conceptos como los de sistema, variedad, jerarquía. Por lo tanto la tecnología que usaremos para el diseño de un sistema de monitoreo sea la tecnología cableada y la inalámbrica.

3.3.2 Tecnologías cableadas

A pesar de existir la tecnología inalámbrica, hoy en día aún seguimos usando la tecnología cableada, estas también poseen ventajas importantes como mayor velocidad de transmisión a grandes distancias e inmunidad frente a distorsiones armónicas. Estas ventajas convierten a esta tecnología en una buena opción para su uso en redes de potencia inteligentes de alta y media tensión.

3.3.3 Tecnología inalámbrica

La tecnología de comunicación inalámbrica se ha desarrollado para el envío de datos entre dos o más puntos sin la necesidad de una infraestructura física entre ellas. Además, tiene muchas ventajas, como su bajo costo de implementación, despliegues rápidos y movilidad, que las hacen muy favorables para su uso en redes de potencia inteligentes. Sin embargo, éstas deben enfrentar algunos desafíos para su

implementación en Smart Grid, como resistencia a las distorsiones armónicas. (Zamudio, 2013).

Para el diseño de este proyecto se aplicaran las dos tipos de tecnologías, (cableada, inalámbrica) esto nos ayuda en la integración de todos los medidores de energías.

La cableada se realizaran para la toma de lecturas de las variables eléctricas de las máquinas, todo ello integran en un solo punto de lectura para cada medidor de energía, luego de esto procesa la información y las envía hacia el servidor más cercano que se encuentre mediante el cable de red. Este servidor se comunicara a la red LAN mediante señales inalámbricas.

3.4 ELECCIÓN DE EQUIPOS A USAR

3.4.1 Medidor de energía (PM800)

De la serie PowerLogic PM800, de la tecnología Schneider Eléctric.

Se desea utilizar esta tecnología porque ofrece una capacidad de medición de alto rendimiento necesario para supervisar la instalación eléctrica de una unidad compacta. Además no es necesario realizar una nueva compra de estos equipos porque la empresa años atrás ha venido instalando de forma gradual para la supervisión y visualización manual del consumo eléctrico de sus máquinas, como ya

existen estos medidores de energía y tienen un buen funcionamiento, se desea utilizarlos para el monitoreo desde una sala de supervisión.

En el presente proyecto se realizó la comparación del medidor PM800 con la tecnología SOCOMEC para analizar el desempeño de ambos medidores, para mayor referencia revisar el anexo, pagina 100.

A. Funciones

En este punto se detallan algunas de las principales funciones del medidor de energía digital PM800.

- ✓ Mide tensiones de RMS real y armónico del orden 63.
- ✓ Acepta entradas estándar de TT y TI (corriente y tensión)
- ✓ Soporta una conexión directa de hasta 600 VAC.
- ✓ Certificado por ANSI C12.20 para precisión de vigilancia y IEC clase 60687 0.5S



Figura 12: Medidor de energía PM800
Fuente: www.schneider-electric.com

3.4.2 Elección del Gateway (EGX300)

Es un equipo basado en Ethernet que proporciona una interfaz transparente entre redes basadas en Ethernet y equipos que pueden ser instalados por el usuario. Asimismo incluyen medidores de energía, arrancadores, relés protectores, los PLC, unidades de control, controles de motores y otros dispositivos que se comunican mediante protocolos modbus, JBUS o PowerLogic.

La EGX300 utiliza el protocolo modbus TCP/IP para accederla información de equipos que puede instalar el usuario a través de una red de área local (LAN) o una red de área extendida (WAN). Estos equipos permiten utilizar software de supervisión para acceder a la información de los dispositivos y recolectar datos, establecer tendencias, programar alarmas y eventos, realizar análisis y ejecutar otras funciones.

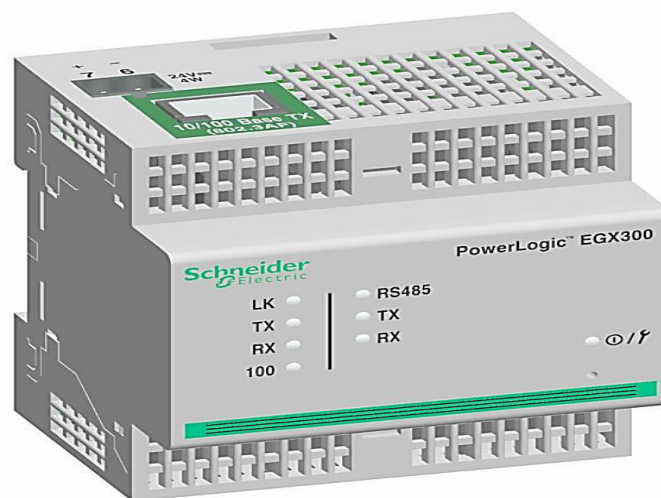


Figura 13: Gateway EGX300
Fuente: www.powerlogic.com

3.4.3 Transformador de corriente

Dispositivo eléctrico de corriente, esta utiliza el campo magnético de una corriente alterna a través de un conductor eléctrico para inducir una corriente proporcional en un segundo circuito. Las funciones principales de un transformador de corriente son: suministrar corriente, aumentarla o disminuirla y transmitir a los controladores del sistema protector.

El transformador de corriente toma una muestra de la corriente de las líneas a través del devanado primario y lo reduce hasta un nivel seguro para medirlo. El devanado secundario esta enrollado alrededor de un anillo de material ferromagnético y su primario está formado por un único conductor, que pasa por dentro del anillo, este anillo recoge una muestra del flujo magnético de las líneas primarias, que induce una tensión y hace circular una corriente por la bobina secundaria.



Figura 14: Algunos modelos de transformador de corriente
Fuente: www.kherson.all.biz/es/transformadores.com

En esta figura se identificó los modelos y tamaños de los transformadores de corriente a usar para diseño del sistema en la empresa, hay de diferentes rangos de corrientes

que soportan a medir, tamaño según los modelos de cada fabricante y diámetro interior para la sección del cable a medir.

3.4.4 Transformador de tensión

Con respecto al transformador de tensión, se elige para poder reducir voltaje de 440/220v, que nos servirá para alimentar el equipo medidor de energía, si se hace medición a una máquina que utiliza alimentación eléctrica trifásica de 220v, ya no es necesario usar el transformador de tensión, la alimentación sería directa, pero aguas arriba con un interruptor o fusibles de protección.

Con respecto a modelos y marcas es indistinto. Solo basta con las especificaciones eléctricas que pueden ser de 100W a 250W.



Figura 15: Transformador de tensión
Fuente: www.hpindustrialperu.com

3.4.5 Fusibles rápidos

Estos fusibles son de fusión rápida, se queman instantáneamente. Protegen los circuitos de iluminación, los equipos electrónicos y otros aparatos eléctricos del hogar que sean muy sensibles a los picos de corriente.



Figura 16: Fusibles rápidos
Fuente: <http://es.farnell.com>

3.4.6 Cables de comunicación

Se elige cables de comunicación con apantallamiento para hacer la interconexión de cada equipo de medición de energía, el apantallado nos garantiza que no se filtren ruido eléctrico, así poder enviar informaciones verdaderas y fiables.

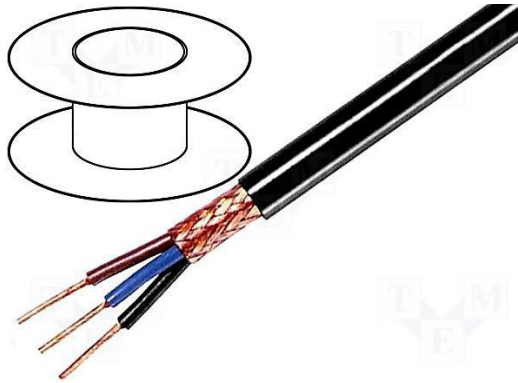


Figura 17: Modelo de cable de comunicación.

Fuente: www.tme.eu/es/katalog/cables-multihilo-apantallados

3.4.7 Requerimientos de hardware y software para el sistema ion - enterprise

Los requerimientos mínimos de Hardware donde se instalarán el software son los siguientes:

- Procesador Pentium 4 de 2GHz.
- Memoria RAM 2Gb.
- Lector DVD.
- Disco duro 40Gb o mayor.

Los requerimientos mínimos de Software son los siguientes.

- Sistema operativo Windows 2003/2008 server o XP.
- Microsoft office 2003/2007 profesional.
- Internet Explorer 7.0

En la actualidad la tecnología avanza a pasos agigantados, ya no sería necesario describir algunas características para el software de instalación, las nuevas computadoras que salen al mercado ya superan los requerimientos mínimos pedido a usar.

3.5 INTERCONECTAR LA RED DE MEDIDORES DE ENERGÍA

3.5.1 Diagrama de bloques

De acuerdo a las imágenes obtenidas de toda la compañía se desea integrar en un solo punto de supervisión los tres suministros de energía incluyendo sus derivaciones lo que corresponde para cada planta.

