



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ

INGENIERIA ELECTRICA

REPORTE DE RESIDENCIA

**DISEÑO DE SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO
BASADO EN PLC CONTROL LOGIX PARA PLANTA
ALPURA CUAUTITLAN, EDO DE MEXICO, ETAPA 1.**

ASESOR INTERNO

M. EN C. OSBALDO YSAACC GARCIA RAMOS

ASESOR EXTERNO

ING. FRANCISCO JAVIER MATUS PINEDA

ALUMNO

LUIS ANGEL CABRERA BLAS

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS, 15 DE ENERO DEL 2016.

Índice	Pág.
1. Introducción	4
1.1 Antecedentes	4
1.2 Estado del Arte.....	5
1.3 Justificación.....	7
1.4 Objetivo	7
1.5 Metodología	8
2. Fundamento Teórico	12
2.1 Esquema eléctrico.....	12
2.1.1 Tipos básicos de esquemas.....	13
2.2 Centro de Control de Motores (CCM).....	17
2.2.1 Clasificación de los cuadros eléctricos	19
2.3 Interruptor guardamotor	21
2.3.1 Interruptor protector de motor PKE Eaton.....	23
2.4 Reactor de línea 1321-3R35-B Allen-Bradley	24
2.4.1 Aplicaciones de los reactores de línea de Allen-Bradley	25
2.4.2 Seleccionando el valor correcto de la impedancia	26
2.4.3 Protección del voltaje pico	27
2.4.4 Protección del motor	27
2.5 Variador de frecuencia	28
2.5.1 Variador de frecuencia Power Flex 525	29
2.6 Formato de comprobación	34
2.7 Multímetros digitales	35
2.7.1 Función y tipos de multímetros digitales	35
2.7.2 Descripción de los multímetros	36
2.7.3 Prueba de continuidad	38
2.8 Que es un protocolo de red.....	38
2.9 Tipos de relaciones entre las redes.....	39
2.9.1 Relaciones en una red de igual a igual	39
2.9.2 Relaciones de red cliente/servidor	40
2.10 Comparación de las redes de igual a igual y el cliente/servidor.....	41
2.10.1 Ventajas de las redes de igual a igual	41
2.10.2 Desventajas de las redes igual a igual.....	42

2.10.3 Ventajas de las redes cliente/servidor	43
2.10.4 Desventajas de las redes cliente/servidor.....	44
2.11 Modulo Point I/O	44
2.11.1 Acerca de la red EtherNet IP	45
2.11.2 Módulos digitales de E/S.....	46
2.11.3 Bloques de terminales extraíbles (RTB).....	47
2.11.4 Fuente de alimentación.....	48
2.12 Conmutador (Switch).....	50
2.12.1 Switch ethernet 1783 Stratix 8000 Allen Bradley	51
2.13 Medidor de flujo Promag 53H Endress + Hauser	52
2.13.1 Principio de medición	53
2.13.2 Beneficios	53
2.13.3 Conexión eléctrica	54
2.14 Controlador Lógico Programable (PLC)	55
2.14.1 PLC ControlLogix 1756 L73 Allen Bradley	56
2.15 Sistema SCADA.....	59
2.15.1 TPM (Tetra PlantMaster).....	61
2.16 Software Connected Components Workbench	62
2.17 Tag.....	64
3. Desarrollo.....	65
3.1 Protocolo para el armado del Centro de Control de Motores.	65
3.1.1 Diseño de diagramas eléctricos	65
3.1.2 Armado de tableros eléctricos.....	68
3.1.3 Prueba de continuidad	73
3.1.4 Prueba de voltaje	74
3.2 Protocolo para la configuración de los variadores PowerFlex 525.....	74
3.2.1 PC	76
3.2.2 Software BOOTP	79
3.2.3 Software RSLinx	85
3.2.4 Agregar archivo EDS a RSLinx Classic	87
3.2.5 Asignación de IP a variadores PowerFlex 525.....	90
3.2.6 Software Connected Component Workbench	91
3.2.7 Crear archivo de parámetros en CCW	92
3.2.8 Puesta en marcha.....	95
4. Conclusiones	96

Referencias	97
ANEXOS	98
Anexo A: Diagrama de la arquitectura de automatización	98
Anexo B: Diagrama de los tableros del CCM	99
Anexo C: Tablas.....	101

1. Introducción

1.1 Antecedentes

La problemática que se ha estado presentando en la industria Alpura es el crecimiento en las áreas del sistema de producción y en la demanda de productos derivados de la leche, por lo cual se dio la tarea de crear proyectos de ampliación en donde se ven afectados los tableros que actualmente están instalados ya que por aumento de las demandas de las cargas se requiere crear los diagramas eléctricos de los centros de control de motores y su implementación física.

Al considerar en un nuevo proyecto una ampliación en los tableros eléctricos en las diferentes áreas de la planta, no se puede tener en cuenta los tableros antiguos que se encuentran instalados y operando, ya que por antigüedad y uso que han tenido los equipos en un futuro llegan a tener problemas debido a varios factores como el polvo, la humedad y la misma grasa de la leche que se va impregnando en algunos equipos y a que su tecnología no puede integrarse completamente a los sistemas automatizados actuales.

