



ESPE

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

**DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y
COMPUTACIÓN**

**CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN
& AVIÓNICA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE:**

**TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

**TEMA: “CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE UNA
COMUNICACIÓN MODBUS TCP ENTRE EL PLC S7-1200 Y UN
MEDIDOR PAC3200 PARA LAS PRÁCTICAS DE
COMUNICACIÓN INDUSTRIAL”.**

AUTOR: CHANCOSI QUINATO, EDISON RAFAEL

DIRECTORA: Ing. María Mogro

LATACUNGA

2015

CERTIFICADO

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. **CHANCOSI QUINATOA EDISON RAFAEL**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA MENCION INSTRUMENTACIÓN Y AVIONICA**.

SRA. ING. MARÍA MOGRO
DIRECTORA DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, Agosto 2015.

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Chancosi Quinatoa Edison Rafael

DECLARO QUE:

El trabajo de grado denominado “**CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE UNA COMUNICACIÓN MODBUS TCP ENTRE EL PLC S7-1200 Y UN MEDIDOR SENTRON PAC3200 PARA LAS PRÁCTICAS DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL**”, ha sido desarrollado en base a una investigación científica, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de trabajo de grado en mención.

Latacunga, Agosto 2015.

Chancosi Quinatoa Edison Rafael.

C.I: 1717493710

DEDICATORIA

A dios por darme salud y fuerza para seguir adelante.

A mis padres “Rafael Chancosí y +María Beatriz Quinatoa” por los valores y principios inculcados. Por el sacrificio y apoyo incondicional durante todo el trayecto de mi carrera.

De igual manera a toda mi familia.

Edison Rafael Chancosí Quinatoa

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento infinito a la Universidad de las fuerzas Armadas (ESPE), y en especial a la Unidad de Gestión de Tecnologías.

Al Ing. Pablo Pilatásig por brindarme el apoyo en el desarrollo de este proyecto.

A mis amigos por guiarme y darme pautas para la culminación de este trabajo.

A mis padres, familiares y amigos por ayudarme a centrarme en mis objetivos y por el apoyo brindado para que este trabajo de graduación se haya realizado.

Gracias a todos

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICADO.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN	x
CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4 OBJETIVOS.....	2
1.4.1 Objetivo general.....	2
1.4.2 Objetivos específicos.....	2
1.5 ALCANCE.....	3
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Ethernet	4
2.2 Protocolo TCP.....	5
2.3 Modelo TCP/IP.....	6
2.4 Modbus	7
2.4.1 Características.....	8

2.4.2	Estructura Lógica.....	10
2.4.3	Protocolos.....	10
2.4.4	Modbus TCP.....	12
2.4.5	Mapa de direcciones Modbus	15
2.5	PLC S7 1200.....	16
2.5.1	Partes del PLC S7 1200.....	17
2.5.2	Almacenamiento de datos, áreas de memoria y direccionamiento	17
2.5.3	Acceso a los datos en las áreas de memoria de la CPU	18
2.6	TIA PORTAL	20
2.6.1	Apariencia homogénea	21
2.6.2	Inteligencia integrada	21
2.6.3	Máxima transparencia de datos	22
2.6.4	Soluciones reutilizables.....	22
2.7	Instrucciones Modbus TCP en PLC S7 1200.....	22
2.7.1	MB_CLIENT	22
2.8	Simatic HMI KTP600 mono Basic PN	25
2.8.1	Funcionalidad integrada.....	25
2.8.2	Características.....	26
2.9	Labview.....	27
2.10	OPC Server.....	27
2.11	SETRON PAC 3200.....	29
CAPÍTULO III		
IMPLEMENTACIÓN DE LA CUMINICACIÓN MODBUS TCP		32
3.1	Preliminares.....	32
3.2	Configuración del PAC 3200.....	32
3.2.1	Parámetros básicos	32

3.2.2	Conexión y configuración medición de voltaje	35	
3.2.3	Configuración medición de corriente.....	37	
3.2.4	Asignación de dirección IP.....	38	
3.3	Variables Modbus	38	
3.4	Comunicación Modbus TCP	40	
3.4.1	Creación del proyecto en TIA Portal	40	
3.4.2	Configuración del cliente TCP	44	
3.4.3	Creación de la interfaz en el panel táctil	47	
3.4.4	Creación de la interfaz en Labview	50	
CAPÍTULO IV			
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES			59
4.1	Conclusiones	59	
4.2	Recomendaciones	59	
GLOSARIO DE TÉRMINOS.			60
REFERENCIA BIBLIOGRAFÍA.....			61
ANEXOS.....			62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estructura de los datos en Modbus	16
Tabla 2. Memoria del proceso de las entradas.....	19
Tabla 3. Memoria del proceso de salidas	19
Tabla 4. Área de marcas	20
Tabla 5. Parámetros de la instrucción MB_CLIENT	23
Tabla 6. Borneas terminales del PAC 3200.....	30
Tabla 7. Tipos de conexiones.....	31
Tabla 8. Conexiones de alimentación.....	33
Tabla 9. Variables disponibles para medición Modbus.....	39
Tabla 10. Dirección de datos en el maestro	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pila TCP/IP	7
Figura 2. Estructura de Red Modbus	9
Figura 3. Versiones Modbus	11
Figura 4. Arquitectura de Modbus TCP	13
Figura 5. Encapsulamiento de la trama Modbus en TCP	14
Figura 6 Partes del PLC S7 1200.....	17
Figura 7. Gráfico OPC.....	28
Figura 8. Medidor multipropósito PAC 3200.....	30
Figura 9. Alimentación PAC 3200	33
Figura 10. Selección opción AJUSTES.....	34
Figura 11. Opción IDIOMA.....	34
Figura 12. Conexión 3P4W	35
Figura 13. Configurar entradas de tensión	36
Figura 14. Tipo de conexión 3P4W	36
Figura 15. Parámetros de entradas corriente.....	37
Figura 16. Selección de TC.....	38
Figura 17. Dirección IP del PLC.....	40
Figura 18. Dirección IP del panel táctil.....	41
Figura 19. Árbol del proyecto ModBus TCP.....	41
Figura 20. Agregar bloque de datos globales.....	42
Figura 21. Bloque de datos creado	42
Figura 22. Deshabilitar Acceso optimizado al bloque.....	43
Figura 23. Array de datos tipo real	43
Figura 24. Instrucción MB_CLIENT	44
Figura 25. Activar byte de marcas de ciclo.....	44
Figura 26. Parámetros MB_CLIENT	45
Figura 27. HMI con etiquetas de las variables	48
Figura 28. Selección variable del proceso.....	48
Figura 29. Selección dato del Va-b	49
Figura 30. Configuración del Campo E/S	49

Figura 31. HMI PAC 3200 con KTP 600.....	50
Figura 32. Ventana NI OPC Servers	51
Figura 33. Nombre del canal OPC	51
Figura 34. Ventana Device Driver	52
Figura 35. Ventana Network Interface.....	52
Figura 36. Asignar nombre de dispositivo	53
Figura 37. Selección del modelo del PLC	53
Figura 38. Dirección IP del PLC	54
Figura 39. Creación del Tag del voltaje Va-b	54
Figura 40. Tags para visualizar en Labview	55
Figura 41. Selección del enlace de datos.....	55
Figura 42. Seleccionar servidor DSTP	56
Figura 43. Selección del dispositivo de comunicación	56
Figura 44. Path de comunicación NI OPC.....	57
Figura 45. Indicador con comunicación OPC	57
Figura 46. HMI en Labview para PAC 3200	58

RESUMEN

El presente Trabajo de Graduación consiste en realizar una comunicación Modbus TCP entre el PLC S7 1200 CPU 1214C AC/DC/RLY y el medidor multipropósito SENTRON PAC 3200. Al PAC 3200 se le asignó la dirección la dirección IP 192.168.0.4 y el PLC puede tener cualquier dirección diferente al PAC 3200. El PLC se comporta como cliente TCP y el PAC como servidor TCP. El medidor multipropósito cuando se realiza la comunicación Modbus TCP tiene creado una tabla de variables cuya dirección inicia a partir de la 40002, de esa tabla el cliente TCP toma los datos para visualizarlos. El PLC S7 1200 con la ayuda de la instrucción MB_CLIENT guarda los primeros 35 datos de la tabla del servidor TCP en un bloque de datos globales, el mismo que contiene un array de 35 elementos. Los elementos del array son de tipo Real y sus direcciones son desde la 40002 hasta la 40070, cada elemento ocupa dos direcciones por ejemplo en la dirección 40002 y 40003 se encuentra el voltaje línea 1 neutro. Para visualizar los datos se empleó un panel táctil KTP 600 y Labview, en el panel se visualizaron 6 variables que son los voltajes de línea y las corrientes de línea, mientras que en Labview, se visualizan 11 variables las 6 que se visualizan en el panel KTP 600 más las tres potencias trifásicas, la frecuencia de línea y el factor de potencia. Para visualizar en Labview es por medio de NI OPC Server.

PALABRAS CLAVES

MODBUS TCP

PAC 3200

PLC

KTP 600

LABVIEW

ABSTRACT

Graduation This work is to perform a Modbus TCP communication between PLC S7 1200 CPU 1214C AC / DC / RLY and meter multipurpose PAC SENTRON PAC 3200. In 3200 he was assigned the IP address 192.168.0.4 address and PLC may be any different direction to the PAC 3200. The PLC acts as TCP client and TCP server PAC. The meter multipurpose when the Modbus TCP communication is done has created a table of variables whose address starts from 40002, in that table the TCP client takes the data for display. The PLC S7 1200 with the help of the instruction saves the first 35 MB_CLIENT table data TCP server global data block, the same that contains an array of 35 elements. The array elements are of type Real and their addresses are from 40002 to 40070, each element occupies two directions such as in the 40002 and 40003 address line 1 voltage is neutral. To view the data, a KTP 600 and Labview touch panel used in the panel 6 variables that are line voltages and line currents visualized while in Labview, 11 variables 6 displayed on the display panel KTP 600 over the three-phase power, line frequency and power factor. To view LabView is through NI OPC Server.

KEYWORDS

MODBUS TCP

PAC 3200

PLC

KTP 600

LABVIEW

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE UNA COMUNICACIÓN MODBUS TCP ENTRE EL PLC S7-1200 Y UN MEDIDOR PAC3200 PARA LAS PRÁCTICAS DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

1.1 ANTECEDENTES.

La Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE es un centro académico de formación tecnológica superior situado en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga; en la calle Xavier Espinoza y Av. Amazonas.

En el laboratorio de Instrumentación Virtual existen dispositivos de comunicación Profibus y Ethernet por tal motivo se desea completar la pirámide de comunicación en la carrera de electrónica implementando el protocolo **Modbus TCP**.

Por tal motivo es necesario que el laboratorio cuente con dicho modulo esto ayudara fundamentalmente para el desarrollo de habilidades, destrezas en los alumnos mediante esto adquirirán el aprendizaje significativo.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En el laboratorio de Máquinas Eléctricas y Control Industrial de la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de Fuerzas Armadas – ESPE, cuenta con dispositivos de comunicación Profibus y Ethernet, sin embargo se ha evidenciado que se necesita módulos de comunicación **Modbus TCP** para completar la pirámide de comunicación industrial.

Al dar una solución, los estudiantes podrán realizar prácticas que complementen su conocimiento teórico, lo cual puede favorecer a futuro en un mejor desempeño profesional.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Actualmente el avance tecnológico va desarrollando nuevos y mejores equipos e instrumentos en el campo de la comunicación industrial, es necesario que la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de Fuerzas Armadas – ESPE realice una optimización de sus laboratorios, ya que de este modo los estudiantes podrán adquirir mayores conocimientos prácticos, para complementar el conocimiento teórico impartido en las aulas, aspectos de vital importancia para brindar a futuro una educación de calidad.

Por todo lo anteriormente descrito, se evidencia la optimización de los laboratorios, ya que de esta manera se podrá mejorar el aprendizaje teórico-práctico de los Alumnos/as. Tomando en cuenta la disponibilidad económica, técnica, operacional u organizacional de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos y metas señaladas.

Mediante el protocolo Ethernet, se realizará una comunicación Modbus TCP entre el PLC S7 1200 y el medidor multipropósito PAC 3200 para prácticas de redes industriales.

1.4 OBJETIVOS.

1.4.1 Objetivo general.

Configurar y programar una comunicación Modbus TCP entre el PLC S7 1200 y el medidor PAC 3200 para las prácticas de comunicación industrial.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Indagar las características de los módulos de comunicación Modbus TCP.
- Configurar el PLC S7 1200 para que se comuniquen con el PAC 3200 mediante Modbus TCP.
- Realizar la programación de los PLCs S7 1200 mediante el Tia Portal.

1.5 ALCANCE.

Este proyecto está dirigido a la Carrera de Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica de la Universidad de Fuerzas Armadas-ESPE, para la asignatura de Automatización y Control de Procesos, brindando a los estudiantes los dispositivos para que puedan desarrollar prácticas del protocolo Modbus, lo que permitirá al estudiante obtener mayor experiencia en el campo práctico para posteriormente desempeñarse de mejor manera en el ámbito laboral, logrando contar con profesionales altamente capacitados y competitivos, capaces de contribuir con el desarrollo de nuestro país.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO.

2.1 Ethernet

Ethernet es la tecnología de red de área local más extendida en la actualidad, la norma IEEE 802.3 define las reglas para configurar una red Ethernet. Es una red CSMA/CD de banda base a 10 Mbps., que funciona con cableado coaxial fino y grueso, par trenzado y fibra óptica; como tecnología de red maneja dos aspectos:

- La física.
- La lógica.

La capa física y la capa de enlace de datos. La capa física describe las características físicas de la red y el hardware usado. Esta capa incluye: topología, hardware de transmisión, equipo usado, etc. (Galeon, 2014)

Ethernet es popular porque permite un buen equilibrio entre velocidad, costo y facilidad de instalación. Estos puntos fuertes, combinados con la amplia aceptación en el mercado y la habilidad de soportar virtualmente todos los protocolos de red populares, hacen a Ethernet la tecnología ideal para la red de la mayoría los usuarios de la informática actual.

En términos generales, Ethernet es un sistema para el transporte digital de datos a través de sistemas de cómputo local. Ethernet es una tecnología de transmisión de datos de alta velocidad que fue inventada en 1973. En 1980 Digital Equipment Corporation (DEC), Intel y Xerox, desarrollaron el hardware para Ethernet a 3 Mb, el cual ganó gran aceptación en el mundo de la computación.

Ethernet soporta una topología de bus y usa una canal compartido de comunicaciones, manejado por acceso multiple por senso de portadora con

detección de colisión (CSMA/CD). CSMA/CD no tiene manejo de control central de acceso al canal. Si una estación deseara transmitir a otro lado, tiene que esperar hasta que pueda adquirir el canal. Una vez adquirido este canal, la estación transmite por éste.