Para su diseño de este proyecto me enfocaré en un solo medidor de energía: desde su instalación, configuración y monitoreo de sus parámetros eléctricos mediante una red LAN.

3.5.2 Descripción del diagrama de bloques

Conformado por un medidor de energía (PM800), la cual se encarga de tomar las señales de entrada que son: señal de tensión y señal de corriente, éste se encargará de almacenar y procesar todos los parámetros eléctricos, también cuenta con un circuito de protección que sirve como una fuente de alimentación al sistema. En el diagrama de bloque se observa que hay una línea de trifásica de entrada que puede ser tensiones

desde 220/380/440v etc., que va alimentado hacia la carga; en este caso un motor trifásico, con respecto a la carga no necesariamente puede ser un motor si no también puede ser cualquier equipo que consuma energía eléctrica, esta tensión que va alimentado hacia la carga se hacen derivaciones para tomar señales de tensión y corriente y darle como señal de entrada al medidor, de la misma manera se hace otra derivación que va al circuito de protección para estabilizar o reducir la tensión y alimentar al medidor, de energía que su tensión de alimentación está en un rango de 110v a 240v para poder trabajar satisfactoriamente.

Una vez procesada la información y almacenada dentro de su memoria interna para poder visualizar durante o después de cada medición. Esta información almacenada se transfiere al Gateway (EGX300). Para luego ser enviado hacia una red de área local (LAN).

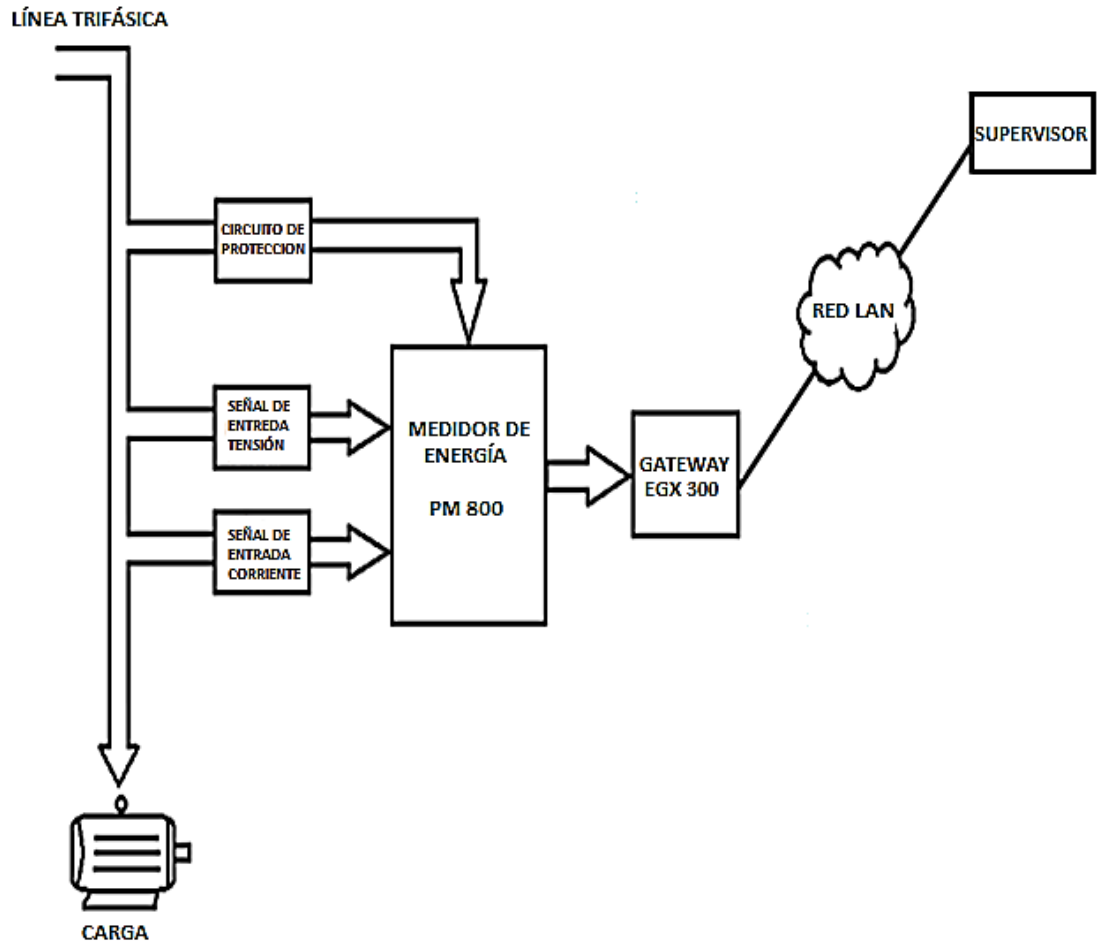


Figura 18: Diagrama de bloque del sistema de medición
Fuente: Elaboración propia.

A. Línea trifásica

El diseño de este sistema soporta para diferentes tensiones que comúnmente son usados en la industria, tensiones desde 220/380/440v.

En la actualidad los sistemas trifásicos son muy importantes para generar y distribuir la energía eléctrica. Lo cual tiene varias ventajas: ahorro significativo que se obtiene al distribuir la energía eléctrica bajo un sistema trifásico, lo cual tiene dos tipos de

tensiones diferentes: tensiones de fases y tensiones de líneas. Las tensiones de fases son las que existen entre cada fase y el punto neutral, ver la siguiente figura.

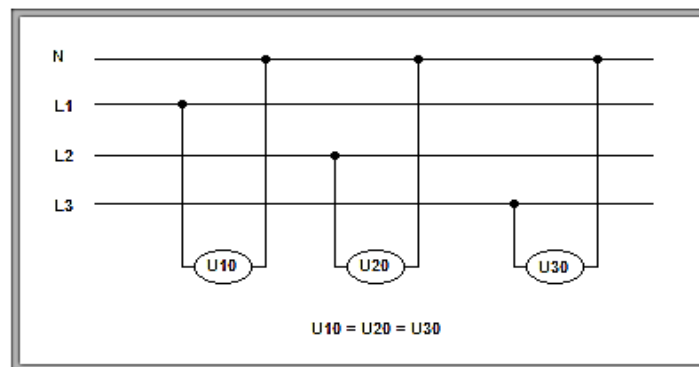


Figura 19: Esquema de conexión entre fase y neutro en 220v
Fuente: Elaboración propia

Las tensiones de línea son tensiones que existen entre diferentes fases. Estas tensiones se le llaman U12, U23 y U31, ver la siguiente figura.

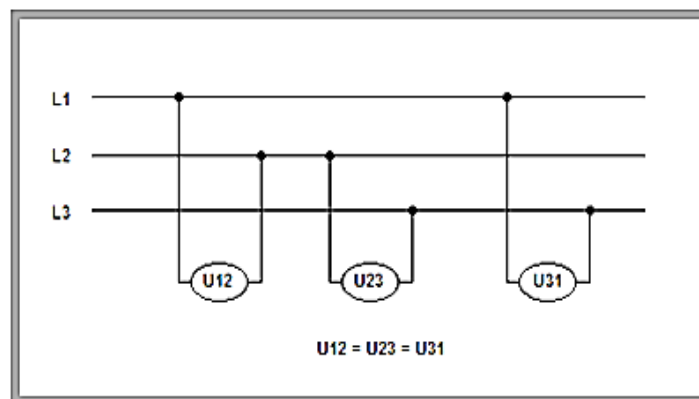


Figura 20: Conexión entre fases
Fuente: Elaboración propia

B. Circuito de protección

Consta de un transformador para reducir el voltaje de alimentación al equipo medidor de energías, la tensión de alimentación va depender de la línea trifásica, si las cargas a medir es un equipo que se alimenta con una tensión trifásica de 220v ya no se estaría utilizando el transformador de tensión, se garantiza utilizar fusibles de protección tanto como en la entrada y la salida del transformador. La potencia del transformador va depender del consumo del medidor de energía que no supera los 150 mA.