Para adquirir o considerar los nuevos equipos que se van a instalar en nuevos proyectos es importante considerar los equipos más eficientes y equipos que estén certificados ya que al querer invertir en equipos sin las especificaciones mencionadas anteriormente llegan a surgir problemas en poco tiempo y la duración de vida útil es menor llevando consigo a tener pérdidas de economía tanto en el equipo y como a la industria ya que podría causar un paro en cierta área de la planta Alpura.

Uno de los factores que afecta a la planta a la hora de realizar nuevos proyectos es la contaminación y ruido que se crea al momento de empezar a trabajar con la nueva implementación de equipos y tableros eléctricos, por lo que es muy importante tener en cuenta las normas de seguridad e higiene NOM-019-STPS-2011 ya que la planta Alpura es muy estricto con respecto a este tema, por lo que se recomienda la limpieza después de haber realizado un trabajo.

Uno de los factores negativos que se tiene en los tableros eléctricos es el aumento de la temperatura debido por la tendencia a ocupar el volumen del tablero al máximo, mal diseño en el tablero, falta de ventilación, usar material con protección inadecuado para el envoltorio de acuerdo a la aplicación, y por el incumplimiento de la norma IEC 61439, llevando consigo malas inversiones y poca vida útil de los tableros eléctricos.

En un típico problema industrial, uno debe investigar el comportamiento dinámico de aspectos térmicos y de los fluidos, enfrentar los problemas que surgen de tasa de muestreo no uniformes en equipos con PLC's, integrar sistemas de instrumentación con redes y protocolos de comunicaciones que sean capaces de evitar el tráfico de datos para tener un sistema eficiente.

Una problemática es que los tableros están a una distancia muy alejada entre ellos por lo que es muy importante analizar las ubicaciones de cada uno de ellos y apegarse a las distancias que establece la norma IEEE 802.3. Lo que hace que el tendido de cableado eléctrico así como la comunicación ethernet entre los tableros eléctricos sea importante considerarlos ya que es un problema en la planta Alpura.

Es de vital importancia considerar las formas de señalización de los estados de los equipos como en sistemas Scadas o en PC's remotas, ya que es muy importante para el operador saber cuándo un equipo está operando, está en estado de reposo o en falla y si fuera el caso de falla de manera rápida ir a la ubicación del equipo y solucionar el problema, como resultado de esta problemática de falla sería el ahorro de tiempo de identificación del equipo.

1.2 Estado del Arte

Jason Jose Quijada, Universidad Simon Bolivar, Sartanejas, diseño un Centro de Control de Motores en baja tensión, que controla 5 motores de 75Hp, 480V, tipo rotor jaula, para los extractores de los laboratorios generales de PDVSA-INTEVEP. Obtuvo y reviso la normativa sobre los tableros y control de motores, después obtuvo los datos nominales del sistema y la carga, de acuerdo a eso selecciono la normativa internacional para el diseño. Comprendió y evaluó las necesidades y restricciones operativas del sistema a controlar [1].

Empresa Alicorp, Peru, es una empresa dedicada a la elaboración de productos de consumo masivo, industriales y nutrición animal. Es la compañía más grande del Perú en su tipo, y opera además en diferentes países de América Latina. La firma requería modernizar uno de los equipos de producción en su planta productiva de Lima, motivo por el cual adquirió el sistema Kinetix 6500 de Rockwell Automation.

En la planta Copsa, ubicada en Lima (Callao), la compañía cuenta con una maquina empaquetadora de margarina modelo FC 60 (Flying Cut), que entre sus funciones principales permitía hacer los cortes durante el desplazamiento y la envoltura de la margarina que se produce en dicho equipo. El sistema de control que operaba esta maquinaria era muy antiguo y su arquitectura era cerrada, lo cual no permitía acceder a la operación y manejo de la FC 60. La aplicación estaba conectada a una CPU 486 de la década de los noventa.

Los equipos que llevaban a cabo todo el proceso de envoltura del producto eran servomotores estándares, fabricados especialmente para esta máquina y estaban conectados al CPU. Uno de los principales problemas que se generaba con esta situación era que la compañía tenía muchos problemas para encontrar repuestos para la envasadora industrial y, además, el CPU estaba totalmente discontinuado. La máquina perdió bastante capacidad productiva, reduciéndose su eficiencia en cerca de un 40%.

En el año 2012 Alicorp decidió crear un equipo de trabajo integrado por Freddy Huamani y el personal de Control System Integration (CSI), para implementar el sistema inteligente de control de movimiento Kinetix 6500 y un PAC ControlLogix, provistos por Rockwell Automation, para manejar de forma más eficiente y segura este equipo. El proyecto incluyó el reemplazo del sistema de control de movimiento antiguo, sus tableros de control y fuerza, equipamiento mecánico y servicios de ingeniería para la automatización del sistema [2].