CSMA/CD: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection. Acceso múltiple por detección de portadora y colisión, es el medio de comunicación físico de Ethernet. Todos los dispositivos se conectan a la red y contienden igualmente para transmitir. Si un dispositivo descubre el signo de otro dispositivo que está transmitiendo, aborta la transmisión y lo reintenta después de una breve pausa.

2.2 Protocolo TCP

TCP (que significa Protocolo de Control de Transmisión) es uno de los principales protocolos de la capa de transporte del modelo TCP/IP. En el nivel de aplicación, posibilita la administración de datos que vienen del nivel más bajo del modelo, o van hacia él, (es decir, el protocolo IP). Cuando se proporcionan los datos al protocolo IP, los agrupa en datagramas IP, fijando el campo del protocolo en 6 (para que sepa con anticipación que el protocolo es TCP). TCP es un protocolo orientado a conexión, es decir, que permite que dos máquinas que están comunicadas controlen el estado de la transmisión.

Las principales características del protocolo TCP son las siguientes:

- TCP permite colocar los datagramas nuevamente en orden cuando vienen del protocolo IP.
- TCP permite que el monitoreo del flujo de los datos y así evita la saturación de la red.
- TCP permite que los datos se formen en segmentos de longitud variada para "entregarlos" al protocolo IP.
- TCP permite multiplexar los datos, es decir, que la información que viene de diferentes fuentes (por ejemplo, aplicaciones) en la misma línea pueda circular simultáneamente.

- Por último, TCP permite comenzar y finalizar la comunicación amablemente.

2.3 Modelo TCP/IP

Este modelo está basado en un modelo de referencia de cinco niveles. Todos los protocolos que pertenecen al conjunto de los protocolos TCP/IP se encuentran en los tres niveles superiores de este modelo. El nivel del modelo TCP/IP corresponde a uno o más niveles del modelo de referencia de conexión de sistemas abiertos (OSI) de siete niveles. (Marín Iturralde, 2012)

Nivel de Aplicación: Proporciona la comunicación entre procesos o aplicaciones de computadores separados. En este nivel se definen los protocolos de aplicación TCP/IP y como se conectan los programas de host a los servicios de nivel de transporte para utilizarlos en la red. Protocolos: HTTP, Telnet, FTP, TFTP, SNMP, DNS, SMTP, X Windows y otros protocolos de aplicación.

Nivel de Transporte: Proporciona un servicio de transferencia de datos extremo-a-extremo. Esta capa puede incluir mecanismos de seguridad. Oculta los detalles de la red, o redes subyacentes, a la capa de aplicación. Este nivel permite administrar las sesiones de comunicación entre equipos host. Define el nivel de servicio y estado de la conexión utilizada por el transportador de datos. Protocolos: TCP, UDP, RTP.

Nivel de Internet (Red): Esta capa está relacionada con el encaminamiento de los datos del computador origen al destino a través de una o más redes conectadas por dispositivos de encaminamiento. Este nivel se encarga de empaquetar los datos en datagrama IP, que contienen información de las direcciones de origen y destino utilizadas para reenviar los diagramas entre hosts y a través de redes. Realiza el enrutamiento de datagramas IP. Protocolos: IP, ICMP, ARP, RARP.

Nivel de acceso a la red (Enlace de Datos): Esta capa está relacionada con la interfaz lógica entre un sistema final y una subred.

Nivel Físico: En este nivel se especifica información detallada de cómo se envían físicamente los datos a través de la red, que incluye como se realiza la señalización eléctrica de los bits mediante los dispositivos de hardware que conectan directamente con un medio de red, como un cable coaxial, un cable de fibra óptica o un cable de cobre de par trenzado. Protocolo: Ethernet, Token Ring, FDDI, X.25, Frame Relay, RS-232, V.35



Figura 1. Pila TCP/IP

Fuente: (Marín Iturralde, 2012)

2.4 Modbus

Modbus es un protocolo de comunicaciones serie situado en el nivel 2 del Modelo OSI, desarrollado y publicado por Modicon para su gama de controladores lógicos programables (PLCs) en 1979. La designación Modbus

Modicon corresponde a una marca registrada por Gould Inc. Como en tantos otros casos, la designación no corresponde propiamente al estándar de red, incluyendo todos los aspectos desde el nivel físico hasta el de aplicación, sino a un protocolo de enlace. Puede, por tanto, implementarse con diversos tipos de conexión física y cada fabricante suele suministrar un software de aplicación propio, que permite parametrizar sus productos. (Barragan , 2013)

Su objeto es bien sencillo: La transmisión de información entre distintos equipos electrónicos conectados a un mismo bus. Existiendo en dicho bus un solo dispositivo maestro (Master) y varios equipos esclavos (Slaves) conectados(cliente/servidor), No hace falta más que echar un vistazo al mercado industrial actual para darse cuenta que, a día de hoy, el protocolo Modbus es el protocolo de comunicaciones más común utilizado en entornos industriales, sistemas de telecontrol y monitorización. Lo que implica de forma implícita que: tanto a nivel local como a nivel de red, en su versión TCP/IP, seguirá siendo uno de los protocolos de referencia en las llamadas Smart Grids, redes de sensores, telecontrol y un largo etc de sistemas de información que ya empiezan a asomar la cabeza en nuestro día a día.

En su origen estaba orientado a una conectividad a través de líneas serie como pueden ser RS-232 o RS-485, pero con el paso del tiempo han aparecido variantes como la Modbus TCP, que permite el encapsulamiento del Modbus serie en tramas Ethernet TCP/IP de forma sencilla. Esto sucede porque desde un punto de vista de la torre OSI, el protocolo Modbus se ubica en la capa de aplicación.

2.4.1 Características

2.4.1.1 Estructura de Red

Medio Físico

El medio físico de conexión puede ser un bus semidúplex (half duplex) (RS- 485 o fibra óptica) o dúplex (full duplex) (RS-422, BC 0-20mA o fibra óptica).

La comunicación es asíncrona y las velocidades de transmisión previstas van desde los 75 baudios a 19.200 baudios. La máxima distancia entre

estaciones depende del nivel físico, pudiendo alcanzar hasta 1200 m sin repetidores.

Acceso al Medio

La estructura lógica es del tipo maestro-esclavo, con acceso al medio controlado por el maestro. El número máximo de estaciones previsto es de 63 esclavos más una estación maestra.

Los intercambios de mensajes pueden ser de dos tipos:

- **Intercambios punto a punto**, que comportan siempre dos mensajes: una demanda del maestro y una respuesta del esclavo.
- **Mensajes difundidos**. Estos consisten en una comunicación unidireccional del maestro a todos los esclavos. Este tipo de mensajes no tiene respuesta por parte de los esclavos y se suelen emplear para mandar datos comunes de configuración, reset, etc.

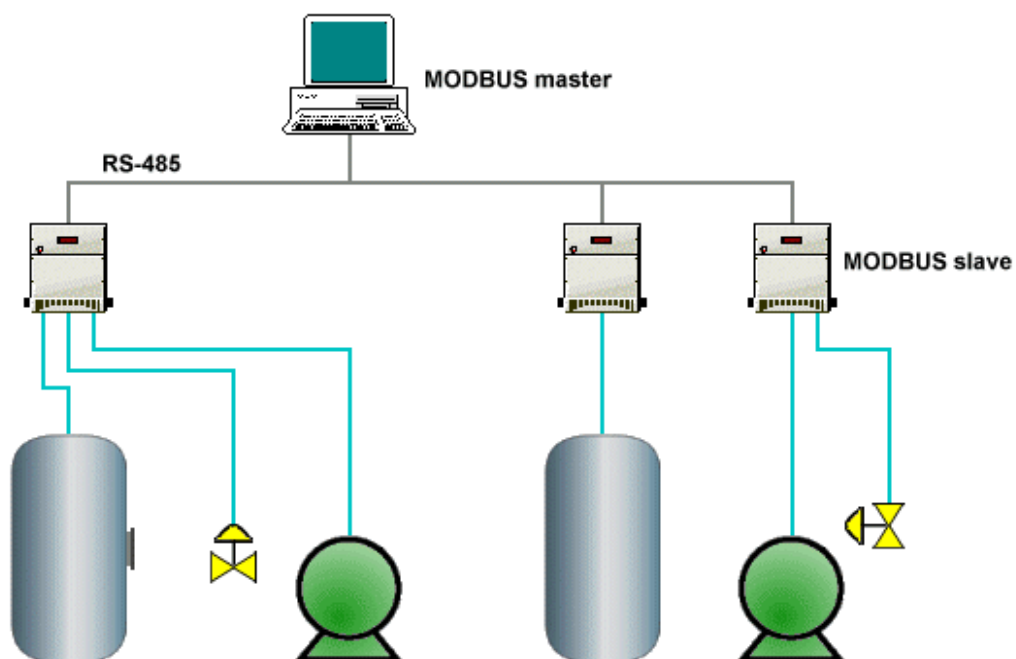


Figura 2. Estructura de Red Modbus

Fuente: (Barragan , 2013)

2.4.2 Estructura Lógica

El funcionamiento tiene una base muy sencilla: El Master (maestro) pregunta y los Slaves (esclavos) responden o actúan en función de lo que este diga.

El MODBUS siempre funciona con un maestro y uno o más esclavos, siendo el maestro quién controla en todo momento el inicio de la comunicación con los esclavos, solicitando información del resto de dispositivos conectados que ejercen como esclavos y son quienes suministran la información al primero, que según la especificación pueden ser hasta 247 en una misma red. El esclavo por otro lado se limita a retornar los datos solicitados por el maestro,

Cada esclavo debe tener una única dirección, así el maestro sabe con quién se debe comunicar.

- Cada esclavo tiene su propia dirección y se representa con un solo Byte, que puede ir desde 1 hasta 247. (Desde un punto de vista práctico, no pueden co-existir dos dispositivos esclavos con la misma dirección Modbus).
- El maestro siempre inicia la comunicación enviando un paquete de información bien estructurado a todos los esclavos, entre otras muchas cosas en la información se incluye el número del esclavo.
- El esclavo elegido responde, enviando lo que se le pide por medio también de un paquete de información bien estructurado.

2.4.3 Protocolos

Existen dos versiones principales: MODBUS RTU para la comunicación serial convencional, y MODBUS/TCP, que emplea Ethernet como medio físico de transmisión.

Funciones especialmente dignas de mención:

MODBUS RTU/ASCII

- Comunicación con 16 dispositivos (esclavos) por canal (hay disponibles 1 canal)

- Velocidad de transferencia de hasta 19,2 Kbps

MODBUS TCP/IP

- Comunicación con 64 dispositivos (esclavos) (empleando la función automática de comunicación)
- Velocidad de transferencia de 10/100 Mbaud

Los modos de transmisión definen como se envían los paquetes de datos entre maestros y esclavos, el protocolo MODBUS define dos principales modos de transmisión, con diferentes representaciones numéricas de los datos y detalles del protocolo ligeramente desiguales:

MODBUS RTU (Remote Terminal Unit). La comunicación entre dispositivos se realiza por medio de una representación binaria compacta de los datos.. Esta es la opción más usada del protocolo.

MODBUS ASCII (American Standard Code for Information Interchange). Es una representación legible del protocolo pero menos eficiente. La comunicación entre dispositivos se hace por medio de caracteres ASCII.

Ambas implementaciones del protocolo son serie. El formato RTU finaliza la trama con una suma de control de redundancia cíclica (CRC), mientras que el formato ASCII utiliza una suma de control de redundancia longitudinal (LRC).

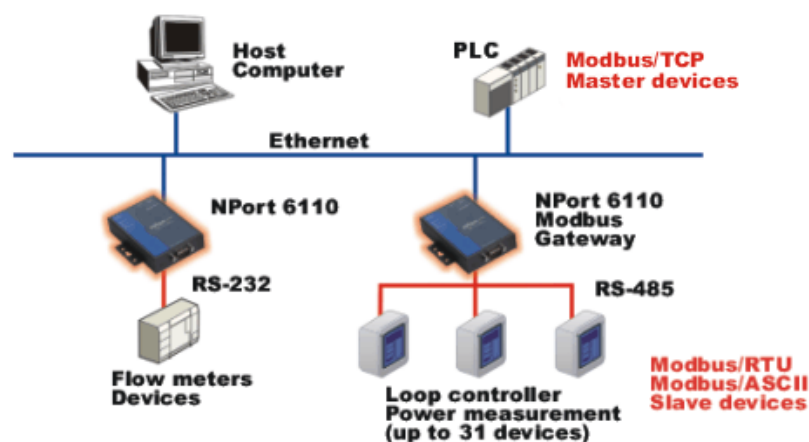


Figura 3. Versiones Modbus

Fuente: (Barragan , 2013)

2.4.4 Modbus TCP

Es una versión del protocolo Modbus que permite la implementación de este protocolo sobre redes Ethernet i, en consecuencia, aumenta el grado de conectividad. Es muy semejante al formato RTU, pero estableciendo la transmisión mediante paquetes TCP/IP (puerto del sistema 502, identificador asa-appl-proto). Esta “versión” del protocolo encapsula la trama base del protocolo Modbus en la capa de aplicación TCP/IP de forma sencilla. (Barragan , 2013)

De este modo, Modbus-TCP se puede utilizar en Internet, de hecho, este fue uno de los objetivos que motivó su desarrollo (la especificación del protocolo se ha remitido a la IETF=Internet Engineering Task Force).

En la práctica, un dispositivo instalado en Europa podría ser direccionado desde EEUU o cualquier otra parte del mundo.

Las ventajas para los instaladores o empresas de automatización son innumerables:

- Realizar reparaciones o mantenimiento remoto desde la oficina utilizando un PC, reduciendo así los costes y mejorando el servicio al cliente.
- El ingeniero de mantenimiento puede entrar al sistema de control de la planta desde su casa, evitando desplazamientos.
- Permite realizar la gestión de sistemas distribuidos geográficamente mediante el empleo de las tecnologías de Internet/Intranet actualmente disponibles.

MODBUS® TCP/IP se ha convertido en un estándar industrial de facto debido a su simplicidad, bajo coste, necesidades mínimas en cuanto a componentes de hardware, y sobre todo a que se trata de un protocolo abierto.

En la actualidad hay cientos de dispositivos MODBUS® TCP/IP disponibles en el mercado. Se emplea para intercambiar información entre

dispositivos, así como monitorizarlos y gestionarlos. También se emplea para la gestión de entradas/salidas distribuidas, siendo el protocolo más popular entre los fabricantes de este tipo de componentes.

La combinación de una red física versátil y escalable como Ethernet con el estándar universal de interredes TCP/IP y una representación de datos independiente de fabricante, como MODBUS®, proporciona una red abierta y accesible para el intercambio de datos de proceso.

