



UNIVERSIDAD
DE ATACAMA

FACULTAD TECNOLÓGICA

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍAS DE LA ENERGÍA

**INTEGRACIÓN EFICIENTE DE EQUIPOS DE DIVERSOS FABRICANTES
MEDIANTE EL PROTOCOLO MODBUS PARA CONTROL AUTOMATIZADO
DE VARIABLES.**

Proyecto de especialidad para optar al título de Técnico Universitario en Automatización
Industrial

Profesor guía: Ricardo Quiroz

Alejandro Pedemonte Flores.

Copiapó, Chile 2023

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por ser mi fuente de motivación para iniciar mis estudios y por su apoyo incondicional siempre que lo necesite, por estar siempre presente y entregando fuerzas para no desistir pese a las adversidades y dificultades.

Atte.

Alejandro Giovanni Pedemonte Flores

DEDICATORIA

A mis hijos Alejandro e Isabella y mi esposa Javiera quienes día a día han sido mi mayor motivación para superarme y ser un gran profesional, por siempre estar a mi lado entregando su apoyo y fuerzas para dar lo máximo en mis estudios, nunca rendirme, ser constante en cada cosa que me propongo y lograr ser un ejemplo para ellos.

También dedico a mis padres Dino y Marlene que gracias a ellos y su formación pude afrontar cada desafío de la mejor manera, porque me entregaron valores y principios para ser una persona y un profesional con ética y principios para establecer objetivos y metas claras.

A mis hermanos Dino y Angelo por siempre ser quienes me entregaron apoyo y motivación, dándome confianza en mis capacidades y aptitudes para tener más confianza y convicción de ser capaz de superar mis metas y alcanzar mis objetivos.

Atte.

Alejandro Giovanni Pedemonte Flores

INDICE.

CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes Generales	1
1.2 Objetivo general	2
1.3 Objetivos específicos.	2
CAPÍTULO II	3
MARCO TEORICO.	3
2.1 Protocolo Modbus.	3
2.1.1 Sobre el protocolo Modbus.	3
2.1.2 Versiones del protocolo.	4
2.1.3 Modelo de Datos Modbus	5
2.1.4 Formato de la trama	7
2.1.5 Implementaciones	9
2.1.6 Limitaciones	10
2.2 PLC ABB AC500.	11
2.2.1 Elementos de funcionamiento, conexión de la CPU AC500-eCo	11
2.2.2 ¿Qué accesorios puede incorporar?	12
2.2.3 Cómo montar las CPU AC500-eCo en un carril DIN	13
2.2.4 Cómo montar las CPU AC500-eCo en una placa metálica	14
2.2.5 Cómo conectar la fuente de alimentación a la CPU AC500-eCo.	15
2.2.6 AC500.	16
2.2.7 Módulos de comunicación AC500	17
2.3 VARIADOR DE FRECUENCIA SCHNEIDER ATV600	18
2.3.1 Ventajas y especificaciones	18
2.3.2 Aplicaciones.	21
CAPÍTULO III	22
DESARROLLO.	22
3.1 Configuración de PLC AC500.	22
3.1.1 Creación de proyecto.	22
3.1.2 Configuración de IP.	25
3.2 Configuración de PLC en OPC.	27
3.2.1 Configuración de PLC en kepsserver.	27
	IV

3.3	Configuración de variador de frecuencia SCHNEIDER ATV600.	31
3.3.1	Configuración de dirección IP	31
3.4	Configuración de variador de frecuencia en OPC.	33
3.4.1	Configuración de Variador de frecuencia en OPC Kepserver.	33
3.5	Creación de tag de variador de frecuencia en OPC.	36
3.6	Igualación de tags desde Variador a PLC AC500.	37
3.6.1	Creando un Link tag.	38
3.6.2	Verificando la escritura de la variable.	42
	CAPÍTULO IV	43
	CONCLUSIONES.	43
	BIBLIOGRAFÍA	44

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 2.1: Modelo de datos Modbus.....	6
Figura N° 2.2: Formato de trama Modbus.....	7
Figura N° 2.3: Formato de trama Modbus ASCII.....	8
Figura N° 2.4: Formato de trama Modbus TCP.....	8
Figura N° 2.5: Partes PLC ECO.....	12
Figura N° 2.6: Accesorios PLC ECO.....	12
Figura N° 2.7: Montaje PLC ECO.....	13
Figura N° 2.8: Montaje PLC ECO, en placa metálica.....	14
Figura N° 2.9: Alimentación PLC ECO.....	15
Figura N° 2.10: Especificaciones ATV600.....	20
Figura N° 3.1: Automation Builder.....	22
Figura N° 3.2: AC500 project.....	23
Figura N° 3.3: Escogiendo CPU.....	23
Figura N° 3.4: Agregando protocolos Modbus.....	24
Figura N° 3.5: Protocolo Modbus Client y server.....	24
Figura N° 3.6: Aumentando el número de conexiones máximas.....	25
Figura N° 3.7: Cambiando la IP.....	26
Figura N° 3.8: Scaneando PLC.....	26
Figura N° 3.9: descargando proyecto al PLC.....	27
Figura N° 3.10: creando nuevo canal.....	28
Figura N° 3.11: escogiendo tipo de canal.....	28
Figura N° 3.12: Asignando nombre.....	29
Figura N° 3.13: Agregando un nuevo dispositivo.....	29
Figura N° 3.14: Asignando IP.....	30
Figura N° 3.15: Dispositivo creado.....	30
Figura N° 3.16: Menú principal.....	31
Figura N° 3.17: Submenú de comunicaciones.....	32
Figura N° 3.18: Asignación de dirección IP a variador de frecuencia.....	33
Figura N° 3.19: Creando canal de variador de frecuencia.....	34
Figura N° 3.20: Agregando nuevo dispositivo en canal de ATV600.....	34
Figura N° 3.21: Asignación de dirección IP de ATV600.....	35
Figura N° 3.22: Dispositivo creado en kepsserver.....	35
Figura N° 3.23: Creación de tags en kepsserver.....	36
Figura N° 3.24: Tags creados en Kepsriver.....	37
Figura N° 3.25: Diagrama de estructura de advanced tags.....	38
Figura N° 3.26: Árbol de proyecto Kepsriver, seleccionado “Advanced Tags”.....	39
Figura N° 3.27: Árbol de proyecto Kepsriver, seleccionado “Advanced Tags”.....	39
Figura N° 3.28: Seleccionando la variable de tensión de motor en variador de frecuencia.....	40
.....	40
Figura N° 3.29: Seleccionando la variable de Tensión de motor VDF en PLC AC500.....	41
Figura N° 3.30: Link Tag configurado.....	41
Figura N° 3.31: Link Tag creado.....	42
Figura N° 3.32: Variable creada en PLC AC500.....	42

RESUMEN

El presente proyecto de título está enfocado en la configuración de un variador de frecuencia ATV600 marca SCHNEIDER cuyas señales son llevadas hacia un PLC AC500 de la marca ABB por medio de la configuración del OPC Keypserver.

El documento se divide en 4 capítulos donde:

- ✚ En el capítulo 1 tenemos los objetivos generales y específicos
- ✚ En el capítulo 2 se presenta información teórica de los elementos a utilizar, el PLC AC500, el variador de frecuencia, el protocolo Modbus.
- ✚ En el capítulo 3 encontraremos el desarrollo de la experiencia con la configuración de cada uno de los elementos mencionados y la lectura final de la señal en el sistema.
- ✚ Finalmente, en el capítulo 4 tenemos las conclusiones, donde se explica las aplicaciones de la experiencia en la industria.

Mediante la configuración de un nodo modbus ethernet en el OPC keyserver es posible tomar las lecturas de las variables tanto en el PLC ABB AC500 como del variador de frecuencia SCHNEIDER ATV600, teniendo los 2 equipos en el OPC es posible realizar la lectura de las señales entre los equipos para implementar un sistema de control.

Esto es un ejemplo de las posibilidades para implementar un sistema de control con equipos de distintos fabricantes, realizando la comunicación entre ellos de una forma confiable para su implementación en la industria.

AUTOMATIZACIÓN – VARIADOR DE FRECUENCIA – PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN

ABSTRACT

This title project is focused on the configuration of a SCHNEIDER brand ATV600 frequency converter whose signals are taken to an ABB brand AC500 PLC through the configuration of the OPC Kepservers.

The document is divided into 4 chapters where:

- ✚ In chapter 1 we have the general and specific objectives
- ✚ Chapter 2 presents theoretical information on the elements to be used, the AC500 PLC, the frequency inverter, the Modbus protocol.
- ✚ In chapter 3 we will find the development of the experience with the configuration of each one of the damaged elements and the final reading of the signal in the system.
- ✚ Finally, in chapter 4 we have the conclusions, where the applications of the experience in the industry are explained.

By configuring a modbus ethernet node in the OPC kepservers it is possible to take the readings of the variables both in the ABB AC500 PLC and in the SCHNEIDER ATV600 frequency inverter, having the 2 devices in the OPC it is possible to read the signals between equipment to implement a control system.

This is an example of the possibilities to implement a control system with equipment from different manufacturers, communicating between them in a reliable way for its implementation in the industry.

AUTOMATION – FREQUENCY INVERTER – COMMUNICATION PROTOCOL

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes Generales

Existe la necesidad de tener un sistema de control que entregue confiabilidad y versatilidad tanto en operación normal o cuando se generan condiciones anexas a la operación normal de los sistemas para lograr una integración y automatización de equipos de distintos fabricantes.

Cada vez que se genera un fallo en los sistemas de las industrias y no se cuenta con la posibilidad de utilizar equipos de distintos fabricantes los tiempos de respuesta son relativamente largos, debido a que se está sujeto a disponibilidad de stock que cuenten los proveedores y los traslados que se deben realizar para la adquisición. Es por esto que para tratar de generar una ayuda a la operación en las industrias y contar con mayor versatilidad en los sistemas de control para una reposición de estos equipos sin necesidad que sea de un mismo fabricante, se sugiere utilizar equipos con protocolo de comunicación ModBus y así lograr tener un control y supervisión a través de protocolos de comunicación para así evitar realizar lógicas cableadas adaptadas a un fabricante y/o tensiones de control específicas, obteniendo así la posibilidad de reponer los equipos aun cuando estos sean de distintos fabricantes, como también la posibilidad de implementar y modificar las lógicas de control en forma remota, identificando de manera más rápida mejoras posibles en el proceso generando un tiempo de respuesta menor para la optimización de recursos y procesos.

Debido a que las industrias cada vez buscan aumentar sus producciones y reducir sus costos, es de vital importancia optimizar los tiempos de integración y reposición de equipos, como también contar con más variables de proceso para obtener mayores antecedentes del funcionamiento de los equipos dado a que cuando existe un fallo, se debe realizar una revisión completa del sistema para detectar las posibles causas del evento.

Por lo que, si se tiene una visualización remota del estado y de variables de control del sistema, se podría generar una reposición de los equipos más eficiente obteniendo así una mejora importante en el aumento de horas de trabajo en las industrias, lo cual permite obtener una mayor producción al final de cada turno de trabajo.

Evaluar la posibilidad de automatizar los sistemas mediante el uso de modbus en complemento con OPC KepServer para lograr tener visualización remota y centralizada del estado de cada equipo.

Al implementar un sistema robusto con la posibilidad de una supervisión y control remoto de cada equipo, se reduce de manera considerable los tiempos de revisión y optimización de los procesos.

1.2 Objetivo general

- ✚ Desarrollar un modelo de control de red mediante software OPC para optimizar la integración de equipos de diferentes fabricantes a través del protocolo Modbus. El objetivo es agilizar la gestión de información y variables de estos equipos, reducir los tiempos de integración en sistemas, y, en consecuencia, aumentar la productividad industrial.

1.3 Objetivos específicos.

- ✚ Instalar y configurar el software OPC KepServer.
- ✚ Configurar un PLC de la marca ABB, modelo AC500, para su conexión a una red Modbus ethernet y su configuración en Kepserver.
- ✚ Establecer la configuración en KepServer para la lectura de variables de un variador de frecuencia marca SCHNEIDER, modelo ATV600.
- ✚ Implementar la comunicación y lectura de señales entre el PLC ABB y el variador de frecuencia SCHNEIDER a través del OPC KepServer.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO.