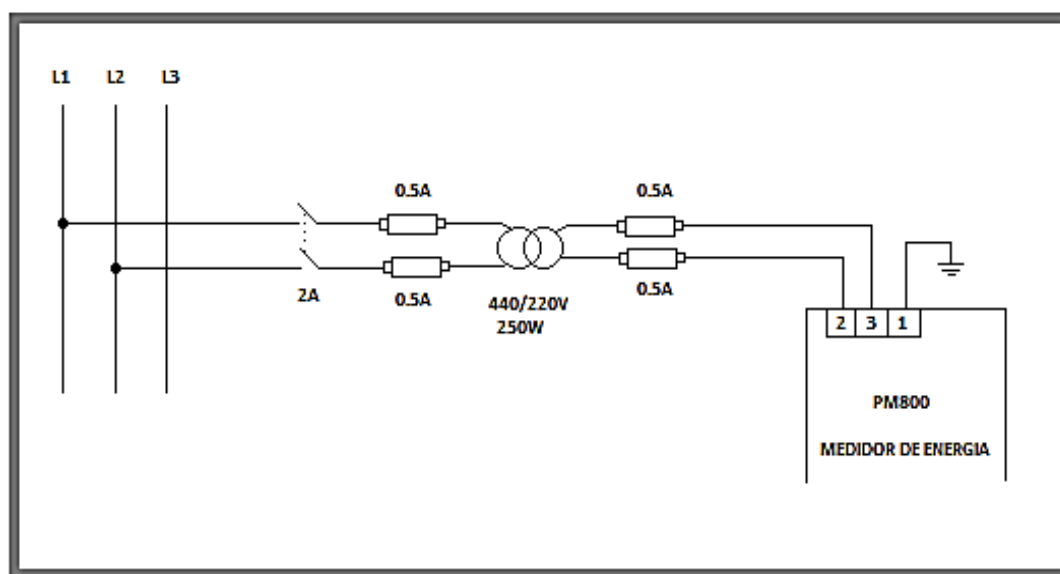


Figura 21: Esquema de conexión del circuito de protección
Fuente: Elaboración propia

C. El transformador ideal

- **Características**

Transformador que consta de un solo devanado primario y otro secundario. Conectado a una sola fase de un sistema trifásico.

Por lo general tienen pérdidas nulas y un rendimiento igual a la unidad.

Una aplicación de la inductancia mutua es el transformador que se puede definir como una red que tiene dos o más bobinas, las cuales están acopladas magnéticamente.

El transformador ideal tiene la característica de no tener pérdidas de flujo magnético.

En este tipo de transformador aparece la definición de la relación de vueltas a que indica la relación existente entre el número de vueltas de las bobinas y su auto inductancias.

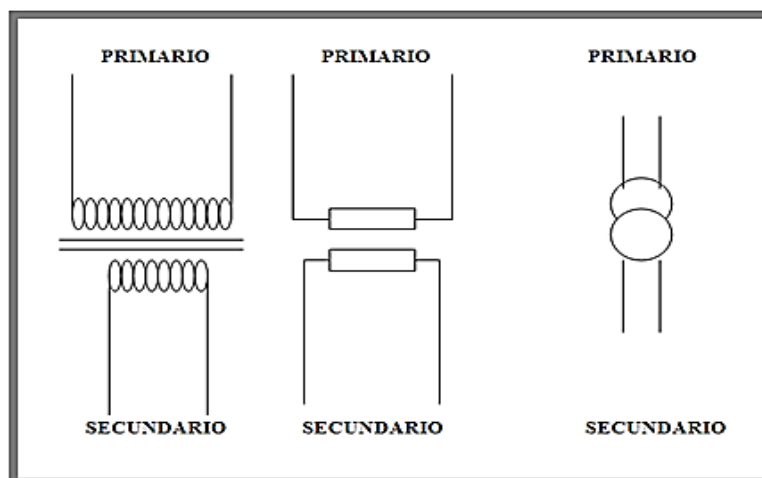


Figura 22: Simbología del transformador reductor
Fuente: Elaboración propia

D. Señal de entrada de tensión

Compuesto por una red trifásica para hacer una comparación de tensión, consta mediante un transformador de aislamiento y fusibles de cortocircuito rápido para proteger al equipo medidor de energía ante cualquier perturbación eléctrica, es necesario también adicionar un interruptor automático de desconexión, su función será quitar la energía en cualquier evento para hacer cambios de conexión, reemplaza algunos componentes que están en falla.

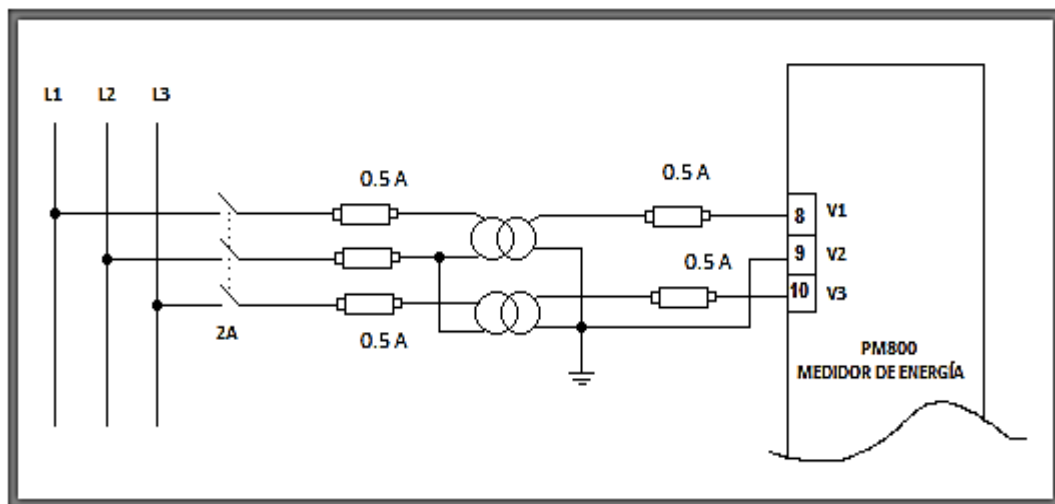


Figura 23: Esquema de conexión de señal de entrada de tensión
Fuente: Elaboración propia

E. señal de entrada de corriente

El equipo medidor toma la señal de corriente mediante el transformador de corriente, cuando hay consumo de corriente en las líneas de tensión el campo eléctrico se

induce mediante el transformador, esta envía señales en mA, dependiendo el consumo de la carga. La relación de transformación del transformador de corriente es de 800/5A. En la figura 24 se puede apreciar un esquema de conexión típico para el transformador de corriente, hay diferentes tipos de conexiones pero se hace la conexión con dos transformadores para hacer las mediciones de corriente debido a que se estaríamos ahorrándonos un transformador más para otros equipos a conectar. Para corregir y tener una medición fiable se hace una configuración detallada al equipo medidor. Ingresar parámetros como: relación de transformación, número de transformadores de entrada, tensión de entrada a medir, etc.

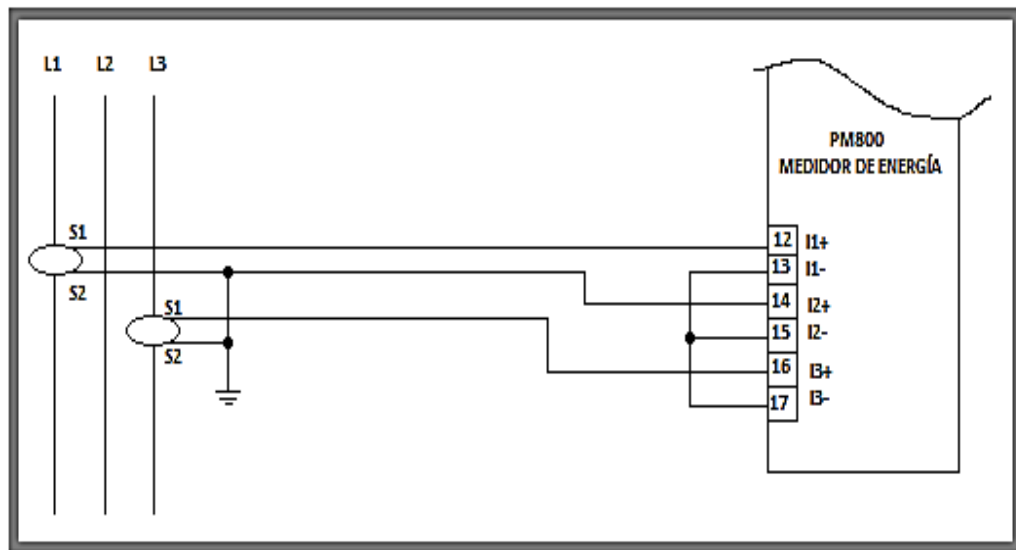


Figura 24: Esquema de conexión de señal de entrada de corriente
Fuente: Elaboración propia

F. Circuito completo del medidor de energía

En la figura 25 se observa un esquema eléctrico completamente conectado del medidor de energía, se detalla con claridad el cómo va ser conectado cada uno de los

medidores que corresponde a cada tablero, la red principal que va tomar la señal de corriente y tensión son la red trifásica de tensión, la red después de pasar por estos alimentará a la carga. El circuito consta de transformador de aislamiento para tomar señal de tensión y sensores de corriente para señales de corriente (llamados también transformador de corriente). Su relación de transformación va depender del consumo de la carga. Si damos un ejemplo seria: 300/5A, 400/5A, 600/5A, etc.

