

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

REPORTE TECNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

“SOFTWARE VISUAL REMOTO DEL MODULO DE MEDICION, USANDO EL
CIRCUITO ELECTRONICO ADE9000 DE ANALOG DIVECES PARA
MONITOREAR PARAMETROS DE CALIDAD DE LA ENERGIA ELECTRICA, EN
EL LABORATORIO DE ELECTRICA DEL ITTG”

Carrera: Ingeniería Eléctrica

Autores: Saúl Isaac Sánchez Gutiérrez
Williams Daniel Molina Morales

Correos: williams_0095@live.com
gsis_32@hotmail.com

Asesor interno: Ing. Jorge Díaz Hernández

Tuxtla a Gutiérrez, Chiapas, a 08 de enero del 2020

RESUMEN

La Calidad de la Energía se define como cualquier suceso manifestado en desviaciones de voltaje, corriente, o frecuencia que resultan en fallos o mala operación del equipo de uso final. Esto significa, que la calidad de la energía o la calidad del suministro eléctrico, más que definida por límites establecidos en estándares, es definida por el requerimiento que mis equipos eléctricos/electrónicos tienen para operar apropiadamente, sin sufrir daños o paros inesperados.

Las perturbaciones eléctricas se definen en términos de magnitud y duración. Estas perturbaciones varían desde microsegundos a cortes del servicio eléctrico que se prolongan durante horas. Una perturbación eléctrica hace que el suministro supere los límites de operación y que los equipos instalados funcionen de forma incorrecta o incluso se dañen.

Las perturbaciones eléctricas son provocadas por los grandes avances tecnológicos que han traído consigo más equipos electrónicos y a su vez variaciones y fluctuaciones de tensión, los fenómenos naturales que afectan a la red y los pequeños roedores, cada una de estas circunstancias son causantes de que existan cambios en la tensión de la red. Por tal razón, se requiere un tratamiento integral del problema desde diversos frentes. Estos comprenden, entre otros, investigación básica y aplicada, diseño, selección, operación y mantenimiento de equipos, normalización, regulación, programas de medición y evaluación, capacitación de personal.

El siguiente proyecto presenta un sistema de medición para parámetros eléctricos en redes trifásicas de baja tensión, el sistema realiza sus mediciones por medio de sensores de corriente y de voltaje que son leídos por medio de la placa electrónica ADE900 de Analog Devices, la cual procesa los datos y son arrojados en una bitácora, a fin de poder almacenar la información de las mediciones en determinado tiempo, después se pasa a la visualización con la ayuda de la gran diversidad de librerías que Matlab maneja podemos obtener graficas que nos facilitan el análisis del estado de la red eléctrica.

Índice

1. Introducción	5
1.1 Antecedentes	6
1.2 Estado del arte	7
1.3 Objetivos	8
1.3.1 objetivo general	8
1.3.2 objetivos específicos	8
1.4 Justificación	13
1.5 Metodología	¡Error! Marcador no definido.
2. Marco teórico	14
2.1 Monitoreo de parámetros eléctricos	14
2.1.1 Corriente	14
2.1.2 Voltaje	14
2.1.3 Potencia	15
2.2 Calidad de la energía	18
2.3 Perturbaciones en los sistemas eléctricos de potencia	19
2.4 Armónicos	23
2.4.1Tipos de armónicos	23
2.4.2 Efectos de los armónicos.	24
2.5 Métodos para el análisis de los armónicos	26
2.5.1 Tasa de distorsión armónica.	26
2.5.2 Distorsión armónica total	26
2.6 Métodos de Fourier para analizar armónicos	27
2.6.1 Teorema de Fourier	27
2.6.2 Expresiones alternativas de la serie de Fourier	28
2.6.3 Transformada de Fourier	28
2.6.4 Indicadores esenciales de la distorsión armónica	29
2.6.5 Factor de potencia	29
2.7 Normalización	30
2.8 Medidor de energía ADE900SHIELDZ	43
2.8.1 Características.	44
2.8.2 Aplicaciones	47
2.8.3 Beneficios de medidores de energía digitales	47
2.9 Medidor de calidad de la red PQM Multilin	48
2.9.1 Instrucciones de GE multilin PQM	50
2.9.2 CAPITULO 1: Visión General	51
2.9.1. Capítulo 2: Instalación	60
2.9.5 Capítulo 3: Operación	64
2.9.6 Capítulo 4: Programación	72

2.9.7 NORMATIVIDAD	132
3.-DESARROLLO.....	138
3.1 Configuración de Arduino	138
3.2 Calibración de la placa	138
3.3 Configuración de Raspberry	152
3.4 Instalación de vncserver en la raspberry pi 3.....	163
4 Resultado y conclusión	170
4.3 Conclusión	173
Referencias.....	176
Bibliografía	177
ANEXOS	178

1. Introducción

El crecimiento de la economía ha promovido la expansión de la energía eléctrica, el avance y alcance tecnológico de la actualidad, esto implica la implementación de dispositivos electrónicos de control y electrodomésticos los cuales tienen su base en elementos de estado sólido y cargas no lineales, los cuales producen perturbaciones a la red eléctrica de suministro lo que afecta tanto a la empresa de suministro como al usuario consumidor.

en la actualidad el uso de la energía eléctrica se ha vuelto un factor súper influyente en el proceso tanto en la industrial, como en el hogar en el mundo globalizado cada vez se ve más grande la demanda de mejores productos y la industria ve a la energía eléctrica como insumo vital de producción debe estar sujeto a requerimientos de control de calidad y confiabilidad en la generación y suministro de la energía eléctrica, las perturbaciones eléctricas provocadas por las cargas no lineales y elementos de estado sólido afectan al funcionamiento de e incluso daños a equipos y procesos.

El conocimiento en términos de calidad de la energía es sumamente importante y sobre todo tener la práctica de cómo obtener estos parámetros en las redes trifásica juegan un papel muy importante en la formación de los alumnos del instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, los instrumentos de medición y análisis son muy influyentes en este tipo de tema, he ahí la importancia de tener a la mano un módulo de prácticas para poder entender con más claridad los estándares de calidad en el país.

1.1 Antecedentes

La electricidad es utilizada en la industria y en el hogar en aplicaciones que van desde la iluminación hasta la operación de los equipos de trabajo y sistemas de cómputo. En la actualidad, la energía eléctrica es de suma importancia para la humanidad. Por consiguiente, los disturbios y variaciones de voltaje afectan la vida humana de una u otra forma y desde este marco de referencia es que se hace necesario tener calidad en la energía. La calidad de la energía es un concepto utilizado para referirse al estándar de calidad que debe tener la energía en términos de tensión o voltaje constante y de forma sinusoidal, de frecuencia de oscilación constante y de mínimas perturbaciones como armónicas

Los problemas asociados a la calidad eléctrica y continuidad de suministro, se han convertido en un punto de interés para pequeñas y grandes empresas; porque estos pueden incluir operaciones erráticas en equipos de protección; sobrecarga y recalentamiento en equipos como transformadores, motores, conductores o condensadores, entre otros. En las últimas décadas se ha producido una explosión masiva en el uso de equipos basados en electrónica de potencia, tanto en aplicaciones de uso industrial como doméstico es por ello que el análisis y monitoreo hoy en día se vuelve un proceso clave para poder contar con el estándar adecuado de calidad tanto en energía como en materiales y seguridad del usuario.

1.2 Estado del arte

“Desarrollo de plataforma integral de monitoreo de parámetros eléctricos por medio inalámbrico” Ing. Fabio Vega Nieto, mayo del 2017; integra una plataforma de enlace inalámbrico a un dispositivo monitor de redes eléctricas con el objetivo de monitorear los principales parámetros eléctricos, los cuales son almacenados en una base de datos con fin de analizar consumo, gastos y facturación de la energía eléctrica, león, Guanajuato, Mexico. [1]

“Diseño e implementación de un sistema de monitoreo remoto de parámetros eléctricos”, Janeth lucia lucio Anaguano, Ing. Rodolfo Gordillo Orquera, Ing. Wilson Yopez Vázquez, septiembre del 2015; presentan un proyecto piloto sistema de monitoreo de parámetros eléctricos de forma remota, el cual ayudará en la detección de errores que se encuentren en las líneas de suministro eléctrico de baja tensión que abastecen energía a todo el sistema eléctrico. Ecuador, Ciudad de Quito.[2]

“Análisis del Monitoreo en Tiempo Real del Aislamiento Interno y Externo de Transformadores de Potencia e Intercambiadores de Tomas” Fernando Rubén Pullupax Masabanda, Luis Elías Tapia Calvupiña, 2016; estructura un sistema de monitoreo utilizando los recursos existentes en CELEC.EPTRANS-SELECTRIC, tomando como base la experiencia de aplicación de monitoreo para transformadores de potencia. ECUADOR, Ciudad de Quito.[3]

“Diseño y construcción de un sistema de visualización para el monitoreo de parámetros del vehículo eléctrico (EVEO)” Diego Haro, Oswaldo Naranjo, Mayra Sarzusa, Marzo del 2017; se diseña y se construye un sistema de visualización moderno para el monitoreo de parámetros eléctricos del coche EVEO, mediante el uso de microprocesadores ATMEL de arquitectura avanzada de 32 bits con indicadores digitales. Ecuador, Ciudad de Quito. [4]

“Diseño de un sistema de monitoreo de parámetros eléctricos en la empresa san miguel industrias pet s.a. – lima” Mendoza Segura, Joel Shakespeare, 2017; se plantea una solución con dos módulos del tipo maestro-esclavo, el modulo esclavo va conectado directamente a las maquinas, mientras que el módulo muestra se encuentra en el 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. Perú, Lima.[5]

1.3 Objetivos

1.3.1 objetivo general

Diseñar un sistema por medio de Matlab que permita graficar y visualizar los parámetros a censar con el circuito electrónico ADE9000 y aplicarlo a cargas trifásicas del laboratorio del ITTG.

1.3.2 objetivos específicos

- Realizar un software para monitoreo de un módulo de mediciones de calidad de energía con el circuito ADE9000.
- Diseñar un programa para la visualización de monitoreo de los parámetros eléctricos que demanda el prototipo de analizador de calidad de la red en Matlab.
-

1.4 Metodología

Una manera de representar el avance de cada proceso es con un diagrama de bloque, este representa un diagrama interno de un sistema. En este proyecto se implementa el uso de este diagrama para bosquejar cada proceso que nuestro prototipo utilizara como base en su descripción general como Modulo de medición de calidad de la energía.

Figura 16. Diagrama de bloques de hardware del prototipo del Módulo de mediciones de calidad de la energía.

1.4.1 descripción del flujo del diagrama de bloques

La construcción de nuestro prototipo está constituida en 5 etapas, cada etapa tiene diferente tipo de operación cada una separada de otra físicamente, pero mantienen una conexión entre ellas para intercambio de información.

En seguida se muestran las funciones en cada proceso de las etapas que conllevo el proceso de construcción del prototipo.

1.4.2 Fuente de alimentación.

La alimentación de la energía para el prototipo comienza desde la red eléctrica proveyendo la energía para la fuente de alimentación, esta a su vez suministra la energía hacia los demás componentes que se usaran.

El primer componente en tener la alimentación será la Raspberry, a este estará conectado el Arduino mediante un cable USB que le entregara energía y que este mismo cable será quien envíe datos entre estos 2 dispositivos, por consiguiente, el Arduino alimentara a la placa ADE9000SHIELDZ al estar conectado con todos los pines del Arduino la placa queda alimentada con las alimentaciones de 5 v y 3 v.

1.4.3 Lecturas de variables eléctricas

En la toma y medición de las señales de voltajes y corrientes del prototipo de modulo de mediciones de calidad de la energía se usaron dispositivos que se encuentran dentro de las instalaciones del instituto tecnológico.

Para la medición de las señales de voltaje se utilizó una fuente trifásica variable que se encuentra en los laboratorios de ingeniería electrónica, esto para hacer pruebas de lectura del prototipo.

La placa del prototipo cuenta circuitos para el acondicionamiento de las señales, de los cuales son circuitos resistivos y capacitivos que fijan los valores que la placa realiza en el momento de que hace las mediciones. Los circuitos que posee la placa del prototipo tienen filtros antialiasing.

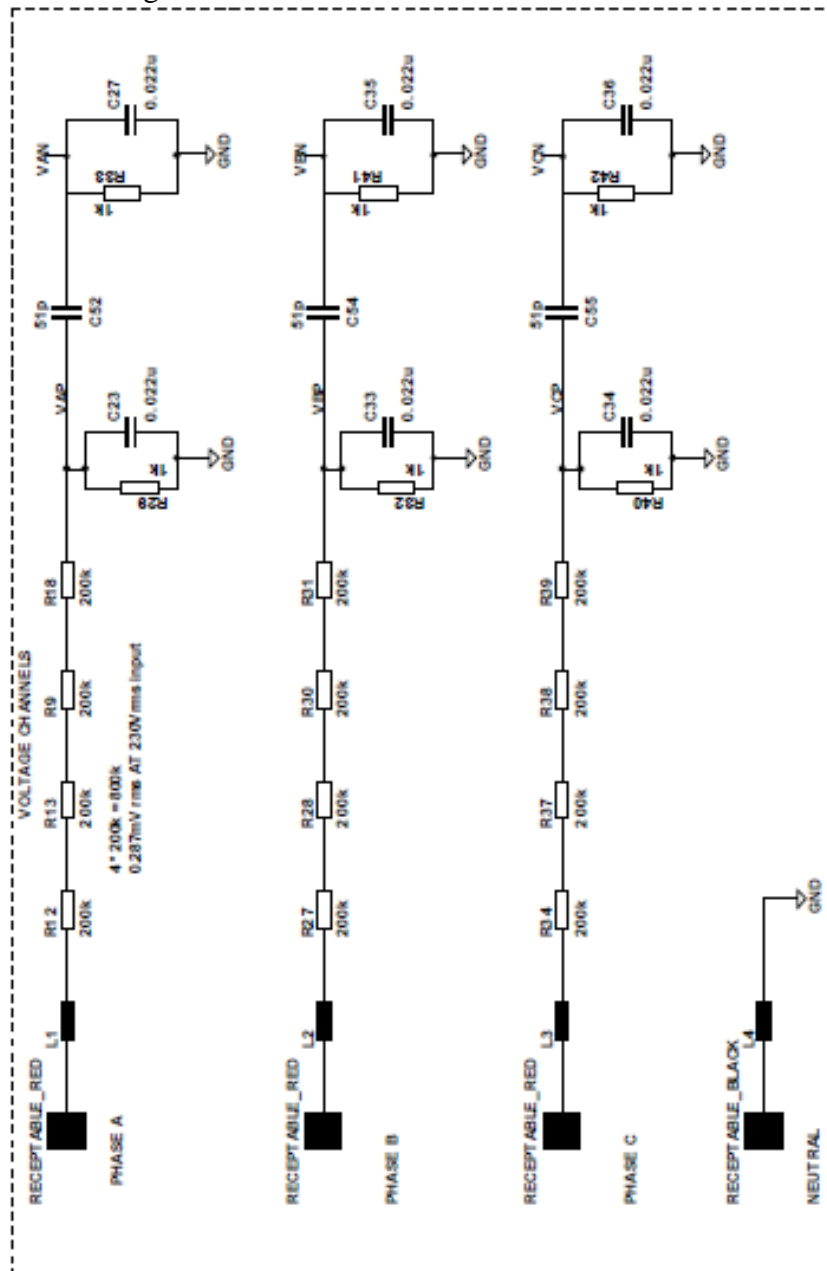


Figura 17. Conexión de Canales de medición de voltajes.

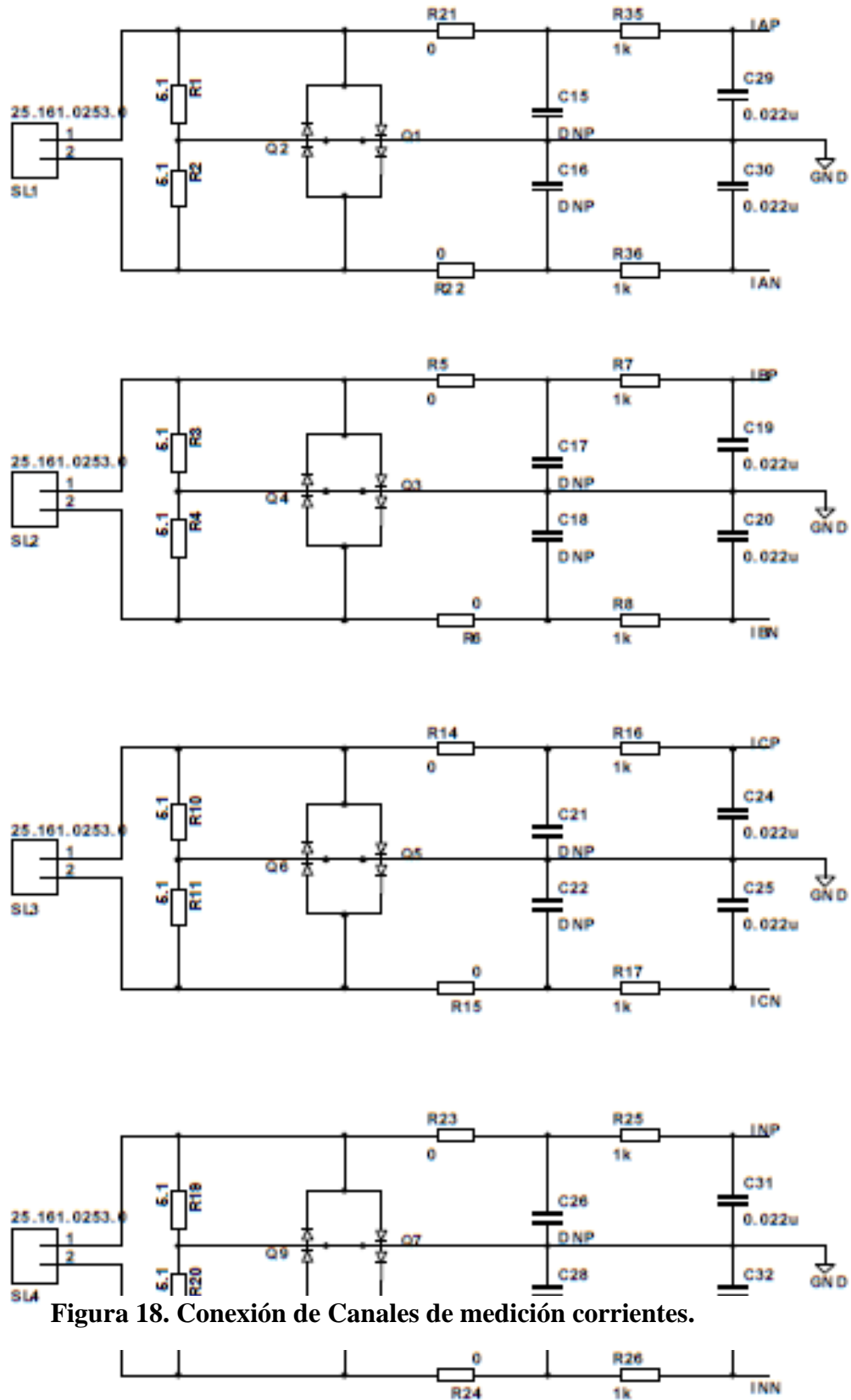


Figura 18. Conexión de Canales de medición corrientes.

Se puede decir ADE9000 es el circuito más importante para propósito de medición de la calidad de la energía internamente, este posee todas las características necesarias para procedimiento de las mediciones requeridas para módulos de practica cuenta con registro de parámetros que son factor de potencia, voltaje, Distorsión armónica total, energía reactiva y activa

1.4.4 Interfaz de memoria

El Arduino es el CPU principal del circuito ADE9000 que comprende como procesador de analizador del prototipo de la calidad de la energía

La etapa de la interfaz de memoria será en cargada de realizar tareas como:

- 1.-comunicación entre la Rapsberry y Arduino
- 2.- Adecuación de datos para ser legible en LCD
- 3.-gestionar calibración del ADE9000
- 4.-gestionar el análisis de las mediciones de los parámetros eléctrico
- 5.-no existe una base almacenamiento dado CPU(Arduino) posee una memoria flash por lo cual hace que se borre al instante todo lo almacenado

1.4.5 Visualización de datos

Dado CPU(Arduino)por las propiedades que posee una memoria flash y al no tener una memoria de almacenamiento de larga duración podemos obtener una previsualización de los datos realiza el prototipo En el puerto serial 9600 La velocidad en baudios es la velocidad a la que se transfiere la información en un canal de comunicación. En el contexto de puerto serie, "9600 baudios" significa que el puerto serial es capaz de transferir un máximo de 9600 bits por segundo. Si la unidad de información es un baudios

1.4.6 Almacenamiento de datos

Por otro lado, la información procesada es la recopilación de datos del circuito integrado ADE9000 por medio de los sensores de corriente no en vacivos que guardara los registros previos de censado de la energía

Raspberry Pi3 es un ordenador de placa reducida, es la tercera generación de Raspberry Pi y tienes un sistema operativo muy versátil es el RASPBIAN OS aunque permite usar otros sistemas operativos, incluido una versión de Windows 10. En todas sus versiones, incluye un procesador Broadcom, memoria RAM, GPU, puertos USB, HDMI, Ethernet (el primer modelo no lo tenía), 40 pines GPIO (desde la Raspberry Pi 2) y un conector para cámara. Ninguna de sus ediciones incluye memoria, siendo esta en su primera versión una tarjeta SD y en ediciones posteriores una tarjeta MicroSD.

1.4.7 VARIABLES MONITOREADAS

De acuerdo a la Comisión Reguladora de Energía que expide la Norma Oficial Mexicana de Energía NOM-EM-007-CRE-2017 se muestra una lista de las variables a ser medidas por el prototipo de Modulo de mediciones de calidad de la energía como requisitos mínimos que solicita la norma y la Comisión.

Tabla 07. Cantidades de influencia de energía.

Cantidades de influencia	Porcentajes	Valor de corriente	F.P.	Límite de variación en % de error	
				kWh.	
				Clase 0.2	Clase 0.5
Tensión del circuito de medición	± 10	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$ $0.1 * I_{nom} \leq I \leq I_{max}$	1.0 0.5 atrás	0.1 0.2	0.2 0.4
Variación de frecuencia	± 2	$I_{min} \leq I \leq I_{max}$ $0.1 * I_{nom} \leq I \leq I_{max}$	1.0 0.5 atrás	0.1 0.1	0.2 0.2
Secuencia de fase invertida		$0.1 * I_{nom}$	1.0	0.05 0.5	0.1
Tensión desbalanceada		I_{nom}	1.0	0.05	1.0
Tensión Auxiliar		I_{min}	1.0	0.1	0.1
Fase de la tensión auxiliar desfasado.	120°	I_{min}	1.0	0.4	0.2
Componentes de armónicas en los circuitos de tensión y corriente		$0.5 * I_{max}$	1.0	0.6	0.5
Subarmónicas en el circuito de corriente		$0.5 * I_{nom}$	1.0	2.0	1.5
Inducción magnética continua de origen externo		I_{nom}	1.0	0.5	2.0
Inducción magnética alterna de origen externo.	0.5 mT.	I_{nom}	1.0	1.0	1.0
Campos electromagnéticos de radio frecuencia		I_{nom}	1.0	1.0	2.0
Disturbios conducidos, y campos inducidos por radio frecuencia.		I_{nom}	1.0	1.0	2.0
Transitorios rápidos		I_{nom}	1.0	1.0	2.0
Inmunidad de ondas oscilatorias húmedas.		I_{nom}	1.0	1.0	2.0

1.4.8 visualización de las variables por medio de una interfaz gráfica vinculada con matlab, de manera serial matlab reconocerá la programación en arduino y de ahí podremos extraer los datos para después graficarlos en tiempo real.

1.5 Justificación

El proyecto se basa en la necesidad del conocimiento en análisis de las redes eléctricas la implementación de la placa electrónica ADE900 y la interfaz gráfica de matlab, se pretende crear un analizador que esté al alcance de nuestros compañeros alumnos en el instituto tecnológico, un prototipo para prácticas confiable en cuestión de resultados de análisis de los parámetros estándar en calidad de la energía eléctrica, teniendo en cuenta la fácil instalación y manipulación de dicho prototipo.

Nuestro proyecto se basa en el diseño de un prototipo capaz de analizar el estado de una red eléctrica trifásica, para que se puedan entender a mayor detalle las perturbaciones que pueden existir en una red eléctrica dependiente de la carga instalada, también se justifica este proyecto en que ayuda a evitar pérdidas materiales de equipos que son susceptibles a este tipo de perturbaciones, sobre cargas y fallas en el sistema eléctrico

2. Marco teórico

2.1 Monitoreo de parámetros eléctricos

El monitoreo de parámetros eléctricos es un elemento clave en cualquier enfoque de Eficiencia Energética.

En un sistema eléctrico es importante conocer el comportamiento de la corriente, el voltaje, la frecuencia, FP, potencia activa y reactiva, temperatura, etc. Existen equipos de monitoreo eléctrico, los cuales permiten llevar a cabo procesamiento de señales y a partir de las mediciones en la red, obtener valores tanto de potencias, FP., armónicos, etc.

2.1.1 Corriente

La corriente eléctrica se define como la velocidad de cambio de la carga respecto al tiempo, medida en amperes (A). Matemáticamente, la relación entre la corriente i , la carga q y el tiempo t es:

$$i = \frac{dq}{dt}$$

ecu. 2. 1

Dado que en la ecuación se muestra que no es necesario que la corriente sea una función de

Valor constante puede haber varios tipos de corriente; es decir, la carga puede variar con el tiempo de diversas maneras.

- Corriente directa (CD) es una corriente que permanece constante en el tiempo.
- Corriente alterna (CA) es una corriente que varía sinodalmente con el tiempo.

2.1.2 Voltaje

En términos eléctricos, una diferencia de energía potencial eléctrica se define como voltaje. En

general, la cantidad de energía necesaria para separar cargas depende del voltaje desarrollado y de la cantidad de carga desplazada. Para la carga en un conductor en una dirección particular es

necesario que se transfiera cierto trabajo o energía. Este trabajo lo lleva a cabo una fuerza electromotriz externa (FEM). La diferencia de potencial v_{ab} entre dos puntos a y b en un circuito eléctrico es la energía (o trabajo) necesaria para mover una carga unitaria desde a hasta b .

Matemáticamente:

$$V_{ab} = \frac{dw}{dq}$$

ecu. 2. 2

Donde w es la energía en Joule(J), y q es la carga en Coulomb (C). La tensión v_{ab} , o simplemente v , se mide en volts (V), el voltaje también puede ser en CA o en CD.

Debido a que tanto la corriente y el voltaje se pueden representar por medio de una senoide, se

pueden representar también por medio de fasores. Un fasor es una representación compleja de la

magnitud y fase de una senoide. En la Tabla se muestra la transformación Senoide-Fasor.

Representación en dominio del tiempo.	Representación en el dominio fasorial.
---------------------------------------	--

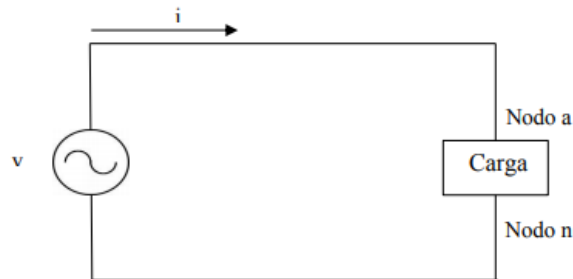
$V_m \cos(\omega t + \varphi)$	$V_m / 90^\circ$
$V_m \sin(\omega t + \varphi)$	$V_m / \varphi - 90^\circ$
$I_m \cos(\omega t + \theta)$	I_m / θ
$I_m \sin(\omega t + \theta)$	$I_m / \theta - 90^\circ$

2.1.3 Potencia

La potencia se define como la razón de cambio de la energía con respecto al tiempo en

términos del voltaje y la corriente. La unidad de potencia es el Watt (W). La potencia en Watts que es absorbida en cierto instante es el producto del voltaje instantáneo a través de la carga y de la corriente instantánea que entra a la carga.

se muestra un sistema que cuenta con una carga alimentada por una fuente de voltaje de corriente alterna.



Si se designan las terminales de la carga con a y n, y si el voltaje y la corriente se expresan por:

$$V_{an} = V_{max} \cos \omega t \text{ e } I_{an} = I_{max} \cos(\omega t - \theta)$$

Ecu. 2.3

Dónde:

V_{max} = Amplitud del voltaje

I_{max} = Amplitud de corriente

$\omega = 2\pi f$ = frecuencia angular

f = frecuencia

θ = ángulo de defasamiento entre voltaje y corriente

La potencia instantánea es:

$$p = V_{an} I_{an} = V_{max} I_{max} \cos \omega t \cos(\omega t - \theta)$$

Ecu. 2.4

Al aplicar identidades trigonométricas a la ecuación se reduce a

$$p = \frac{V_{max} I_{max}}{2} \cos \theta (1 + \cos \omega t) + \frac{V_{max} I_{max}}{2} \sin \theta \sin 2\omega t$$

Ecu. 2.5

Si se obtiene la potencia promedio de la ecuación 2.4, se obtiene el siguiente valor de potencia P.

$$p = \frac{V_{max} I_{max}}{2} \cos \theta$$

Ecu. 2.6

Si el ángulo θ está en los cuadrantes 1 y 4 entonces $\cos \theta$ siempre es positivo lo cual indica que

P también es siempre positiva y esta condición equivale a extraer potencia P de la red. Cuando se sustituyen valores rms de voltaje y corriente

$$p = |V||I|\cos\theta$$

Ecu. 2. 7

Donde P es la potencia la potencia real o activa y su unidad fundamental es el watt. En el segundo término de la ecuación el cual contiene al $\sin \theta$ tiene un valor promedio de cero.

Esta componente se le llama potencia reactiva instantánea, la cual expresa la tasa de cambio del

flujo de energía que, en forma alternada, va hacia la carga y regresa de ella. Al valor máximo de

esta potencia se le denomina Q se llama potencia reactiva. La potencia reactiva matemáticamente

se presenta como:

$$Q = |V||I|\sin\theta$$

Ecu. 2. 8

Al cociente de P/S se le conoce como factor de potencia (FP) y cuando no hay armónicos el factor

de potencia queda representado por la siguiente ecuación.

$$FP = \cos\theta$$

Ecu. 2. 9

Reacomodando ecuaciones se obtiene que el factor de potencia es:

$$\cos\theta = \cos \left[\tan^{-1} \left(\frac{Q}{P} \right) \right] \text{ o } \cos\theta = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

Ecu. 2. 10

Se puede hacer un cálculo de manera compleja y de manera conveniente de las potencias P y Q,

si se conocen el voltaje y la corriente de forma fasorial.

$$V = |V|\angle\alpha \text{ e } I = |I|\angle\beta$$

Ecu. 2. 11

El producto del voltaje por el conjugado de la corriente en forma polar es:

$$VI^* = |V||I|\angle\alpha - \beta$$

Ecu. 2. 12

A esta cantidad es llamada potencia compleja y se denota con la letra S

$$S = VI^* = |V||I| \cos(\alpha - \beta) + j|V||I| \sin(\alpha - \beta) \text{ Ecu. 2.13}$$

Debido a que $\alpha - \beta = \theta$ se puede denotar la potencia compleja como:

$$S = P + jQ$$

Ecu. 2. 14

La implementación de equipos de monitoreo es el primer paso de este tipo de enfoque, ya que hace posible una evaluación de la situación real, antes de determinar las soluciones más relevantes.

Entonces, es posible gracias a la supervisión para observar permanentemente el funcionamiento de la instalación. Y, por último, es posible cuantificar las acciones de mejora de la eficiencia energética.

En lo que respecta a la eficiencia energética, la medición de la energía eléctrica es, por supuesto, la número uno. La energía activa (en kWh o MWh) es generalmente el componente principal de la factura de electricidad. Para una evaluación precisa, se recomienda medir la energía activa en diferentes lugares de la instalación, preferiblemente en cada nivel de taller. El período de medición debe ser limitado, una semana es un compromiso razonable para comparar períodos con niveles de actividad similares.

Cualquier aumento observado del consumo de energía debe analizarse cuidadosamente, si no es el resultado de un aumento planeado del nivel de actividad.

La situación ideal debería ser una disminución constante y prolongada del consumo de energía.

La medición de la tensión de alimentación también es muy valiosa en términos de eficiencia energética. Se deben analizar tres aspectos diferentes:

- **Amplitud:** para un funcionamiento óptimo, la tensión de alimentación debe mantenerse en un rango de $\pm 5\%$ alrededor del valor declarado por la empresa de servicios públicos. Un valor más bajo significa que algunos equipos, como los motores, funcionan en condiciones deterioradas. Un valor más alto significa mayores pérdidas de potencia en transformadores, motores, equipos de iluminación.
- **Las fluctuaciones de voltaje** son responsables del parpadeo de la luz y las vibraciones del motor, incluso si la amplitud del voltaje permanece dentro de los límites contractuales.
- **Las caídas de voltaje y las interrupciones** son los fenómenos más importantes en términos de calidad de energía. La medición precisa y la datación pueden ayudar a encontrar el origen de la perturbación y posiblemente facilitar las negociaciones con la utilidad.

La corriente y la potencia absorbidas en diferentes puntos de la instalación dan la imagen del nivel de actividad instantánea. La observación de grandes fluctuaciones de corriente o potencia puede dirigir las acciones para optimizar el equipo y suavizar el uso de energía.

Los valores de corriente continuamente altos significan que es probable que se dispare la sobrecarga y valores bajos significan que el equipo puede estar sobrevalorado o no ser adecuado.

El factor de potencia y la distorsión armónica son otros indicadores de la forma en que se gestionan las instalaciones eléctricas. Un factor de potencia deficiente, digamos, inferior a 0.9, significa que la corriente de suministro es innecesariamente alta, para una potencia dada transmitida a las cargas, y sujeta a una carga especial por parte de la empresa de servicios públicos. Se debe implementar equipo de corrección del factor de potencia .

La distorsión de alto voltaje armónico, digamos, más de 6 a 8%, puede ser la causa de perturbaciones y mayores pérdidas de energía. Esta observación debería desencadenar la implementación de equipos de mitigación de armónicos .

Otros parámetros que son más difíciles de manejar.

Para las grandes redes interconectadas, las Utilidades mantienen la frecuencia de alimentación dentro de límites estrictos de alrededor de 60Hz. No hay nada que hacer en el nivel de distribución. ¡La única acción que se debe tomar en caso de que la medición

muestre una frecuencia fuera de rango debe ser prepararse para la interrupción o el apagón !

El factor de desequilibrio de voltaje es otro parámetro que comúnmente se monitorea y muestra sin estar realmente bajo control. Afortunadamente, esto generalmente no es un problema en la mayoría de las instalaciones eléctricas

2.2 Calidad de la energía

La calidad de energía es la capacidad que tiene la compañía de suministro eléctrico de proveer a las redes y a sus consumidores un óptimo servicio sin interrupciones, sobretensiones, operaciones erráticas de equipos, variaciones de voltaje y deformaciones producidas por armónicos en la red.

La calidad de la energía puede ser vista bajo diferentes perspectivas.

- La del consumidor viendo la afectación de las variaciones de la tensión eléctrica en sus Equipos.

- La del fabricante de equipos determinando una tolerancia en sus equipos para evitar daños

Permanentes.

- La del suministrador viendo las características de las corrientes consumidas por sus clientes y las posibles afectaciones a la red derivado de la “calidad del consumo”.

Con la perspectiva de competencia y mejora continua es necesario entender los requerimientos de los clientes y en conjunto tener las mismas perspectivas en torno a la calidad de suministro

Eléctrico

La calidad de la energía no solo depende del suministrador sino también del usuario, hay que hacer un uso eficiente de la energía para poder tener un rendimiento máximo de la energía eléctrica, esto se logra a través del diseño e instalación de los equipo eléctricos, tales como conductores, transformadores, banco de capacitores, etc, y sobre todo tener el conocimiento de que tipo de cargas estoy disponiendo en la instalación eléctrica.

2.2.1 Tipos de carga

Cargas lineales.

Esto ocurre cuando en la carga posee elementos como resistencias, inductancias y condensadores de valores fijos. Con estas características en el sistema se tiene un voltaje sinusoidal, una corriente también sinusoidal, y por lo general existe un desfase entre ellos.

La iluminación incandescente y las cargas de calefacción son lineales en naturaleza. Esto es, la impedancia de la carga es esencialmente constante independientemente del voltaje aplicado. Como se ve en la figura , en los circuitos AC la corriente se incrementa proporcionalmente al incremento del voltaje y disminuye proporcionalmente a la disminución del voltaje.

Corrientes lineales: IR es una corriente pura de circuito resistivo; IL es una corriente de circuito parcialmente inductiva (atrasada); e IC es una corriente de circuito parcialmente capacitiva (adelantada).

Una resistencia pura, una inductancia y una capacitancia son todas lineales. Lo que eso significa es que si una onda senoidal de voltaje de una cierta magnitud es puesta en un circuito que contiene una resistencia pura, por ejemplo, la corriente en el circuito obedece a la Ley de Ohm $I=V/R$. Para un valor específico de ohmios, la relación entre los voltios y los amperios es una línea recta, Lo mismo ocurre para las capacitancias, inductancias o una combinación entre las tres.

Con una carga lineal, la relación entre el voltaje y la corriente es lineal y proporcional. La línea diagonal cuando posee un valor de m representa una resistencia fija de valor m .

Este tipo de cargas no representan un problema de distorsión de la forma de onda por el hecho de comportarse de manera lineal.

Cargas no lineales.

Las cargas no lineales demandan una corriente no senoidal, cuyo paso por la impedancia del sistema provoca una caída de voltaje no senoidal, lo cual se traduce en una distorsión de voltaje en terminales de la carga.

Entre las cargas no lineales más comunes tenemos los convertidores estáticos, dispositivos magnéticos saturados y hornos de arco.

Con una carga no lineal no se tiene relación directa entre el voltaje y la corriente como las lineales.

El uso de las cargas no lineales se ha incrementado considerablemente en los últimos años. Los convertidores estáticos son las cargas no lineales más utilizadas en la industria donde se las usa para una gran variedad de aplicaciones, tales como fuentes de poder para procesos electroquímicos, variadores de velocidad y fuentes interrumpibles de poder (UPS).

Una alta distorsión de corriente provoca calentamiento excesivo en conductores y transformadores así como interferencia en equipos de comunicación mientras que la distorsión del voltaje provoca una operación incorrecta de equipos sensibles (computadoras, micro controladores).

Los efectos de las cargas no lineales en los sistemas eléctricos son:

- Distorsión de voltaje en el Sistema eléctrico
- Interrupción de procesos productivos
- Altos niveles de voltaje de neutro a tierra
- Sobre calentamientos en los transformadores y elevados campos electromagnéticos
- Disminución en la capacidad de los equipos de distribución
- Penalizaciones tarifarias debido al bajo factor de potencia.

2.3 Perturbaciones en los sistemas eléctricos de potencia

Existen diferentes perturbaciones en las redes eléctricas de distribución, entre las más usuales tenemos: variaciones de voltaje, sobre tensiones transitorias, interrupciones de energía, ruido eléctrico (interferencias) y distorsiones armónicas.

Transitorios

En ingeniería eléctrica el término transitorio caracteriza a aquellos eventos indeseables en el sistema que son de naturaleza momentánea.

Transitorio impulsivo

Un transitorio impulsivo no provoca alteraciones en las condiciones de estado estable de tensión o corriente, su polaridad es unidireccional, esto es, positivo o negativo.

Debido a la falta de frecuencia un transitorio impulsivo es atenuado rápidamente al recorrer la resistencia presente de los componentes del sistema y no se propagan muy lejos del lugar donde fueron generados.

Son considerados transitorios de origen atmosféricos y son también llamados impulsos atmosféricos.

Como principal efecto de este disturbio tenemos que puede causar una falla inmediata en el aislamiento de los equipos y fuentes electrónicas.

Transitorio oscilatorio

Un transitorio oscilatorio consiste de variaciones de tensión y corriente cuyos valores instantáneos cambian de polaridad rápidamente. Normalmente son resultado de modificaciones de la configuración de un sistema como, por ejemplo, maniobras en líneas de transmisión, enclavamiento de bancos de capacitores.

Como el transitorio impulsivo el transitorio oscilatorio puede causar la quema o daños en los equipos electro – electrónicos.

Variaciones de corta duración

Las variaciones de tensión de corta duración generalmente se originan por las fallas de un sistema eléctrico, energización de grandes bloques de carga. Dependiendo de la localización de la falla y de las condiciones de operación del sistema, la falla puede ocasionar elevación de tensión (Swell), depresión de tensión (Sag) o una interrupción.

Interrupción

Una interrupción se caracteriza por ser un decremento de la tensión de alimentación a un valor menor que 0,1 [p.u] por un período de tiempo de 0,5 ciclos a un minuto. Una interrupción puede ser resultado de fallas en el sistema eléctrico, fallas de los equipos o el mal funcionamiento de los sistemas de control.

La duración de la interrupción debido a fallas en el sistema está determinada por los eventos que generan la falla. De modo general, las interrupciones casi siempre causan daño o mal funcionamiento de los equipos electrónicos.

Depresión de tensión (sag)

La depresión de tensión es una reducción momentánea del valor eficaz de la tensión al orden de 0,1 a 0,9 [p.u.], con una duración entre 0,5 ciclos a 1 minuto. Generalmente está asociada a fallas del sistema, pero también puede ser producida por la entrada de grandes bloques de carga o arranque de grandes motores. La depresión de tensión puede provocar la parada de equipos electro – electrónicos y la interrupción de los procesos productivos.

Salto de tensión (swell)

El salto de tensión es caracterizado por el incremento del valor eficaz de la tensión en el orden de 1,1 a 1,8 [p.u.] con una duración entre 0,5 a 1 minuto.

El salto de tensión es generalmente asociado a condiciones de falla desequilibrada en el sistema, salida de grandes bloques de carga y entrada de bancos de capacitores.

El salto de tensión puede causar degradación y falla inmediata del aislamiento de los equipos y fuentes electrónicas, quema de varistores y de diodos zener.

Variaciones de larga duración

Engloban variaciones del valor eficaz de la tensión durante un tiempo superior a 1 minuto, por lo tanto son consideradas como disturbios de régimen permanente.

Interrupción sostenida

Se considera una interrupción sostenida a la reducción de la tensión de alimentación al valor de cero por un tiempo superior a un minuto. Son de naturaleza permanente y requieren intervención manual para restablecimiento de la energía eléctrica del sistema.

Subtensión

Las subtensiones son definidas como una reducción del valor eficaz de la tensión de 0,8 a 0,9 [p.u.] por un período superior a 1 minuto.

La entrada de carga o salida de bancos de capacitores pueden provocar subtensiones, esto hace que los equipos de regulación de tensión del sistema actúen y retornen la tensión a sus límites normales, estas subtensiones también pueden ser causadas por sobrecargas en los alimentadores.

Las subtensiones causan un aumento en las pérdidas en los motores de inducción, parada de la operación de dispositivos electrónicos y mal funcionamiento de los sistemas de mando de motores.

Sobretensión

Las sobretensiones son caracterizadas por el aumento del valor eficaz de la tensión de 1,1 a 1,2 [p.u.] durante un tiempo superior a 1 minuto. Las sobretensiones pueden tener origen en la salida de grandes bloques de carga, entrada de bancos de capacitores y también al ajuste incorrecto de los taps de los transformadores.

Desequilibrio de tensión

Es definido como la razón entre la componente de secuencia negativa y la componente de secuencia positiva. La tensión de secuencia negativa en los sistemas de potencia es el resultado del desequilibrio de carga lo cual causa un flujo de corriente de secuencia negativa.

Un desequilibrio de tensión puede ser estimado como el máximo desvío de la media de las tensiones de las tres fases dividido por la media de las tensiones, expresado en forma de porcentaje. La principal fuente de desequilibrio de tensión es la conexión de cargas monofásicas en circuitos trifásicos; anomalías en bancos de capacitores.

Distorsión de la forma de onda

La distorsión de la forma de onda es un desvío, en régimen permanente, de la forma de onda de corriente o tensión en relación a la señal sinusoidal pura.

Corte

Corte es un disturbio periódico de la tensión normal de los equipos que utilizan electrónica de potencia, cuando la corriente es conmutada de una fase a otra. Durante este período ocurre un corto circuito entre las dos fases. Si el efecto de corte ocurre continuamente (estado permanente), este puede ser caracterizado a través del espectro armónico. La principal fuente de cortes de tensión son los convertidores trifásicos.

Ruido

El fenómeno conocido como ruido es una señal indeseable, como espectro de frecuencia amplia, menor que 200 [kHz], de baja intensidad, superpuesto a la corriente o tensión en los conductores de fase, o encontrado en los conductores de neutro.

Normalmente este tipo de interferencia es resultado de operaciones defectuosas, de equipos, instalación inadecuada de componentes en el sistema por las empresas suministradoras o por los usuarios y por los aterrizamientos impropios.

Fluctuación de tensión

Las fluctuaciones de tensión son variaciones sistemáticas del perfil de la tensión o una serie de variaciones aleatorias de la magnitud de la tensión, las cuales normalmente exceden el límite especificado de 0,95 a 1,05 [p.u.].

El flicker o parpadeo de la luz (del inglés: flicker = parpadear, titilar) se define como “impresión subjetiva de fluctuación de la luminancia”.

Es un fenómeno de origen fisiológico visual que sufren los usuarios de lámparas alimentadas por una fuente común a iluminación y a una carga perturbadora.

Normalmente las variaciones de tensión que provocan el flicker poseen una amplitud inferior a 1 % y la frecuencia de ocurrencia de falla de 0 a 30 Hz.

La molestia del parpadeo se pone de manifiesto en las lámparas de baja tensión. Por el contrario, las cargas perturbadoras pueden encontrarse conectadas a cualquier nivel de

tensión. En el origen de este fenómeno están las fluctuaciones bruscas de la tensión de red.

Principalmente el flicker es el resultado de fluctuaciones rápidas de pequeña amplitud de la tensión de alimentación, provocadas por la variación fluctuante de potencia que absorben diversos receptores: hornos de arco, máquinas de soldar, motores, etc. Por la alimentación o desconexión de cargas importantes: arranque de motores, maniobra de baterías de condensadores, etc.

Fluctuaciones de tensión: flicker

Se define como Flicker o parpadeo a una variación rápida y cíclica del Voltaje, que causa una fluctuación correspondiente en la luminosidad de las lámparas a una frecuencia detectable por el ojo humano.

Umbral de irritabilidad del Flicker. Fluctuación máxima de luminancia que puede ser soportada sin molestia por una muestra específica de población.

Índice de severidad del Flicker de corta duración (Pst).

Índice que evalúa la severidad del Flicker en cortos intervalos de tiempo (intervalo de observación base de 10 minutos). Se considera $P_{ts} = 1$ como el umbral de irritabilidad.

Índice de severidad del Flicker de larga duración (Plt): Índice que evalúa la severidad del Flicker en largos intervalos de tiempo (intervalo de observación base de 2 horas), teniendo en cuenta los sucesivos valores del índice de severidad del Flicker de corta duración según la siguiente expresión:

$$Plt = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} \frac{P_{sti}^3}{12}}$$

Ecu. 2.15

Nivel de Referencia: Se define como aquel nivel de perturbación garantizado en un dado punto de suministro (definido para cada tipo de perturbación), que asegura que si no es sobrepasado en un tiempo mayor al 5% del período de medición, la calidad del producto técnico es adecuada y existe compatibilidad electromagnética satisfactoria entre las instalaciones y equipos del consumidor con la red de suministro.

Estos Niveles de Referencia son garantizados, lo que significa que en cualquier punto de suministro es exigible el Nivel de Referencia con la probabilidad especificada (95 %), y se corresponden a valores establecidos por normativa internacional. Dichos valores no pueden ser sobrepasados durante más de un 5% del período de medición.

El indicador del Flicker deberá ser medido por el índice de severidad de corto plazo Pst, definido por la Norma IEC 61000-3-7.

El índice de tolerancia máxima para el Flicker está dado por:

$$P_{ts} \leq 1$$

Donde:

P_{ts} : Índice de severidad de **Ecu. 2.16** a corto plazo.

Interferencia electromagnética

Una interferencia electromagnética (EMI, Electromagnetic Interference) es cualquier señal o emisión, radiada en el espacio o conducida a través de un cable de alimentación o señal, que pone en peligro el funcionamiento de la navegación por radio u otro servicio de seguridad, o degrada seriamente, obstruye o interrumpe de forma repetida un servicio de comunicaciones por radio autorizado. Los servicios de radiocomunicaciones incluyen, entre otros, emisoras comerciales de AM/FM, televisión, servicios de telefonía móvil, radar, control de tráfico aéreo, buscapersonas y servicios de comunicación personal (PCS, Personal Communication Services). Estos servicios de radio autorizados y servicios de

radio no autorizados, como WLAN o Bluetooth, y los radiadores involuntarios, como dispositivos digitales, incluidos los sistemas informáticos, contribuyen al entorno electromagnético.

La compatibilidad electromagnética (EMC, Electromagnetic Compatibility) es la capacidad de los componentes del equipo electrónico de funcionar correctamente juntos en el entorno electrónico. Aunque este sistema se ha diseñado y ajustado para cumplir con los límites de emisión electromagnética establecidos por la agencia reglamentaria, no hay ninguna garantía de que no ocurran interferencias en una instalación en particular.

2.4 Armónicos

Se conoce como distorsión armónica a la deformación de la onda de su característica sinusoidal pura original. Un análisis matemático (Fourier) de ondas distorsionadas por cargas no lineales muestra que ellas están compuestas de la onda seno fundamental, además de una o más ondas con una frecuencia que es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental.

Los sistemas eléctricos cuentan actualmente con una gran cantidad de elementos llamados no lineales, los cuales generan a partir de formas de onda sinusoidales a la frecuencia de la red, otras ondas de diferentes frecuencias ocasionando el fenómeno conocido como generación de armónicos.

Los armónicos son un fenómeno que causa problemas tanto para los usuarios como para la entidad encargada de la prestación del servicio de energía eléctrica ocasionando diversos efectos nocivos en los equipos de la red.

Los armónicos son tensiones o corrientes sinusoidales que poseen frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia a la cual el sistema de alimentación está diseñado para operar. Las formas de onda distorsionadas pueden ser descompuestas en una suma de la señal de frecuencia fundamental y las armónicas. La distorsión se origina debido a las características no lineales de los equipos y cargas de un sistema de potencia.

Los armónicos son producidos por cargas no-lineales que absorben corriente no-sinusoidal. Las cargas más comunes, tanto en entornos industriales como domésticos, son las siguientes:

- Convertidores C.A. /C.C.
- Hornos de inducción
- Compensadores estáticos de potencia
- Hornos de arco eléctrico
- saturación de transformadores
- Variadores de velocidad/frecuencia
- Lámparas fluorescentes y led
- Rectificadores
- Ordenadores
- Banco de capacitores
- Etc.

2.4.1 Tipos de armónicos

Las cargas no lineales causan tres tipos de corriente armónica, todas en órdenes impares (porque la sinusoidal es una función impar).

Armónicos H7-H13.....secuencia positiva

Armónicos H5-H11.....secuencia negativa

Armónicos H3-H9.....secuencia cero

Armonica	Frecuencia	Sequencia	Aarmonica	Frecuencia	Sequencia
1	60	+	7	420	+
2	120	-	8	480	-
3	180	0	9	540	0
4	240	+	10	600	+
5	300	-	11	660	-
6	360	0	12	720	0

Las corrientes de armónicos de secuencia cero [H3 y múltiplos impares] en sistemas trifásicos se añaden en el conductor neutro, esto se debe a que su orden es un múltiplo del número de fases (3), lo cual significa que coinciden con el desplazamiento (un tercio de un periodo), de la corriente de fase.

Los armónicos de orden (H7-H13) en tensión generan en los motores un campo giratorio en el mismo sentido de la componente fundamental.

Los armónicos de orden (H5-H11) en tensión generan en los motores un campo giratorio en sentido contrario al generado por la componente fundamental.

2.4.2 Efectos de los armónicos.

La distorsión armónica incrementa las pérdidas y el calentamiento de los Componentes del sistema de potencia, debido a que incrementa el valor RMS Del voltaje de la corriente, aparte de que no contribuye con el trabajo efectivo.

Mayores pérdidas en el sistema. Una parte de las pérdidas en transformadores, motores y conductores es función de la frecuencia, por lo que la presencia de armónicas incrementa las pérdidas en el sistema y en algunos casos reduce la capacidad de los equipos. Es por ello que en sistemas con armónicas los transformadores no se pueden utilizar a toda su capacidad, ya que presentarían un calentamiento excesivo, por lo que sería necesario utilizar equipos de diseño especial.

Envejecimiento prematuro de los equipos. Las armónicas, además de incrementar el calentamiento de los equipos, aumentan el valor pico del voltaje, lo que provoca un envejecimiento prematuro del aislamiento de los equipos.

Bancos de capacitores. Son uno de los primeros elementos en ser dañados por las armónicas; el sobrecalentamiento debido a mayores corrientes es la causa común de la falla. Las corrientes armónicas pueden provocar que se fundan los fusibles, o aún problemas mayores debidos a resonancias con otros elementos del sistema.

Conductores de neutro. Cuando existe una gran cantidad de cargas monofásicas no lineales (como computadoras), las corrientes armónicas generadas por éstas cargas de órdenes múltiplos de la tercera armónica (3, 6,9, etc.) se suman en el neutro y pueden generar un elevado calentamiento. Es por ello que en sistemas de energía interrumpible (U.P.S.) es necesario sobredimensionar el conductor neutro.

En los sistemas trifásicos balanceados sin contenido armónico, las líneas de corriente están desfasadas 120°, cancelándose unas con las otras resultando todo esto en una corriente muy pequeña, sin embargo, cuando hay distorsión en cualquiera de las fases, los armónicos de las corrientes aumentan y el efecto de cancelación es reducido. El resultado es típicamente un corriente de nuestro que es significativamente mayor a lo planeado. Los armónicos triples (múltiplos de tres) son un aditivo en el neutro y pueden rápidamente causar un sobrecalentamiento peligroso.

En teoría la corriente máxima que el neutro debería cargar es de 1.73 veces la corriente de fase. Si no es dimensionado correctamente, esto resultara en un sobrecalentamiento. Además, un valor de corriente de neutro mayor al normal causara caídas de voltaje entre neutro y tierra.

Motores. Los voltajes distorsionados causan flujos armónicos que son generados en los motores, mismos que contribuyen a incrementar las pérdidas y causan calor, además de provocar torques armónicas que disminuyen considerablemente la vida de los equipos.

Controles electrónicos. La distorsión en voltaje puede también afectar de manera diversa a los controles electrónicos para conversión de potencia, controles de velocidad y fuentes de potencia. Muchos de estos equipos dependen de una señal exacta que cruce por el cero para generar la sincronización para el disparo de los tiristores. Cuando la onda de voltaje está significativamente distorsionada, éstas señales de sincronía son inexactas y causan funcionamiento no predecible.

Interferencia en las comunicaciones. Las armónicas, por ser ondas a una mayor frecuencia, son más fácilmente irradiadas y pueden interferir con ciertos sistemas de comunicación o con señales electrónicas... El grado de perturbación depende de la distancia de avance en paralelo de los cables de potencia y de señal, la distancia entre las líneas y la frecuencia de los armónicos.