2.1 Protocolo Modbus.

2.1.1 Sobre el protocolo Modbus.

Modbus es un protocolo de comunicaciones situado en los niveles 1, 2 y 7 del Modelo OSI, basado en la arquitectura maestro/esclavo (RTU) o cliente/servidor (TCP/IP), diseñado en 1979 por Modicon para su gama de controladores lógicos programables (PLCs). Convertido en un protocolo de comunicaciones estándar de facto en la industria, es el que goza de mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos electrónicos industriales.¹

Las principales razones por las cuales el uso de Modbus en el entorno industrial se ha impuesto por encima de otros protocolos de comunicaciones son:

- ✚ Se diseñó teniendo en cuenta su uso para aplicaciones industriales
- ✚ Es público y gratuito
- ✚ Es fácil de implementar y requiere poco desarrollo
- ✚ Maneja bloques de datos sin suponer restricciones

Modbus permite el control de una red de dispositivos, por ejemplo, un sistema de medida de temperatura y humedad, y comunicar los resultados a un ordenador. Modbus también se usa para la conexión de un ordenador de supervisión con una unidad remota (RTU) en sistemas de supervisión adquisición de datos (SCADA). Existen versiones del protocolo Modbus para puerto serie y Ethernet (Modbus/TCP).

Cada dispositivo de la red Modbus posee una dirección única. Cualquier dispositivo puede enviar órdenes Modbus, aunque lo habitual es permitirlo sólo a un dispositivo maestro. Cada comando Modbus contiene la dirección del dispositivo destinatario de la orden. Todos los dispositivos reciben la trama, pero solo el destinatario la ejecuta (salvo un modo especial

denominado "Broadcast"). Cada uno de los mensajes incluye información redundante que asegura su integridad en la recepción. Los comandos básicos Modbus permiten controlar un dispositivo RTU para modificar el valor de alguno de sus registros o bien solicitar el contenido de dichos registros.

Existe gran cantidad de modems que aceptan el protocolo Modbus. Algunos están específicamente diseñados para funcionar con este protocolo. Existen implementaciones para conexión por cable, Wireless, SMS o GPRS. La mayoría de problemas presentados hacen referencia a la latencia y a la sincronización.

2.1.2 Versiones del protocolo.

Hay muchas variantes de protocolos Modbus, existen versiones del protocolo Modbus para el puerto serie, para Ethernet, y otros protocolos que soportan el conjunto de protocolos TCP/IP de Internet:

- ✚ Modbus RTU — Es la implementación más común disponible para Modbus. Se utiliza en la comunicación serie y hace uso de una representación binaria compacta de los datos para el protocolo de comunicación. El formato RTU sigue a los comandos/datos con una suma de comprobación de redundancia cíclica (CRC) como un mecanismo de comprobación de errores para garantizar la fiabilidad de los datos. Un mensaje Modbus RTU debe transmitirse continuamente sin vacilaciones entre caracteres. Los mensajes Modbus son entramados (separados) por períodos inactivos (silenciosos).
- ✚ Modbus ASCII — Se utiliza en la comunicación serie y hace uso de caracteres ASCII para el protocolo de comunicación. El formato ASCII utiliza un checksum de control de redundancia longitudinal (LRC). Los mensajes Modbus ASCII están entramados por los dos puntos principales (":") y la nueva línea (CR/LF).
- ✚ Modbus TCP/IP o Modbus TCP — Se trata de una variante Modbus utilizada para comunicaciones a través de redes TCP/IP, conectándose a través del puerto 502.2 No requiere un cálculo de suma de verificación (checksum), ya que las capas inferiores

ya proporcionan protección de checksum.

- ✚ Modbus sobre TCP/IP o Modbus sobre TCP o Modbus RTU/IP — Esta es una variante de Modbus que difiere del Modbus TCP en que se incluye una suma de comprobación en la carga útil como en Modbus RTU.
- ✚ Modbus sobre UDP — Algunos han experimentado con el uso de Modbus sobre UDP en redes IP, lo que elimina los gastos generales necesarios para TCP.³
- ✚ Modbus Plus (Modbus+, MB+ o MBP) — Es una versión extendida del protocolo y privativa de Schneider Electric y a diferencia de las otras variantes, soporta comunicaciones peer-to-peer entre múltiples masters.⁴ Requiere un co-procesador dedicado para manejar HDLC. Utiliza par trenzado a 1 Mbit/s y sus especificaciones son muy semejantes al estándar EIA/RS-485 aunque no guarda compatibilidad con este, e incluye transformador de aislamiento en cada nodo. Se requiere hardware especial para conectar Modbus Plus a un ordenador, normalmente una tarjeta diseñada para bus ISA, PCI o PCMCIA.
- ✚ Pemex Modbus — Esta es una extensión de Modbus estándar con soporte para datos históricos y de flujo. Fue diseñado para la compañía petrolera Pemex para su uso en el control de procesos y nunca alcanzó un uso generalizado.
- ✚ Enron Modbus — Esta es otra extensión del estándar Modbus desarrollada por Enron Corporation con soporte para variables enteras de 32 bits y de punto flotante y datos históricos y de flujo. Los tipos de datos se asignan utilizando direcciones estándar.⁵ Los datos históricos cumplen con un estándar de la industria del American Petroleum Institute (API, por sus siglas en inglés) según la forma en que deben almacenarse los datos.

El modelo de datos y las llamadas de función son idénticas para las primeras 4 variantes de protocolos; Sólo la encapsulación es diferente. Sin embargo, las variantes no son interoperables, ni sus formatos de trama tampoco.

2.1.3 Modelo de Datos Modbus

El modelo de datos en Modbus distingue entre entradas digitales (discrete input), salidas digitales (coils), registros de entrada (input register) y registros de retención (holding registers). Las entradas y salidas digitales ocupan, evidentemente, un bit; mientras que los registros, tanto de entrada como de retención, ocupan dos Bytes

La siguiente es una tabla de tipos de objetos proporcionados por un dispositivo esclavo Modbus a un dispositivo maestro Modbus:

Figura N° 2.1: Modelo de datos Modbus.

Tipo de objeto	Acceso	Tamaño
Discrete input	Solo leer	1 bit
Coil	Leer/escribir	1 bit
Input register	Solo leer	16 bits
Holding register	Leer/escribir	16 bits

Fuente: Manual modbus.

2.1.4 Formato de la trama

Una trama Modbus está compuesta por una Unidad de Datos de Aplicación (ADU), que incluye una Unidad de Datos de Protocolo (PDU):6

- ✚ ADU = Dirección + PDU + Comprobación de errores,
- ✚ PDU = Código de función + Datos.

Todas las variantes de Modbus usan uno de los siguientes formatos de trama.

Figura N° 2.2: Formato de trama Modbus.

Nombre	Longitud (bits)	Función
Inicio	28	Al menos $3 \frac{1}{2}$ Tiempos de silencio
Dirección	8	Station address
Función	8	Indica el código de función; Por ejemplo, leer los registros de bobinas/retención
Datos	$n \times 8$	Datos + La longitud se rellenará dependiendo del tipo de mensaje
CRC	16	Verificación de redundancia cíclica (CRC)
Fin	28	Al menos $3 \frac{1}{2}$ Tiempos de silencio entre tramas

Fuente: Manual modbus.

Nota sobre la verificación de redundancia cíclica.:

- ✚ Polinomial: $x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$ (CRC-16-ANSI también conocido como CRC-16-IBM, Polinomio algebraico hexadecimal normal siendo 8005 e inverso A001).
- ✚ Valor inicial: 65.535
- ✚ Ejemplo de trama en hexadecimal: 01 04 02 FF FF B8 80 (Cálculo CRC-16-ANSI desde 01 a FF da 80B8, que se transmite el byte menos significativo primero).

Formato de trama Modbus ASCII (utilizado principalmente en líneas serie asíncronas de 7 u 8 bits)

Figura N° 2.3: Formato de trama Modbus ASCII.

Nombre	Longitud (Bytes)	Función
Inicio	1	Comienza con dos puntos : (El valor hex ASCII es 3A)
Dirección	2	Dirección de la estación
Función	2	Indica los códigos de función como leer bobinas / entradas
Datos	$n \times 2$	Datos + La longitud se rellenará dependiendo del tipo de mensaje
LRC	2	Verificación de redundancia longitudinal (LCR)
Fin	2	Par retorno de carro/avance de línea (CR/LF) (Valores ASCII de 0D , 0A)

Fuente: Manual modbus.

Dirección, función, datos y LRC son todos pares legibles de caracteres hexadecimales que representan valores de 8 bits (0-255). Por ejemplo, 122 (7 x 16 + 10) se representará como 7A.

LRC se calcula como la suma de valores de 8 bits, negados (complemento de dos) y codificado como un valor de 8 bits. Ejemplo: si la dirección, la función y los datos codifican como 247, 3, 19, 137, 0 y 10, su suma es 416. El complemento de dos (-416) recortado a 8 bits es 96 (por ejemplo $256 \times 2 - 416$) Que se representará como 60 en hexadecimal. Por lo tanto el siguiente trama: :F7031389000A60<CR><LF>.

Figura N° 2.4: Formato de trama Modbus TCP.

Nombre	Longitud (Bytes)	Función
Identificador de la transacción	2	Para la sincronización entre mensajes de servidor y cliente
Identificador del protocolo	2	0 para Modbus/TCP
Campo de longitud	2	Número de bytes en esta trama
Identificador de unidad	1	Dirección del esclavo (255 si no se usa)
Código de función	1	Códigos de función como en otras variantes
Bytes de datos	n	Datos como respuesta o comandos

Fuente: Manual modbus.

El identificador de unidad se utiliza con dispositivos Modbus/TCP que son compuestos de varios dispositivos Modbus en las pasarelas Modbus/TCP a Modbus RTU. En tal caso, el identificador de unidad indica la dirección de esclavo del dispositivo detrás de la pasarela. Normalmente, los dispositivos compatibles con Modbus/TCP ignoran el identificador de unidad.

El orden de bytes para valores en tramas de datos Modbus es big-endian (MSB, byte más significativo de un valor recibido primero).

2.1.5 Implementaciones

Todas las implementaciones presentan variaciones respecto al estándar oficial. Algunas de las variaciones más habituales son:

Tipos de Datos

- Coma Flotante IEEE
- Entero 32 bits
- Datos 8 bits
- Tipos de datos mixtos
- Campos de bits en enteros
- Multiplicadores para cambio de datos a/de entero. 10, 100, 1000, 256...

Extensiones del Protocolo

- Direcciones de esclavo de 16 bits
- Tamaño de datos de 32 bits (1 dirección = 32 bits de datos devueltos.)

2.1.6 Limitaciones

- ✚ Dado que Modbus fue diseñado a finales de los setenta para comunicarse con controladores lógicos programables, el número de tipos de datos se limita a aquellos entendidos por los PLC en ese momento. Los objetos binarios grandes no son compatibles
- ✚ No existe una forma estándar para que un nodo encuentre la descripción de un objeto de datos, por ejemplo, para determinar si un valor de registro representa una temperatura entre 30 y 175 grados.
- ✚ Dado que Modbus es un protocolo maestro / esclavo, no es posible que un dispositivo de campo "informe por excepción" (excepto a través de Ethernet TCP / IP, llamado open-mbus) - el nodo maestro debe rutinariamente encuestar cada dispositivo de campo y buscar cambios en los datos. Esto consume ancho de banda y tiempo de red en aplicaciones en las que el ancho de banda puede ser costoso, como por ejemplo un enlace de radio de baja velocidad binaria.
- ✚ Modbus está restringido al direccionamiento de 254 dispositivos en un enlace de datos, lo que limita el número de dispositivos de campo que pueden conectarse a una estación maestra (una vez más, Ethernet TCP/IP es una excepción).
- ✚ Las transmisiones Modbus deben ser contiguas, lo que limita los tipos de dispositivos de comunicaciones remotas a aquellos que pueden almacenar datos para evitar lagunas en la transmisión.
- ✚ El protocolo Modbus no ofrece seguridad contra órdenes no autorizadas o interceptación de datos.

2.2 PLC ABB AC500.

La plataforma de automatización de un AC500 se distingue por su escalabilidad, flexibilidad, oferta muy amplia de comunicaciones y además por su facilidad de configuración, programación y puesta en marcha. La compatibilidad total entre CPU AC500 y AC500- eCo y módulos de E/S S500 y S500-eCo, las comunicaciones integradas y opcionales y la programación estándar mediante la misma herramienta de ingeniería Automation Builder hacen de la plataforma AC500 la solución ideal para aplicaciones sencillas, arquitecturas avanzadas, aplicaciones en condiciones extremas (AC500-XC) e incluso sistemas redundantes con el sistema AC500 High Availability. Las capturas de pantalla en este documento se han hecho con Windows 7, Windows® siendo una marca registrada del grupo Microsoft.