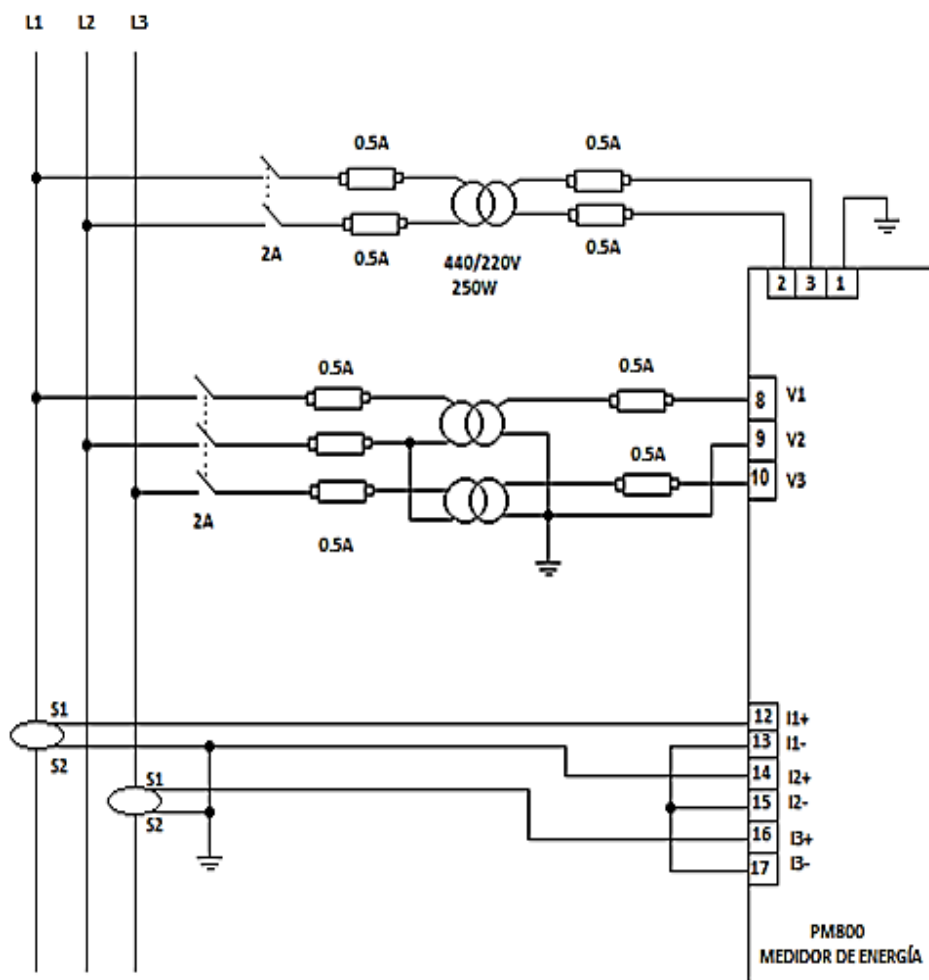


Figura 25: Diagrama completo de conexión del equipo medidor de energía
Fuente: Elaboración propia

G. Circuito de conexión del egx300 y pm800

En este diagrama eléctrico se hace la conexión entre el equipo medidor de energías y el equipo Gateway EGX300. Lo nuevo que hay es el cable de comunicación que se comunica al medidor de energías mediante modbus RS-485.

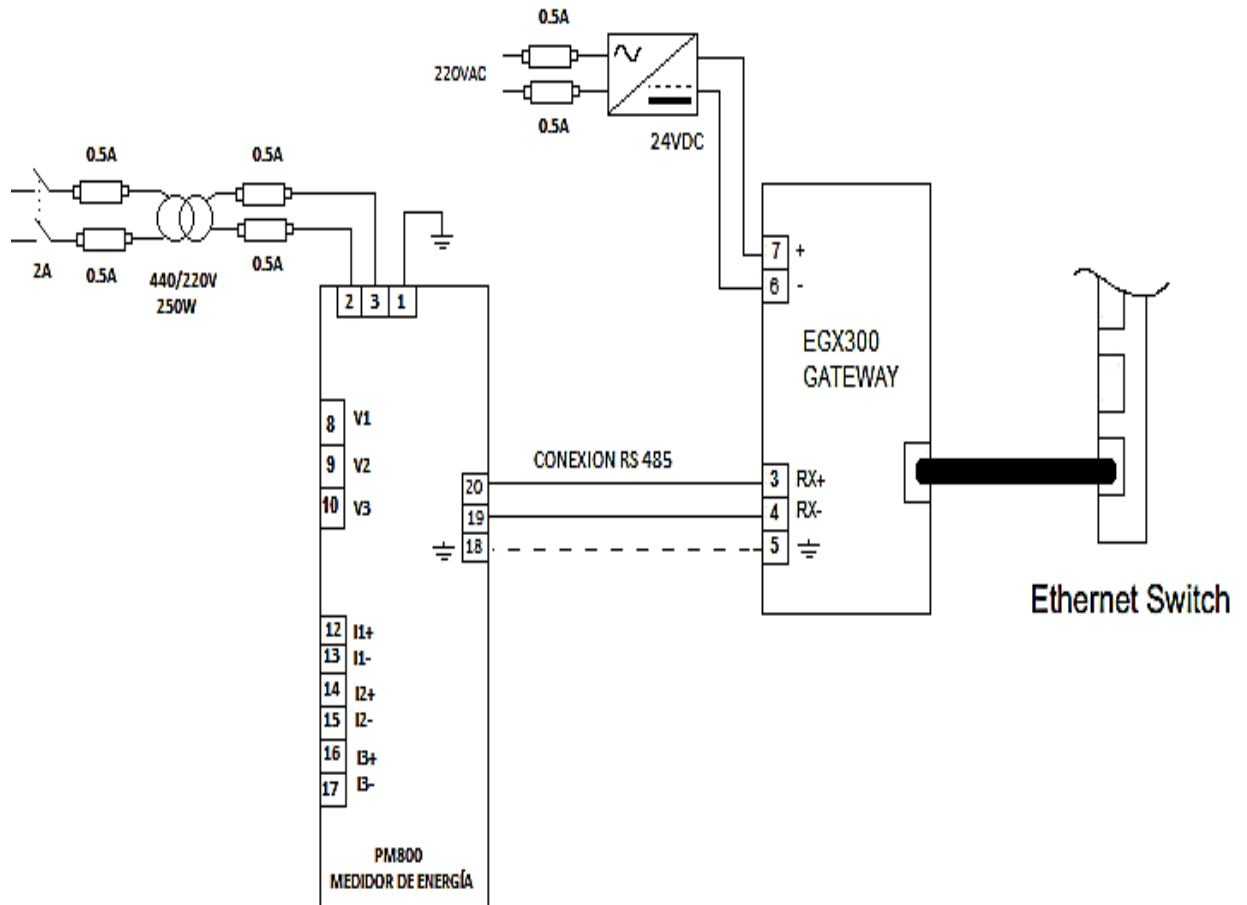


Figura 26: Diagrama de conexión entre el medidor de energía y el egx300
Fuente: Elaboración propia

H. Diagrama de flujo

Después que la parte del hardware se encuentra instalada completamente todo pasa a la etapa de configuración, en este punto se hacen las configuraciones correspondientes estableciendo los parámetros para obtener resultados óptimos asimismo, las configuraciones pueden ser de forma manual equipo por equipo o con una PC, desde el medidor de energía hasta la PC que es la última etapa de supervisión.

En el diagrama de flujo se observa que la primera fuente de recolección de información es el medidor de energía que mediante dos señales de entrada (en este caso tensión y corriente) son las variables a medir por el equipo medidor de energía, si la señal de corriente está presente a la entrada del medidor de energía esta se encarga de leerla y procesarla, de igual forma lo hace con la señal de tensión, estas dos señales son independientes, no necesariamente deben estar para procesar la información, el medidor de energía detectará consumo siempre y cuando exista flujo de corriente hacia la carga de consumo, y estas dos variables tanto como la tensión y corriente serán procesados para almacenar los datos en su memoria interna, si las señales de entrada no están correctamente configurados se retornará a la etapa de configuración del medidor, ingresando los parámetros establecidos de cada señal de entrada.

Luego que el equipo medidor lee las señales pasa a la etapa del proceso de la información para realizar cálculos establecidos según en base a las señales de entrada

y obtener otros parámetros eléctricos que pueden ser: potencias, frecuencias, armónicos, perturbaciones eléctricas y alarmas, todas estas se pueden ser visualizados mediante el panel supervisor del mismo equipo medidor de energía que a la vez también será visualizado en tiempo real mediante una red desde un sala de monitoreo. Una vez estos datos ya procesados serán enviados mediante el Gateway (EGX300) hacia la nube (internet).