Allen Bradley, Publicación IASIMP, publicó una arquitectura de un sistema de control de motores donde proporciona una completa solución de control de motor para sistemas de media y baja tensión. Su tecnología IntelliCENTER permite a los usuarios mantener una arquitectura de red globalmente consistente, ahorra hasta un 90% en el cableado, el tiempo de instalación y el costo del material, la tecnología IntelliCENTER precableado y red validada de fábrica reduce el tiempo de arranque.

El software IntelliCenter también incluye características avanzadas como un registro de eventos y tendencias de datos que pueden ayudarle a ver como el rendimiento del equipo está cambiando con el tiempo, así que uno puede tomar medidas antes de que el equipo falle. IntelliCENTER ayuda a mantener las instalaciones funcionando con documentación electrónica, diagnósticos remotos, mantenimiento predictivo y fácil reemplazo de unidades del CCM [3].

Susan Montoya, Universidad Autónoma de Colombia, describe los principales problemas que se plantean en un centro de control de motores no regulada por el consumo de electricidad debido al incremento de la carga. La solución implementada es un sistema de compensación reactiva con control automático de bancos de capacitores eléctricos cuyas variables como la potencia activa, potencia reactiva y factor de potencia promedio son monitoreados a través de un sistema SCADA.

Este sistema se encarga de mostrar mediciones eléctricas, control operacional y los miembros de los diferentes equipos como motor-bomba y válvulas, lo anterior con el fin de minimizar los costos en el pago de las facturas. Con esta aplicación, el CCM tiene funcionamiento remoto con datos en tiempo real; la supervisión constante facilitó la instalación de la estación a los operadores mejorar los tiempos de respuesta a eventos [4].

Avícola San Fernando, Perú, supervisa eficientemente el proceso de fabricación de su planta de alimentos en Chancay con la plataforma de ControlLogix. Avícola San Fernando constituye un actor relevante que se dedicaba a la producción y comercialización de alimentos de consumo masivo de pollo. Además, cuenta con líneas como pavo, cerdo, huevos y productos procesados.

En ese sentido, la aplicación provista por Rockwell Automation controla toda la planta, desde que entra el producto y sale como alimento terminado, supervisando el trabajo de sistemas como molinos, las bombas dosificadoras, las balanzas y los transportadores, entre otros.

En 2006, San Fernando llevo a cabo una segunda etapa que consistió en la adquisición, entre otras aplicaciones, de varios controladores Logix y un centro de control de motores CenterLine 2500, ambos de la marca Allen Bradley. De esta manera, el sistema de automatización integral provisto por Rockwell Automation es capaz de llevar a cabo un control de cada proceso de dosificación, generándose un registro contable, lo que permite mejorar este procedimiento y garantizar la calidad final del producto [5].

1.3 Justificación

Con la ayuda de la implementación de un Centro de Control de Motores en la planta Alpura, se logra tener el control total de los motores y además en una sola ubicación de instalación de estos tableros se tiene un sistema de detección oportuna de fallas muy eficiente, y además de un mayor control del proceso en las diferentes áreas de la planta Alpura, teniendo como resultado un sistema de producción de productos lácteos muy eficiente tanto en tiempo y forma.

Este Centro de Control de Motores va en beneficio de la automatización del proceso en la planta Alpura, logrando agilidad y seguridad en el control de la planta, y de la posibilidad de adquirir datos, tales como horas de operación, cantidad de arranques y alarmas, las que permiten al usuario realizar programas de mantenimiento predictivo y así anticiparse a posibles fallas.

Gracias a las protecciones o guardamotors que se consideraron dentro de los diseños eléctricos para su instalación en el Centro de Control de Motores se logra evitar posibles daños a los diferentes equipos que componen el Centro de Control de Motores, esto ahorrando en posibles gastos económicos hacia la compra de nuevos equipos para reemplazo.

La elección de este Centro de Control de Motores tiene como característica por su construcción física y por los equipos que lo componen evitar la contaminación de ruido tanto eléctrico como auditivo.

En el tema de seguridad, los Centros de Control de Motores tienen la peculiaridad de que todos los parámetros o comandos como de arranque y paro son señales provenientes de los PLC a través de un bus de campo (Comunicación EtherNet), por lo que los operadores no se ven a estar expuestos en constante tiempo controlando los motores en el CCM, si no que todo es a distancia desde una computadora remota o un sistema SCADA.

1.4 Objetivo

Diseñar mediante Software CAD los circuitos y diagramas eléctricos de los tableros eléctricos de los Centros de Control de Motores en la planta Alpura.

Implementación y armado de tableros eléctricos de la etapa de potencia en los Centros de Control de Motores.

Pruebas a los equipos que compone los tableros CCM (Centro de Control de Motores) y configuraciones de los variadores de frecuencia.