2.2.1 Elementos de funcionamiento, conexión de la CPU AC500-eCo

- ✚ LED de estado: PWR (alimentación), RUN, ERR y estado de las Entradas / Salida

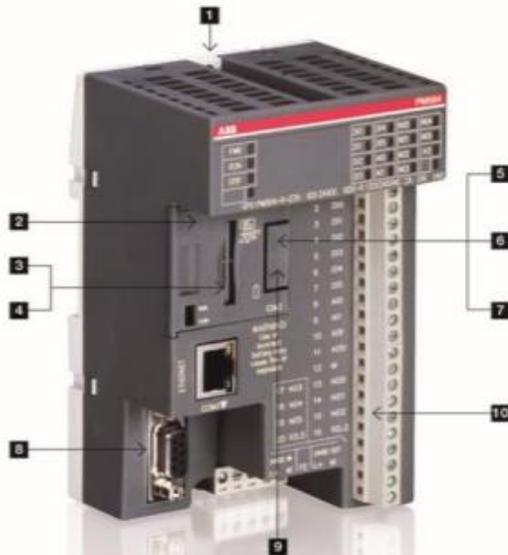
- ✚ Conmutador Run / Stop. Operación de control de la CPU.

- ✚ CPU Ethernet con el puerto RJ45 con funcionalidad FTP (servidor),

- ✚ HTTP (servidor Web), SNTP (protocolo de tiempo de red simple), SMTP (correo electrónico), BACNet (comunicación de datos), KNX IP (control de Home & building) y MySQL (gestión de base de datos).

- ✚ COM1: Acceso en línea, Modbus RTU (RS485), Maestro de bus CS31, ASCII. Entradas / Salidas integradas.

Figura N° 2.5: Partes PLC ECO.



Fuente: Manual ABB AC500-eco.

2.2.2 ¿Qué accesorios puede incorporar?

La CPU AC500-eCo ofrece todo lo que pueda esperar de un PLC moderno. Desde un software completo incluyendo una herramienta para visualización mediante el servidor.

Figura N° 2.6: Accesorios PLC ECO.



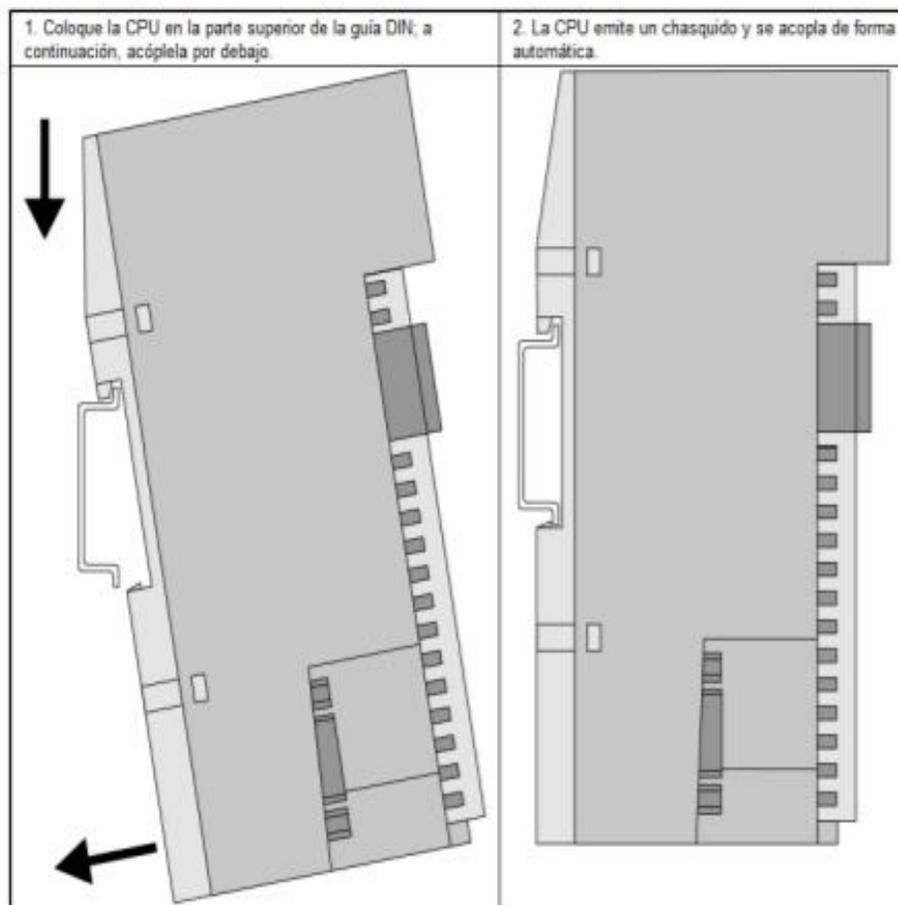
Fuente: Manual ABB AC500-eco.

2.2.3 Cómo montar las CPU AC500-eCo en un carril DIN

Las CPU AC500-eCo se pueden montar en carril DIN o con tornillos en una placa de metal. A continuación, aparecen los procedimientos para montarlas y desmontarlas:

1. Desembale la CPU de la caja.
2. Coloque la CPU en la parte superior del carril DIN y presione suavemente hacia abajo.
3. La CPU se bloquea automáticamente en el carril DIN con un chasquido audible.

Figura N° 2.7: Montaje PLC ECO.



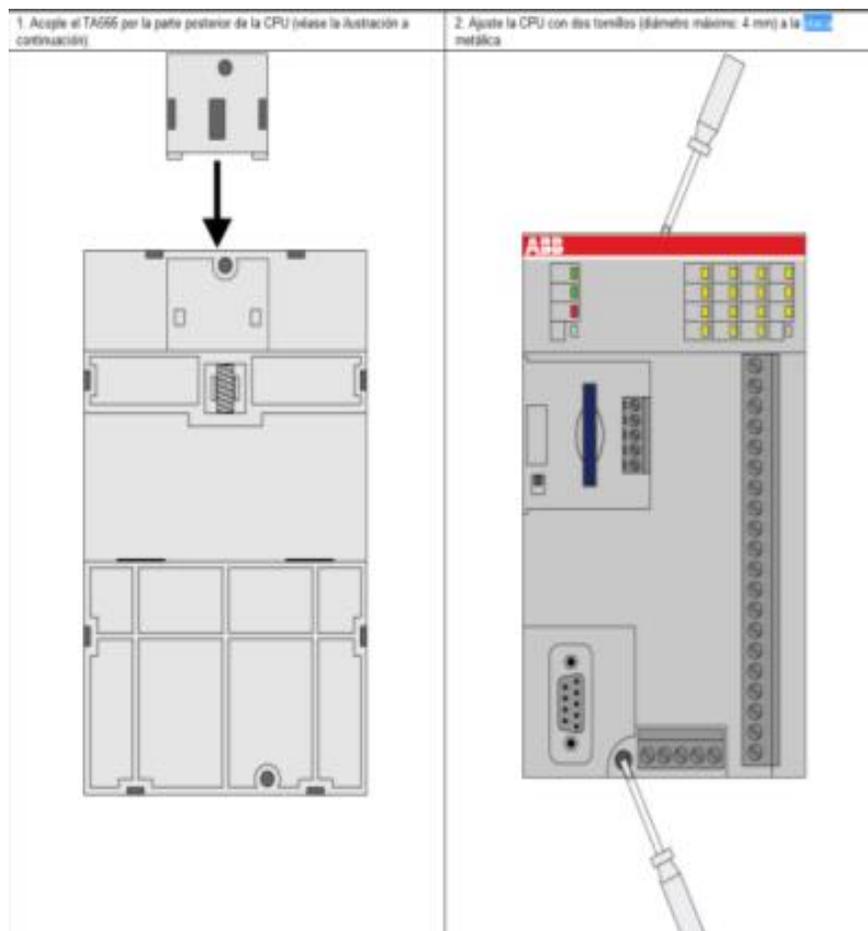
Fuente: Manual ABB AC500-eco.

2.2.4 Cómo montar las CPU AC500-eCo en una placa metálica

Las CPU AC500-eCo también pueden ser montadas con tornillos en pared con los accesorios de montaje TA 566 (este último opcional). A continuación aparecen los procedimientos para montarlas y desmontarlas:

1. Desembale la CPU de la caja.
2. Coloque el TA 566 en la parte posterior de la CPU (consulte la ilustración siguiente).
3. Fije la CPU con dos tornillos (diámetro máximo: 4 mm) en la placa de metal.

Figura N° 2.8: Montaje PLC ECO, en placa metálica.



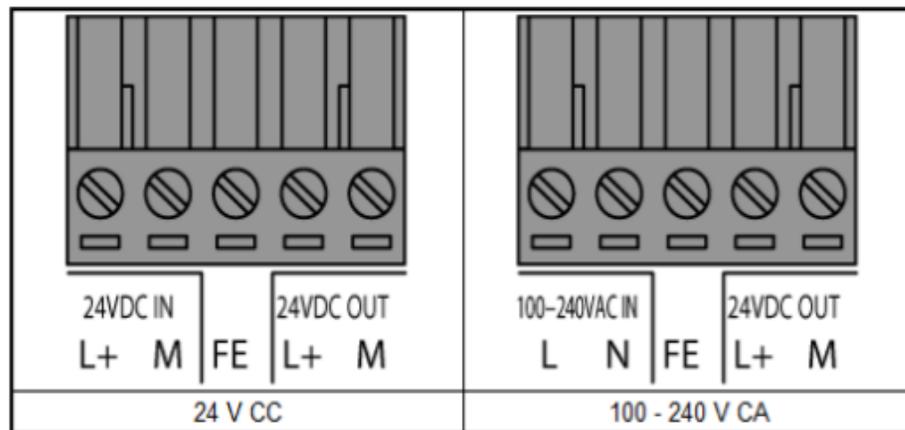
Fuente: Manual ABB AC500-eco.

2.2.5 Cómo conectar la fuente de alimentación a la CPU AC500-eCo.

En función de la variante de la CPU AC500-eCo, el módulo tiene que ser alimentado a 24V DC o 100- 240V AC.

Un bloque de terminales de tornillo permite la conexión de la alimentación. Cabe tener en cuenta que la alimentación ha de conectarse en las entradas IN del conector.

Figura N° 2.9: Alimentación PLC ECO.



Fuente: Manual ABB AC500-eco.

2.2.6 AC500.

La gama de PLC AC500 proporciona una plataforma fiable y potente para diseñar y crear soluciones de automatización escalables, flexibles y competitivas.

Escalables

La escalabilidad del PLC AC500 se logra ofreciendo una gran variedad de dispositivos para diseñar e implementar configuraciones adecuadas para tareas de control sencillas o soluciones de automatización complejas.

Mediante una herramienta de ingeniería única es posible realizar aplicaciones simples hasta las más complejas.

Competitivas.

La plataforma AC500 dispone de varias CPU, módulos de E/S, módulos de comunicación y accesorios, entre otros.

La combinación perfecta entre los diferentes tipos de módulos de E/S y CPU permite adaptarse a los requisitos individuales de cada aplicación y así ofrecer una solución competitiva.

Flexibles

La plataforma AC500 ha sido diseñada para ofrecer la facilidad necesaria, seguridad y fiabilidad para expandir el sistema de automatización a nuevos retos.

La memoria, el rendimiento y las posibilidades de comunicación significan mayor funcionalidad, visualización avanzada y más comodidad de operación para obtener mejores soluciones.

2.2.7 Módulos de comunicación AC500

Se han desarrollado diferentes opciones de comunicación para la plataforma AC500, tanto a nivel de control como de campo. Esto beneficia a los clientes para que su solución de automatización sea compatible con el pasado, adaptada al presente y preparada para el futuro.

La base de la CPU AC500 dispone de 4 interfaces de comunicación (serie y Ethernet entre otros) y permite añadir hasta 4 módulos de comunicación (según la base de terminales escogida).

Estos módulos de comunicación opcionales proporcionan una gran variedad de posibilidades de comunicación y pueden ser integrados en diferentes combinaciones para soluciones de automatización grandes y pequeñas.

Los protocolos de comunicación que ofrecen los dispositivos son:

-  Serie (Modbus RTU / ASCII / RCOM / ABB CS31)
-  Ethernet (Modbus TCP/IP / UDP)
-  PROFIBUS DP
-  CANopen
-  DeviceNet
-  PROFINET
-  EtherCAT
-  RCOM
-  ABB CS31

2.3 VARIADOR DE FRECUENCIA SCHNEIDER ATV600

Schneider Electric S.A. es una compañía francesa que actúa principalmente en los sectores de energía e infraestructura proporcionando equipos para redes de distribución y optimización eléctrica y automatización industrial. En este ámbito, los principales productos y servicios de solución que ofrece a sus clientes son: Procesos de control y supervisión, fuentes de alimentación y distribución, seguimiento y control de energía, redes eléctricas inteligentes, sistemas de prepago para entregar electricidad a sectores lejanos, entre otros. La empresa tiene presencia en 190 países alrededor del mundo, regionalmente está presente en naciones como: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Perú, Venezuela, por mencionar algunos. Registra más de 130 mil empleados.