Efectos sobre otros usuarios. Aunque los efectos causados por armónicas en alguna instalación eléctrica puedan ser despreciables, son capaces de provocar problemas a otros usuarios conectados a la misma red.

Es por eso que las compañías suministradoras han establecido o están estableciendo límites máximos a los niveles de armónicas que un usuario puede inyectar a la red.

Internacionalmente existe una gran cantidad de estándares para limitar los efectos de las armónicas, tanto para el funcionamiento de la red eléctrica como para la seguridad de los usuarios y sus instalaciones.

Existen otros muchos efectos debidos a las armónicas, como pueden ser la oscilación mecánica de los tableros, el ruido, operación errónea de medidores eléctricos, funcionamiento errático de equipo electrónico, etc., por lo que es importante evaluar los efectos sobre el sistema particular de análisis.

Resonancia: la utilización de dispositivos tanto capacitivos como inductivos en sistemas de distribución que estén contaminados de distorsión armónica provoca el fenómeno de resonancia, teniendo como resultado valores extremadamente altos o bajos de impedancia, estas variaciones en la impedancia modifican la corriente y la tensión en el sistema de distribución.

Pérdidas en los conductores: la potencia activa transmitida a una carga contiene armónicos, el valor eficaz de la corriente I_{RMS} es superior al fundamental I_1 .

Las corrientes armónicas provocan un aumento de las pérdidas de jule en todos los conductores por los que circulan y un aumento adicional en la temperatura de transformadores, equipos y cables.

Pérdidas en máquinas asíncronas: las tensiones armónicas aplicadas sobre maquinas asíncronas provocan circulación de corrientes de frecuencias superiores a la frecuencia fundamental en el rotor. Estas corrientes provocan pérdidas suplementarias proporcionales a V_h^2/h .

Pérdidas en los transformadores: las corrientes que circulan en los transformadores provocan un aumento de las pérdidas en la bobina por efecto jule y de las pérdidas del hierro debidas a las corrientes de Foucault. Además, las tensiones armónicas causan pérdidas en el hierro debido a la histéresis. Una aproximación, se puede considerar que las pérdidas en las bobinas varían con el cuadro de la THD de corriente y las pérdidas en el núcleo varían linealmente en función de la THD de tensión.

Los transformadores se diseñan para entregar la potencia requerida a las cargas conectadas a él, la distorsión armónica de la corriente en particular y también la de voltaje contribuyen en forma significativa al calentamiento de los transformadores.

Generadores: los generadores que alimentan cargas no lineales generalmente sufren decalajes angulares debidos a las perdidas suplementarias creadas por corrientes armónicas. Este decalaje es el orden del 10% para un alternador que alimenta un 30% de cargas no lineales, y de allí la necesidad de sobredimensionar el aparato.

Efecto de la distorsión de la tensión de alimentación; la distorsión de la fuente de alimentación puede perturbar el funcionamiento de aparatos sensibles como:

- dispositivos de regulación (temperatura, etc.)
- material informático
- dispositivos de control y monitorización (relés de protección).

2.5 Métodos para el análisis de los armónicos

2.5.1 Tasa de distorsión armónica.

Antes de analizar de manera en la que se evalúa la distorsión armónica en redes eléctricas Vamos a indicar la representación matemática de una señal eléctrica en el dominio del tiempo.

En nuestro caso tomaremos como armónica a la frecuencia múltiplo de una frecuencia fundamental que opera en la red de distribución eléctrica (para nuestro caso $60H_z$

Si el voltaje y la corriente en una red eléctrica están definidos por:

$$v(t) = V * \text{Cos}\omega_0 t$$

Ecu. 2. 17

$$i(t) = I * \text{Cos}\omega_0 t$$

Ecu. 2. 18

Respectivamente, pero como en los sistemas eléctricos en estas señales podría darse la presencia de voltajes y corrientes armónicas, entonces el voltaje y la corriente se pueden representar por:

$$v(t) = V_1 * \text{Cos}(\omega_0 t + \theta_1) + V_2 * \text{Cos}(2 * \omega_0 t + \theta_2) + V_3 * \text{Cos}(3 * \omega_0 t + \theta_3) + \dots$$

Ecu. 2. 19

$$i(t) = I_1 * \text{Cos}(\omega_0 t + \theta_1) + I_2 * \text{Cos}(2 * \omega_0 t + \theta_2) + I_3 * \text{Cos}(3 * \omega_0 t + \theta_3) + \dots$$

Ecu. 2. 20

Que en forma compacta se podría escribir como:

$$v(t) = \sum_{n=1}^k V_n * \text{Cos}(n\omega_0 t + \theta_n)$$

Ecu. 2. 21

$$i(t) = \sum_{n=1}^k I_n * \text{Cos}(n\omega_0 t + \theta_n)$$

Ecu. 2. 22

Donde a:

V_n = se le define como la armonica de orden n , a

I_n = se le define como la armonica de corriente de orden n y a

θ_n = como el angulo de la armonica n

Los valores de distorsión están definidos en porcentaje (%) de cantidades eléctricas, estos valores son muy utilizados para conocer el grado de contaminación de las redes eléctricas.

2.5.2 Distorsión armónica total

THD corresponde a distorsión total armónica (tasa de distorsión armónica global). La tasa de distorsión armónica es frecuentemente utilizada para definir la importancia del contenido armónico de una señal alternativa.

Para una señal $y(t)$, la tasa de distorsion armonica esta definida por la ecuación:

$$THD = \frac{\sum_{n=2}^{\infty} y_n^2}{y_1} \quad \text{Ecu. 2.23}$$

Cuando se trata con armónicos de tensión, la expresión se convierte en

$$THD_V = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots}}{V_1} * 100\% \quad \text{Ecu. 2.24}$$

Cuando se trata con armónicos de intensidad, la expresión se convierte en:

$$THD_I = \frac{\sqrt{(I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + \dots)}}{I_1} * 100\% \quad \text{Ecu. 2.25}$$

Esta ecuación es equivalente a la mostrada a continuación, la cual es más directa y fácil de utilizar cuando se conoce el valor eficaz total:

$$THD_I = \sqrt{\left(\frac{I_{RMS}}{I_1}\right)^2 - 1} * 100\% \quad \text{Ecu. 2.26}$$

Para armónicas individuales

$$IHD_I = \frac{V_N}{V_1} * 100\% \quad \text{Ecu. 2.27}$$

2.6 Métodos de Fourier para analizar armónicos

Representamos una onda sonora por una función del tiempo

$$t \rightarrow s(t) \quad \text{Ecu. 2.28}$$

Una función es periódica, con periodo T si se cumple

$$s(t) = s(t + T) \quad \text{Ecu. 2.29}$$

Para cualquier valor de t, y la igualdad anterior no se cumple con valores más pequeños de T.

Una función periódica con periodo T cumple

$$s(t) = s(t + T) = s(t + 2T) = s(t + 3T) \dots \quad \text{Ecu. 2.30}$$

Una senoide es una función que se puede expresar como un seno, con una determinada amplitud, frecuencia y fase:

$$s(t) = A * \sin(\omega * t * \Phi) \quad \text{Ecu. 2.31}$$

En esta igualdad, A es la amplitud, ω es la frecuencia angular y Φ es la fase. La Frecuencia en ciclos por segundo es $f = \frac{\omega}{2\pi}$.

El periodo es $T = \frac{1}{f}$. El periodo también se llama longitud de onda.

Las sinusoides son las funciones oscilatorias más simples.

2.6.1 Teorema de Fourier

Cualquier función periódica, con periodo T, se puede representar como suma de sinusoides de frecuencias $f, 2f, 3f, \dots$ llamadas armónicas. (La relación entre el periodo y la frecuencia es $f = \frac{1}{T}$)

Los armónicos también se suelen llamar parciales. De hecho, los parciales son componentes frecuencia les dé una onda no necesariamente periódica. Por lo tanto, el término parcial es más general que el término armónico.

Serie de Fourier trigonométrica

Si $s: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ es una función periódica con periodo T , la serie de Fourier de s es

$$s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_n^{\infty} [a_n \cos(2\pi n f_0 t) + b_n \sin(2\pi n f_0 t)] \text{ con } f_0 = \frac{1}{T} \quad \text{Ecu. 2. 32}$$

Con coeficientes

$$a_n = \frac{2}{T} \int_a^b s(t) \cos(2\pi n f_0 t) dt \quad \text{Ecu. 2. 32. 1}$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_a^b s(t) \sin(2\pi n f_0 t) dt \quad \text{Ecu. 2. 32. 2}$$

2.6.2 Expresiones alternativas de la serie de Fourier

La frecuencia angular fundamental es $\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$

La frecuencia angular del armónico n -ésimo es $n\omega_0 = \frac{2\pi n}{T}$

La serie se puede escribir

$$s(t) \sim \frac{a_0}{2} + \sum_{n \geq 1} a_n \cos n\omega_0 t + \sum_{n \geq 1} b_n \sin n\omega_0 t \quad \text{Ecu. 2. 33}$$

Si t es el tiempo en segundos, la frecuencia fundamental en H_z es

Estos coeficientes se pueden calcular integrando entre $-\frac{T}{2}$ i $\frac{T}{2}$ o, en general, entre Yt_0 i $t_0 + T$, con t_0 un valor real cualquiera.

En las ondas sonoras, $a_0 = 0$

$$f_0 = \frac{1}{T}. \quad \text{Ecu. 2. 33. 1}$$

La frecuencia en H_z del armónico n -ésimo es $f_n = \frac{n}{T}$.

La serie se puede escribir

$$s(t) \sim \frac{a_0}{2} + \sum_{n \geq 1} a_n \cos 2\pi n f_0 t + \sum_{n \geq 1} b_n \sin 2\pi n f_0 t \quad \text{Ecu. 2. 34}$$

Forma amplitud- fase de la serie de Fourier

$$\frac{a_0}{2} + \sum_{n \geq 1} a_n \cos n\omega_0 t + \sum_{n \geq 1} b_n \sin n\omega_0 t = A_0 + \sum_{n \geq 1} A_n \cos(n\omega_0 t + \Phi_n) \quad \text{Ecu. 2. 35}$$

$A_0 = \frac{a_0}{2}$ (en las ondas sonoras $A_0 = 0$.)

Amplitud: $A_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$

Fase: $\Phi_n = \arctan \frac{a_n}{b_n}$

La forma amplitud-fase de la serie de Fourier se deduce de la formula trigonométrica:

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin\alpha \cos\beta + \cos\alpha \sin\beta \quad \text{Ecu. 2. 36}$$

2.6.3 Transformada de Fourier

Por lo tanto, la expresión amplitud-fase de la onda $t \rightarrow s(t)$ es:

$$s(t) = A_1 \cos(\omega_0 t + \Phi_1) + A_2 \cos(\omega_0 t + \Phi_2) + A_3 \cos(\omega_0 t + \Phi_3) + A_4 \cos(\omega_0 t + \Phi_4) + \dots \quad \text{Ecu. 2. 37}$$

La herramienta matemática que nos posibilita describir una función periódica

(Transitorio) es la transformada de Fourier (FT). El propósito es sintetizar un transitorio

Como suma de funciones armónicas. Esta suma debe de ser cero fuera del intervalo de

Duración de la señal, e igual a ella dentro del intervalo.

La definición de transformada es:

$$s(t) = \int_{-\infty}^{\infty} S(f) \exp(j2\pi f t) df \quad \text{Ecu. 2. 37}$$

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \exp(-j2\pi f t) dt \quad \text{Ecu. 2. 38}$$

O simbólicamente, $s(t) \rightarrow S(f)$ siendo $s(t)$ y $S(f)$ el par de la transformada de Fourier, con s en el tiempo y S en el dominio de la frecuencia.

2.6.4 Indicadores esenciales de la distorsión armónica

La existencia de indicadores permite cuantificar y evaluar la distorsión armónica de las ondas de tensión y de corriente los cuales son indispensables para la determinación de las acciones correctivas requeridas.

2.6.5 Factor de potencia

Potencia activa: La potencia activa P de una señal distorsionada por armónicos es la suma de las potencias activas correspondientes a las tensiones e intensidades del mismo orden.

La descomposición de la tensión y la intensidad en sus componentes armónicas puede ser escrita como:

$$P = \sum_{n=1}^{\infty} V_n I_n \cos \varphi_n \quad \text{Ecu. 2. 39}$$

Siendo φ_n el desfase entre la tensión y la intensidad del armónico de orden n .

Se supone que la señal no contiene componente continua En ausencia de armónicos, la ecuación $P = V_n * I_n * \cos \varphi_1$ indica la potencia de una señal sinusoidal, donde $\cos \varphi_1$ es igual a “ $\cos \varphi$ ”

Potencia reactiva: La potencia reactiva se define únicamente para la fundamental y viene dada por la ecuación

$$Q = V_n * I_n * \sin \varphi_1 \quad \text{Ecu. 2. 40}$$

Potencia de distorsión

Consideramos la potencia aparente S :

$$S = V_{rms} * I_{RMS} \quad \text{Ecu. 2. 41}$$

En presencia de armónicos se puede reescribir la ecuación

$$S^2 = \sum_{n=1}^{\infty} V_n * I_n * \cos \varphi_n \quad \text{Ecu. 2. 42}$$

Como consecuencia, en presencia de armónicos, la relación $S^2 = P^2 + Q^2$ no es válida. Se define la potencia de distorsión D de tal forma que $S^2 = P^2 + Q^2 + D^2$ así pues:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2} \quad \text{Ecu. 2. 43}$$

Factor de potencia

El factor de potencia se define como la relación entre la potencia activa P y la potencia aparente S .

$$FP = \frac{P}{S} \text{ Ecu. 2. 44}$$

En el área eléctrica, el factor de potencia es frecuentemente confundido con el $\cos\varphi$ cuya definición es:

$$\cos\varphi = \frac{P_1}{S_1} \text{ Ecu. 2. 45}$$

P_1 = potencia activa del fundamental.

S_1 =potencia aparente del fundamental.

Por lo tanto, el " $\cos\varphi$ " se refiere únicamente a la frecuencia fundamental, y en presencia de armónicos es diferente del factor de potencia FP .

Interpretación del valor del factor de potencia: una primera indicación de la presencia significativa de armónicos es cuando el factor de potencia medio es diferente del $\cos\varphi$ (el factor de potencia será inferior a $\cos\varphi$).

2.7 Normalización

La calidad de la energía participa de manera sustantiva en la modernización del sector eléctrico y de la industria, por lo que el definir los estándares y características del producto es indispensable. Así mismo, es relevante e indispensable que el cliente del servicio eléctrico, entienda las características del producto y su compromiso al adquirirlo; de tal forma

que sean conscientes y tengan el aliciente de usar la información para proteger adecuadamente sus equipos y minimizar el impacto de los distintos fenómenos que se presentan en la red eléctrica.

Estabilidad de la tensión.

En esta área se puede referir a todos los eventos que ocasionan sobretensiones, baja tensiones, sag, swells, fluctuaciones de tensión, desviación de la frecuencia fundamental.

Continuidad en el servicio

Son todos aquellos eventos que provocan interrupciones momentáneas, interrupciones temporales e interrupciones sostenidas.

Distorsión de la forma de onda

En esta área queda ubicados los eventos que Provocan distorsión en la forma de onda tales como: transitorios, distorsión armónica, ruido. La clasificación de las características resulta un buen método de busca para ubicar los estándares y guías internacionales que pretenden precisar las técnicas recomendables para su medición, cuantificación y algunas otras para solucionar los efectos de los fenómenos electromagnéticos.

Requisitos de los equipos de medición

Actualmente los requerimientos de los equipos de medición instalados en los puntos de la red eléctrica con el propósito de intercambio y/o entrega de energía eléctrica están especificados

exclusivamente en parámetros de demanda eléctrica (kW), energía activa (kWh), energía reactiva (kvarh), así como de valores instantáneos tales como: tensión eléctrica (V), (A), factor de potencia, etc.

Para definir los requerimientos de los equipos de medición de parámetros de calidad de la energía, es necesario evaluar las propiedades del producto, es decir de la tensión eléctrica. Se puede describir los valores que caracterizan a la tensión, a través de su:

- Frecuencia.
- Amplitud.
- Forma de onda.

- Simetría.

Lo siguiente es definir los parámetros que deben de vigilarse en los puntos de intercambio de energía, en ese sentido la experiencia internacional, específicamente en la unión europea han

desarrollado el documento UN-EN-50160 “Características de la tensión suministrada por las

redes generales de distribución”. En este se proporcionan las recomendaciones de los parámetros que deben de medirse como un compromiso del suministrador con el cliente.

La propuesta del documento se concentra en los siguientes parámetros:

- Frecuencia.
- Amplitud de la tensión.
- Variaciones de la tensión.
- Variaciones rápidas de la tensión.
- Sag, dips, huecos de tensión.
- Interrupciones breves de la tensión.
- Interrupciones largas de la tensión.
- Sobretensiones temporales.
- Sobretensiones transitorias.
- Desequilibrio de la tensión.
- Tensiones armónicas.
- Tensiones Inter armónicas.
- Transmisión de señales de información por red.

La existencia de tal documento nos da una buena idea de que parámetros serían necesarios medir y dar pauta a los requerimientos de los equipos de medición, sin embargo, es necesario considerar que la referencia fue desarrollada para sistemas eléctricos y prestación de servicios que no necesariamente son coincidentes con nuestro sistema eléctrico nacional. Una clara evidencia de ello, es el último parámetro de la lista.

El servicio de transmisión de señales de información no es proporcionado en nuestro ámbito.

Si bien es cierto que la EN50160 nos da la idea de que parámetros medir no es suficiente con eso, nos hace falta describir la metodología de medición.

La Norma IEC-61000-4-30 Testing and measurement techniques- Power quality measurement methods. Así como el proyecto de norma PROY-NMX-J-550/4-30-ANCE-2007, tienen el objetivo de describir la metodología de la medición y la interpretación de resultados para los

parámetros enlistados en la referencia EN50160.

Se sugieren en la norma IEC-61000-4-30 dos tipos de clases de desempeño de la medición:

Tipo A: Recomendado a usarse en aplicaciones de medición con fines contractuales, evaluación de la conformidad con normas. Aplicaciones en donde se requiera un mínimo de incertidumbre.

Tipo B: Recomendación elaborada para aplicaciones donde no se requiere una baja incertidumbre, tales como mediciones para fines estadísticos, análisis de problemas de operación por mencionar algunos ejemplos.

La tarea a realizar en esta etapa del programa de trabajo es conformar los requisitos de los equipos de medición, para ello serán consideradas las recomendaciones de las normas EN50160 y la aplicación de la metodología de la medición de la IEC 61000-4-30. Adicionalmente será necesario validar los parámetros a evaluar en nuestro sistema eléctrico, de acuerdo a los problemas reportados y a la incidencia de estos.

Normas que aplican

Ley de servicio público de energía eléctrica.

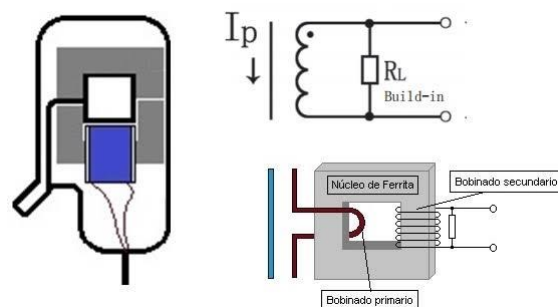
Reglamento de la ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.

NOM-008-SCFI-2002	Sistema De Unidades De Medidas.
NMX-J-098-ANCE-1900	Sistemas eléctricos de potencia – suministro – tensiones eléctricas normalizadas.
NMX-J-5507/3-2-ANCE-2005	Compatibilidad Electromagnética (EMC) – Parte 3-2: Límites – límites para las emisiones de corriente Armónicas Aparatos con Corriente de Entrada = 16 A por Fase.
NMX-J-500/4-7-ANCE-2005	Compatibilidad Electromagnética (EMC) – parte 4-7: Técnicas de Pruebas y Medición para Armónicas e Interarmónicas, en Sistema De Suministro de Energía Eléctrica y equipo conectado a estos.
NMX-J-500/4-15-ANCE-2005	Compatibilidad electrónica (EMC) – parte 4-15: técnicas de prueba y medición – medidor de parpadeo – especificaciones de funcionamiento y diseño.
NMX-J-500/4-30-ANCE-2005	Compatibilidad electrónica (EMC) – parte 4-30: técnicas de prueba y medición – métodos de medición y estudio de calidad de la Energía Eléctrica.
NMZ-Z-055-IMNC-1097	Metodología – vocabulario de términos fundamentales y generales.
IEC 60050-161-1990	International electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic Compatibility.
IEC 60050-300-2001	International electrotechnical Vocabulary – Electrical and Electronic measurements and measuring Instruments- part 311: General Terms relating to measurements – part 313. Types of Electrical measuring instruments.

2.7 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

Transformador de Corriente (TC) El transformador de corriente, conocido como TC, es el dispositivo diseñado para suministrar la corriente adecuada a los aparatos de medición y/o protección, en el cual la corriente secundaria es proporcional a la corriente primaria y desfasada respecto a ella un ángulo cercano a cero, en las condiciones normales de uso.

El primario de dicho transformador está conectado en serie con el circuito que se desea controlar, en tanto que el secundario está conectado a los circuitos de corriente de uno o varios aparatos de medición, relevadores o aparatos análogos, conectados en serie. Un transformador de corriente puede tener uno o varios devanados secundarios embobinados sobre uno o varios circuitos magnéticos separados. La principal función de un transformador de corriente es la reducir a valores no peligrosos y manejables, las características de corriente en un sistema eléctrico, con el fin de permitir el empleo de aparatos de medición normalizados, por consiguiente, más económicos y que pueden manipularse sin peligro.



los transformadores de corriente flexibles se usan en lugares de medición de acceso difícil o si la línea tiene un diámetro demasiado grande para la aplicación de las pinzas de corriente. Especialmente se usan los transformadores de corriente flexibles en carriles

conductores o grandes paquetes de cable. Los convertidores de corriente se usan en la industria para trabajos de mantenimiento y servicios.

El primario del transformador, que consta de muy pocas espiras, se conecta en serie con el circuito cuya intensidad se desea medir y el secundario se conecta en serie con las bobinas de corriente de los aparatos de medición y de protección que requieran ser energizados. Las espiras del arrollamiento primario suelen ser una o varias, las cuales se pueden a su vez dividir en dos partes iguales y conectarse en serie o paralelo para cambiar la relación, y atraviesan el núcleo magnético, cuya forma suele ser cerrada tipo toroidal o puede tener un cierto entrehierro, sobre el cual se arrollan las espiras del secundario de una forma uniforme, consiguiendo así reducir al mínimo el flujo de dispersión. Este arrollamiento es el que se encarga de alimentar los circuitos de intensidad de uno o varios aparatos de medida conectados en serie. Se puede dar también la existencia de varios arrollamientos secundarios en un mismo transformador, cada uno sobre su circuito magnético, uno para medida y otro para protección. De esta forma no existe influencia de un secundario sobre otro.

Transformador de medición. Los transformadores cuya función es medir, requieren reproducir fielmente la magnitud y el ángulo de fase de la corriente. Su precisión debe garantizarse desde una pequeña fracción de corriente nominal del orden del 10%, hasta un exceso de corriente del orden del 20%, sobre el valor nominal.

Los transformadores de corriente de núcleo partido son aquellos que, sin desmontar la instalación, permiten al usuario realizar un cambio de transformador de manera más sencilla. Entre sus principales características encontramos su amplia ventana, que permite una fácil instalación. Pero la clave está en que no es necesario desmontar la instalación para su recambio, por lo que el tiempo de pérdida de energía se reduce y favorece el ahorro de tiempo y dinero. Por ello, los transformadores de corriente de núcleo partido están especialmente dirigidos a aplicaciones en las que no resulta rentable o sencillo abrir el conducto primario para instalar un transformador de corriente sólido.

Normativa para los transformadores de corriente

NMX-J-161-1976 Definición de Vocablos Técnicos Empleados en Transformadores para Instrumentos de Medición

NMX-J-168-1980 Transformadores de Potencial

NMX-J-109-ANCE-20101 Transformadores De Corriente-Especificaciones Y Métodos De Prueba.

NMX-J-615/1-ANCE-2009 Transformadores de Medida – Parte I: Requisitos generales. IEEE Std. C37.110-2007, Guide for Application of Current Transformers Used for Protective Relaying Purposes.

IEEE Std. C57.13-2008, Standard Requirements for Instrument Transformers.

IEEE Std. C57.13.1-2006, IEEE Guide for Field Testing of Relaying Current Transformers.

IEC 60044-1 Instrument Transformers, Part 1: Current Transformers

IEC 60044-2 Instrument Transformers, Part 2: Inductive Voltage Transformers

2.7. SENSOR DE CORRIENTE NO INVASIVO 100 AMPERES ARDUINO SCT-013



Los sensores de lazo abierto utilizan la tensión de detección para obtener directamente el flujo de corriente.

Los sensores de corriente del transformador (también llamados medidores de abrazadera de corriente) se utilizan para detectar y medir la CA. Se suelen usar en aplicaciones como equipos de prueba, donde un anillo de hierro blando o ferrita dividida rodea a un conductor con una corriente a medir. Un alambre se enrolla alrededor del material del núcleo creando un transformador de corriente con el cable individual que lo rodea. Estos son excelentes para las corrientes altas, pero no son muy buenos para medir corrientes alternas pequeñas.

2.7.1 especificaciones técnicas del sensor de corriente

Voltaje de salida: 0-50 mV

Corriente de entrada: 0 a 100A DC

Grado de resistencia: Grado B

No linealidad: $\pm 3\%$

Temperatura de trabajo: -25°C hasta 70°C

Grado de resistencia: Grado B

2.8 Raspberry Pi

Es un ordenador de bajo coste y tamaño reducido, tanto es así que cabe en la palma de la mano, pero puedes conectarle un televisor y un teclado para interactuar con ella exactamente igual que cualquier otra computadora.

Para encontrar su origen tenemos que irnos hasta el Reino Unido, allí es donde nació como una organización caritativa la Fundación Raspberry Pi en 2009. ¿Su objetivo? Animar a los niños a aprender informática en las escuelas. Hoy en día es relativamente frecuente encontrar ordenadores y tabletas en las aulas, pero no es un recurso asequible al que puedan acceder todos los centros ni todos los países.

Con Raspberry Pi esto es mucho más sencillo y abre las puertas de la experimentación y el aprendizaje a todas las edades. La Raspberry Pi se puede usar en proyectos de electrónica y para tareas básicas que haría cualquier ordenador de sobremesa como navegar por internet, hojas de cálculo, procesador de textos, reproducir vídeo en alta definición e incluso jugar a ciertos juegos.

2.8.1 ¿Cómo funciona Raspberry Pi?

La Raspberry Pi es la placa de un ordenador simple compuesto por un SoC, CPU, memoria RAM, puertos de entrada y salida de audio y vídeo, conectividad de red, ranura SD para almacenamiento, reloj, una toma para la alimentación, conexiones para periféricos de bajo nivel, reloj... vamos, prácticamente lo mismo que si miras la parte de atrás de la torre de un ordenador, porque la Raspberry es un ordenador. Eso sí, no tiene interruptor para encenderlo o apagarlo.

Para ponerlo en marcha tenemos que conectar periféricos de entrada y salida para poder interactuar como una pantalla, un ratón y un teclado y grabar un sistema operativo para Raspberry Pi en la tarjeta SD. Ya solo queda conectarlo a la corriente y estamos listos para funcionar.

2.8.2 ¿Qué puedo hacer con una Raspberry Pi?

Sí, es cierto que existen infinidad de proyectos que podemos llevar a cabo con una Raspberry, pero la mayoría de los usuarios acaban empleándola para 4 cosas:

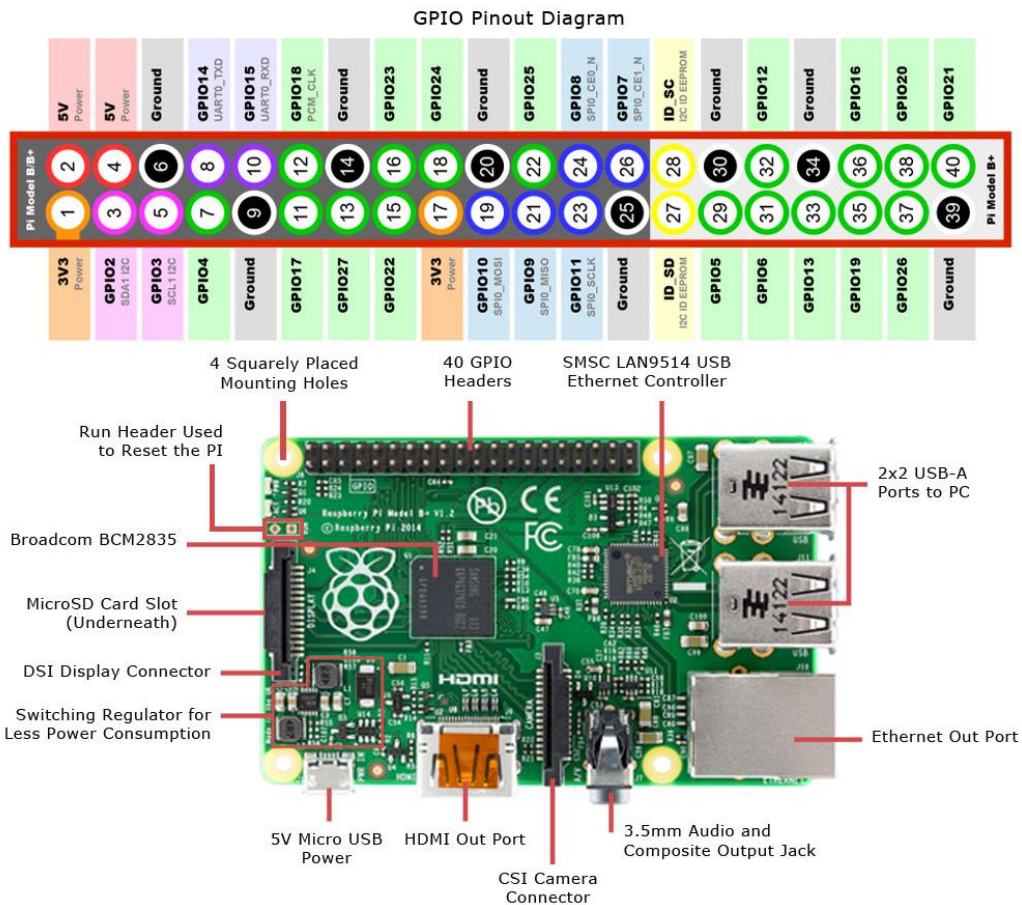
Como media center, o lo que es lo mismo, para convertir una televisión en una Smart TV, con software LIBRELEC o OSMC.

Para emular una videoconsola retro jugando a grandes clásicos con RetroPie instalado.

Como ordenador con sistema Linux, a través de distribuciones como Ubuntu, Raspbian(Debian) o Pidora (Fedora).

Domótica, con Windows 10 IOT Core, lo que permite hacer de nuestra casa un espacio un poco más inteligente con proyectos como estaciones meteorológicas o hubs inteligentes.

Para ello solo tendremos que instalar el software en la SD, algo que se puede hacer fácilmente introduciendo un instalador como NOOBS o descargando la imagen del sistema operativo en otro ordenador e instalándolo en la tarjeta con Apple Pi Baker si estamos operando desde un Mac, o con Win32DiskImager si lo hacemos con Windows. Si estás interesado en profundizar más en este procedimiento, aquí tienes un tutorial sobre cómo hacerlo.



2.8.3 Especificaciones técnicas

- CPU + GPU: Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC @ 1.4GHz
- RAM: 1GB LPDDR2 SDRAM
- Wi-Fi + Bluetooth: 2.4GHz y 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac, Bluetooth 4.2, BLE
- Ethernet: Gigabit Ethernet sobre USB 2.0 (300 Mbps)
- GPIO de 40 pines
- HDMI
- 4 puertos USB 2.0
- Puerto CSI para conectar una cámara.
- Puerto DSI para conectar una pantalla táctil
- Salida de audio estéreo y vídeo compuesto
- Micro-SD
- Power-over-Ethernet (PoE)

Estos dispositivos se llaman Low Cost Single Board Computers, que quiere decir que es un ordenador completo, de bajo consumo, con características modestas que está contenido en una placa un poco mayor que una tarjeta de crédito. Hay de varias marcas, distintos precios y diseños. El más común es de marca Raspberry. Fue también el primero en tener una acogida masiva. Hay otras marcas como ODroid o Banana Pi, cada uno con sus características y sus precios.

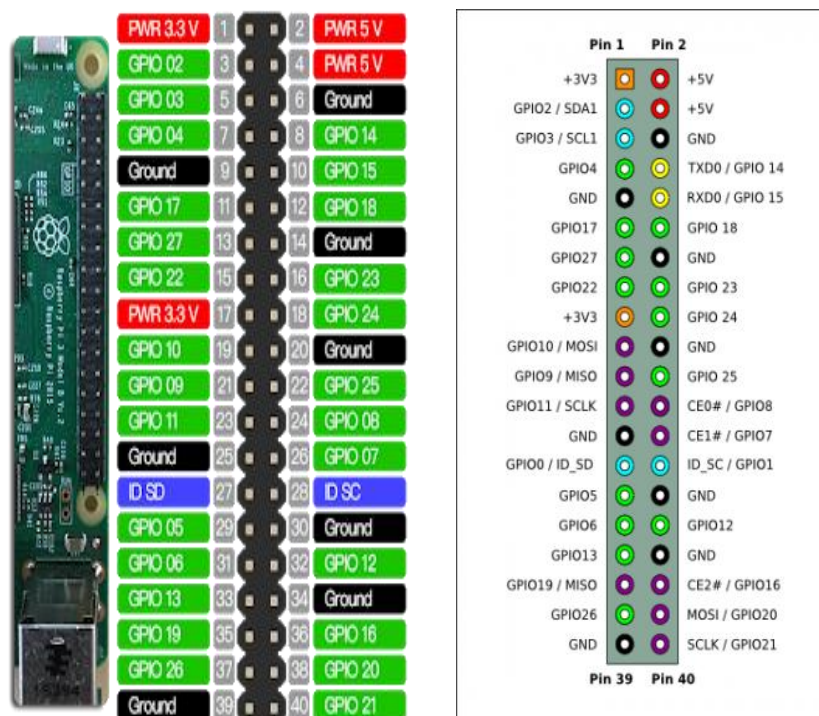
Pinout GPIO

El chip BCM2835 tiene una serie de registros que son los que controlan las entradas y salidas de propósito general (gpio). Por hardware, esos registros se mapean en un rango de memoria accesible por el sistema operativo. De esta forma podemos interactuar con ellos desde nuestro programa.

Habitualmente el acceso a memoria sólo se podría hacer como root, sin embargo hay un driver llamado gpiomem, que se encarga de mapear ese rango concreto de forma que sea accesible por el usuario.

La conexión gpio de este modelo tiene 40pin, con un conector igual al que usaban los discos duros IDE hace tiempo. Venden cables para conectarlos con una protoboard, pero no os lo recomiendo a menos que sólo vayáis a usar la Raspberry para experimentar porque estas clavijas una vez encajadas cuesta mucho quitarlas y se rompen con facilidad. En su lugar es preferible que compréis cables con conectores Dupont hembra-hembra y también macho-hembra.

2.8.4 Disposición de los terminales GPIO. techgeeks.



- Entre los 40 terminales contamos con:
- 24 terminales de entrada / salida de propósito general, con pull up y pull down independientes programables por software.
- Un módulo UART, entrada y salida.
- Dos canales PWM con DC independiente y dos modos de operación.
- Un bus I2C.
- Dos buses SPI.
- Lógicamente todas estas funciones se pueden emular también por software en caso necesario, por supuesto con menor rendimiento que con el hardware nativo. Muchas librerías para Raspberry lo incluyen.

Por contra hemos de decir que no tenemos otros extras que incorporan algunos microcontroladores tales como entradas analógicas o comparadores accesibles desde el software.

Entrando un poco en detalles tenemos:

Terminales de +5V. Van conectados a la alimentación, detrás del fusible térmico de protección. Hay una cosa curiosa y es que pasado el fusible, las pistas de 5V de alimentación y de USB van unidas, por lo que técnicamente podríais alimentar la Raspberry desde el USB o desde GPIO. No se recomienda ya que habréis anulado el fusible de protección y cualquier corto que ocasionéis podría tener graves consecuencias. El fusible es de 2.5A en los modelos modernos (de tipo MF-MSMF250), por lo que restando el consumo de la Raspberry que son unos 600mA, podemos consumir más de 1A de estos pines. Siempre y cuando el adaptador de red lo dé, claro está.

Terminales de +3.3V. En las versiones anteriores a la 3 esta tensión la proporcionaba el propio chip por lo que no podía suministrar más de 50mA y eso es lo que leeréis en multitud de foros. Sin embargo en las más modernas se utiliza un conversor conmutado PAM2306, el cual según su datasheet podría proporcionar hasta 1A. Es el mismo conversor al que va conectado el chip así que tened cuidado y no abuséis de él.

Terminales de GPIO. Es la conexión para periféricos del BCM.

En general cada pin se puede configurar individualmente para funcionar como una salida o entrada de alta impedancia, con posibilidad de tener pull-up y pull-down ambas de 50kohm.

La tensión aplicada a una entrada no debería nunca ser superior ni inferior a la tensión de alimentación del integrado. Es decir, debe estar entre 0 y 3.3V. Los diodos que veis apenas llevan corriente y no serán capaces de mitigar una sobretensión en las entradas.

En caso de usar la patilla como salida, tendrá un nivel de entre 0 y 3.3V. Las especificaciones dicen que no debemos exceder los 50mA de consumo entre todas las salidas. Se refiere a cuando consumamos corriente de una salida que esté a nivel 1, por ejemplo, alimentando un LED con el otro terminal a masa. La restricción no aplica cuando hablamos de nivel 0 y lo que hacemos es drenar corriente hacia masa, por ejemplo, si el LED estuviera conectado entre el positivo y una salida GPIO. Esto es porque la pista interna del procesador que lleva la tensión positiva de 3.3V es mucho más débil que los mosfets que drenan la corriente hacia masa. La realidad es que estos chips suelen ser bastante resistentes, pero no olvidéis que carecen de protección.

Cada patilla, además de I/O puede tener funciones alternativas tal como I2C, UART o PWM.

El primer punto problemático es la numeración. Básicamente hay 3 sistemas:

El etiquetado que sigue el BCM2837. Es decir, los nombres GPIO4, GPIO7, etc. Es el que se indica en la caja PiBow.

El número de terminal físico del conector de 40 pin.

La numeración de wiringPi, que usa numeración propia, pero a diferencia de las anteriores no varía entre versiones de Raspberry Pi.

Así pues, tenemos el GPIO7, que en numeración de BCM es el 4, corresponde al pin 7 del conector y lleva la numeración WiringPi 7.

O también tenemos el terminal número 3 del conector, cuyo nombre es SDA. En la revisión 1 de Raspberry fue GPIO0 y en la siguiente versión fue el 2. Mientras que en WiringPi se numera como 8.

Sí, es un jaleo sobre todo en nuestros primeros proyectos. Cuando utilicéis código de ejemplo de alguna página debéis estar atentos a la numeración que siguen porque será vuestra principal fuente de errores.

Ventajas: Mejora el rendimiento, tiene una gran conexión a través del WIFI, puedes hacer overclock si le instalas un disipador, tiene salida USB y microSD, ofrece un bajo consumo y su precio es bastante bueno (alrededor de los 45 euros).

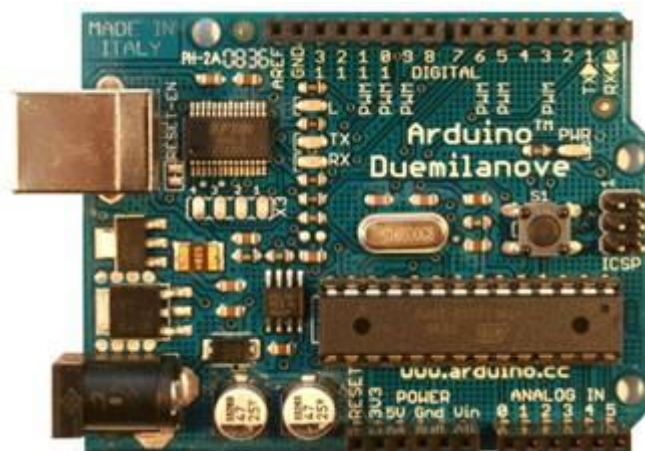
Desventajas: Para muchos usuarios la tarjeta de red se queda algo corta.

2.9 Arduino

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un micro controlador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

Características de la Placa

Se trata de una placa open hardware por lo que su diseño es de libre distribución y utilización, que incluso podemos construirla nosotros mismos (En la Figura se observa el aspecto de la placa). En la siguiente web puede encontrarse mucha información relativa a la placa:



El programa se implementará haciendo uso del entorno de programación propio de Arduino y se transferirá empleando un cable USB. Si bien en el caso de la placa USB no es preciso utilizar una fuente de alimentación externa, ya que el propio cable USB la proporciona, para la realización de algunos de los experimentos prácticos sí que será necesario disponer de una fuente de alimentación externa ya que la alimentación proporcionada por el USB puede no ser suficiente. El voltaje de la fuente puede estar entre 6 y 25 Voltios.

Estructura de Arduino



2.9.1 Entorno de desarrollo

Para programar la placa es necesario descargarse de la página web de Arduino el entorno de desarrollo (IDE). Se dispone de versiones para Windows y para MAC, así como las fuentes para compilarlas en LINUX. En la Figura 2 se muestra el aspecto del entorno de programación. En el caso de disponer de una placa USB es necesario instalar los drivers FTDI. Estos drivers vienen incluidos en el paquete de Arduino mencionado anteriormente. Existen en la web versiones para distintos sistemas operativos.

Lo primero que tenemos que hacer para comenzar a trabajar con el entorno de desarrollo de arduino es configurar las comunicaciones entre la placa Arduino y el PC. Para ello deberemos abrir en el menú "Tools" la opción "Serial Port". En esta opción deberemos seleccionar el puerto serie al que está conectada nuestra placa. En Windows, si desconocemos el puerto al que está conectada nuestra placa podemos descubrirlo a través del Administrador de dispositivos (Puertos COM & LPT/ USB Serial Port).

Arduino Mega: Características y Capacidades

Arduino es una marca de micro controladores mundialmente conocida por los amantes de la electrónica, la programación y la robótica. Es un proyecto Open Source que pone a disposición de sus usuarios una amplia gama de dispositivos basados en el micro controlador AtMega. Es posible comprar una placa Arduino armada o conseguir las piezas para uno mismo desarrollar sus propios dispositivos.



El Arduino Mega es probablemente el micro controlador más capaz de la familia Arduino. Posee 54 pines digitales que funcionan como entrada/salida; 16 entradas análogas, un cristal oscilador de 16 MHz, una conexión USB, un botón de reset y una entrada para la alimentación de la placa.

La comunicación entre la computadora y Arduino se produce a través del Puerto Serie. Posee un convertidor USB-serie, por lo que sólo se necesita conectar el dispositivo a la computadora utilizando un cable USB como el que utilizan las impresoras. Arduino Mega posee las siguientes especificaciones:

Micro controlador: ATmega2560

Voltaje Operativo: 5V

Voltaje de Entrada: 7-12V

Voltaje de Entrada(límites): 6-20V

Pines digitales de Entrada/Salida: 54 (de los cuales 15 proveen salida PWM)

Pines analógicos de entrada: 16

Corriente DC por cada Pin Entrada/Salida: 40 mA

Corriente DC entregada en el Pin 3.3V: 50 mA

Memoria Flash: 256 KB (8KB usados por el bootloader)

SRAM: 8KB

EEPROM: 4KB

Clock Speed: 16 MHz

2.9.2 Alimentación

Arduino Mega puede ser alimentado mediante el puerto USB o con una fuente externa de poder. La alimentación es seleccionada de manera automática.

Cuando se trabaja con una fuente externa de poder se debe utilizar un convertidor AC/DC y regular dicho voltaje en el rango operativo de la placa. De igual manera se puede alimentar el micro mediante el uso de baterías. Preferiblemente el voltaje debe estar en el rango de los 7V hasta los 12V.

Arduino Mega posee algunos pines para la alimentación del circuito aparte del adaptador para la alimentación.

2.10 MATLAB

La plataforma de MATLAB está optimizada para resolver problemas científicos y de ingeniería. El lenguaje de MATLAB, basado en matrices, es la forma más natural del mundo para expresar las matemáticas computacionales. Las gráficas integradas facilitan la visualización de los datos y la obtención de información a partir de ellos. Una vasta biblioteca de herramientas (Toolboxes) integradas le permite empezar a trabajar inmediatamente con algoritmos esenciales para su dominio. El entorno de escritorio invita a experimentar, explorar y descubrir. Todas estas herramientas y funciones de MATLAB están probadas rigurosamente y diseñadas para trabajar juntas.

MATLAB le ayuda a llevar sus ideas más allá del escritorio. Puede ejecutar sus análisis en conjuntos de datos de mayor tamaño y expandirse a clústeres y nubes. El código de MATLAB se puede integrar con otros lenguajes, lo que le permite implementar algoritmos y aplicaciones en sistemas web, empresariales o de producción.

2.10.1 Características principales

- Lenguaje de alto nivel para cálculos científicos y de ingeniería

- Entorno de escritorio optimizado para la exploración iterativa, el diseño y la solución de problemas
- Gráficas para visualizar datos y herramientas para crear diagramas personalizados
- Aplicaciones para ajustar curvas, clasificar datos, analizar señales, ajustar sistemas de control y muchas otras tareas
- Toolboxes complementarias para una amplia variedad de aplicaciones científicas y de ingeniería
- Herramientas para crear aplicaciones con interfaces de usuario personalizadas
- Interfaces para C/C++, Java®, .NET, Python, SQL, Hadoop y Microsoft® Excel®

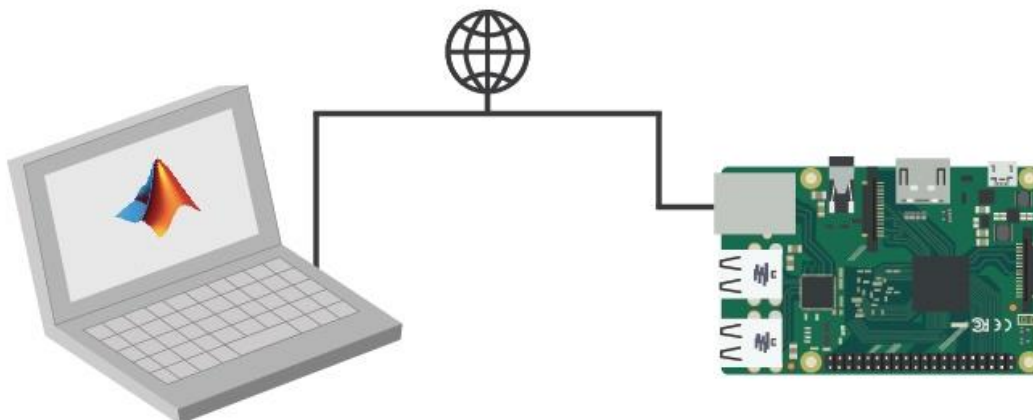
Opciones de implementación libres de derechos para compartir programas de MATLAB con los usuarios finales Creación de proyectos en la Raspberry Pi mediante programación de alto nivel y diagramas de bloques

La programación en la Raspberry Pi™ suele implicar el trabajo con imágenes, vídeos, audio y otros datos de sensores.

MATLAB® y Simulink® ayudan a los usuarios a analizar y visualizar con rapidez estos datos, así como a programar su Raspberry Pi para que responda en consecuencia Leer, escribir y analizar datos procedentes de sensores y cámaras de la Raspberry Pi

El paquete de soporte de MATLAB para la Raspberry Pi permite escribir programas de MATLAB que se comuniquen con la Raspberry Pi y adquieran datos de los pines GPIO de la placa, cámaras y otros dispositivos conectados. Dado que MATLAB es un lenguaje interpretado de alto nivel, resulta fácil prototipar y ajustar los algoritmos para los proyectos de la Raspberry Pi. MATLAB incluye miles de funciones matemáticas y de representación gráfica integradas que se pueden utilizar para la programación en la Raspberry Pi y que abarcan dominios tales como procesamiento de imágenes y vídeo, optimización, estadísticas y procesamiento de señales.

2.10.2 Raspberry Pi Matlab



Con el paquete de soporte de MATLAB para la Raspberry Pi, esta se conecta a un equipo que ejecute MATLAB. El procesamiento se lleva a cabo en el equipo con MATLAB.

El uso de MATLAB para la programación en la Raspberry Pi permite:

Analizar los datos de los sensores de la Raspberry Pi mediante miles de funciones prediseñadas para el procesado de imágenes, el procesado de señales, el modelado matemático, etc.

Visualizar de forma rápida los datos mediante la amplia gama de gráficos de MATLAB

Usar el mismo software para programar otros dispositivos de hardware, tales como Arduino® y BeagleBone Black

2.8 Medidor de energía ADE900SHIELDZ

El consumo de energía se ha venido monitoreando y haciendo lecturas desde hace más de 120 años, la necesidad ha incrementado día tras día tanto a nivel industrial como el de usuarios domésticos. En las instalaciones eléctricas se han buscado obtener todos los parámetros eléctricos, obtener registros de ellos y saber al momento cuanto es el consumo que tiene como usuario, cada una de las necesidades que tienen como usuario se ha buscado diferentes métodos, sistemas que permitan obtener datos de la manera exacta, precisa y de un buen costo.

En la antigüedad, los primeros dispositivos que hacían lecturas del consumo de energía eran mediante wathhorímetros electromagnéticos, hasta hace unos pocos años y en la actualidad estos dispositivos siguen siendo utilizados en unos pocos usuarios, tanto la población ha ido incrementando, la necesidad del uso de la energía eléctrica y la demanda nacional que crece año con año, ha sido posible disponer y corresponder a esas necesidades, se han inventado nuevos dispositivos con sistemas contenidos en un circuito integrado que es capaz de realizar las mismas funciones de lecturas pero ahora en forma digital a partir de una conversión analógica-digital (ADC).

Los nuevos dispositivos de monitoreo de la energía realizan los cálculos de manera digital, entre estos circuitos integrados modernos se encuentra el ADE9000, siendo sus funciones principales de este sistema son: el monitoreo de la energía, control de calidad y fácil acceso en su interfaz de programación comparado con otros sistemas digitales, esto permite que cualquier persona con conocimiento de programación en el lenguaje Arduino pueda hacer uso de este dispositivo, de la misma manera es de fácil aplicación.

El ADE9000 es altamente multifuncional, altamente integrado y multifásico, dispositivo de monitoreo de energía y calidad de energía. Análogo de superior rendimiento y un núcleo de procesamiento de señal digital (DSP) habilitado para una monitorización precisa de la energía en un amplio rango dinámico.

La referencia de gama alta integrada garantiza una baja deriva sobre la temperatura con una deriva combinada de menos de ± 25 ppm / ° C máximo para todo el canal, incluido un amplificador de ganancia programable (PGA) y un convertidor analógico a digital (ADC).

El EV-ADE9000SHIELDZ es compatible con cualquier variante de Arduino. Se puede conectar directamente con transformadores de corriente y cables de tensión. Permite rápida evaluación y creación de prototipos de energía y calidad energética, sistemas de medición con el ADE9000. Esto se logra a través de la Biblioteca de Arduino.

Los SENSORES ACTUALES de EV-ADE9000SHIELDZ está diseñado para trabajar directamente con transformadores de corriente de salida de corriente (CT). Conecte el CT conduce a los bloques de terminales SL1, SL2, SL3 y SL4. CT de salida de corriente.

El EV-ADE9000SHIELDZ tiene resistencias de carga incorporadas en configuración diferencial para permitir la conexión directa con salida de corriente CTs. Con un típico 2500: 1 CT, el máximo de La corriente recomendada es de 86 A rms.

También se puede usar con bobinas Bobinas Rogowski pero se tienen que hacer ciertos cambios en la placa electrónica para no dañar el equipo.

Tiene divisores de resistencia integrados para atenuar el voltaje de entrada entrante. El factor de atenuación es 801. No exceda la línea nominal de 240 V rms a neutro voltaje en la configuración en Y de 3 fases, 4 hilos (3P4W). En Configuración delta de 3 hilos, cuando se utiliza la Fase B como referencia, no exceda el voltaje de línea a línea de 250 V rms, Tiene cuatro conectores banana a bordo para conectar las entradas de voltaje. Use TPIA079 o cables equivalentes con pinzas de cocodrilo para conectar las entradas de voltaje.

2.8.1 Características.

Mediciones de calidad de la energía.

Admite estándares de energía activa soportando las normas **IEC 62053-21 e IEC 62053-22, EN50470-3, OIML R46, y ANSI C12.20**

admite estándares de energía reactiva de acuerdo2 a las normas **IEC 62053-23, IEC 62053-24**

Permite la implementación de **IEC 61000-4-30 Clase S**

Simplifica la recopilación de datos para el análisis armónico IEC 61000-4-7

Monitores de inmersión y oleaje

Admite sensores de transformadores de corriente y de bobina Rogowski (di/dt)

Integrador digital para bobina Rogowski.

Tapón de forma de onda flexible

Muestra la forma de onda para garantizar 128 puntos por ciclo de línea para facilitar el análisis armónico externo

Pantalla de medición de calidad de energía y energía compatible con Arduino con CI de monitoreo de energía multifásica y calidad de energía ADE9000

Puerto de comunicación de alta velocidad: interfaz de puerto serie de 20 MHz (SPI)

Sensor de temperatura integrado con ADC de registro de aproximación sucesiva (SAR) de 12 bits

Precisión de ± 3 °C de - 40°C a + 85°C

Amplio rango de voltaje de entrada: ± 1 V, 707 mV rms FS con ganancia = 1

Mediciones monofásicas 3P4W, 3P3W o 3 hilos

Interfaz directa con transformadores de corriente de salida de corriente

Medición de tensión de neutro de línea nominal de hasta 240 V rms

Biblioteca de software Arduino

Bocetos de calibración

Acceso directo para programación y visualización del monitoreo mediante cable USB.

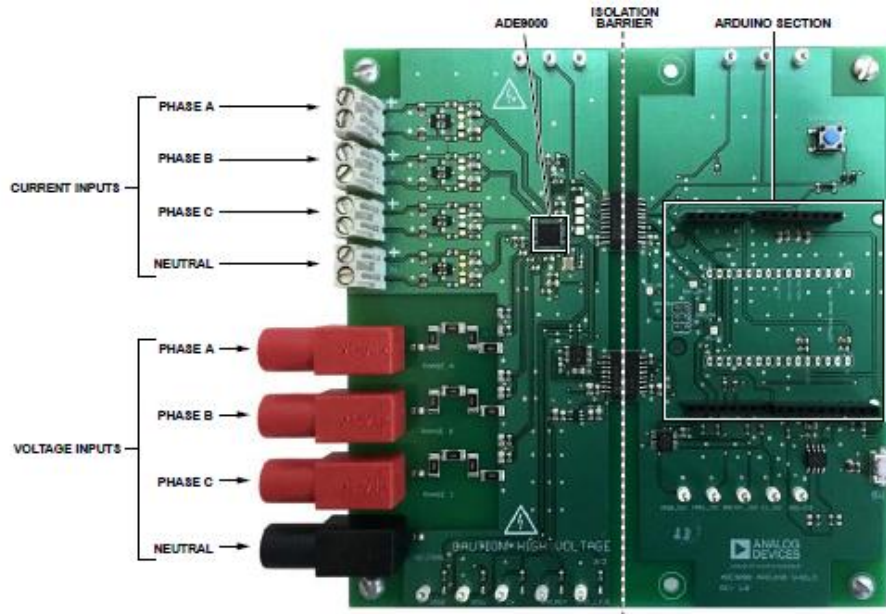
El dispositivo ADE9000SHIELDZ cuenta con 2 secciones que están separadas una con otra por medio de una barrera de aislamiento:

la primera que es de potencia, donde se hacen las conexiones de los sensores de corrientes y los cables de voltaje, así mismo es en donde se encuentra el microprocesador ADE9000 para hacer la conversión de analógico-digital.

la segunda que es de procesamiento de datos, es la parte en donde se almacena la programación que hace el cálculo de Arduino.