1.5 Metodología

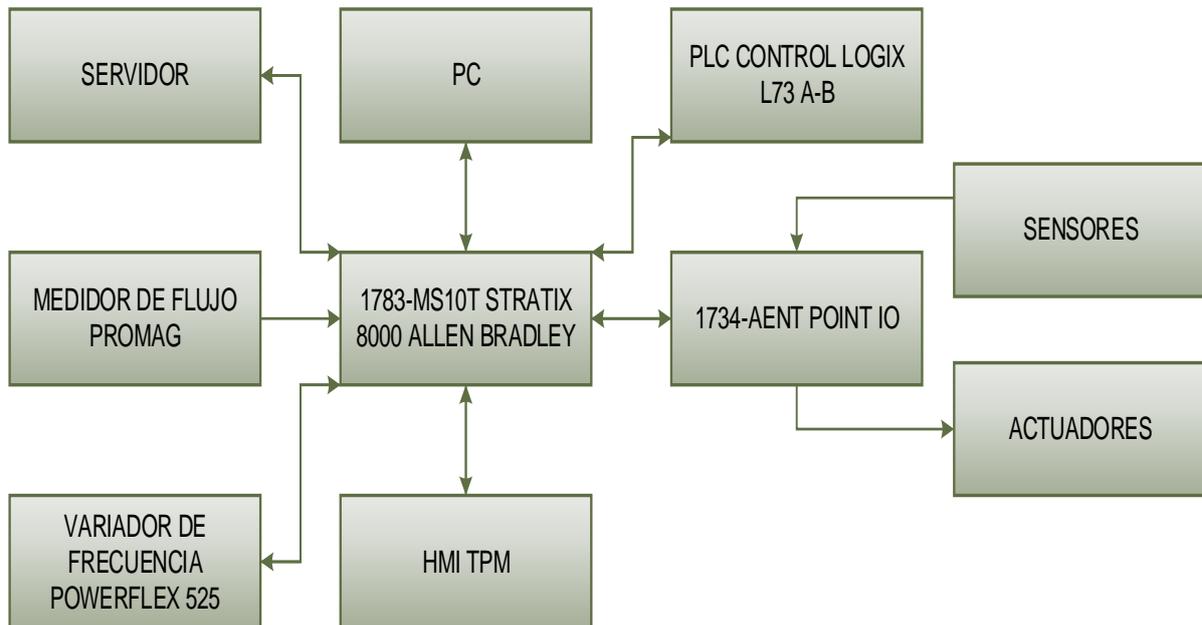


Fig. 1 Diagrama a bloques del Hardware

Servidor.- Un servidor es un ordenador que esta al “servicio” de otras máquinas, ordenadores o personas llamadas clientes y que les suministran a estos, todo tipo de información. En esta aplicación el medio de comunicación para los clientes es mediante Ethernet [6].

En el servidor están almacenados las máquinas virtuales y en ellas están cargados los sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) denominados TPM (Tetra PlantMaster). Tetra PlantMaster es una plataforma para el control del proceso, supervisión centralizada y reportes de producción para alimentos líquidos, desarrollada por Tetra Pak.

PC.- La computadora está conectada mediante comunicación Ethernet hacia el Switch Stratix 8000 en ella se realizan las configuraciones de los equipos, la programación o modificación que requiere el PLC ControlLogix L73 para el funcionamiento del proceso en la planta Alpura, mediante la PC se realizan las actualizaciones y modificaciones del sistema SCADA TPM con ayuda del software Intouch y además las pruebas de las pantallas del TPM.

PLC ControlLogix L73.- En el PLC se almacena y se ejecuta la programación que controla el proceso en diferentes áreas de la planta Alpura, en el PLC están montados los módulos ethernet en el cual ayudan a tener comunicación e interactuar con diferentes equipos y además cada PLC tiene una fuente redundante para tener una alimentación de voltaje propia y no depender de otras fuentes, esto ayudando a evitar interferencias y variaciones de voltajes en el sistema.

Medidor de Flujo Promag 53 .- es un sensor estándar versátil para la industria de tratamiento de aguas y aguas residuales con un concepto de brida local para una instalación flexible independiente de la orientación del diámetro primitivo de la brida de la tubería. En la industria Alpura se encuentran instalados 26 medidores de flujo del tipo magnético conectados en tablero remoto RCP008 y RCP003.

Los medidores de flujo Proline promag 53H de la marca Endrees + Hauser es un sistema electromagnético de medición de caudal con un rango típico de medida de 0.01 a 10ms. Cuenta con salida de corriente de 4 a 20 mA aislada galvánicamente, también cuenta con una salida de impulso estado de 30VCC/250 mA. El valor y la polaridad del impulso puede ser seleccionable, así como también se puede ajustar el ancho de impulso. El diámetro de la tubería del medidor es de 2" ½ y su rango de medición es de 0 a 600 m³/h.

Los medidores de flujo se encuentran instalados en las siguientes áreas: recepción de leche-crema, almacenamiento de leche-crema y almacenamiento de leche descremada. El medidor de flujo tiene la capacidad de tomar la medición con las siguientes unidades: flujo por masa, densidad, masa, volumen y flujo por volumen. El medio por el cual se comunica este medidor de flujo con los diferentes equipos es mediante la comunicación ethernet.