Altivar Process, la nueva generación de variadores de velocidad se ha diseñado para ofrecer ventajas relacionadas con el Internet de las cosas industrial (IIoT).

- Un variador conectado e inteligente habilitado para EcoStruxure y con inteligencia incorporada para recopilar datos y compartir información a nivel de empresa.
- Incrementa la eficiencia de las actividades, aumenta la rentabilidad y reduce el coste total de propiedad (TCO).
- Ofrece un intervalo de entre 0,75 kW y 2600 kW para todas las tensiones, con una experiencia de uso sencilla en todo momento para disfrutar de funcionalidad, rendimiento y flexibilidad.

2.3.1 Ventajas y especificaciones

Ventajas

Optimización de procesos

Aporta inteligencia a tu sistema permitiendo que tus activos proporcionen datos de proceso avanzados para operaciones más inteligentes.

 **Incremento de la efectividad de los equipos**

Incrementa la productividad y la disponibilidad en hasta un 20 %.

 **Gestión energética**

Optimiza y reduce tu consumo de energía en hasta un 30 %.

 **Gestión de activos**

Reduce el tiempo de inactividad y salvaguarda el rendimiento de tus activos principales.

Especificaciones

Figura N° 2.10: Especificaciones ATV600.

Principal

Gama	Altivar Process ATV600
Tipo de producto o componente	Variador de velocidad
Aplicación específica de producto	Proceso y utilidades
Nombre corto del dispositivo	ATV650
Variante	Con interruptor de desconexión
Destino del producto	Motores asíncronos Motores síncronos
Filtro CEM	Integrated (*) 50 m conforme a EN/IEC 61800-3 categoría C2 Integrated (*) 150 m conforme a EN/IEC 61800-3 categoría C3
Grado de protección IP	IP55 conforme a IEC 60529 IP55 conforme a IEC 61800-5-1
[Us] tensión de alimentación nominal	380...480 V
Tipo de refrigeración	Convenc forzada
Frecuencia de alimentación	50...60 Hz - 5...5 %
[Us] Tensión nominal de alimentación	380...480 V - 15...10 %
Potencia del motor en kW	18,5 kW carga pesada) 22 kW carga normal)
Potencia del motor en HP	25 hp carga pesada 30 hp carga normal
Corriente de línea	34,4 A a 480 V carga normal) 34,1 A a 380 V carga pesada) 29,9 A a 480 V carga pesada) 39,6 A a 380 V carga normal)
Corriente de cortocircuito de la red	50 kA
Potencia aparente	24,9 kVA a 480 V carga pesada) 28,6 kVA a 480 V carga normal)
Corriente de salida en continuo	39,2 A a 4 kHz para carga pesada 46,3 A a 4 kHz para carga normal
Máxima corriente transitoria	58,8 A 60 s carga pesada) 50,9 A 60 s carga normal)
Perfil de control de motor asíncrono	Estándar de par constante Modo óptimo para el par Estándar de par constante
Perfil de control de motor síncrono	Synchronous reluctance motor Motor de imanes permanentes

Fuente: Manual Schneider ATV600.

2.3.2 Aplicaciones.

Altivar Process ATV600 variador de frecuencia con servicios integrados, conectividad y funciones de aplicación dedicadas íntegramente a la gestión de fluidos. Totalmente enfocado a aplicaciones como:

- ✚ Bombas.

- ✚ Ventiladores.

- ✚ Compresores en el proceso de la industria.

- ✚ Ideal para los segmentos del tratamiento de aguas limpias:

- ✚ Ideal para los segmentos del tratamiento aguas residuales.

- ✚ Marino e instalaciones en clima industrial.

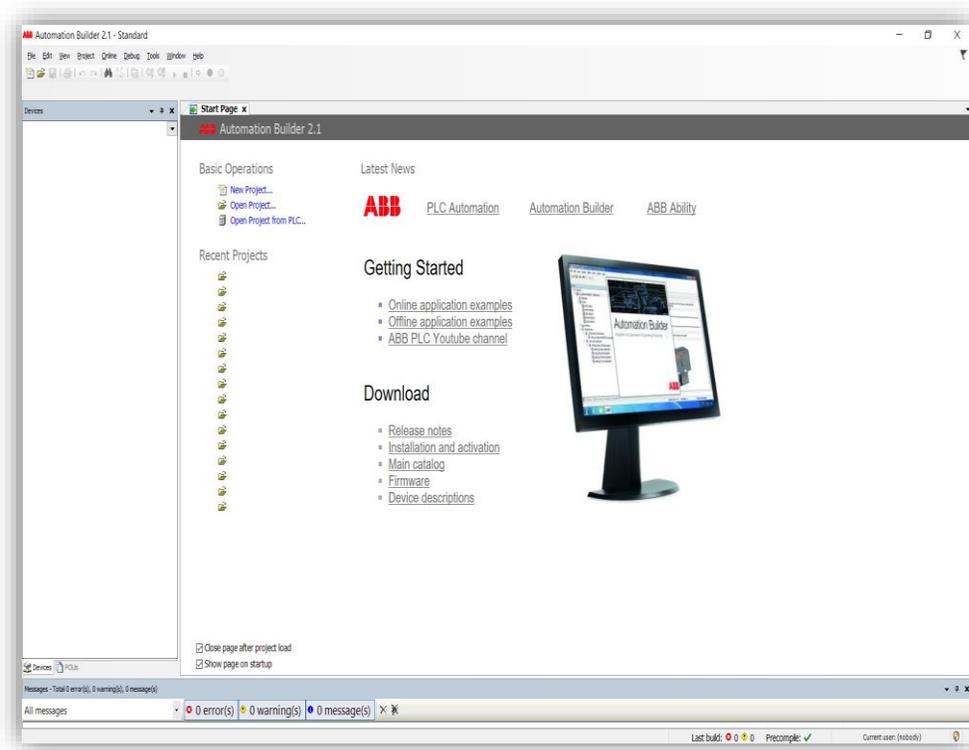
CAPÍTULO III DESARROLLO.

3.1 Configuración de PLC AC500.

3.1.1 Creación de proyecto.

En primera instancia se abre el software Automation Builder, en este caso se utiliza la versión 2.1, y elegimos “New Project”.

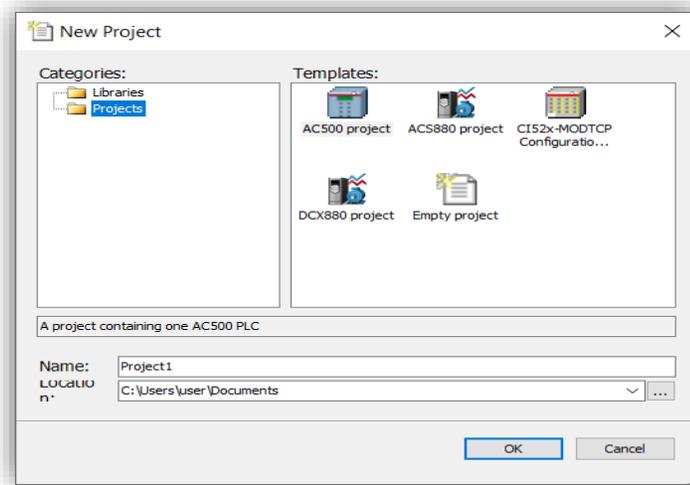
Figura N° 3.1: Automation Builder.



Fuente: Manual software Automation Builder.

En la ventana emergente elegimos un nuevo proyecto de AC500.

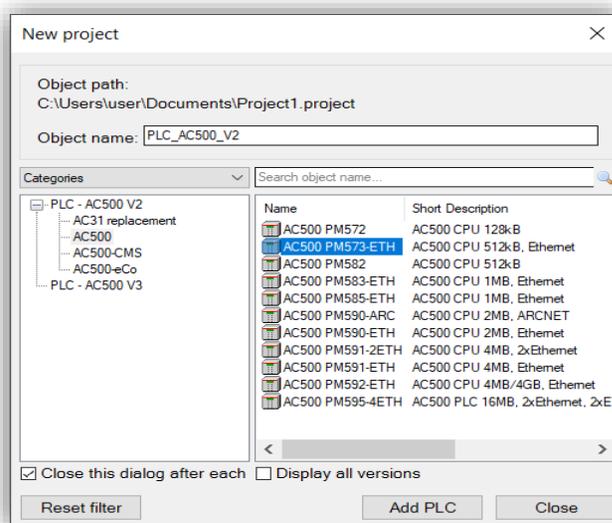
Figura N° 3.2: AC500 project.



Fuente: Manual software Automation Builder.

Seguido de esto debemos elegir la CPU con la que se esta trabajando, en este caso la AC500 PM573-ETH.

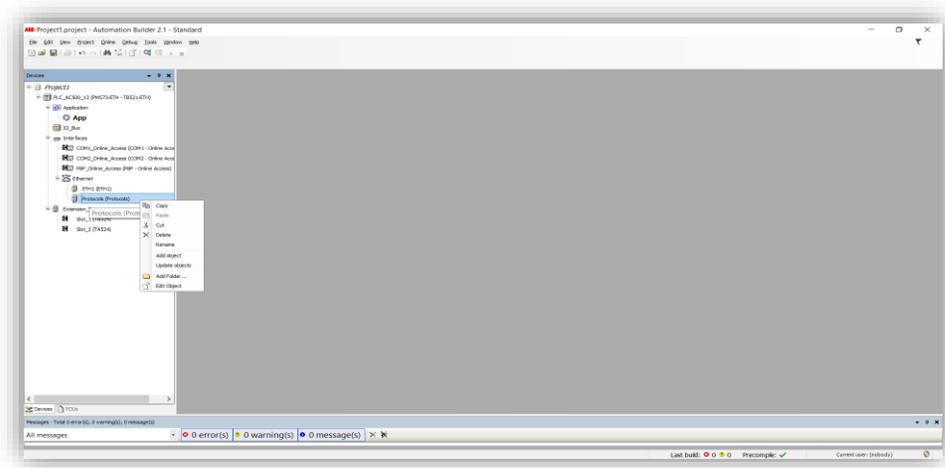
Figura N° 3.3: Escogiendo CPU.



Fuente: Manual software Automation Builder.

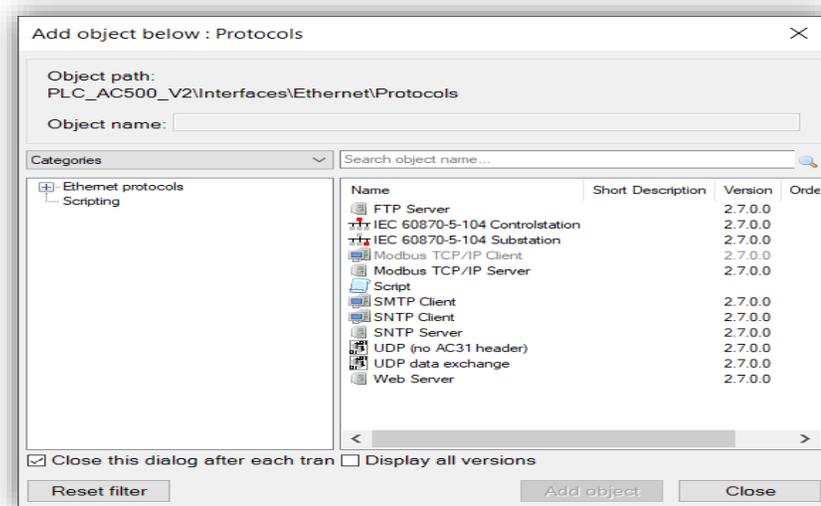
Se requiere agregar el protocolo de comunicación Modbus en el proyecto, esto para poder establecer la comunicación con el OPC, se requiere agregar el protocolo de servidor como el de cliente.

Figura N° 3.4: Agregando protocolos Modbus.



Fuente: Manual software Automation Builder.