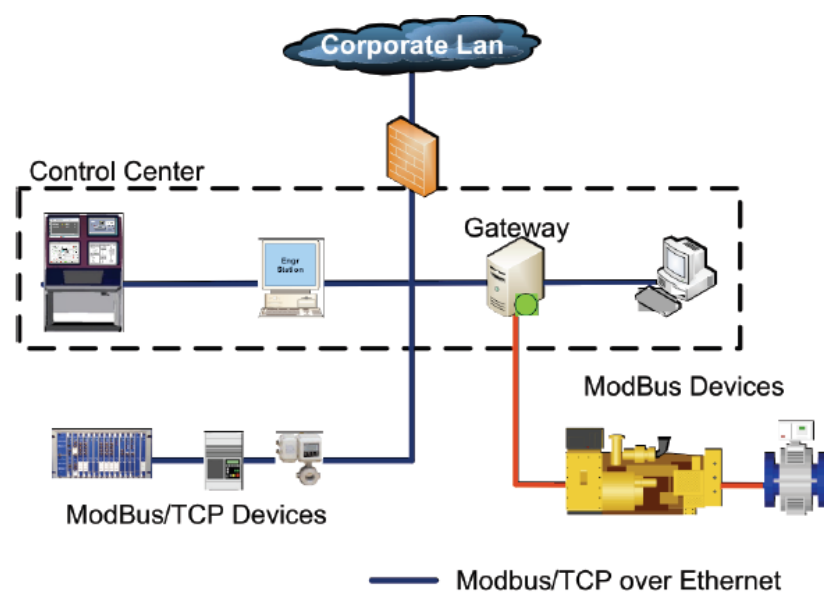


Figura 4. Arquitectura de Modbus TCP

Fuente: (Barragan , 2013)

2.4.4.1 Protocolo ModBus TCP

Modbus/TCP simplemente encapsula una trama Modbus en un segmento TCP. TCP proporciona un servicio orientado a conexión fiable, lo que significa que toda consulta espera una respuesta.

Esta técnica de consulta/respuesta encaja perfectamente con la naturaleza Maestro/Esclavo de Modbus, añadido a la ventaja del determinismo que las redes Ethernet conmutadas ofrecen a los usuarios en la industria. El empleo del protocolo abierto Modbus con TCP proporciona

una solución para la gestión desde unos pocos a decenas de miles de nodos.

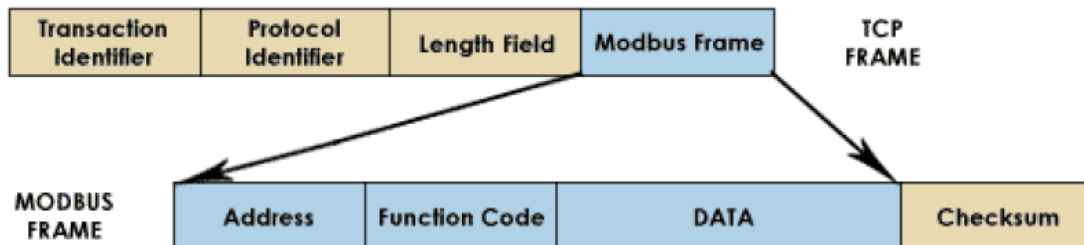


Figura 5. Encapsulamiento de la trama Modbus en TCP

Fuente: (Barragan , 2013)

2.4.4.2 Prestaciones de un sistema Modbus TCP/IP

Las prestaciones dependen básicamente de la red y el hardware. Si se usa MODBUS® TCP/IP sobre Internet, las prestaciones serán las correspondientes a tiempos de respuesta en Internet, que no siempre serán las deseables para un sistema de control. Sin embargo pueden ser suficientes para la comunicación destinada a depuración y mantenimiento, evitando así desplazamientos al lugar de la instalación.

Si disponemos de una Intranet de altas prestaciones con conmutadores Ethernet de alta velocidad, la situación es totalmente diferente.

En teoría, MODBUS® TCP/IP, transporta datos hasta $250/(250+70+70)$ o alrededor de un 60% de eficiencia cuando se transfieren registros en bloque, y puesto que 10 Base T proporciona unos 1.25 Mbps de datos, la velocidad de transferencia de información útil será:

$$1.25M / 2 * 60\% = 360000 \text{ registros por Segundo}$$

En 100BaseT la velocidad es 10 veces mayor.

Esto suponiendo que se están empleando dispositivos que pueden dar servicio en la red Ethernet aprovechando todo el ancho de banda disponible.

En los ensayos prácticos realizados por by Schneider Automation utilizando un PLC Ethernet Momentum™ con entradas/salidas Ethernet, demostró que se podían escanear hasta 4000 bloques I/O por segundo, cada uno con hasta 16 I/O analógicas de 12-bits o 32 I/O digitales (se pueden actualizar 4 bases por milisegundo). Aunque estos resultados están por debajo del límite teórico calculado anteriormente, pero debemos recordar que el dispositivo se probó con una CPU de baja velocidad (80186 a 50MHz con 3 MIPS).

Además, el abaratamiento de los ordenadores personales y el desarrollo de redes Ethernet cada vez más rápidas, permite elevar las velocidades de funcionamiento, a diferencia de otros buses que están inherentemente limitados una sola velocidad.

2.4.5 Mapa de direcciones Modbus

El protocolo Modbus, en su versión original, soporta 4 tipos de datos:

Salidas digitales (direcciones 0001-09999): son salidas físicas discretas. Requieren un bit que puede tomar los valores 0 o 1 y permiten acceso de escritura.

Entradas digitales (direcciones 10001-19999): son entradas físicas discretas. Requieren un bit que puede tomar los valores 0 o 1 y permiten acceso de escritura/lectura.

Entradas analógicas (direcciones tipo 30001-39999): son entradas físicas analógicas que funcionan con registros de 16 bits y que permiten acceso de escritura.

Salidas analógicas (direcciones 40001-49999): se trata de salidas físicas analógicas o registros internos del equipo. También conocidas con el nombre de holding registers. Registros de 16 bits que permiten acceso de lectura y de escritura.

Tabla 1.**Estructura de los datos en Modbus**

Tipo de Datos	Tipo de Acceso	Rango de Memoria
Salidas Digitales	Escritura	00001-09999
Entradas Digitales	Escritura / Lectura	10001-19999
Entradas Analógicas	Escritura	30001-39999
Registros de memoria	Escritura / Lectura	40001-49999

2.5 PLC S7 1200

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización.

Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones. (Siemens, Controlador Programable S7 1200, 2009)

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC.

Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

La CPU incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET. Los módulos de comunicación están disponibles para la comunicación en redes RS485 o RS232.

2.5.1 Partes del PLC S7 1200

Los diferentes modelos de CPUs ofrecen una gran variedad de funciones y prestaciones que permiten crear soluciones efectivas destinadas a numerosas aplicaciones.

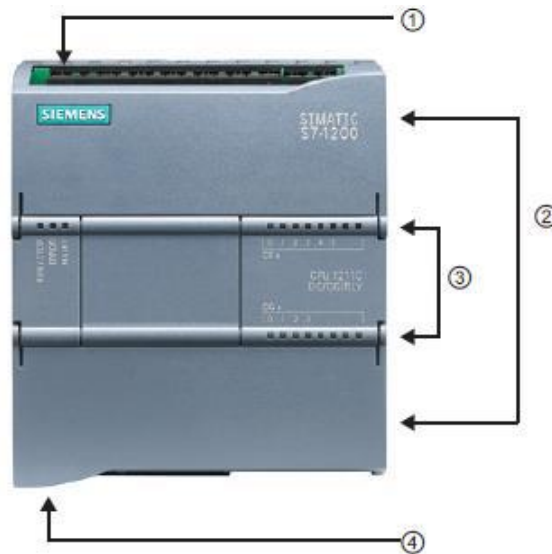


Figura 6 Partes del PLC S7 1200

Fuente: (Siemens, Controlador Programable S7 1200, 2009)

- ① Conector de corriente
- ② Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas)
- ② Ranura para Memory Card (debajo de la tapa superior)
- ③ LEDs de estado para las E/S integradas
- ④ Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU)

2.5.2 Almacenamiento de datos, áreas de memoria y direccionamiento

La CPU ofrece varias opciones para almacenar datos durante la ejecución del programa de usuario:

Memoria global: La CPU ofrece distintas áreas de memoria, incluyendo entradas (I), salidas (Q) y marcas (M). Todos los bloques lógicos pueden acceder sin restricción alguna a esta memoria.

Bloque de datos (DB): Es posible incluir DBs en el programa de usuario para almacenar los datos de los bloques lógicos. Los datos almacenados se conservan cuando finaliza la ejecución del bloque lógico asociado. Un DB "global" almacena datos que pueden ser utilizados por todos los bloques lógicos, mientras que un DB instancia almacena datos para un bloque de función (FB) específico y está estructurado según los parámetros del FB.

Memoria temporal: Cada vez que se llama un bloque lógico, el sistema operativo de la CPU asigna la memoria temporal o local (L) que debe utilizarse durante la ejecución del bloque. Cuando finaliza la ejecución del bloque lógico, la CPU reasigna la memoria local para la ejecución de otros bloques lógicos.

A los datos de la mayoría de las áreas de memoria (I, Q, M, DB y L) se puede acceder como bytes, palabras o palabras dobles utilizando el formato "dirección de byte". Para acceder a un byte, una palabra o una palabra doble de datos en la memoria, la dirección debe especificarse de forma similar a la dirección de un bit. Esto incluye un identificador de área, el tamaño de los datos y la dirección de byte inicial del valor de byte, palabra o palabra doble. Los designadores de tamaño son B (byte), W (palabra) y D (palabra doble), p. ej. IB0, MW20 ó QD8. Las direcciones tales como I0.3 y Q1.7 acceden a la memoria imagen de proceso. Para acceder a la entrada o salida física es preciso añadir ":P" a la dirección (p. ej. I0.3:P, Q1.7:P o "Stop:P"). (Siemens, Controlador Programable S7 1200, 2009)

2.5.3 Acceso a los datos en las áreas de memoria de la CPU

I (memoria imagen de proceso de las entradas): La CPU consulta las entradas de periferia (físicas) inmediatamente antes de ejecutar el OB de ciclo en cada ciclo y escribe estos valores en la memoria imagen de proceso de las entradas. A la memoria imagen de proceso de las entradas se puede acceder en formato de bit, byte, palabra o palabra doble. Aunque se

permiten accesos de lectura y escritura, generalmente sólo se leen las entradas de la memoria imagen de proceso.

Tabla 2.

Memoria del proceso de las entradas

Bit	M[dirección de byte][dirección de bit]	IO.1
Byte, palabra, palabra doble	M[tamaño][dirección de byte inicial]	IB4, IW5, ID12

Q (memoria imagen de proceso de las salidas): La CPU copia los valores almacenados en la imagen de proceso de las salidas en las salidas físicas. A la memoria imagen de proceso de las salidas se puede acceder en formato de bit, byte, palabra o palabra doble. Se permiten accesos de lectura y escritura a la memoria imagen de proceso de las salidas.

Tabla 3.

Memoria del proceso de salidas

Bit	Q[dirección de byte][dirección de bit]	Q1.1
Byte, palabra, palabra doble	M[tamaño][dirección de byte inicial]	QB5, QW10, QD40

M (área de marcas): El área de marcas (memoria M) puede utilizarse para relés de control y datos para almacenar el estado intermedio de una operación u otra información de control. Al área de marcas se puede acceder en formato de bit, byte, palabra o palabra doble. Se permiten accesos de lectura y escritura al área de marcas.

Tabla 4.

Área de marcas

Bit	M[dirección de byte][dirección de bit]	M26.7
Byte, palabra, palabra doble	M[tamaño][dirección de byte inicial]	MB20,MW30,MD50

Temp (memoria temporal): La CPU asigna la memoria temporal según sea necesario. La CPU asigna la memoria temporal al bloque lógico cuando éste se inicia (en caso de un OB) o se llama (en caso de una FC o un FB). La asignación de la memoria temporal a un bloque lógico puede reutilizar las mismas posiciones de memoria temporal usadas anteriormente por un OB, FC o FB diferente. La CPU no inicializa la memoria temporal durante la asignación. Por lo que esta memoria puede contener un valor cualquiera. La memoria temporal es similar al área de marcas, con una excepción importante: el área de marcas tiene un alcance "global", en tanto que la memoria temporal tiene un alcance "local".

DB (bloque de datos): Los bloques de datos se utilizan para almacenar diferentes tipos de datos, incluyendo el estado intermedio de una operación u otros parámetros de control de FBs, así como estructuras de datos requeridas para numerosas instrucciones, p. ej. temporizadores y contadores. Es posible determinar que un bloque de datos sea de lectura/escritura o de sólo lectura. A los bloques de datos se puede acceder en formato de bit, byte, palabra o palabra doble. A los bloques de datos que se pueden leer y escribir se permiten accesos de lectura y escritura. A los bloques de datos de sólo lectura se permiten sólo los accesos de lectura.

2.6 TIA PORTAL

Tía portal realiza conversiones implícitas de tipos de datos en las instrucciones en las que tipos de datos más pequeños (como SInt o Byte) se

convierten automáticamente a tipos de datos más grandes (como DInt, DWord, Real o LReal). (Siemens, Controlador Programable S7 1200, 2009)

Por ejemplo, un valor entero (Int) se convertirá automáticamente a entero doble (DInt) o a Real por una instrucción que esté configurada para utilizar DInt o Real. No hace falta utilizar una instrucción adicional de conversión para convertir el valor.

Para la ingeniería de un sistema de automatización se ha popularizado varias herramientas de configuración. Gracias al framework de ingeniería que ofrece el Portal de Totally Integrated Automation (TIA Portal) prácticamente desaparecen las fronteras entre estos productos de software. En el futuro, este framework será la base de todos los sistemas de ingeniería para la configuración, programación y puesta en marcha de autómatas/controladores (PLC), sistemas de supervisión / pantallas y accionamientos incluidos en Totally Integrated Automation. Un auténtico hito Totally Integrated Automation Portal reúne todas las herramientas de software de automatización dentro de un único entorno de desarrollo. Con el primer software de la industria con un solo entorno de ingeniería, TIA Portal supone un hito en el desarrollo de software. Un proyecto de software único para todas las tareas de automatización.

2.6.1 Apariencia homogénea

El framework de ingeniería común en el que están integrados los productos de Software unifica todas las funciones comunes, incluso en lo relativo a su representación en la pantalla. La unificación del manejo de distintos editores facilita la tarea de aprendizaje y permite al usuario concentrarse en lo esencial de su trabajo.

2.6.2 Inteligencia integrada

Editores inteligentes muestran de modo contextualizado justo lo que el usuario necesita en el momento para la tarea que esté realizando: funciones, propiedades, librerías, etc. El método de la pantalla partida permite tener abiertos varios editores a la vez e intercambiar datos entre ellos. Este

intercambio de datos se ejecuta con facilidad mediante la función “Arrastrar y colocar”.

2.6.3 Máxima transparencia de datos

Sólo es necesario introducir una vez los datos cuando se utilizan en distintos editores y para sistemas de destino diferentes. Gracias a la gestión de datos centralizada y orientada al objeto que ofrece el TIA Portal, los datos de aplicación modificados se actualizan automáticamente para todos los equipos (PLC y HMI) implicados en el proyecto. La base de datos compartida garantiza una consistencia absoluta en todo el proyecto de automatización.