El medidor de flujo Proline Promag 53H cuenta con un display de cristal líquido de indicación local el cual permite obtener la medición directamente del producto a medir, textos de dialogo, mensaje de error y mensaje informativos. Este medidor de flujo cuenta con teclas especiales que mediante el display permite la configuración de los parámetros de dicho equipo.

Variador de Frecuencia.- Los variadores CA PowerFlex 525 de Allen-Bradley son ideales para aplicaciones de conexión en red que requieren una gama de opciones de control de motor, EtherNet/IP incorporada, ahorros energéticos y características de seguridad estándar. Su clasificación de potencia va de 0.4 a 22kw o 0.5 a 30 Hp en clases de voltaje de entrada de 100-600 V para satisfacer los requisitos de una amplia gama de aplicaciones.

En la planta alpura se instalaron 61 variadores de frecuencia PowerFlex 525 de la marca Allen-Bradley de los cuales se encuentran distribuidos en diferentes tableros de control de motores, el medio de comunicación de estos variadores de frecuencia con los diferentes equipos es mediante comunicación ethernet. El funcionamiento del variador de frecuencia es variar la velocidad de los motores de acuerdo a la aplicación que se esté realizando y además dependiendo de la medición que esté haciendo en tiempo real el medidor de flujo Promag 53H.

El variador de frecuencia cuenta con una conexión USB estándar que le ayuda a cargar y descargar rápidamente los archivos que contiene los parámetros para dicho funcionamiento [ver página 94]. Además, tiene un puerto incorporado para conexión EtherNet/IP permite una perfecta integración con el ambiente Logix y las redes EtherNet/IP. Tiene integrado una tarjeta de dos puertos opcional para

EtherNet/IP es compatible con topologías en anillo y la funcionalidad del anillo a nivel de dispositivo (DLR).

Un módulo de interface de operador (HIM) con pantalla LCD integrado es compatible con múltiples idiomas y ofrece texto con desplazamiento para explicar los parámetros y códigos, facilitando así la configuración de los parámetros. Los grupos de parámetros AppView ayudan a acelerar la configuración para aplicaciones con transportadores, mezcladoras, bombas y ventiladores. La configuración CustomView ayuda a acelerar la puesta en marcha de la maquina con grupos de parámetros definidos por el usuario.

Los variadores operan en temperaturas ambiente altas y bajas desde -20 °C hasta 70 °C con reducción del régimen nominal de corriente y un kit de ventilador de modo de control. Tiene dimensiones compactas que ayudan a ahorrar espacio dentro del panel, una amplia gama de opciones de control de motor, incluyendo el modo volts/Hertz, control vectorial sin sensores, control vectorial de velocidad de bucle cerrado y control para motores de imán permanente son compatibles con muchas aplicaciones.

HMI TPM.- Tetra PlantMaster es una plataforma para el control del proceso, supervisión centralizada y reportes de producción para alimentos líquidos, desarrollada por Tetra Pak. El sistema incluye módulos específicos descritos a continuación:

Control de proceso.- Este módulo controla el proceso mediante la activación de las válvulas y bombas necesarias, basado en comandos de operación e información del proceso. Mediante el control se asegura un funcionamiento adecuado de la producción y limpiezas. Los Interloks (Bloqueos) previenen al operador, por ejemplo, de iniciar una limpieza cuando está corriendo producción.

Interface de usuario.- La Interface de usuario brinda al operador una vista general del estado de la producción y actividades en ejecución. La interface de usuario provee menor esfuerzo para el acceso a la información del proceso, tales como niveles, temperaturas y presiones. La Interface de Usuario está localizada en un lugar accesible, normalmente en un cuarto de control o en el ambiente del proceso.

El Tetra PlantMaster es controlado por un Controlador lógico programable (PLC). Este PLC contiene varias secuencias que controlan la ejecución de los programas necesarios para efectuar la producción, limpieza, etc. Los controladores necesarios (reguladores) también están integrados en el PLC para controlar los subprocesos analógicos, tales como controles de nivel, presión y/o temperatura.

Una interfaz de usuario (UI) se utiliza como vínculo entre PLC, Tetra PlantMaster y los operadores. Mediante la UI el operador puede introducir los comandos necesarios, introducir diversos parámetros de sistema y proceso y obtener información acerca del estado del sistema. Es posible retirar información acerca del paso actual del sistema y de cuál es la secuencia activa. Si se producen condiciones anormales se muestran alarmas en esta unidad.

Los Panel View donde están cargados las plataformas de TPM se encuentran instalados en las diferentes áreas de la planta Alpura como: recepción de leche-crema, almacenamiento de leche descremada, adición de vitamina, recombinación, satline crema, almacenamiento de crema y almacenamiento de leche cruda. El encargado del proceso de un área en específica tiene la función de operar y visualizar el proceso desde estos paneles.