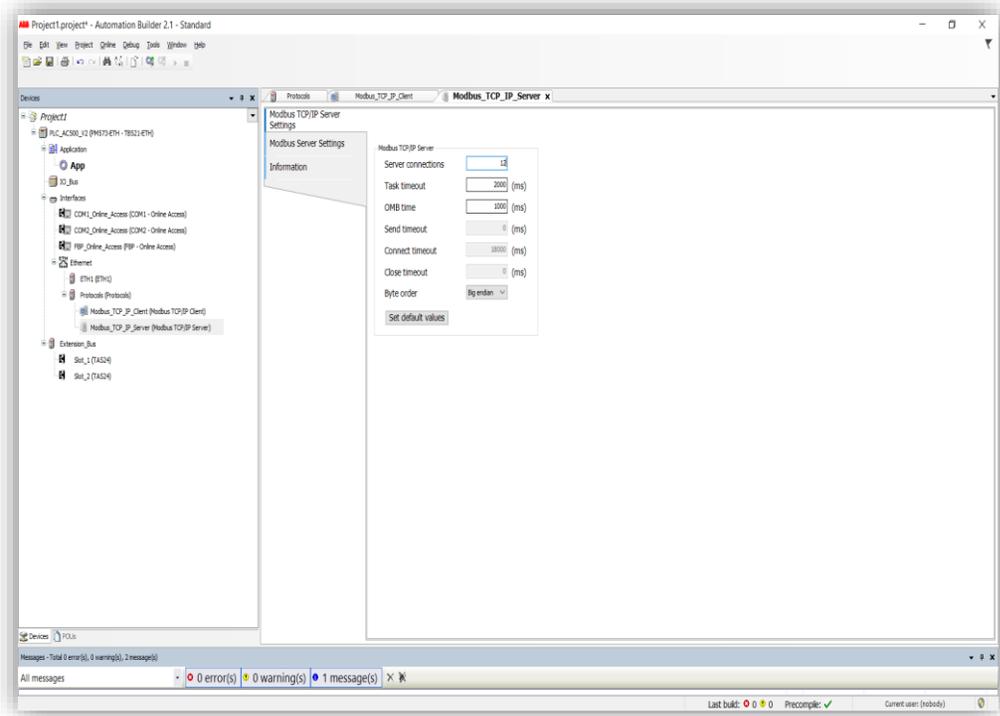
Figura N° 3.5: Protocolo Modbus Client y server.



Fuente: Manual software Automation Builder.

Para terminar con la configuración de protocolos se aumentan las conexiones máximas de modo de que el equipo se comunique al OPC sin problemas.

Figura N° 3.6: Aumentando el número de conexiones máximas.

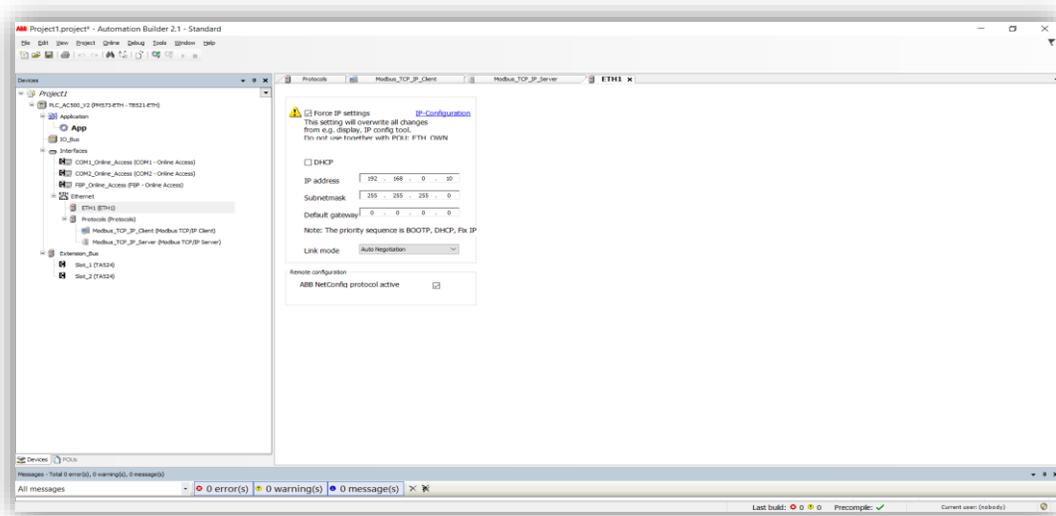


Fuente: Manual software Automation Builder.

3.1.2 Configuración de IP.

Con esto podemos proceder a configurar la IP del PLC, para esto se debe hacer clic en ETH1 y deseleccionar “DHCP” para poder agregar una IP de forma manual.

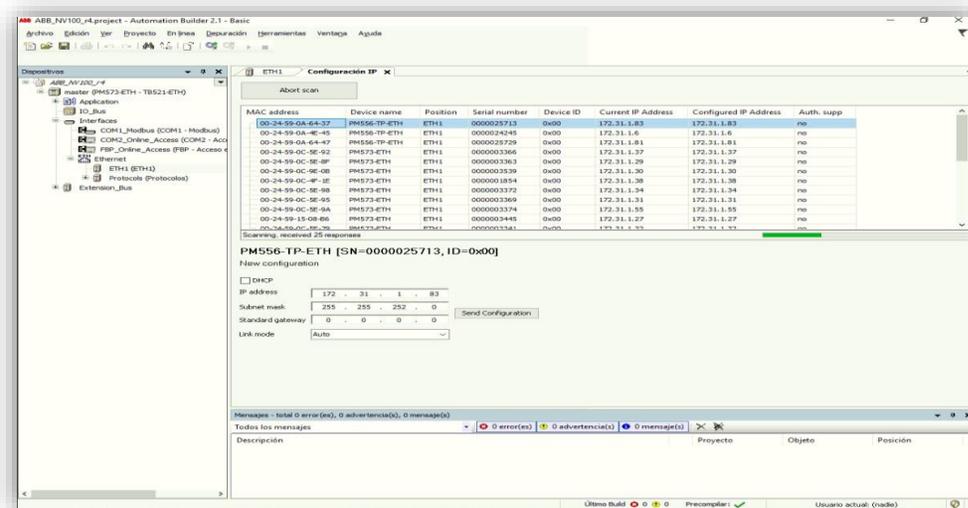
Figura N° 3.7: Cambiando la IP.



Fuente: Manual software Automation Builder.

En “IP configuration” se realiza un scan teniendo el PLC conectado a la con el PC mediante un cable de red, el PLC aparecerá en la lista donde se le debe cargar la IP deseada.

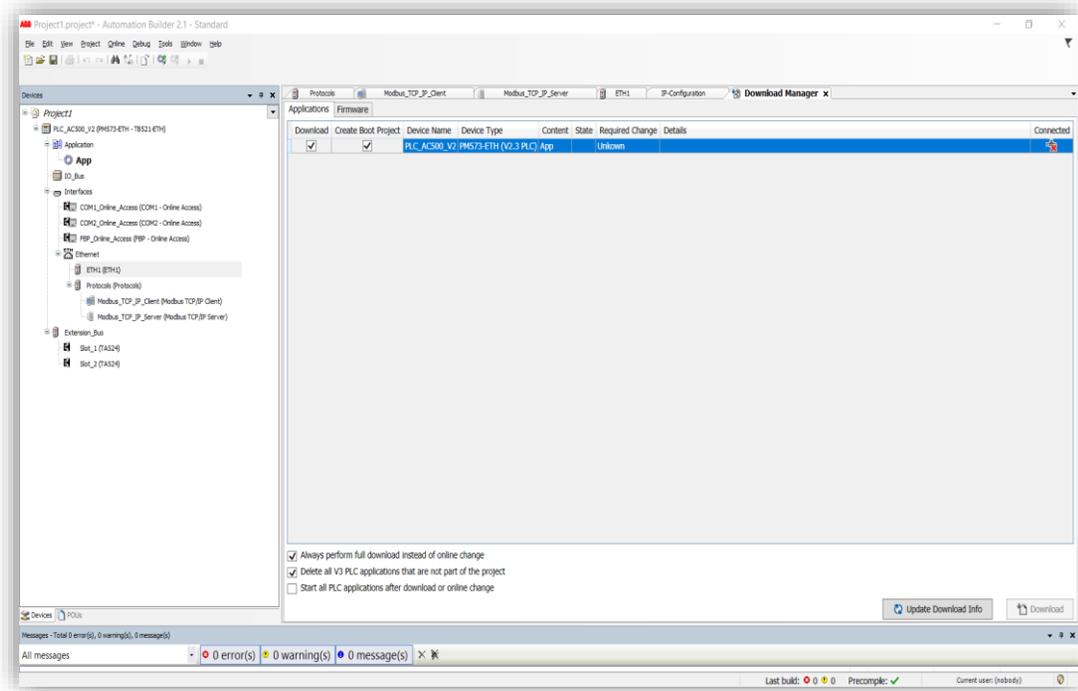
Figura N° 3.8: Scaneando PLC.



Fuente: Manual software Automation Builder.

Finalmente, en el menú Download manager, se descargan los cambios del proyecto hacia el PLC.

Figura N° 3.9: descargando proyecto al PLC.



Fuente: Manual software Automation Builder.

Con esto el PLC queda en condiciones para la escritura de la lógica y la configuración del OPC.

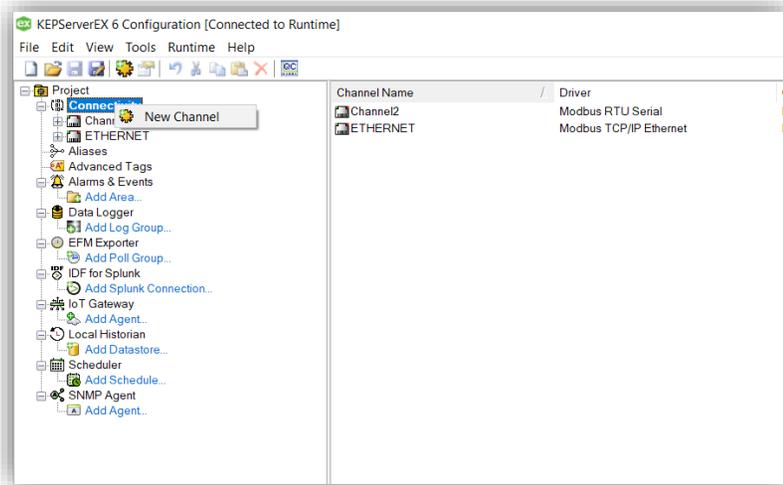
3.2 Configuración de PLC en OPC.

3.2.1 Configuración de PLC en kepsserver.

En el software KepsServer procederemos a configurar un dispositivo para la lectura de las señales PLC AC500.

Para esto con el software abierto procederemos a agregar un nuevo “channel”.

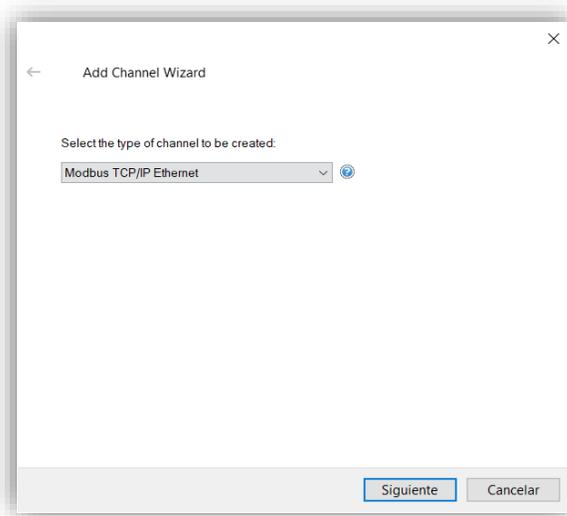
Figura N° 3.10: creando nuevo canal.



Fuente: Manual software OPC KepServer.

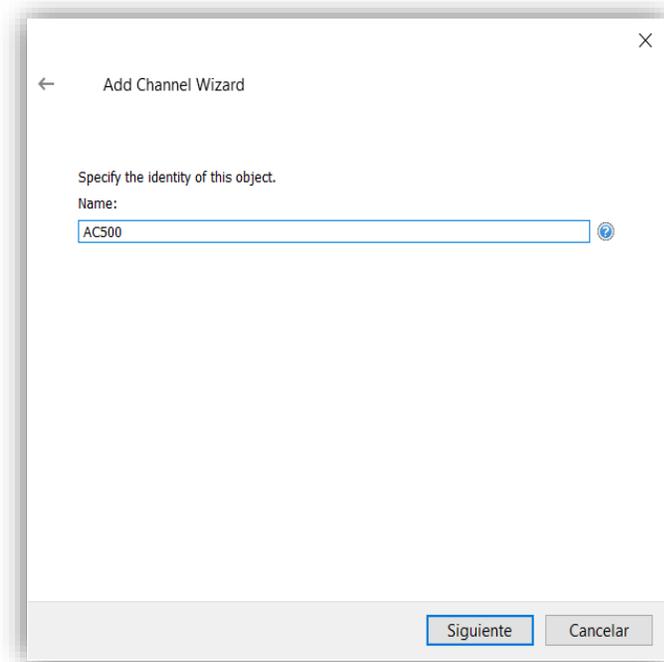
En el asistente se debe escoger el tipo “Modbus TCP/IP” y continuar con “siguiente”, donde se le debe asignar un nombre al canal.