En el siguiente diagrama de bloques funcional del ADE9000SHIELDZ se puede observar que el dispositivo tiene incorporados 7 convertidores de analógicos a digital (ADC) independientes de segundo orden. Cada ADC es de 24 bits y soporta entradas

completamente diferenciales y las pseudo diferenciales que pueden ir por encima y debajo del suelo.



El dispositivo ofrece un buffer de forma de onda flexible integrado que almacena muestras a una velocidad de datos fija de 32 **kSPS** u 8 kSPS, o una velocidad de muestreo que puede variar según la frecuencia de línea para garantizar 128 puntos por ciclo de línea. El Re muestreo simplifica el cálculo rápido de la transformación de Fourier (FFT) de al menos 50 armónicos en un procesador externo.

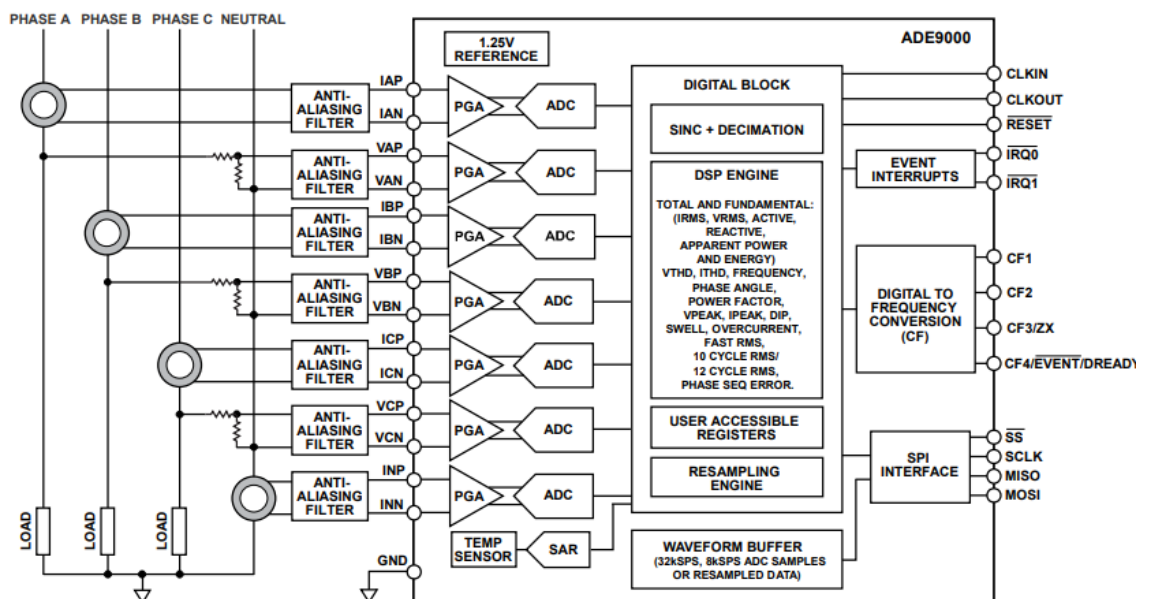


Figura. Diagrama de bloques del ADE9000SHIELZ

especificaciones hace mención de lo que el medidor de energía puede ofrecer, de las cuales sus capacidades de monitoreo son:

- Potencia activa W/h
- Potencia reactiva VAR/h
- Potencia aparente VA/h
- Corrientes RMS total y fundamental
- Voltajes RMS total y fundamental
- Tiempo de espera por cruce por cero
- Frecuencia por línea: una por fase
- Mediciones de Angulo de fase
- Distorsión armónica total de voltaje (THD)
- Factor de potencia

2.8.2 Aplicaciones

Monitoreo de energía y potencia.

Monitoreo de calidad de energía

Dispositivos de protección

Salud de la máquina

Unidades inteligentes de distribución de energía

Contadores de energía polifásicos

Este dispositivo dispone de un proceso de calibración para obtener datos más precisos, se necesitan hacer ciertos cálculos e introducirles señales de voltaje y corriente con la ayuda de una fuente trifásica para poder calibrarla.

El sistema se calibra a la tensión y corriente de funcionamiento nominal utilizando una fuente precisa

La precisión de la calibración es menor o igual que la precisión de la fuente.

Cabe mencionar que las fases se calibran por separado al mismo tiempo.

2.8.3 Beneficios de medidores de energía digitales

En la actualidad cada una de las empresas o cualquier consumidor de usuario doméstico han buscado mejorar su consumo eléctrico, optimizar el aprovechamiento de la energía y tener un ahorro monetario en el uso del consumo de energía eléctrica.

Los analizadores de redes de la actualidad cuentan con las más nuevas tecnologías, miden un gran número de parámetros eléctricos, esto se ha logrado hacer con el principal objetivo de obtener una mejor gestión y control en nuestras instalaciones eléctricas de nuestros hogares, industrias, máquinas y cualquier equipo que tengamos instalado, obteniendo un óptimo ahorro en los costes energéticos.

Cualquier equipo de analizadores de los que se encuentran en el mercado son de elevadas prestaciones, pero son diseñados para ser de uso muy sencillo, de ser instalados de manera

práctica y eficiente en cualquier instalación haciendo su uso de manera adaptable a cualquier medida requerida en que se necesite operar.

El uso de los analizadores trae grandes beneficios y es lo que busca cada consumidor, dentro de esos beneficios que obtienen de forma significativa son:

- a) **La seguridad**, En un estudio de cargas en una instalación eléctrica, hay que determinar siempre si cuenta con capacidad suficiente para para agregar nuevas cargas, esto implica hacer un uso de un registro eléctrico para documentar los niveles actuales las cargas instaladas y de acuerdo a los datos obtenidos documentar las pérdidas de energía con el paso del tiempo. Por consiguiente, un estudio minucioso de las cargas puede garantizar el cumplimiento de las normas aplicables y no menos importantes, el realizar un estudio de cargas previo puede evitar las sobrecargas en la instalación existentes lo que garantizar mayor seguridad y fiabilidad.
- b) **Ahorro en costos energéticos**, los gastos energéticos son una parte importante del costo operativo total, sin embargo, muchas empresas gastan sus recursos sin conocer los detalles de su consumo, normalmente las empresas solo pagan su monto total de sus facturas, no evalúan si sus gastos son normales o excesivos comparando sus operaciones con otros meses.

Gracias al uso de los nuevos analizadores y medidores de energía es posible monitorear en tiempo real el consumo de energía de su instalación, quedando registros del uso energético de las labores de operación principales y secundarias.

- c) **Exactitud en la facturación**, en algunas industrias que tienen instalados plantas eléctricas grandes o medianas, suelen instalar medidores auxiliares para controlar su consumo eléctrico, sin embargo, en algunos medidores que fueron instalados incorrectamente ponen en cuestión el consumo real de energía.

Han existido muchos problemas en las instalaciones como son secuencia de fases erróneas, medidores de tensión instalados al revés, hasta errores en la configuración en los contadores auxiliares. Por ello aun teniendo instalados sus propios medidores es recomendable comprobar las lecturas con los nuevos analizadores de calidad de energía.

- d) **Solución de problemas**, en algunas ocasiones la única forma de resolver un problema es haciendo análisis y capturando los datos durante un buen lapso de tiempo. Ya teniendo los datos recabados que fueron recabados por ingenieros certificados y expertos en el tema se dará una solución integral para un uso eficiente de la energía, con los equipos adecuados que requiera el problema y que estén certificados y calibrados.

2.9 Medidor de calidad de la red PQM Multilin

El PQM es la elección ideal si se necesita monitorizar de forma continua un sistema trifásico. El equipo ofrece medida de intensidad, tensión, potencia real y reactiva, uso de energía, coste de la energía, factor de potencia y frecuencia. Sus ajustes programables y sus cuatro salidas configurables permiten añadir funciones de control para aplicaciones específicas. Estas pueden incluir alarmas de sobre intensidad, mínima intensidad, máxima/mínima tensión, desequilibrio, deslastre de cargas basado en la demanda, y

control de la corrección del factor de potencia del condensador. Además, es posible llevar a cabo tareas de control más complejas utilizando las 4 entradas que pueden usarse para estados, como interruptor abierto/cerrado, información del lujo, etc.

El PQM puede utilizarse como dispositivo de recogida de datos para un sistema de automatización de planta que integre requisitos de proceso, instrumentación y eléctricos. Todos los valores medidos son accesibles a través de los dos puertos de comunicación RS485

En protocolo ModBus®. En caso de que se requieran valores analógicos para un interfaz directo con un PLC, cualquiera de los valores medidos puede enviarse como salida a una de las 4 salidas analógicas. Puede utilizarse una entrada analógica para medir una variable de

Proceso. El puerto frontal RS232 puede conectarse a un PC para ofrecer acceso instantáneo a la información para otro personal de la planta.

La calidad del sistema de energía es muy importante debido al creciente uso de cargas electrónicas, como ordenadores, lastres o drives de frecuencia variable. La opción de análisis de energía incluida en el PQM permite mostrar cualquier intensidad o tensión de fase

y calcular el contenido de armónicos. Conociendo la distribución de los armónicos, se pueden tomar medidas que eviten el sobrecalentamiento de transformadores, motores, condensadores, cables de neutro y los disparos del interruptor.

Además, es posible determinar la redistribución de la carga del sistema. Los informes sobre oscilografía y registro de datos creados por el PQM pueden ser de gran ayuda en el diagnóstico de problemas.

El medida de calidad de red incluirá medida para tres fases así como un análisis de la Calidad de la red. La medida incluirá: A, V, W, Wh, Wcost, var, varh, VA, VAh, Hz y FP. Las características del análisis de la energía incluirán un registro de eventos, captura oscilografía, visualización del espectro de armónicas (hasta el armónica 62 y distorsión armónica total) y una función de almacenamiento de datos. Se dispondrá de cuatro entradas digitales que podrán ser programadas para la activación de salidas, contadores, lógica, sincronismo de la demanda, así como para reposición y alarmas. El equipo deberá incluir

cuatro relés de salida que podrán ser programadas para activar alarmas, ajustes entradas digitales, pulsos kWh a control de comunicaciones. Estos relés de salida podrán al mismo tiempo utilizar los valores de medida de la demanda de A, Var, W y VA para controlar el deslastre de cargas.

La interfaz con PLC estará disponible a través de cuatro salidas aisladas de 4-20 mA que se programaran desde los parámetros medidos. La monitorización de los transductores se realizará a través de una entrada de 4-20 mA. La lógica programable permitirá el control de baterías de condensador para la corrección del factor de potencia. Las entradas de intensidad tendrán lugar a través de TIs de 1 o 5 amperios y no es necesario el uso de tragos de tensión para tensiones de hasta 600V. La alimentación puede ser CA a CC.

La interfaz de usuario local incluirá un teclado y un display para la introducción de todos los ajustes y la lectura de todos los valores de medida. Incluirá también indicadores LED para los relés de salida, el estado de las comunicaciones y de las alarmas. El equipo deberá incorporar un puerto RS232 en el panel frontal. Se dispondrá de dos puertos RS485 y uno de comunicación RS232 para el acceso simultáneo utilizando el protocolo ModBus® RTU. El software basado en Windows facilitará la programación de los ajustes.

2.9.1 Instrucciones de GE multilin PQM

Software Revision: 3.6x
Manual P/N: 1665-0003-CJ
Manual Order Code: GEK-106296E
Copyright © 2006 GE Multilin



Estas instrucciones no pretenden cubrir todos los detalles o variaciones en el equipo ni proporcionar para cada eventualidad posible que se debe cumplir en relación con la instalación, operación o mantenimiento., el asunto debe ser referido a la Compañía General de Electricidad. En la medida requerida, descritos en este documento cumplen con ANSI, IEEE y NEMA aplicables. Estándares; pero no se da tal garantía con respecto a los códigos y ordenanzas local es porque varían mucho.

Todos los derechos reservados. Manual de instrucciones del medidor de calidad de energía GE Multilin PQM para la revisión 3.6x. PQM Power Quality Meter, es una marca registrada de GE Multilin Inc. El contenido de este manual es propiedad de GE Multilin Inc. Esta documentación es suministrada con licencia y no puede reproducirse total o parcialmente sin el permiso de GE Multilin. El contenido de este manual es solo para uso informativo y está sujeto a cambiar sin previo aviso Los números de pieza contenidos en este manual están sujetos a cambios sin previo aviso y deben, por lo tanto, verifique GE Multilin antes de realizar el pedido. Número de pieza: 1601-0003-CJ (septiembre de 2006).



PQM Power Quality Meter

2.9.2 CAPITULO 1 Visión General

Chapter 1: Overview

INTRODUCCION

El medidor de calidad de energía GE Multilin PQM es una opción ideal para el monitoreo continuo de un Sistema monofásico o trifásico. Proporciona medición de corriente, voltaje, potencia real, reactiva potencia, potencia aparente, uso de energía, costo de potencia, factor de potencia y frecuencia. Los puntos de ajuste programables y los cuatro relés de salida asignables permiten que las funciones de control sean agregado para aplicaciones específicas. Esto incluye alarma básica en sobre / bajo corriente o voltaje, desequilibrio, deslastre de carga basado en la demanda y control de corrección del factor de potencia del condensador. Es posible un control más complejo utilizando las cuatro entradas del interruptor; estos también se pueden utilizar para información de estado, como interruptor abierto / cerrado, información de flujo, etc. Como dispositivo de recopilación de datos para sistemas de automatización de plantas que integran procesos, instrumentos y requisitos eléctricos, todos los valores monitoreados están disponibles a través de uno de dos Puertos de comunicación RS485 que ejecutan el protocolo Modbus. Si se requieren valores analógicos Para la interfaz directa a un PLC, cualquiera de los valores monitoreados puede salir como 4 a 20 mA (o 0a 1 mA) señal para reemplazar hasta 4 transductores separados. Un tercer puerto de comunicación RS232 se conecta a una PC desde el panel frontal para el acceso simultáneo de información por otro personal de planta.

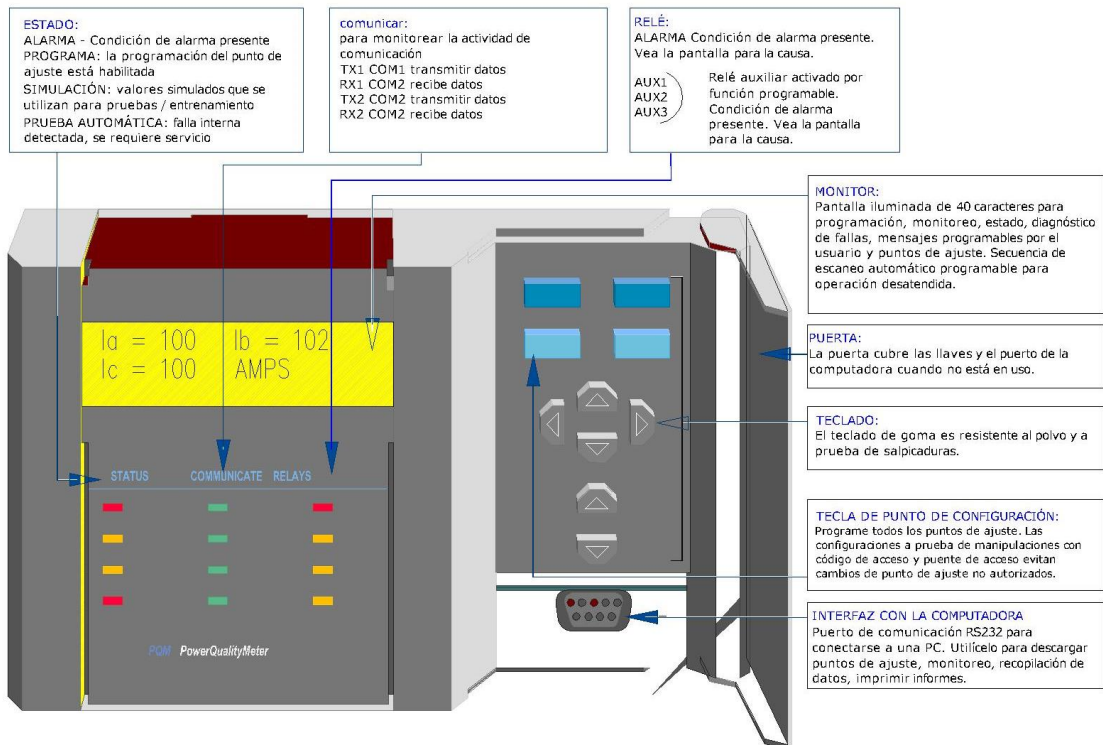
Con el uso cada vez mayor de cargas electrónicas como computadoras, balastos y variables unidades de frecuencia, la calidad del sistema de alimentación es importante. Con el análisis armónico opción, se puede mostrar cualquier corriente de fase o voltaje y el contenido armónico calculado. El conocimiento de la distribución armónica permite tomar medidas para prevenir transformadores sobrecalentados, motores, condensadores, cables neutros y disyuntores molestos. La redistribución de la carga del sistema también se puede determinar. El PQM también puede proporcionar forma de onda e impresiones de datos para ayudar en el diagnóstico del problema.

El monitoreo o control económico del sistema es posible seleccionando el chasis sin pantalla modelar como un componente del sistema y agregar las opciones requeridas para obtener el nivel deseado de funcionalidad

Monitor: A, V, VA, W, var, kWh, kvarh, kvarh, PF, Hz

- Medición de demanda: W, var, A, VA
- Puntos de ajuste para alarma o control de la mayoría de los valores medidos, que incluyen: desequilibrio, frecuencia, factor de potencia, voltaje y corriente.
- 4 relés de salida / 4 entradas de interruptor para una configuración de control flexible.
- 4 salidas analógicas aisladas reemplazan los transductores para la interfaz PLC.
- 1 entrada analógica de 4-20 Ma.
- Comunicaciones Modbus.
- Tres puertos COM (dos puertos RS485 traseros y un puerto RS232 frontal) para acceder por personal de procesos, electricidad, mantenimiento e instrumentos.
- Análisis armónico para revisión de calidad de energía y corrección de problemas.
- Pantalla de 40 caracteres y teclado para programación local.
- Software de configuración EnerVista PQM gratuito para la entrada del punto de ajuste o el monitoreo desde una PC.

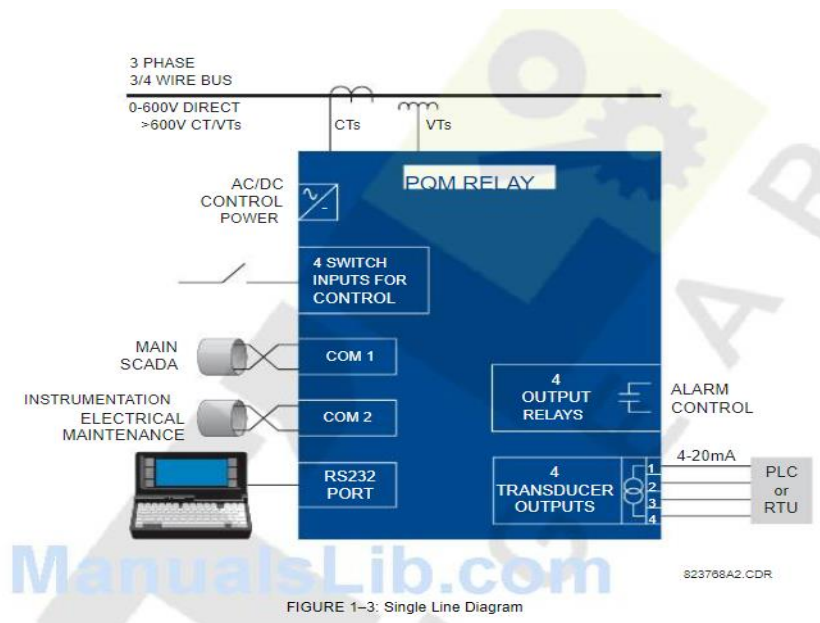
- Modo de simulación para pruebas y entrenamiento.
- Diseño compacto para montaje en panel o chasis.
- Energía de control AC / DC.



Aplicaciones

- Medición de alimentadores de distribución, transformadores, generadores, bancos de condensadores y motores
- Sistemas trifásicos de media y baja tensión.
- Comercial, industrial, utilitario
- Control flexible para el desprendimiento de carga a demanda, el factor de potencia, etc.
- Análisis de calidad de energía

- Depuración del sistema



Características estándar

Verdadero monitoreo RMS de I desequilibrio voltaje / corriente factor de potencia, frecuencia de línea, vatios, vars, VA, Wh, varh, VAh y lecturas de demanda para A, W, vars y VA. Los valores máximos y mínimos de las cantidades medidas se registran y son fecha y hora estampadas. Se utiliza una pantalla de cristal líquido de 40 caracteres para programar puntos de ajuste y monitorear valores y estado.

a) Alarmas

Las condiciones de alarma se pueden configurar para todas las cantidades medidas. Estos incluyen sobrecorriente, baja corriente, corriente neutral, desequilibrio de corriente, desequilibrio de voltaje, inversión de fase, sobrefrecuencia, subfrecuencia, factor de potencia, entradas de interruptor, etc. Los mensajes de alarma son Se muestra en un formato de inglés simple y fácil de entender.

b) comunicación

El PQM está equipado con un puerto estándar RS485 que utiliza Modbus o DNP 3.0 protocolos. Esto se puede utilizar para integrar procesos, instrumentación y sistemas eléctricos. requisitos en un sistema de automatización de planta conectando medidores PQM juntos a un DCS o sistema SCADA. Una PC que ejecuta EnerVista PQM Setup puede cambiar los puntos de ajuste del sistema y

monitorear valores, estado y alarmas. El monitoreo continuo minimiza el tiempo de inactividad del proceso

identificando de inmediato problemas potenciales debido a fallas o cambios del crecimiento.

El PQM también incluye un puerto frontal RS232 que puede emplearse para realizar tales tareas como:

- monitoreo de datos
- diagnóstico del problema
- ver registros de eventos
- tendencias
- configuración de impresión y / o valores reales
- cargar nuevo firmware en el PQM

Característica opcionales

Cortesía de National Switchgear.com La memoria flash se usa para almacenar firmware dentro del PQM. Las actualizaciones se cargarán a través del puerto serie.



FIGURA 1-4: Descarga de mejoras del producto a través del puerto serie

Su arquitectura abierta permite inicialmente como medidores independientes. Su arquitectura abierta permite conexión a otros dispositivos compatibles con Modbus en el mismo enlace de comunicación. Estas se puede integrar en un sistema completo de toda la planta para el monitoreo general del proceso y controlar.

c) Opción de transductor

Cuatro salidas analógicas aisladas de 4 a 20 mA (o 0 a 1 mA según la opción instalada) se proporcionan que pueden reemplazar hasta ocho transductores. Las salidas se pueden asignar a cualquier parámetros medidos para la interfaz directa a un PLC.

Se proporciona una entrada analógica de 4 a 20 mA para aceptar una salida de transductor para mostrar información como la temperatura o el nivel del agua.

Se proporciona un puerto de comunicación RS485 posterior adicional para monitoreo simultáneo por personal de procesos, instrumentos, electricidad o mantenimiento



FIGURA 1-5: Puerto de comunicación adicional

d) Opción de control

Tres relés de salida en forma de "C" de contacto seco adicionales y cuatro entradas de interruptor de contacto seco están provistos. Estos relés adicionales se pueden combinar con puntos de ajuste y entradas / salidas.

Las posibilidades incluyen:

- Advertencias de alarma de baja corriente para protección de la bomba sobre / subtensión para generadores.
- Advertencias de alarma de desequilibrio para proteger las máquinas rotativas.
- Factor de potencia de doble nivel para la conmutación del banco de condensadores
- Salida de baja frecuencia / demanda para deslastre de carga que resulta en ahorros de costos de energía.
- Salida de pulso kWh, kvarh y kVAh para interfaz PLC.
- Entrada de pulso para totalizar cantidades tales como kWh, kvarh, kVAh, etc.

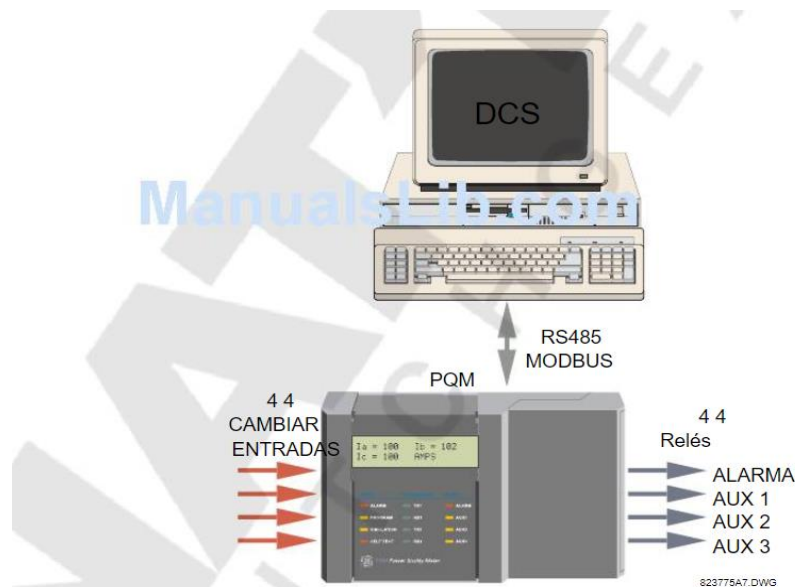


FIGURA 1-6: Interruptores de entradas y salidas de relés

e) Opción de análisis de potencia

Las cargas no lineales (como unidades de velocidad variable, computadoras y balastos electrónicos) pueden causar armónicos no deseados que pueden conducir a disparos molestos del interruptor, teléfono interferencia y sobrecalentamiento del transformador, condensador o motor. Para diagnósticos de fallas tales

como detectar cableado neutro de tamaño insuficiente, evaluar la necesidad de clasificación armónica transformadores, o juzgando la efectividad de los filtros armónicos, detalles del armónico El espectro es útil y está disponible con la opción de análisis de potencia.

EnerVista PQM Preparar Software

Todos los datos recopilados continuamente por el PQM pueden transferirse a un software de terceros programa para visualización, control o análisis a través de la interfaz de comunicaciones. El software EnerVista PQM Setup hace que estos datos sean inmediatamente útiles y ayuda a programar el PQM. Algunas de las tareas que se pueden ejecutar con EnerVista PQM

Los paquetes de software de configuración son:

- Leer datos medidos.
- Monitorear el estado del sistema.
- Cambiar los puntos de ajuste de PQM en línea.
- Guardar puntos de ajuste en un archivo y descargar en cualquier PQM.
- Captura y muestra formas de onda de voltaje y corriente para análisis.
- Registrar perfiles de demanda para varias cantidades medidas.
- Solucionar problemas de comunicación con una depuración de comunicaciones integrada herramienta.
- Imprimir todos los gráficos, cuadros, puntos de ajuste y datos reales.

El código de pedido para todas las opciones es: PQM-T20-CA.

Tabla 1–1: Códigos de pedido

	PQM	*	*	*	
Unidad básica	yo	yo	yo	yo	Unidad básica con pantalla, todo corriente / voltaje / potencia
PQM	yo	yo	yo	yo	mediciones, 1 puerto de comunicación RS485, 1 RS232
	yo	yo	yo	yo	Puerto de comunicación
Transductor					4 salidas analógicas aisladas, 0-20 mA y 4-20 mA
Opción	T20	yo	yo	yo	asignable a todos los parámetros medidos, 4-20 mA analógico
		yo	yo	yo	entrada, segundo puerto de comunicación RS485
	T1	yo	yo	yo	4 salidas analógicas aisladas, 0-1 mA asignables a todos
		yo	yo	yo	parámetros medidos, entrada analógica de 4-20 mA, segundo RS485
		yo	yo	yo	Puerto de comunicación
Controlar		C	yo	yo	3 relés de salida programables adicionales (para un total de 4),
Opción			yo	yo	4 entradas de interruptor programables
Poder			UN		Análisis armónico, memoria de rastreo activada, forma de onda
Análisis					captura, registrador de eventos, registrador de datos
Opción					

Modificaciones (consulte a la fábrica para cualquier costo de modificación adicional):

- ❖ MOD 500: prueba portátil / maletín de transporte

- ❖ MOD 501: potencia de control de 20 a 60 V CC / 20 a 48 V CA
- ❖ MOD 502: Tropicalización
- ❖ MOD 504: bloques de terminales extraíbles
- ❖ MOD 505: Control remoto PQM: Unidad base con placa frontal desmontable
- ❖ MOD 506: Conmutación de banco de condensadores de 4 pasos
- ❖ MOD 507: funcionamiento de temperatura extendida de -40°C a $+60^{\circ}\text{C}$
- ❖ MOD 508: 269/565 Protocolo de comunicación
- ❖ MOD 513: Operación Clase 1, División 2
- ❖ MOD 516: PQM Remote: solo unidad base
- ❖ MOD 517: Control remoto PQM: solo placa frontal desmontable
- ❖ MOD 521: Precisión mejorada de captación de voltaje de memoria de rastreo

Accesorios (consulte a la fábrica para cualquier costo adicional de accesorios):

- ❖ EnerVista PQM Setup Windows software (suministrado gratis)
- ❖ Convertidor RS232 a RS485 (requerido para conectar una PC a los puertos PQM RS485)
- ❖ Collar de 2.25 "para montaje de profundidad limitada
- ❖ Red de terminación RS485
- ❖ Placa de montaje PQM para reemplazar MTM Plus

Poder de control:

- ❖ 90 a 300 V CC / 70 a 265 V CA estándar
- ❖ 20 a 60 V CC / 20 a 48 V CA (MOD 501)

Especificaciones

PQM Especificaciones

ENTRADAS ACTUALES

CONVERSIÓN:	verdadero valor eficaz, 64 muestras / ciclo
ENTRADA DE CT:	1 A y 5 A secundario
CARGA:	0.2 VA
SOBRECARGAR	20 × CT por 1 seg. 100 × CT por 0.2 seg.
RANGO:	1 a 150% de CT primaria
ESCALA COMPLETA	150% de CT primaria
FRECUENCIA:	hasta 32 de Armonicos
EXACTITUD:	$\pm 0.2\%$ de escala completa o 1 amperio

ENTRADAS DE VOLTAJE

CONVERSIÓN:	verdadero valor eficaz, 64 muestras / ciclo
ENTRADA VT:	relación directa o VT 1.0 a 3500.0: 1
CARGA:	2,2 M Ω
RANGO DE ENTRADA:	20 a 600 V CA
ESCALA COMPLETA:	150/600 V CA autoescalado AT VTinput \leq 150 VAC, la escala completa es 150 VAC AT VTinput $>$ 150 VAC, la escala completa es 600 VAC

FRECUENCIA: hasta 32 de armónicos
 EXACTITUD: $\pm 0.2\%$ de la escala completa o 1 voltio

ACTIVADOR DE MEMORIA DE RASTREO

ENTRADA 2 ciclos de datos (corriente, voltaje)
 TIEMPO DE RETARDO: 0 a 30 ciclos
 PRECISIÓN DE RECOGIDA DE NIVEL DE GATILLO:
 Sobrecorriente: $\pm 2\%$ de la escala completa
 SOBRETENSIÓN: $\pm 2\%$ de la escala completa
 BAJO VOLTAJE: $\pm 3\%$ de la escala completa

MODOS DE MUESTREO

	MUESTRAS / CICLO	ENTRADAS DATA DE MUESTRA HORA	DURACIÓN (ciclos)
Medido VALORES	64	TODOS	2
RASTRO MEMORIA	dieciséis	TODOS	continuo
ARMÓNICO ESPECTRO	256	1	1

ENTRADAS DE INTERRUPTOR

TIPO: contactos secos
 RESISTENCIA: 1000 Ω máx. De resistencia ON
 SALIDA: 4 V CC a 2 mA (pulsado)
 DURACIÓN: 100 ms mínimo

SALIDAS ANALÓGICAS

	SALIDA	
	0-1 mA (Opción T1)	4-20 mA (Opción T20)
CARGA MÁXIMA	2400 Ω	600 Ω
SALIDA MÁXIMA	1.1 mA	21 mA

EXACTITUD: $\pm 1\%$ de lectura a escala completa
 AISLAMIENTO: ± 36 V aislado, fuente activa
 ENTRADA ANALÓGICA
 RANGO: 4 a 20 mA
 EXACTITUD: $\pm 1\%$ de lectura a escala completa
 CARGA INTERNA
 RESISTENCIA: 250 Ω

RELÉS DE SALIDA

VOLTAJE		HACER / LLEVAR		DESCANSO
		Continuo	0.1 seg.	
RESISTADOR	30 VDC	5 A	30 A	5 A
	125 VDC	5 A	30 A	0.5 A
	250 VDC	5 A	30 A	0.3 A
INDUCTIVO (L / R = 7 ms)	30 VDC	5 A	30 A	5 A
	125 VDC	5 A	30 A	0.25 A
	250 VDC	5 A	30 A	0.15 A
RESISTADOR	120 VACACIONES	5 A	30 A	5 A
	250 VACACIONES	5 A	30 A	5 A
INDUCTIVO PF = 0.4	120 VACACIONES	5 A	30 A	5 A
	250 VACACIONES	5 A	30 A	5 A

CONFIGURACIÓN:

Formulario C NO / NC

MATERIAL DE CONTACTO:

Aleación de plata

CAPÍTULO 1: PANORAMA GENERAL

TABLA:2 Valores medidos

PARÁMETRO	EXACTITUD	RANGO
VOLTAJE	± 0.2% de la escala completa	20 a 100% de VT
ACTUAL	± 0.2% de la escala completa	1 a 150% de CT
V DESEQUILIBRIO	± 1% de la escala completa	0 a 100%
I DESEQUILIBRIO	± 1% de la escala completa	0 a 100%
kW	± 4% de la escala completa	0 a ± 999,999.99 kW
kvar	± 4% de la escala completa	0 a ± 999,999.99 kvar
kVA	± 4% de la escala completa	0 a ± 999,999.99 kVA
kWh	± 4% de la escala completa	2 ³² kWh
kvarh	± 4% de la escala completa	2 ³² kvarh
kVAh	± 4% de la escala completa	2 ³² kVAh
PF	± 1.0% de la escala completa	± 0.00 a 1.00
FRECUENCIA	± 0.02Hz	20.00 a 70.00 Hz
kW DEMANDA	± 0.4% de la escala completa	0 a ± 999 999,99 kW

kvar DEMANDA	± 0.4% de la escala completa	0 a ± 999 999,99 kvar
Demanda de kVA	± 0.4% de la escala completa	0 a ± 999 999,99 kVA
AMP DEMANDA	± 0.2% de la escala completa	0 a 7500 A
AMPS THD	± 2.0% de escala completa	0.0 a 100.0%
VOLTIOS THD	± 2.0% de escala completa	0.0 a 100.0%
FACTOR DE CRESTA	± 0.4% de la escala completa	1 a 9,99



GE Consumer & Industrial
Multilin

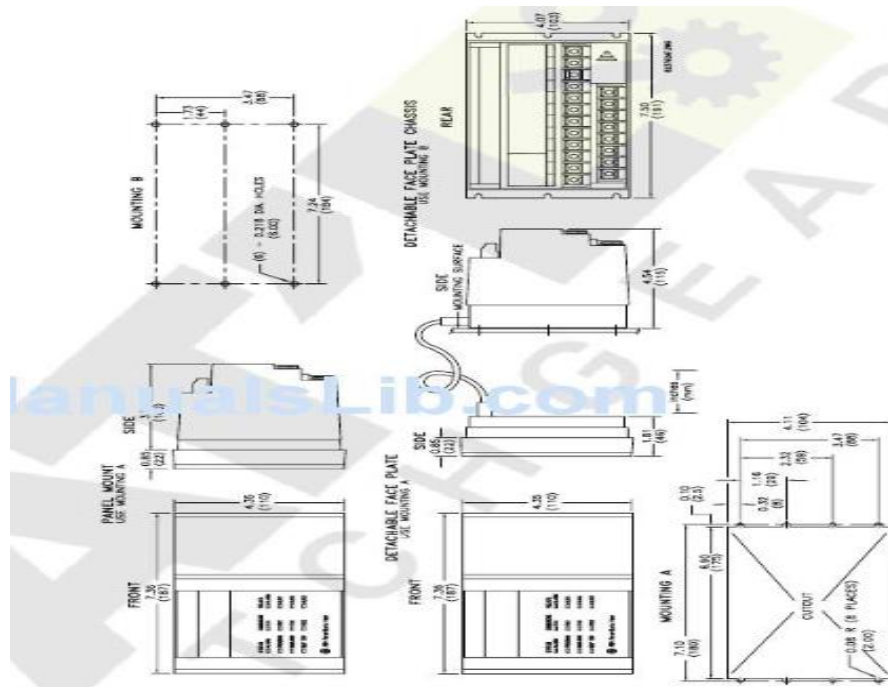


PQM Power Quality Meter
Chapter 2: Installation

2.9.1. Capítulo 2: Instalación

Físico

Las dimensiones físicas y las dimensiones de corte requeridas para el PQM se muestran a continuación. Una vez los agujeros de corte y montaje están hechos en el panel, use los ocho tornillos autorroscantes # 6 proporcionado para asegurar el PQM. Monte la unidad en un panel o puerta de apartamento para permitir acceso del operador al teclado y a los indicadores.



Los atributos del producto varían según la configuración y las opciones seleccionadas en pedido del cliente. Antes de aplicar energía a la PQM, examine la etiqueta en la parte posterior y asegúrese de que estén instaladas las opciones correctas

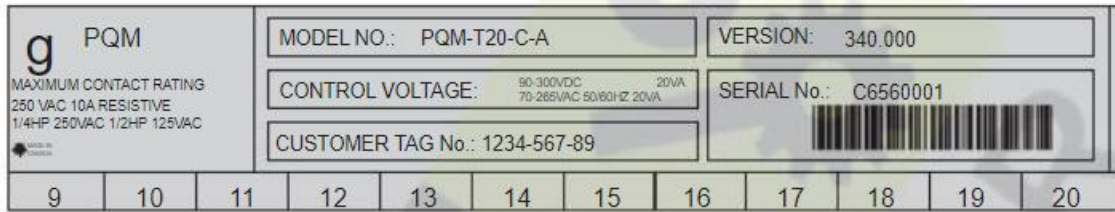


FIGURA 2–2: Etiqueta del producto

.El número de modelo para un básico

- ❖ El número de modelo para un PQM de montaje en chasis básico es "PQM \ ND".T20, C y A aparecen en el número de modelo solo si el Transductor, Se instalan las opciones de control o análisis de energía.
- ❖ **VOLTAJE DE SUMINISTRO:** Indica la configuración de entrada de la fuente de alimentación instalada en el PQMEI PQM que se muestra en este ejemplo puede aceptar cualquier voltaje de CA 50 / 60Hz de 70 a 265 V CA o CC de 90 a 300 V CC.
- ❖ **TAG #:** un número de identificación opcional especificado por el cliente.
- ❖ **MOD #:** se usa si se han instalado características únicas para clientes especiales pedidos. Este número debe estar disponible al contactar a GE Multilin para soporte técnico.
- ❖ **VERSIÓN:** un número interno de GE Multilin que debería estar disponible cuando contactando con nosotros para soporte técnico.
- ❖ **NÚMERO DE SERIE:** Indica el número de serie para el PQM en número y código de barras formatos que deberían estar disponibles al contactar a GE Multilin para obtener asistencia técnica apoyo.

Cada revisión del manual de instrucciones visión de PQM corresponde a una revisión de firmware particular. La revisión manual se encuentra en el título.

página como parte del número de parte manual (el formato es 1665-0003-revisión).

El firmware la revisión se carga en el PQM y se puede ver desplazándose a *información \ versiones de software \ versión principal del programa mensaje de valor real*.

Cuando utilice el manual de instrucciones para determinar las características y configuraciones de PQM, asegúrese de que la revisión del manual de instrucciones corresponde a la revisión del firmware instalada en el PQM usando la tabla de abajo

Tabla 2-1: Tabla del historial de revisiones

INSTRUCCIÓN MANUAL P / N	PROGRAMA PRINCIPAL VERSIÓN
1665-0003-C1	0,10
1665-0003-C2	0,20
1665-0003-C3	1.00
1665-0003-C4	1.10

Tabla 2-1: Tabla del historial de revisiones

INSTRUCCIÓN MANUAL P / N	PROGRAMA PRINCIPAL VERSIÓN
1665-0003-C5	1.20
1665-0003-C6	1.21, 1.22
1665-0003-C7	2,00
1665-0003-C8	2,01
1665-0003-C9	2,02
1665-0003-CA	3.00
1665-0003-CB	3,01
1665-0003-CC	3.10
1665-0003-CD	3.13
1665-0003-CE	3.2x, 3.3x
1665-0003-CF	3.4x
1665-0003-CG	3.5x
1665-0003-CH	3.6x

Eléctrico

El cableado de la señal es a los terminales 21 a 51. Estos terminales admiten cables de hasta 12 calibre. Tenga en cuenta que el par máximo que se puede aplicar a los terminales 21 a 51 es 0.5 Nm (o 4.4 in · lb.). Las conexiones de potencia de CT, VT y control se realizan utilizando los terminales 1 a 20.

Estos terminales de anillo de tornillo # 8 aceptan tamaños de cable tan grandes como calibre 8. Consulte el cableado diagramas para el cableado sugerido. Una configuración mínima incluye conexiones para control potencia, fase CT / VT y el relé de alarma; Se pueden conectar otras funciones según sea necesario.

Las consideraciones para el cableado de cada característica se dan en las siguientes secciones.

Tabla 2-2: Conexiones externas PQM

VT / POTENCIA DE CONTROL FILA	CT ROW	SEÑAL FILA SUPERIOR
1- Entrada de voltaje V1	9.- Fase A CT 5A	21.-. Escudo análogo
2.- Entrada de voltaje V2	10.- Fase A CT 1A	22.- Análogo en
3.- Entrada de voltaje V3	11.- Fase A CT COM	23.- Análogo en +
4.- Vn Voltaje de entrada	12.- Fase B CT 5A	24.- Analog out com
5.- Filtro de tierra	13.- Fase B CT 1A	25.- Salida analógica 4+
6.- Tierra de seguridad	14.- Fase B CT COM	26.-Salida analógica 3+
7.- Control neutral (-)	15.- Fase C CT 5A	27.-Salida analógica 2+
8.- Control en vivo (+)	16.- Fase C CT 1A	28.-Salida analógica 1+
	17.- Fase C CT COM	29.- Interruptor de 4 entradas
	18.- CT neutro 5A	30.- Entrada de interruptor 3
	19.- CT neutro 1A	31.- Entrada de interruptor 2
	20.- CT neutro COM	32.- Interruptor 1 entrada
33.- Interruptor de +24 V CC		
34.-Aux3 relé NC		
35.-Aux3 relé COM		
36.-Aux3 relé NO		
37.-Aux2 relé NC		
38.- Aux2 relé COM		
39.-Aux2 relé NO		
40.- Aux1 relé NC		
41.-Aux1 relé COM		
42.-Aux1 relé NO		

VT / CONTROL POWER ROW	CT ROW	SIGNAL UPPER ROW
		43 Alarm relay NC
		44 Alarm relay COM
		45 Alarm relay NO
		46 Comm 1 COM
		47 Comm 1 -
		48 Comm 1 +
		49 Comm 2 COM
		50 Comm 2 -
		51 Comm 2 +

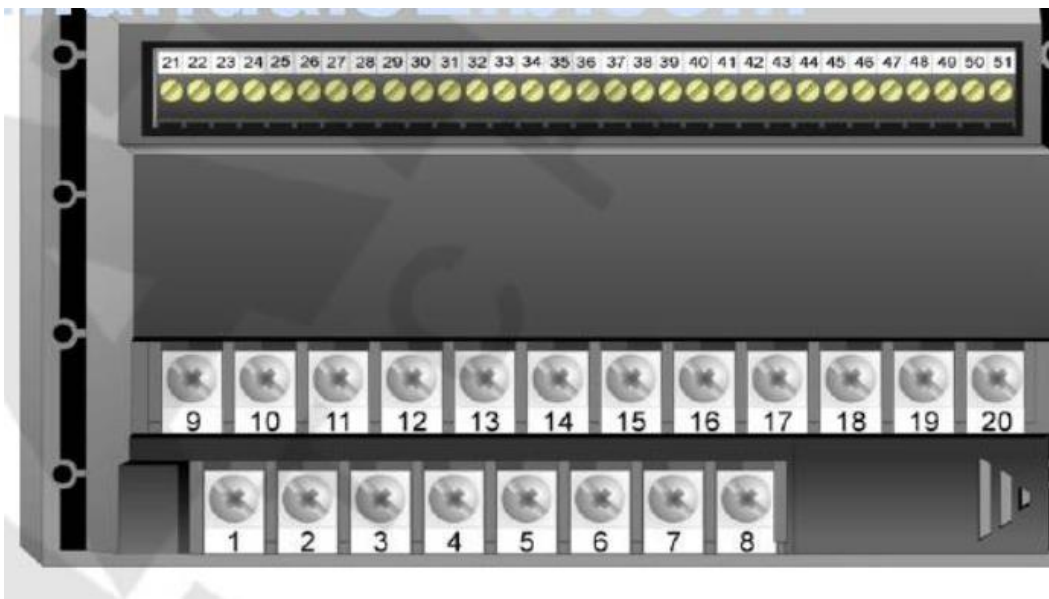


FIGURA 2-3: Terminales traseros



PQM Power Quality Meter

Chapter 3: Operation

2.9.5 Capítulo 3: Operación

Panel frontal y pantalla

La interfaz del operador local para la entrada del punto de ajuste y el monitoreo de los valores medidos es a través del panel frontal como se muestra en la figura a continuación. Las teclas de control se utilizan para seleccionar el mensaje apropiado para

ingresar puntos de ajuste o mostrar valores medidos. Alarma y Los mensajes de estado se muestran automáticamente cuando es necesario. Los indicadores LED proporcionan información de estado importante en todo momento. Un puerto de comunicaciones RS232 también está disponible para cargar o descargar información al PQM.



FIGURA 3-1: Panel frontal

Todos los mensajes se muestran en inglés en la pantalla de cristal líquido de 40 caracteres. Cuando el teclado y la pantalla no están siendo utilizada activamente, la pantalla muestra un mensaje de estado predeterminado. Este mensaje aparece si no se ha presionado ninguna tecla durante el tiempo programado en el *SI CONFIGURACIÓN PQM \ PREFERENCIAS \ TIEMPO DE MENSAJE PREDETERMINADO*. Tenga en cuenta que *la alarm* los mensajes de condición anulan automáticamente los mensajes



FIGURA 3-2: Pantalla

3.2 Indicadores de estado

Los indicadores de estado proporcionan una indicación rápida del estado general de la PQM. Estas los indicadores se iluminan si hay una alarma presente, si el acceso al punto de ajuste está habilitado, si el PQM está en modo de simulación, o si hay un problema con el PQM en sí.

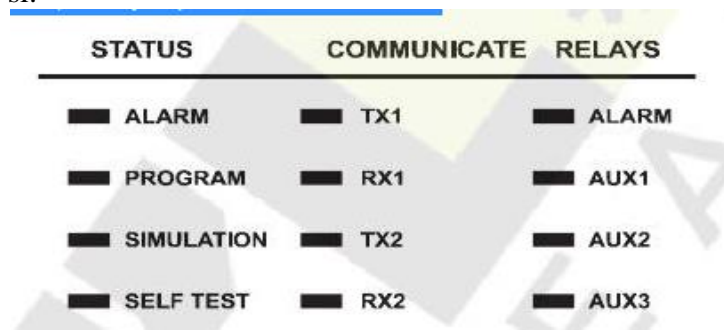


FIGURA 3-3: INDICADORES DE ESTADO

- ❖ ALARMA: Cuando existe una condición de alarma, el indicador de ALARMA parpadeará.
- ❖ PROGRAMA: El indicador PROGRAMA estará encendido cuando el acceso al punto de ajuste esté habilitado.
- ❖ SIMULACIÓN: El indicador de SIMULACIÓN estará encendido cuando el PQM esté usando simulación valores para corriente, voltaje, entrada analógica, interruptores y salidas analógicas. Mientras en modo de simulación, el PQM ignorará los parámetros medidos detectados en sus entradas y utilizará los valores simulados almacenados en el grupo.
- ❖ PRUEBA AUTOMÁTICA: Cualquier condición anormal detectada durante el auto control PQM, como un falla de hardware, hace que el indicador SELF TEST esté encendido. Pérdida de poder de control a la PQM también hace que el indicador SELF TEST se encienda, lo que indica que no hay medición presente

Los indicadores COMMUNICATE controlan el estado de los puertos de comunicación RS485. Cuando no se reciben datos en serie a través de los terminales de los puertos en serie posteriores, el RX1 / 2 Los indicadores están apagados. Esta situación ocurre si no hay conexión, los cables seriales se vuelven desconectado, o la computadora maestra está inactiva. Si hay actividad en el puerto serie pero el PQM no recibe mensajes válidos para su dirección programada internamente, el TX1 / 2

Los indicadores permanecen apagados. Esta condición puede deberse a formatos de mensaje incorrectos (como velocidad de transmisión o encuadre), polaridad invertida de las dos conexiones de par trenzado RS485, o el el maestro no envía la dirección PQM programada actualmente. Si el PQM está siendo dirigido periódicamente con un mensaje válido, el indicador RX1 / 2 se encenderá seguido de el indicador TX1 / 2.

TX1: el PQM está transmitiendo información a través del puerto de comunicaciones COM1 RS485 cuando está encendido

RX1: el PQM está recibiendo información a través del puerto de comunicaciones COM1 RS485 cuando está encendido

TX2: el PQM está transmitiendo información a través del puerto de comunicaciones COM2 RS485 cuando está encendido

RX2: el PQM está recibiendo información a través del puerto de comunicaciones COM2 RS485 cuando está encendido

El estado de los relés de salida se muestra con estos indicadores.

-

ALARMA: El relé de ALARMA está destinado a salidas de alarma de uso general. Este indicador

está encendido mientras el relé de ALARMA está funcionando. Cuando la condición desaparece, la ALARMA El indicador se apaga. Si el relé de alarma se ha programado como bloqueado, la alarma

la condición solo se puede borrar presionando el teclado REINICIA clave o emitiendo una computadora

comando de reinicio.

AUX1: el relé AUX 1 está diseñado para el control y los requisitos específicos del cliente. los El indicador AUX 1 está encendido mientras el relé AUXILIAR 1 está funcionando.

AUX2: el relé AUX 2 está diseñado para el control y los requisitos específicos del cliente. los El indicador AUX 2 está encendido mientras el relé AUXILIAR 2 está funcionando.

AUX3: el relé AUX 3 está diseñado para el control y los requisitos específicos del cliente. los El indicador AUX 3 está encendido mientras el relé AUXILIAR 3 está funcionando

Teclado

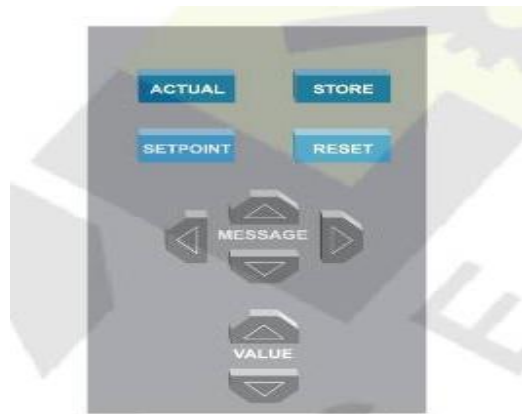


FIGURA 3-4: Teclas del panel frontal

Los puntos de ajuste se organizan en grupos de mensajes relacionados llamados páginas de puntos de ajuste. Cada vez que se presiona la tecla, la pantalla avanza al primer mensaje de la página siguiente de

PUNTO FIJO puntos de ajuste. Presionado PUNTO FIJO al comienzo de la página siguiente. los entre mensajes dentro de una página.

Los valores medidos y los mensajes de datos recopilados se organizan en grupos de relacionados mensajes llamados páginas de valores reales. Cada vez que el avanza al primer mensaje de la página siguiente de valores reales. Presionado en el medio de una página de valores reales avanza la visualización al comienzo de la siguiente página. los y MENSAJE

Cuando programe puntos de ajuste, ingrese el nuevo valor usando el y teclas, seguido de la

llave. La programación del punto de ajuste debe estar habilitada para clave para almacenar el valor editado. Un mensaje de confirmación parpadeará si el nuevo El punto de ajuste se guarda con éxito en la memoria no volátil. Los clave también se utiliza para agregar y eliminar los mensajes predeterminados definidos por el usuario.