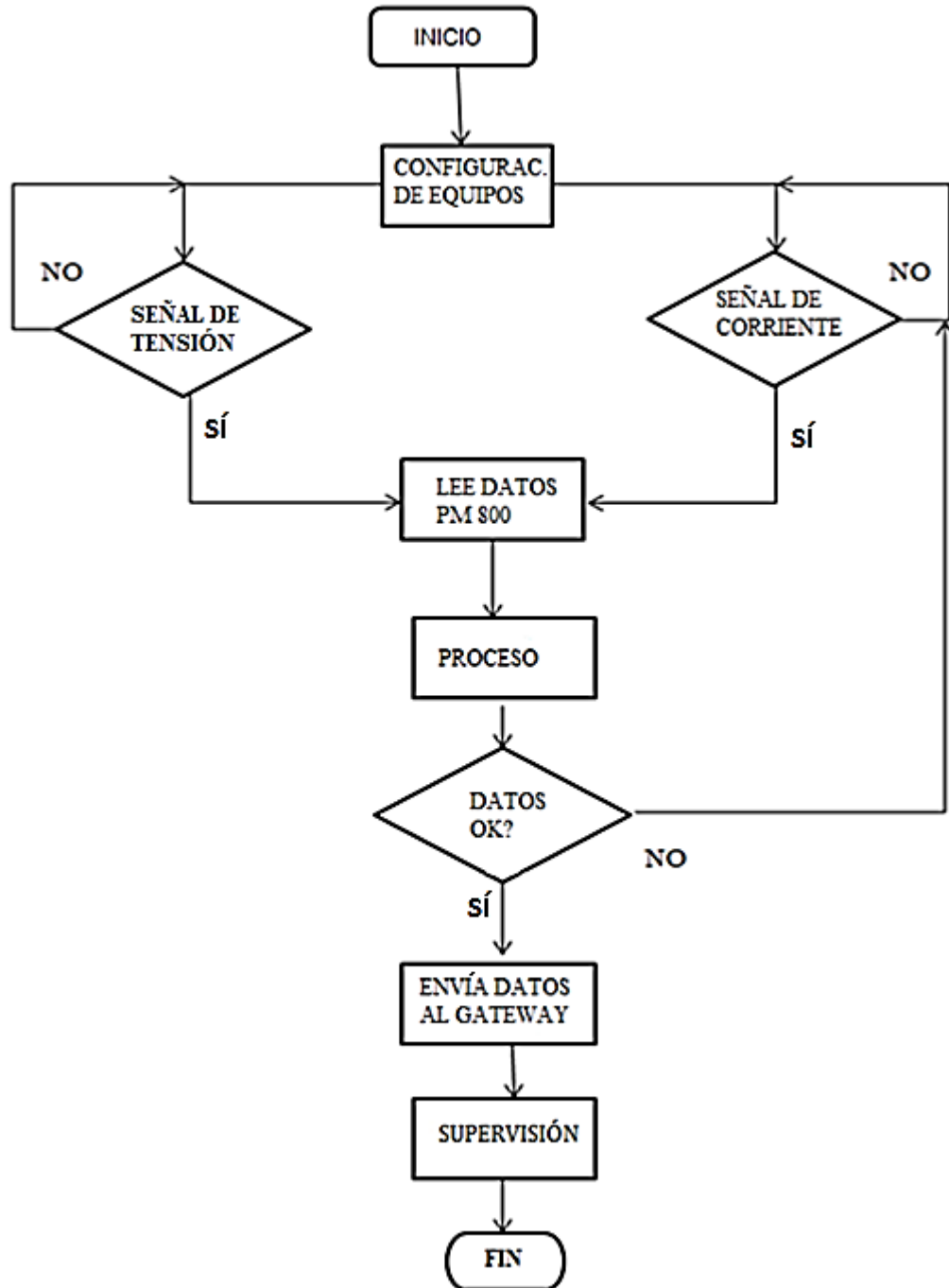


Figura 27: Diagrama de flujo
 Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV:

ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO

4.1 ANÁLISIS DE COSTOS

En este punto se ha convocado a varios proveedores para hacer una cotización sobre los precios de cada equipo, se toma como referencia una cotización del mínimo valor ofertado.

En la tabla 1 se mencionan los costos del Hardware y software, detallados con sus componentes y accesorios de comunicación para el diseño de un sistema de monitoreo de parámetros eléctricos en la empresa San Miguel Industrias PET S.A.

Tabla 1
Costo de Hardware y software.

HARDWARE	CANTIDAD	P/UNITARIO	P/TOTAL
	AD	EN S/.	EN S/.
Gateway con Webserver	1	5160.56	5160.56
Gateway	2	1305.22	2610.43
Fuente de 24 VDC para Gateway	3	180	540.00
Cable de comunicación modbus RS485 apantallado	400	980	3920.00
Total Hardware			12230.99
SOFTWARE			
Software de monitoreo de energía ion Enterprise para medición de 65	1	10344.55	10344.55

Fuente: Área de mantenimiento (SMI PET S.A.)

4.1.1 Costos para la instalación de puntos de redes en la empresa

A. Costos para la planta inyección

Instalación de dos puntos de red en planta de inyección (subestación en primer piso y segundo piso).

La subestación del primer piso se va comunicar a un punto de red que está a una distancia de 50 metros y la subestación del segundo piso va ir a un punto de red que está a una distancia de 80 metros.

Estas distancias de comunicación involucran todos los accesorios mencionados en la tabla 2, por normas de seguridad se han hechos los requerimientos bajo un régimen de estandarización.

Tabla 2

Costo para la planta inyección primer nivel y segundo nivel.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO EN S/.
130 m	DE CABLE SFTP DIXON CAT5E RJ45 4 PARES SOLIDO	
2	CONECTOR RJ-45 APANTALLADO DIXON CAT5E	
2	JACK RJ45 DIXON CAT5E	
2	FACEPLATE DIXON 1 PORT BLANCO	
2	CAJA DIXON PROFUNDA BLANCO 2x4	
41	TUBOS PVC SAP PASADO ¾ EN AZUL NAVAL	
14	CURVAS PVC SAP PASADO ¾ EN AZUL NAVAL	
28	CONECTORES PVC ¾	
14	CAJAS DE PASO METÁLICAS 4x4x2	
	PRECIO TOTAL INCLUIDO IGV	1841.447

Fuente: Área de mantenimiento (SMI PET S.A.)

B. Costos para la planta soplado y reciclado

Instalación de dos puntos de red en subestación de soplado y reciclado, el punto de red para soplado se encuentra a 35 metros y el punto de red para soplado se encuentra a 50 metros, se detallan todos los accesorios necesarios bajo un régimen de estandarización para su instalación.

Tabla 3

Costo para la planta soplado y planta reciclado.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO EN S/.
85 m	DE CABLE SFTP DIXON CAT5E RJ45 4 PARES SOLIDO	
2	CONECTOR RJ-45 APANTALLADO DIXON CAT5E	
2	JACK RJ45 DIXON CAT5E	
2	FACEPLATE DIXON 1 PORT BLANCO	
2	CAJA DIXON PROFUNDA BLANCO 2x4	
28	TUBOS PVC SAP PASADO ¾ EN AZUL NAVAL	
10	CURVAS PVC SAP PASADO ¾ EN AZUL NAVAL	
24	CONECTORES PVC ¾	
12	CAJAS DE PASO METÁLICAS 4x4x2	
	PRECIO TOTAL INCLUIDO IGV	1464.74

Fuente: Área de mantenimiento (SMI PET S.A.)

4.1.2 Gastos de inversión

En la tabla 4 se mencionan todos los gastos necesarios para que en un futuro se desee implementar el sistema de monitoreo de parámetros eléctricos, también se mencionan al detalle los costos de software y hardware, costos de mano de obra (variable) y costos por cada planta.

Tabla 4
Resumen de gasto de inversión

GASTOS DE INVERSIÓN	PRECIO EN NUEVOS SOLES
Costo de Hardware	12230,99
Costo de software	10344,55
COSTO DE MANO DE OBRA	
Costo planta inyección	1841,45
Costo planta soplado	475,78
Costo planta reciclado	988,96
COSTO TOTAL	25881,73

Fuente: Área de mantenimiento (SMI PET S.A.)

4.2 ANÁLISIS DE BENEFICIO

Con este proyecto de diseño de un sistema de monitoreo de parámetros eléctricos se desea mejorar los tiempos muertos en la recolección de datos y sacar en tiempo real a la misma hora que Enel hace lectura a sus medidores.

Optimizar la producción de cada área haciendo registro de medición de cada máquina que consumen energía eléctrica, con estos indicadores se tomarán decisiones inmediatas para determinar la elección el tipo de producto a fabricar.

Para hallar los beneficios tomaré en relación con la producción de la empresa en hora fuera punta, en este punto el costo de energía es considerablemente un poco menos, también hay otros como: reducir el factor de potencia, que corresponde a una penalización. En el sistema de compresión de aire tener vigilado para producir más aire consumiendo menos energía eléctrica.