Figura N° 3.11: escogiendo tipo de canal.



Fuente: Manual software OPC KepServer.

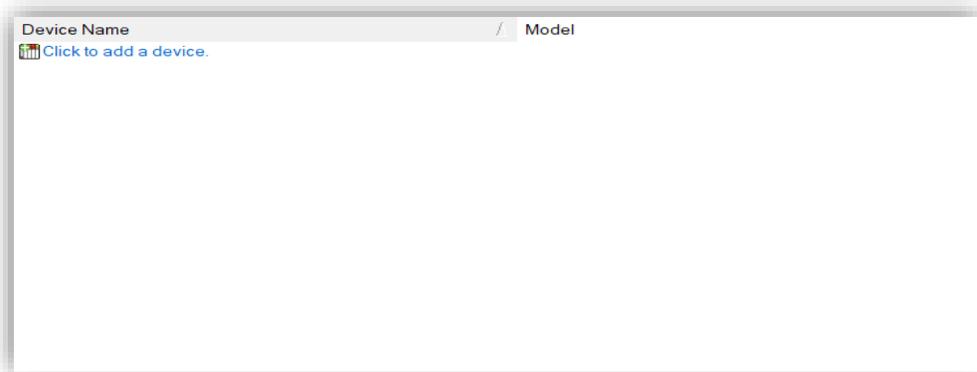
Figura N° 3.12: Asignando nombre.



Fuente: Manual software OPC KepServer.

Al terminar el asistente tendremos creado el canal, con lo que procederemos a crear el dispositivo, para esto haremos clic en “click to add device”

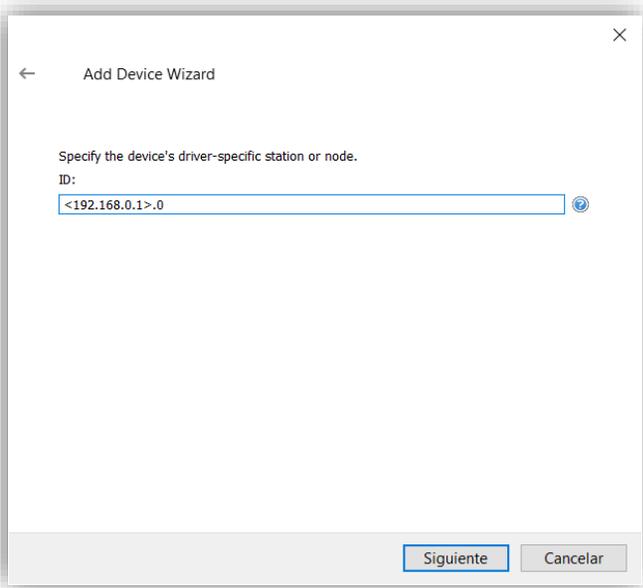
Figura N° 3.13: Agregando un nuevo dispositivo.



Fuente: Manual software OPC KepServer.

Continuando con el asistente le deberemos asignar un nombre al dispositivo y luego escribirle la IP que se le había cargado al PLC anteriormente con el software Automation Builder.

Figura N° 3.14: Asignando IP



Fuente: Manual software OPC KepServer.

Figura N° 3.15: Dispositivo creado.

Device Name	Model	ID
PLC	Modbus	<192.168.0.1>.0

Fuente: Manual software OPC KepServer.

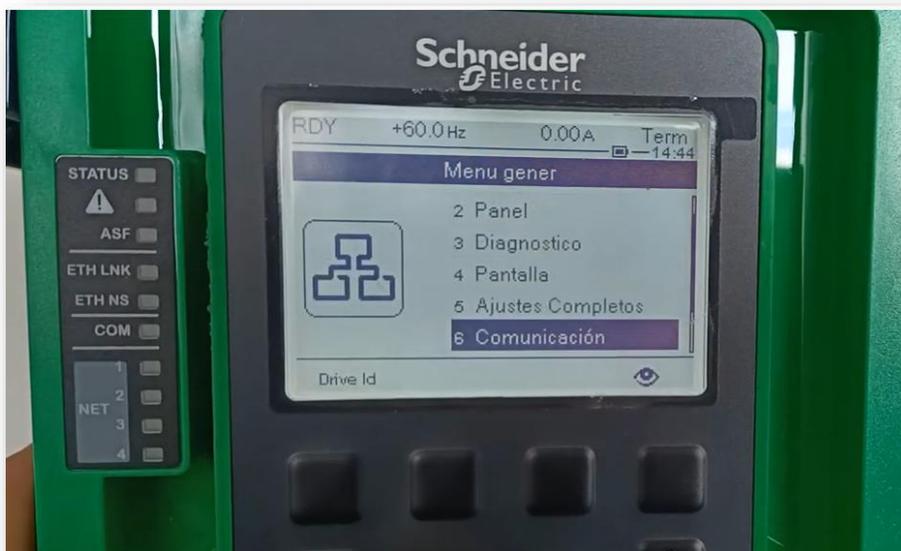
Con estos preparativos terminados estamos en condiciones de crear los tags en el software que queremos leer desde el PLC, para esto se deberán asignar memorias, las cuales serán leídas por Kepserver a través de las direcciones Modbus.

3.3 Configuración de variador de frecuencia SCHNEIDER ATV600.

3.3.1 Configuración de dirección IP

Debemos configurar la IP del variador de frecuencia, para esto se debe acceder al menú principal y seleccionar el submenú de comunicaciones.

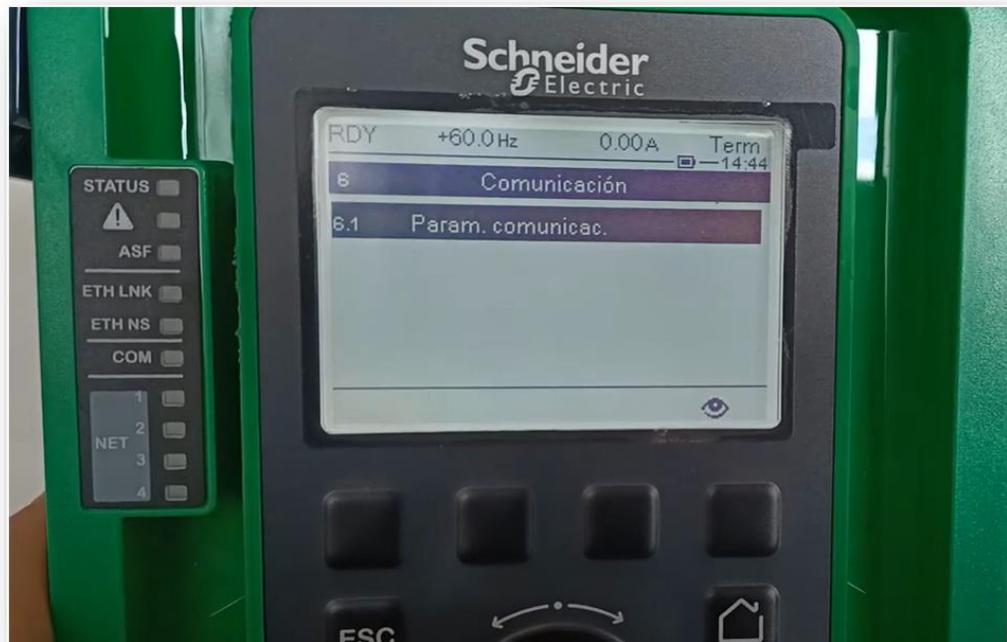
Figura N° 3.16: Menú principal.



Fuente: Manual Schneider ATV600.

Luego se accede a parámetros comunicaciones; ethernet integrado para poder agregar una IP de forma manual.

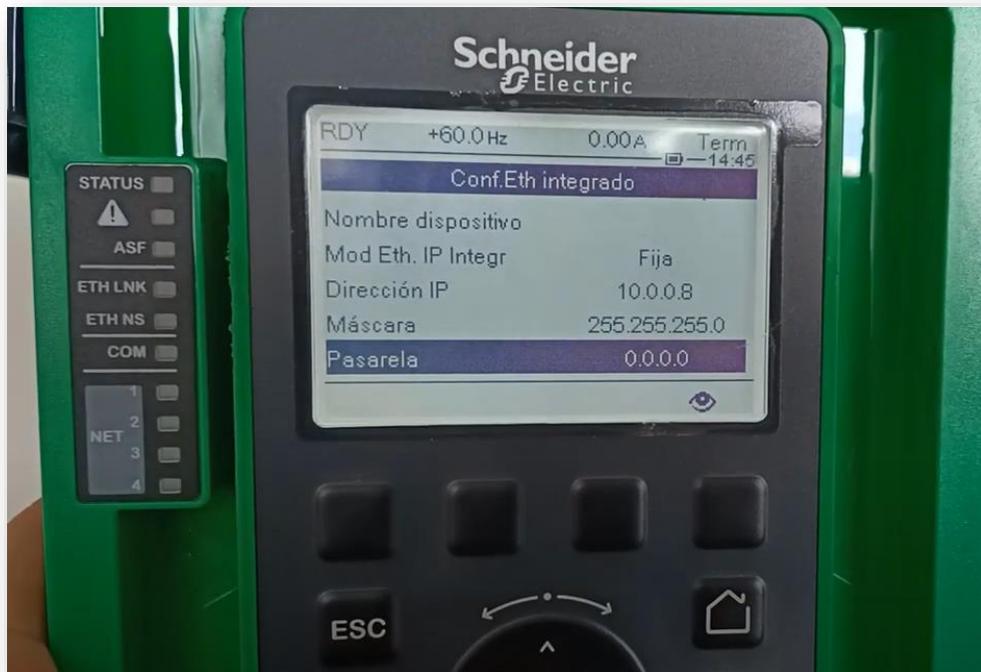
Figura N° 3.17: Submenú de comunicaciones.



Fuente: Manual Schneider ATV600.

Para esto se debe cambiar Mod Eth. IP Integr. de DHCP a fija con este cambio se podrá agregar una IP de forma manual.

Figura N° 3.18: Asignación de dirección IP a variador de frecuencia.



Fuente: Manual Schneider ATV600.

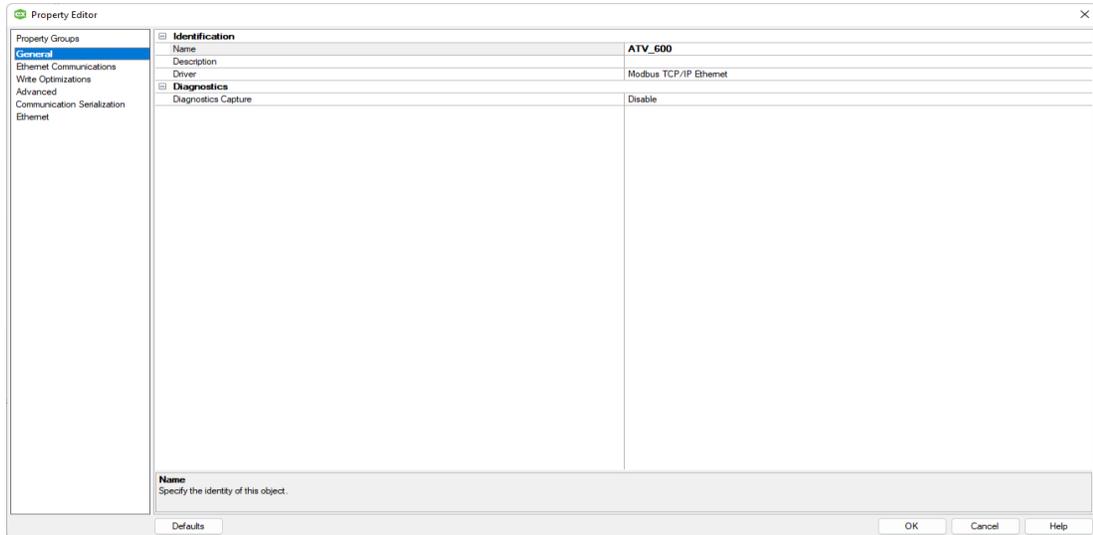
3.4 Configuración de variador de frecuencia en OPC.

3.4.1 Configuración de Variador de frecuencia en OPC Kepserver.

Al igual que hicimos con el PLC en el software Kepserver procederemos a configurar un dispositivo para la lectura de las señales variador de frecuencia ATV600.