2.6.4 Soluciones reutilizables

En librerías claramente estructuradas se administran bloques de programa incluidos en el suministro o creados por el propio usuario, así como equipos y módulos ya configurados.

En el TIA Portal también se pueden reutilizar bloques o proyectos enteros, creados con versiones anteriores de los productos de software integrados en el TIA Portal. La reutilización reduce el trabajo de ingeniería y, al mismo tiempo, incrementa la calidad del sistema de automatización.

2.7 Instrucciones Modbus TCP en PLC S7 1200

2.7.1 MB_CLIENT

La instrucción "MB_CLIENT" permite la comunicación como cliente Modbus TCP a través de la conexión PROFINET de la CPU S7-1200. Para utilizar esta instrucción no se requiere ningún módulo de hardware adicional. La instrucción "MB_CLIENT" permite establecer una conexión entre el cliente y el servidor, enviar peticiones y recibir respuestas y controlar la desconexión del servidor Modbus TCP.

Tabla 5.

Parámetros de la instrucción MB_CLIENT

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Descripción
REQ	Input	BOOL	Petición de comunicación con el servidor Modbus TCP con flanco ascendente. Con la petición de comunicación se bloquea el DB de instancia para otros clientes. Las modificaciones de los parámetros de entrada no se hacen efectivas hasta que no hay respuesta del servidor o hasta que no se devuelve un mensaje de error. Si durante una consulta en curso se vuelve a activar el parámetro REQ, a continuación no se ejecutarán más transferencias.
DISCONNECT	Input	BOOL	Mediante este parámetro se controla el establecimiento de la conexión y la desconexión con el servidor Modbus: <ul style="list-style-type: none"> • 0: Establecer una conexión de comunicación con la dirección IP y número de puerto especificados. • 1: Deshacer la conexión. Durante la desconexión no se ejecuta ninguna otra función. Tras deshacer la conexión correctamente, el parámetro STATUS devuelve el valor 7003. Si el parámetro REQ está activado mientras se establece la conexión, la consulta se envía de inmediato.
CONNECT_ID	Input	UINT	ID unívoca para identificar la conexión. A cada instancia de las instrucciones "MB_CLIENT" y "MB_SERVER" debe asignársele una ID de conexión unívoca.
IP_OCTET_1	Input	USINT	1. Octeto de la dirección IP* del servidor

Continúa 

			Modbus TCP.
IP_OCTET_2	Input	USINT	2. Octeto de la dirección IP* del servidor Modbus TCP.
IP_OCTET_3	Input	USINT	3. Octeto de la dirección IP* del servidor Modbus TCP.
IP_OCTET_4	Input	USINT	4. Octeto de la dirección IP* del servidor Modbus TCP.
IP_PORT	Input	UINT	Número de IP y puerto del servidor con el que el cliente establece la conexión y con el que se comunica mediante el protocolo TCP/IP (valor estándar: 502).
MB_MODE	Input	USINT	Selección del modo de petición (lectura, escritura o diagnóstico).
MB_DATA_ADDR	Input	UDINT	Dirección inicial de los datos a los que accede la instrucción "MB_CLIENT".
DATA_LEN	Input	UINT	Longitud de datos: Número de bits o palabras para el acceso a los datos (ver "Parámetros MB_MODE y MB_DATA_ADDR": longitud de datos).
MB_DATA_PTR	InOut	VARIANT	Puntero al registro de datos Modbus: El registro es un búfer para los datos recibidos desde el servidor Modbus o que se van a enviar al servidor Modbus. El puntero debe remitir a un bloque de datos global con acceso estándar. El número de bits direccionados debe ser divisible entre 8.
DONE	Out	BOOL	El bit del parámetro de salida DONE se pone a "1" en cuanto se ha ejecutado sin errores la última petición.
BUSY	Out	BOOL	<ul style="list-style-type: none"> • 0: No se está ejecutando ninguna petición de "MB_CLIENT " • 1: Petición de "MB_CLIENT " en ejecución
ERROR	Out	BOOL	<ul style="list-style-type: none"> • 0: Ningún error • 1: Con errores. La causa del error se indica mediante el parámetro STATUS.

STATUS	Out	WORD	Código de error de la instrucción.
* Componente de 8 bits de longitud de la dirección IP IPv4 de 32 bits del servidor Modbus TCP.			

2.8 Simatic HMI KTP600 mono Basic PN

La visualización permite mejorar considerablemente la calidad del proceso incluso en máquinas compactas o aplicaciones de pequeño alcance. Hasta ahora muchas veces se renunciaba a esta posibilidad de manejo y visualización por razones de precio. Los Basic Panels de SIMATIC HMI ofrecen funciones HMI básicas a un precio muy interesante, lo que abre nuevas posibilidades para el sector de la construcción de maquinaria. (SIEMENS AG, 2011)

Han sido diseñados para operar a la perfección con el nuevo controlador SIMATIC S7-1200. La gama SIMATIC HMI Basic Panels puede adaptarse a la perfección a las necesidades específicas de visualización: potencia y funcionalidad optimizada, gran variedad de tamaños de pantallas y un montaje sencillo que facilita la ampliación.

Se configuran intuitivamente en el TIA Portal con el software escalable SIMATIC WinCC. Se obtiene una elevada eficiencia de ingeniería al utilizar otros componentes de la gama de la Totally Integrated Automation, por ejemplo: los controladores SIMATIC. Gracias a la perfecta interacción con STEP 7, ya no es necesario introducir varias veces los mismos datos y se garantiza una máxima coherencia.

2.8.1 Funcionalidad integrada

Todos los Basic Panels ofrecen la misma funcionalidad, sea cual sea el tamaño de la pantalla, estos equipos permiten utilizar el sistema de alarmas, la administración de recetas, las funciones de curvas, tendencias y cambio de idioma.

SIMATIC HMI Panels:

- SIMATIC HMI Confort Panels:

La opción ideal para aplicaciones exigentes.

- SIMATIC HMI Basic Panels:

Funciones básicas para aplicaciones HMI sencillas.

- SIMATIC HMI Mobile Panels:

Máxima movilidad en el manejo y la visualización.

- SIMATIC HMI Key Panels:

Paneles de mando pre configurados y listos para montar.

También es posible administrar los usuarios en función de las necesidades de los diferentes sectores, por ejemplo para la autenticación mediante nombre de usuario y contraseña.

2.8.2 Características

Teclas de función

Además del manejo táctil, los equipos de 4", 6" y 10" están provistos de teclas de función configurables, a las que pueden asignarse funciones de manejo individuales dependiendo de la pantalla seleccionada. Además, estas teclas ofrecen un feedback táctil para una mayor comodidad de uso y seguridad de manejo.

Diseño robusto para entornos rudos

Con el grado de protección IP65 (en el lado frontal), los Basic Panels de SIMATIC HMI también son aptos para su empleo en entornos rudos.

Las teclas ofrecen respuesta táctil y pueden manejarse fácilmente con guantes.

Capacidad de actualización garantizada

Los proyectos creados con WinCC V11 para un Basic Panel se pueden transferir sin problemas a equipos más potentes, como un Comfort Panel, un Mobile Panel o un PC. De este modo, después de una actualización es posible seguir utilizando los proyectos ya existentes e incluso continuar completándolos.

Interacción perfecta con SIMATIC S7-1200

Los Basic Panel tienen múltiples aplicaciones. Un caso en el que se genera claramente un alto valor añadido es la visualización de aplicaciones de un controlador compacto modular S7-1200. El nuevo sistema de ingeniería SIMATIC STEP 7 Basic contiene automáticamente WinCC Basic V11 en su volumen de suministro. El marco común de ingeniería Totally Integrated Automation Portal permite una ingeniería integrada para Basic Panels y controladores S7-1200. La clave de su increíble facilidad de uso y su eficacia en ingeniería son los editores orientados a tareas y de manejo intuitivo.

2.9 Labview

Acrónimo de Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench. LabView constituye un revolucionario sistema de programación gráfica para aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos.

LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el lenguaje C o BASIC. Sin embargo, LabVIEW se diferencia de dichos programas en un importante aspecto: los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que LabVIEW emplea la programación gráfica o lenguaje G para crear programas basados en diagramas de bloques.

Para el empleo de LabVIEW no se requiere gran experiencia en programación, ya que se emplean iconos, términos e ideas familiares a científicos e ingenieros, y se apoya sobre símbolos gráficos en lugar de lenguaje escrito para construir las aplicaciones. Por ello resulta mucho más intuitivo que el resto de lenguajes de programación convencionales.

LabVIEW también proporciona potentes herramientas que facilitan la depuración de los programas.

2.10 OPC Server

OPC (OLE for Process Control) es un estándar de comunicación en el campo de control y supervisión de procesos industriales, basado en una

tecnología Microsoft, que ofrece un protocolo común para comunicación. Permite que componentes software individuales interactúen y compartan datos. La comunicación OPC se realiza a través de una arquitectura Cliente-servidor. El servidor OPC es la fuente de datos (como un dispositivo hardware a nivel de planta) y cualquier aplicación basada en OPC puede acceder a dicho servidor para leer/escribir cualquier variable que ofrezca el servidor. Es una solución abierta y flexible al clásico problema de los drivers propietarios. Prácticamente todos los mayores fabricantes de sistemas de control, instrumentación y de procesos han incluido OPC en sus productos.

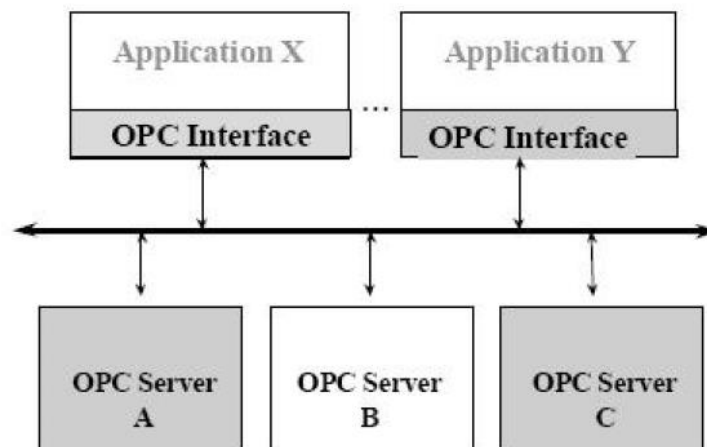


Figura 7. Gráfico OPC

Fuente: (Marín Iturralde, 2012)

Un servidor OPC es una aplicación de software (driver) que cumple con una o más especificaciones definidas por la OPC Foundation. El Servidor OPC hace de interfaz comunicando por un lado con una o más fuentes de datos utilizando sus protocolo nativos (típicamente PLCs, DCSs, básculas, Módulos I/O, controladores, etc.) y por el otro lado con Clientes OPC (típicamente SCADAs, HMIs, generadores de informes, generadores de gráficos, aplicaciones de cálculos, etc.). En una arquitectura Cliente OPC/Servidor OPC, el Servidor OPC es el esclavo mientras que el Cliente OPC es el maestro. Las comunicaciones entre el Cliente OPC y el Servidor OPC

son bidireccionales, lo que significa que los Clientes pueden leer y escribir en los dispositivos a través del Servidor OPC.

2.11 SETRON PAC 3200

El medidor de energía Siemens SENTRON PAC3200 es un instrumento que permite la visualización de los parámetros de red más relevantes, en la distribución de energía eléctrica en baja tensión. Puede realizar mediciones monofásicas, bifásicas y trifásicas, y puede utilizarse en redes (sistemas) en esquema TN, TT e IT de dos, tres o cuatro conductores. (© Siemens AG, 2010)

Este equipo capta más de 50 magnitudes eléctricas, tales como tensiones, intensidades, potencias, valores de la energía eléctrica, frecuencia, factor de potencia, y THD (distorsión de la tercera armónica). Para las magnitudes de medición no sólo se capta el valor de medición actual sino también el mínimo y el máximo. El medidor de energía Siemens SENTRON PAC3200 muestra los valores de medición a través de una pantalla LCD, con una resolución de 128 x 96 píxeles. La interfaz Ethernet integrada hace a este medidor de energía Siemens adecuado para el uso en sistemas de gestión de energía, los módulos de comunicación opcionales (RS485 o PROFIBUS) permiten integrar al medidor de energía en sistemas de comunicación de un nivel superior. El uso de estos canales de comunicación, además de intercambiar datos con el medidor de energía, permiten también una configuración sencilla de los parámetros de la pantalla, así como el control y consulta de E/S (entradas/salidas) digitales multifuncionales, que se encuentran a bordo del medidor.

La gran pantalla gráfica de cristal líquido permite la lectura incluso a grandes distancias. El SENTRON PAC3200 dispone de una retroiluminación regulable para garantizar una lectura óptima incluso en condiciones lumínicas desfavorables. Adicionalmente, el usuario dispone de una navegación directa, la cual permite realizar una selección rápida del menú deseado. El SENTRON PAC3200 dispone de una serie de útiles funciones de monitoreo, diagnóstico y servicio técnico, un contador de tarifa doble de energía activa y reactiva, un contador universal y un contador de horas de

funcionamiento para monitorear el tiempo de servicio de los consumidores conectados a este. (Instruments, 2011)



Figura 8. Medidor multipropósito PAC 3200

Fuente: (Instruments, 2011)

Tabla 6.

Bornes terminales del PAC 3200

N°	Borne	Función
1	IL1 \bar{K}	Corriente de fase, IL1, entrada
2	IL1 I	Corriente de fase, IL1, salida
3	IL2 \bar{K}	Corriente de fase, IL2, entrada
4	IL2 I	Corriente de fase, IL2, salida
5	IL3 \bar{K}	Corriente de fase, IL3, entrada
6	IL3 I	Corriente de fase, IL3, salida
7	V1	Tensión de fase, UL1
8	V2	Tensión de fase, UL2
9	V3	Tensión de fase, UL3

Continúa


10	VN	Conductor neutro UN
11	L/+	AC: Conexión: Conductor (tensión de fase) DC: Conexión: +
12	N/-	AC: Conexión: Conductor (neutro) DC: Conexión: -
13		Tierra funcional
14	DI-	Entrada digital -
15	DI+	Entrada digital +
16	DO-	Salida digital -
17	DO+	Salida digital +

Tabla 7.

Tipos de conexiones

Abreviatura	Tipo de conexión
3P4W	3 fases, 4 conductores, carga desbalanceada.
3P3W	3 fases, 3 conductores, carga desbalanceada.
3P4WB	3 fases, 4 conductores, carga balanceada.
3P3WB	3 fases, 3 conductores, carga balanceada.
1P2W	Corriente alterna monofásica.