En esta tabla se muestran datos de consumo de energía activa en un periodo de un año, energía consumida en hora punta (HP) y energía consumida en fuera de hora punta (FHP).

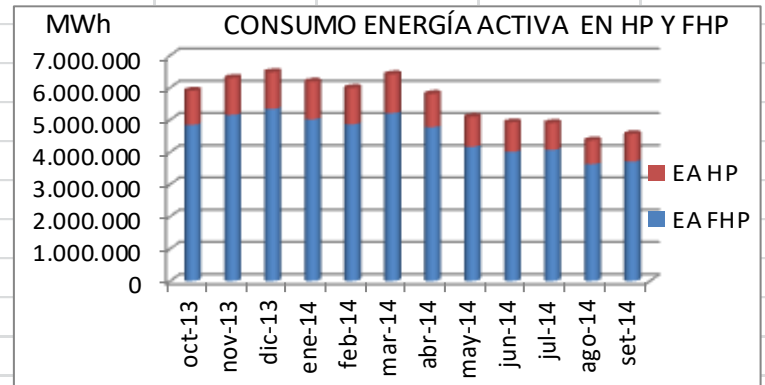
- ✓ Las horas de (HP) comprende desde 18:00 horas hasta 20:30 horas, con un rango de 2 horas y 30 minutos.
- ✓ Las horas de (HFP) comprende fuera de las horas 18:00 y 20:30 pm.

En la siguiente tabla 5 se muestra el consumo anual de la energía eléctrica. En esta, se detallan datos reales del consumo eléctrico que fueron adquiridos de la empresa y mediante esta información se podrá realizar el análisis de costo.

Tabla 5

Consumo de energía activa en hora punta y fuera de hora punta

Mes	Energía Activa HP (kWh)	Energía Activa FP (kWh)
oct-13	1.065.042	4.838.741
nov-13	1.148.172	5.152.475
dic-13	1.143.319	5.339.553
ene-14	1.172.375	5.014.378
feb-14	1.133.759	4.858.862
mar-14	1.204.185	5.209.497
abr-14	1.034.889	4.770.509
may-14	930.597	4.162.703
jun-14	917.910	4.004.795
jul-14	838.909	4.064.875
ago-14	738.257	3.625.576
set-14	858.585	3.702.593
Total	12.185.999	54.744.557



Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se calcula el precio de la facturación eléctrica total que se cobra a la empresa, energía en hora punta (HP) y energía en fuera de hora punta (FHP)

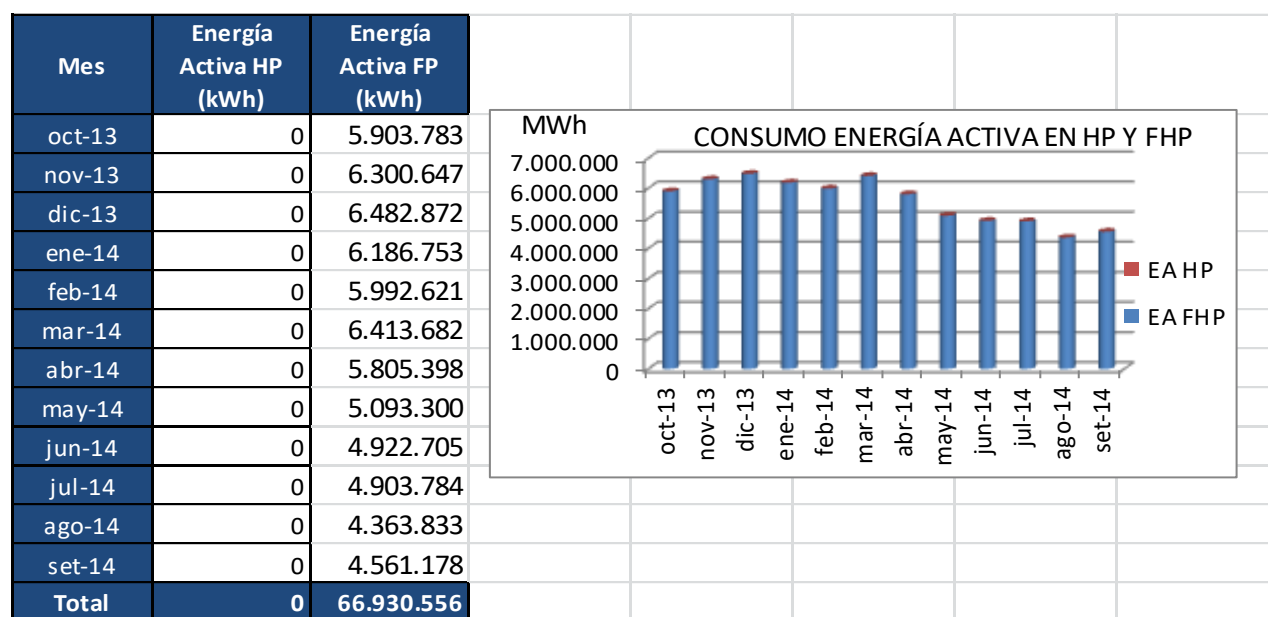
Tabla 6
Consumo de energía total en SMI PET S.A.

	HP	HFP
KWh TOTAL	12,185,999	54,744,557
COSTO X KWh EN S/.	0.1475952	0.1414842
TOTAL S/.	1798594,96	7745489.851
TOTAL	9544084.811	

Fuente: Elaboración propia

Lo deseable es tener un consumo de la misma cantidad de energía fuera de las (HP), esto debido que en este horario el cobro de la tarifa eléctrica establecido por Edelnor es ligeramente mayor al cobro de la energía consumida en (FHP), la tabla siguiente detalla lo deseable.

Tabla 7
Gráfico deseado de consumo de energía activa



Fuente: Elaboración propia

Tabla 8
Lo que se espera pagar en la tarifa eléctrica

	HP	HFP
kWh		66,930,556
COSTO X KWh EN S/.		0.1414842
TOTAL EN S/.	0	9469616.171
TOTAL	9469616.171	

entonces tendremos la diferencia del total		74468.64
esto quiere decir un ahorro anual de	S/.	74468.64

Fuente: Elaboración propia

Obtenidos estos resultados se procede a calcular el retorno de inversión mediante la fórmula del ROI.

ROI = retorno de inversión = ganancia neta/inversión total

Ganancia = reducir el consumo de energía en hora punta (HP)

Anual se paga por consumo de energía S/. 9 544 084.811

Con el sistema debería reducir el consumo a S/. 9 469 616.171

Inversión total es de S/. 25 881.73

$$\text{ROI} = \left[\frac{9544084.811 - 9469616.171}{2\,5881.73} \right] \times 100$$

ROI = 287.7 % anual

$$\text{ROI} = \frac{[287.7\%]}{12} = 23.9\% \quad \text{mensual}$$

CONCLUSIONES

Se pudo determinar las variables eléctricas a usar en el sistema de monitoreo de parámetros eléctricos, aquellas variables son: tensión y corriente. Son las dos únicas que nos sirven para poder determinar otros parámetros más que nos pide el sistema de monitoreo, como: frecuencia, factor de potencia, voltajes, corriente, armónicos, etc. Estos datos fueron procesados para determinar el consumo de energía de cada máquina en sí.

Una de las tecnologías recomendadas para este diseño es el de la tecnología Schneider electric por tener un mejor desempeño y además la empresa ya contaba con estos equipos de medición instalados de esta tecnología. Por otro lado, el personal técnico ya está familiarizado con estos productos. Es así que le será fácil cuando se integre todo el sistema a una sala de monitoreo, para visualizar remotamente desde una dirección IP internet.

Se definieron los componentes a usar para el sistema de monitoreo de parámetros eléctricos usando datos técnicos para cada equipo.

Se realizó el diagrama eléctrico de cada equipo que involucra el sistema de monitoreo de parámetros eléctricos, desde el equipo medidor de energía hasta la PC

que corresponde este último a la etapa de monitoreo. En relación con la configuración de los EGX300 ya forma parte del personal especializado (contratista).

Se diseñó un sistema de control para la empresa San Miguel Industrias Pet S.A. Este sistema logró reducir el tiempo de toma de lecturas a los medidores de energía, además con este sistema se logró disminuir el consumo de energía eléctrica de la empresa.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda integrar otras variables físicas y químicas como: presión, temperatura, humedad, etc. Para poder optimizar, simplificar y administrar al detalle cada tipo de energía que se pueda consumir en toda la planta en general.
- Se recomienda la administración de este sistema al área del departamento de mantenimiento, quien ejecutará información del sistema y procesarla para dar fe al consumo de energía de cada producción.

REFERENCIAS

Candelas Herías, F. A. (2010).

<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18990/1/AA-p3.pdf>.

Recuperado el 15 de 10 de 2014, de modbus RTU RS-485.