En estos paneles se visualizan las mediciones en tiempo real que hacen los medidores de flujo Proline promag 53H y además se pueden operar los variadores de frecuencia desde esta interface ya sea de manera automática o de forma manual, así mismo las bombas pueden ser activadas de forma manual o pueden operar en modo automático. La forma en que se comunica este panel view es mediante la comunicación ethernet para tener mediciones en tiempo real gracias a la velocidad que brinda esta topología de red.

1783-MS10T Stratix 8000 Allen Bradley .-

Los switches administrados Stratix proporcionan una infraestructura de conmutación segura para entornos severos. Puede conectar los conmutadores a dispositivos de red como servidores, routers, switches y otros. En los entornos industriales Ethernet, uno puede conectar los dispositivos de comunicación industrial habilitado, incluyendo controladores lógicos programables (PLC), Interface Hombre-Máquina (HMI), unidades de sensores, y I/O.

En la industria alpura se instalaron 9 Switch's 1783-MS10T Stratix 8000 de la marca Allen Bradley en los siguientes tableros remotos: CCM, RCP003, RCP004, RCP005, RCP006, RCP007 y RCP008 (ver diagramas eléctricos en anexos). Los Switch's que se encuentran instalados en los diferentes tableros remotos están interconectados entre sí y además en él se conectan diferentes equipos como: 1734-Aent Point IO, Gateway, EN2DN, Etap's y Medidores de flujo magnéticos y másicos.

El cable que conecta a cada uno de los switch stratix están conectados en un puerto especial que ofrece la velocidad de transferencia de datos hasta 2GB y los puertos normales para conectores RJ45 son para los equipos internos que están instalados en los diferentes tableros remotos, además estos puertos ofrecen la velocidad de transferencia de datos hasta 1GB. Estos switch stratix tienen la ventaja de que se puede ampliar el número de puertos mediante extensiones de 4 o 8 puertos para tener comunicado a un gran número de quipos.

1734-Aent Point IO Allen Bradley.- Los módulos 1734 Point IO tienen de 1 a 8 puntos por modulo. Los módulos de E/S se interconectan a una red a través de la interface de comunicación, la cual incluye una fuente de alimentación eléctrica incorporada que convierte la alimentación de 24 VCC a alimentación de backplane de 5 VCC. Cada tipo de interface de comunicación acepta un máximo de 13 a 17 módulos de E/S, con alimentación eléctrica de campo de 10 A como máximo. Los módulos de E/S reciben alimentación de la fuente de alimentación eléctrica a través del backplane.

En la planta alpura se instalaron 16 Rack's de 1734-Aent Point IO en los siguientes tableros remotos: 4 en CCM, 1 en RCP001, 1 en RCP002, 1 en RCP004, 1 en RCP005, 1 en RCP006, 2 en RCP007, 1 en RCP008, 1 en RCP009 y 3 en RCP003 [ver en Anexos]. Cada tablero remoto está instalado en un área en específico. Dentro de cada rack del Point IO se encuentran montadas tarjetas tanto digitales como analógicas.

Las tarjetas que están montadas en los Rack's de los Point IO se encuentran señales digitales como: Paro de emergencia, Switch de nivel alto y bajo, Sensores de presencia, Señales de las válvulas y Señal del agitador, en señales analógicas como: Transmisor de flujo, Transmisor de temperatura y Transmisor de nivel. En los Rack's de los Point IO las tarjetas se encuentran clasificados por colores, cada color indica si es: una entrada digital, salida digital, entrada analógica o salida analógica.

2. Fundamento Teórico

2.1 Esquema eléctrico

Un esquema eléctrico es una representación gráfica de una instalación eléctrica o de parte de ella, en la que queda perfectamente definido cada uno de los componentes de la instalación y la interconexión entre ellos. El objetivo de los esquemas eléctricos es proporcionar una idea clara y amplia del conjunto de la instalación eléctrica y de los dispositivos que la componen.

Algunos criterios para la elaboración de esquemas son:

- Los elementos de mando se representan en la posición de no accionados.
- Los receptores se representan desactivados.
- Los esquemas deben representar de forma sencilla y clara los circuitos.
- Se han de hacer tantos esquemas como sean necesarios para poder interpretar correctamente la instalación eléctrica.