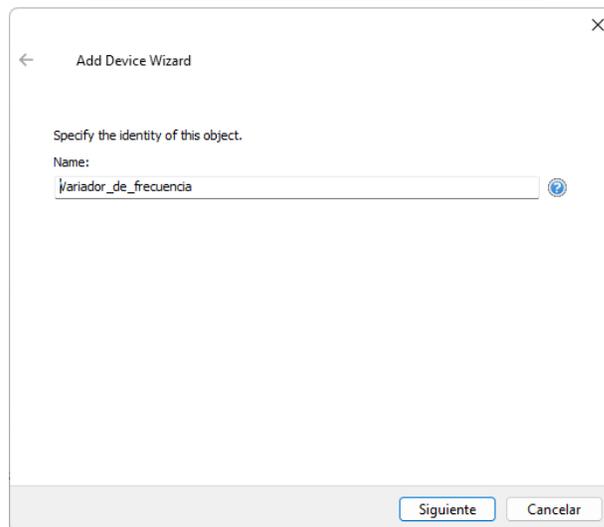
Para esto con el software abierto procederemos a agregar un nuevo “channel”.

Figura N° 3.19: Creando canal de variador de frecuencia.



Fuente: Manual software OPC KepServer.

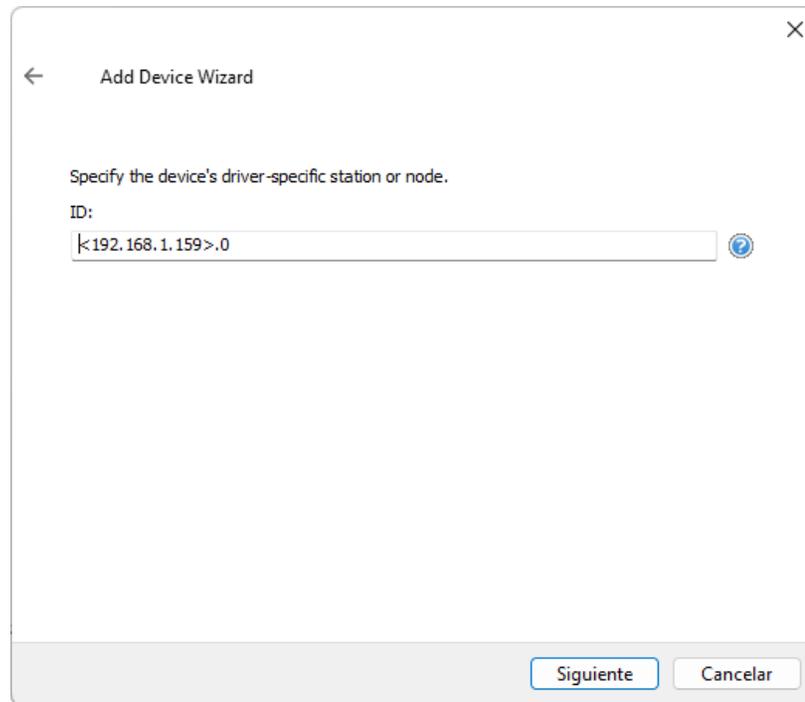
Figura N°3.20: Agregando nuevo dispositivo en canal de ATV600.



Fuente: Manual software OPC KepServer.

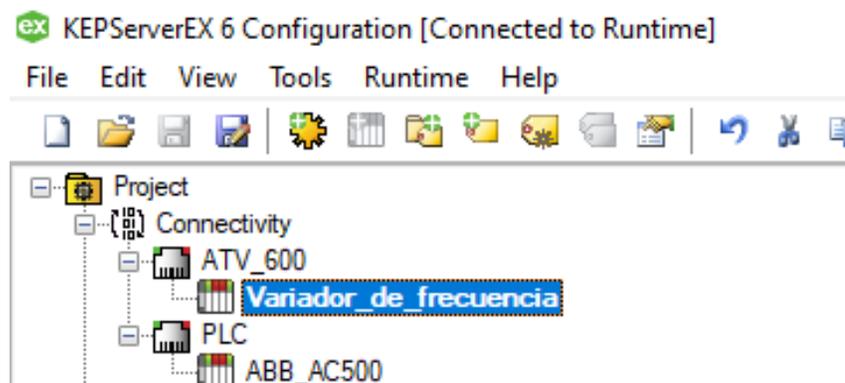
Continuando con el asistente le deberemos asignar un nombre al dispositivo y luego escribirle la IP que se le había configurado en el variador de frecuencia anteriormente con el panel local del equipo.

Figura N° 3.21: Asignación de dirección IP de ATV600.



Fuente: Manual software OPC KepServer.

Figura N° 3.22: Dispositivo creado en kepsserver.



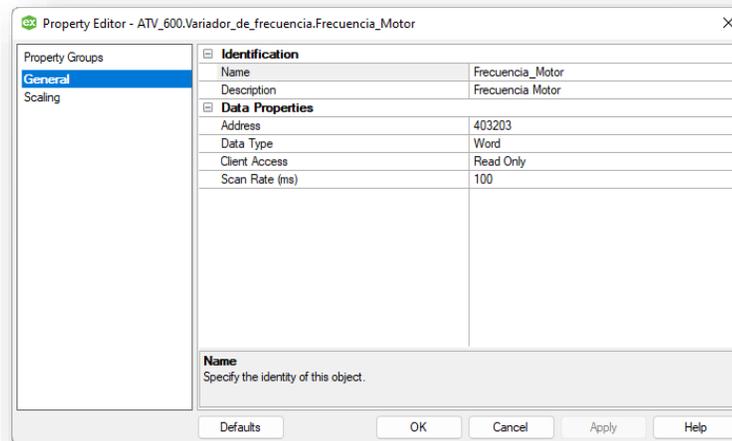
Fuente: Manual software OPC KepServer.

Con estos preparativos terminados estamos en condiciones de crear los tags en el software que queremos leer desde el variador de frecuencia.

3.5 Creación de tag de variador de frecuencia en OPC.

Para crear los tags del variador de frecuencia en el nodo del equipo en Kepserver se deberán buscar el mapa de memorias modbus del variador de frecuencia, las cuales serán leídas por el software donde se debe ingresar un nombre a la variable dirección y tipo de dato.

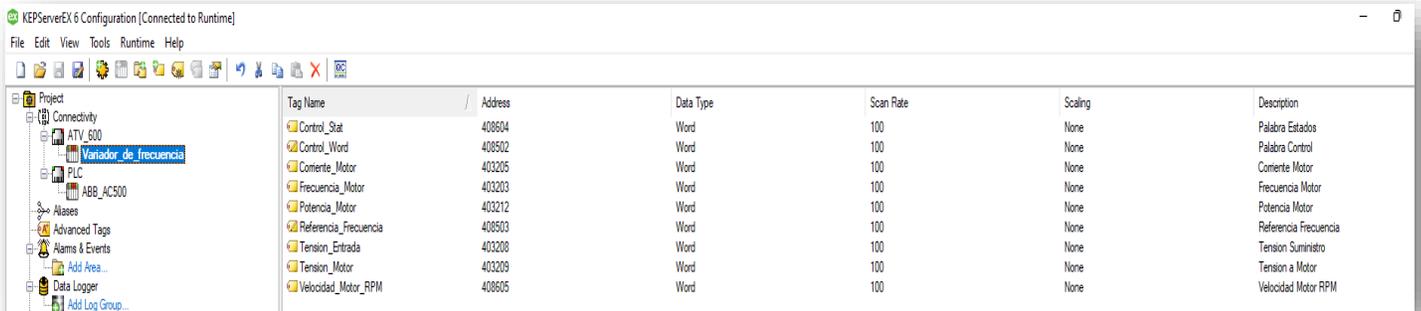
Figura N° 3.23: Creación de tags en kepservers.



Fuente: Manual software OPC KepServer.

Es importante crear todos los tags que se van a utilizar y configurar en el apartado "General" el "Data Type" para que el tipo de dato a leer sea el correcto según su mapa modbus.

Figura N° 3.24: Tags creados en Kepserver.



Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Scaling	Description
Control_Stat	408604	Word	100	None	Palabra Estados
Control_Word	408502	Word	100	None	Palabra Control
Corriente_Motor	403205	Word	100	None	Corriente Motor
Frecuencia_Motor	403203	Word	100	None	Frecuencia Motor
Potencia_Motor	403212	Word	100	None	Potencia Motor
Referencia_Frecuencia	408503	Word	100	None	Referencia Frecuencia
Tension_Entrada	403208	Word	100	None	Tension Suministro
Tension_Motor	403209	Word	100	None	Tension a Motor
Velocidad_Motor_RPM	408605	Word	100	None	Velocidad Motor RPM

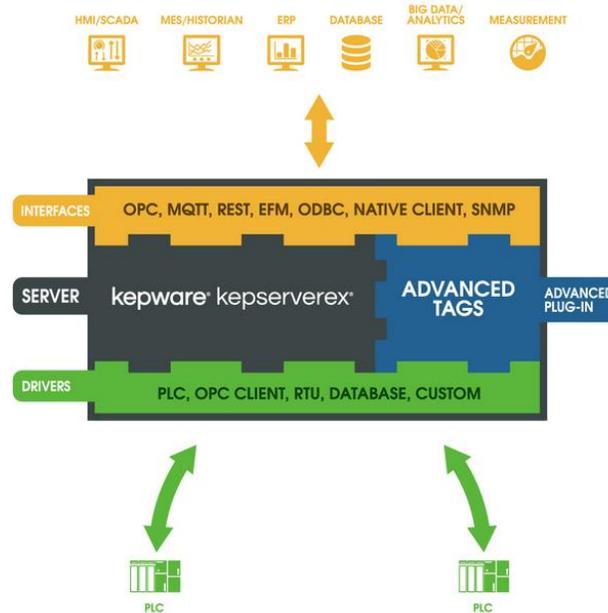
Fuente: Manual software OPC KepServer.

3.6 Igualación de tags desde Variador a PLC AC500.

Con los preparativos terminados, esto es, teniendo ambos dispositivos configurados en kepsserver podemos realizar la igualación de los tags, esto significa que tomaremos las variables del variador de frecuencia en kepsserver y la llevaremos hacia el PLC AC500, con lo que realizaremos la comunicación entre 2 dispositivos de distintas marcas.

Para esto utilizaremos un tipo de tag implementado en la versión 6 de Kepserver, los llamados Advanced tag, existen 7 tipos de estos tags, pero el que utilizaremos es el Link tag, este nos permite tomar una variable desde cualquier dispositivo configurado en Kepserver y escribir su información en otro dispositivo.

Figura N° 3.25: Diagrama de estructura de advanced tags.

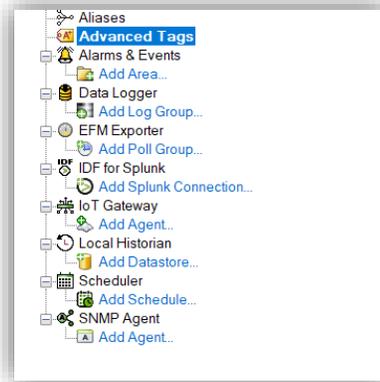


Fuente: Manual software OPC KepServer.

3.6.1 Creando un Link tag.

Para crear un Link tag debemos seleccionar en el árbol del proyecto el apartado de Advanced tags, y luego haciendo clic en el icono crear tag, seleccionaremos “Link”, esto nos abrirá una ventana donde podremos seleccionar los 2 tags a unir, definiendo cual sería la entrada y luego la salida.

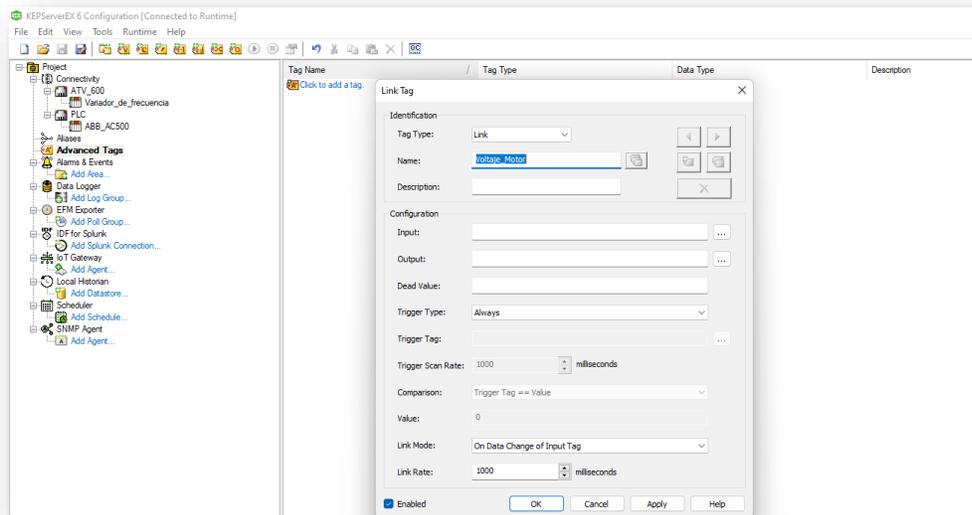
Figura N° 3.26: Árbol de proyecto Kepserver, seleccionado “Advanced Tags”.