Carné, X. M. (2010). <http://www.xmcarne.com/>. Recuperado el 10 de julio de 2014

Comites. (28 de 09 de 2006). *Comunicaciones industriales*. Recuperado el 10 de agosto de 2014, de

<http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/articulos/agosto-06.pdf>

Cre. (2007). *Cooperativa rural de electrificación*. Recuperado el 21 de Julio de 2017, de <http://www.cre.com.bo/webcre/index.asp>

Dias, R. (2013). *analisis comparativo de sistemas de medicion inteligentes en el contexto de las redes inteligentes*. lima.

Lara, F. R. (2006). *parametros fisicos y electricos*. Lima:

<http://tesis.pucp.edu.pe/>.

Morales. (2013). *catarina.udlab.mx*. Recuperado el 13 de 10 de 2014

Perez, L. (7 de marzo de 2015). Recuperado el 10 de 08 de 2016, de
blogspot.pe: <http://loydiperez.blogspot.pe/2015/03/buses-tipos-de-buses-y-funcion-de-cada.html>

Pineda, D. (2013). *bitstream, monitoreo y control de demanda maxima*.
Recuperado el miercoles de setiembre de 2014

Pleite, P. D. (2010). *Eficiencia Energetica*. <https://www.swe.siemens.com>.

S.A, S. P. (s.f.). <http://www.smi.com.pe/inicio>. Recuperado el 21 de 07 de
2014

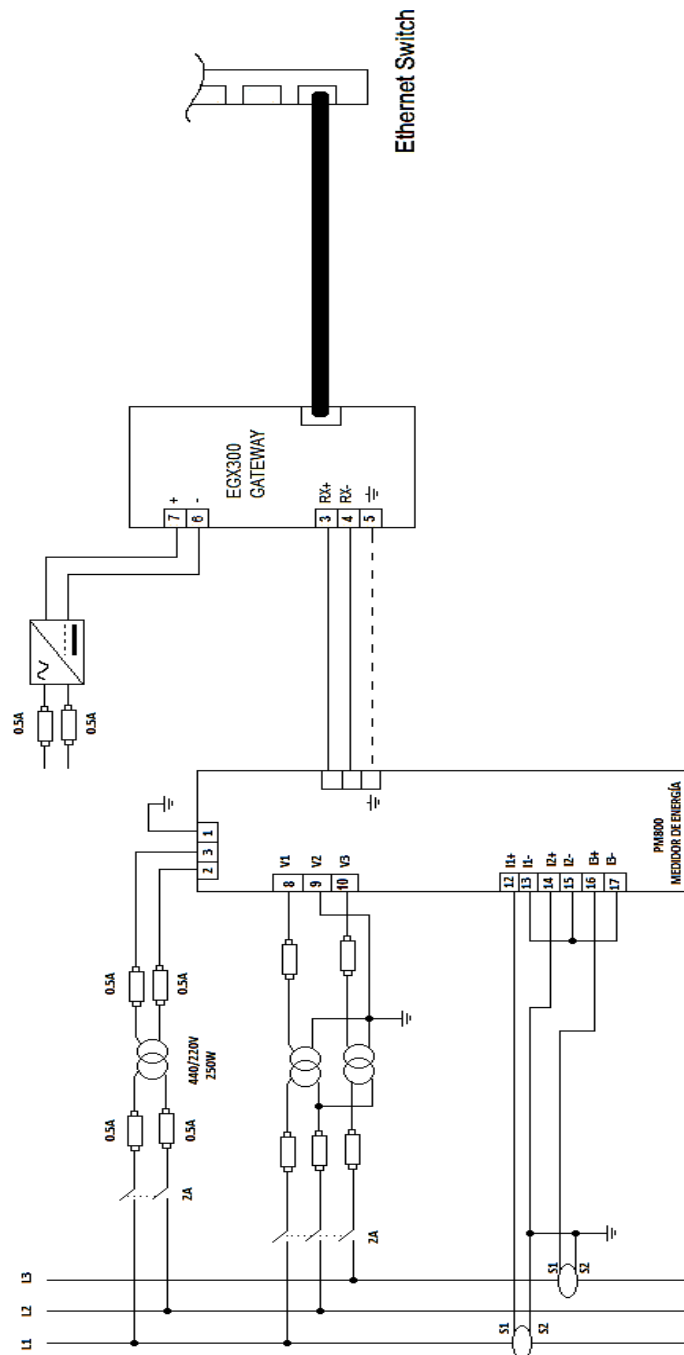
Santiago. (2008). *Santiagoapostol*. Recuperado el 11 de 09 de 2014, de
<https://www.google.com.pe/search?q=www.santiagoapostol&rlz=1C1T SNSwww.santiagoapostol&aqs=chrome..69i57.1220j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

Tecnología digital del bajo. (2012). *Diseño electronico hardware y software*.
Recuperado el 05 de 10 de 2014, de www.tecdigitaldelbajo.com.

Zamudio. (Abril de 2013). *tecnologia inalambrica*. Obtenido de
http://www.bizkaia.eus/Home2/Archivos/DPTO8/Temas/Pdf/ca_GTcapitulo4.pdf?idioma=CA.

ANEXOS

VISTA GENERAL DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN DE UN MEDIDOR DE ENERGÍA



DESCRIPCIÓN DEL EGX300

1. conexión de alimentación de 24 VDC
2. conexión 10/100BaseTx (802.3af)
3. LED:

Ethernet:

- LK: Enlace activo
- TX: Transmitiendo datos
- RX: Recibiendo datos
- 100: Velocidad del enlace 100Mb = ACTIVADO, 10Mb = DESACTIVADO

Serie:

- RS485: modo RS485 = ACTIVADO, modo RS232 = DESACTIVADO
- TX: Transmitiendo datos
- RX: Recibiendo datos

Alimentación/Estado

4. Liberación del carril DIN
5. Botón de restablecimiento (púlselo para reiniciar la EGX; no se perderán los datos)
6. Conexión RS485
7. Interruptor DIP
8. Conexión RS232

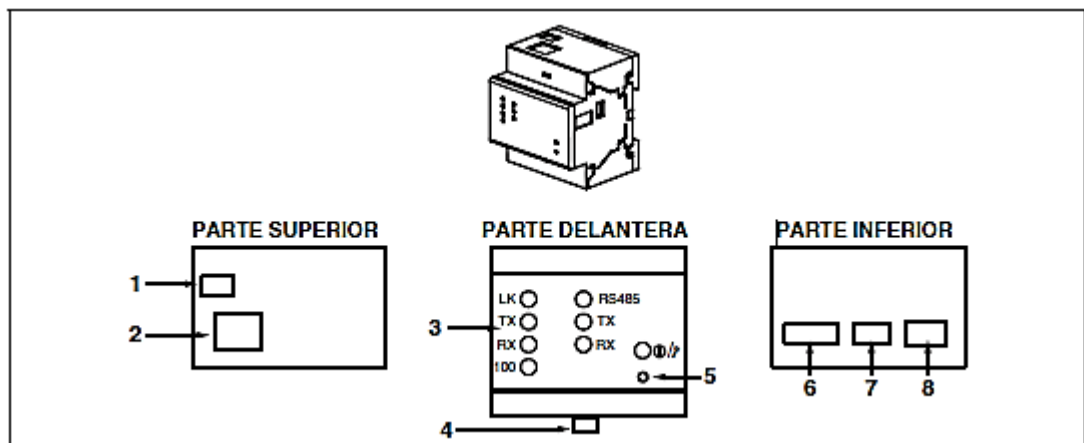
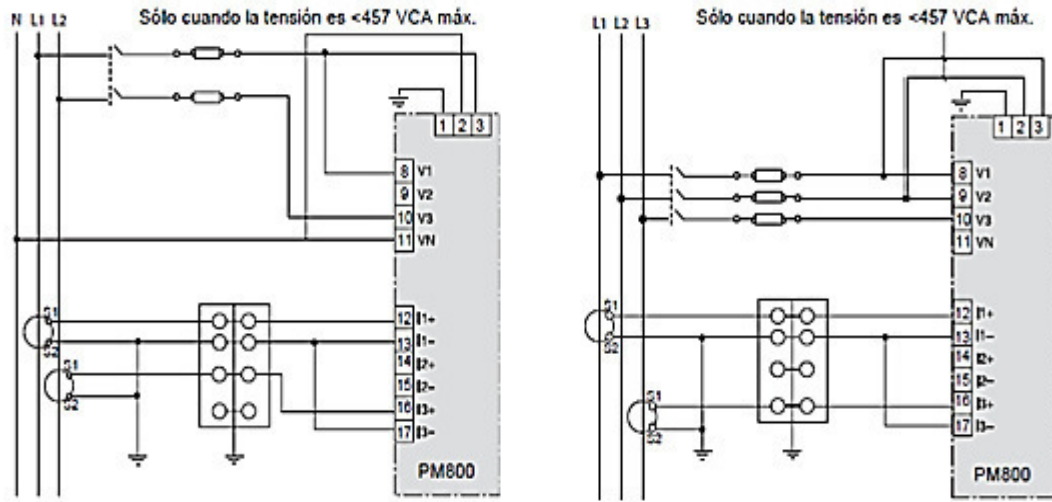


DIAGRAMA DE CABLEADO

En la figura del lado izquierdo se muestra una conexión de tensión directa, monofásica y de 3 hilos con 2TI.