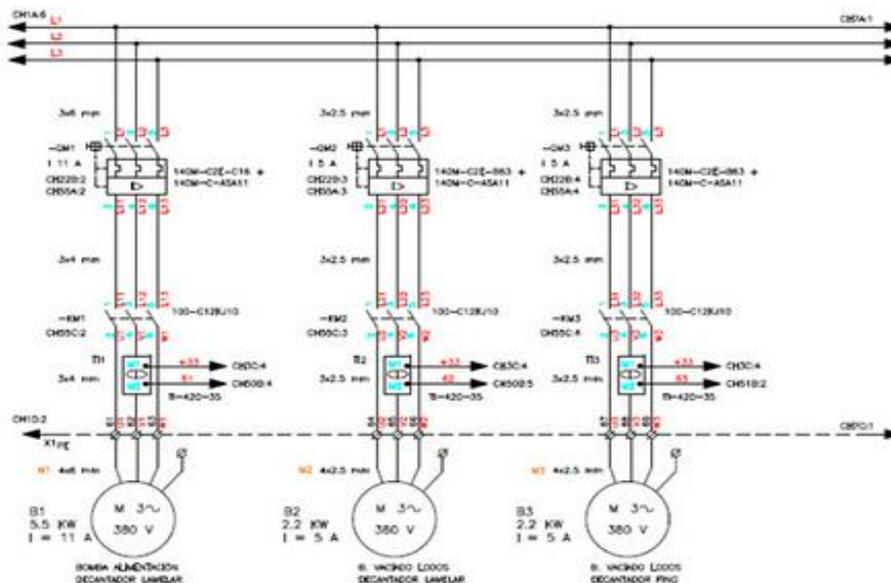


Fig. 2.1 Esquema eléctrico de Motores.

2.1.1 Tipos básicos de esquemas

Como se ha indicado, el dibujo industrial eléctrico se plantea como reto *establecer inequívocamente las relaciones de dependencia entre los elementos que integran un circuito eléctrico*. Ello se logra por medio de distintas representaciones o esquemas eléctricos, complementarias entre sí. Fundamentalmente podemos distinguir entre esquemas explicativos y esquemas de conexiones.

Los esquemas explicativos están especialmente orientados a resolver los problemas propios de la *fase de diseño*. Su destinatario es por tanto un ingeniero. En esta fase se plantean problemas muy diversos: cuál va a ser la estructura general del circuito (*esquema explicativo funcional*); donde se emplazarán físicamente sus componentes (*esquema explicativo de emplazamiento*); o *como se relacionarán entre sí estos componentes eléctricos (esquema explicativo de circuitos)*.

Los *esquemas de conexiones* están orientados a resolver los problemas de *ejecución material*. Su destinatario es por tanto un técnico electricista.

En ambos casos, pero especialmente en los *esquemas de conexiones*, puede resultar conveniente por simplicidad representar agrupados distintos conductores en un mismo trazo. En este caso hablaremos de *representación unifilar*. Por el contrario, cuando cada conductor sea representado por un trazo independiente tendremos la *representación multifilar*.

A continuación, se revisa esta clasificación de los esquemas eléctricos tomando como ejemplo la sencilla instalación eléctrica mostrada en la siguiente figura. Se trata de una alimentación trifásica en donde tenemos un interruptor principal continuando tenemos un motor en donde es controlado por medio de un arrancador en donde la señal de arranque-paro se le manda desde una estación de botones de arranque-paro.

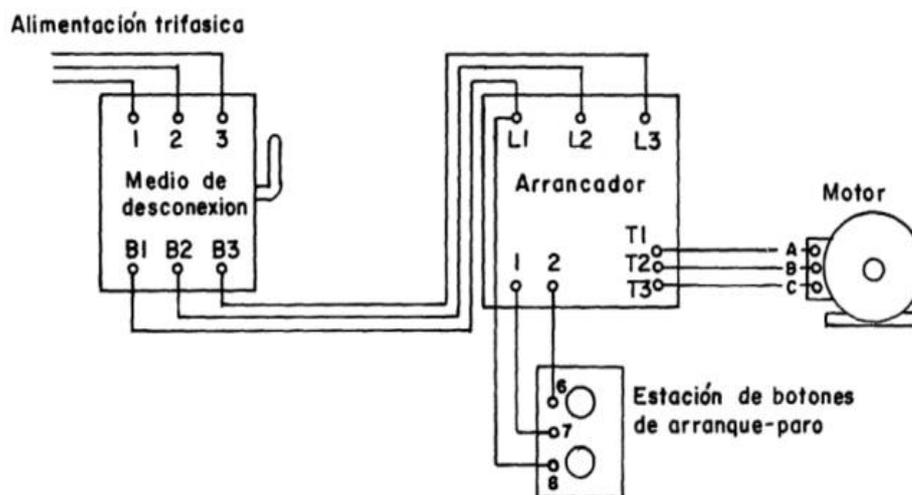


Fig. 2.2 Diagrama de alambrado de una combinación de arrancador.

2.1.1.1 Esquema explicativo funcional

El *esquema explicativo funcional* pretende definir la estructura del circuito de forma que pueda ser interpretada por un ingeniero en la fase de diseño. Se trata de una primera definición del circuito y por tanto no entra en analizar todos los elementos del circuito detalladamente. En ocasiones el esquema funcional se le denomina *esquema de bloques* o *esquema sinóptico*. Esto es así porque, como se observa en la figura siguiente, el circuito se representa como distintos bloques, que pueden coincidir con uno o varios dispositivos eléctricos, relacionados entre sí por medio de flechas.