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN DE LA COMUNICACIÓN MODBUS TCP

3.1 Preliminares

A continuación se describe la manera como se realizó la comunicación Modbus TCP entre el PLC S7 1200 y el medidor multipropósito PAC 3200, para lo cual se necesitaron los siguientes dispositivos:

- 1 PLC S7 1200 CPU 1214C AD/DC/RLY
- 1 Switch genérico
- 4 Cables de red
- 1 pantalla táctil KTP 600 mono Basic PN
- 1 computador con TIA Portal versión 12 y Labview 2014

El PAC 3200 tiene asignada una dirección IP 192.168.0.4, el panel KTP 600 la dirección 192.168.0.2, el PLC la dirección 192.168.0.1 y la computadora una IP donde el último octeto sea diferente de 1, 2 o 4. Con la ayuda del switch se conectan los tres dispositivos en red.

3.2 Configuración del PAC 3200

3.2.1 Parámetros básicos

Para la puesta en servicio del dispositivo SENTRON PAC3200 primero es necesario ajustar en sus menús los parámetros de servicio que se muestran a continuación:

- Tipo de conexión:

Tensión: Medición directa en red o a través de transformador de tensión.

Corriente: Medición a través de transformadores de corriente (corriente primaria y secundaria)

Aparte se consideran de utilidad los siguientes ajustes:

- Idioma
- Clave de acceso

- Dirección PROFIBUS

3.2.1.1 Alimentación

La forma en que se debe realizar las conexiones para la tensión de alimentación del medidor SENTRON PAC3200 están impresas en sus bornes (L/+ y N/-) que se encuentran en la parte posterior del equipo (Figura 18), los cuales se detallan en la tabla 8.

Tabla 8. Conexiones de alimentación

Conexiones de alimentación

Designación de bornes	Conexión
L/+	AC: Conexión: Conductor (tensión de fase) DC: Conexión: +
N/-	AC: Conexión: Conductor neutro DC: Conexión: -

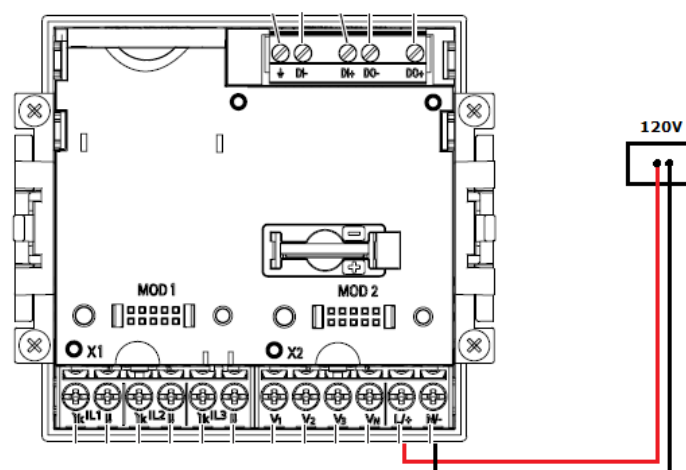


Figura 9. Alimentación PAC 3200

Fuente: (Siemens, SENTRON PAC3200, 2008)

3.2.1.2 Idioma

Ajustar primero el idioma de los mensajes de texto en pantalla.

Los idiomas disponibles se muestran:

- Durante la primera puesta en marcha,
- Tras realizar un reset de los ajustes de fábrica
- Tras la actualización del firmware.

Idioma Inglés seleccionado por defecto

Procedimiento para cambiar el idioma:

- Salir de la pantalla de indicación de valores medidos y dirigirse al "MENÚ PRINCIPAL" pulsando la tecla F4.
- En el menú principal seleccionar la opción "AJUSTES" pulsando F2 o F3



Figura 10. Selección opción AJUSTES

Fuente: (Siemens, SENTRON PAC3200, 2008)

- En el menú "AJUSTES" seleccionar "IDIOMA/REGIONAL" pulsando F2 o F3



Figura 11. Opción IDIOMA

Fuente: (Siemens, SENTRON PAC3200, 2008)

- Después escoger de entre los 9 idiomas con los que cuenta el SENTRON PAC3200 el idioma “ESPAÑOL”.
- Aceptar la configuración del idioma pulsando sobre “OK”. El idioma se guardará de forma permanente y se activará al instante.
- Pulse F1 para salir de la configuración.

3.2.2 Conexión y configuración medición de voltaje

Conexión 3P4W: Indica que se realizará una medición trifásica, con cuatro conductores, carga desbalanceada, sin transformador de tensión, con tres transformadores de corriente.

Para realizar las mediciones hay que indicar al dispositivo el tipo de conexión que se conectará físicamente. Para ello, hay que establecer la abreviatura de la conexión en los parámetros de ajuste del dispositivo.

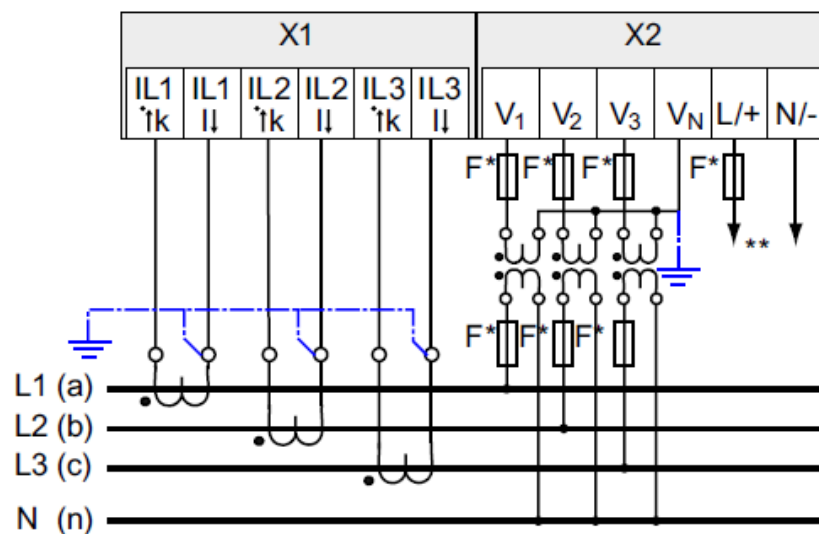


Figura 12. Conexión 3P4W

Fuente: (Siemens, SENTRON PAC3200, 2008)

Procedimiento:

- Salir de la indicación de valores medidos dirigirse al menú "MENÚ PRINCIPAL".
- En el menú principal seleccionar la opción "AJUSTES"

- En el menú "AJUSTES" escoger a la opción "PARÁMETROS BÁSIC." y dar ENTER.
- En el menú "PARÁMETROS BÁSIC." seleccionar la opción "ENTRADAS TENSIÓN" y dar ENTER.

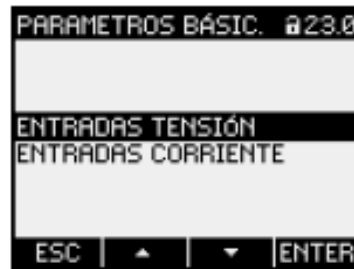


Figura 13. Configurar entradas de tensión

Fuente: (Siemens, SENTRON PAC3200, 2008)

- Abrir el modo de edición del parámetro ajustable "TIPO DE CONEXIÓN", escoger entre las diferentes opciones posibles el tipo de conexión: 3P4W (trifásica, 4 conductores, carga desbalanceada), Aceptar esta configuración. El tipo de conexión se guardará de forma permanente y se activará al instante.

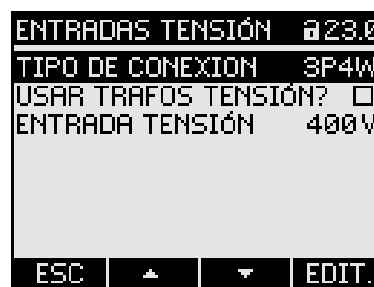


Figura 14. Tipo de conexión 3P4W

Fuente: (Siemens, SENTRON PAC3200, 2008)

3.2.3 Configuración medición de corriente

Para realizar las mediciones de las intensidades de corriente de cada una de las fases primero hay que indicar al dispositivo que las mediciones se realizaran a través de transformadores de corriente, seguidamente se ajustará el cociente de transformación de corriente dentro de los parámetros del medidor.

Procedimiento:

- En el menú "AJUSTES", abrir la opción "PARÁMETROS BÁSIC."
- En el menú "PARÁMETROS BÁSIC." seleccionar la opción "ENTRADAS CORRIENTE" y dar ENTER.



Figura 15. Parámetros de entradas corriente

Fuente: (Siemens, SENTRON PAC3200, 2008)

De fábrica viene ajustada la opción de medición a través de transformadores de corriente (50/5 A). Pero como la medición se realizará a través de transformadores de corriente de 30/5 A, hay que cambiar esta relación del transformación colocando en la opción: "I EN PRIMARIO TC" 30 A y en "I EN SECUNDARIO TC" 5 A.

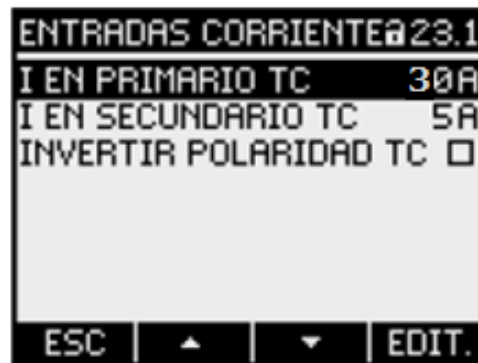


Figura 16. Selección de TC

Fuente: (Siemens, SENTRON PAC3200, 2008)

En la Figura 16 también se observa la opción “INVERTIR POLARIDAD TC”. Esta opción sirve en el caso de que se haya realizado una conexión en sentido opuesto, los valores medidos se invertirán y presentarán signo negativo. Para corregir el sentido de circulación de la corriente no es necesario cambiar los bornes de las entradas. En su lugar, hay que cambiar la interpretación del sentido de circulación a través de los parámetros de ajustes del dispositivo “INVERTIR POLARIDAD”.

3.2.4 Asignación de dirección IP

Procedimiento:

- En el menú "AJUSTES", abrir la opción "COMUNICACIÓN"
- En el menú "COMUNICACIÓN" seleccionar la opción "DIRECCIÓN IP" y pulsar F4 para editar.
- Asignar la dirección IP 192.168.0.4, pulsar F4 para reiniciar y aplicar los parámetros modificados.
- Asegurarse que en Subred este 255.255.255.0

3.3 Variables Modbus

El PAC 3200 tiene variables disponibles para que pueden ser medidas a través de Modbus TCP, la siguiente tabla describe las 35 variables utilizadas para el desarrollo del proyecto.

Tabla 9.

Variables disponibles para medición Modbus

Offset	Número de registros	Nombre	Formato	Unidad
1	2	Voltaje Va-n	Float	V
3	2	Voltaje Vb-n	Float	V
5	2	Voltaje Vc-n	Float	V
7	2	Voltaje Va-b	Float	V
9	2	Voltaje Vb-c	Float	V
11	2	Voltaje Vc-a	Float	V
13	2	Corriente a	Float	A
15	2	Corriente b	Float	A
17	2	Corriente c	Float	A
19	2	Potencia Aparente a	Float	VA
21	2	Potencia Aparente b	Float	VA
23	2	Potencia Aparente c	Float	VA
25	2	Potencia Activa a	Float	W
27	2	Potencia Activa b	Float	W
29	2	Potencia Activa c	Float	W
31	2	Potencia Reactiva a	Float	VAR
33	2	Potencia Reactiva b	Float	VAR
35	2	Potencia Reactiva c	Float	VAR
37	2	Factor de potencia a	Float	
39	2	Factor de potencia b	Float	
41	2	Factor de potencia c	Float	
43	2	THD-R de voltaje a	Float	%
45	2	THD-R de voltaje b	Float	%
47	2	THD-R de voltaje c	Float	%
49	2	THD-R de corriente a	Float	%
51	2	THD-R de corriente b	Float	%
53	2	THD-R de corriente c	Float	%
55	2	Frecuencia	Float	Hz
57	2	Promedio de Vf-n	Float	V
59	2	Promedio de Vf-f	Float	V
61	2	Promedio de Corriente	Float	A

Continúa 

63	2	Potencia Aparente total	Float	VA
65	2	Potencia Activa Total	Float	W
67	2	Potencia Reactiva Total	Float	VAR
69	2	Factor de Potencia Total	Float	

3.4 Comunicación Modbus TCP

3.4.1 Creación del proyecto en TIA Portal

Cree un proyecto nuevo con el nombre ModBus TCP, agregar el PLC S7 1200 CPU 1214C AC/DC/RLY.

Verifique la dirección IP del PLC sea la 192.168.0.1

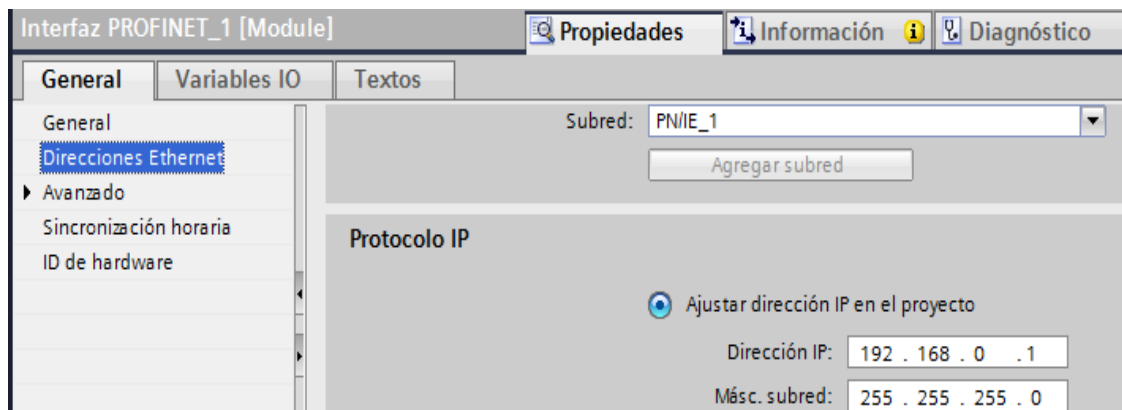


Figura 17. Dirección IP del PLC

Fuente: (TIA Portal, 2013)

Agregar el panel KTP 600 Basic mono PN al proyecto creado, verificar que la dirección IP sea la 192.168.0.2

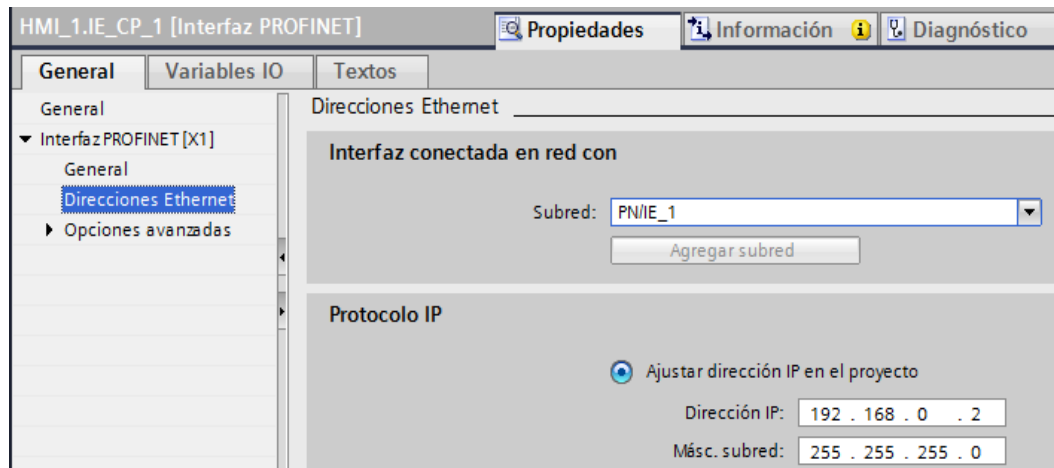


Figura 18. Dirección IP del panel táctil

Fuente: (TIA Portal, 2013)

El proyecto con los 2 dispositivos se observa en la siguiente figura.