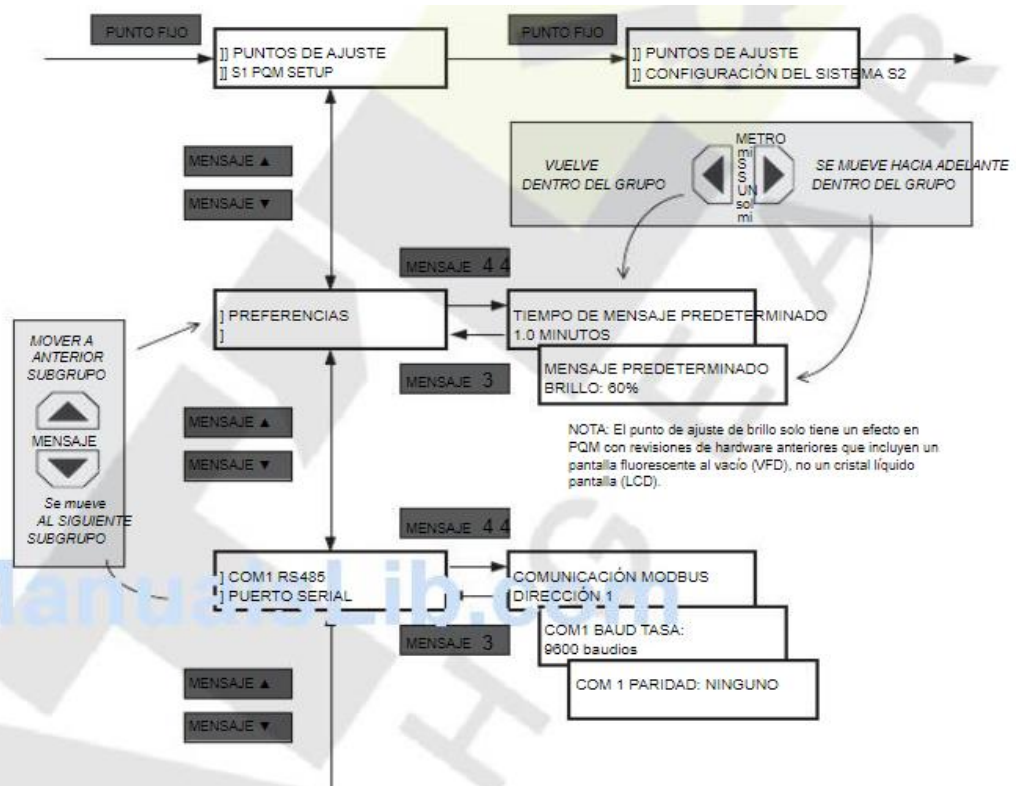
La tecla se utiliza para borrar la alarma bloqueada y / o las condiciones auxiliares. Sobre REINICIAR Al presionar la tecla, el PQM realizará la acción adecuada según la condición presente como se muestra en la tabla a continuación

Tabla 3-1: Restablecer acciones clave

ESTADO PRESENTE	MENSAJE VISUALIZADO	ACCIÓN PQM REALIZADA
Ninguna		Ninguna acción tomada
Alarma	RESET NO POSIBLE LA ALARMA SIGUE PRESENTE	Indicadores de ALARMA y el relé de alarma permanece encendido porque la condición aún es presente
Relé auxiliar	RESET NO POSIBLE EXISTE CONDICIÓN AUXILIAR	Indicadores AUXILIARES y los relés auxiliares permanecen encendidos porque la condición aún es presente
Alarma y relé auxiliar	RESET NO POSIBLE EXISTE CONDICIÓN AUXILIAR	AUXILIAR Y ALARMA indicadores y alarma y los relés auxiliares permanecen encendidos porque la condición aún es presente
Alarma bloqueada (condición ya no existe)		No se muestra ningún mensaje, y Indicadores de ALARMA y el relé de alarma apagado
Relé auxiliar bloqueado (condición ya no existe)		No se muestra ningún mensaje, y Indicador AUXILIAR y los relés auxiliares apropiados apagado
Alarma y Aux Aux. Relé (condición auxiliar no ya existe)		No se muestra ningún mensaje, y AUXILIAR apropiado Indicador (es) y relé auxiliar (s) apagado
Relé auxiliar y enganchado Alarma (condición de alarma ya no existe)		No se muestra ningún mensaje, y Indicadores de ALARMA y relé de alarma apagado

Para moverse entre grupos de mensajes dentro de una página, use el botón masaje arriba y abajo llaves. los es la tecla se mueve hacia el final de la página y el MENSAJE se mueve hacia el comienzo de la página. Aparecerá un mensaje de encabezado de página en el al comienzo de cada página y aparecerá un mensaje de pie de página al final de cada página

Para seleccionar mensajes dentro de un subgrupo, presione mensaje derecho Para retirarse del subgrupo, Prensa mensaje izquierdo para acceder al mensaje anterior o mensaje abajo para pasar al siguiente grupo



Los valores de consigna se ingresan utilizando valor arriba y valor abajo. Cuando un punto de ajuste se muestra pidiendo una respuesta de sí / no, cada vez **valor** abajo y arriba se presiona, el "Sí" se convierte en un "No", o el "No" se convierte en un "Sí". Del mismo modo, para múltiples selecciones de elección, cada vez **valor** arriba y abajo se presiona, la siguiente opción es desplegado. Cuando se muestran valores numéricos, cada vez el **valor** arriba está presionado, el valor aumenta en incrementos de paso, hasta el máximo. Mantenga presionada la tecla para rápidamente cambiar el valor.

a) Entrada del teclado

presione el **Punto fijo** una vez y se muestra la primera página de puntos de ajuste **punto fijo**. prensa

varias veces para pasar a la parte superior de las páginas sucesivas. Un mensaje de encabezado con dos barras en

Las primeras dos posiciones de caracteres es el comienzo de una nueva página. El número de página y el título de la página. aparecer en la segunda línea. Todos los encabezados de página de punto de referencia están numerados con un prefijo 'S'. Los encabezados de página de valor real están numerados con un prefijo 'A'.

b) Entrada por computadora

ejecutar EnerVista PQM Setup, los valores del punto de ajuste se agrupan en una pantalla. Los datos se organizan en un sistema de menús. Consulte el Capítulo 6: SOFTWARE para obtener más detalles.

C) Entrada Scada

Los detalles del protocolo de comunicación completo para leer y escribir puntos de referencia son dados en el Capítulo 7: COMUNICACIONES MODBUS. Un sistema SCADA conectado al RS485. Los terminales se pueden programar a medida para utilizar cualquiera de las comunicaciones. comandos para la programación remota de consigna, monitoreo y control.

El PQM incorpora seguridad de software para proporcionar protección contra personas no autorizadas. cambios de consigna. Se debe ingresar un código de acceso numérico para programar nuevos puntos de ajuste usando Las teclas del panel frontal. Para habilitar la función de seguridad de acceso al punto de ajuste, el usuario debe ingresar un valor en el rango de 1 a 999. El código de acceso predeterminado de fábrica es 1. Si la opción del interruptor es instalado en el PQM, se puede asignar un acceso de puente de hardware a una entrada de interruptor. Punto fijo el acceso solo puede habilitarse si la entrada del interruptor está en corto y el software correcto código de acceso ingresado. Intenta ingresar un nuevo punto de ajuste sin la conexión eléctrica a través de los terminales de acceso de punto de ajuste o sin el código de acceso correcto dará como resultado un mensaje de error. Cuando la programación del punto de ajuste es a través de una computadora, no hay puente de acceso al punto de ajuste es requerido. Si se utiliza un sistema SCADA para la programación PQM, depende del programador diseño en seguridad de contraseña apropiada.

Se pueden seleccionar hasta 10 mensajes predeterminados para mostrar de forma secuencial cuando se deja el PQM desesperado. Si no se presiona ninguna tecla durante el tiempo predeterminado del mensaje en **SI PQM SETUP \ PREFERENCES \ DEFAULT MESSAGE TIME** setpoint, luego el valor actual el primer mensaje predeterminado sobrescribirá automáticamente el mensaje visualizado. Después tres segundos, se mostrará el siguiente mensaje predeterminado en la secuencia si hay más de uno seleccionado. Los mensajes de alarma anularán la pantalla de mensajes predeterminada. Cualquier punto de ajuste o El valor medido se puede seleccionar como mensaje predeterminado.





Los mensajes se muestran en el orden en que se seleccionan.

Utilizar el **MENSAJE ▲** y **MENSAJE ▼** teclas para mostrar cualquier punto de ajuste o valor real mensaje que se agregará a la cola de mensajes predeterminada y siga los pasos que se muestran a continuación. Al seleccionar un mensaje de punto de ajuste para mostrar como predeterminado, no modifique el valor utilizando el **VALOR ▲** y **VALOR ▼** teclas o el PQM reconocerá el **TIENDA** clave como almacenar un punto de ajuste en lugar de seleccionar un mensaje predeterminado



Si ya se seleccionaron 10 mensajes predeterminados, el primer mensaje se borra y el nuevo

El mensaje se agrega al final de la cola

Utilizar el **MENSAJE**  / **MENSAJE**  teclas para mostrar el mensaje predeterminado que se va a borrar. Si los mensajes predeterminados no se conocen, espere hasta que PQM comience a mostrarlos y luego escriba el mensaje. Si se han programado mensajes predeterminados, el PQM permanecerá en el mensaje actual y la pantalla se atenúa al nivel asignado en **S1 CONFIGURACIÓN PQM \ PREFERENCIAS \ BRILLO DE MENSAJE PREDETERMINADO** después de **UTILIZAR MENSAJE PREDETERMINADO** demora. **MENSAJE**  / **MENSAJE**  teclas para mostrar el punto de consigna o el mensaje de valor real que se eliminará de la cola de mensajes predeterminada y siga los pasos a continuación.



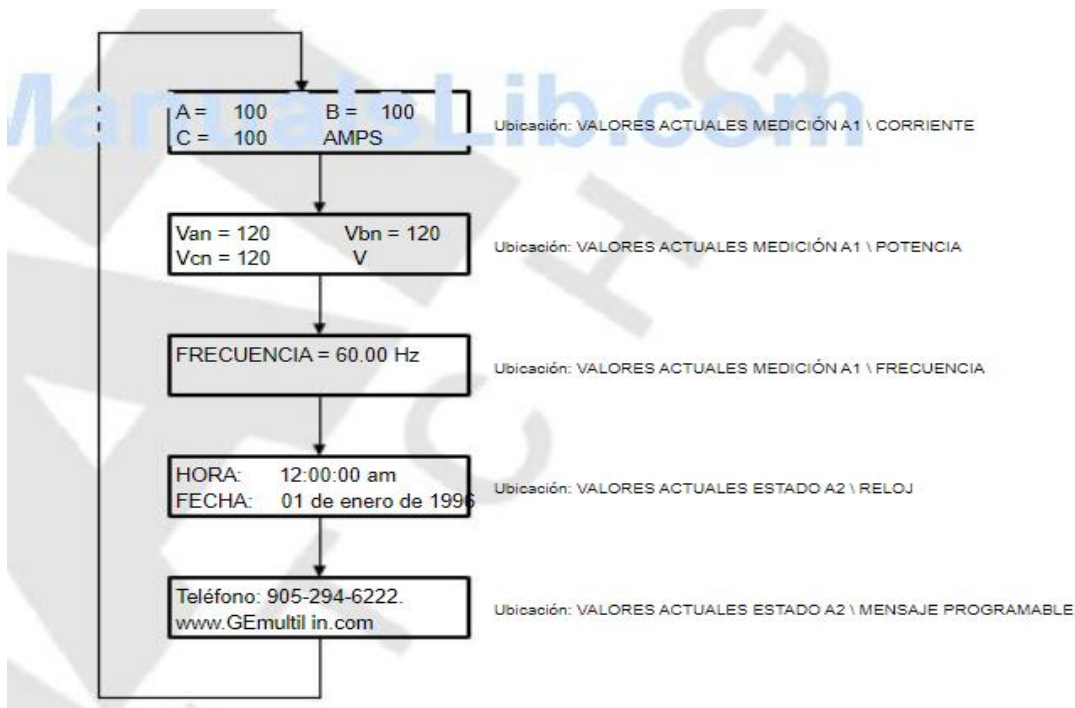
El punto de ajuste de **BRILLO DE MENSAJE PREDETERMINADO** solo es aplicable para PQM con revisiones de hardware más antiguas que incluyen una pantalla fluorescente al vacío (VFD), no una pantalla de cristal líquido (LCD).



Cada PQM está preprogramado con cinco mensajes predeterminados como se muestra a continuación.

Los puntos de ajuste de fábrica se vuelven a cargar, se sobrescriben los mensajes predeterminados programados por el usuario con estos mensajes

El PQM se desplazará por los mensajes predeterminados en la secuencia que se muestra



GE Consumer & Industrial
Multilin



PQM Power Quality Meter

Chapter 4: Programming

2.9.6 Capítulo 4: Programación

Introducción

Antes de operar el PQM, es necesario ingresar los puntos de ajuste que definen el sistema características y configuraciones de alarma a través de uno de los siguientes métodos:

- 1) Panel frontal, utilizando las teclas y la pantalla.
- 2) Terminal posterior puerto RS485 COM1 o COM2, o puerto frontal RS232 y una computadora ejecutar el programa de comunicación EnerVista PQM Setup disponible de GE Multilin o desde un sistema SCADA que ejecuta software escrito por el usuario cualquiera de los métodos anteriores se puede utilizar para ingresar la misma información. Sin embargo, un La computadora hace la entrada considerablemente más fácil. Además, una computadora permite que los archivos de punto de ajuste ser almacenado y descargado para una entrada rápida y sin errores. Para facilitar este proceso, el EnerVista El software de programación PQM Setup está disponible en GE Multilin. Con este software instalado

en una computadora portátil, todos los puntos de ajuste se pueden descargar al PQM. Consulte el Capítulo 6 para detalles adicionales.

Los mensajes de punto de referencia se organizan en grupos lógicos o páginas para una fácil referencia. Los mensajes pueden variar un poco de los ilustrados debido a las opciones instaladas. También, algunos mensajes asociados con funciones deshabilitadas están ocultos. Este contexto sensible La operación elimina detalles confusos. Antes de que pueda comenzar un monitoreo preciso, los puntos de ajuste en cada página se debe trabajar, ingresando valores mediante el teclado local o computadora.

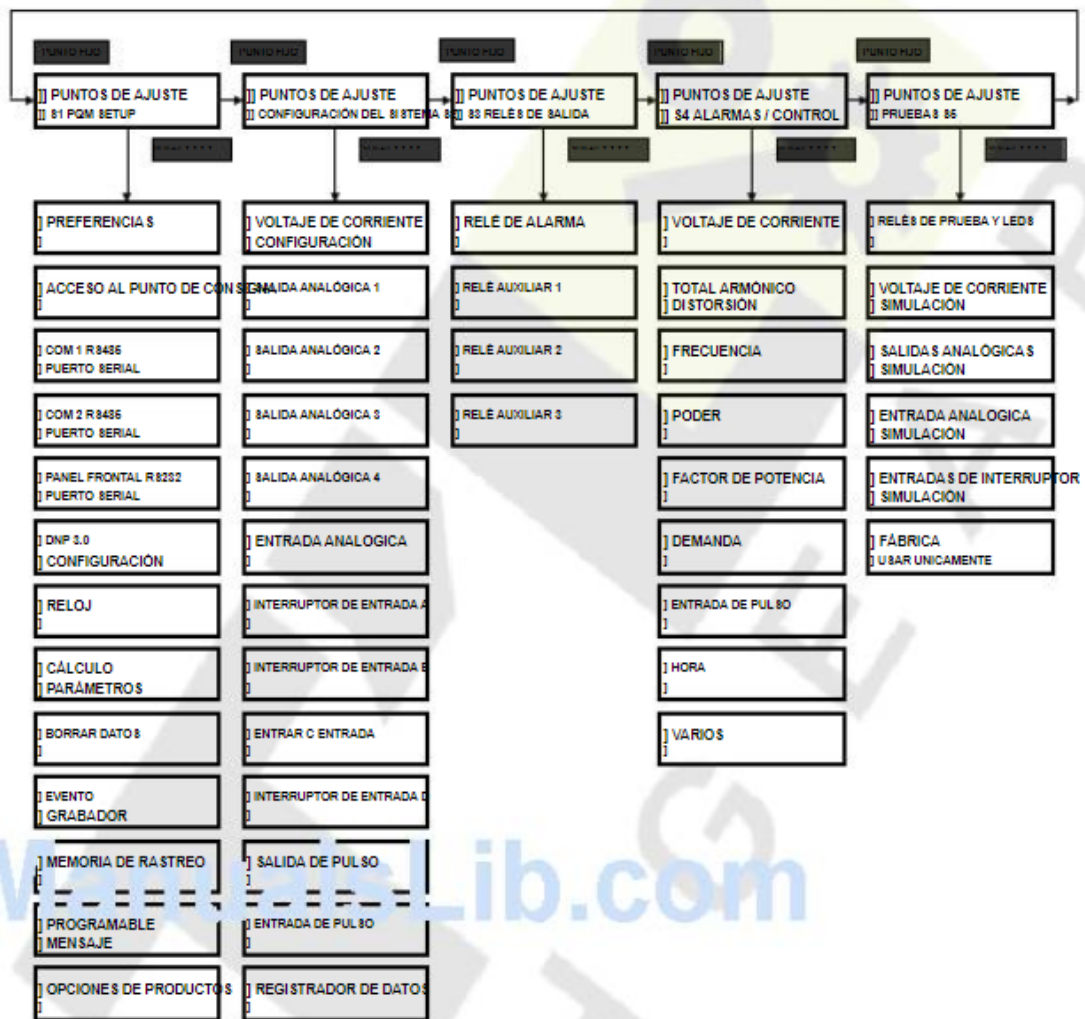


FIGURA 4-1: Organización del mensaje de consigna Configuración de S1 PQM

Los ajustes para configurar el PQM en sí se ingresan en esta página. Esto incluye usuario preferencias, los puertos de comunicación RS485 y RS232, carga de los valores predeterminados de fábrica y mensajes programables por el usuario.

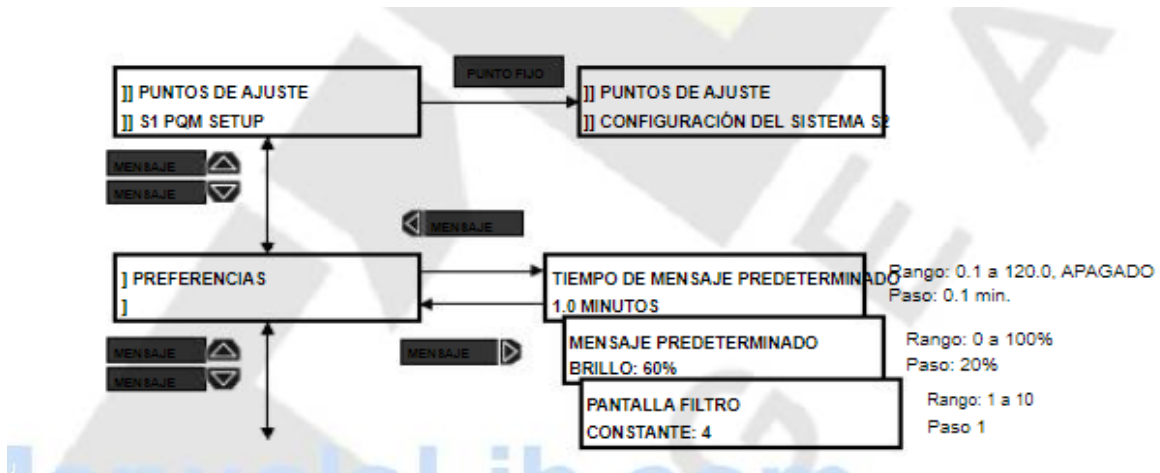


FIGURA 4-2: Puntos de ajuste Página 1 - Configuración PQM \ Preferencias

TIEMPO DE MENSAJE PREDETERMINADO: se pueden seleccionar hasta 10 mensajes predeterminados para escanee secuencialmente cuando el PQM se deja desatendido. Si no se presionan teclas para tiempo de mensaje predeterminado establecido con este punto de ajuste, entonces el mensaje que se muestra actualmente es sobrescrito automáticamente por el primer mensaje predeterminado. Después de 3 segundos, el siguiente Se muestra un mensaje predeterminado en la secuencia si se selecciona más de uno. Alarma los mensajes siempre anulan la visualización de mensajes predeterminada. Tenga en cuenta que cualquier punto de ajuste o El valor medido se puede seleccionar como mensaje predeterminado.

• **BRILLO DE MENSAJE PREDETERMINADO:** El brillo de los mensajes mostrados puede ser variado con este punto de ajuste. Este brillo se usará cuando los mensajes predeterminados sean siendo exhibido. El brillo vuelve al 100% por defecto cuando:

- hay una alarma presente
- se presiona cualquiera de las teclas del teclado PQM
- el PQM está apagado y encendido
- se envía un mensaje de visualización de texto a través del puerto serie.

Cuando el **TIEMPO DE MENSAJE PREDETERMINADO** se establece en APAGADO, el brillo se ajusta a nivel programado transcurridos 5 minutos, desde la última vez que se presionaron las teclas PQM suponiendo que no hay alarma presente. Si no se programan mensajes predeterminados, el el mensaje permanece visualizado y el brillo de la pantalla se ajusta al programado nivel después del tiempo programado en el punto de ajuste **TIEMPO DE MENSAJE PREDETERMINADO** transcurrid



NOTA

Los El punto de ajuste de BRILLO DE MENSAJE PREDETERMINADO solo es aplicable para PQM con revisiones de hardware más antiguas que incluyen una pantalla fluorescente al vacío (VFD), no una pantalla de cristal líquido (LCD).

PANTALLA CONSTANTE DEL FILTRO: Puede ser necesario el filtrado de la pantalla en aplicaciones donde grandes fluctuaciones en corrientes y / o voltajes están normalmente presentes. Este punto de ajuste permite al usuario ingresar la constante de filtro PQM para promediar todos los valores medidos. Si el El punto de ajuste **CONSTANTE DEL FILTRO DE PANTALLA** se establece en valores medidos

aproximadamente cada 400 ms. Por lo tanto, la actualización de la pantalla es igual $PANTALLA \text{ FILTRO } CONSTANTE \times 400 \text{ ms}$

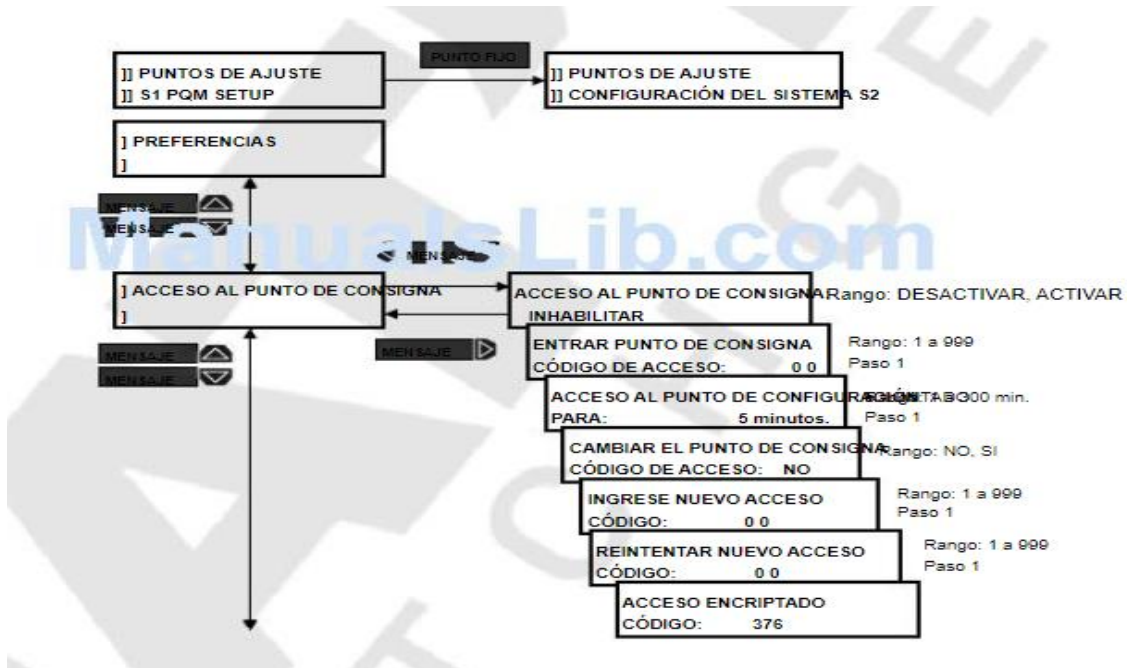


FIGURA 4-3: Página de puntos de ajuste 1 - Configuración de PQM / Acceso al punto de ajuste
Para habilitar el acceso al punto de ajuste, siga los pasos descritos en el siguiente diagrama:



El código de acceso predeterminado de fábrica para el PQM es 1.

Si se realizan tres intentos para habilitar el acceso al punto de ajuste con un código incorrecto, el valor de el punto de ajuste **ACCESO DE PUNTO DE CONSIGNA** cambia a DESACTIVADO y el procedimiento anterior debe ser repetido.

Punto fijo que se habilita el acceso al punto de ajuste, se enciende el indicador de estado del PROGRAMA.

Punto fijo modificaciones siempre que el indicador de estado del PROGRAMA permanezca encendido.

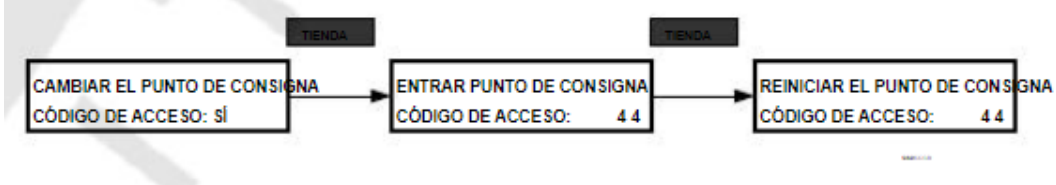
el acceso se desactiva y el indicador de estado del PROGRAMA se apaga cuando

- el tiempo programado en acceso en for se alcanza
- se quita la potencia de control al pqm
- los puntos de ajuste de fábrica se vuelven a cargar.

para habilitar permanentemente la función de acceso al punto de ajuste, habilite el acceso al punto de ajuste y luego configure acceso de punto de configuración activado para ilimitado. el acceso al punto de ajuste permanece habilitado incluso si el el poder de control se elimina de la pqm.

Los puntos de ajuste se pueden cambiar a través de los puertos serie independientemente del estado de la función de acceso al punto de ajuste o el estado de un interruptor de entrada asignado al punto de ajuste acceso.

Para cambiar el código de acceso al punto de ajuste, habilite el acceso al punto de ajuste y realice los pasos como se describe a continuación:



Si se intenta cambiar un punto de ajuste cuando el acceso al punto de ajuste está deshabilitado, el ACCESO AL PUNTO DE CONFIGURACIÓN: se muestra el mensaje DESACTIVADO para permitir que se acceda al punto de consigna habilitado Una vez que se ha habilitado el acceso al punto de ajuste, la pantalla PQM volverá al original mensaje de consigna.

Si la opción de control está instalada y uno de los interruptores está asignado a ACCESO AL PUNTO DE CONSIGNA el interruptor de acceso al punto de ajuste y el acceso al punto de ajuste del software actuarán como un AND lógico. Es decir, ambas condiciones deben cumplirse antes de que se habilite el acceso al punto de ajuste. Asumiendo el la activación del interruptor de acceso al punto de consigna está cerrada, aparecerán los siguientes mensajes flash dependiendo de la condición presente cuando se presiona la tecla almacenar.

Tabla 4-1: Condiciones de acceso al punto de ajuste

CONDICIÓN		MENSAJE VISUALIZADO
CÓDIGO DE ACCESO	ENTRADA DE INTERRUPTOR	
INCORRECTO	ABIERTO	ACCESO A PUNTO DE CONSIGNA DESACTIVADO INGRESE EL CÓDIGO DE ACCESO
INCORRECTO	CERRADO	ACCESO A PUNTO DE CONSIGNA DESACTIVADO INGRESE EL CÓDIGO DE ACCESO
CORRECTO	ABIERTO	NO PUEDE ALTERAR LA CONFIGURACIÓN DESCANSADO
CORRECTO	CERRADO	NUEVO PUNTO DE CONSIGNA ALMACENADO

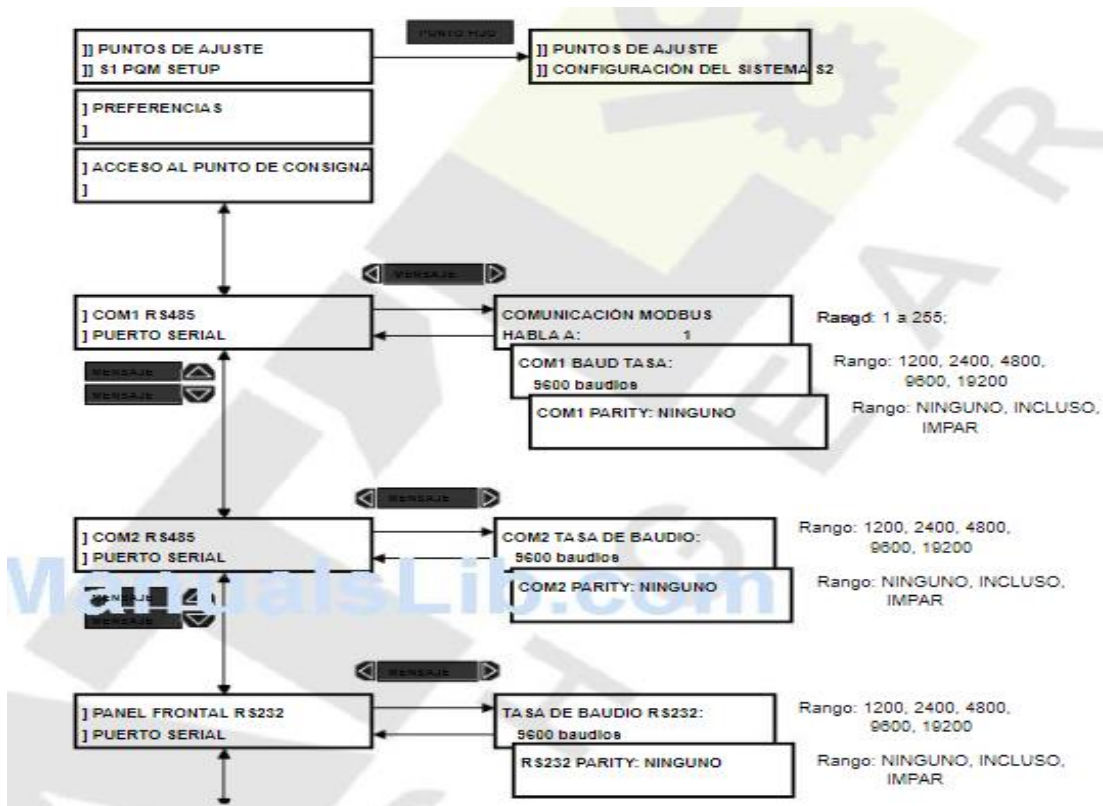


FIGURA 4-4: Puntos de ajuste Página 1 - Puertos de configuración / comunicación PQM

DIRECCIÓN DE COMUNICACIÓN MODBUS: Ingrese una dirección única del 1 al 255 para PQM. La dirección seleccionada se usa para los tres puertos de comunicación serie. Un mensaje enviado con la dirección 0 es un mensaje de difusión al que todos los PQM escucharán pero no responder. Aunque las direcciones no tienen que ser secuenciales, no hay dos PQM que puedan tener misma dirección o habrá conflictos que resultarán en errores. Generalmente, cada PQM agregado al enlace usará la siguiente dirección más alta, comenzando desde la dirección 1.

- **Baud rate:** ingrese la velocidad en baudios para cada puerto: 1200 , 2400 , 4800 , 9600 o 19200 baudios. todos los pqm y la computadora en el enlace de comunicación rs485 deben ejecutarse a la misma velocidad tarifa. la respuesta más rápida se obtiene a 19200 baudios. utilice velocidades de transmisión más bajas si hay ruido se convierte en un problema la trama de datos consta de 1 bit de inicio, 8 bits de datos, 1bit de parada y un bit de paridad programable la configuración predeterminada de **baud rate** es 9600. **paridad:** ingrese la paridad para cada puerto de comunicación: incluso, odd o ninguno. todos los pqm en el enlace de comunicación

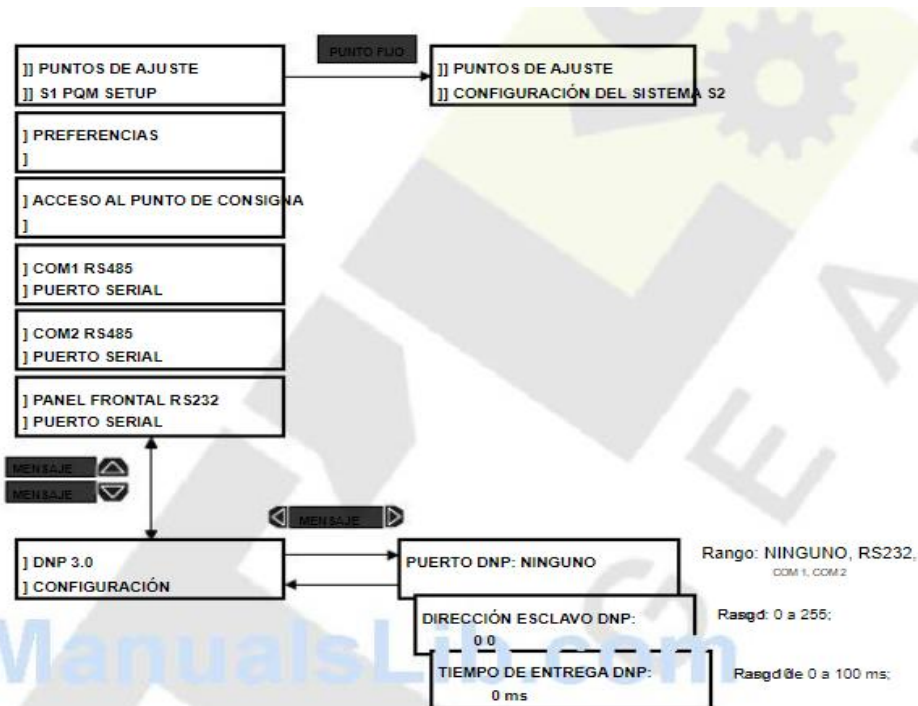


FIGURA 4-5: Puntos de ajuste Página 1 - Configuración PQM / Comunicaciones DNP

puerto dnp: seleccione el puerto pqm apropiado para el protocolo dnp. el com2 la selección solo está disponible si la opción t1 o t20 está instalada en el pqm. cada puerto es configurado como se muestra en la figura 4-4: puntos de ajuste página 1 - configuración / comunicación pqm puertos en la página 4-7 .

- dirección esclavo dnp: ingrese una dirección única de 0 a 255 para este pqm en particular. la dirección seleccionada se aplica al puerto pqm asignado actualmente para comunicarse utilizando el protocolo dnp. aunque las direcciones no tienen que ser secuenciales, no hay dos los pqm que están conectados en cadena pueden tener la misma dirección o habrá conflictos que resultan en errores. generalmente, cada pqm agregado al enlace utilizará el siguiente dirección superior.
- tiempo de entrega dnp: establezca el tiempo de entrega en cero si el puerto rs232 está siendo usado. el tiempo de respuesta es útil en aplicaciones donde el convertidor rs485 sin se está empleando la conmutación rts o dtr. un valor típico para el retraso es de 30 ms para permitir el transmisor para caer en el convertidor rs485.

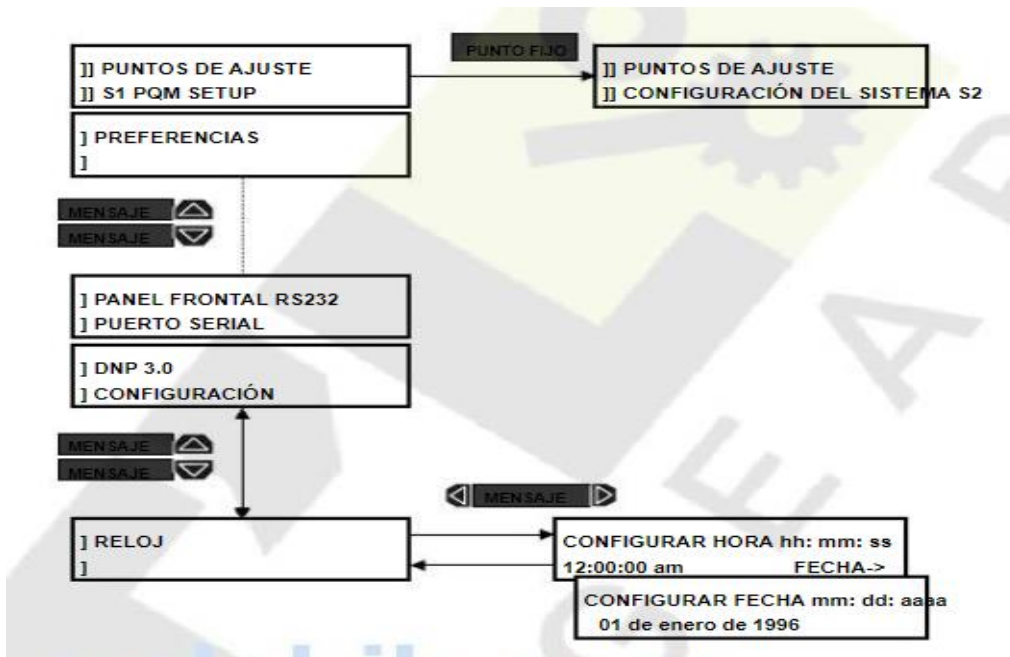


Figura 4-6: Puntos de ajuste Página 1 - Configuración PQM / Reloj

CONFIGURAR HORA / FECHA: estos mensajes se utilizan para configurar la hora y la fecha para el PQM reloj de software reloj del software PQM se retiene para interrupciones de energía de aproximadamente una hora. UN La alarma **RELOJ NO ESTABLECIDA** se puede habilitar para que ocurra una alarma en la pérdida de datos del reloj.

La hora y la fecha se utilizan para todos los datos con marca de tiempo. Si el reloj no se ha configurado, un "?" aparecerá en el lado derecho de la hora mostrada para todos los datos con marca de tiempo. Seguir los pasos que se muestran a continuación para configurar la nueva hora y fecha. La hora y la fecha también se pueden configurar a través de Comunicaciones Modbus. Consulte la sección 7.2.10 CÓDIGO DE FUNCIÓN 16 – TRANSMISIÓN COMANDO por un ejemplo :



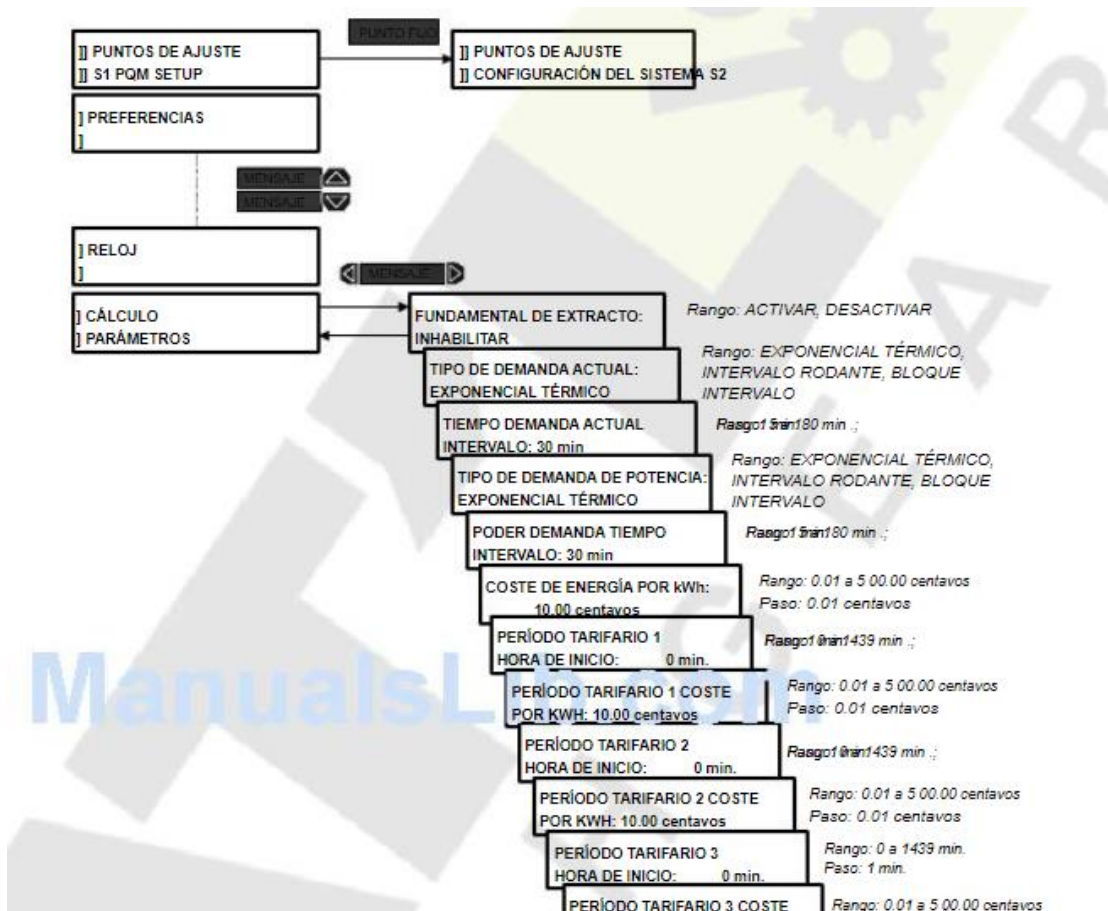
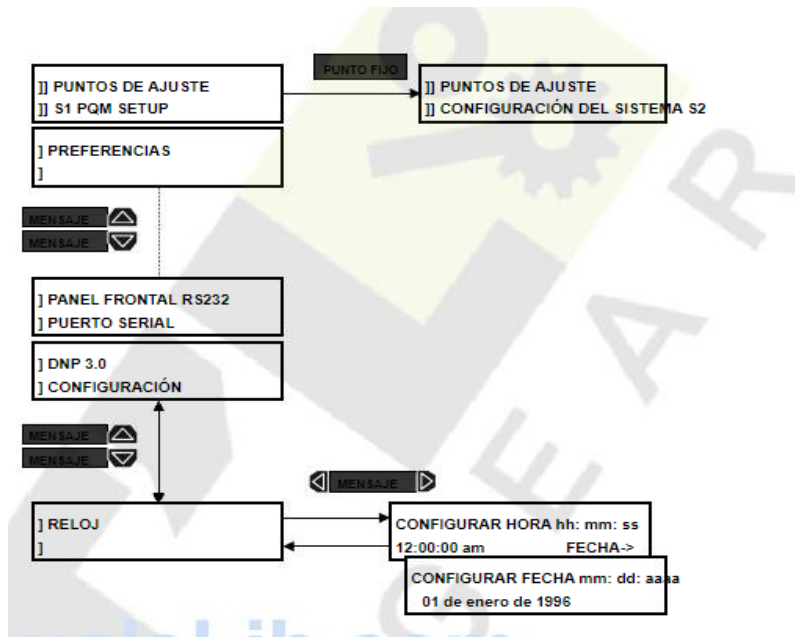


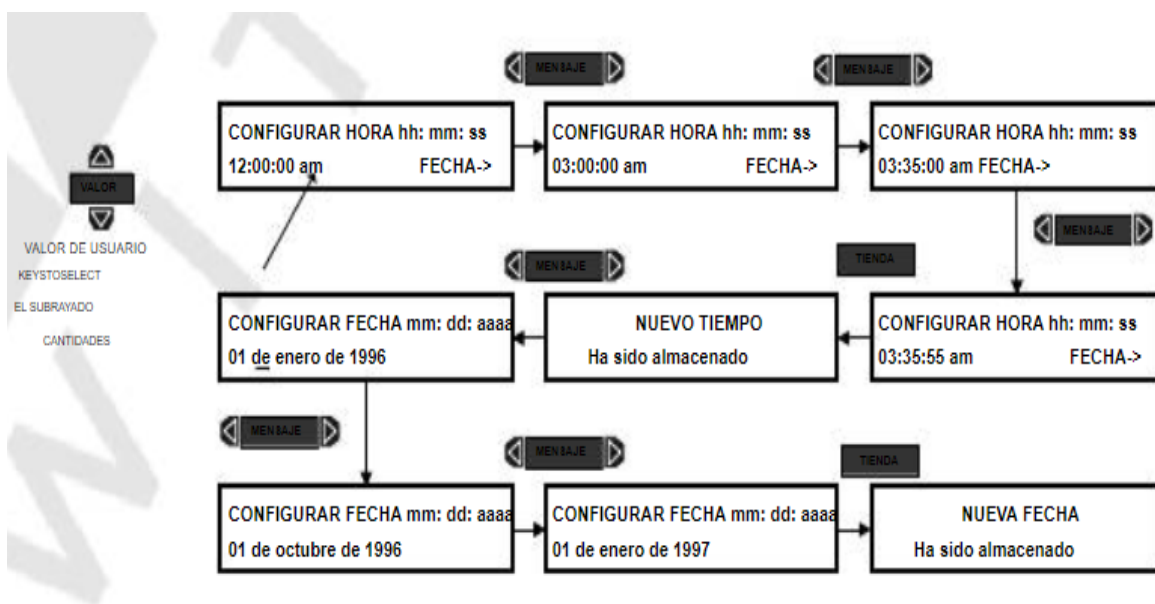
FIGURA 4-7: Puntos de ajuste Página 1 - Configuración de PQM / Parámetros de cálculo.

FUNDAMENTAL DE EXTRACTO: El PQM se puede programar para calcular todas las mediciones cantidades utilizando valores RMS verdaderos o el componente fundamental de los datos muestreados.

Cuando este punto de ajuste se establece en Dakota del Norte los 32 armónico, al hacer cálculos de medición. Cuando este punto de ajuste se establece en el PQM extraerá la contribución fundamental de los datos muestreados únicamente HABILITAR y use esta contribución para calcular todas las cantidades de medición. Muchas empresas de servicios públicos basan su medición sobre valores fundamentales o de desplazamiento. Usando lo fundamental la contribución permite comparar las cantidades medidas por el PQM con el Medidor de utilidad local.



ONFIGURAR HORA / FECHA: estos mensajes se utilizan para configurar la hora y la fecha para el PQM reloj de software El reloj del software PQM se retiene para interrupciones de energía de aproximadamente una hora. UN La alarma RELOJ NO ESTABLECIDA se puede habilitar para que ocurra una alarma en la pérdida de datos del reloj. La hora y la fecha se utilizan para todos los datos con marca de tiempo. Si el reloj no se ha configurado, un "?" aparecerá en el lado derecho de la hora mostrada para todos los datos con marca de tiempo. Seguir los pasos que se muestran a continuación para configurar la nueva hora y fecha. La hora y la fecha también se pueden configurar a través de Comunicaciones Modbus. Consulte la sección 7.2.10 CÓDIGO DE FUNCIÓN 16 - TRANSMISIÓN COMANDO por un ejemplo



El PQM se puede programar para calcular las cantidades de medición y la demanda por varios métodos

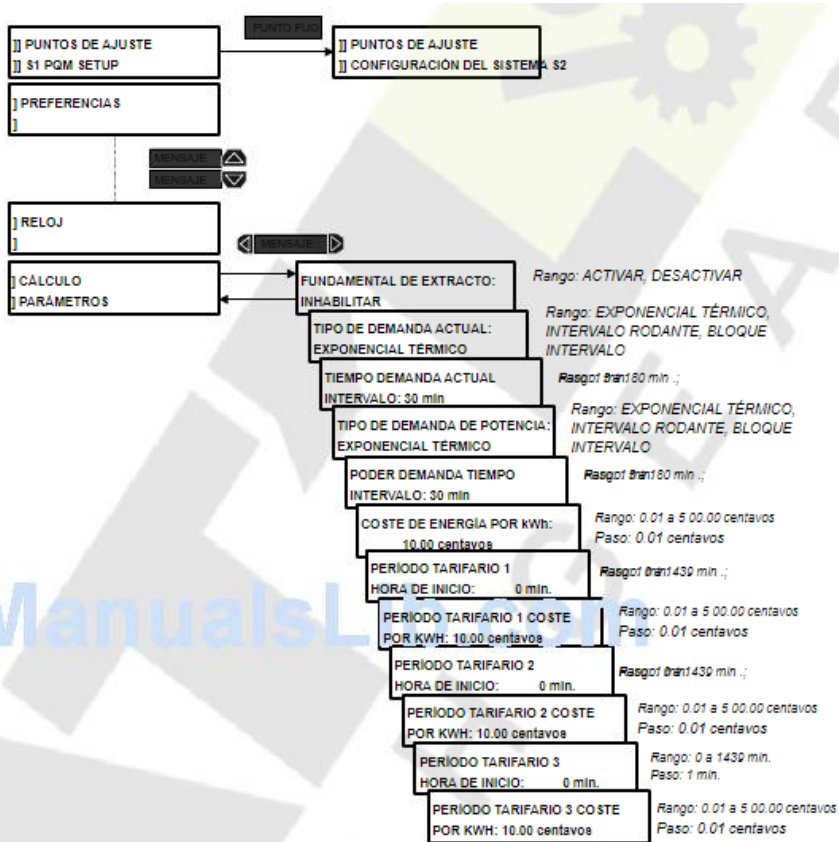


FIGURA 4-7: Puntos de ajuste Página 1 - Configuración de PQM / Parámetros de cálculo

FUNDAMENTAL DE EXTRACTO: El PQM se puede programar para calcular todas las mediciones cantidades utilizando valores RMS verdaderos o el componente fundamental de los datos muestreados. Cuando este punto de ajuste se establece en Dakota del Norte los 32 armónico, al hacer cálculos de medición. Cuando este punto de ajuste se establece en , el PQM extraerá la contribución fundamental de los datos muestreados únicamente **HABILITAR** y use esta contribución para calcular todas las cantidades de medición. Muchas empresas de servicios públicos basan su medición sobre valores fundamentales o de desplazamiento. Usando lo fundamental la contribución permite comparar las cantidades medidas por el PQM con el Medidor de utilidad local



GE Consumer & Industrial
Multilin



PQM Power Quality Meter

Chapter 6: Software

Capítulo 6: Software

6.1 Introducción

Aunque los puntos de ajuste se pueden ingresar manualmente usando las teclas del panel frontal, es mucho más fácil use una computadora para descargar valores a través del puerto de comunicaciones. Un programa gratuito llamado EnerVista PQM Setup está

disponible en GE Multilin para hacer esto tan conveniente como posible. Con EnerVista PQM Setup ejecutándose en su computadora personal bajo Windows es posible:

- ❖ Programar / modificar puntos de ajuste
- ❖ Cargar / guardar archivos de punto de ajuste desde / a disco
- ❖ Leer valores reales
- ❖ Monitorear estado
- ❖ Realizar captura de forma de onda
- ❖ Realizar análisis armónicos
- ❖ Dato de registro
- ❖ memoria de rastreo activada
- ❖ Obtenga ayuda sobre cualquier tema
- ❖ Imprima el manual de instrucciones desde un disco compacto

EnerVista PQM Setup permite el acceso inmediato a todas las funciones de PQM con use menús desplegables en el entorno familiar de Windows. EnerVista PQM Setup también puede ejecutar sin un PQM conectado. Esto le permite editar y guardar puntos de ajuste en un archivo para más tarde utilizar. Si un PQM está conectado a un puerto serie en una computadora y la comunicación está habilitada, El PQM puede programarse desde las pantallas de Setpoint. Además, los valores medidos, Los mensajes de estado y alarma se pueden visualizar con las pantallas reales

La comunicación PQM se puede configurar de dos maneras

FIGURA 6–2: Comunicaciones de configuración de EnerVista PQM usando la parte trasera

RS485 PORT muestra la conexión a través del puerto RS485. Si la opción RS232 está instalada, Este puerto será visible en el panel frontal.



FIGURA 6–1: Comunicaciones de configuración de EnerVista PQM usando el puerto frontal RS232

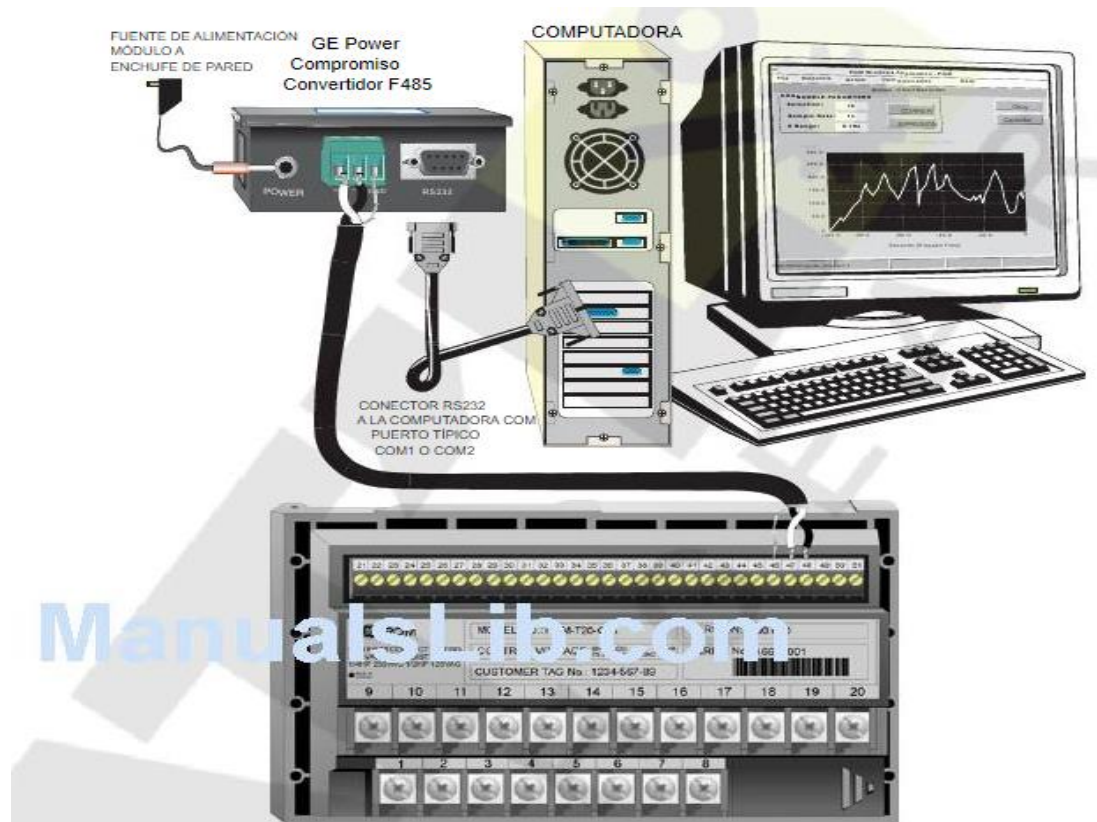


FIGURA 6–2: Comunicaciones de configuración de EnerVista PQM utilizando el puerto RS485 posterior

6.2 Configuración EnerVista

Si EnerVista PQM Setup ya está instalado, ejecute el programa y verifique si es necesario actualizado como se describe en el siguiente procedimiento:

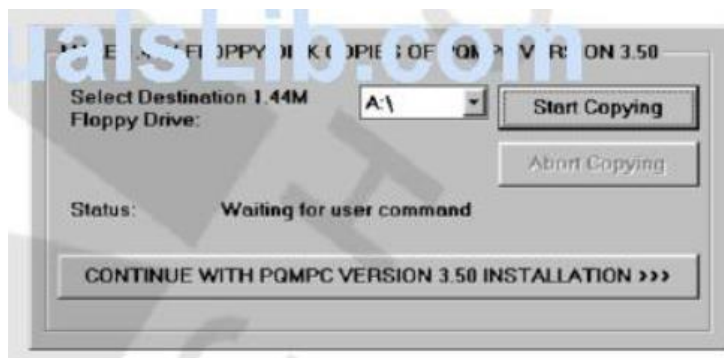
- ❖ Mientras se ejecuta EnerVista PQM Setup, inserte el GE Multilin CD de productos y permitir que se inicie automáticamente (alternativamente, cargue el D: \ index.htm en su navegador), O
- ❖ Vaya al sitio web de GE Multilin en www.GEmultilin.com
- ❖ Haga clic en el elemento de menú "Software" y seleccione "Calidad de energía PQM Medidor "de la lista de productos.
- ❖ Verifique que la versión que se muestra en esta página sea idéntica a la versión instalada como se muestra a continuación. Seleccione la Ayuda> Acerca de Elemento del menú de configuración de EnerVista PQM para determinar la versión en ejecución en la PC local

Deben cumplirse los siguientes requisitos mínimos para que EnerVista PQM Setup funcione en tu computadora.