Fuente: Manual software OPC KepServer.

Debemos asignar un nombre al link creado en el recuadro “Name”, y en el apartado “Input” haciendo clic sobre el botón con los 3 puntos seleccionaremos la variable que deseamos,

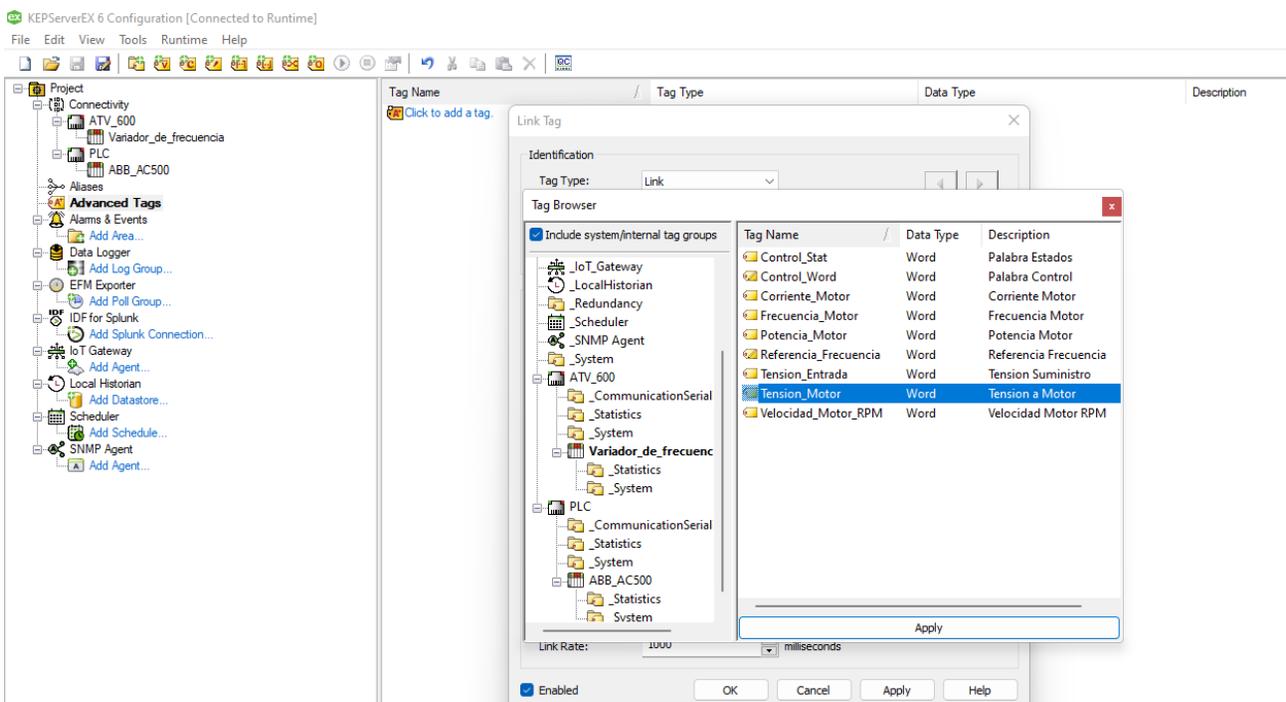
Figura N° 3.27: Árbol de proyecto Kepserver, seleccionado “Advanced Tags”.



Fuente: Manual software OPC KepServer.

Como se ve en la imagen 3.28 al presionar en el botón de los 3 puntos en Input se abrirá un cuadro de dialogo para seleccionar la variable, en este caso buscamos el canal y dispositivo de variador de frecuencia que se habían creado anteriormente y seleccionamos la variable de tensión de motor.

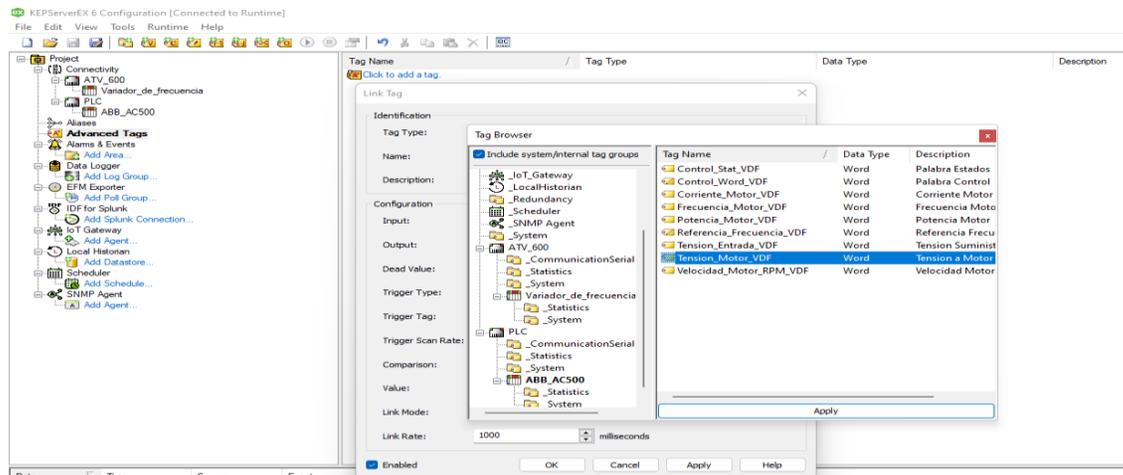
Figura N° 3.28: Seleccionando la variable de tensión de motor en variador de frecuencia.



Fuente: Manual software OPC KepServer.

Luego de esto repetimos el procedimiento, pero con la variable de tensión de motor creada en el PLC AC500, seleccionándola en el apartado de “Output”.

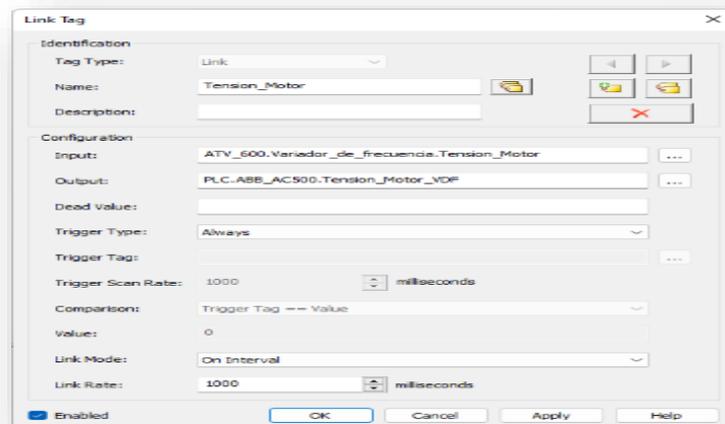
Figura N° 3.29: Seleccionando la variable de Tensión de motor VDF en PLC AC500.



Fuente: Manual software OPC KepServer.

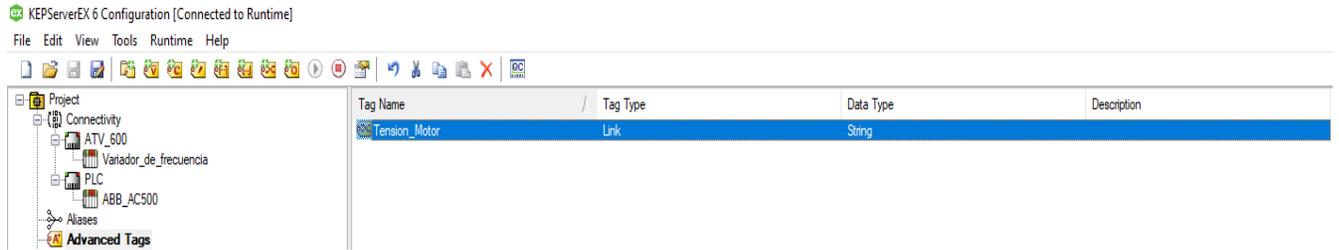
Es recomendable configurar la toma de datos con un tiempo definido para que en este caso cada 1 segundo refresque la lectura de la variable y escriba el dato desde el variador de frecuencia al PLC, esto se configura en el apartado “link mode” seleccionando la opción “On Interval” tal y como se ve en la imagen 3.30

Figura N° 3.30: Link Tag configurado.



Fuente: Manual software OPC KepServer.

Figura N° 3.31: Link Tag creado.

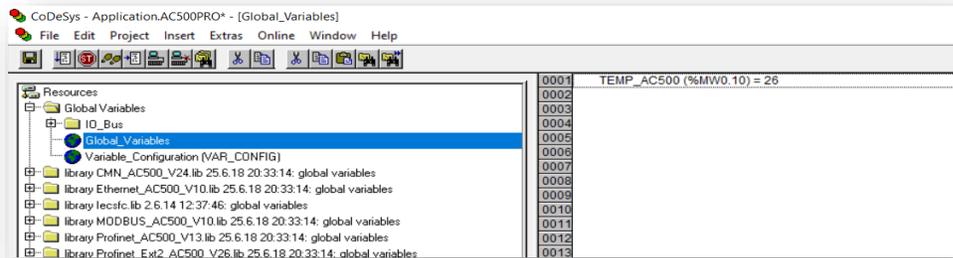


Fuente: Manual software OPC KepServer.

3.6.2 Verificando la escritura de la variable.

Finalmente, solo nos queda verificar que en el PLC se escriba correctamente el dato.

Figura N° 3.32: Variable creada en PLC AC500.



Fuente: Manual software OPC KepServer.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES.

Luego de terminar con la experiencia del presente documento y habiendo cumplido con todos los objetivos propuestos podemos concluirlo como un éxito, ya que con el presente proyecto de título se pudo demostrar una aplicación de mucha utilidad y de sencilla integración mediante el uso de comunicaciones modbus. La cual puede ser aplicada en industrias de cualquier tipo y con la que podemos implementar un sistema de control centralizado.

Esto es así ya que de forma independiente de los equipos seleccionados para realizar el control automático de cualquier proceso en particular podemos realizar la inclusión de cualquier tipo de elemento primario o elemento final, sin estar atados a la utilización de un solo fabricante.

Solo con la condición de tener un equipo con comunicación Modbus podemos conectarlo en nuestro sistema de control y utilizando el PLC maestro del sistema podemos tener el control en un solo elemento central, manejando señales de distinta índole para realizar un control más preciso y con la mayor cantidad de información posible.

Aun si tenemos elementos que no tengan comunicación por si solos, podemos realizar la medición de sus señales utilizando por ejemplo un RTU que, si pueda comunicarse por Modbus ethernet, ya que estos dispositivos pueden tener entradas y salida análogas y digitales y comunicarse sin problemas con nuestro OPC.

Las aplicaciones son muy amplias y considerando lo extendida que esta la comunicación Modbus resulta muy sencillo implementar este tipo de control en cualquier sistema productivo.

Por otro lado, los equipos con comunicación Modbus serial pueden ser configurados utilizando conversores de medios entre serial a ethernet, pudiendo realizar la comunicación sin problemas.

Si las distancias son muy grandes en la planta a controlar se puede implementar sistemas con fibra óptica, que mediante la utilización de conversores de medios o switch preparados para la conexión directa de pares de fibra podemos tener la comunicación muy rápida sin importar las distancias.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] <https://www.se.com/es/es/product/ATV650U55N4E/variador-de-velocidad-atv650-5-5-kw-7-5-hp-380-480-v-ip55-con-interruptor>

- [2] <https://new.abb.com/plc/es/automation-builder>.

- [3] Augusto Martinelli . (2011). ABB: Líder Mundial de Sistemas de Control Distribuido (DCS). *Conexión ABB*, 13.

- [4] Fichas técnicas y catálogos de equipos. (ATV680 Schneider Electric, ABB PM571-ETH).

- [5] <https://automation-networks.es/glossary/modbus-tcpip>

- [6] <https://www.kepserverexopc.com/wp-content/uploads/2018/05/TNLK015KEP-Comunicacio%CC%81n-Kepserver-Server-Modubs.pdf>

- [7] <https://library.abb.com/>