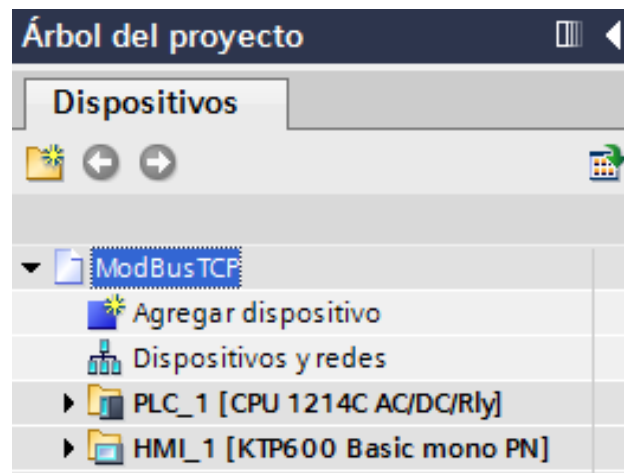


Figura 19. Árbol del proyecto ModBus TCP

Fuente: (TIA Portal, 2013)

En el PLC crear un bloque de datos globales llamado DATOS, pulsando en Agregar nuevo bloque.

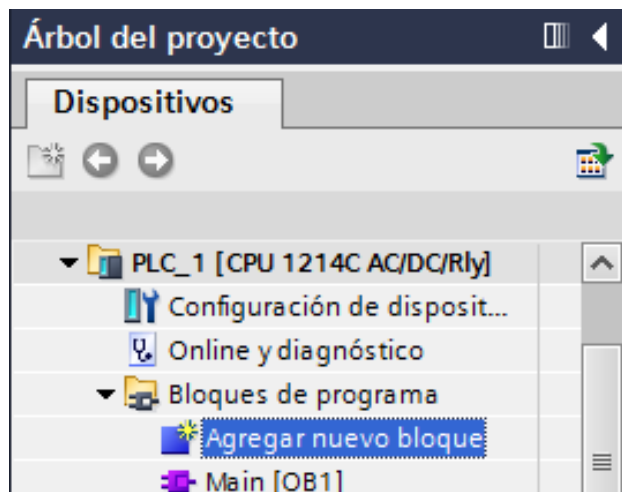


Figura 20. Agregar bloque de datos globales

Fuente: (TIA Portal, 2013)

El bloque de datos creado se visualiza en la carpeta bloques de programa del PLC.

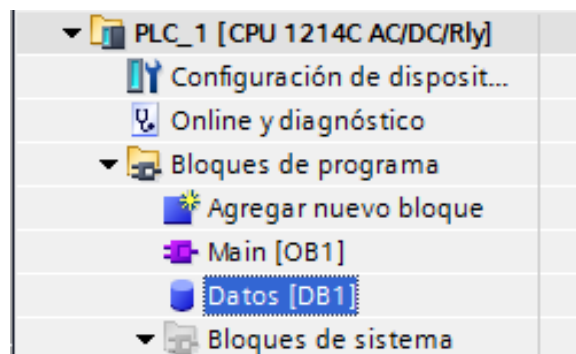


Figura 21. Bloque de datos creado

Fuente: (TIA Portal, 2013)

Abrir las propiedades del bloque de datos creado dando clic derecho y desmarcar la opción Acceso optimizado al bloque, pulsar en Aceptar.

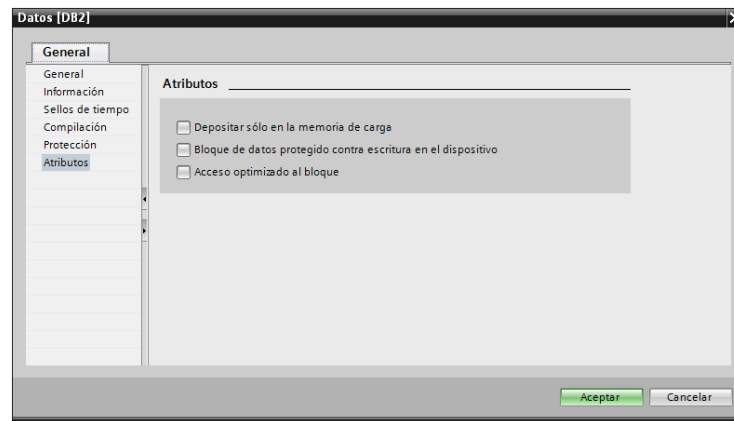


Figura 22. Deshabilitar Acceso optimizado al bloque

Fuente: (TIA Portal, 2013)

En el bloque de datos crear un Array de 35 elementos con tipo de datos Real, llamado DATOS.

	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...
1	Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	DATOS	Array [0 .. 34] of Real		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	DATOS[0]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	DATOS[1]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	DATOS[2]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	DATOS[3]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	DATOS[4]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	DATOS[5]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	DATOS[6]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	DATOS[7]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	DATOS[8]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	DATOS[9]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	DATOS[10]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	DATOS[11]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	DATOS[12]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	DATOS[13]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	DATOS[14]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	DATOS[15]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	DATOS[16]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	DATOS[17]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
21	DATOS[18]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	DATOS[19]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
23	DATOS[20]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	DATOS[21]	Real	0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 23. Array de datos tipo real

Fuente: (TIA Portal, 2013)

El Array creado tiene 35 elementos, desde DATOS[0] hasta DATOS[34].

3.4.2 Configuración del cliente TCP

Para que el PLC S7 1200 lea los datos del PAC 3200, se utiliza la instrucción MB_CLIENT, que se encuentra dentro de la carpeta Comunicación.

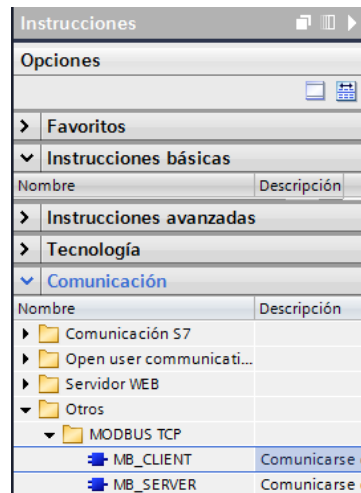


Figura 24. Instrucción MB_CLIENT

Fuente: (TIA Portal, 2013)

En propiedades del PLC, en la pestaña general, activar la utilización del byte de marcas de ciclo.

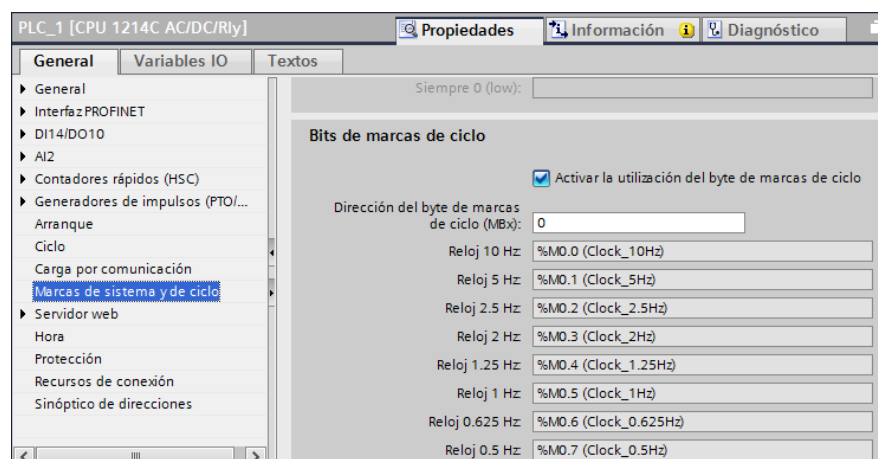


Figura 25. Activar byte de marcas de ciclo

Fuente: (TIA Portal, 2013)

La instrucción MB_CLIENT, con los parámetros necesarios para la comunicación Modbus TCP, se muestra en la figura 26.

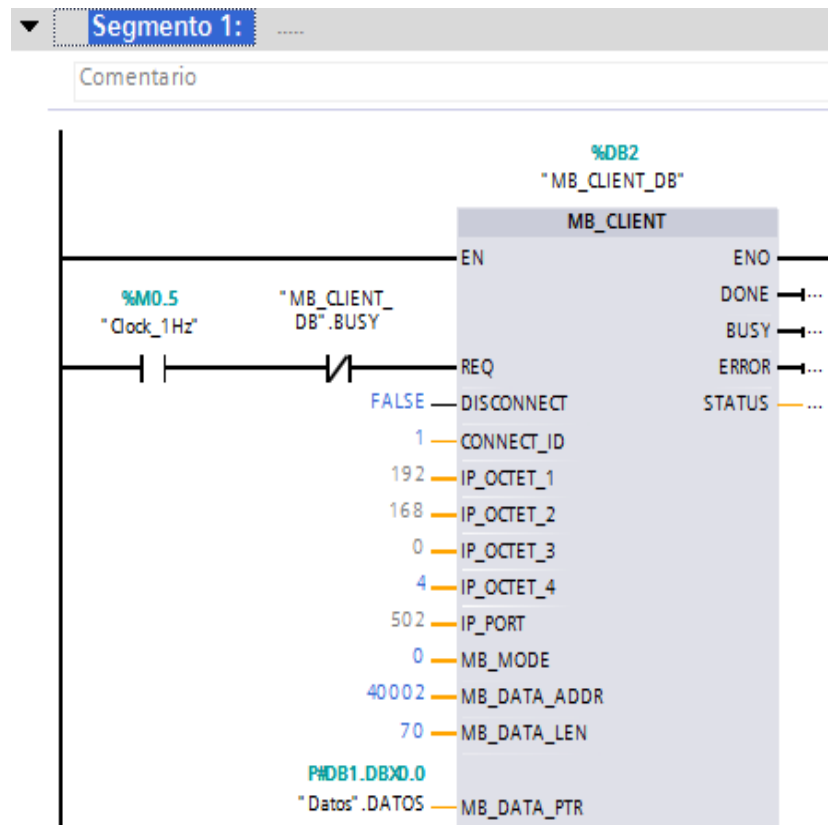


Figura 26. Parámetros MB_CLIENT

Fuente: (TIA Portal, 2013)

Como el PAC 3200 es el servidor Modbus TCP, el cliente (PLC S7 1200) realiza la petición cada 1 segundo (marca M0.5), siempre y cuando no esté en ejecución alguna petición anterior (MB_CLIENT_DB.BUSY).

El valor FASE presente en la entrada DISCONNECT, establece una conexión de comunicación con la dirección IP y número de puerto especificados.

El valor de 1 en la entrada CONNECT_ID, especifica el ID unívoco que identifica la conexión.

Las entradas IP_OCTET_1 hasta IP_OCTET_4, asignan la dirección IP que corresponde al PAC 3200, en este caso 192.168.0.4

La entrada IP_PORT, tiene un valor de 502 es el número de puerto estándar para realizar la comunicación mediante el protocolo TCP/IP.

El valor 0 en la entrada MB_MODE, especifica que se está realizando un petición de lectura al servidor.

El valor de 40002 en la entrada MB_DATA_ADDR es la dirección inicial de los datos a los que accede la instrucción "MB_CLIENT".

El mapa de direcciones Modbus para los holding registers inicia en la dirección 40001, de acuerdo a la tabla 9, el primer registro **Voltaje Va-n** tiene un offset de 1; es decir, que la dirección será la 40002. Esto quiere decir que la dirección de los datos presentes en el maestro se obtiene sumando el valor de 40001 más el offset de cada registro de la tabla 9.

Tabla 10.

Dirección de datos en el maestro

Dirección	Dato	Nombre	Formato	Unidad
40002	DATOS[0]	Voltaje Va-n	Float	V
40004	DATOS[1]	Voltaje Vb-n	Float	V
40006	DATOS[2]	Voltaje Vc-n	Float	V
40008	DATOS[3]	Voltaje Va-b	Float	V
40010	DATOS[4]	Voltaje Vb-c	Float	V
40012	DATOS[5]	Voltaje Vc-a	Float	V
40014	DATOS[6]	Corriente a	Float	A
40016	DATOS[7]	Corriente b	Float	A
40018	DATOS[8]	Corriente c	Float	A
40020	DATOS[9]	Potencia Aparente a	Float	VA
40022	DATOS[10]	Potencia Aparente b	Float	VA
40024	DATOS[11]	Potencia Aparente c	Float	VA
40025	DATOS[12]	Potencia Activa a	Float	W
40028	DATOS[13]	Potencia Activa b	Float	W
40030	DATOS[14]	Potencia Activa c	Float	W
40032	DATOS[15]	Potencia Reactiva a	Float	VAR

40034	DATOS[16]	Potencia Reactiva b	Float	VAR
40036	DATOS[17]	Potencia Reactiva c	Float	VAR
40038	DATOS[18]	Factor de potencia a	Float	
40040	DATOS[19]	Factor de potencia b	Float	
40042	DATOS[20]	Factor de potencia c	Float	
40044	DATOS[21]	THD-R de voltaje a	Float	%
40046	DATOS[22]	THD-R de voltaje b	Float	%
40048	DATOS[23]	THD-R de voltaje c	Float	%
40050	DATOS[24]	THD-R de corriente a	Float	%
40052	DATOS[25]	THD-R de corriente b	Float	%
40054	DATOS[26]	THD-R de corriente c	Float	%
40056	DATOS[27]	Frecuencia	Float	Hz
40058	DATOS[28]	Promedio de Vf-n	Float	V
40060	DATOS[29]	Promedio de Vf-f	Float	V
40062	DATOS[30]	Promedio de Corriente	Float	A
40064	DATOS[31]	Potencia Aparente total	Float	VA
40066	DATOS[32]	Potencia Activa Total	Float	W
40068	DATOS[33]	Potencia Reactiva Total	Float	VAR
40070	DATOS[34]	Factor de Potencia Total	Float	

La entrada DATA_LEN tiene un valor de 70 porque se accederá a los primeros 35 datos que contiene el PAC 3200 y como cada dato contiene 2 registros, se obtiene un valor de 70.

El terminal de entrada MB_DATA_PTR especifica el bloque donde se recibirán los datos solicitados al maestro Modbus.