- ❖ 486 PC con al menos 8 MB de RAM, más recomendado
- ❖ Windows TM 3.1 o superior está instalado y ejecutándose
- ❖ Mínimo de 10 MB de espacio en el disco duro

Si se está actualizando EnerVista PQM Setup, tenga en cuenta la ruta exacta y el nombre del directorio de la instalación actual, ya que será necesaria durante el nuevo proceso de instalación. Siga el procedimiento a continuación para instalar EnerVista PQM Setup

- ❖ Con Windows ejecutándose, inserte el CD de Productos GE Multilin en el unidad de CD-ROM local o vaya al sitio web de GE Multilin en www.GEmultilin.com. Si el CD no se inicia automáticamente, use su navegador web para abrir el archivo index.htm en el directorio raíz del CD de productos.
- ❖ Seleccione el enlace "Software" y elija "Medidor de calidad de energía PQM" de la lista de productos.
- ❖ Haga clic en "EnerVista PQM Setup Version 3.xx" y guarde el programa de instalación en la PC local.
- ❖ Inicie el programa de instalación de EnerVista PQM Setup haciendo doble clic en su icono.
- ❖ El programa de instalación le preguntará si desea o no cree un conjunto de disquete de 3.5 "como se muestra a continuación. Si es así, haga clic en el Si no, haga clic en **VERSIÓN 3.50 INSTALACIÓN**



- ❖ Ingrese la ruta completa, incluido el nuevo nombre del directorio indicando dónde se instalará el programa EnerVista PQM Setup (vea abajo).
- ❖ Si se ha instalado una versión anterior de EnerVista PQM Setup y se va a actualizar, ingrese la ruta completa y el nombre del directorio de su ubicación actual en la PC local. El programa de instalación actualizará automáticamente los archivos más antiguos.
- ❖ Haga clic en continuar para comenzar la instalación Los archivos se instalarán en el directorio indicado y el programa de instalación creará automáticamente iconos y agregará EnerVista PQM Setup en el menú de inicio de Windows.
- ❖ Hacer clic terminar finalizar instalación

Una vez que el programa comienza a ejecutarse,

intentará comunicarse con el PQM. Si se establece la comunicación, la pantalla mostrará el mismo
información mostrada en la pantalla PQM
Si EnerVista PQM Setup no puede establecer comunicaciones con el PQM, lo siguiente se muestra el mensaje:

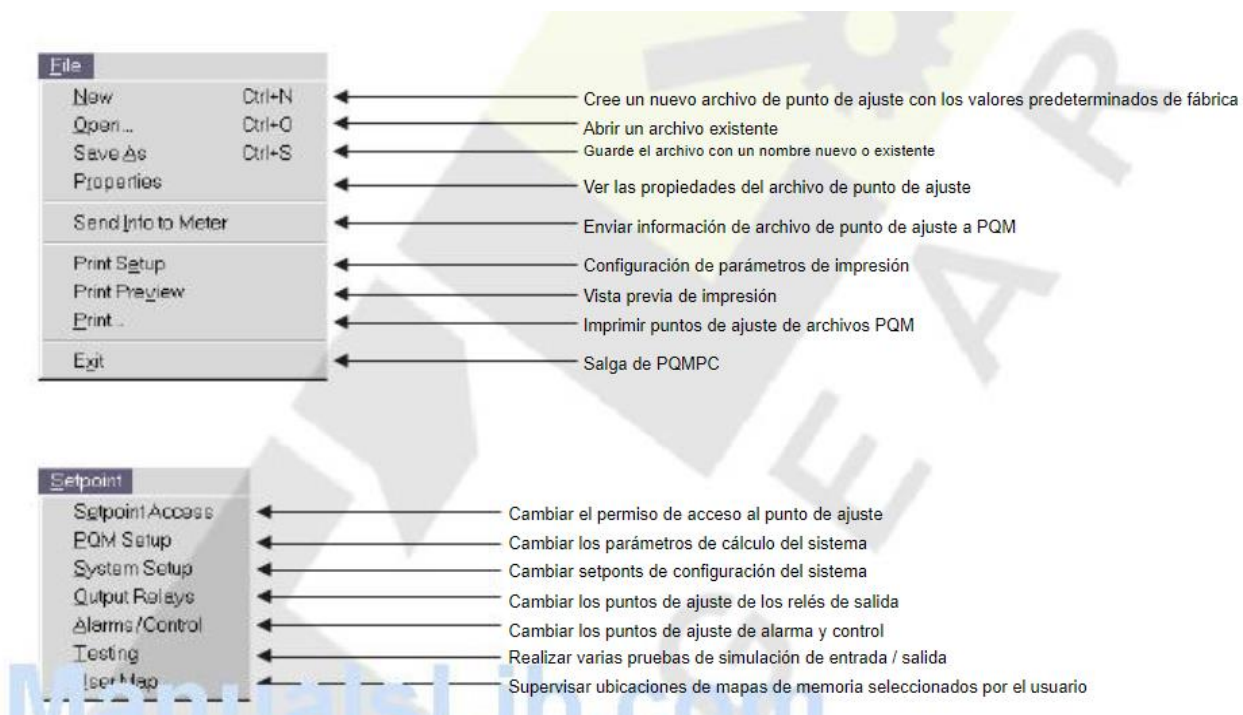


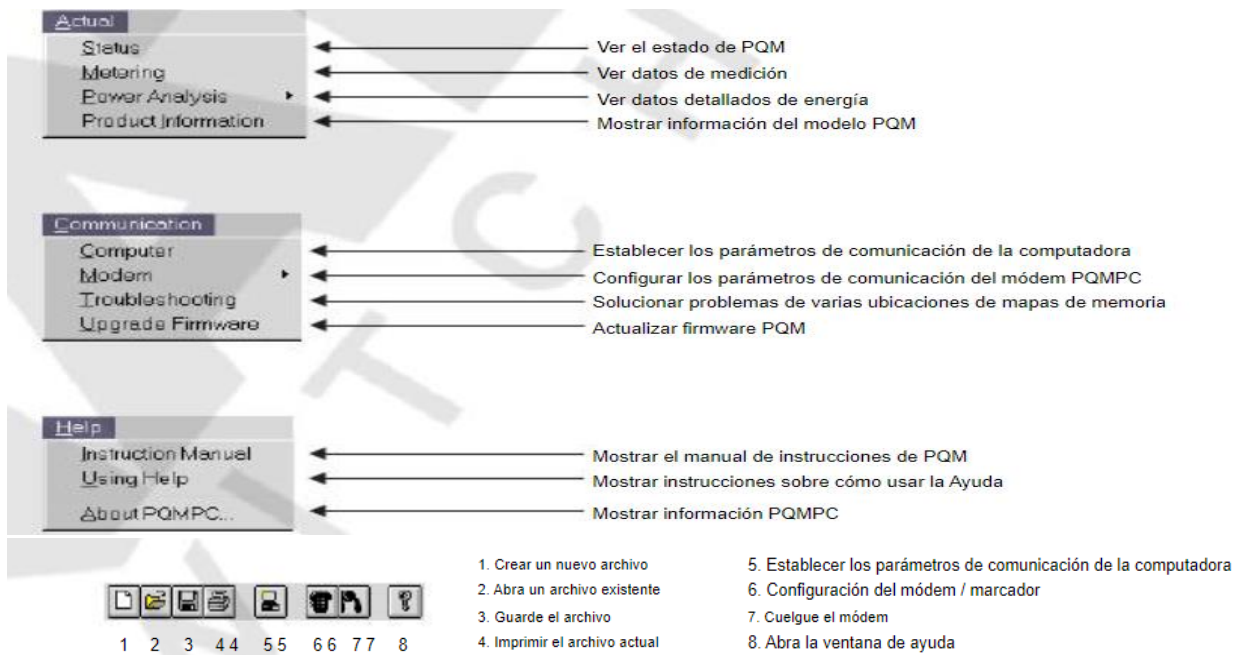
Hacer clic EnerVista PQM Setup abre la COMUNICACIÓN / COMPUTADORA ventana que se muestra a continuación:



- Configure la **dirección del esclavo** para que coincida con el punto de ajuste de la dirección PQM.
- Conjunto **Puerto de comunicación #** al número de puerto COM (en lo local PC) donde está conectado el PQM.
- Establezca la **velocidad en baudios** para que coincida con el punto de referencia PQM **BAUD RATE** .
- Conjunto **de paridad** para que coincida con la PQM **PARIDAD** consigna.
- Seleccione el **Tipo de control** que se usa para la comunicación.

- Configure el **Modo de inicio** para **comunicarse con el relé** .
- Haga clic en el botón **ENCENDIDO** para comunicarse con el PQM. El software de configuración EnerVista PQM notificará cuando tenga establecido un enlace de comunicación con el PQM. Si la comunicación no tiene éxito, verifique lo siguiente:
- Revisión de los ajustes anteriores para asegurarse de que coincide con la configuración de PQM
- Asegurar el Puerto de comunicación ajuste coincide con el COM puerto utilizado
- Asegúrese de que la conexión de hardware sea correcta: consulte la diagramas de conexión en la Sección 6.1.2: Configuración de hardware en página 2
- Si usa comunicaciones RS485, asegúrese de que la polaridad del cable sea correcto y está conectado a los terminales PQM correctos
- Una vez que se ha establecido la comunicación, haga clic en La pantalla principal

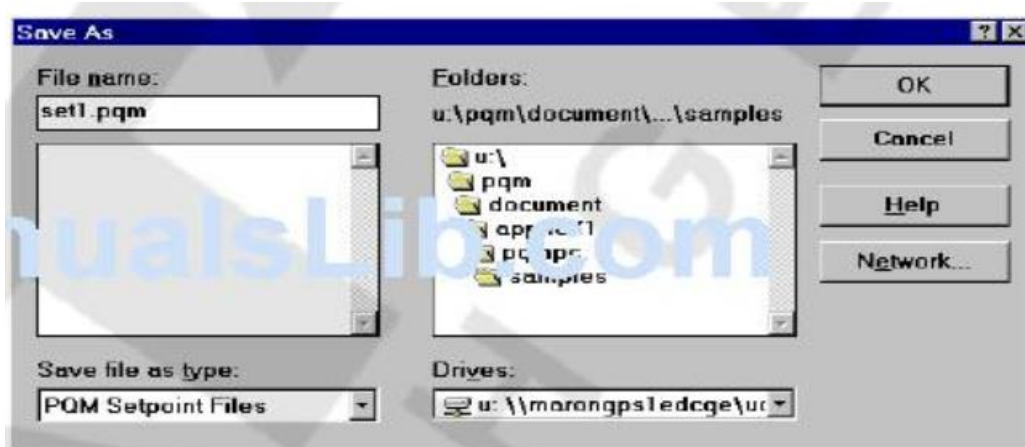




Para actualizar el firmware PQM, siga los procedimientos enumerados en esta sección. Al completar con éxito este procedimiento, el PQM tendrá un nuevo firmware instalado con los puntos de ajuste originales.

> Para guardar puntos de ajuste en un archivo, seleccione el elemento de menú **Archivo Guardar como** .

Ingrese el nombre del archivo para guardar los puntos de ajuste actuales y haga **click** en **Aceptar** . Utilizar la extensión ".pqm" para archivos de punto de ajuste **PQM** .



Para imprimir puntos de ajuste o valores reales, seleccione **Archivo> Configuración de impresión** opción del menú.

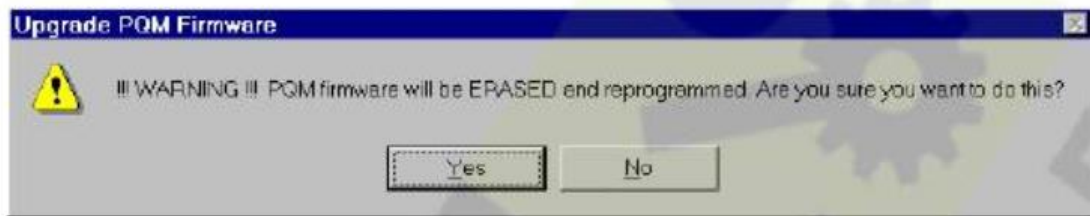
Seleccione uno de los **puntos de ajuste (características habilitadas)** , **puntos de ajuste (todos)** , **Los valores reales** , o **definible por el usuario Memoria Mapa** y haga clic en **OK** . Asegúrese de que la impresora esté configurada y en línea.

Seleccione el **Archivo> Imprimir** elemento de menú y haga clic en **Aceptar** para imprimir el puntos de ajuste

Aparecerá la advertencia final que se muestra a continuación. Esta será la última oportunidad de abortar actualización de firmware.

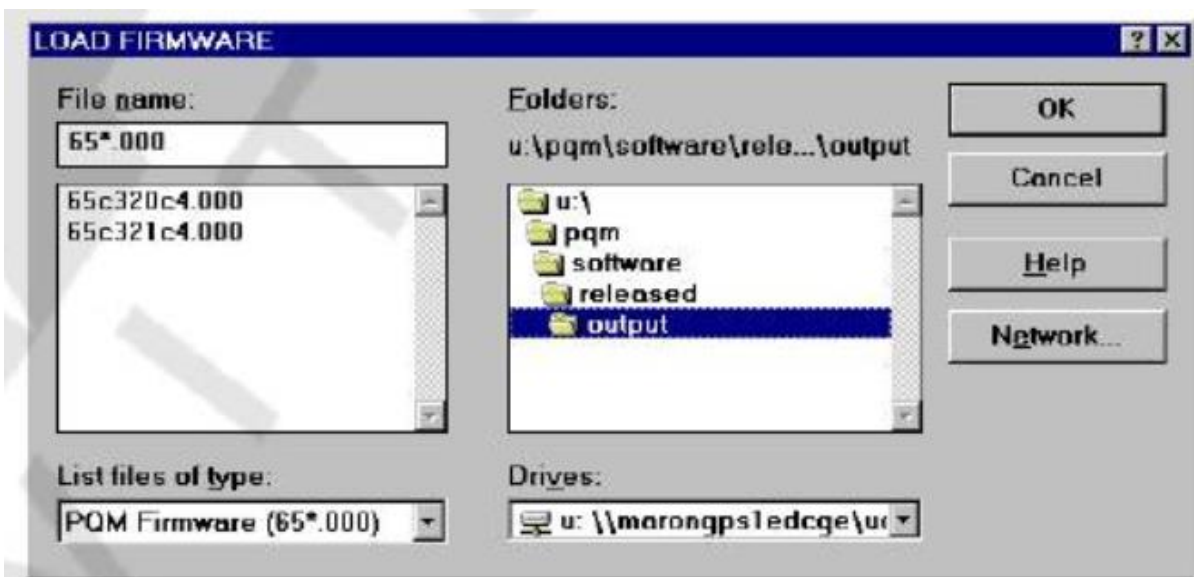
Seleccione **Sí** para continuar, **No** para cargar un archivo diferente o **Cancelar** para abortar el proceso.

No continúe a menos que haya guardado los puntos de ajuste actuales como se muestra en la Sección 6.4.2: Guardar / imprimir puntos de ajuste PQM en un archivo anterior



Localice el archivo para cargar en el PQM. El nombre de archivo del firmware tiene el siguiente formato

- Seleccione el archivo requerido.
- Haga clic para proceder o para cancelar para abortar la actualización del firmware.



Aparecerá la advertencia final que se muestra a continuación.

Seleccionar para proceder, para cargar un archivo diferente, o abortar proceso

PQM mostrará un mensaje que indica que está en modo carga mientras los archivos al cargarse en el PQM, aparece un cuadro de estado que muestra la cantidad del nuevo Se ha transferido el archivo de firmware y cuánto queda.Toda la transferencia

El proceso lleva aproximadamente cinco minutos. EnerVista PQM Setup notificará al usuario cuando el PQM haya terminado de cargar el archivo. Lea atentamente cualquier nota y haga clic Si el PQM no se comunica con el software EnerVista PQM Setup, asegúrese de que los siguientes puntos de ajuste PQM se corresponden con la configuración EnerVista PQM

Si la configuración EnerVista PQM se interrumpe durante la actualización del firmware, el medidor mostrará uno de los siguientes:

- El mensaje del modo de carga:

El mensaje de introducción de texto de carga

PQM FLASH LOADER
ENTRAR CARGA DE
TEXTO

Una pantalla en blanco

- Caracteres o símbolos ilegibles en la pantalla.

Procedimiento

El siguiente procedimiento describe cómo recuperar y completar la actualización del firmware

- Ejecute el software EnerVista PQM Setup.
- Conecte el PQM a una PC local a través de un cable serie RS232.
- Seleccione el elemento de menú Comunicación> Actualizar firmware.
- Seleccione "Sí" para confirmar que desea actualizar el firmware.
- Seleccione el archivo de firmware deseado y haga clic en Aceptar.
- El siguiente mensaje aparece en la pantalla.



Seleccione "Ignorar". El siguiente mensaje aparecerá a continuación

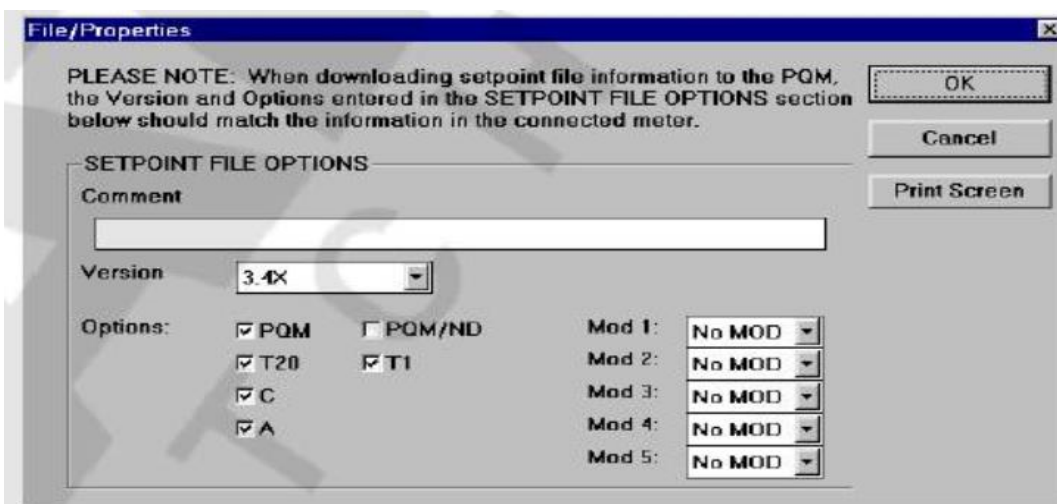


Seleccione "Ignorar" nuevamente. El software de configuración EnerVista PQM borrará el flash y se cargará firmware correcto en el medidor



Selecciona el archivo abrir opción del menú
 Seleccione el archivo que contiene los puntos de ajuste que se cargarán en el PQM y haga clic

Selecciona el Archivo> Propiedades versión del archivo de punto de ajuste para que coincida con la versión de firmware del PQM

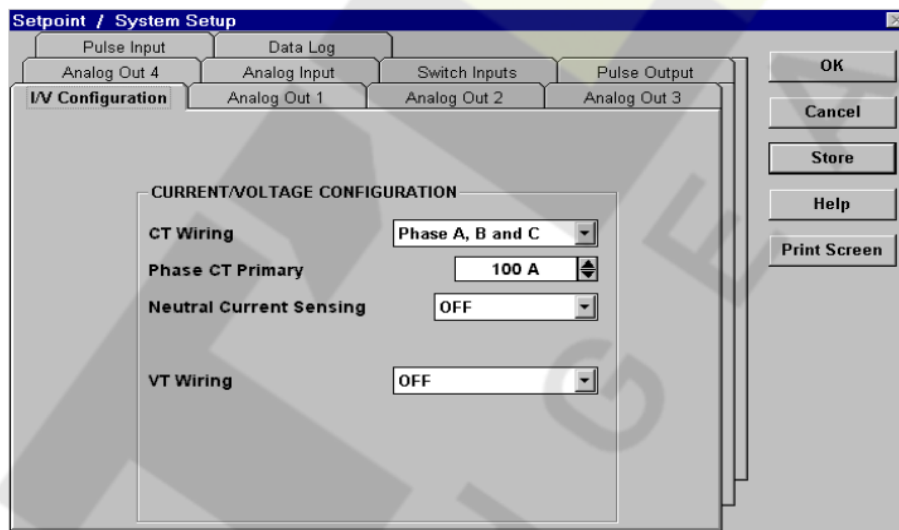


Seleccione el archivo enviar información al elemento al menú para cargar el archivo

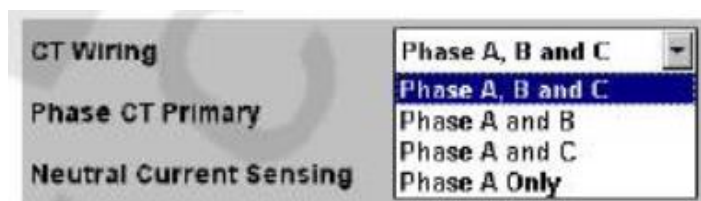
Selecciona el archivo selecciona enviar información al elemento de menú para cargar el archivo de consigna en el PQM.

Aparecerá un cuadro de diálogo para confirmar la solicitud de descarga.puntos de ajuste. Si Hacer clic para enviar los puntos de ajuste a la PQM ahora no aborta el proceso. La configuración de EnerVista PQM ahora carga el archivo de punto de ajuste en el PQM. Si se agregaron nuevos puntos de ajuste en el software de actualización, serán establecido en los valores predeterminados de fábrica.

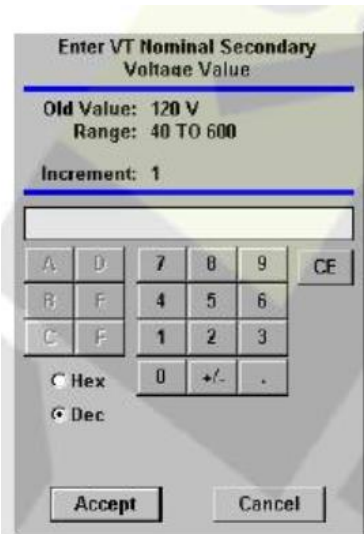
Selecciona el La siguiente ventana aparecerá: Cuando un punto de ajuste no numérico como muestra un menú desplegable: Punto de ajuste> Configuración del sistema opción del menú



Cuando un punto de ajuste no numérico como *CT WIRING* está seleccionado, *EnerVista PQM Setup* muestra un menú desplegable:



Cuando un punto de ajuste numérico como *VOLTAJE DIRECTO DE ENTRADA NOMINAL* seleccionado, *EnerVista PQM Setup* muestra un teclado que permite al usuario ingresar un valor dentro del rango de punto de ajuste mostrado cerca de la parte superior del teclado



- Hacer clic Aceptar para salir del teclado y mantener el nuevo valor
- Hacer clic en cancelar para salir del teclado y retener valor anterior.
- Hacer clic en tienda para guardar los valores en PQM
- Hacer clic para aceptar cualquier cambio y salir del punto de ajuste sistema de dialogo
- Hacer clic para retener los valores anteriores y salir

Si un PQM está conectado a una computadora a través del puerto serie, cualquier valor medido, estado y Se puede mostrar información de alarma.Utilizar el Real menú desplegable para seleccionar varios Los valores monitoreo se mostrarán y actualizarán continuamente

Guardar / imprimir archivos de puntos de ajuste Para imprimir y guardar todos los puntos de ajuste en un archivo, siga los pasos descritos en la Sección 6.4.2: Guardar / Imprima los puntos de ajuste PQM en un archivo en la página –9.

Carga de archivos de puntos de ajuste

Para cargar un archivo de puntos de ajuste existente a un PQM y / o enviar los puntos de ajuste al PQM, siga el pasos descritos en la Sección 6.4.5: Carga de puntos de ajuste guardados en el PQM . El manual de instrucciones completo, incluidos los diagramas, está disponible en GE Multilin CD de productos y a través del menú Ayuda de configuración EnerVista PQM. USO DE LA CONFIGURACIÓN DE ENERVISTA PQM

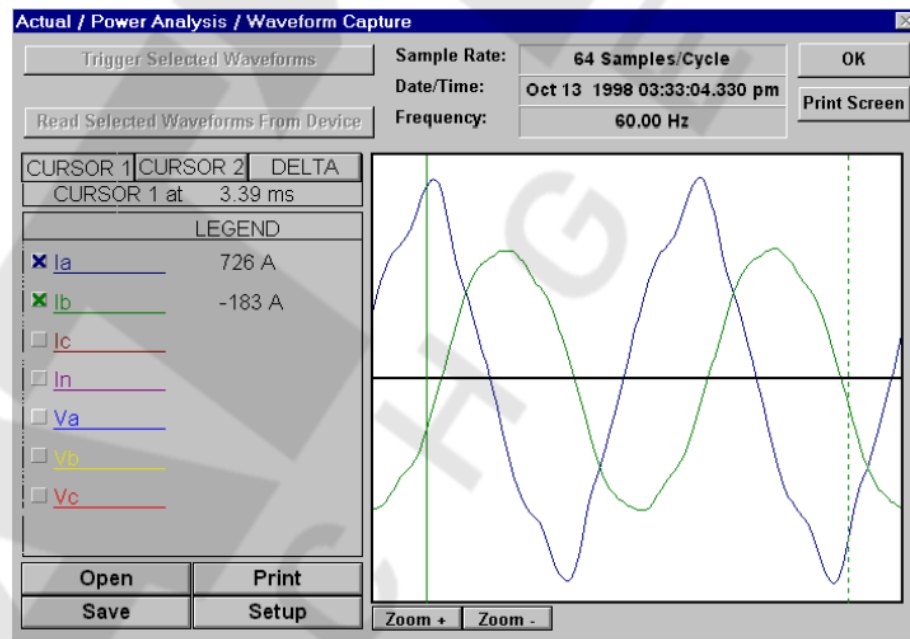
VOLTAJE DIRECTO DE ENTRADA NOMINAL seleccionado, para salir del teclado y mantener el nuevo valor. Cancelar para salir del teclado y retener el valor anterior.

Tienda para guardar los valores en el PQM. para aceptar cualquier cambio y salir del para retener los valores anteriores y salir. Real menú desplegable para seleccionar vario Punto de ajuste / sistem

Se pueden capturar dos ciclos (64 muestras / ciclo) de formas de onda de voltaje y corriente y se muestra en una PC usando EnerVista PQM Setup o software de terceros.Picos distorsionados o Las muescas de la conmutación SCR proporcionan pistas para tomar medidas correctivas.Captura de forma de onda También es una herramienta

útil cuando se investigan posibles problemas de cableado debido a su capacidad para mostrar La relación de fase de las diversas entradas. Se implementa la función de captura de forma de onda en EnerVista PQM Setup como se muestra a continuación.

- Selecciona el Actual > Análisis de potencia > Captura de forma de onda opción del menú. EnerVista PQM Setup abrirá el cuadro de diálogo de captura de forma de onda



Marque las casillas a la izquierda para mostrar las formas de onda deseadas.

- Los valores de forma de onda para la posición actual de la línea del cursor son se muestra a la derecha de las casillas marcadas.
- Activar formas de onda seleccionadas botón captura nuevo formas de onda de la PQM.
- leer formas de onda seleccionadas del dispositivo carga y visualiza formas de onda previamente seleccionadas.

Abierto el botón carga y visualiza formas de onda guardadas previamente Salvar el botón guarda las formas de onda capturadas en un archivo

Impresión El botón imprime las formas de onda que se muestran actualmente

Preparar El botón permite la configuración de los atributos de captura

Las cargas no lineales como los variadores de velocidad, las computadoras y los balastos electrónicos pueden causar armónicos que pueden conducir a problemas tales como disparos molestos de interruptores, interferencia telefónica, transformador, condensador o sobrecalentamiento del motor. Para diagnóstico de fallas como la detección de cableado neutro de tamaño insuficiente, la necesidad de un transformador con clasificación

armónica o efectividad de los filtros armónicos; Los detalles del espectro armónico son útiles y están disponibles con la configuración PQM y EnerVista PQM

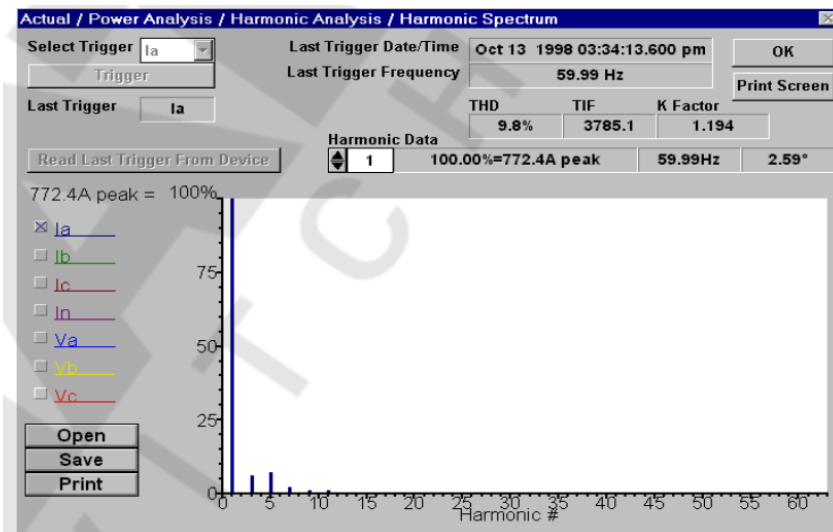
EnerVista PQM Setup puede realizar un análisis armónico en cualquiera de las cuatro entradas de corriente o cualquiera de las tres entradas de voltaje colocando el PQM en un modo de muestreo de alta velocidad (256 samples / ciclo) donde muestra un ciclo del parámetro definido por el usuario. EnerVista PQM Setup luego toma estos datos y realiza una FFT (Transformación rápida de Fourier) para extraer la información armónica. La función de análisis armónico se implementa en EnerVista PQM Configuración como se muestra a continuación

Selecciona el Actual > Análisis de potencia > Análisis armónico menú artículo.

Seleccione el tipo de salida deseada y la forma de onda del espectro

Seleccione Espectro EnerVista PQM Setup para mostrar la ventana del espectro de análisis que incluye el espectro armónico hasta e incluyendo el armónico 62

Seleccione el parámetro de activación de Seleccionar caja y para mostrar el espectro de armónica

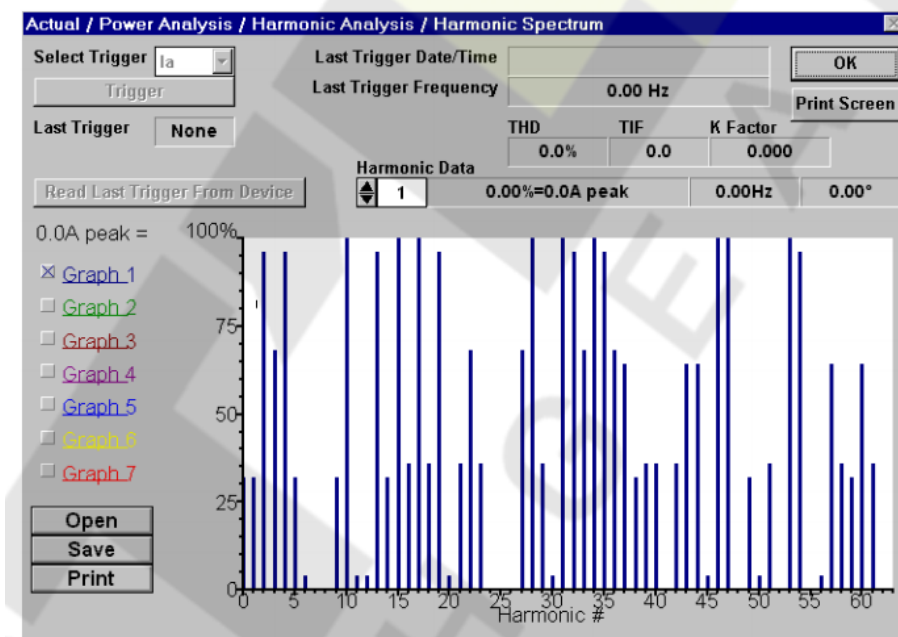


La ventana incluye detalles del armónico seleccionado actualmente y otros armónicos. datos relacionados con el análisis (por ejemplo, THD, Factor K, etc.)

Seleccione el último disparador del dispositivo Seleccione espectros de la PQM

Abra las cargas y visualice previamente los espectros guardados, Guardar guarda el espectro capturado en un archivo e Imprimir imprime el espectro que se muestra actualmente

- Seleccione Valores reales > Análisis de potencia > Análisis armónico > Forma de onda para mostrar la ventana de forma de onda de análisis armónico.
- Seleccione el parámetro disparador en el cuadro Seleccionar disparador y presione Trigger para capturar nuevas formas de onda del PQM.



La ventana incluye valores de forma de onda para la posición actual de la línea del cursor y comprobar cuadros para mostrar las formas de onda deseadas.

- Seleccione Leer último disparador del dispositivo para cargar el adquirido previamente
 formas de onda de la PQM.

Abra cargas y visualice previamente formas de onda guardadas, Guardar guarda las capturadas formas de onda, Imprimir imprime las formas de onda mostradas actualmente, y la Configuración permite usuario para cambiar los parámetros de captura

Haga clic en Configurar para mostrar la ventana ATRIBUTO DE GRÁFICO

GRAPH ATTRIBUTE

Save Setup
 Load Saved Setup
 OK
 Cancel
 Help
 Print Screen

Graph Title

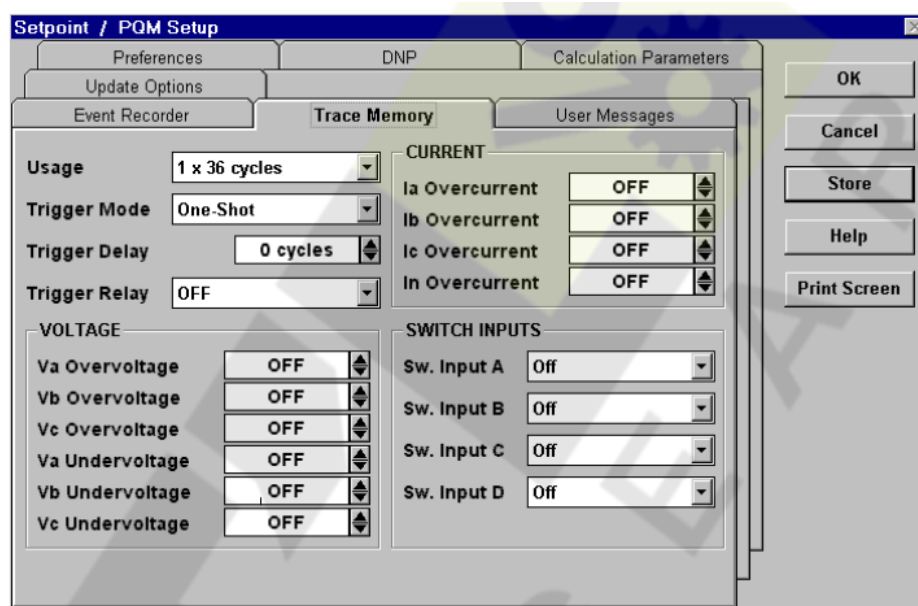
Graph Parameters

Graph #	Description	Color	Style	Width	Scaling Group	Use Spline
1	Ia	Blue	Solid	1	1	Yes
2	Ib	Green	Solid	1	1	Yes
3	Ic	Red	Solid	1	1	Yes
4	In	Magenta	Solid	1	2	Yes
5	Va	Light Blue	Solid	1	3	Yes
6	Vb	Yellow	Solid	1	3	Yes
7	Vc	Light Red	Solid	1	3	Yes

Desde esta ventana, la apariencia y el formato de las formas de onda se pueden modificar.

La función de memoria de rastreo permite configurar el PQM para que se active en diversas condiciones. Los la memoria de seguimiento puede registrar un máximo de 36 ciclos de datos (16 muestras por ciclo) para todos entradas de voltaje y corriente simultáneamente. Un contador de disparadores de seguimiento total ha sido implementado en el mapa de memoria PQM en el registro 0x0B83. Este registro seguirá funcionando total de todos los activadores de memoria de seguimiento válidos desde la última vez que se aplicó energía al PQM. El contador de activadores de seguimiento total pasará a 0 en 65536. La función de memoria de seguimiento es implementado en EnerVista PQM Setup como se muestra a continuación

- Seleccione el elemento de menú Punto de consigna> Configuración PQM para configurar la traza función de memoria Esto inicia el cuadro de diálogo Configuración de PQM que se muestra a continuación.
- Haga clic en la pestaña Memoria de seguimiento para mostrar la memoria parámetros



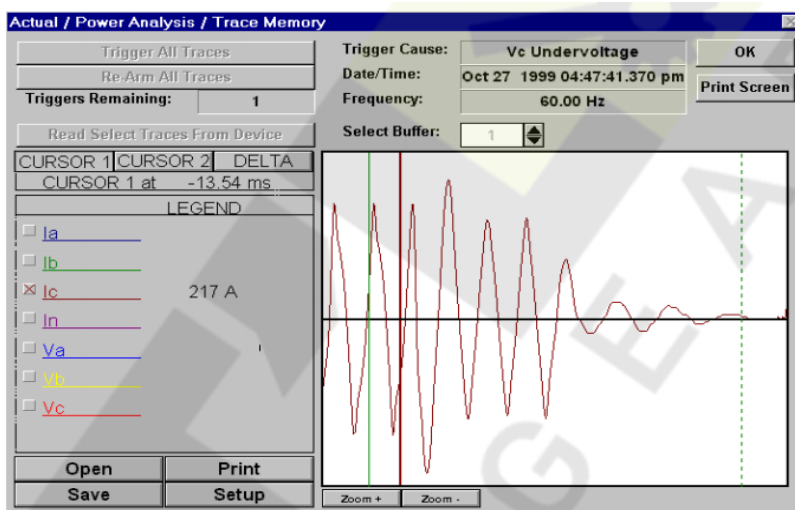
El uso de la memoria se establece de la siguiente manera:

- 1 x 36 ciclos: al activarse, todo el búfer se llena con 36 ciclos de datos
- 2 x 18 ciclos: se crean 2 búferes separados de 18 ciclos y cada uno se llena sobre un gatillo
- 3 x 12 ciclos: se crean 3 búferes de 12 ciclos separados y cada uno se llena sobre un gatillo

Si el modo de activación se establece en One-Shot, la memoria de seguimiento se activa una vez por buffer; si está configurado en Retrigger, automáticamente vuelve a activar y sobrescribe el datos

anteriores El retardo de activación retrasa la activación por el número de ciclos especificados. Las selecciones VOLTAGE, CURRENT, y SWITCH INPUTS son los parámetros y niveles que se utilizan para activar la memoria de rastreo.

Seleccione el elemento de menú Actual> Análisis de energía> Memoria de rastreo para ver los datos de la memoria de seguimiento. Esto inicia la ventana Trace Memory Waveform que se muestra a continuación

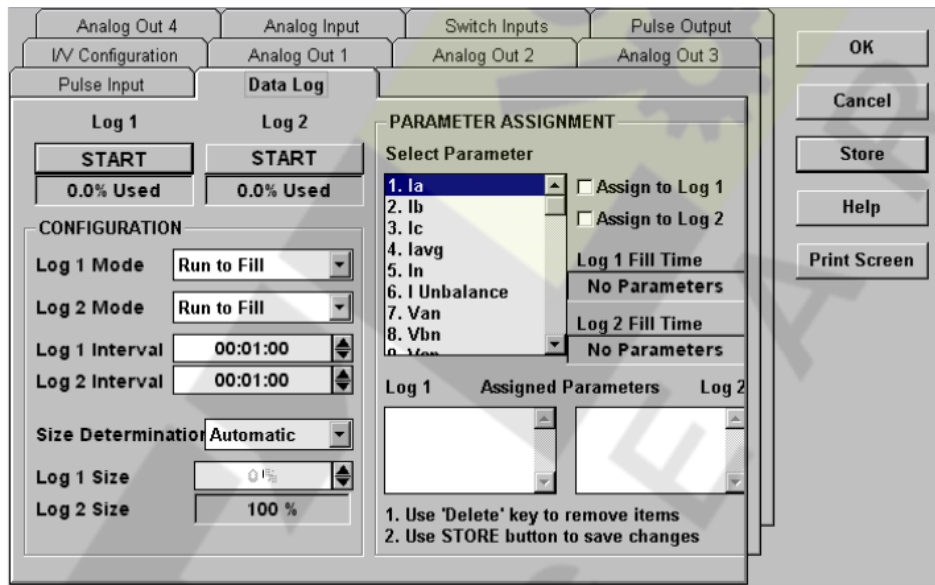


Use el botón Activar seguimientos seleccionados para forzar un activador de memoria de seguimiento. Use el botón Re-Arm All Traces para volver a disparar después de que se hayan llenado todos los buffers si el modo de disparo se ha configurado en One-Shot. Al presionar este botón se produce el seguimiento memoria al valor predeterminado de nuevo al primer búfer. El botón Leer trazas seleccionadas del dispositivo se carga y visualiza previamente datos capturados

Para la opción Seleccionar búfer, seleccione 1, 2 o 3 para mostrar uno de los tres diferentes tampones Esta opción depende del modo de disparo seleccionado en el punto de ajuste> PQM Elemento del menú de opciones. Abrir cargas de formas de onda guardadas previamente para su visualización, Guardar guarda las capturadas formas de onda en un archivo, Imprimir imprime las formas de onda actuales y la Configuración permite configuración de los parámetros de captura.

La función de registro de datos permite que el PQM registre continuamente varios parámetros especificados a la velocidad especificada El registrador de datos utiliza las 64 muestras / datos de ciclo. Esta característica es implementado en EnerVista PQM Setup como se muestra a continuación.

Seleccione el elemento de menú Punto de consigna> Configuración del sistema para configurar los datos función de registrador. Esto inicia el cuadro de diálogo Configuración del sistema que se muestra a continuación



Se muestra el estado de cada registrador de datos y el porcentaje llenado. Use el START y Botones STOP para iniciar y detener los registros.



GE Consumer & Industrial
Multilin



PQM Power Quality Meter

Chapter 7: Modbus
Communications

Capítulo 7: Modbus

El GE Multilin PQM implementa un subconjunto de la serie AEG Modicon , Modbus RTU

estándar de comunicación Muchos controladores programables populares admiten este protocolo directamente con una tarjeta de interfaz adecuada que permite la conexión directa de PQM. Aunque el El protocolo Modbus es independiente del hardware, la interfaz PQM utiliza RS485 de 2 hilos y 9 pines Interfaces RS232. Modbus es un protocolo de maestro único y esclavo múltiple adecuado para un configuración multipunto proporcionada por el hardware RS485. En esta configuración, hasta 32los esclavos se pueden conectar en cadena en un solo canal de comunicación. El PQM es siempre un esclavo Modbus; no se puede programar como maestro Modbus. Las computadoras o PLC se programan comúnmente como maestros. El protocolo Modbus existe en dos versiones: Unidad terminal remota (RTU, binaria) y ASCII. Solo la versión RTU es apoyado por el PQM. Las funciones de monitoreo, programación y control son posibles usando leer y escribir comandos de registro.

La interfaz eléctrica es RS485 de 2 hilos y RS232 de 9 pines. En un enlace RS485 de 2 hilos, el flujo de datos es bidireccional y semidúplex. Es decir, los datos nunca se transmiten y reciben al mismo hora. Las líneas RS485 deben conectarse en una configuración de cadena tipo margarita (evite la estrella conexiones) con una red de terminación instalada en cada extremo del enlace, es decir, en el maestro final y el esclavo más alejado del maestro. La red de terminación debe consistir en un Resistencia de 120Ω en serie con un condensador cerámico de 1 nF cuando se usa con Belden 9841 RS485 cable. El valor de las resistencias de terminación debe ser igual a la característica impedancia de la línea. Esto es aproximadamente 120Ω para el par trenzado estándar # 22 AWG cable. El cable blindado siempre debe usarse para minimizar el ruido. La polaridad es importante en RS485 comunicaciones: cada terminal '+' de cada dispositivo debe estar conectado para sistema para operar. Consulte la Sección 2.2.9: Puertos serie RS485 en la página –19 para obtener detalles sobre la serie cableado de puerto

Una trama de datos de una transmisión asincrónica hacia o desde un PQM consta de 1 bit de inicio, 8 bits de datos y 1 bit de parada, lo que da como resultado una trama de datos de 10 bits. Esto es importante para alta velocidad transmisión de módem, ya que las tramas de datos de 11 bits no son compatibles con los módems Hayes en el bit tasas superiores a 300 bps. El protocolo Modbus se puede implementar en cualquier estándar velocidad de comunicación El PQM admite la operación a 1200, 2400, 4800, 9600 y 19200 baudios

Una secuencia completa de solicitud / respuesta consta de los siguientes bytes (transmitidos como marcos de datos separados):

Transmisión de solicitud maestra:

DIRECCIÓN ESCLAVO: 1 byte

CÓDIGO DE FUNCIÓN: 1 byte

DATOS: número variable de bytes dependiendo del CÓDIGO DE FUNCIÓN

CRC: 2 bytes

Transmisión de respuesta esclava:

DIRECCIÓN ESCLAVO: 1 byte

CÓDIGO DE FUNCIÓN: 1 byte

DATOS: número variable de bytes dependiendo del CÓDIGO DE FUNCIÓN

CRC: 2 bytes

DIRECCIÓN ESCLAVO: el primer byte de cada transmisión. Representa el usuario asignado Dirección del dispositivo esclavo asignado para recibir el mensaje enviado por el maestro. Cada al dispositivo esclavo se le debe asignar una dirección única para que solo responda a una transmisión eso comienza con su dirección. En una transmisión de solicitud maestra, la DIRECCIÓN ESCLAVO representa la dirección a la que se envía la solicitud. En una respuesta esclava transmisión la DIRECCIÓN ESCLAVO representa la dirección que envía la respuesta

CÓDIGO DE FUNCIÓN: Este es el segundo byte de cada transmisión. Modbus define códigos de función del 1 al 127. El PQM implementa algunas de estas funciones. Mira la sección 3 para obtener detalles de los códigos de función admitidos. En una transmisión de solicitud maestra, la El CÓDIGO DE FUNCIÓN le dice al esclavo qué acción realizar. En una respuesta esclava transmisión si el CÓDIGO DE FUNCIÓN enviado desde el esclavo es el mismo que la FUNCIÓN CÓDIGO enviado desde el maestro y luego el esclavo realizó la función solicitada. Si el El bit de orden superior del CÓDIGO DE FUNCIÓN enviado desde el esclavo es un 1 (es decir, si la FUNCIÓN CODE es > 127), entonces el esclavo no realizó la función solicitada y está enviando Una respuesta de error o excepción.

DATOS: Este será un número variable de bytes dependiendo del CÓDIGO DE FUNCIÓN. Esta pueden ser valores reales, puntos de ajuste o direcciones enviadas por el maestro al esclavo o por El esclavo del amo. Consulte la sección 3 para obtener una descripción de las funciones compatibles y los datos requeridos para cada uno

7.2 Funciones Modbus

Las siguientes funciones son compatibles con PQM:

- 03: Leer puntos de ajuste y valores reales
- 04: Leer puntos de ajuste y valores reales
- 05: Ejecutar operación
- 06: Almacenar consigna individual
- 07: leer el estado del dispositivo
- 08: Prueba de bucle invertido
- 16: Almacenar múltiples puntos de ajuste

Implementación de Modbus: lectura de registros de entrada y retención

Implementación de PQM: lectura de puntos de ajuste y valores reales

Para la implementación PQM Modbus, estos comandos se utilizan para leer cualquier punto de ajuste ("registros de retención") o valor real ("registros de entrada"). Los registros de entrada y retención son de 16 bits. (dos bytes) valores con el byte de orden superior transmitido primero. Por lo tanto, todos los puntos de ajuste y reales Los valores se envían como dos bytes. Se puede leer un máximo de 125 registros en una transmisión. Los códigos de función 03 y 04 están configurados para leer puntos de ajuste o valores reales indistintamente ya que algunos PLC no son compatibles con ambos. La respuesta del esclavo a los códigos de función 03/04 es la dirección del esclavo, el código de función, el número de bytes de datos a seguir, los datos y el CRC. Cada elemento de datos se envía como un número de 2 bytes con el byte de primer orden primero

FORMATO DE MENSAJE Y EJEMPLO:

Solicite al esclavo 17 que responda con 3 registros comenzando en la dirección 006B. Para este ejemplo, el registrar datos en estas direcciones es:
Dirección: 006B006C006D Datos: 022B00000064

Tabla 7-1: Formato de paquete maestro / esclavo para el código de función 03h / 04h

MAESTRO TRANSMISIÓN	BYTES	EJEMPLO	DESCRIPCIÓN
DIRECCIÓN ESCLAVO	1	11	mensaje para esclavo 17
CÓDIGO DE FUNCIÓN	1	03	leer registros
INICIO DE DATOS HABLA A	2	00 6B	datos a partir de 006B
NÚMERO DE PUNTOS DE AJUSTE	2	00 03	3 registros = 6 bytes en total
CRC	2	9D 8D	Código de error CRC

RESPUESTA DE ESCLAVO	BYTES	EJEMPLO	DESCRIPCIÓN
DIRECCIÓN ESCLAVO	1	11	mensaje del esclavo 17
CÓDIGO DE FUNCIÓN	1	03	leer registros
CONTEO DE BYTE	1	06	3 registros = 6 bytes
DATOS 1 (véase la definición encima)	2	02 2B	valor en la dirección 006B
DATOS 2 (véase la definición encima)	2	00 00	valor en la dirección 006C
DATOS 3 (véase la definición encima)	2	00 64	valor en la dirección 006D
CRC	2	C8 B8	Código de error CRC

Implementación de Modbus: Force Single Coil
Implementación de PQM: operación de ejecución

Este código de función le permite al maestro solicitar un PQM para realizar un comando específico operaciones Los números de comando enumerados en el área Comandos del mapa de memoria

corresponden a los códigos de operación para el código de función 05. Los comandos de operación también se pueden iniciar escribiendo en el área Comandos del mapa de memoria utilizando el código de función 16. Consulte FUNCIÓN 16 - REALIZAR COMANDOS sección para detalles completos

Tabla 7-2: Formato de paquete maestro / esclavo para el código de función 05H

MAESTRO TRANSMISIÓN	BYTES	EJEMPLO	DESCRIPCIÓN
DIRECCIÓN ESCLAVO	1	11	mensaje para esclavo 17
CÓDIGO DE FUNCIÓN	1	05	ejecutar operación
CÓDIGO DE OPERACIÓN	2	00 01	comando de reinicio (código de operación 1)
CÓDIGO VALOR	2	FF 00	realizar la función
CRC	2	DF 6A	Código de error CRC

RESPUESTA DE ESCLAVO	BYTES	EJEMPLO	DESCRIPCIÓN
DIRECCIÓN ESCLAVO	1	11	mensaje del esclavo 17
CÓDIGO DE FUNCIÓN	1	05	ejecutar operación
CÓDIGO DE OPERACIÓN	2	00 01	código de operación 1
CÓDIGO VALOR	2	FF 00	realizar la función
CRC	2	DF 6A	Código de error CRC

Implementación de Modbus: Force Single Coil
 Implementación de PQM: operación de ejecución

Este código de función le permite al maestro solicitar todos los PQM en una comunicación particular enlace para Borrar todos los datos de demanda. El PQM reconocerá un paquete como una transmisión comando si la DIRECCIÓN ESCLAVO se transmite como 0. A continuación se muestra un ejemplo de la transmisión Comando para borrar todos los datos de demanda.

FORMATO DE MENSAJE Y EJEMPLO:

Borrar todos los datos de demanda en todos los PQM (código de operación 34).

Tabla 7-3: Formato de paquete maestro / esclavo para comando de transmisión

TRANSMISIÓN MAESTRA	BYTES	EJEMPLO	DESCRIPCIÓN
DIRECCIÓN ESCLAVO	1	00	comando de difusión (dirección = 0)
CÓDIGO DE FUNCIÓN	1	05	ejecutar operación
CÓDIGO DE OPERACIÓN	2	00 22	borrar todos los datos de demanda (código de operación 34)
CÓDIGO VALOR	2	FF 00	realizar la función
CRC	2	2D E1	Código de error CRC
RESPUESTA DE ESCLAVO	BYTES	EJEMPLO	DESCRIPCIÓN

El esclavo no responde al maestro.

Este comando permite al maestro almacenar un único punto de ajuste en la memoria de un PQM. La respuesta del esclavo a este código de función es hacer eco de toda la transmisión maestra

FORMATO DE MENSAJE Y EJEMPLO:

Solicite al esclavo 17 que almacene el valor 01E4 en la dirección de consigna 1020. Después de la transmisión en este ejemplo está completo, la dirección de consigna 1020 contendrá el valor 01E4.

Tabla 7-4: Formato de paquete maestro / esclavo para el código de función 06h

MAESTRO TRANSMISIÓN	BYTES	EJEMPLO	DESCRIPCIÓN
DIRECCIÓN ESCLAVO	1	11	mensaje para esclavo 17
CÓDIGO DE FUNCIÓN	1	06	almacenar punto de ajuste único
INICIO DE DATOS HABLAA	2	10 20	dirección de consigna 1020
DATOS	2	01 E4	datos para la dirección del punto de ajuste 1020
CRC	2	8E 47	Código de error CRC

RESPUESTA DE ESCLAVO	BYTES	EJEMPLO	DESCRIPCIÓN
DIRECCIÓN ESCLAVO	1	11	mensaje del esclavo 17
CÓDIGO DE FUNCIÓN	1	06	almacenar punto de ajuste único
INICIO DE DATOS HABLAA	2	10 20	dirección de consigna 1020
DATOS	2	01 E4	datos almacenados en el punto de ajuste dirección 1020
CRC	2	8E 47	Código de error CRC

Esta es una función utilizada para leer rápidamente el estado de un dispositivo seleccionado. Un mensaje corto . longitud permite una lectura rápida del estado. El byte de estado devuelto tendrá bits individuales. establecido en 1 o 0 según el estado del dispositivo esclavo. Byte de estado general de PQM:

- B0: condición de alarma = 1
- B1: Falla de auto comprobación = 1
- B2: relé de alarma activado = 1
- B3: relé Aux 1 energizado = 1
- B4: relé Aux 2 energizado = 1
- B5: relé Aux 3 energizado = 1
- B6: no utilizado
- MSBit B7: no utilizado

Tabla 7-5: Formato de paquete maestro / esclavo para el código de función 07h

MAESTRO TRANSMISIÓN	BYTES	EJEMPLO	DESCRIPCIÓN
DIRECCIÓN ESCLAVO	1	11	mensaje para esclavo 17
CÓDIGO DE FUNCIÓN	1	07	leer el estado del dispositivo
CRC	2	4C 22	Código de error CRC
RESPUESTA DE ESCLAVO	BYTES	EJEMPLO	DESCRIPCIÓN
DIRECCIÓN ESCLAVO	1	11	mensaje del esclavo 17
CÓDIGO DE FUNCIÓN	1	07	leer el estado del dispositivo
ESTADO DEL DISPOSITIVO (ver definición anterior)	1	2C	estado = 00101100 (en binario)
CRC	2	22 28	Código de error CRC

Esta función se utiliza para probar la integridad del enlace de comunicación. El PQM hará eco del solicitud.