En la figura del lado derecho se indica una conexión de 3 fases 2TI sin TT



NOTA

Para evitar la distorsión, use cables paralelos para la alimentación y las entradas de tensión. Mantenga los fusibles cerca de la fuente de energía.

Configuración de Ethernet y TCP/IP

Acción	Resultado
1. En el menú Configuración, haga clic en Ethernet y TCP/IP .	Abre la página Ethernet y TCP/IP.
2. Seleccione el formato de trama y el tipo de medio. Si no los conoce, póngase en contacto con el administrador de la red.	Selecciona el formato de trama y el tipo de medio.
3. Introduzca su dirección IP, la máscara de subred y la dirección predeterminada de la pasarela asignadas a la EGX por el administrador de la red.	Introduce los parámetros de Ethernet para la EGX. <i>NOTA: Si introduce una dirección IP que ya esté siendo utilizada por otro dispositivo, se le pedirá que seleccione una dirección IP diferente. Consulte "Detección de direcciones IP duplicadas" en la página 10.</i>
4. Haga clic en Aplicar .	Actualiza la configuración de Ethernet y TCP/IP de la EGX.

Ethernet y TCP/IP

Ethernet

Dirección MAC - 00:60:67:80:5A:E5

Formato de trama: Ethernet II ▼

Tipo de medio: 10T/100Tx Auto ▼

Parámetros IP

Obtener una dirección IP automáticamente

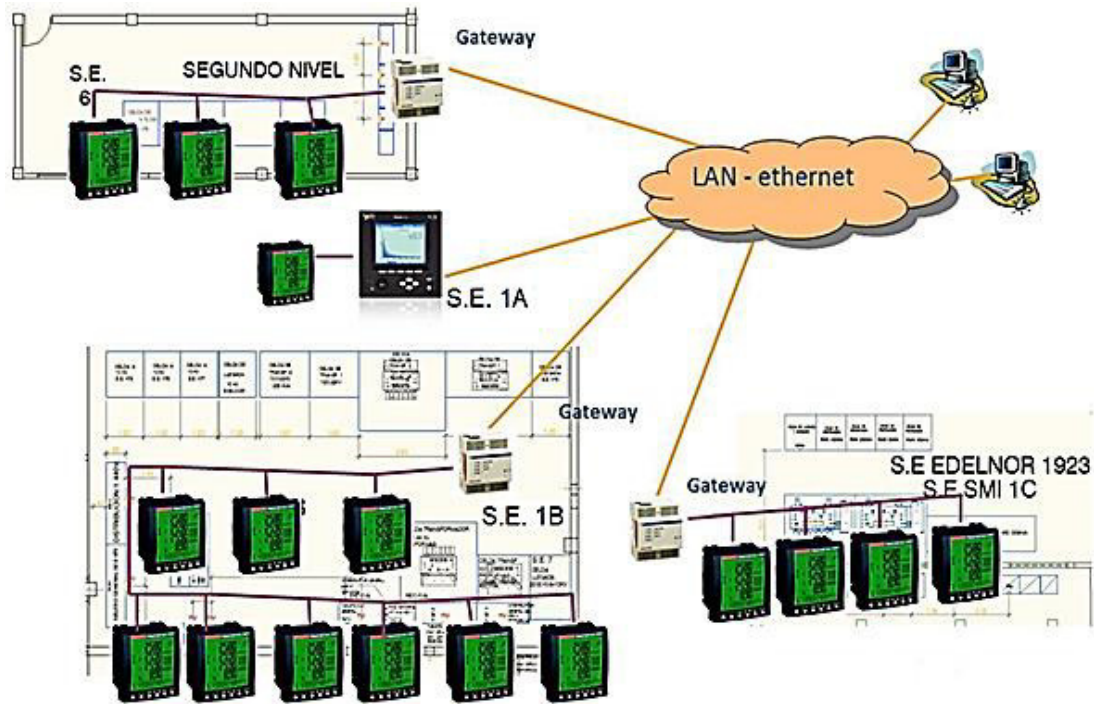
Dirección IP: 169 . 254 . 0 . 10

Máscara de subred: 255 . 255 . 255 . 0

Pasarela predeterminada: 169 . 254 . 0 . 10

Avanzado
Aplicar

ARQUITECTURA DE MONITOREO DE PARAMETROS ELÉCTRICOS EN LA EMPRESA SAN MIGUEL INDUSTRIAS PET



Consumo de potencia en Kilowatt hora del medidor principal de planta de inyección en un periodo de 24 horas

FECHA	HORA	KiloWatt hora	Kilovoltampere hora	Kilovar hora
21/10/2014	00:00:00	766.90	789.40	182.10
21/10/2014	01:00:00	768.00	790.50	183.00
21/10/2014	02:00:00	772.00	793.90	179.80
21/10/2014	03:00:00	792.70	815.80	187.90
21/10/2014	04:00:00	781.10	803.50	183.40
21/10/2014	05:00:00	780.40	802.10	180.00
21/10/2014	06:00:00	795.80	817.80	182.90
21/10/2014	07:00:00	784.60	806.30	180.50
21/10/2014	08:00:00	813.30	849.90	197.60
21/10/2014	09:00:00	687.10	704.40	149.60
21/10/2014	10:00:00	682.30	698.30	142.80
21/10/2014	11:00:00	693.30	707.80	136.10
21/10/2014	12:00:00	719.30	743.10	180.90
21/10/2014	13:00:00	731.20	748.50	153.70
21/10/2014	14:00:00	778.80	819.30	176.60
21/10/2014	15:00:00	790.00	812.40	183.60
21/10/2014	16:00:00	833.70	857.60	195.50
21/10/2014	17:00:00	828.10	852.20	196.20
21/10/2014	18:00:00	820.40	789.70	168.40
21/10/2014	19:00:00	818.10	788.30	172.30
21/10/2014	20:00:00	822.60	805.40	185.40
21/10/2014	21:00:00	770.00	821.50	186.10
21/10/2014	22:00:00	786.80	806.80	172.90
21/10/2014	23:00:00	779.60	798.70	168.00

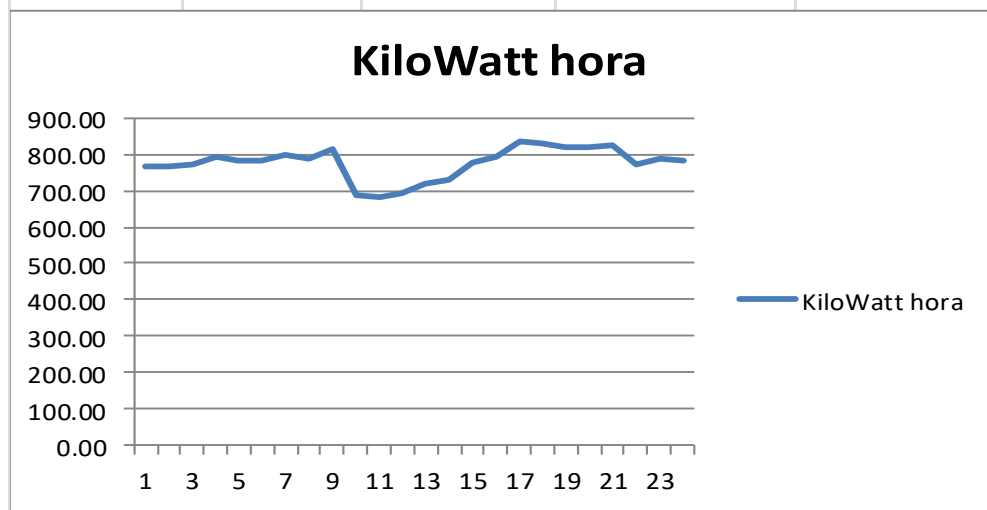


TABLA COMPARATIVA CON TECNOLOGÍA SOCOMEC

TECNOLOGÍA	COMUNICACIÓN	VELCIDAD DE TRANSMISIÓN	DISTANCIA DE TRANSMISIÓN	NIVELES DE ARMÓNICOS	SOPORTE	NÚMERO DE DISPOSITIVOS	CANALES DE MEDICIÓN
SCHNEIDERS	Protocolo modbus TCP/IP	9600 bps	2438 m	5	Par trenzado	32	agua, aire, gas, electricidad, vapor
SOCOMEK	Protocolo modbus TCP/IP	3600bps	1200 m	4	par trenzado	31	eléctrica