3.4.3 Creación de la interfaz en el panel táctil

En el KTP 600 mono Basic PN, se creó una interfaz que visualiza los voltajes y corrientes de línea. Primero se crearon las etiquetas con los nombres de cada uno utilizando el campo de texto que se encuentra en la ventana de herramientas, objetos básicos.

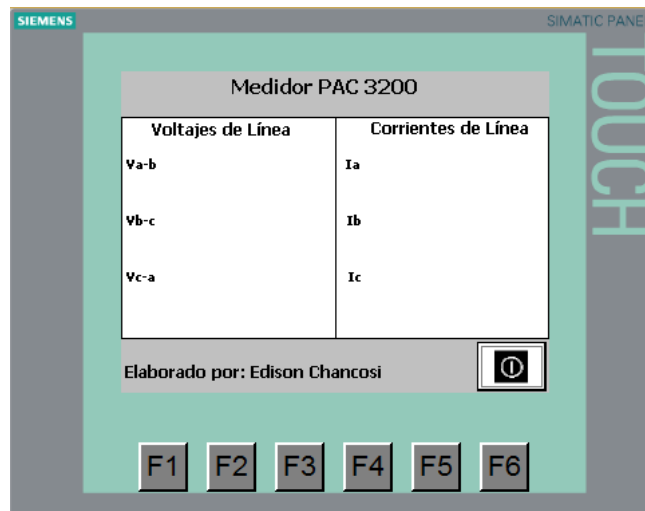


Figura 27. HMI con etiquetas de las variables

Fuente: (TIA Portal, 2013)

De la ventana de herramientas, elementos, seleccione Campo E/S para visualizar el valor de las variables.

En las propiedades del Campo E/S, de un clic en Variable para seleccionar el dato a ser visualizado.

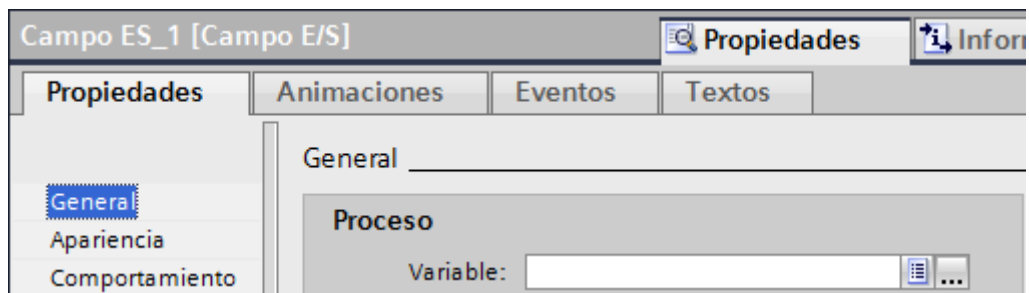


Figura 28. Selección variable del proceso

Fuente: (TIA Portal, 2013)

De la carpeta del PLC, seleccionar el bloque de datos creado y de este el elemento tres (DATOS[3]) que corresponde al Va-b, de acuerdo a lo especificado en la tabla 10.

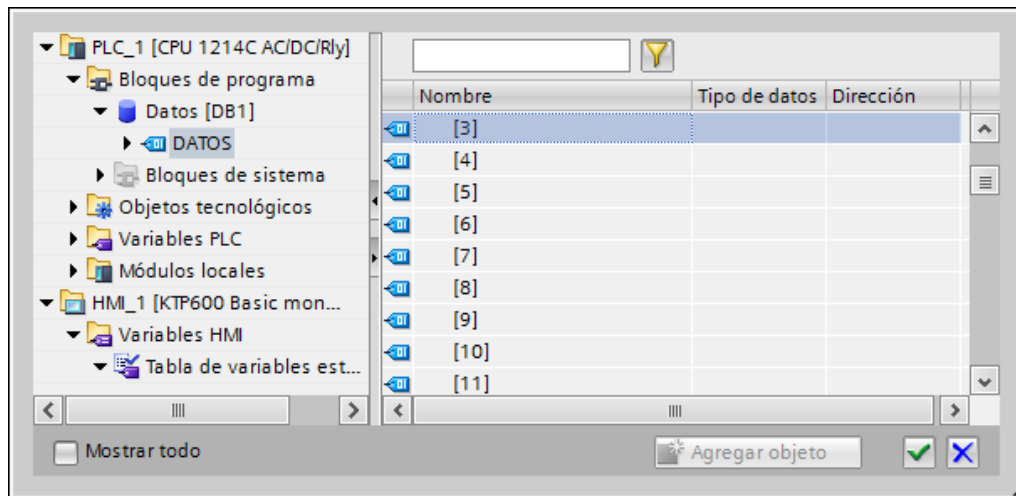


Figura 29. Selección dato del Va-b

Fuente: (TIA Portal, 2013)

Una vez seleccionado el dato, la ventana propiedades del Campo E/S queda como se muestra en la figura 30.

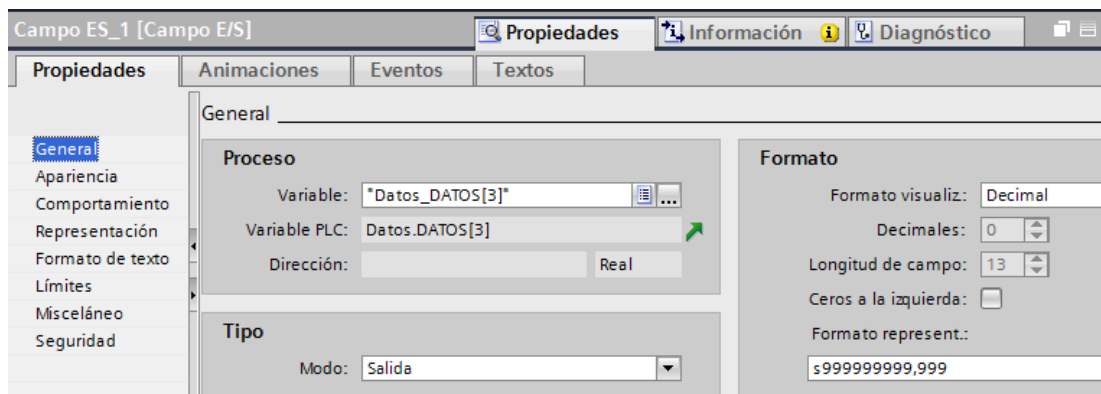


Figura 30. Configuración del Campo E/S

Fuente: (TIA Portal, 2013)

Configurar las demás variables de la misma manera que él Va-b, guiándose en las direcciones de la tabla 10.

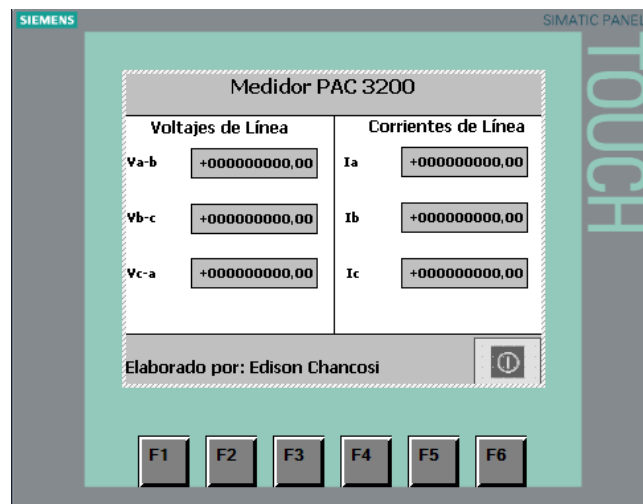


Figura 31. HMI PAC 3200 con KTP 600

Fuente: (TIA Portal, 2013)

3.4.4 Creación de la interfaz en Labview

Los datos del PAC 3200 también se visualizarán en Labview, para este caso se escogieron los siguientes datos:

- Va-b
- Vb-c
- Vc-a
- Ia
- Ib
- Ic
- Frecuencia
- Potencia aparente total
- Potencia activa total
- Potencia reactiva total
- Factor de potencia total

Para que el PLC se comunique con Labview se crea un OPC de la siguiente forma:

- Abrir OPC Servers Configuration desde Windows.
- Aparece la ventana NI OPC Servers - RunTime

- Desde el Menú File seleccione New.

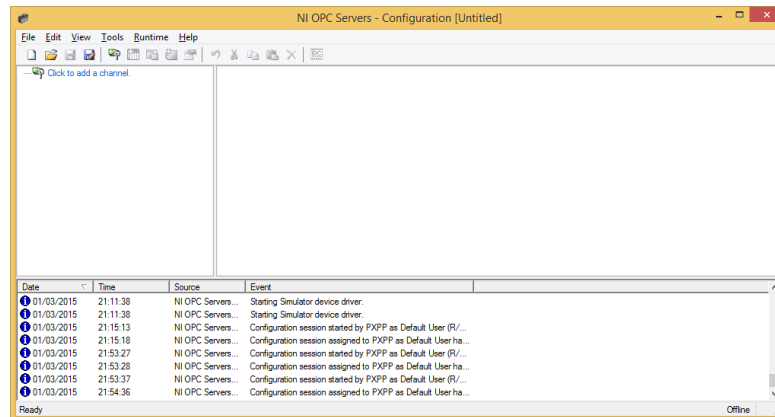


Figura 32. Ventana NI OPC Servers

Fuente: (National Instruments, 2013)

- Dar clic en Add a Channel y de un nombre por ejemplo OPC y pulse siguiente.

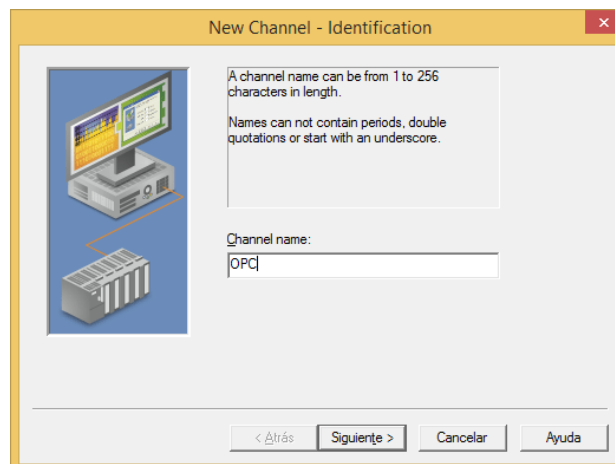


Figura 33. Nombre del canal OPC

Fuente: (National Instruments, 2013)

- En la opción Device driver, seleccione Siemens TCP/IP Ethernet y pulse siguiente.

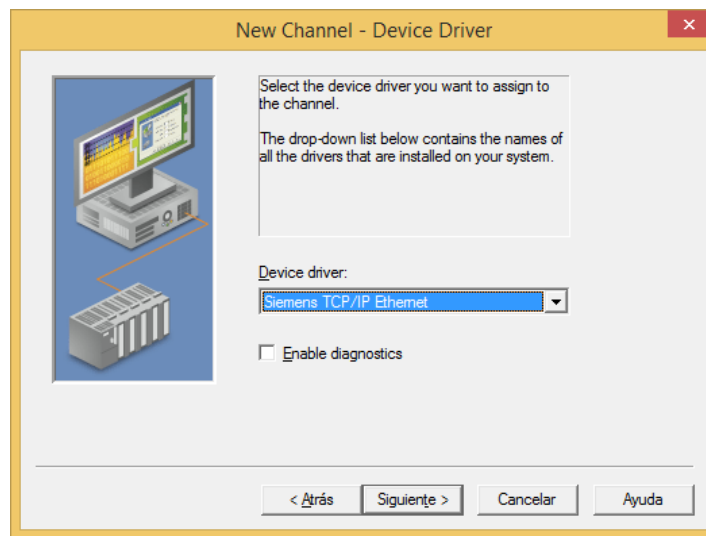


Figura 34. Ventana Device Driver
Fuente: (National Instruments, 2013)

- En la ventana Network Interface pulsar siguiente.

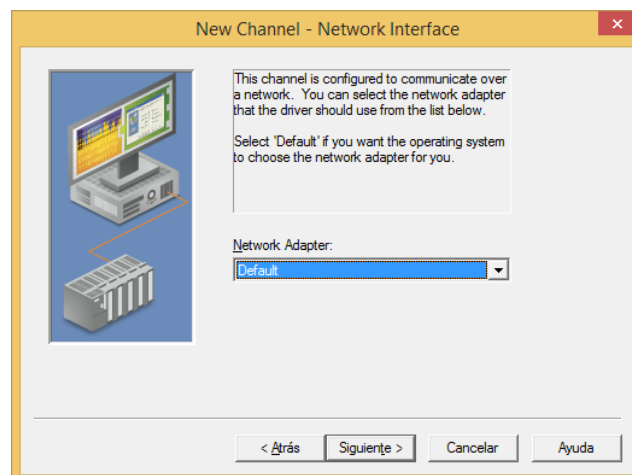


Figura 35. Ventana Network Interface
Fuente: (National Instruments, 2013)

- Pulse siguiente hasta que aparezca en una ventana con un botón finalizar.
- Dar clic en add a device, entonces aparece la ventana Name, escriba un nombre al dispositivo por ejemplo PLC1 y pulse siguiente.

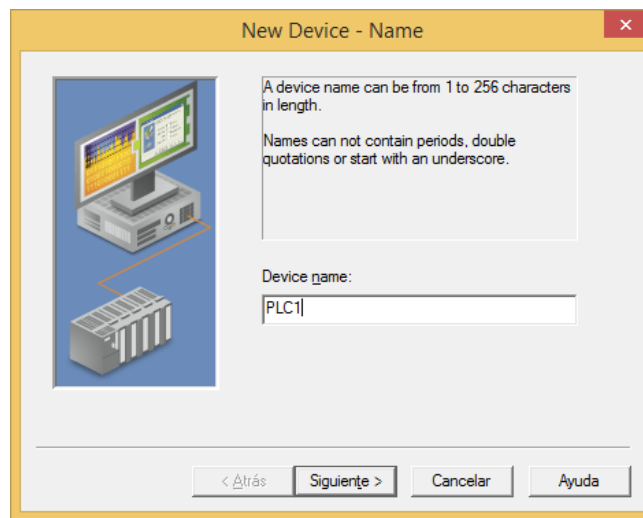


Figura 36. Asignar nombre de dispositivo

Fuente: (National Instruments, 2013)

- En la ventana Model, selecciones S7-1200 y pulse siguiente.

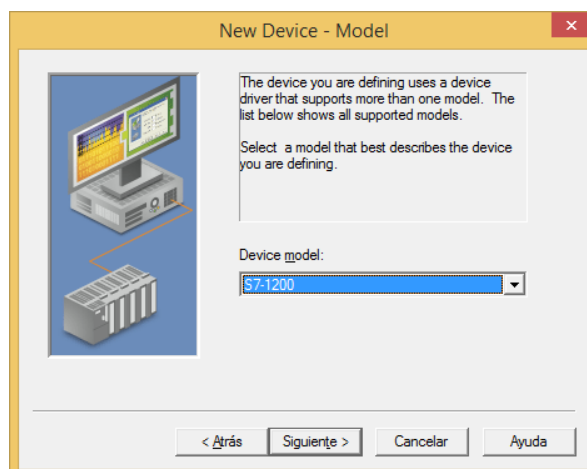


Figura 37. Selección del modelo del PLC

Fuente: (National Instruments, 2013)

- En la venta ID escriba la dirección IP del PLC en este caso 192.168.0.1 y pulse siguiente.