Tabla 7-6: Formato de paquete maestro / esclavo para el código de función 08h

MAESTRO TRANSMISIÓN	BYTES	EJEMPLO	DESCRIPCIÓN
DIRECCIÓN ESCLAVO	1	11	mensaje para esclavo 17
CÓDIGO DE FUNCIÓN	1	08	prueba de bucle invertido
CÓDIGO DE DIAG	2	00 00	debe ser 00 00
DATOS	2	00 00	debe ser 00 00
CRC	2	E0 0B	Código de error CRC

RESPUESTA DE ESCLAVO	BYTES	EJEMPLO	DESCRIPCIÓN
DIRECCIÓN ESCLAVO	1	11	mensaje del esclavo 17
CÓDIGO DE FUNCIÓN	1	08	prueba de bucle invertido
CÓDIGO DE DIAG	2	00 00	debe ser 00 00
DATOS	2	00 00	debe ser 00 00
CRC	2	E0 0B	Código de error CRC

En aplicaciones donde varios dispositivos están conectados en cadena, puede ser necesario sincronice los relojes (fecha y / o hora) en todos los dispositivos enviando un comando. los El comando broadcast permite tal sincronización como se muestra en un ejemplo a continuación. El PQM reconocerá un paquete como un comando de difusión si la DIRECCIÓN ESCLAVO es transmitido como 0

FORMATO DE MENSAJE Y EJEMPLO:

Enviar comando de difusión a PQM para almacenar 1: 27: 10.015 pm, 29 de octubre de 199

Tabla 7-9: Formato de paquete para el comando de transmisión Código de función 16

MAESTRO TRANSMISIÓN	BYTES	EJEMPLO	DESCRIPCIÓN
DIRECCIÓN ESCLAVO	1	00	comando de difusión (dirección = 0)
CÓDIGO DE FUNCIÓN	1	10	almacenar múltiples puntos de ajuste
INICIO DE DATOS HABLAA	2	00 F0	comenzar en la dirección 00F0
NÚMERO DE PUNTOS DE AJUSTE	2	00 04	4 puntos de ajuste = 8 bytes en total
CONTEO DE BYTE	1	08	8 bytes de datos
DATOS 1	2	0D 1B	horas (formato de 24 horas), minutos
DATOS 2	2	27 1F	milisegundos
DATOS 3	2	0A 1D	mes día
DATOS 4	2	07 CD	año (cuatro dígitos, es decir, 1997)
CRC	2	9D 8D	Código de error CRC
RESPUESTA DE ESCLAVO	BYTES	EJEMPLO	DESCRIPCIÓN
El esclavo no responde al maestro.			



GE Consumer & Industrial
Multilin



PQM Power Quality Meter

Chapter 8: DNP Communications

Protocolo DNP 3.0

Documento de perfil de dispositivo

El puerto de comunicaciones configurado como un puerto esclavo DNP debe admitir el conjunto completo de características enumeradas en la Implementación de Nivel 2 DNP V3.00 (DNP-L2) descrita en el Capítulo 2 de las definiciones de subconjunto.

DNP 3.0 DEVICE PROFILE DOCUMENT	
Vendor Name: General Electric Power Management Inc.	
Device Name: PQM Power Quality Meter	
Highest DNP Level Supported: For Requests: Level 2 For Responses: Level 2	Device Function: <input type="checkbox"/> Master <input checked="" type="checkbox"/> Slave
Notable objects, functions, and/or qualifiers supported in addition to the Highest DNP Levels Supported (the complete list is described in the attached table): none	
Maximum Data Link Frame Size (octets): Transmitted: 249 Received: 292	Maximum Application Fragment Size (octets): Transmitted: 2048 Received: 2048
Maximum Data Link Re-tries: <input checked="" type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Fixed <input type="checkbox"/> Configurable	Maximum Application Layer Re-tries: <input checked="" type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Configurable
Requires Data Link Layer Confirmation: <input checked="" type="checkbox"/> Never <input type="checkbox"/> Always <input type="checkbox"/> Sometimes <input type="checkbox"/> Configurable	
Requires Application Layer Confirmation: <input type="checkbox"/> Never <input type="checkbox"/> Always <input checked="" type="checkbox"/> When reporting Event Data <input type="checkbox"/> When sending multi-fragment responses <input type="checkbox"/> Sometimes <input type="checkbox"/> Configurable	
Timeouts while waiting for:	
Data Link Confirm	<input checked="" type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Fixed <input type="checkbox"/> Variable <input type="checkbox"/> Configurable
Complete Appl. Fragment	<input checked="" type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Fixed <input type="checkbox"/> Variable <input type="checkbox"/> Configurable
Application Confirm	<input type="checkbox"/> None <input checked="" type="checkbox"/> Fixed <input type="checkbox"/> Variable <input type="checkbox"/> Configurable (fixed value is 5000 milliseconds)
Complete Appl. Response	<input checked="" type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Fixed <input type="checkbox"/> Variable <input type="checkbox"/> Configurable
Others: (None)	

**DNP 3.0
DEVICE PROFILE DOCUMENT (Continued)**

Executes Control Operations:

WRITE Binary Outputs	<input checked="" type="checkbox"/> Never	<input type="checkbox"/> Always	<input type="checkbox"/> Sometimes	<input type="checkbox"/> Configurable
SELECT/OPERATE	<input checked="" type="checkbox"/> Never	<input type="checkbox"/> Always	<input type="checkbox"/> Sometimes	<input type="checkbox"/> Configurable
DIRECT OPERATE	<input type="checkbox"/> Never	<input checked="" type="checkbox"/> Always	<input type="checkbox"/> Sometimes	<input type="checkbox"/> Configurable
DIRECT OPERATE - NO ACK	<input type="checkbox"/> Never	<input checked="" type="checkbox"/> Always	<input type="checkbox"/> Sometimes	<input type="checkbox"/> Configurable
Count > 1	<input checked="" type="checkbox"/> Never	<input type="checkbox"/> Always	<input type="checkbox"/> Sometimes	<input type="checkbox"/> Configurable
Pulse On	<input type="checkbox"/> Never	<input type="checkbox"/> Always	<input checked="" type="checkbox"/> Sometimes	<input type="checkbox"/> Configurable
Pulse Off	<input checked="" type="checkbox"/> Never	<input type="checkbox"/> Always	<input type="checkbox"/> Sometimes	<input type="checkbox"/> Configurable
Latch On	<input checked="" type="checkbox"/> Never	<input type="checkbox"/> Always	<input type="checkbox"/> Sometimes	<input type="checkbox"/> Configurable
Latch Off	<input checked="" type="checkbox"/> Never	<input type="checkbox"/> Always	<input type="checkbox"/> Sometimes	<input type="checkbox"/> Configurable
	<ul style="list-style-type: none"> • No action is taken if Count is zero • Queue, Clear, Trip, Close, On-Time, and Off-Time fields are ignored 			
Queue	<input checked="" type="checkbox"/> Never	<input type="checkbox"/> Always	<input type="checkbox"/> Sometimes	<input type="checkbox"/> Configurable
Clear Queue	<input checked="" type="checkbox"/> Never	<input type="checkbox"/> Always	<input type="checkbox"/> Sometimes	<input type="checkbox"/> Configurable

Reports Binary Input Change Events when no specific variations requested:

Never
 Only time-tagged
 Only non-time-tagged
 Configurable to send both, one or the other

Reports time-tagged Binary Input Change Events when no specific variation requested:

Never
 Binary Input Change With Time
 Binary Input Change With Relative Time
 Configurable

Sends Unsolicited Responses:

Never
 Configurable
 Only certain objects
 Sometimes
 ENABLE/DISABLE UNSOLICITED
 Function codes supported

Sends Static Data in Unsolicited Responses:

Never
 When Device Restarts
 When Status Flags Change

Default Counter Object/Variation:

No Counters Reported
 Configurable
 Default Object / Default Variation
 Point-by-point list attached

Counters Roll Over at:

No Counters Reported
 Configurable
 16 Bits
 32 Bits
 Other Value
 Point-by-point list attached

Sends Multi-Fragment Responses: Yes No

Tabla de implementación de DNP						
objeto			solicitud		respuesta	
obj	var	descripcion	Códigos fctuales	Código QUAL(hex)	Códigos fctuales	Código QUAL(hex)
1	0	Entrada binaria: todas las variaciones	1	6		
1	1	Entrada binaria	1	00,01,06	129	0,01
1	2	Entrada binaria con estado (Nota 6)	1	00,01,06	129	0,01
2	0	Cambio de entrada binaria: todas las variaciones	1	06,07,08		
2	1	Cambio de entrada binaria sin tiempo	1	06,07,08	129	17,28
2	2	Cambio de entrada binaria con tiempo	1	06,07,08	129	17,28
10	0	Salida binaria: todas las variaciones	1	6		
10	2	Estado de salida binaria	1	00,01,06	129	0,01
12	1	Bloque de salida de relé de control	3,4,5,6	17,28	129	17,28
20	0	Contador binario: todas las variaciones	1,7,8,9,10	06,07,08	129	0,01
20	5	Contador binario de 32 bits sin bandera	1,7,8,9,10	06,07,08	129	0,01
20	6	Contador binario de 16 bits sin bandera	1,7,8,9,10	06,07,08	129	0,01
30	0	Entrada analógica: todas las variaciones	1	6		
30	1	Entrada analógica de 32 bits con bandera	1	00,01,06	129	0,01
30	2	Entrada analógica de 16 bits con bandera	1	00,01,06	129	0,01
30	3	Entrada analógica de 32 bits sin bandera	1	00,01,06	129	0,01
30	4	Entrada analógica de 16 bits sin bandera	1	00,01,06	129	0,01
32	0	Cambio de entrada analógica: todas las variaciones	1	06,07,08		
32	1	Cambio de entrada analógica de 32 bits sin tiempo	1	06,07,08	129	17,28
32	2	Cambio de entrada analógica de 16 bits sin tiempo	1	06,07,08	129	17,28
32	3	Cambio de entrada analógica de 32 bits con el tiempo	1	06,07,08	129	17,28
32	4	Cambio de entrada analógica de 16 bits con el tiempo	1	06,07,08	129	17,28

50	1	Hora y fecha	1,2	07(nota1)	129
60	1	Datos de clase 0	1	6	129
60	2	Datos de clase 1 (Nota 3)	1	06,07,08	129
60	3	Datos de clase 2 (Nota 3)	1	06,07,08	129
60	4	Datos de clase 3 (Nota 3)	1	06,07,08	129
80	1	Indicaciones internas	2	00(nota4)	129
		Ningún objeto: arranque en frío	13		
		Ningún objeto - Inicio cálido (Nota 5)	14		
		Sin objeto: habilitar	20		
		no solicitado (solo analizado)	21		
		Sin objeto: deshabilitar	23		
		no solicitado (solo analizado)			
		Ningún objeto: retraso			
		Medición			

La siguiente tabla enumera todos los objetos reconocidos y devueltos por el PQM. La información adicional proporcionada en las siguientes páginas incluye listas de las variaciones predeterminadas y números de puntos definidos devueltos para cada objeto. 1, 2, 3, 4, 5, 6: vea las NOTAS DE LA TABLA DE IMPLEMENTACIÓN en la página siguiente.

Notas de la tabla de implementación:

1. Para este objeto, la cantidad especificada en la solicitud debe ser exactamente 1, ya que solo hay una instancia de este objeto definida en el relé.
2. Todos los datos de entrada estáticos conocidos por el relé se devuelven en respuesta a una solicitud de Clase 0. Esto incluye todos los objetos de tipo 1 (entrada binaria) y tipo 30 (entrada analógica).
3. Las tablas de puntos para los objetos de entrada binaria y entrada analógica contienen un campo que define a qué clase de evento se han asignado los datos estáticos correspondientes.
4. Para este objeto, el código calificador debe especificar un índice de 7 solamente.
5. El reinicio en caliente (código de función 14) es compatible aunque no es requerido por la especificación de nivel 2 de DNP.
6. Objeto 1 La variación 1 siempre indica EN LÍNEA para todos los puntos.

Variaciones predeterminadas

La siguiente tabla especifica la variación predeterminada para todos los objetos devueltos por el relé.

Estas son las variaciones que se devolverán para el objeto en una respuesta cuando no se especifica una variación específica en una solicitud.

variaciones predeterminadas		
objeto	descripcion	Variación predeterminada
1	Entrada binaria: bit único	1
2	Cambio de entrada binaria con el tiempo	2
10	Estado de salida binaria	2
12	Bloque de salida de relé de control	1

20	Contador binario de 16 bits sin bandera	5
30	Entrada analógica de 16 bits sin bandera	2
32	Cambio de entrada analógica de 16 bits sin tiempo	2

Bits de indicación interna

Se admiten los siguientes bits de indicación interna:

POSICIÓN DE CARÁCTER	POSICIÓN DE BIT	DESCRIPCIÓN
0	7	Reinicio del dispositivo: se establece cuando se enciende PQM, se borra escribiendo cero en el objeto 80
0	4	Necesita establecer el tiempo cada vez que el PQM tiene una alarma de "RELOJ NO CONFIGURADO", que se borra configurando el reloj
0	1	Clase 1: indica que los eventos de clase 1 son disponible
0	2	Clase 2: indica que los eventos de clase 2 están disponibles.
0	3	Clase 3: indica que los eventos de clase 2 están disponibles.
1	3	Desbordamiento de búfer: generalmente indica que el host no ha recogido los datos del evento con suficiente frecuencia

Entrada binaria / Entrada binaria

Cambiar lista de puntos

Tabla 8-2: Lista de puntos para entrada binaria (Objeto 01) / Cambio de entrada binaria (Objeto 02)

indice	descripcion	EVENTO CLASE ASIGNADA A	notas
0	Condiciones de alarma activas	clase 1	
1	Reloj no configurado	clase 1	nota 2
2	Clase de deriva del reloj	clase 1	
3	Error interno: referencia ADC fuera de rango	clase 1	
4	Error interno: el procesador HC705 no responde	clase 1	
5	Error interno: falla del circuito de entrada del interruptor	clase 1	
6*	Opción PQM (pantalla) instalada	clase 1	
7*	Opción T20 (transductor de 4-20 mA) instalada	clase 1	
8*	Opción T1 (transductor de 0-1 mA) instalada	clase 1	
9*	Opción C (control) instalada	clase 1	
10*	Una opción (análisis de potencia) instalada	clase 1	
11	Interruptor A cerrado	clase 1	
12	Interruptor B cerrado	clase 1	

13	Interruptor C cerrado	clase 1	
14	Interruptor D cerrado	clase 1	
15	Relé de alarma energizado	clase 1	
16	Relé auxiliar 1 energizado	clase 1	
17	Relé auxiliar 2 energizado	clase 1	
18	Relé auxiliar 3 energizado	clase 1	
19	Aux 1 relé LED activo	clase 1	
20	Aux 2 relé LED activo	clase 1	
21	Aux 3 relé LED activo	clase 1	
22	LED de alarma activo	clase 1	
23	LED programa activo	clase 1	
24	LED de simulación activo	clase 1	
25	LED de relé de alarma activo	clase 1	
26	LED de autocomprobación activo	clase 1	
27	Reservado		
28	Reservado		
29	Reservado		
30	Reservado		
31	Reservado		
32	Reservado		
33	Reservado		
34	Reservado		
35	Alarma activa: subcorriente de fase	clase 1	
36	Alarma activa: sobrecorriente de fase	clase 1	
37	Alarma activa: sobrecorriente neutral	clase 1	
38	Alarma activa: subtensión	clase 1	
39	Alarma activa: sobretensión	clase 1	
40	Alarma activa: desequilibrio actual	clase 1	
41	Alarma activa: desequilibrio de voltaje	clase 1	
42	Alarma activa: inversión de fase de voltaje	clase 1	
43	Alarma activa: factor de potencia de alarma de plomo 1	clase 1	
44	Alarma activa: factor de potencia de alarma de plomo 2	clase 1	
45	Alarma activa: alarma de retraso del factor de potencia 1	clase 1	
46	Alarma activa: alarma de retraso del factor de potencia 2	clase 1	
47	Alarma activa: potencia real positiva	clase 1	
48	Alarma activa: potencia real negativa	clase 1	
49	Alarma activa: potencia reactiva positiva	clase 1	
50	Alarma activa: potencia reactiva negativa	clase 1	
51	Alarma activa: baja frecuencia	clase 1	
52	Alarma activa: sobrefrecuencia	clase 1	
53	Alarma activa: demanda real de energía	clase 1	
54	Alarma activa: demanda de potencia reactiva	clase 1	
55	Alarma activa: demanda aparente de energía	clase 1	
56	Alarma activa: demanda de corriente de fase A	clase 1	

57	Alarma activa: demanda de corriente de fase B	clase 1	
58	Alarma activa: demanda de corriente de fase C	clase 1	
59	Alarma activa: demanda neutral	clase 1	
60	Alarma activa: interruptor A	clase 1	
61	Alarma activa: interruptor B	clase 1	
62	Alarma activa: interruptor C	clase 1	
63	Alarma activa: interruptor D	clase 1	
64	Alarma activa: falla interna	clase 1	
65	Alarma activa: falla COM1 en serie	clase 1	
66	Alarma activa: falla de COM2 en serie	clase 1	
67	Alarma activa: reloj no configurado	clase 1	
68	Alarma activa: parámetros no establecidos	clase 1	
69	Alarma activa: entrada de pulso 1	clase 1	
70	Alarma activa: THD actual	clase 1	
71	Alarma activa: voltaje THD	clase 1	
72	Alarma activa: entrada analógica principal	clase 1	
73	Alarma activa: entrada analógica alt	clase 1	
74	Alarma activa: registro de datos 1	clase 1	
75	Alarma activa: registro de datos 2	clase 1	
76	Alarma activa: demanda real negativa	clase 1	
77	Alarma activa: demanda reactiva negativa	clase 1	
78	Alarma activa: entrada de pulso 2	clase 1	
79	Alarma activa: entrada de pulso 3	clase 1	
80	Alarma activa: entrada de pulso 4	clase 1	
81	Alarma activa: total de entrada de pulso	clase 1	
82	Alarma activa: hora	clase 1	

* El cambio de entrada binaria no se aplica.

Este punto también se refleja en el bit de indicación interna (IIN) correspondiente en cada encabezado de respuesta.

Salida binaria / Lista de puntos de salida de relé de control

Tabla 8-3: Lista de puntos para salida binaria (Objeto 10) Bloque de salida de relé de control (Objeto 12)

indice	descripcion
0*	Reiniciar
1	Relé de alarma activado
2	Relé de alarma apagado
3	Relé auxiliar 1 encendido
4	Relé auxiliar 1 apagado
5	Relé auxiliar 2 encendido
6	Relé auxiliar 2 apagado
7	Relé auxiliar 3 encendido
8	Relé auxiliar 3 apagado
9*	Muestra un mensaje flash de 40 caracteres durante 5 segundos (Pantalla el mensaje debe configurarse con Modbus)
10*	Valores de energía claros

11*	Claro max. valores de demanda
12*	Borrar valores de corriente mín. / Máx.
13*	Borrar valores de tensión mín. / Máx.
14*	Borrar valores de potencia mín. / Máx.
15*	Claro max. Valores de THD
16*	Borrar el pulso de entrada del interruptor
17*	Borrar registro de eventos
18*	Simular pulsación de tecla "PUNTO DE CONSIGNA"
19*	Simular pulsación de tecla "ACTUAL"
20*	Simular pulsación de tecla "RESET"
21*	Simular pulsación de tecla "ALMACENAR"
22*	Simular pulsación de tecla "MENSAJE HACIA ARRIBA"
23*	Simular pulsación de tecla "MENSAJE ABAJO"
24*	Simular pulsación de tecla "MENSAJE IZQUIERDO"
25*	Simular pulsación de tecla "MENSAJE A LA DERECHA"
26*	Simular la pulsación de teclas "VALUE UP"
27*	Simular pulsación de tecla "VALOR ABAJO"

* Estos puntos no son compatibles con la salida binaria

Se deben observar las siguientes restricciones cuando se usa el objeto 12 para controlar los puntos enumerados en la siguiente tabla.

1. El campo Conteo se marca primero. Si es cero, se aceptará el comando pero no se tomará ninguna medida. Si este campo no es cero, el comando se ejecutará exactamente una vez, independientemente de su valor.
2. Luego se inspecciona el campo Código de control del objeto 12:
 - Un código NUL hará que el comando sea aceptado sin que se tome ninguna acción.
 - Un código de "Pulse On" (1) es válido para todos los puntos. Esto se usa para activar la función (por ejemplo, Restablecer) asociada con el punto.
 - Todos los demás códigos son inválidos y serán rechazados.
 - Los subcampos Cola, Borrar y Viaje / Cerrar se ignoran.
3. Los campos Hora de encendido y Hora de apagado se ignoran. Un código "Pulse On" entra en vigencia inmediatamente cuando se recibe. Por lo tanto, el momento es irrelevante.
4. El campo Estado en la respuesta reflejará el éxito o el fracaso del intento de control, por lo tanto:
 - Se devolverá un estado de "Solicitud aceptada" (0) si el comando fue aceptado.
 - Se devolverá un estado de "Solicitud no aceptada debido a errores de formato" (3) si el campo Código de control se formateó incorrectamente o si un código no válido estaba presente en el comando.
 - Se devolverá un estado de "Operación de control no admitida para este punto" (4) en respuesta a un comando "Latch On" o "Latch Off"
5. Un funcionamiento de los puntos de reinicio, activación / desactivación del relé de alarma o activación / desactivación del relé auxiliar 1-3 puede fallar (incluso si se acepta el comando) debido a otras entradas o condiciones (por ejemplo, condiciones de alarma) existentes en ese momento. Para verificar el éxito o el fracaso de una operación de estos puntos, es necesario examinar las entradas binarias asociadas después de realizar el intento de control.
6. Cuando se usa el objeto 10 para leer el estado de una salida binaria, una lectura siempre devolverá cero.

Lista de puntos para cambio de entrada / salida analógica

En la siguiente tabla, la entrada en la columna "Formato" indica que el formato del punto de datos asociado se puede determinar buscando la entrada en la Tabla 7-11: Formatos de datos del mapa de memoria en la página 7-72. Por ejemplo, un formato "F1" se describe en esa tabla como un valor sin signo (16 bits) sin decimales. Por lo tanto, el valor leído debe interpretarse de esta manera

Tabla 8-4: Lista de puntos para el cambio de entrada / salida analógica (Hoja 1 de 9)

PUNTO	MOBUS REG	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	DEADBAND	CÓDIGO DE FORMATO
0	450	Entrada de pulso 1			F3

1	452	Entrada de pulso 2			F3
2	454	Entrada de pulso 3			F3
3	456	Entrada de pulso 4			F3
4	460	Entrada de pulso totalizada			F3
5	03D0	Energía real positiva trifásica utilizada	kWh		F3
6	03D2	Energía real negativa trifásica utilizada	kWh		F3
7	03D4	Energía de reacción positiva trifásica utilizada	kvarh		F3
8	03D6	Energía de reacción negativa trifásica utilizada	kvarh		F3
9	03D8	Energía aparente trifásica utilizada	kVAh		F3
10	03DA	Energía trifásica utilizada en las últimas 24 h	kWh		F3
11	03DC	Costo de energía trifásico desde centavos de reinicio	CENTAVOS		F3
12	03DE	3 fases de costo de energía por día centavos	CENTAVOS		F3

Solo los puntos de contador 0 a 4 pueden borrarse utilizando los códigos de función 9 y 10, y esto perturba los totales presentados en la pantalla y a través de las comunicaciones Modbus. En general, los puntos de salida binarios que borran datos deben usarse si es necesario borrar alguno de estos contadores.



PQM Power Quality Meter

Chapter 9: Commissioning

Capítulo 9: Puesta en servicio

Tabla 9-1: Puntos de ajuste de PQM (Hoja 1 de 12)

CONFIGURACIÓN S1 PQM	
PREFERENCIAS	
TIEMPO DE MENSAJE PREDETERMINADO min.	min.
BRILLO DE MENSAJE PREDETERMINADO(aplicable a unidades más antiguas con VFD solamente)	%
PANTALLA FILTRO CONSTANTE	
ACCESO AL PUNTO DE CONSIGNA	
ACCESO AL PUNTO DE CONSIGNA	
INGRESE EL CÓDIGO DE ACCESO AL PUNTO DE CONSIGNA	
ACCESO AL PUNTO DE CONFIGURACIÓN ACTIVADO	min.
CAMBIAR CÓDIGO DE ACCESO	
INGRESE NUEVO CÓDIGO DE ACCESO	

VUELVA A INGRESAR EL NUEVO CÓDIGO DE ACCESO	
CÓDIGO DE ACCESO ENCRYPTADO	
PUERTO COM 1 RS485	
DIRECCIÓN COMUN MODBUS	
COM 1 TASA DE BAUDIOS	baudios
COM 1 PARIDAD	
PUERTO COM 2 RS485	
COM 2 TASA DE BAUDIOS	baudios
COM 2 PARITY	
PUERTO DEL PANEL FRONTAL RS232	
TASA DE BAUDIO RS232	baudios
RS232 PARITY	
CONFIGURACIÓN DNP 3.0	
PUERTO DNP	
DIRECCIÓN ESCLAVO DNP	
DNP TIEMPO DE ENTREGA	ms
RELOJ	
CONFIGURAR HORA hh: mm: ss	
CONFIGURAR HORA mm: dd: aaaa	
PARÁMETROS DE CÁLCULO	
EXTRACTO FUNDAMENTAL	
TIPO DE DEMANDA ACTUAL	
INTERVALO DE DEMANDA ACTUAL	min.
TIPO DE DEMANDA DE POTENCIA	
S1 PQM SETUP continúa	
INTERVALO DE TIEMPO DE DEMANDA DE POTENCIA	min.
COSTE DE ENERGÍA POR kWh	centavos
PERÍODO TARIFARIO 1 HORA DE INICIO	min.
PERÍODO DE TARIFA 1 COSTE POR kWh	centavos
PERÍODO TARIFARIO 2 HORA DE INICIO	min.
PERÍODO TARIFARIO 2 COSTE POR kWh	centavos
PERÍODO TARIFARIO 3 HORA DE INICIO	min.
PERÍODO TARIFARIO 3 COSTE POR kWh	centavos
GRABADOR DE EVENTOS	
FUNCIONAMIENTO DEL GRABADOR DE EVENTOS	
TRAZAR MEMORIA	
USO DE MEMORIA DE RASTREO	ciclos
MODO DE ACTIVADOR DE MEMORIA DE TRAZO	
Ia NIVEL DE DISPARO SOBRECURRENTE	% CT
Ib NIVEL DE DISPARO SOBRECURRENTE	% CT
Ic NIVEL DE DISPARO SOBRECURRENTE	% CT

En NIVEL DE DISPARO SOBRECURRENTE	% CT
Va NIVEL DE DISPARO DE SOBRETENSIÓN	% nominal
Vb NIVEL DE DISPARO DE SOBRETENSIÓN	% nominal
Vc SOBRETENSIÓN NIVEL DE DISPARO	% nominal
Va NIVEL DE DISPARO BAJO VOLTAJE	% nominal
Vb NIVEL DE DISPARO BAJO VOLTAJE	% nominal
Vc NIVEL DE DISPARO BAJO VOLTAJE	% nominal
INTERRUPTOR ENTRAR UN DISPARO	
INTERRUPTOR DE ENTRADA B TRIG	
INTERRUPTOR DE ENTRADA C TRIG	
INTERRUPTOR DE ENTRADA D TRIG	
RASTREO DE MEMORIA DEL DISPARADOR	ciclos
RASTREO DE MEMORIA ACTIVADOR RELÉ	
MENSAJE PROGRAMABLE	
NOMBRE DE MENSAJE PROGRAMABLE	
CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA S2	
CONFIGURACIÓN ACTUAL / VOLTIOS	
CABLEADO DE FASE CT	
FASE CT PRIMARIO	A
SENSACIÓN DE CORRIENTE NEUTRA	
TC NEUTRO PRIMARIO	A
CABLEADO VT	
VT RATIO	
VT NOMINAL SEC VOLTAGE	V
VOLTAJE DE ENTRADA DIRECTA NOMINAL	V
FRECUENCIA DEL SISTEMA NOMINAL	Hz
SALIDA ANALÓGICA 1	
RANGO DE SALIDA ANALÓGICA	mA
SALIDA ANALÓGICA 1 PRINCIPAL	
VALOR PRINCIPAL 4 mA	
VALOR PRINCIPAL 20 mA	
SALIDA ANALÓGICA 1 ALT	
ALT 4 mA VALOR:	
ALT 20 mA VALOR	
SALIDA ANALÓGICA 2	
SALIDA ANALÓGICA 2 PRINCIPAL	
VALOR PRINCIPAL 4 mA	
VALOR PRINCIPAL 20 mA	
SALIDA ANALÓGICA 2 ALT	
ALT 4 mA VALOR	
ALT 20 mA VALOR	
SALIDA ANALÓGICA 3	
SALIDA ANALÓGICA 3 PRINCIPAL	
VALOR PRINCIPAL 4 mA	

VALOR PRINCIPAL 20 mA	
SALIDA ANALÓGICA 3 ALT	
ALT 4 mA VALOR	
ALT 20 mA VALOR	
CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA continuación	
SALIDA ANALÓGICA 4	
SALIDA ANALÓGICA 4 PRINCIPAL	
VALOR PRINCIPAL 4 mA	
VALOR PRINCIPAL 20 mA	
SALIDA ANALÓGICA 4 ALT	
ALT 4 mA VALOR	
ALT 20 mA VALOR	
ENTRADA ANALOGICA	
ANALÓGICO EN PRINCIPAL / ALT SELECCIONAR RELÉ	
ANALÓGICO EN NOMBRE PRINCIPAL	
ANALÓGICO EN LAS UNIDADES PRINCIPALES	
VALOR PRINCIPAL 4 mA	
VALOR PRINCIPAL 20 mA	
ANALÓGICO EN RELE PRINCIPAL	
ANALÓGICO EN NIVEL PRINCIPAL	
ANALÓGICO EN RETRASO PRINCIPAL	segundos
ANALÓGICO EN ALT NOMBRE	
ANALÓGICO EN ALT UNIDADES	
ALT 4 mA VALOR	
ALT 20 mA VALOR	
ANALÓGICO EN ALT RELAY	
ANALÓGICO EN ALT NIVEL	
ANALÓGICO EN ALT RETARDO	
INTERRUPTOR DE ENTRADA A	segundos
CAMBIAR UN NOMBRE	
CAMBIAR UNA FUNCIÓN	
CAMBIAR UNA ACTIVACIÓN	
CAMBIAR UN RETARDO DE HORA	segundos
INTERRUPTOR DE ENTRADA B	
NOMBRE DE INTERRUPTOR B	
INTERRUPTOR B FUNCIÓN	
INTERRUPTOR B ACTIVACIÓN	
INTERRUPTOR B RETARDO	segundos
CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA S2 continuación	
ENTRADA DE INTERRUPTOR C	
INTERRUPTOR DE NOMBRE C	
INTERRUPTOR C FUNCIÓN	

INTERRUPTOR C ACTIVACIÓN	
INTERRUPTOR C RETARDO	segundos
ENTRADA DE INTERRUPTOR D	
INTERRUPTOR D NOMBRE	
INTERRUPTOR D FUNCIÓN	
INTERRUPTOR D ACTIVACIÓN	
INTERRUPTOR D RETARDO	segundos
SALIDA DE PULSO	
POS kWh RELÉ DE SALIDA DE PULSO	
POS kWh INTERVALO DE SALIDA DE PULSOS	kWh
RELÉ DE SALIDA DE PULSO NEG kWh	
INTERVALO DE SALIDA DE PULSO NEG kWh	kWh
POS Kvarh RELÉ DE SALIDA DE PULSOS	
POS Kvarh INTERVALO DE SALIDA DE PULSO	Kvarh
RELÉ DE SALIDA DE PULSO NEG kvarh	
NEG kvarh INTERVALO DE SALIDA DE PULSOS	Kvarh
RELÉ DE SALIDA DE PULSO DE kVAh	
kVAh INTERVALO DE SALIDA DE PULSO	Kvarh
ANCHO DE PULSO	
ENTRADA DE PULSO	
UNIDADES DE ENTRADA DE PULSOS	
PULSO ENTRADA 1 VALOR	
PULSE INPUT 2 VALUE	
PULSE INPUT 3 VALUE	
PULSO ENTRADA 4 VALOR	
ADICION DE ENTRADA DE PULSO	
RELÉS DE SALIDA S3	
RELÉ DE ALARMA	
OPERACIÓN DE ALARMA	
ACTIVACIÓN DE ALARMA	
RELÉ AUXILIAR 1	
OPERACIÓN AUX1	
ACTIVACIÓN AUX1	
RELÉ AUXILIAR 2	
OPERACIÓN AUX2	
ACTIVACIÓN AUX2	
RELÉ AUXILIAR 3	
OPERACIÓN AUX3	
ACTIVACIÓN AUX3	
S4 ALARMAS / CONTROL	
VOLTAJE /CORRIENTE	
DETECTAR ALARMAS I / V UTILIZANDO POR CIENTO	
FASE RELÉ SUBTERRANEO	
FASE NIVEL SUBTERRANEO	A

FASE RETRASO SUBTERRANEO	segundo.
DETECTAR UNDERCURRENT CUANDO 0 A	
FASE RELÉ DE SOBRECORRIENTE	
FASE NIVEL DE SOBRECORRIENTE	A
FASE RETRASO DE SOBRECURRENTE	segundo.
FASE ACTIVACIÓN SOBRECURRENTE	
RELÉ NEURTRICO DE SOBRECORRIENTE	
NIVEL DE SOBRECORRIENTE NEUTRO	A
RETRASO NEURTRICO DE SOBRECURRENCIA	segundo.
RELÉ DE SUBTENSIÓN	
NIVEL DE SUBTENSION	V
RETARDO DE SUBTENSIÓN s	segundo.
FASES REQUERIDAS PARA OPERACIÓN U / V	
DETECTAR BAJO VOLTAJE POR DEBAJO DE 20 V	
RELÉ DE SOBRETENSIÓN	
NIVEL DE SOBRETENSIÓN	V
RETARDO DE SOBRETENSIÓN	segundo.
FASES REQUERIDAS PARA OPERACIÓN O / V	
RELÉ DE DESEQUILIBRIO ACTUAL	
NIVEL ACTUAL DE DESEQUILIBRIO	%
RETARDO DE DESEQUILIBRIO ACTUAL	segundo.
RELÉ DE DESEQUILIBRIO DE VOLTAJE	
NIVEL DE DESEQUILIBRIO DE VOLTAJE	%
VOLTAJE RETARDO DESEQUILIBRIO	segundo.
RELÉ DE REVERSA DE LA FASE DE VOLTIOS	
RETARDO DE REVERSA DE FASE DE VOLTIOS	segundo.
S4 ALARMAS / CONTROL continuación	
DISTORSIÓN ARMÓNICA TOTAL	
RELÉ PROMEDIO CORRIENTE ACTUAL	
NIVEL DE THD CORRIENTE MEDIO	%
MEDIO RETRASO ACTUAL	segundo.
VOLTAJE MEDIO RELÉ THD	
VOLTAJE MEDIO NIVEL THD	%
TENSIÓN MEDIA RETARDO THD	segundo.
FRECUENCIA	
RELÉ DE BAJA FRECUENCIA	
NIVEL DE FRECUENCIA	Hz
RETRASO DE FRECUENCIA	segundo.
RELÉ DE SOBREFRECUENCIA	
NIVEL DE SOBREFRECUENCIA	Hz
RETARDO DE SOBREFRECUENCIA	segundo.
POTENCIA	
ALARMAS DE POTENCIA UNIDADES BASE DE NIVEL	
RELÉ POSITIVO DE ENERGÍA REAL	

NIVEL POSITIVO DE POTENCIA REAL	kW
RETRASO POSITIVO DE POTENCIA REAL	segundo.
RELÉ NEGATIVO DE ENERGÍA REAL	
NIVEL NEGATIVO DE POTENCIA REAL	kW
RETRASO NEGATIVO DEL PODER REAL	segundo.
RELÉ DE ENERGÍA DE REACCIÓN POSITIVA	
NIVEL DE POTENCIA DE REACCIÓN POSITIVA	kvar
RETRASO POSITIVO RETARDO DE POTENCIA	segundo.
RELÉ DE ENERGÍA DE REACCIÓN NEGATIVA	
NIVEL DE POTENCIA REACTIVO NEGATIVO	kvar
RETARDO NEGATIVO DE POTENCIA	segundo.
S4 ALARMAS / CONTROL continuación	
FACTOR DE POTENCIA	
RELÉ DEL FACTOR DE POTENCIA 1	
FACTOR DE POTENCIA PLOMO 1 RECOGIDA	
FACTOR DE POTENCIA PLOMO 1 DESCARGA	
FACTOR DE POTENCIA RETRASO 1	segundo.
RELÉ DEL FACTOR DE POTENCIA LAG 1	
RECOGIDA DEL FACTOR DE POTENCIA 1 RECOGIDA	
FACTOR DE POTENCIA LAG 1 DROPOUT	
FACTOR DE POTENCIA RETRASO 1 RETRASO	segundo.
RELÉ DEL FACTOR DE POTENCIA 2	
RECOGIDA DE FACTOR DE POTENCIA 2	
FACTOR DE POTENCIA PLOMO 2 DESCARGA	
FACTOR DE POTENCIA RETRASO 2	segundo.
RELÉ DEL FACTOR DE POTENCIA LAG 2	
RECOGIDA DEL FACTOR DE POTENCIA LAG 2	
FACTOR DE POTENCIA LAG 2 SALIDA	
FACTOR DE POTENCIA RETRASO 2 RETRASO seg.	segundo.
DEMANDA	
FASE UN RELÉ DMD ACTUAL	
FASE UN NIVEL ACTUAL DE DMD	Amp
FASE B RELÉ ACTUAL DMD	
FASE B ACTUAL NIVEL DMD	Amp
FASE C RELÉ DMD ACTUAL	
FASE C ACTUAL NIVEL DMD	Amp
RELÉ DMD DE CORRIENTE NEUTRA	
NIVEL DE DMD CORRIENTE NEUTRA	Amp
3Φ POS RELÉ DMD DE POTENCIA REAL	
3Φ POS NIVEL DMD DE POTENCIA REAL	kWh
3Φ POS REACT POWER RELÉ DMD	
3Φ POS REACT POWER DMD LEVEL	kvar
3Φ RELÉ DMD DE POTENCIA REAL NEG	
3Φ NEG REAL POWER DMD LEVEL	

3Φ RELE DE DMD DE REACCIÓN DE POTENCIA NEG	
3Φ NEG REACT POWER DMD LEVEL	kW
3Φ RELÉ DE DMD DE ENERGÍA APARENTE	
3Φ NIVEL DE DMD DE POTENCIA APARENTE	kvar
S4 ALARMAS / CONTROL continuación	
ENTRADA DE PULSO	
PULSO ENTRADA 1 RELÉ	
PULSE INPUT 1 LEVEL	
PULSO ENTRADA 1 RETARDO	
PULSE INPUT 2 RELAY	
PULSE INPUT 2 LEVEL	
PULSE INPUT 2 RETARDO	
PULSE INPUT 3 RELAY	unidades
PULSE INPUT 3 LEVEL	segundo.
PULSO ENTRADA 3 RETARDO	
PULSO ENTRADA 4 RELÉ	unidades
ENTRADA DE PULSOS 4 NIVELES	segundo.
PULSE INPUT 4 RETARDO	
RELÉ DE PULSOS TOTALIZADOS	Unidades L
NIVEL DE PULSOS TOTALIZADOS	segundo.
RETRASO DE PULSOS TOTALIZADOS	
TIEMPO	
RELÉ DE TIEMPO	
HORA DE RECOGIDA	
TIEMPO DE DESCARGA	
DIVERSO	
RETARDO DE ALARMA DE FALLA COM1 SERIAL	segundo.
RETARDO DE ALARMA DE FALLA COM2 SERIAL	segundo.
RELOJ NO ESTABLECE ALARMA	
REGISTRO DE DATOS 1 MEMORIA NIVEL COMPLETO	segundo.
REGISTRO DE DATOS 2 MEMORIA NIVEL COMPLETO	segundo.
PRUEBA S5	
RELÉS DE PRUEBA Y LEDS	
PRUEBA DE OPERACION	
SIMULACIÓN DE CORRIENTE / TENSIÓN	
SIMULACIÓN	
SIMULACIÓN HABILITADA PARA	Min.
FASE A CORRIENTE	Amp
FASE B CORRIENTE	Amp
FASE C CORRIENTE	Amp
CORRIENTE NEUTRA	Amp
Vax VOLTAGE	V
VOLTAJE Vbx	V
VOLTAJE Vcx	V

ÁNGULO DE FASE	°
SIMULACIÓN DE SALIDAS ANALÓGICAS	
SIMULACIÓN	
SIMULACIÓN HABILITADA PARA	Min.
SALIDA ANALÓGICA 1	%
SALIDA ANALÓGICA 2	%
SALIDA ANALÓGICA 3	%
SALIDA ANALÓGICA 4	%
SIMULACIÓN DE ENTRADA ANALÓGICA	
SIMULACIÓN	
SIMULACIÓN HABILITADA PARA	Min.
ENTRADA ANALOGICA	Amp
• SIMULACIÓN DE ENTRADAS DE INTERRUPTOR	
SIMULACIÓN	
SIMULACIÓN HABILITADA PARA	Min.
INTERRUPTOR DE ENTRADA A	
INTERRUPTOR DE ENTRADA B	
ENTRADA DE INTERRUPTOR C	
ENTRADA DE INTERRUPTOR D	



GE Consumer & Industrial
Multilin



PQM Power Quality Meter

Chapter 10: Miscellaneous

Capítulo 10: Varios

GARANTÍA DE RELÉ DE MULTILINA GE

General Electric Multilin (GE Multilin) garantiza que cada relé que fabrica esté libre de defectos en material y mano de obra bajo uso y servicio normales por un período de 24 meses desde la fecha de envío desde la fábrica

En caso de falla cubierta por la garantía, GE Multilin se comprometerá a reparar o reemplace el relé siempre que el garante determine que está defectuoso y que devuelto con todos los gastos de transporte prepagos a un centro de servicio autorizado o fábrica. Las reparaciones o reemplazos bajo garantía se realizarán sin cargo.

La garantía no se aplicará a ningún relé que haya sido objeto de mal uso, negligencia, accidente, instalación incorrecta o uso no conforme a las instrucciones ni a ninguna unidad

que ha sido alterado fuera de un centro de venta autorizado de GE Multilin.

GE Multilin no es responsable por daños especiales, indirectos o consecuentes o por pérdida de ganancias o por gastos sufridos como resultado de un mal funcionamiento del relé, aplicación incorrecta o ajustamiento.

Para obtener el texto completo de la garantía (incluidas las limitaciones y exenciones de responsabilidad), consulte GE Multilin Condiciones estándar de venta

A.1 Grabador de eventos

NOTA DE APLICACIÓN PQMAN01: APLICACIÓN DEL GRABADOR DE EVENTOS

Event Recorder almacena todos los datos en línea en una sección de memoria no volátil cuando desencadenado por un evento. El PQM define cualquiera de las siguientes situaciones como un evento

Alarma alternativa de entrada analógica

- Alarma alternativa de entrada analógica borrada
- Alarma principal de entrada analógica
- Entrada Analógica Alarma Principal Borrar
- Borrar registro de eventos
- Reloj no configurado alarma
- Reloj no configurado Alarma Borrar
- Alarma de falla COM1
- COM1 Alarma de falla Borrar
- Alarma de falla COM2
- COM2 Fail Alarm Clear
- Alarma THD actual
- Alarma actual de THD borrada

- Alarma de desequilibrio actual
- Alarma de desequilibrio actual Borrar
- Registro de datos 1 alarma
- Registro de datos 1 Alarma Borrar
- Registro de datos 2 Alarma
- Registro de datos 2 Alarma Borrar
- Alarma de demanda de kVA
- Borrar alarma de demanda de kVA
- Alarma negativa de kvar
- Alarma kvar negativa clara
- Alarma de demanda negativa de kvar
- Alarma de demanda negativa de kvar clara
- Alarma de kW negativo
- Borrar alarma de kW negativo
- Alarma de demanda de kW negativo
- Borrar alarma de demanda de kW negativo
- Alarma de demanda de corriente neutral
- Alarma de demanda de corriente neutra borrada
- Alarma de sobre corriente neutral
- Alarma de sobre corriente neutral limpiada
- Alarma de sobre corriente
- Alarma de sobre corriente clara
- Alarma de sobre frecuencia
- Alarma de sobre frecuencia clara
- Alarma de sobretensión
- Alarma de sobretensión borrada
- Parámetros no configurados alarma
- Parámetros no configurados Borrar alarma
- Alarma de demanda de corriente de fase A
- Borrar la alarma de demanda de corriente de fase A
- Alarma de demanda de corriente de fase B
- Fase B Alarma de demanda de corriente borrada
- Alarma de demanda de corriente de fase C
- Fase C Alarma de demanda de corriente borrada
- Alarma de inversión de fase
- Alarma de inversión de fase clara
- Alarma kvar positiva
- Alarma positiva de kvar clara
- Alarma de demanda positiva de kvar
- Alarma de demanda de kvar positiva clara
- Alarma de kW positivo
- Alarma positiva de kW clara
- Alarma de demanda positiva de kW
- Alarma de demanda de kW positivo clara
- Alarma de factor de potencia de retraso 1
- Alarma de factor de potencia de retraso 1 Borrar
- Alarma de factor de potencia de retraso 2
- Factor de potencia Lag 2 Alarma Borrar
- Alarma de plomo del factor de potencia 1
- Factor de potencia Alarma de plomo 1 borrado

- Alarma de plomo del factor de potencia 2
- Alarma de plomo del factor de potencia 2 clara
- Apagado
- Encendido
- Alarma total de pulso
- Alarma de entrada de pulso 1
- Entrada de pulso 1 Alarma Borrar
- Alarma de entrada de pulso 2
- Entrada de pulso 2 Alarma Borrar

Aplicaciones

- Monitorización de alimentadores de distribución, transformadores, generadores, baterías de condensador y motores
- Sistemas de media y baja tensión
- Instalaciones industriales y compañías eléctricas
- Control flexible de deslastre de cargas por demanda, factor de potencia, etc.
- Análisis de la calidad de la red

Comunicaciones

Permiten integrar requisitos eléctricos, de proceso e instrumentación en un sistema de automatización de la planta mediante la conexión entre medidores PQM y un sistema SCADA o DCS. Un PC que disponía del PQMPC puede modificar los ajustes del sistema, monitorizar valores, estados y alarmas. La monitorización continua minimiza la interrupción de los procesos, identidad inmediatamente problemas potenciales que son debidos a faltas o a cambios desde su origen.

La versión estándar del PQM incluye un puerto frontal RS232. Este puede utilizarse para recopilar datos, impresión de informes o análisis de problemas sin entorpecer el interfaz de comunicación principal hacia el puerto trasero RS485.

- Protocolo ModBus® RTU
- Mini RTU: 4 entradas digitales y 4 salidas digitales
- 1 entrada analógica, 4 salidas analógicas
- Display local/remoto de todos los valores
- Comunica con el Multilin 269 (MOD 508)

Medida

Cada tensión e intensidad es muestreada 64 veces por ciclo con una precisión del 0.2%. Los valores reales medidos son los siguientes :

- $I_a I_b I_c I_n$
- $V_a V_b V_c V_{ab} V_{bc} V_{ca}$
- Desequilibrio $V I$
- Valores de cresta y factor K reales del factor de potencia.
- $Hz W \text{ var } VA$
- $\text{coste } Wh \text{ varh } VAh W$
- $\text{demanda: } A W \text{ var } VA$

Se utiliza un teclado y un display iluminado de 40 caracteres para la programación de ajustes y la monitorización de valores y estados.

Se puede seleccionar hasta un total de 10 mensajes diferentes para el análisis automático de la información más importante.

El PQMPC es un programa basado en Windows para el PQM. Se puede usar para introducir ajustes, leer valores de medida, monitorizar estados y evaluar la calidad de la

red. Toda la información que continuamente recoge el PQM puede ser transferida a un suministrador externo para el display, control o análisis a través del interfaz de comunicaciones.

El software gratuito PQMPC se utiliza para programar/supervisar desde un PC bajo Windows.

Existen pantallas para supervisar todos los valores de medida como intensidad, tensión o potencia. Se pueden representar también el estado de las alarmas y los ajustes de control

Las formas de onda de la tensión y la intensidad ofrecen información importante sobre lo que está ocurriendo en el sistema. Por ejemplo, las cargas no lineales como los Ordenadores o los controles de velocidad variable pueden introducir distorsión. Esta puede indicar que es necesario un filtrado.

El análisis de armónicos puede reflejar un contenido excesivo de armónicos que requiera una revisión de los valores nominales del transformador o un cable de neutro de mayor sección. Una advertencia a tiempo de estos problemas puede prevenir un daño en el equipo o los disparos intempestivos del interruptor.

Cuando se justifican las compras de los equipos o se analizan problemas como el desequilibrio de fases en una empresa eléctrica, puede ser tal la impresión de pantallas. El PQMPC hace posible que la información de oscilografía se pueda transferir a otros programas para la inclusión de informes. Se puede crear e imprimir también un registro rutinario de eventos de la demanda así como el muestreo de la tensión.

Para verificar la correcta instalación, el modo simulación sustituye las intensidades y tensiones reales por valores programados. Esta poderosa herramienta sirve además como un excelente aprendizaje para el personal de la planta.

Características

- Monitoreo de Corrientes (A), Voltaje (V), Potencia Activa (W), Potencia Reactiva (VAR), Potencia Aparente (VA), Factor de Potencia (PF), frecuencia (Hz).
- Costeo de Watts (Wh), VARS (VARh), Voltamper (VAh) por hora.
- 4 relés de salida/ 4 entradas de interruptor para una configuración de control flexible.
- 4 salidas analógicas aisladas que reemplazan los transductores para la interfaz PLC.
- 1 entrada analógica de 4 a 20 mA.
- Comunicaciones Modbus.
- 3 puertos COM (2 puertos RS485 traseros y un puerto RS232 frontal) para acceder por personal de procesos, electricidad, mantenimiento e instrumentos.
- Análisis armónico para revisión de calidad de energía y corrección de problemas.
- Pantalla de 40 caracteres y teclado para programación local.
- Software de configuración Enervista PQM gratuito para la entrada del punto e ajuste o el monitoreo desde una PC.
- Modo de simulación para pruebas y entrenamiento.
- Diseño compacto para montaje en panel o chasis.
- Energía de control AC/DC.

De cada una de las partes físicas del analizador se hacen menciones de especificaciones con respecto a la información de su manual de construcción.

Monitor, es una pantalla iluminada de 40 caracteres para hacer programaciones, monitoreo de variables, lecturas de estados, fallas diagnósticos mensajes programables por el usuario y puntos de ajuste. Escaneo automático programable secuencia para operación desatendida.

Puertas, la puerta cubre las llaves y el puerto de la computadora cuando no está en uso.

Teclado, el teclado de goma es resistente al polvo y a prueba de salpicaduras.

Clave de punto consigna, son para programar todos los puntos de ajuste. A prueba de manipulaciones configuraciones con contraseña y puente de acceso evitar cambios de punto de ajuste no autorizados.

Interfaz de computadora, los puertos de comunicación RS232 para conectarse a una PC. Se usa para descargar puntos de ajuste, del monitoreo, para la recopilación de datos e impresiones de informes.

En los exámenes de monitoreo de la calidad de la energía, tiene especificaciones para la monitorización dentro de lo que el analizador puede realizar. Tales como son:

- Análisis hasta el armónico 62 con THD y TIF.
- Registros de eventos.
- Captura de oscilografica.
- Arranque de la traza de memoria.

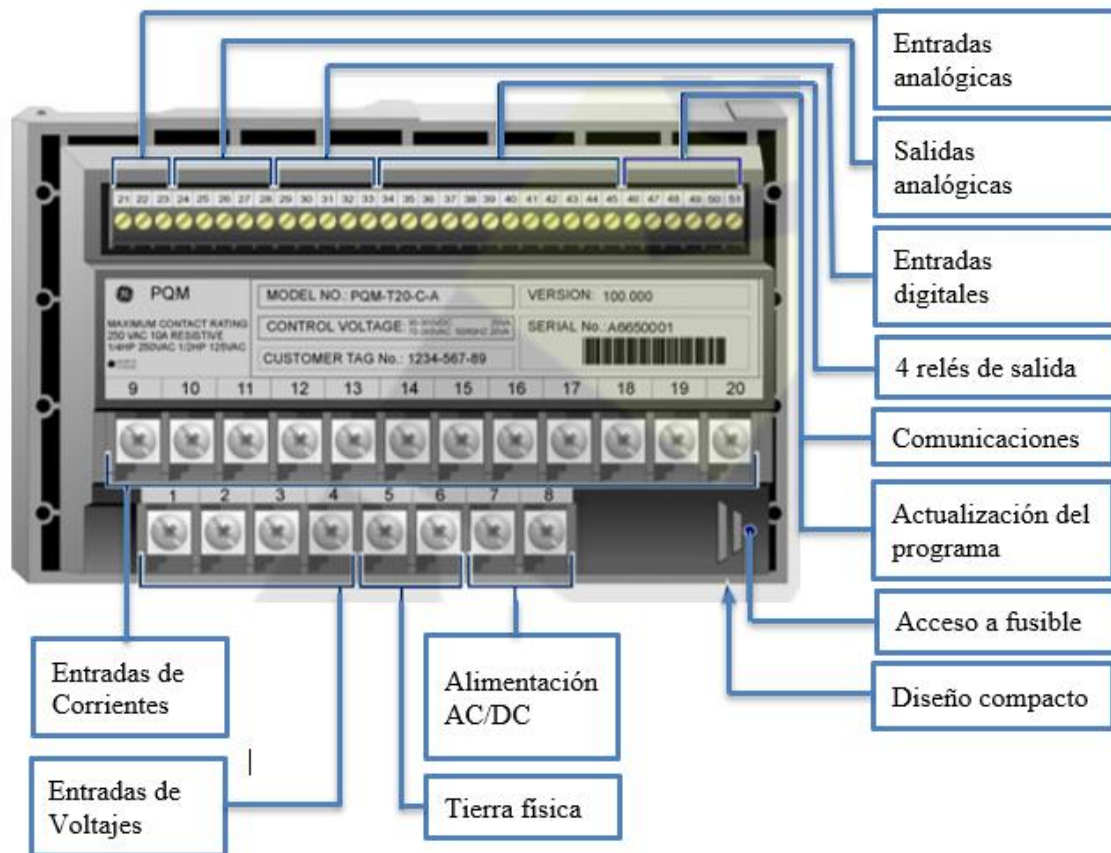


Figura 14. Diagrama de conexión de los bornes del Medidor de Calidad de la red PQM 1303-0066-a8

A continuación se hacen menciones de características estándares del medidor de calidad de la red, haciendo mención de cada uno de los bornes de conexión establecidos en la parte trasera del dispositivo.

Entradas analógicas. – con la entrada analógica y un relé de salida para selección, y añadiendo también 2 transductores (por ejemplo, de temperatura o nivel de agua) pueden ser monitorizados y utilizados para la parte de control de una rama del sistema. Acepta entradas analógicas de 4 a 20 mA para la interfaz de conexión de los transductores.

Salidas analógicas. – estas salidas analógicas pueden reemplazar 8 transductores analógicos, 4 de estas son aisladas con parámetros de salida de 0 a 1 mA o de 4 a 20 mA. Las señales de salida pueden ser seleccionados de entre los parámetros medidos (A, V, W, VAR, Wh, VARh, PF, Hz) para una conexión directa a un PLC.

Entradas digitales. – las variables A, B, C, D son programables para la activación de salidas y usarlos para control, se pueden hacer activaciones de contadores, sincronización de demanda, obtener acceso a ajustes y para programar alarmas.

Comunicaciones. – permiten integrar requisitos eléctricos, de procesos e instrumentación en un sistema de automatización de las instalaciones, maquinas o cualquier proceso de la industria mediante la conexión entre medidores PQM y un sistema SCADA o DCS. Un PC que disponga del programa de visualización del medidor PQMPC puede modificar los

ajustes del sistema, monitorizar valores, estados y alarmas. La monitorización continua minimiza la interrupción de los procesos, identificando inmediatamente problemas potenciales que son debidos a fallas o a cambios desde su origen.

- RS485 ModBus® 1.200.19.200 bips.
- Componente del sistema mini RTU SCADA.
- Medida de valores reales.
- Lectura de estados en line.
- Activación de comandos de control.
- Carga de todos los ajustes desde un fichero.
- Cambio de ajustes individuales.

Las versiones estándares del medidor incluyen un puerto frontal RS232. Este puede utilizarse para recogida de datos, impresión de informes o análisis de problemas sin entorpecer el interfaz de comunicación principal hacia el puerto trasero RS485.

Actualización del programa. – el firmware establece la lógica para controlar los circuitos electrónicos que contiene el dispositivo guardando en memoria flash para actualizaciones en campo vía comunicaciones. También permite actualizar las últimas características del software de visualización y de las últimas modificaciones que se realicen a la programación de parámetros o monitorización.

Acceso a fusibles. – el fusible de alimentación esta accesible bajo la cubierta desplazable en la esquina inferior derecha de la parte trasera del medidor.

Alimentación AC/DC. – el dispositivo puede ser alimentado de manera auxiliar universal, dentro de sus valores de alimentación pueden ser en corriente directa de 90 a 300 VCC y en caso de alimentación con corriente alterna sus valores de alimentación son 70 A 265 VCA.

Tierra. – como seguridad de cada dispositivo que se utiliza en la actualidad es de mucha importancia proteger cada equipo, este dispositivo cuenta con tierra de filtro y seguridad separada. Todas las entradas cumplen bajo las normas C.37.90 y IEC 801-2, EMI, SWC, RFI. El dispositivo también cuenta con inmunidad a la interferencia.

Entradas de corrientes. – en los bornes de conexión para mediciones de corrientes es recomendable instalar transformadores de corrientes. Se encuentran 3 entradas de intensidad de fase aislada y 1 entrada de intensidad de neutro aislada secundario con parámetros de entrada de 1 o 5 A.

Entradas de tensión. – cuenta con entradas de tensión de 0 a 600 Volts, bornes de conexión para 3 o 4 cables para entrada trifásica. Con conexión directa soporta hasta los 600 v y en caso de usar un transformador de voltaje soporta arriba de 600 V, este último para casos de aislamiento.

2.9.7 NORMATIVIDAD

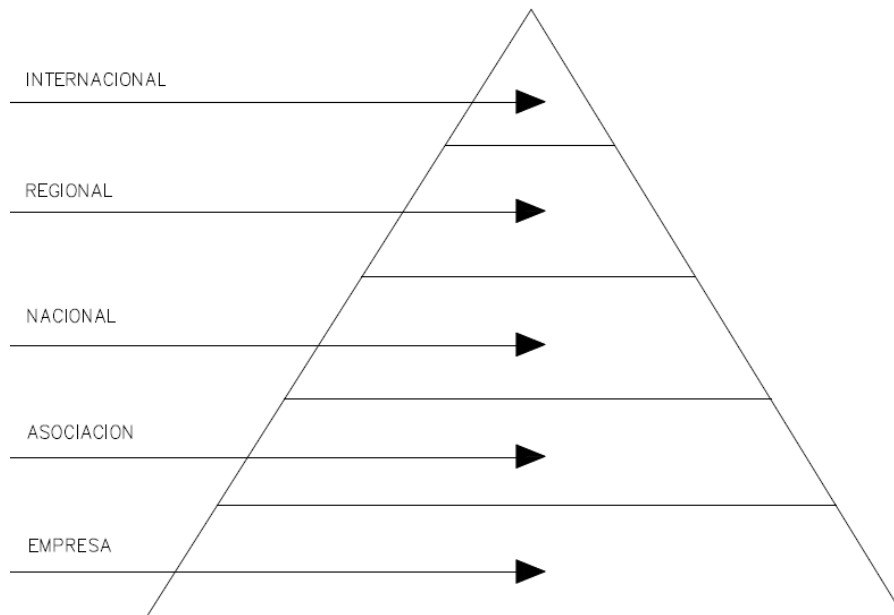


Figura 15. Clasificación en categorías de la Normatividad

INTERNACIONAL: Elaborada con el aval de los organismos nacionales de normalización que pertenecen a la organización internacional (ISO, IEC, UIT).
REGIONAL: Elaborada con el aval de los organismos nacionales de normaliza

2.9.7.1 Norma EM50160

Esta norma describe las características principales que debe tener la tensión suministrada por una red general de distribución en baja y media tensión en condiciones normales y en el punto de entrega al cliente. Como dice su primer apartado: “esta norma da los límites o los valores de las características de la tensión que todo cliente tiene derecho a esperar, y no los valores típicos en la red general de distribución.

Define los límites para la frecuencia nominal de la tensión suministrada, la amplitud de la tensión, las variaciones de la tensión suministrada, las variaciones rápidas de la tensión (amplitud de las variaciones y severidad de los parpadeos), los huecos de tensión, las interrupciones de corta y larga duración del suministro, las sobretensiones temporales y transitorias, el desequilibrio de la tensión suministrada, las tensiones armónicas e ínter armónicas y la transmisión de señales de información por la red, así como los protocolos de medida.

Es importante resaltar que la norma solo es aplicable en condiciones normales de operación e incluye una lista de operaciones en las que los límites no son aplicables, como las operaciones realizadas después de una falla, acciones industriales o cortes de suministro debidos a eventos externos.

Tabla 02: Límites según norma EM50160

Evento en la tensión de suministro	Magnitud	Duración
Sags	90 % < 1%	10 ms < 1 minuto
Baja de tensión	90 % < 1%	> 1 minuto
Interrupción de suministro	< 1%	< 3 minutos (breve) > 3 minutos (larga)
Sobretensión temporal	> 110 %	Relativamente larga
Sobretensión transitoria	> 110 %	Algunos milisegundos

2.9.7.2 Norma IEC 6100032

Se refiere a los límites que se deben tener para las emisiones de corriente armónica, para equipos en los cuales su entrada de corriente por fase sea ≤ 16

Orden armónico h	Corriente armónica máxima permitida (A)
Armónicos Impares	
3	2.30
5	1.14
7	0.77
9	0.40
11	0.33
13	0.21
$15 \leq h \leq 39$	0.25 / h
Armónicos pares	
2	1.08
4	0.43
6	0.30
$8 \leq h \leq 40$	1.84 / h

Tabla 03: Límites para los equipos clase A según la norma 61000-3-2

Para los equipos de clase B se utilizan los valores de la tabla anterior multiplicados por un factor de 1,5.

2.9.7.3 Norma IEC 6100024

Establece los niveles de compatibilidad para las perturbaciones a nivel industrial, se puede aplicar en redes de distribución de 50 y 60 Hz, en baja y media tensión; los parámetros de variación de tensión que define son, frecuencia, forma de onda, amplitud y equilibrio de fases. Para la utilización de esta norma se debe tener en cuenta e identificar los diferentes equipos y sus características, para de esta manera establecer la clase en la cual se encuentran y así aplicar la norma.

Clase 1: se refiere a equipos muy sensibles a perturbaciones en el suministro de energía.

Clase 2: se relaciona a puntos de conexión común y puntos de conexión interior en el entorno de la industria.

Clase 3: esta clase aplica, para alimentaciones a través de convertidores, máquinas de gran consumo de energía o motores grandes con arranques frecuentes.

2.9.7.4 Norma IEC 61000430

Define los métodos de medida de los parámetros de calidad de suministro de energía y el modo de interpretar los resultados. En la norma se indica los métodos de medir sin fijar los umbrales. Entre otros parámetros el estándar define los métodos con los cuales se detectan y evalúan, los huecos de tensión, sobretensiones temporales y las interrupciones de la tensión de suministro.

De esta manera define dos formas de utilización de la norma, denominadas clase A y B, la primera clase se refiere a medidas de baja incertidumbre, verificación de cumplimiento de las normas, aplicaciones contractuales, etc. La clase B está destinada a estudios estadísticos, o solución de problemas en instalaciones eléctricas relacionadas con la calidad de energía.

2.9.7.5 Estándar IEEE 1159.

Define siete categorías distintas de fenómenos electromagnéticos en las redes eléctricas: transitorios, variaciones corta duración, variaciones de larga duración, desequilibrio de tensión, distorsión de la forma de onda, fluctuaciones de tensión y variaciones de la frecuencia.

Las variaciones de corta duración comprenden los Sags, las interrupciones y los “swell”. Cada tipo de clasifica en instantáneo momentáneo o temporal dependiendo de su duración.

Las variaciones de corta duración (Swells, Sags e interrupciones sostenidas) se producen casi siempre por condiciones de fallo, por la conexión de cargas que requieren grandes corrientes de arranque.

Dependiendo de la ubicación de la falla se pueden producir sobretensiones, subtensiones o interrupciones temporales. Sin importar el lugar en el cual se localice la falla (lejos o cerca del punto de estudio), su efecto sobre la tensión va a ser una variación de corta duración.

Categorías	Duración típica	Magnitud típica de la tensión
1.0 Variaciones corta duración		
1.1 Instantánea		
1.1.1 Hueco	0.5 – 30 ciclos	0.1 – 0.9 p.u.
1.1.2 Swell	0.5 – 30 ciclos	1.1 – 1.8 p.u.
1.2 Momentánea		
1.2.1 Interrupción	0.5 ciclos – 3 s	< 0.1 p.u.
1.2.2 Hueco	30 ciclos – 3 s	0.1 – 0.9 p.u.
1.2.3 Swell	30 ciclos – 3 s	1.1 – 1.4 p.u.
1.3 Temporal		
1.3.1 Interrupción	3 s – 1 min	< 0.1 p.u.
1.3.2 Hueco	3 s – 1 min	0.1 – 0.9 p.u.
1.3.3 Swell	3 s – 1 min	1.1 – 1.2 p.u.
2. variaciones larga duración		
2.1 Interrupción	> 1 min	0.0 p.u.
2.2 Subtension	> 1 min	0.8 – 0.9 p.u.
2.3 Sobretension	> 1 min	1.1 – 1.2 p.u.

Tabla 4 Límites de corta y larga duración según la norma IEEE1159

2.9.7.6 Norma IEC 5552.

La norma establece las exigencias sobre armónicas que deben cumplir todos aquellos equipos que consumen menos de 16 Amperios por fase en la red 220 V a 415 V, entre ellos figuran los computadores personales y los televisores. La norma establece los límites en base a valores eficaces (rms) de cada armónica, la relación entre el valor eficaz y el valor máximo eficaz y valor máximo.

2.9.7.7 Estándar IEEE 519

En la recomendación IEEE 519 encontramos las “Recomendaciones Prácticas y Requerimientos para el Control de armónicas en Sistemas Eléctricos de Potencia”. Existe un efecto combinado de todas las cargas no lineales sobre el sistema de distribución la cual tienen una capacidad limitada para absorber corrientes armónicas. Los operadores de red de energía eléctrica, tienen la responsabilidad de suministrar óptimo nivel de tensión y forma de onda. La IEEE 519 hace referencia no solo al nivel absoluto de armónicos producido por una fuente individual sino también a su magnitud con respecto a la red de abastecimiento donde existan problemas, a causa de la inyección excesiva de corriente armónica o distorsión de tensión, es obligatorio para el suministrador y el consumidor, resolver estos problemas. Por tal motivo el propósito de esta norma es el de recomendar límites en la distorsión armónica de acuerdo básicamente a dos criterios.

Existe una limitación sobre la cantidad de corriente armónica que un consumidor puede inyectar en la red de distribución eléctrica.

Se establece una limitación en el nivel de voltaje armónico que una compañía de distribución de electricidad puede suministrar al consumidor.

En la IEEE 519 por un lado se recomiendan los niveles máximos de distorsión armónica en función del valor de la relación de corto circuito (SCR) y el orden de la armónica, por otro lado, también identifica niveles totales de distorsión armónica.

Todos los valores de distorsión de corriente se dan en base a la máxima corriente de carga (demanda). La distorsión total está en términos de la distorsión total de la demanda (TDD) en vez del término más común THD. En la siguiente tabla se muestra los límites de corriente para componentes de armónicas individuales, así como también distorsión armónica total. Por ejemplo, un consumidor con un SCR entre 50 y 100 tiene un límite recomendado de 12.0% para TDD, mientras que para componentes armónicas impares individuales de ordenes menores a 11, el límite es del 10%.

Límites de Corriente Armónica para Carga no lineal en el Punto Común de acoplamiento con Otras Cargas, para voltajes entre 120 - 69,000 volts.						
Máxima Distorsión Armónica Impar de la Corriente, en % del Armónico fundamental						
ISC/IL	<11	11≤h<17	17≤h<23	23≤h<35	35≤h	TDD
<20*	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20<50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50<100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100<1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
>1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

Tabla 5: Límites según la norma IEEE51

La IEEE 519 establece también otros parámetros de la calidad de la energía eléctrica como lo son los siguientes:

Flicker de Tensión: Los lineamientos para el parpadeo de tensión ocasionado por consumidores individuales, se encuentran recomendados en la IEEE 519.

El segundo conjunto de parámetros eléctricos establecidos por la IEEE 519 se refiere a los límites de distorsión de la tensión. Los límites armónicos de tensión recomendados se basan en niveles lo suficientemente pequeños como para garantizar que el equipo de los suscriptores opere satisfactoriamente. La Tabla 15 contempla los límites de distorsión armónica de voltaje según IEEE 51.

Voltaje de barra en el punto de acoplamiento común	Distorsión individual de Tensión (%)	Distorsión total del voltaje THD (%)
Hasta 69 KV	3.0	5.0
De 69 KV a 137.9 KV	1.5	2.5
138 KV y mas	1.0	1.5
Nota: Los sistemas de alto voltaje pueden llegar hasta un 2.0% en THD cuando lo que causa es un alto voltaje terminal DC, el cual podría ser atenuado.		

Tabla 6: Límites según la norma IEEE519

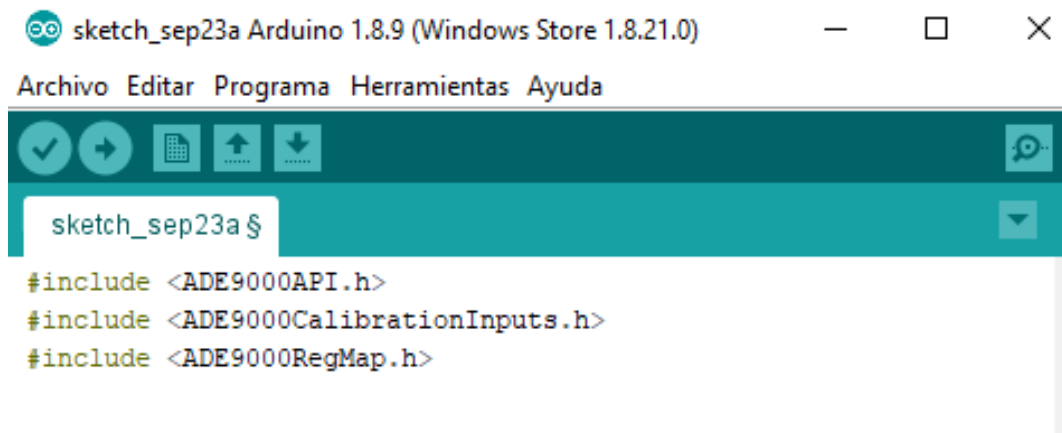
Como es común, los límites se imponen sobre componentes individuales y sobre la distorsión total para la combinación de todos los voltajes armónicos (distorsión armónica). Lo diferente en esta tabla, sin embargo, es que se muestran tres límites diferentes. Ellos representan tres niveles de voltaje; hasta 69 KV, de 69 a 161 KV, y por encima de 161 KV. Al aumentar los voltajes disminuyen los límites de distorsiones, al igual que para los límites de corrientes⁷.

3.-DESARROLLO

3.1 Configuración de Arduino

Para recolectar información de la placa ADE000 de las señales trifásicas de voltajes y de corrientes se necesita pasar por la placa Arduino, el cual es el intermediario entre los datos recolectados y la visualización que se dará de estos datos en la Rapsberry.

Para hacer lectura de los datos de voltajes y corrientes en la placa Arduino es necesaria la instalación de drives específicos en el Arduino. Por comodidad en capacidad de memoria elegimos husar el arduino mega .



3.2 Calibración de la placa

Al implementar las nuevas bibliotecas a nuestro programa de Arduino se procederán a configurar la programación para poder calibrar la placa, recordemos que se deben hacer ciertos cálculos para poder tener mediciones confiables por parte de nuestro prototipo. Para poder calibrar nuestro dispositivo le cargaremos el siguiente código a nuestro Arduino mega:

```
/*Calibrates ADE9000*/
/*The calibration inputs are stored in the ADE9000CalibrationInputs.h file. The phase and
parameter being calibrated is input through the serial console*/
/*Calbration constants are computed and stored in the EEPROM */
/*Caibration should be done with the end application settings. If any
parameters(GAIN,High pass corner,Integrator settings) are changed, the device should be
recalibrated*/
/*This application assumes the PGA_GAIN among all current channels is same.Also, the
PGA_GAIN among all voltage channels should be same*/
#include <SPI.h>
#include <ADE9000RegMap.h>
#include <ADE9000API.h>
#include <ADE9000CalibrationInputs.h>
#include <math.h>
#include <Wire.h>
/*Function declerations*/
```

```

void ADE9000_calibrate();
void ADE9000_iGain_calibrate(int32_t *,int32_t *,int32_t *,int32_t *, int); //Current
gain calibration function
void ADE9000_vGain_calibrate(int32_t *,int32_t *,int32_t *,int32_t *, int); //Voltage
gain calibration function
void ADE9000_pGain_calibrate(int32_t *,int32_t *,int32_t *,int32_t *, float); //Power
gain calibration function
void ADE9000_phase_calibrate(int32_t *,int32_t *,int32_t *,int32_t *, int); //Phase
calibration function
void calibrationEnergyRegisterSetup(); //Setup of Energy
registers used in calibration. Donot Edit
void getPGA_gain();
int8_t isRegisterPositive(int32_t);
void storeCalConstToEEPROM();
#define IGAIN_CAL_REG_SIZE 4
int32_t xIgain_registers[IGAIN_CAL_REG_SIZE]; //order [AIGAIN, BIGAIN, CIGAIN,
NIGAIN]
int32_t xIgain_register_address[IGAIN_CAL_REG_SIZE]=
{ADDR_AIGAIN, ADDR_BIGAIN, ADDR_CIGAIN, ADDR_NIGAIN}; //order
[AIGAIN, BIGAIN, CIGAIN, NIGAIN]
int32_t xIrms_registers[IGAIN_CAL_REG_SIZE];
int32_t xIrms_registers_address[IGAIN_CAL_REG_SIZE]= {ADDR_AIRMS,
ADDR_BIRMS, ADDR_CIRMS, ADDR_NIRMS};

#define VGAIN_CAL_REG_SIZE 3
int32_t xVgain_registers[VGAIN_CAL_REG_SIZE]; //order [AVGAIN, BVGAIN,
CVGAIN]
int32_t xVgain_register_address[VGAIN_CAL_REG_SIZE]={ADDR_AVGAIN,
ADDR_BVGAIN, ADDR_CVGAIN}; //order [AVGAIN, BVGAIN, CVGAIN]
int32_t xVrms_registers[VGAIN_CAL_REG_SIZE];
int32_t xVrms_registers_address[VGAIN_CAL_REG_SIZE]= {ADDR_AVRMS,
ADDR_BVRMS, ADDR_CVRMS};
#define PHCAL_CAL_REG_SIZE 3
int32_t xPhcal_registers[PHCAL_CAL_REG_SIZE]; //order [APHCAL, BPHCAL,
CPHCAL]
int32_t xPhcal_register_address[PHCAL_CAL_REG_SIZE]={ADDR_APHCAL0,
ADDR_BPHCAL0, ADDR_CPHCAL0}; //order [APHCAL, BPHCAL, CPHCAL]
int32_t xWATTHRHI_registers[PHCAL_CAL_REG_SIZE]; //Active energy registers
int32_t xWATTHRHI_registers_address[PHCAL_CAL_REG_SIZE]=
{ADDR_AWATTHR_HI, ADDR_BWATTHR_HI, ADDR_CWATTHR_HI};
int32_t xVARHRHI_registers[PHCAL_CAL_REG_SIZE];
int32_t xVARHRHI_registers_address[PHCAL_CAL_REG_SIZE]=
{ADDR_AVARHR_HI, ADDR_BVARHR_HI, ADDR_CVARHR_HI};
#define PGAIN_CAL_REG_SIZE 3
int32_t xPgain_registers[PGAIN_CAL_REG_SIZE]; //order [APGAIN, BPGAIN,
CPGAIN]

```

```

int32_t xPgain_register_address[PGAIN_CAL_REG_SIZE]={ ADDR_APGAIN,
ADDR_BPGAIN, ADDR_CPGAIN}; //order [AVGAIN, BVGAIN, CVGAIN,
NVGAIN]
//The Power gain calibration reads active energy registers. The content and address arrays
are defined in the PHCAL section above
//Global variables
#define EGY_REG_SIZE 3
int8_t calCurrentPGA_gain=0;
int8_t calVoltagePGA_gain=0;
int32_t accumulatedActiveEnergy_registers[EGY_REG_SIZE];
int32_t accumulatedReactiveEnergy_registers[EGY_REG_SIZE];
uint32_t calibrationDataToEEPROM[CALIBRATION_CONSTANTS_ARRAY_SIZE];
ADE9000Class ade9000;
#define SPI_SPEED 5000000
#define CS_PIN 8
#define PM_1 4
#define IRQ0_INTERRUPT_PIN 2
#define INT_MODE FALLING
#define ACCUMULATION_TIME 5 //accumulation time in seconds when
EGY_TIME=7999, accumulation mode= sample based
#define EGY_INTERRUPT_MASK0 0x00000001 //Enable EGYRDY interrupt
enum CAL_STATE
{
CAL_START,
CAL_VI_CALIBRATE,
CAL_PHASE_CALIBRATE,
CAL_PGAIN_CALIBRATE,
CAL_STORE,
CAL_STOP,
CAL_RESTART,
CAL_COMPLETE
};
CAL_STATE CUR_STATE = CAL_START; //current state is start
void setup() {
pinMode(PM_1, OUTPUT); //Set PM1 select pin as output
digitalWrite(PM_1, LOW); //Set PM1 select pin high
delay(1000);
Serial.begin(115200);
ade9000.SPI_Init(SPI_SPEED,CS_PIN);
ade9000.SetupADE9000(); /*Setup ADE9000. The setup parameters such as
GAIN should not be changed after calibration. Recalibrate if any
configuration affecting the digital datapath changes.*/
calibrationEnergyRegisterSetup();
getPGA_gain();
Wire.begin();

```

```

ade9000.writeByteToEeprom(ADDR_EEPROM_WRITTEN_BYTE, ~(EEPROM_WRITTEN_BYTE)); //clear calibration done status
}
void loop()
{
  delay(1000);
  ADE9000_calibrate();
}
void ADE9000_calibrate()
{
  float calPf;
  int16_t temp;
  char serialReadData;
  static int8_t calChannel = 0; //the channel being calibrated
  static int8_t channelCalLength = 1; //the length
  switch(CUR_STATE)
  {
    case CAL_START: //Start
      Serial.println("Iniciando el proceso de calibración. Seleccione uno de los siguientes
{Iniciar (S / s) O Cancelar (Q / q) O Reiniciar (R / r)}: ");
      while (!Serial.available()); //wait for serial data to be available
      serialReadData = Serial.read();
      if(serialReadData == 'S' || serialReadData == 's')
      {
        Serial.println("Ingrese la fase que se está calibrando: {Fase A (A / a) O Fase B (B /
b) O Fase C (C / c) O Neutro (N / n) O Todas las fases (T / t)}:");
        while(Serial.read()>=0); //Flush any extra characters
        while (!Serial.available()); //wait for serial data to be available
        serialReadData = Serial.read();
        if(serialReadData == 'A' || serialReadData == 'a')
        {
          Serial.println("Calibrando fase A:");
          calChannel=0;
          channelCalLength=1;
        }
        else if(serialReadData == 'B' || serialReadData == 'b')
        {
          Serial.println("Calibrando fase B:");
          calChannel=1;
          channelCalLength=1;
        }
        else if(serialReadData == 'C' || serialReadData == 'c')
        {
          Serial.println("Calibrando fase C:");
          calChannel=2;
          channelCalLength=1;
        }
      }
    }
  }
}

```

```

    }
    else if(serialReadData == 'N' || serialReadData == 'n')
    {
        // calChannel=0;
        // channelCalLength=1;
    }
    else if(serialReadData == 'T' || serialReadData == 't')
    {
        Serial.println("Calibrando todas las fases:");
        calChannel=0; //Start from channel A
        channelCalLength=3;
    }
    else
    {
        Serial.println("Entrada Erronea [1]");
        while(Serial.read()>=0)
        {
            temp = Serial.read(); //Read till the buffer is empty
        }
        serialReadData=' ';
        break;
    }

    CUR_STATE=CAL_VI_CALIBRATE;
    Serial.print("iniciando calibracion con: ");
    Serial.print(NOMINAL_INPUT_VOLTAGE);
    Serial.print(" Vrms y ");
    Serial.print(NOMINAL_INPUT_CURRENT);
    Serial.println(" Arms");
    while(Serial.read()>=0)
    {
        temp = Serial.read(); //Read till the buffer is empty
    }
    serialReadData=' ';
    break;
}
else
{
    if(serialReadData == 'Q' || serialReadData == 'q')
    {
        CUR_STATE=CAL_STOP;
        Serial.println("Anulación de calibración");
        while(Serial.read()>=0)
        {
            temp = Serial.read(); //Read till the buffer is empty
        }
        serialReadData=' ';
        break;
    }
}

```

```

    }
    else if(serialReadData == 'R' || serialReadData == 'r')
    {
        CUR_STATE=CAL_RESTART;
        while(Serial.read()>=0)
        {
            temp = Serial.read(); //Read till the buffer is empty
        }
        serialReadData=' ';
        break;
    }
    else
    {
        Serial.println("/n Entrada erronea [2]");
        while(Serial.read()>=0)
        {
            temp = Serial.read(); //Read till the buffer is empty
        }
        serialReadData=' ';
        break;
    }
}
break;
case CAL_VI_CALIBRATE: //Calibrate

```

```

ADE9000_iGain_calibrate(&xIgain_registers[calChannel],&xIgain_register_address[calChannel], &xIrms_registers[calChannel], &xIrms_registers_address[calChannel], channelCalLength); //Calculate xIGAIN
ADE9000_vGain_calibrate(&xVgain_registers[calChannel], &xVgain_register_address[calChannel], &xVrms_registers[calChannel], &xVrms_registers_address[calChannel], channelCalLength); //Calculate xVGAIN
Serial.println("Calibración de ganancia actual completada");
Serial.println("Calibración de ganancia de voltaje completada");
CUR_STATE=CAL_PHASE_CALIBRATE;
break;
case CAL_PHASE_CALIBRATE:
Serial.println("Realizar calibración de fase: Sí (S / s) O No (N / n): ");
while(Serial.read()>=0); //Flush any extra characters
while(!Serial.available()); //wait for serial data to be available
serialReadData = Serial.read();
if(serialReadData == 'S' || serialReadData == 's')
{
    Serial.println("Asegúrese de que el factor de potencia tenga un retraso de 0.5, de modo que las energías activa y reactiva sean positivas: Continuar: Sí (S / s) O Reiniciar (R / r): ");
    while(Serial.read()>=0); //Flush any extra characters
    while(!Serial.available()); //Wait for new input
}
}

```

```

        serialReadData =Serial.read();
        if(serialReadData == 'S' || serialReadData == 's')
        {
            while(Serial.read()>=0); //Flush any extra characters
        }
        ADE9000_Phase_calibrate(&xPhcal_registers[calChannel],&xPhcal_register_address[calChannel], &accumulatedActiveEnergy_registers[calChannel],
        &accumulatedReactiveEnergy_registers[calChannel], channelCalLength); //Calculate xPHCAL
        Serial.println("calibracion de fase completada");
    }
    else
    {
        if(serialReadData == 'R' || serialReadData == 'r')
        {
            CUR_STATE=CAL_RESTART;
            while(Serial.read()>=0); //Flush any extra characters
            break;
        }
        else
        {
            while(Serial.read()>=0); //Flush any extra characters
            Serial.println("entrada erronea [3]");
            break;
        }
    }
}
else
{
    if(serialReadData == 'N' || serialReadData == 'n')
    {
        while(Serial.read()>=0); //Flush any extra characters
        Serial.println("Saltar la calibración de la fase ");
    }
    else
    {
        while(Serial.read()>=0); //Flush any extra characters
        Serial.println("entrada erronea [4]");
        break;
    }
}
CUR_STATE = CAL_PGAIN_CALIBRATE;
break;
case CAL_PGAIN_CALIBRATE:
    Serial.println("Inicio de la calibración de ganancia de potencia");
    Serial.println("Ingrese el factor de potencia de las entradas para el cálculo de xPGAIN:");
    l (1) O CalibratingAnglePF (0) : ");

```



```

while(Serial.read()>=0);
while (!Serial.available()); //wait for serial data to be available
serialReadData = Serial.read();
if(serialReadData == '1')
{
while(Serial.read()>=0);
calPf=1;
}
else
{
if(serialReadData == '0')
{
while(Serial.read()>=0);
calPf=CAL_ANGLE_RADIANS(CALIBRATION_ANGLE_DEGREES);
}
else
{
while(Serial.read()>=0);
Serial.println("/n Entrada erronea [5]");
break;
}
}
}
}

```

```

ADE9000_pGain_calibrate(&xPgain_registers[calChannel],&xPgain_register_address[cal
Channel],&accumulatedActiveEnergy_registers[calChannel],channelCalLength, calPf);
Serial.println("Calibración de ganancia de potencia completada");
Serial.println("Calibración completada. Almacenar constantes de calibración en
EEPROM");
CUR_STATE = CAL_STORE;
break;
case CAL_STORE: //Store Constants to EEPROM
storeCalConstToEEPROM();
Serial.println("Constantes de calibración almacenadas con éxito en EEPROM. Salir de
la aplicación");
CUR_STATE = CAL_COMPLETE;
break;
case CAL_STOP: //Stop calibration
Serial.println("Calibración detenida. Reinicia Arduino para recalibrar");
CUR_STATE = CAL_COMPLETE;
break;
case CAL_RESTART: //restart
Serial.println("Reinicio de la calibración");
CUR_STATE = CAL_START;
break;
case CAL_COMPLETE:
break;
default:

```

```

    break;
  } //FIN CE SWITCH (CUR_STATE)
}
void ADE9000_iGain_calibrate(int32_t *igainReg, int32_t *igainRegAddress, int32_t
*iRmsReg, int32_t *iRmsRegAddress, int arraySize)
{
  float temp;
  int32_t actualCodes;
  int32_t expectedCodes;
  int32_t registerReading;
  int32_t aigain;
  int i;

  temp=ADE9000_RMS_FULL_SCALE_CODES*CURRENT_TRANSFER_FUNCTION*
calCurrentPGA_gain*NOMINAL_INPUT_CURRENT *sqrt(2);
  expectedCodes= (int32_t) temp; //Round off
  Serial.print("Código IRMS esperado: ");
  Serial.println(expectedCodes,HEX);
  for (i=0; i < arraySize ;i++)
  {
    actualCodes = ade9000.SPI_Read_32(iRmsRegAddress[i]);
    temp= (((float)expectedCodes/(float)actualCodes)-1)* 134217728; //calculate the gain.
    igainReg[i] = (int32_t) temp; //Round off
    Serial.print("Canal ");
    Serial.print(i+1);
    Serial.print(" Código IRMS actual: ");
    Serial.println(actualCodes,HEX);
    Serial.print("Registro de ganancia de corriente: ");
    Serial.println(igainReg[i],HEX);
  }
}
void ADE9000_vGain_calibrate(int32_t *vgainReg, int32_t *vgainRegAddress, int32_t
*vRmsReg, int32_t *vRmsRegAddress, int arraySize)
{
  float temp;
  int32_t actualCodes;
  int32_t expectedCodes;
  int32_t registerReading;
  int i;

  temp=ADE9000_RMS_FULL_SCALE_CODES*VOLTAGE_TRANSFER_FUNCTION*
calVoltagePGA_gain*NOMINAL_INPUT_VOLTAGE*sqrt(2);
  expectedCodes= (int32_t) temp; //Round off
  Serial.print("Código VRMS esperado: ");
  Serial.println(expectedCodes,HEX);
  for (i=0; i < arraySize ;i++)
  {

```

```

    actualCodes = ade9000.SPI_Read_32(vRmsRegAddress[i]);
    temp= (((float)expectedCodes/(float)actualCodes)-1)* 134217728; //calculate the gain.
    vgainReg[i] = (int32_t) temp; //Round off
    Serial.print("Canal ");
    Serial.print(i+1);
    Serial.print(" Código VRMS actual: ");
    Serial.println(actualCodes,HEX);
    Serial.print("Registro de ganancia de voltaje: ");
    Serial.println(vgainReg[i],HEX);
}
}
void ADE9000_Phase_calibrate(int32_t *phcalReg,int32_t *phcalRegAddress,int32_t
*accActiveEgyReg,int32_t *accReactiveEgyReg, int arraySize)
{
    Serial.println("Cálculo de registros de calibración de fase ...");
    delay((ACCUMULATION_TIME+1)*1000); //delay to ensure the energy registers are
accumulated for defined interval
    float errorAngle;
    float errorAngleDeg;
    float omega;
    double temp;
    double temp1;
    double temp2;
    int32_t actualActiveEnergyCode;
    int32_t actualReactiveEnergyCode;
    int32_t phcalREG;
    int i;
    omega = (float)2 *(float)3.14159*(float) INPUT_FREQUENCY /(float)ADE90xx_FDSP;
    for (i=0; i < arraySize ;i++)
    {
        actualActiveEnergyCode = accActiveEgyReg[i];
        actualReactiveEnergyCode = accReactiveEgyReg[i];
        errorAngle = (double)-1 * atan(
((double)actualActiveEnergyCode*(double)sin(CAL_ANGLE_RADIANS(CALIBRATIO
N_ANGLE_DEGREES))-
(double)actualReactiveEnergyCode*(double)cos(CAL_ANGLE_RADIANS(CALIBRATI
ON_ANGLE_DEGREES)))/((double)actualActiveEnergyCode*(double)cos(CAL_ANGLE
_RADIANS(CALIBRATION_ANGLE_DEGREES))+(double)actualReactiveEnergyCode
*(double)sin(CAL_ANGLE_RADIANS(CALIBRATION_ANGLE_DEGREES))));
        temp = (((double)sin((double)errorAngle-
(double)omega)+(double)sin((double)omega))/((double)sin(2*(double)omega-
(double)errorAngle)))*134217728;
        phcalReg[i]= (int32_t)temp;
        errorAngleDeg = (float)errorAngle*180/3.14159;
        Serial.print("Canal ");
        Serial.print(i+1);
        Serial.print(" Registro actual de energía activa: ");

```

```

Serial.println(actualActiveEnergyCode,HEX);
Serial.print("Canal ");
Serial.print(i+1);
Serial.print(" Registro actual de energia reactiva: ");
Serial.println(actualReactiveEnergyCode,HEX);
Serial.print("Corrección de fase (grados):");
Serial.println(errorAngleDeg,5);
Serial.print("Registro de fase: ");
Serial.println(phcalReg[i],HEX);
}
}
}
void ADE9000_pGain_calibrate(int32_t *pgainReg, int32_t *pgainRegAddress, int32_t
*accActiveEgyReg, int arraySize, float pGaincalPF)
{
Serial.println("Cálculo de los registros de calibración de ganancia de potencia ..");
delay((ACCUMULATION_TIME+1)*1000); //delay to ensure the energy registers are
accumulated for defined interval
int32_t expectedActiveEnergyCode;
int32_t actualActiveEnergyCode;
int i;
float temp;
temp = ((float)ADE90xx_FDSP * (float)NOMINAL_INPUT_VOLTAGE *
(float)NOMINAL_INPUT_CURRENT * (float)CALIBRATION_ACC_TIME *
(float)CURRENT_TRANSFER_FUNCTION *(float)calCurrentPGA_gain*
(float)VOLTAGE_TRANSFER_FUNCTION *(float)calVoltagePGA_gain*
(float)ADE9000_WATT_FULL_SCALE_CODES * 2 *
(float)(pGaincalPF))/(float)(8192);
expectedActiveEnergyCode = (int32_t)temp;
Serial.print("Código de energía activa esperada: ");
Serial.println(expectedActiveEnergyCode,HEX);
for (i=0; i < arraySize ;i++)
{
actualActiveEnergyCode = accActiveEgyReg[i];
temp= (((float)expectedActiveEnergyCode/(float)actualActiveEnergyCode)-1)*
134217728; //calculate the gain.
pgainReg[i] = (int32_t) temp; //Round off
Serial.print("Canal ");
Serial.print(i+1);
Serial.print("Código de energía activa real: ");
Serial.println(actualActiveEnergyCode,HEX);
Serial.print("Registro de ganancia de potencia: ");
Serial.println(pgainReg[i],HEX);
}
}
}
void calibrationEnergyRegisterSetup()
{
uint16_t epcfgRegister;

```

```

    ade9000.SPI_Write_32(ADDR_MASK0,EGY_INTERRUPT_MASK0); //Enable
EGYRDY interrupt
    ade9000.SPI_Write_16(ADDR_EGY_TIME,EGYACCTIME); //accumulate
EGY_TIME+1 samples (8000 = 1sec)
    epcfgRegister = ade9000.SPI_Read_16(ADDR_EP_CFG); //Read EP_CFG register
    epcfgRegister |= CALIBRATION_EGY_CFG; //Write the settings and enable
accumulation
    ade9000.SPI_Write_16(ADDR_EP_CFG,epcfgRegister);
    delay(2000);
    ade9000.SPI_Write_32(ADDR_STATUS0,0xFFFFFFFF);

attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(IRQ0_INTERRUPT_PIN),updateEnergyRegisterFromInterrupt,INT_MODE);
}
void getPGA_gain()
{
    int16_t pgaGainRegister;
    int16_t temp;
    pgaGainRegister = ade9000.SPI_Read_16(ADDR_PGA_GAIN); //Ensure PGA_GAIN is
set correctly in SetupADE9000 function.
    Serial.print("el registro de ganancia de PGA es: ");
    Serial.println(pgaGainRegister,HEX);
    temp = pgaGainRegister & (0x0003); //extract gain of current channel
    if (temp == 0) // 00-->Gain 1: 01-->Gain 2: 10/11-->Gain 4
    {
        calCurrentPGA_gain =1;
    }
    else
    {
        if(temp==1)
        {
            calCurrentPGA_gain =2;
        }
        else
        {
            calCurrentPGA_gain =4;
        }
    }
    temp = (pgaGainRegister>>8) & (0x0003); //extract gain of voltage channel
    if (temp == 0)
    {
        calVoltagePGA_gain =1;
    }
    else
    {
        if(temp==1)
        {

```

```

        calVoltagePGA_gain =2;
    }
    else
    {
        calVoltagePGA_gain =4;
    }
}
}
void storeCalConstToEEPROM()
{
    //Arrange the data as formatted in 'ADE9000_Eeprom_CalibrationRegAddress' array.
    int8_t i;
    uint32_t temp;
    uint32_t checksum=0; // adds all the gain and phase calibration registers. The truncated
    32 bit data is stored as checksum in EEPROM.
    for(i=0;i<IGAIN_CAL_REG_SIZE;i++) //arrange current gain calibration registers
    {
        calibrationDataToEEPROM[i]=xIgain_registers[i];
    }
    for(i=0;i<VGAIN_CAL_REG_SIZE;i++) //arrange voltage gain calibration registers
    {
        calibrationDataToEEPROM[i+IGAIN_CAL_REG_SIZE]=xVgain_registers[i];
    }
    for(i=0;i<PHCAL_CAL_REG_SIZE;i++) //arrange phase calibration registers
    {

calibrationDataToEEPROM[i+IGAIN_CAL_REG_SIZE+VGAIN_CAL_REG_SIZE]=xPh
cal_registers[i];
    }
    for(i=0;i<PGAIN_CAL_REG_SIZE;i++) //arrange phase calibration registers
    {

calibrationDataToEEPROM[i+IGAIN_CAL_REG_SIZE+VGAIN_CAL_REG_SIZE+PH
CAL_CAL_REG_SIZE]=xPgain_registers[i];
    }
    for(i=0;i<CALIBRATION_CONSTANTS_ARRAY_SIZE;i++)
    {
        checksum +=calibrationDataToEEPROM[i];
    }

    for(i=0;i<CALIBRATION_CONSTANTS_ARRAY_SIZE;i++)
    {

ade9000.writeWordToEeprom(ADE9000_Eeprom_CalibrationRegAddress[i],calibrationDa
taToEEPROM[i]);
        delay(10);
    }
}

```

```

for(i=0;i<CALIBRATION_CONSTANTS_ARRAY_SIZE;i++)
{
    temp=
ade9000.readWordFromEeprom(ADE9000_Eeprom_CalibrationRegAddress[i]);
    delay(10);
    Serial.println(temp,HEX);
}
ade9000.writeWordToEeprom(ADDR_CHECKSUM_EEPROM,checksum); //Save
checksum to EEPROM

```

```

ade9000.writeByteToEeprom(ADDR_EEPROM_WRITTEN_BYTE,EEPROM_WRITTE
N); //Save calibration status in EEPROM

```

```

}
int8_t isRegisterPositive(int32_t registerValue)
{

```

```

    if ((int32_t)registerValue <0)
        return 1;
    else return 0;
}

```

```

void updateEnergyRegisterFromInterrupt()
{

```

```

    int8_t i;
    static int8_t count=0;
    static int32_t intermediateActiveEgy_Reg[EGY_REG_SIZE]={0};
    static int32_t intermediateReactiveEgy_Reg[EGY_REG_SIZE]={0};
    uint32_t temp;
    temp = ade9000.SPI_Read_32(ADDR_STATUS0);
    temp&=EGY_INTERRUPT_MASK0;
    if (temp==EGY_INTERRUPT_MASK0)
    {
        ade9000.SPI_Write_32(ADDR_STATUS0,0xFFFFFFFF);
        for(i=0;i<EGY_REG_SIZE;i++)
        {

```

```

            intermediateActiveEgy_Reg[i]+=ade9000.SPI_Read_32(xWATTHRHI_registers_address[i
]); //accumulate the registers

```

```

            intermediateReactiveEgy_Reg[i]+=ade9000.SPI_Read_32(xVARHRHI_registers_address[i
]); //accumulate the registers

```

```

        }
        if (count == (ACCUMULATION_TIME-1)) //if the accumulation time is reached,
update the final values to registers

```

```

        {
            for(i=0;i<EGY_REG_SIZE;i++)
            {
                accumulatedActiveEnergy_registers[i] = intermediateActiveEgy_Reg[i];

```

```

    accumulatedReactiveEnergy_registers[i] = intermediateReactiveEgy_Reg[i];
    intermediateActiveEgy_Reg[i]=0; // Reset the intermediate registers
    intermediateReactiveEgy_Reg[i]=0; //Reset the intermediate registers
}
count=0; //Reset counter
return; //exit function
}
count++;
return;
}
}

```

3.3 Configuración de Raspberry

La raspberry nos ayudara para que podamos leer los datos de manera remota desde nuestra computadora pero para ello necesitamos configurar nuestra placa de adquisición de datos y para configurar nuestra raspberry hay que seguir un aserie de pasos muy sencillos y también necesitaremos claro materiales en este caso sería nuestra Raspberry, un monitor con entrada HDMI, un teclado, un ratón y una tarjeta SD en la que instalaremos el sistema operativo.

1)Es necesario descargar el sistema operativo de la ras, en cual la encontramos en la página <https://www.raspberrypi.org/downloads/> se recomienda de esta página porque se actualiza de manera automática por consiguiente descargaras la versión más actualizada.

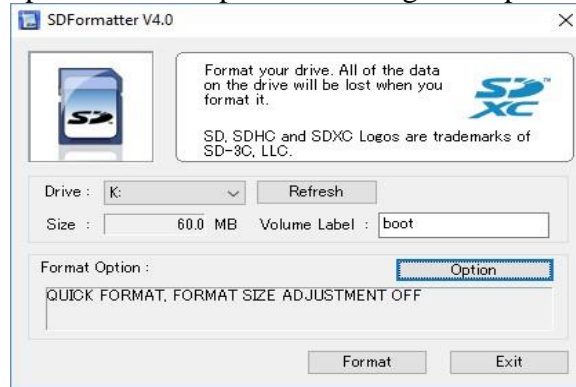
El fabricante recomienda descargar el paquete NOOBS: descargara un zip el cual descomprimiremos y copiaremos el contenido de la carpeta no la carpeta a la tarjeta SD despues de formatearla,



2) Necesitamos formatear una tarjeta SD de 8 Gb como mínimo, se formateara de la siguiente manera:

Necesitaremos un programa digital para formatear la tarjeta por ejemplo [SD formatter\(https://www.sdcard.org/downloads/formatter/index.html\)](https://www.sdcard.org/downloads/formatter/index.html), formatearemos en

Fat16 o Fat32 después de descargar el programa y de ejecutar y claro de conectar nuestra tarjeta SD a nuestra computadora no s aparecera la siguiente pantalla:

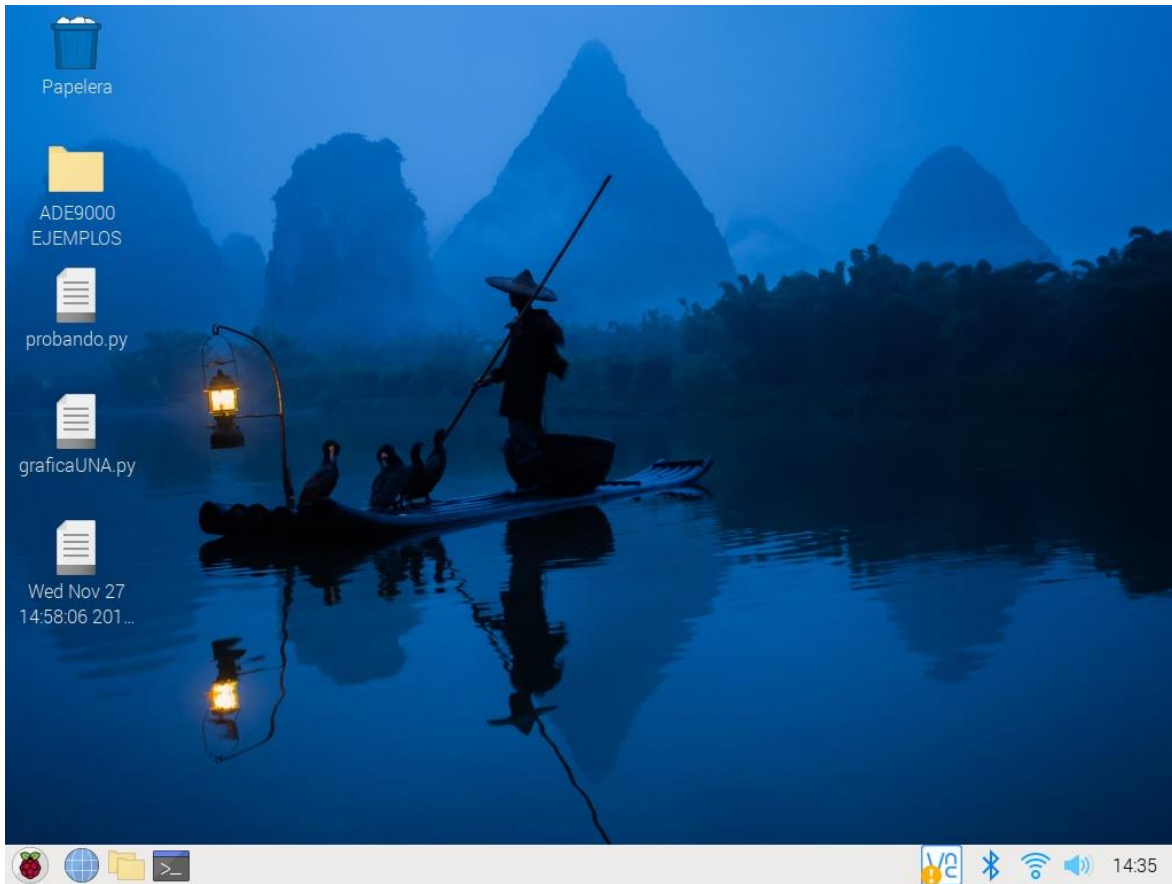


Hay que hacerlo de manera correcta para no tener fallas en la instalación de nuestro sistema operativo, después de eso copiaremos los archivos que antes se menciono esto tardara alrededor de unos 20 min.Hay que retirar la tarjeta SD después de que haya termina do de copiar los archivos, e insertarla en la Raspberry con cuidado para no dañar la tarjeta.

3) Hay que iniciar la Raspberry por primera vez para poder ir configurarla paso a paso:

El sistema se iniciara por si solo, solo hay que poner el idioma y nuestro usuario y contraseña que por defecto es el siguiente:

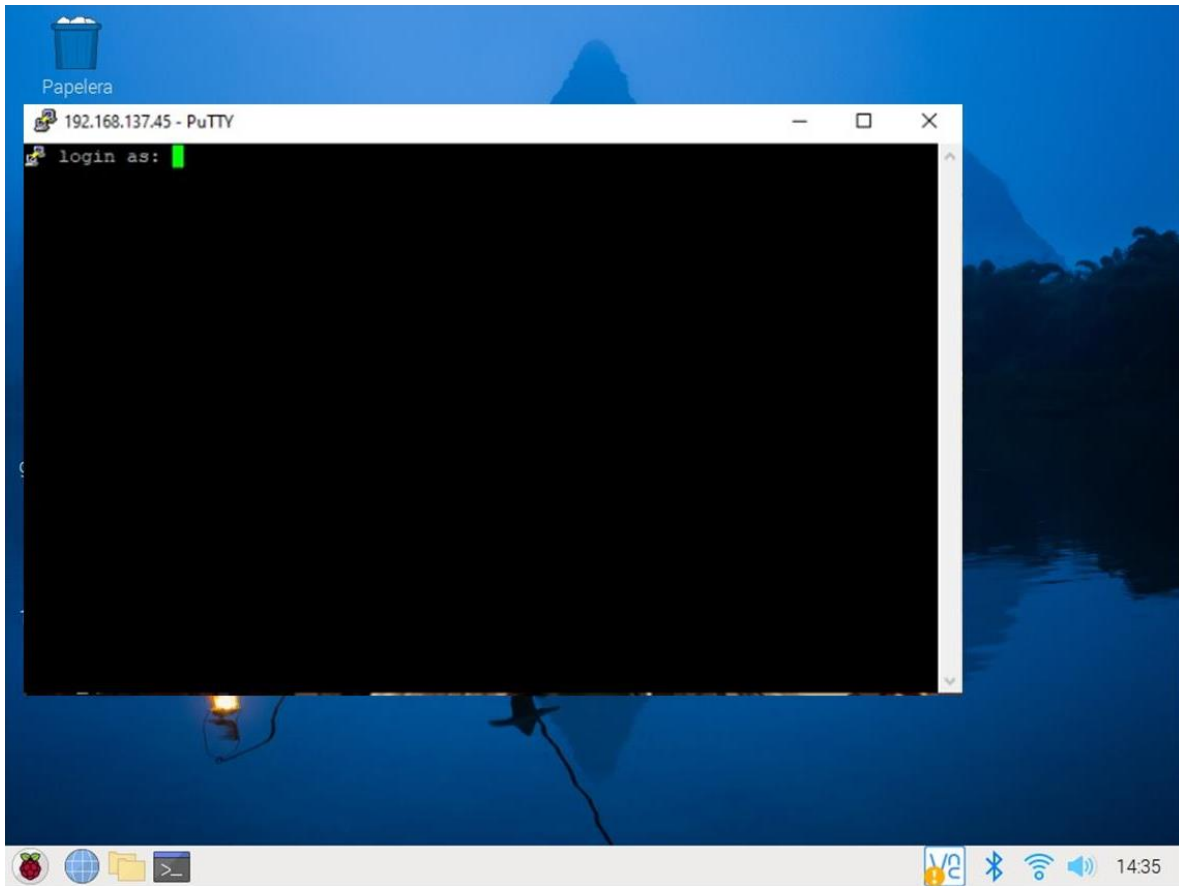
Usuario: pi
Contraseña: raspberry



Nos aparecerá una pantalla en nuestro monitor, entramos al modo comando de texto de CLI, que es el icono que tiene forma de pantalla y está en la barra de tareas de nuestra pantalla.



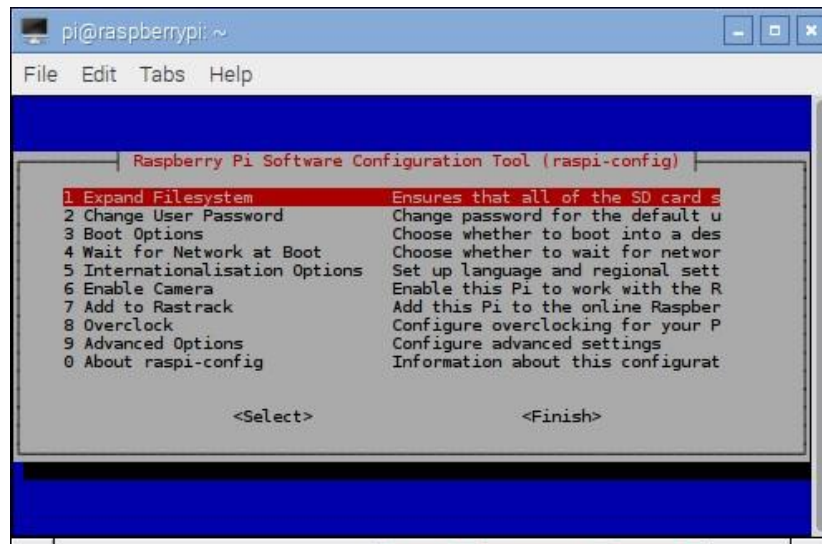
Solo tenemos que dar un click en el icono para poder acceder



Necesitamos escribir el siguiente comando para empezar a configurar las herramientas más útiles de nuestras, como por ejemplo el wifi o el idioma de nuestro teclado:

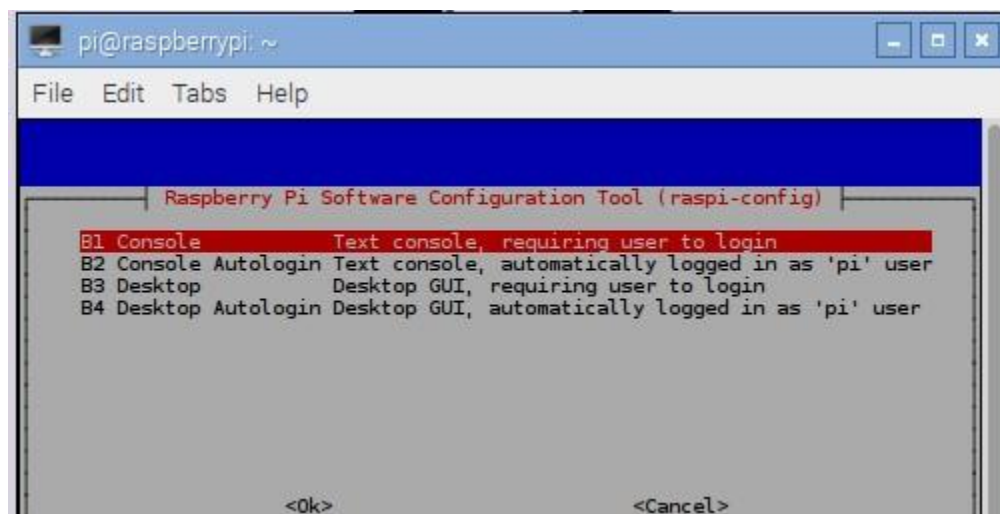
```
sudo raspi-config
```

se abrirá la siguiente ventana en la cual nos moveremos con las flechas, para aceptar el enter y para cancelar el tabs de nuestro teclado.