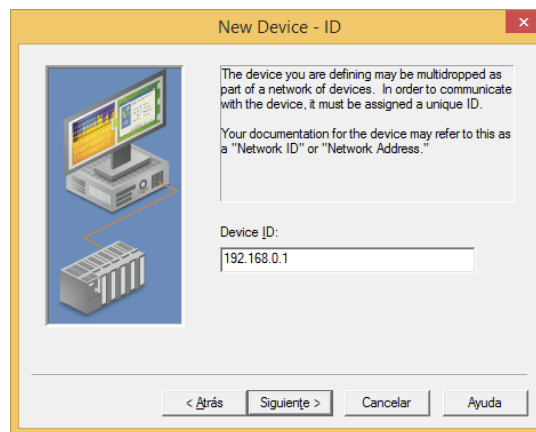


Figura 38. Dirección IP del PLC

Fuente: (National Instruments, 2013)

- Pulse siguiente hasta que aparezca en una ventana con un botón finalizar.
- Dar clic en add a static tag, en Name escriba el nombre por ejemplo Vab, en Address escriba DB1.D3 que corresponde a la dirección del voltaje Va-b, en tipo de dato seleccione float, pulse Aplicar y Aceptar.

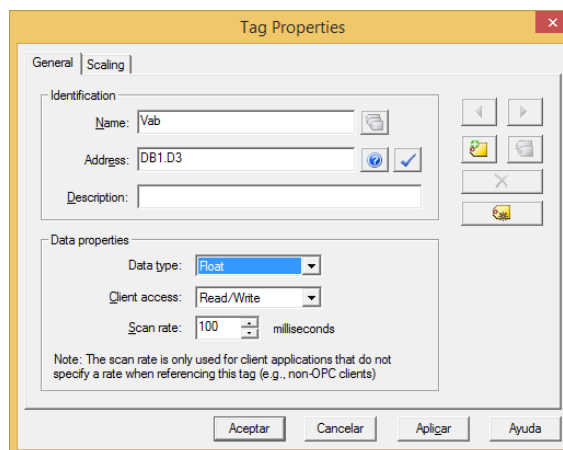


Figura 39. Creación del Tag del voltaje Va-b

Fuente: (National Instruments, 2013)

- Realice el paso anterior para todos los elementos a ser visualizados en Labview, en base a la tabla 10.

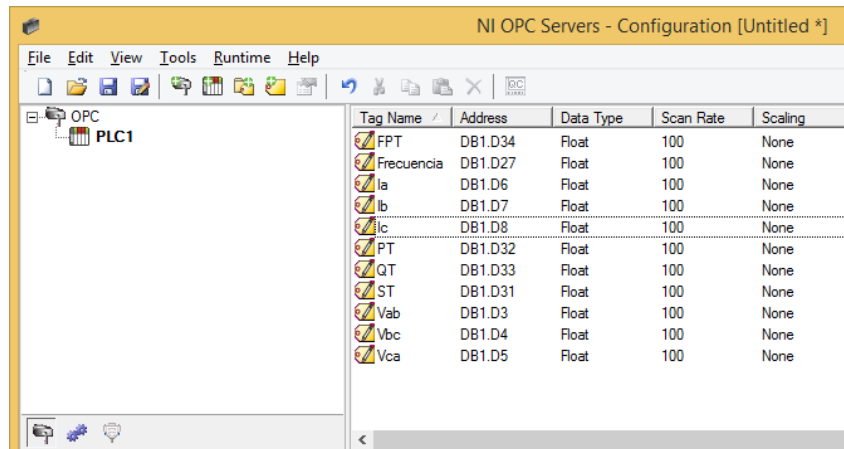


Figura 40. Tags para visualizar en Labview

Fuente: (National Instruments, 2013)

- Abra Labview, cree un programa llamado HMI PAC 3200
- En el panel frontal coloque un indicador numérico y etiquételo con el nombre de Va-b.
- Dar clic derecho sobre el indicador y seleccionar propiedades, en la pestaña Data Binding seleccionar DataSocket y en tipo de Acceso Write Only.

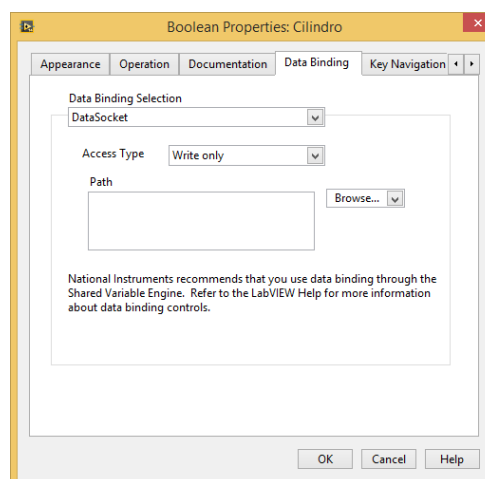


Figura 41. Selección del enlace de datos

Fuente: (National Instruments L. , 2014)

- Dar clic en Browse... y seleccionar DSTP server

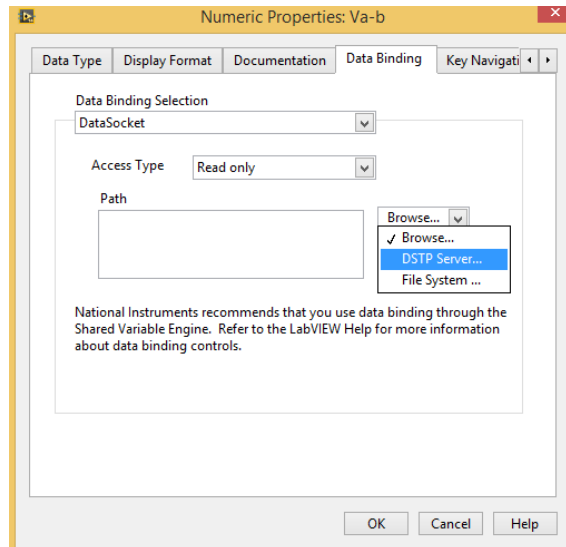


Figura 42. Seleccionar servidor DSTP

Fuente: (National Instruments L. , 2014)

- Del servidor NI OPC seleccione PLC1

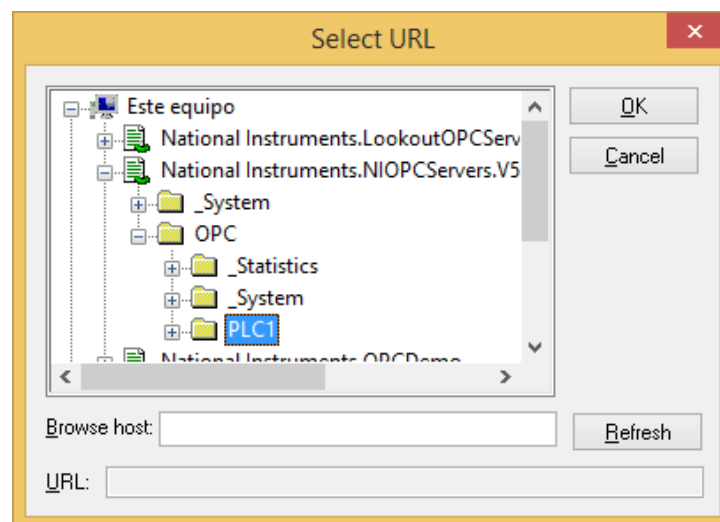


Figura 43. Selección del dispositivo de comunicación

Fuente: (National Instruments L. , 2014)

- Del dispositivo de comunicación seleccione el tag Vab y pulse OK

- Luego de seleccionado el tag se muestra el Path completo, pulse Ok para finalizar.

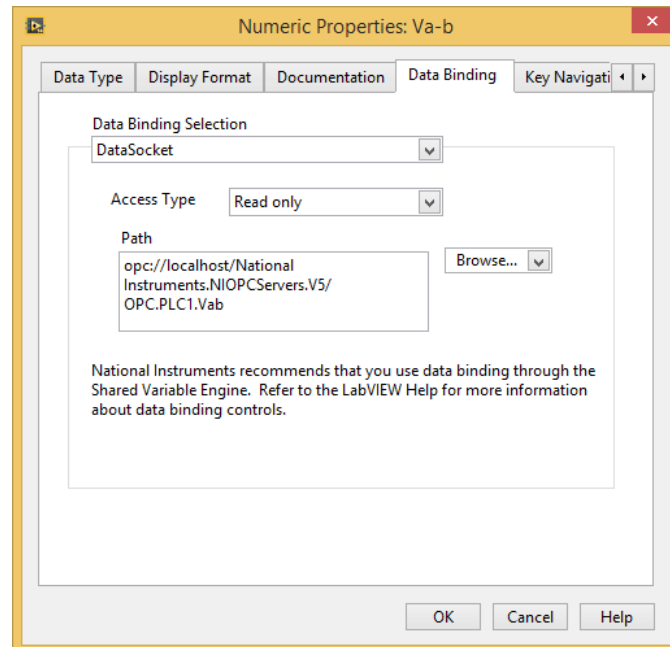


Figura 44. Path de comunicación NI OPC

Fuente: (National Instruments L. , 2014)

- En la parte superior derecha del indicador numérico aparece un pequeño rectángulo que indica que se ha creado un canal de comunicación OPC.

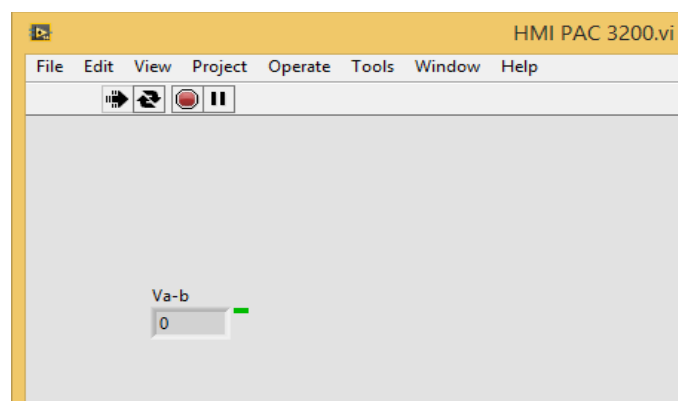


Figura 45. Indicador con comunicación OPC

Fuente: (National Instruments L. , 2014)

- Repita los pasos anteriores para todas las tags creadas.

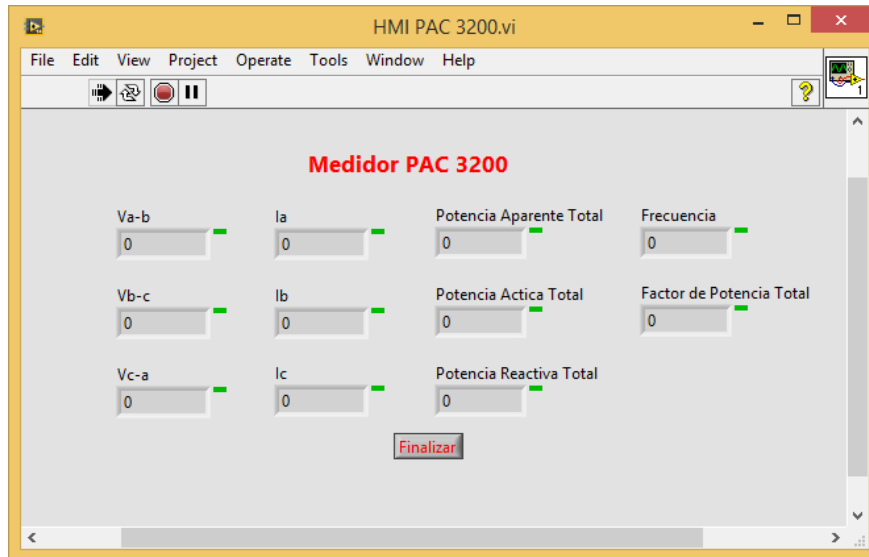


Figura 46. HMI en Labview para PAC 3200

Fuente: (National Instruments L. , 2014)

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se realizó una comunicación Modbus TCP en el PLC S7 1200 CPU 1214C AC/DC/RLY y el PAC 3200, donde el cliente es el PLC y servidor es el PAC 3200.
- Se creó un array de datos tipo Real de 35 elementos a partir de la dirección 40002 hasta la 40070.
- Se creó una interfaz en el KTP 600 que permite visualizar 6 variables eléctricas que son corrientes y voltajes de línea.
- Mediante el NI OPC Server se visualizó en LabView 11 señales que corresponden tres a voltajes de línea, tres a voltajes de fase, tres a potencias, una a la frecuencia de la red y 1 al factor de potencia.

4.2 Recomendaciones

- El array de datos debe ser de tipo Real caso contrario se produce errores en la lectura.
- En el cable de comunicación Profibus se debe colocar los switch de los conectores en estado ON para que exista comunicación.
- Tomar en cuenta que la dirección Modbus TCP corresponde 40001 sumado el offset de cada registro.

GLOSARIO DE TÉRMINOS.

CSMA/CD: Carrier Sense Multiple Access / Collision Detect (por sus siglas en inglés) - Acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones (en español)

HMI: Interfaz Humano Máquina

IP: Internet Protocol [Protocolo de Internet]

LAN: Local Area Network (por sus siglas en inglés); Red de Área Local (en español)

MAC: Media Access Control [Control de acceso al medio]

OPC: OLE para control de procesos

OSI: Interconexión de Sistemas Abiertos

PLC: Controlador Lógico Programable

RTU: Unidad Terminal Remota

TCP: Protocolo de Control de Transmisión

REFERENCIA BIBLIOGRAFÍA.

- © Siemens AG. (Nov. de 2010). *Gestión de energía eléctrica*. Buenos Aires, Argentina: (s.e). Obtenido de Dispositivos de monitoreo y medición de energía SENTRON: <http://www.siemens.com/lowvoltage>
- Barragan , A. (10 de Junio de 2013). Modbus.
- Galeon. (2014). *Tecnología Ethernet*.
- Instruments, P. (<http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/sistemas/medidor-multifuncion-pac3200.htm> de mayo de 2011). *Medidor de energía Siemens SENTRON PAC3200*.
- Marín Iturralde, A. (2012). Control de PLCs Siemens S7-1200 mediante el protocolo MODBUS a través del programa LABVIEW para realización de prácticas de comunicación industrial. España.
- National Instruments. (2013). NI OPC Servers.
- National Instruments, L. (2014). LabView.
- Siemens. (2008). SENTRON PAC3200.
- Siemens. (11 de 2009). Controlador Programable S7 1200.
- SIEMENS AG. (2011). *SIMATIC HMI Panels*. (s.l): (s.e).
- TIA Portal, V. (2013). Software.

ANEXOS