La segunda opción nos permite cambiar la contraseña de nuestra rasp, para tener seguridad en el arranque; si se entra te pedirá que se escriba varias veces la nueva contraseña

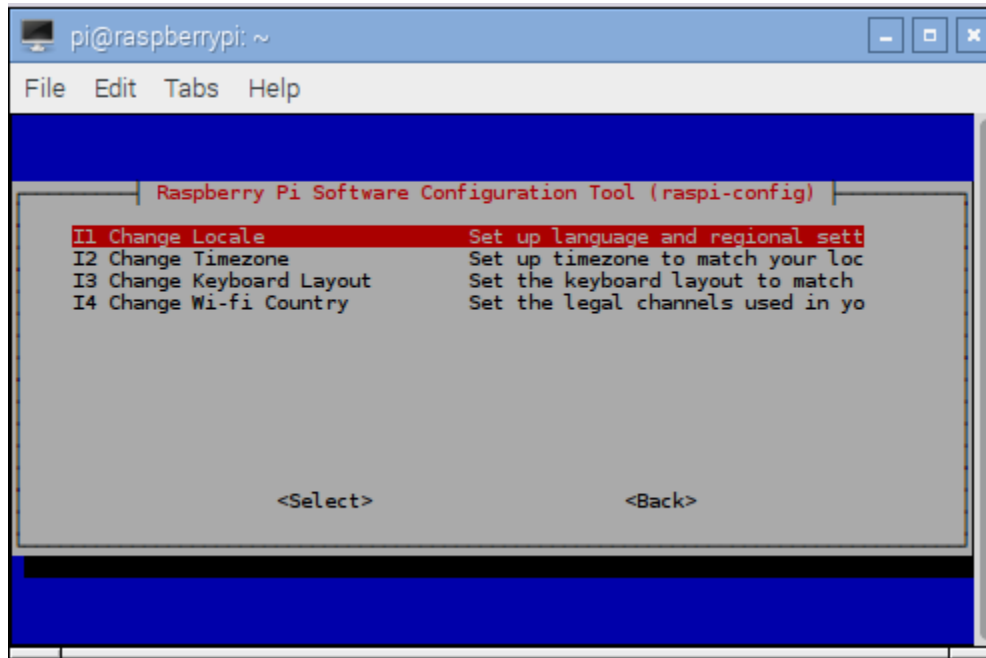
La opción 3 nos permite elegir entre varias opciones graficas de arranque del sistema, se recomienda elegir la opción 4 para que la ras inicie exactamente como lo hizo la primera vez a diferencia de que ya no aparecerá la configuración inicial que se realizó en automático, esta opción nos permite poner contraseña en el arranque para que haya un a limitación de las personas que puedan entrar a nuestro sistema.



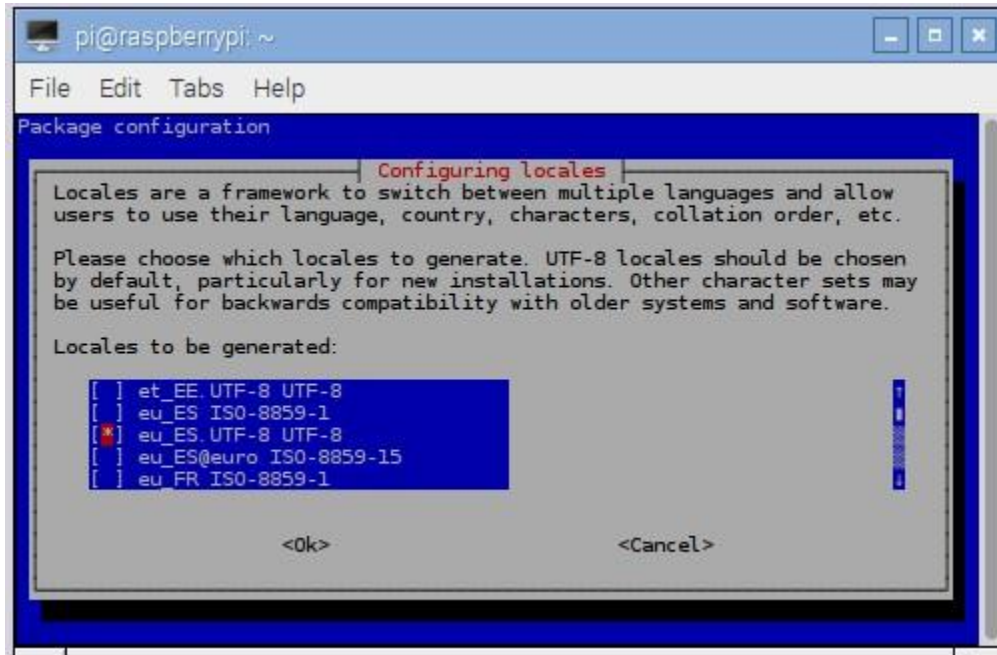
la opción 4, sirve para que no arranques hasta que no tengas conexión a internet, no es recomendable, ya que si por cualquier problema falla la conexión no podrás arrancar, así que se recomienda dejarla como esta.

La opción 5 sí que es más importante porque seguramente ya te habrás percatado de que tu teclado en hispanico no responde como debiera a las teclas y los caracteres especiales

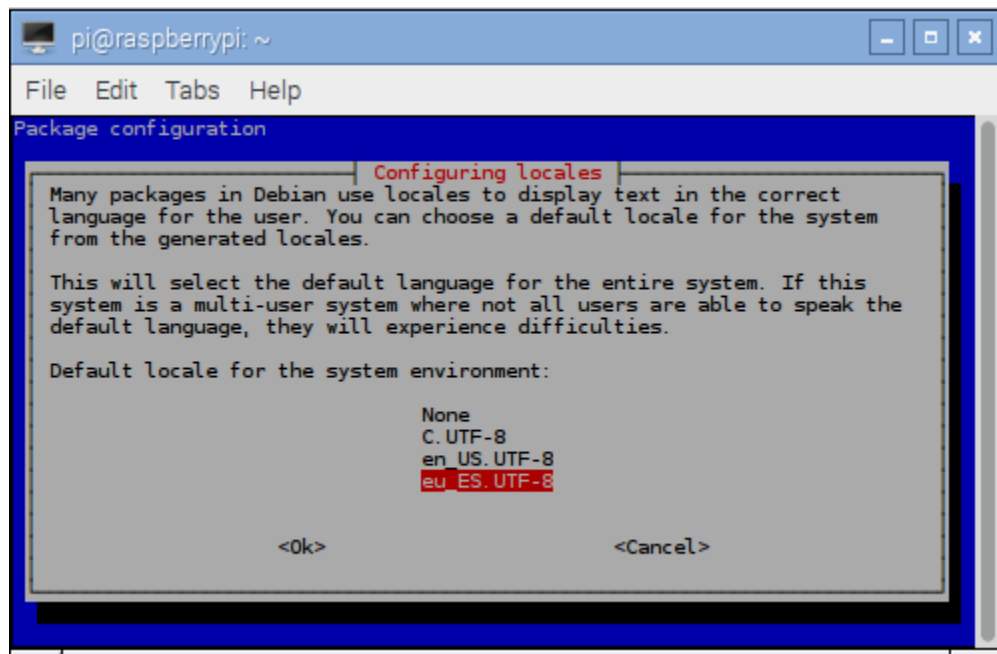
están trastocados, porque por defecto se selecciona un teclado UK y con bastante seguridad no es el tuyo. Necesitamos configurar el teclado español. Cuando lo elijas, verás algo como esto:



Empecemos cambiando el locale, que más o menos indica tu país y establece las condiciones básicas de idioma y teclado. Es conveniente que elijas las opciones de UTF-8 con las características propias del país para configurar de manera correcta el idioma del teclado. En este caso.

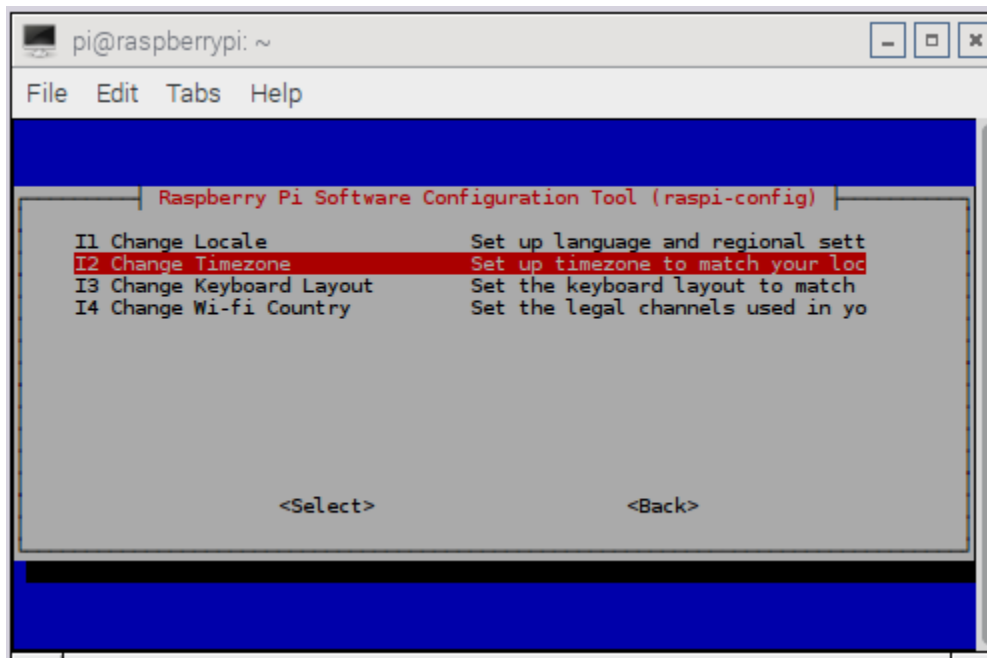


Darle ok con el enter para que pueda aparecer la siguiente opción

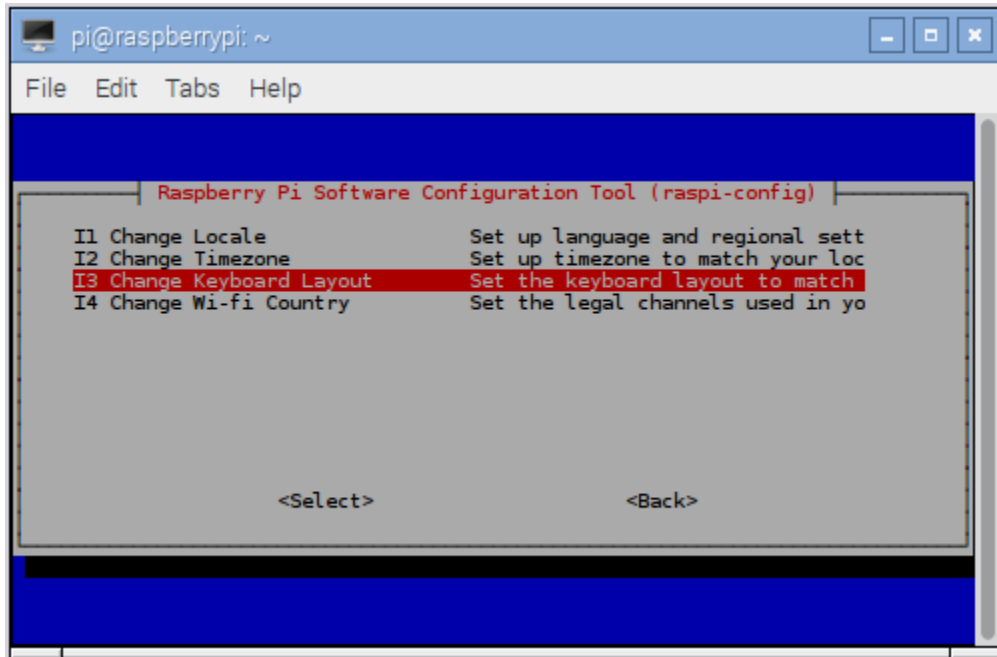


Después de dar ok nos regresara la menú inicial y volveremos a dar en la misma opción 5 para seguir configurando otras cosas necesarias.

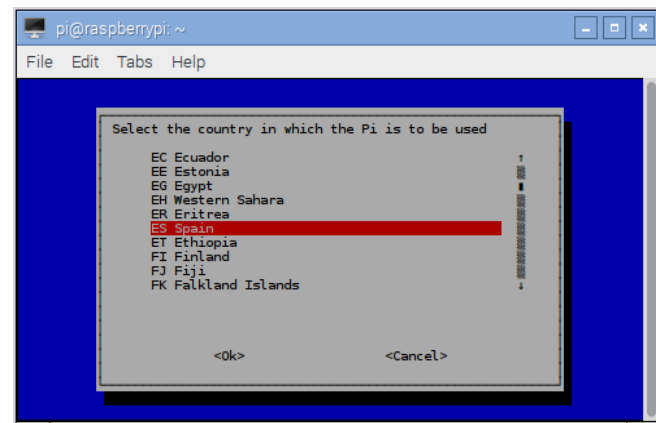
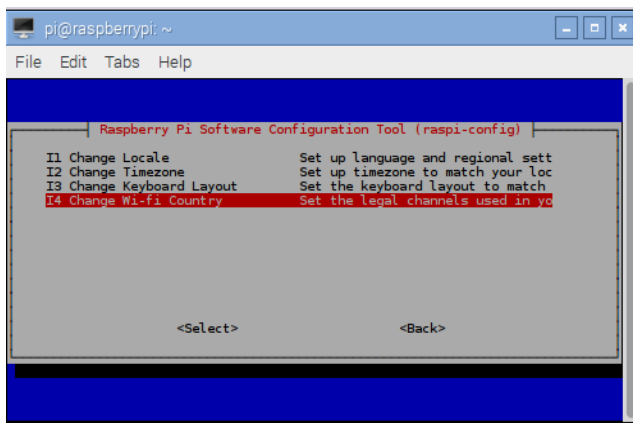
Seleccionamos la opción TimeZone: esto nos sirve para configurar el horario de nuestro país como bien se sabe en cada país se tiene diferentes zonas horarias por lo que hay que seleccionar la que más se parezca al estado en el que se encuentre si en dado caso no se encuentra el mismo.



Volvamos al menú inicial y volver a elegir la opción 5 para poder elegir la distribución del teclado, hay que elegir la que más convenga:

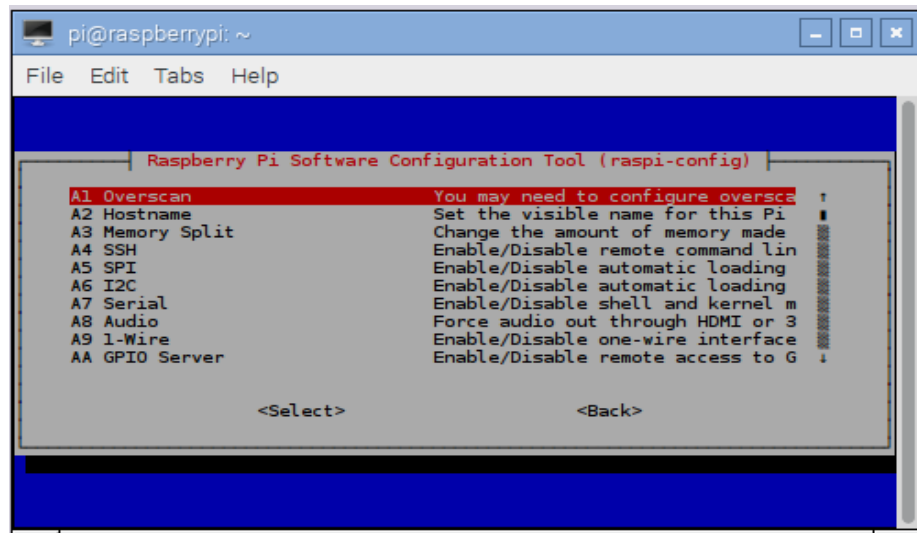
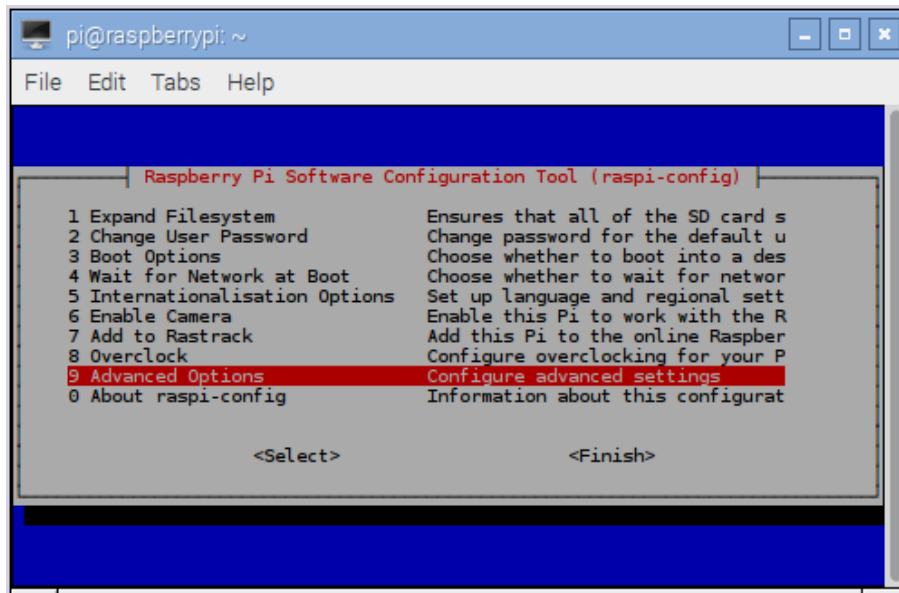


Tenemos que acceder a la misma opción ahora para poder seleccionar el área del wifi.



La última opción útil en este caso sería la número 9, ya que la 6 es para poder activar la cámara si en dado caso se disponga de una pero en este caso no se utilizara, la opción 7 que es conectar con Rastrack, un servicio de información acerca de la Raspberry y que podéis

activar o no según vuestro gusto, la opción 8 es mas de gusto es para configurar la velocidad de la Raspberry pero en este caso utilizamos la pi3 la cual ya no permite configurar este parámetro.



A1 Overscan: La opción de Overscan resulta útil si por cualquier razón la imagen que muestra tu monitor, es menor que el tamaño de la pantalla que usas o bien si no cabe en ella.

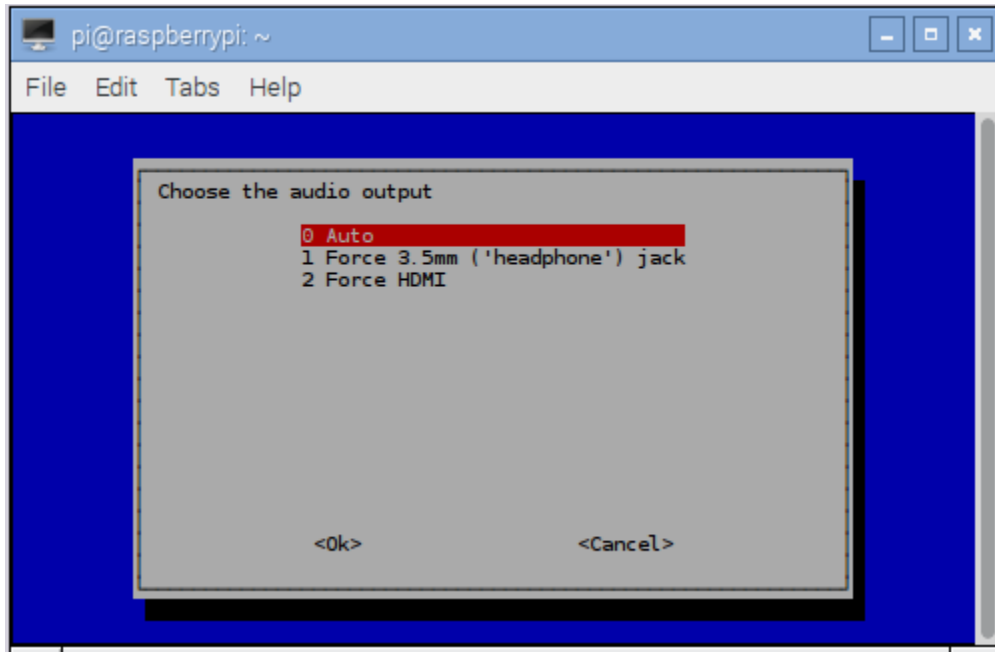
Si este es tu problema puedes probar esta opción para ajustar la imagen al marco real del monitor.

A2 Hostname: Te permite cambiar el nombre que mostrara tu equipo en la red.

A4 SSH: Permite activar o desactivar el control remoto por línea de comandos. Por defecto viene activada y te recomiendo que lo mantengas así, porque lo vamos a usar en un futuro próximo para conectarnos en remoto y hablaremos más en detalle de ello.

Las opciones A5, A6 y A7 activan el soporte del sistema para los buses SPI, I2C y Serial respectivamente. Antes o después vamos a usarlos en algún montaje así que estaría bien que los actives ahora.

A8 Audio: Selecciona la salida de audio a través del HDMI o del Jack de audio. Por defecto viene en auto (Y es buena idea dejarlo así si no lo tienes claro, de modo que nuestra Raspi elija lo que detecte:



4) configuración de la conexión a internet ya sea por medio de wifi o por cable Ethernet:

En el caso de la Raspberry Pi 3, disponemos de 4 USB y junto a ellos un único puerto Ethernet, con el típico conector RJ-45, en el que podemos conectar un cable de red.

La primera ventaja del cable Ethernet, es que tu Raspi viene configurada para solicitar la configuración TCP/IP mediante un protocolo estándar llamado DHCP (Dynamic Host Control Protocol) que tiene la virtud de ser capaz de configurarse solo y no complicarte la vida.

A cambio exige que haya un servidor DHCP configurado y activo en tu red, pero la buena noticia es que casi cualquier router domestico actual dispone de uno y por regla general funcionando.

La conexión Ethernet es con diferencia la opción que mas se recomienda por seguridad, velocidad y comodidad, pero tiene el inconveniente de necesitar una conexión mediante un cable que va al router.

La WIFI que no tiene ese inconveniente Pero la velocidad es muy inferior, y los problemas de interferencias y caídas netamente superiores.

Si tal servidor DHCP existe en tu red la cosa arrancará en cuanto conectes el cable. Empezarás a navegar sin más configuración.

Conexión wifi.

La Raspberry Pi 3 es la primera de la familia en incluir WIFI estándar de serie, lo que es un gran avance de salida y garantiza que se normalice las conexiones, a diferencia de las versiones previas en las que había que comprar y configurar la WIFI en función del modelo de adaptador que usaremos.

Para este caso solo se necesita dar clic en el icono de wifi, ver la lista de redes disponibles y seleccionar nuestra red, introducir la contraseña y listo ya se puede acceder a internet.



3.4 Instalación de vncserver en la raspberry pi 3

Esto a raíz de poder manipular la raspberry desde nuestro ordenador y poder obtener los datos del sensor sin tener la necesidad de conectar cables de la Raspberry a nuestra computadora.

```
sudo apt-get update  
sudo apt-get upgrade
```

estos comandos son para actualizar nuestra raspberry
para instalar el paquete de vncserver en la raspberry se escribe el siguiente comando

```
sudo apt-get install tightvncserver
```

después de terminar la instalación se corre el programa

```
vncserver :1
```

al ejecutar el vnc nos pedirá una contraseña, después de esto se configura y listo.

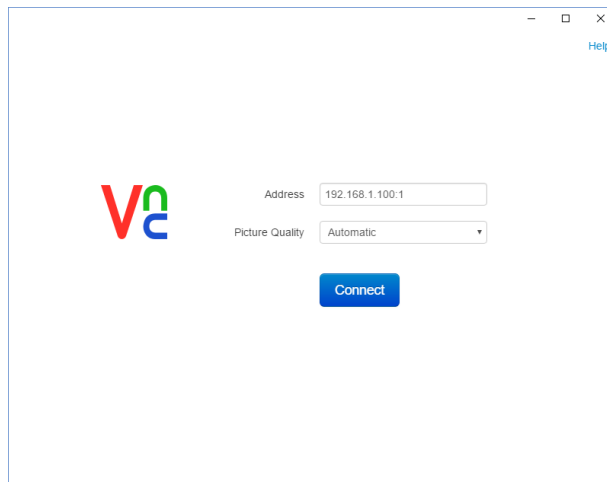
```
pi@raspberrypi: /usr/bin
tightvnc-java
Se instalarán los siguientes paquetes NUEVOS:
tightvncserver
0 actualizados, 1 nuevos se instalarán, 0 para eliminar y 0 no actualizados.
Se necesita descargar 0 B/555 kB de archivos.
Se utilizarán 1.416 kB de espacio de disco adicional después de esta operación.
Seleccionando el paquete tightvncserver previamente no seleccionado.
(Leyendo la base de datos ... 118155 ficheros o directorios instalados actualmen
te.)
Preparando para desempaquetar .../tightvncserver_1.3.9-6.5_armhf.deb ...
Desempaquetando tightvncserver (1.3.9-6.5) ...
Procesando disparadores para man-db (2.7.0.2-5) ...
Configurando tightvncserver (1.3.9-6.5) ...
update-alternatives: utilizando /usr/bin/tightvncserver para proveer /usr/bin/vn
cserver (vncserver) en modo automático
update-alternatives: utilizando /usr/bin/Xtightvnc para proveer /usr/bin/Xvnc (X
vnc) en modo automático
update-alternatives: utilizando /usr/bin/tightvncpasswd para proveer /usr/bin/vn
cpasswd (vncpasswd) en modo automático
root@raspberrypi:/usr/bin# vncserver :1

You will require a password to access your desktops.

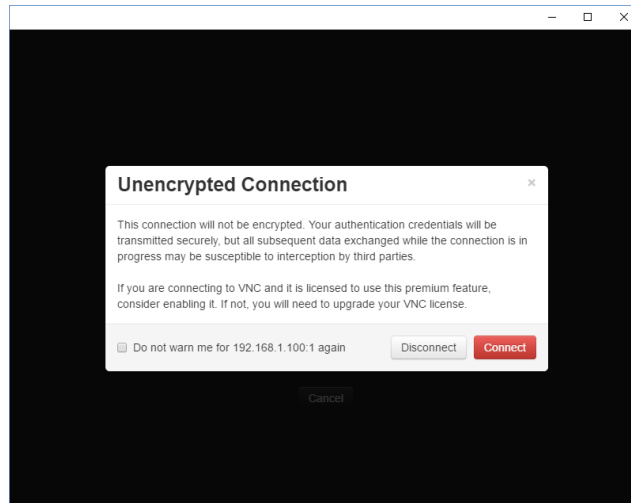
Password: █
```

después de el tenemos que instalar un cliente por así decirlo, o más bien instalar el programa en nuestro ordenador o Tablet para poder acceder a la raspberry desde hay sin la necesidad de tener que conectar un teclado , pantalla y mous a la raspberry.

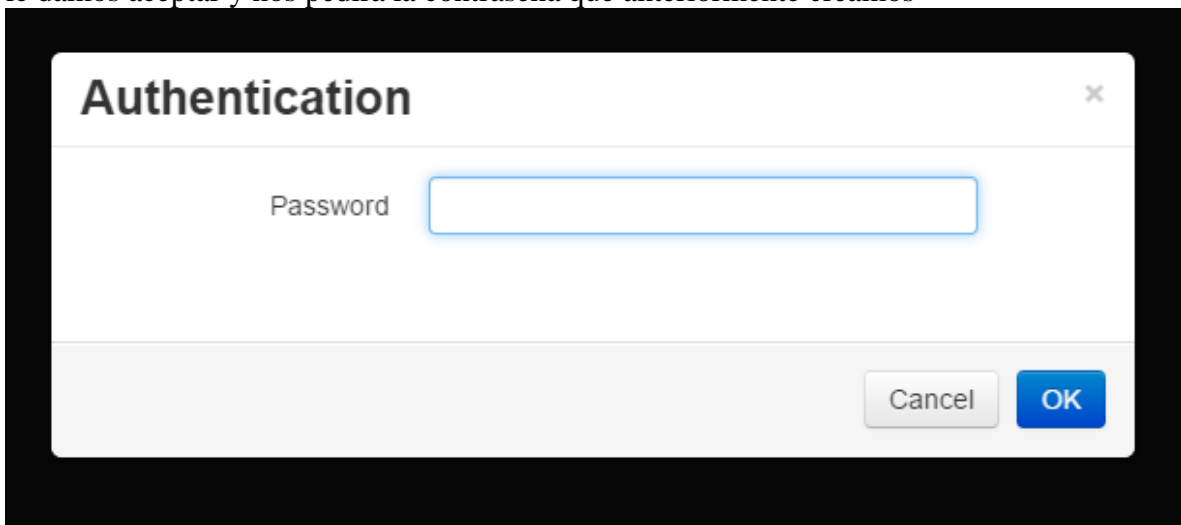
descargar vnc server en nuestra computadora, al ejecutar nos pedirá nuestra dirección ip, le damos intro.



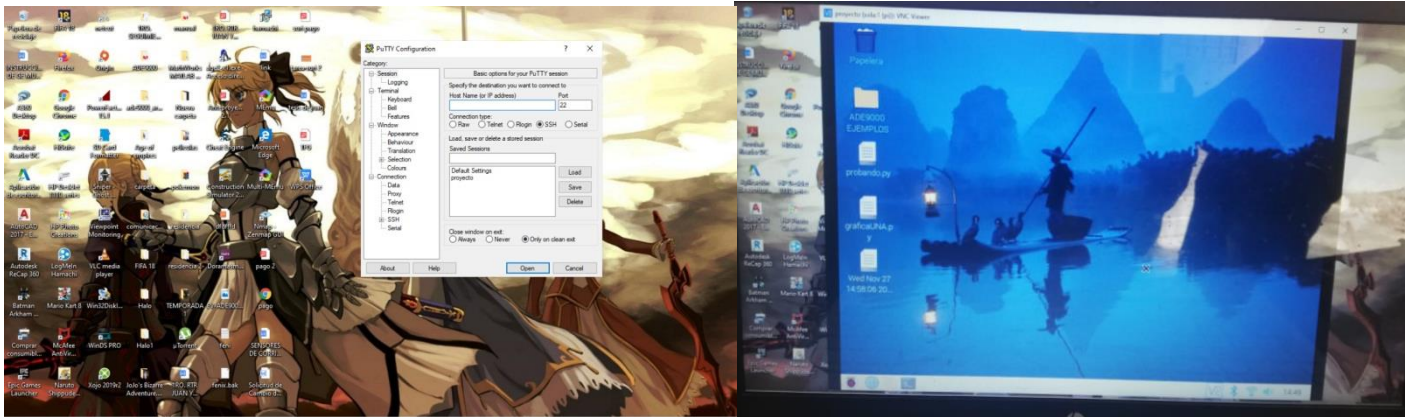
recibiremos un mensaje



le damos aceptar y nos pedirá la contraseña que anteriormente creamos



TENEMOS QUE IR A NUESTRO ORDENADOR Y EJECUTAR LA PLICACION QUE EL VNC SERVER NOS INSTALA POR DEFECTO, HAY CREAR UN NUEVO PROYECTO EN LA APLICACIÓN Y DESPUES de eso ya podremos iniciar sesión en la Raspberry desde nuestra computadora.



3.6 Base de datos en nuestra Raspberry

Ahora bien tenemos que crear nuestra base de datos en la Raspberry, para ello tenemos que programar en ella el siguiente código:

El arduino ira conectado en uno de los puertos USB de nuestra Raspberry, para después crear un serial de comunicación entre estas dos placas, con el fin de poder leer los datos analógicos a digitales, y guardarlas en la misma.

Esto lo logramos creando un código en python:

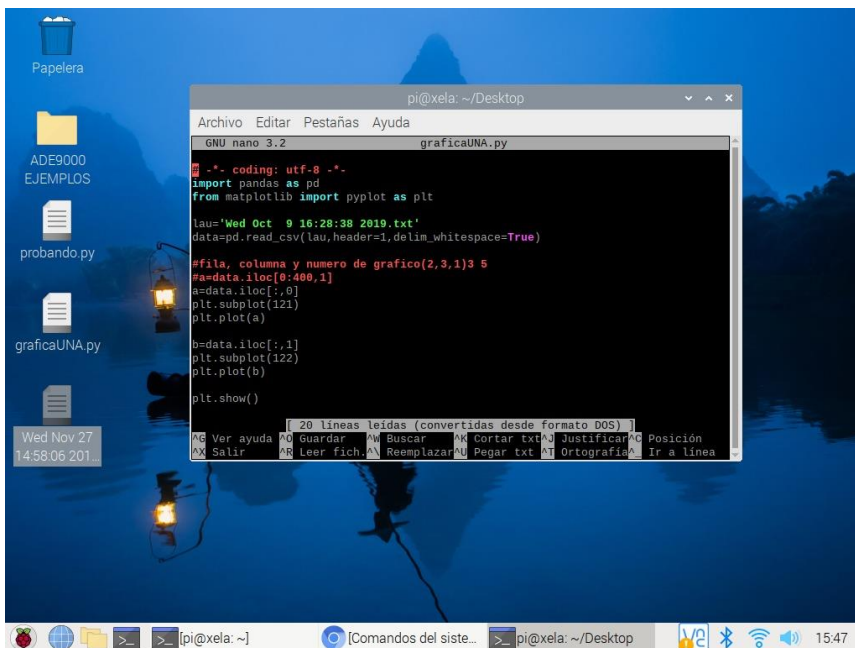
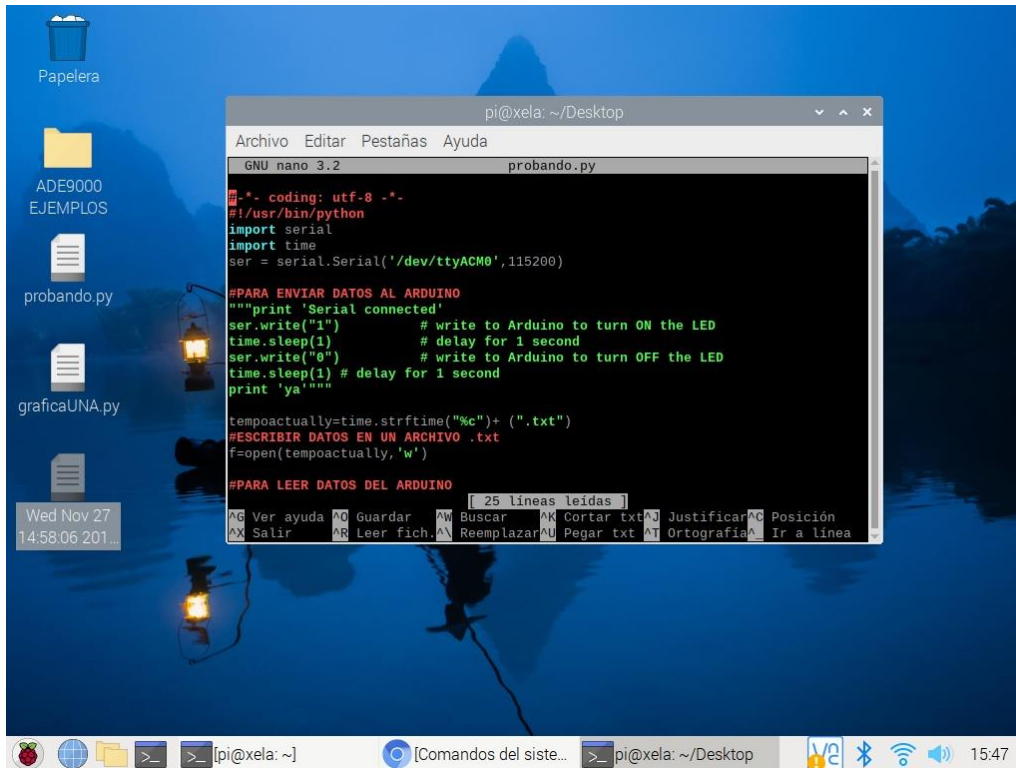
```

1 #-*- coding: utf-8 -*-
2 #!/usr/bin/python
3 import serial
4 import time
5 ser = serial.Serial('/dev/ttyACM0',115200)
6
7 #PARA ENVIAR DATOS AL ARDUINO
8 """print 'Serial connected'
9 ser.write("1") # write to Arduino to turn ON the LED
10 time.sleep(1) # delay for 1 second
11 ser.write("0") # write to Arduino to turn OFF the LED
12 time.sleep(1) # delay for 1 second
13 print 'ya'"""
14
15 tempoactually=time.strftime("%c")+ (".txt")
16 #ESCRIBIR DATOS EN UN ARCHIVO .txt
17 f=open(tempoactually,'w')
18
19 #PARA LEER DATOS DEL ARDUINO
20 while True:
21     R=ser.read()
22     f.write(R)
23     print(R)
24 f.close()

```

Shell
Python 3.7.3 (/usr/bin/python3)
>>>

y después instalar librerías en nuestra Raspberry para poder mandar a ejecutar el código con comandos desde nuestra pantalla CLI.



3.7 Conexión y lectura de datos por medio de matlab.

Necesitaremos descargar los paquetes de compatibilidad de Raspberry con matlab. Esto se hace directo en el programa matlab y con conexión a internet, vamos a la barra de herramientas damos clic en add-Ons nos desplegara opciones de las cuales seleccionaremos Get Hardware Support packages se abrirá una nueva ventana en donde nos aparecerán los

paquetes que necesitemos instalar en nuestro matlab y , pero en este caso solo instalaremos el paquete de datos para Raspberry, esperamos a que descargue e instale los paquetes, después nos pedirá elegir el modelo de la Raspberry y nos pedirá que tipo de conexión requerimos, en este caso elegimos inalámbrica o bien podríamos elegir de manera local ya que nuestros dispositivos están conectados por vida LAN por así decirlo terminamos la instalación, esperamos a que descargue y nos instale el paquete para poder leer los datos provenientes de la Raspberry.

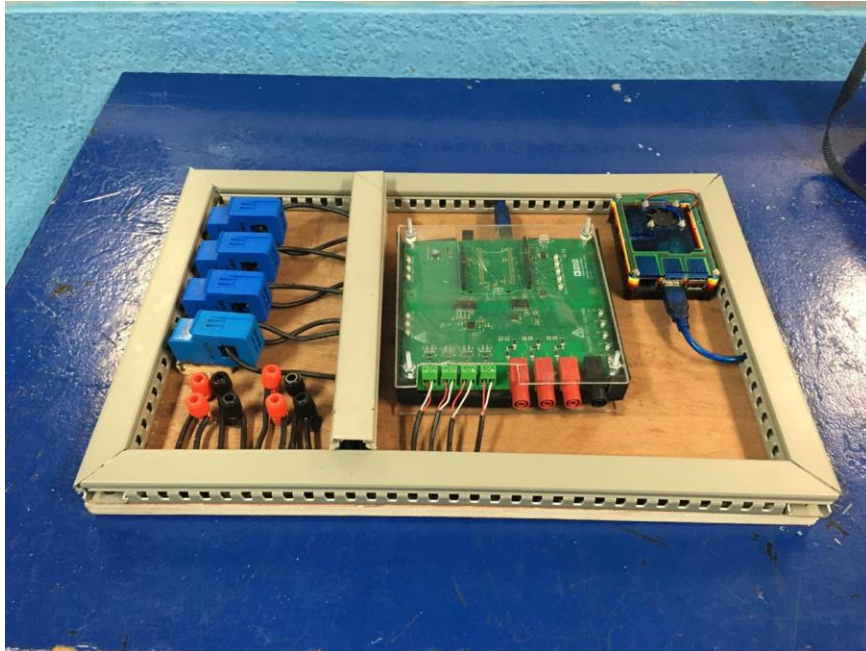
Ahora bien para poder leer y graficar nuestros datos tenemos que programar en matlab para que podamos realizar esta acción, y procederemos también a crear un GUIDE en donde se graficarán todos los resultados y claro también tendremos cálculos que nos faltan para poder tener un diagnóstico de calidad más completo.

El siguiente código es para poder leer los datos procedentes de nuestra Raspberry, en matlab

3.8 Modulo de practicas con PQM multilin

se instaló de acuerdo al manual de instalación que dejamos en el marco teórico, en donde se ven todas las especificaciones técnicas para su instalación y programación para poder operar correctamente el analizador.

Visualización del prototipo de medición



4 Resultado y conclusión

Las mediciones que realiza nuestro prototipo imprime las mediciones directamente en la pantalla de arduino, hace un primer registro con el que calcula potencia real, aparente y reactiva, después de imprimir estos datos empieza de nuevo el test por así decirlo y sigue imprimiendo datos.

```
COM4
18:09:30.898 ->
18:09:30.898 -> VA: 0   IA: 8   VB: 0   IC: FFFFFFFF   IC: FFFFFFFC   IN: FFFFFFFA
18:09:30.898 -> VA: 0   IA: 7   VB: 0   IB: FFFFFFFC   VC: FFFFFFFF   IC: FFFFFFFC   IN: FFFFFFFA Register: 1
18:09:30.898 -> AIRMS: 0
18:09:30.898 -> AVRMS: 0
18:09:30.898 -> AWATT: 0
18:09:31.002 ->
18:09:31.002 -> VA: 0   IA: 7   VB: 0   IB: FFFFFFFC   VC: FFFFFFFF   IC: FFFFFFFC   IN: FFFFFFFA
18:09:31.512 -> VA: 0   IA: 7   VB: 0   IB: FFFFFFFC   VC: FFFFFFFF   IC: FFFFFFFC   IN: FFFFFFFA
18:09:32.027 -> VA: 0   IA: 7   VB: 0   IB: FFFFFFFC   VC: FFFFFFFF   IC: FFFFFFFC   IN: FFFFFFFA
18:09:32.507 -> VA: 0   IA: 7   VB: 0   IB: FFFFFFFB   VC: FFFFFFFF   IC: FFFFFFFC   IN: FFFFFFFA
18:09:33.024 -> VA: 0   IA: 7   VB: 0   IB: FFFFFFFB   VC: FFFFFFFF   IC: FFFFFFFC   IN: FFFFFFFA
18:09:33.503 -> VA: 0   IA: 7   VB: 0   IB: FFFFFFFC   VC: FFFFFFFF   IC: FFFFFFFC   IN: FFFFFFFA
18:09:34.018 -> VA: 0   IA: 7   VB: 0   IB: FFFFFFFB   VC: FFFFFFFF   IC: FFFFFFFC   IN: FFFFFFFA
18:09:34.533 -> VA: 0   IA: 7   VB: 0   IB: FFFFFFFB   VC: FFFFFFFF   IC: FFFFFFFC   IN: FFFFFFFA
18:09:35.012 -> VA: 0   IA: 7   VB: 0   IB: FFFFFFFC   VC: FFFFFFFF   IC: FFFFFFFC   IN: FFFFFFFA
18:09:35.531 -> VA: 0   IA: 7   VB: 7   IB: FFFFFFFC   VC: FFFFFFFF   IC: FFFFFFFC   IN: FFFFFFFA
18:09:36.012 -> VA: 0   IA: 8   VB: 0   IB: FFFFFFFB   VC: FFFFFFFF   IC: FFFFFFFC   IN: FFFFFFFA
```

Por falta de disposición del laboratorio de ingeniería eléctrica no se pudo acceder a la fuente trifásica para poder calibrar la placa y por consiguiente hacer pruebas para poder ver la precisión de nuestro dispositivo, la gráfica en matlab me la muestra de la siguiente manera pero solo que no por la falta de los datos no logramos observar nada

Esta es la programación para crear el serial y poder visualizar los datos en un gráfico el mismo código se repite para las tres fases.

```
Command Window
fx >> Matlab_Arduino(500)
```

```

close all;
clc;
y=zeros(1,1000); %Vector donde se guardarán los datos

%Inicializo el puerto serial que utilizaré
delete(instrfind({'Port'},{'COM6'}));
puerto_serial=serial('COM6');
puerto_serial.BaudRate=9600;
warning('off','MATLAB:serial:fscanf:unsuccessfulRead');

%Abro el puerto serial
fopen(puerto_serial);

%Declaro un contador del número de muestras ya tomadas
contador_muestras=1;

%Creo una ventana para la gráfica
figure('Name','Serial communication: Matlab + Arduino. Mario Pérez Estes')
title('SERIAL COMMUNICATION MATLAB+ARDUINO');
xlabel('Número de muestra');
ylabel('Voltaje (V)');
grid on;
hold on;

%Bucle while para que tome y dibuje las muestras que queremos
while contador_muestras<=numero_muestras
    ylim([0 5.1]);
    xlim([contador_muestras-20 contador_muestras+5]);
    valor_potenciometro=fscanf(puerto_serial,'%d');
    y(contador_muestras)=(valor_potenciometro(1))*5/1024;
    plot(contador_muestras,y(contador_muestras),'X-r');
    drawnow
    contador_muestras=contador_muestras+1;
end

```

```
%Cierro la conexión con el puerto serial y elimino las variables
fclose(puerto_serial);
delete(puerto_serial);
clear all;

end
```

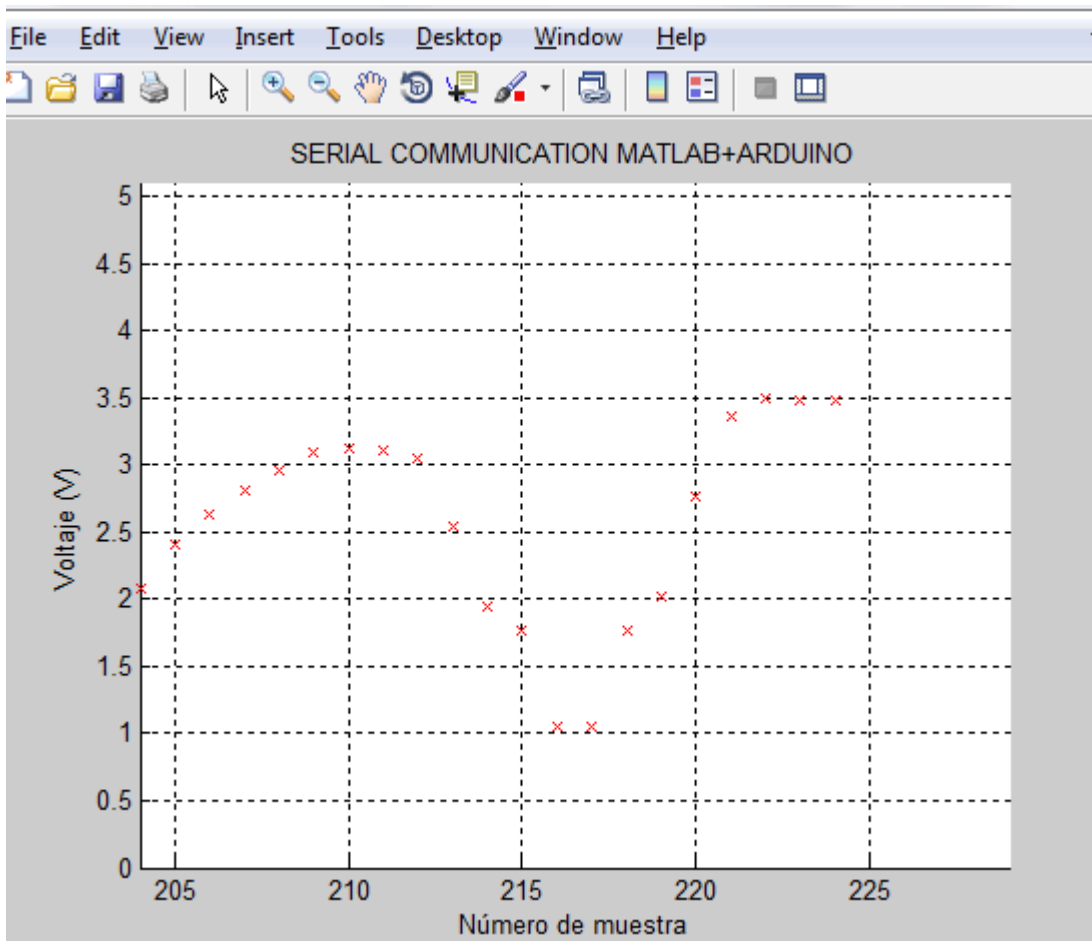
4.3 Conclusión

Los analizadores de redes con la gran mayoría de equipos de control trabajan y se conectan con transformadores de corriente desde la in hasta 5ª además de protegerlos con los fusibles de protección de los armónicos, son perjudiciales en el sistema eléctrico que hasta pueden quemar motores, se debe seguir procedimientos técnicos mencionados para solucionarlos es por ello que se recomienda los equipos necesarios para atenuarlos como por ejemplo filtros para armónicos etc. Ya que estos no se eliminan.

La calidad de la energía eléctrica de un tiempo a esta parte es un tema muy importante que se debe ser analizada para prevenir deterioros en las instalaciones eléctricas y equipos existe una gran variedad de analizadores de redes unos con mas aplicaciones que otros pero de igual manera nos ayuda a cuidar de nuestras instalaciones a travez de sus lecturas y parámetros eléctricos.

En este proyecto se construyo un analizador de calidad de la energia utilizando un circuito electrónico ADE900 que nos sirvió para recopilar información de la calidad de la energia, y diversos parámetros a medir desde factor de potencia, potencia activa, potencia aparente, voltaje, corriente, armónicos y a travez de desarrollar un software de visualización remota utilizando el circuito electrónico ADE900 para poder monitorear esos diversos parámetros de la calidad de la energia y asi pode comprender mas a fondo y de manera mas fácil obtener resultados de dicho monitoreo.

Esta es la grafica que podemos obtenr a pesar de que no tnenemos el voltaje bien registrado ya que solo logra obtener datos de una sola fase por que no pudimos hacer pruebas con la prueba trifasica ni los modulos de resistencias para crear nuestro circuito perfecto(fuente de voltaje precisa)(para poder calibrar la placa y asi poder medir correctamente, asiq eu se adjunta la grafica de la fase A en donde medimos una toma monifasica pero el dispositivo no logra poder medir de la mejor manera por no estar calibrada.



Conclusión

El proyecto se puede mejorar programando todo en la Raspberry y hacer nuestra interfaz gráfica en el mismo dispositivo y poder medir en tiempo real y de forma remota y hacer nuestro dispositivo más compacto de forma que se pueda instalar en pequeños espacios para poder dar un dictamen de calidad de las redes trifásicas, este prototipo no solo se puede aplicar a prácticas sino también a medir en campo, incluso se puede aplicar en transformadores de potencia tomando en cuenta que hay que hacer ciertas configuraciones para poder lograrlo.

Referencias

- [5] Diseño de un sistema de monitoreo de parámetros eléctricos en la empresa san miguel industrias pet s.a. – lima” Mendoza Segura, Joel Shakespeare, 2017 <http://repositorio.uch.edu.pe/bitstream/handle/uch/176/Mendoza-JS-tesis2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [4] Diseño y construcción de un sistema de visualización para el monitoreo de parámetros del vehículo eléctrico (EVEO)” Diego Haro, Oswaldo Naranjo, Mayra Sarzusa, Marzo del 2017. <http://ciecfie.epn.edu.ec/wss/VirtualDirectories/80/JIEE/historial/XXVII/Contenido/EMORIAS XXVII-70-77.pdf>
- [3] “Análisis del Monitoreo en Tiempo Real del Aislamiento Interno y Externo de Transformadores de Potencia e Intercambiadores de Tomas” Fernando Rubén Pullupax Masabanda, Luis Elías Tapia Calvupiña,2016. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4873/1/An%C3%A1lisis%20del%20Monitoreo%20en%20Tiempo%20Real.pdf>
- [2] “Diseño e implementación de un sistema de monitoreo remoto de parámetros eléctricos”, Janeth lucia lucio Anaguano, Ing. Rodolfo Gordillo Orquera, Ing. Wilson Yopez Vázquez <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/7438>
- [1]”Desarrollo de plataforma integral de monitoreo de parámetros eléctricos por medio inalámbrico” Ing. Fabio Vega Nieto, león, Guanajuato, Mexico mayo del 2017 <https://cio.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1002/207/1/17086.pdf>

Bibliografía

- (1) Referencias técnicas para la placa electrónica ADE9000 <https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADE9000.pdf>
- (2) Información general del producto <https://www.analog.com/en/products/ade9000.html#product-documentation>
- (3) Tesis que abarca algunos temas sobre calidad de la energía <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/15924>
- (4) información general sobre Raspberry <https://www.prometec.net/instalando-raspberry-pi/>
- (5) <http://electronicayciencia.blogspot.com/2016/11/conexion-gpio-de-raspberry-pi-3.html>
- (6) <https://hardzone.es/reviews/perifericos/analisis-raspberry-pi-3-modelo-b/>
- (7) <https://chollox.com/raspberry-pi-3/>
- (8) <https://es.mathworks.com/discovery/raspberry-pi-programming-matlab-simulink.html?requestedDomain=>
Estudio del comportamiento de las armónicas
- (9) <https://es.mathworks.com/help/signal/examples/analyzing-harmonic-distortion.html>
- (10) [http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Analisis Cuantitativo y Estadístico/vol4num10/Revista de An%C3%A1lisis Cuantitativo y Estad%C3%ADstico V4 N10 3.pdf](http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Analisis%20Cuantitativo%20y%20Estadistico/vol4num10/Revista%20de%20An%C3%A1lisis%20Cuantitativo%20y%20Estad%C3%ADstico%20V4%20N10%203.pdf)
- (11) http://circuitor.com/docs/procedimientos_sp.pdf
- (12) <http://eprints.uanl.mx/7617/1/1020115012.PDF>
- (13) SEÑALES Y SISTEMAS [M. J. ROBERTS](#), MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE MEXICO, métodos matemáticos para describir señales y sistemas.
- (14) Normativa https://www.cenam.mx/simposio2008/sm_2008/memorias/S5/SM2008-S5B2-1188.pdf
- (15) <https://lapem.cfe.gob.mx/normas/pdfs/c/L0000-70.pdf>
- (16) transformadores de corriente <https://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/medidores/transformadores-corriente.htm>
- (17) <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/tydee/modulooii.pdf>
- (18) <https://www.energynews.es/transformadores-de-corriente-de-nucleo-partido/>
- (19) <https://www.gegridsolutions.com/multilin/catalog/pqm.htm>
- (20) <https://www.manualslib.com/manual/1216900/Ge-Multilin-Pqm.html>
- (21) <http://www.swarthmore.edu/NatSci/echeeve1/Ref/phasors/phasors.html>
- (22) <https://es.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/3442-visualizing-phasors-an-animated-gui>

ANEXOS

<https://www.mcielectronics.cl/shop/product/arduino-mega-2560-r3-10231?search=Mega+2560>
<http://corporativoeficiencia.com/beneficios-de-realizar-un-analisis-de-calidad-de-energia/>