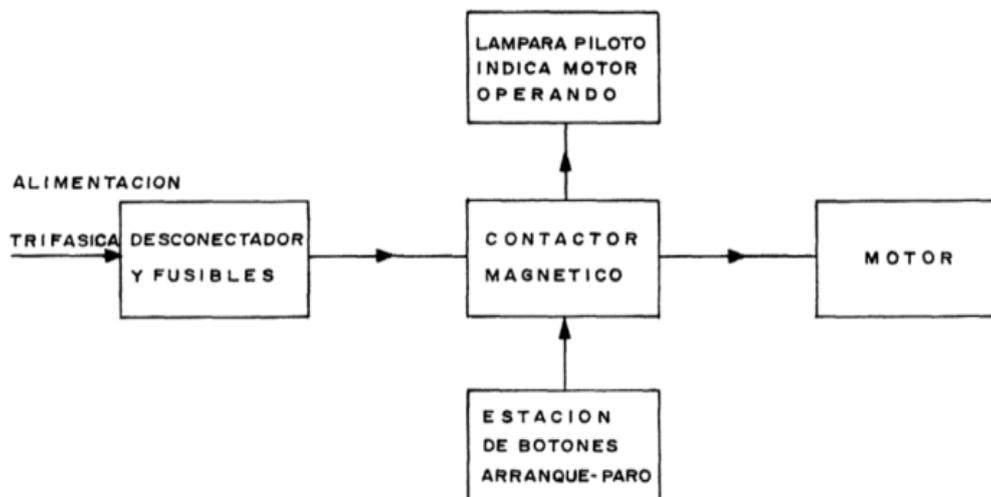


Fig. 2.3 Esquema explicativo funcional del arranque de un motor.

No es necesario utilizar *símbolos normalizados* para la definición de estos bloques. Las flechas no representan necesariamente a los conductores eléctricos, sino a las relaciones de dependencia entre los bloques.

2.1.1.2 Esquema explicativo de circuitos

El *esquema explicativo de circuitos* es el más importante para el ingeniero en la fase de diseño. Su objetivo es describir la forma en que se relacionan entre sí los componentes eléctricos que integran el circuito. Debe ser por tanto muy didáctico y claro.

Los componentes eléctricos se representan entre dos conductores horizontales, correspondientes a dos fases o bien a una fase y el neutro, como muestra el ejemplo. Cada componente con función de recepción de energía ocupa una columna, pero resulta más claro separarlos cada uno en una. Los componentes de control, como es el caso del interruptor S, se representan sobre los componentes de consumo que gobiernan (la bobina KM en el ejemplo).

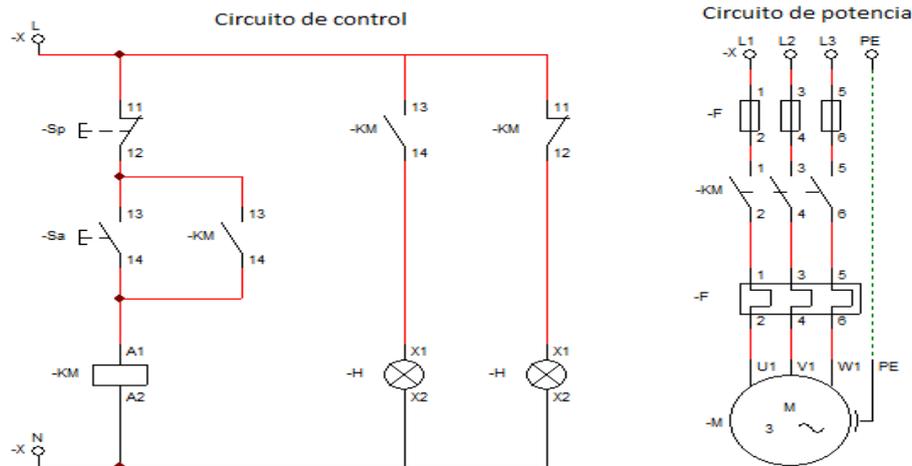


Fig. 2.4 Esquema explicativo de circuitos de un diagrama de control para un motor trifásico.

Sp es el pulsador de paro, Sa es el pulsador de arranque, KM la bobina del contactor, tres contactos auxiliares KM del propio contactor y los 3 contactos KM de fuerza para el motor.

Si pulsamos Sa le llega la corriente a la bobina y el contactor se activa cerrando el contacto auxiliar KM. Aunque dejemos de pulsar el pulsador de arranque la bobina del contacto sigue activada a través de KM, esto es lo que se llama autoalimentación o retroalimentación.

Si ahora pulsamos Sp deje de llegar corriente a la bobina, el contactor para el motor.

2.1.1.3 Esquema de conexiones o realización

Los *esquemas de conexiones* están orientados a resolver los problemas de ejecución material. Su destinatario es el técnico electricista encargado de la ejecución de la obra. No dependen ser didácticos en cuanto a las relaciones entre los componentes de la instalación. Sin embargo, son muy claros en cuanto a los aspectos básicos de la ejecución material de la instalación.

Los esquemas de conexiones deben responder de forma inmediata a preguntas como cuantos conductores tenemos en esta canalización o como debo conectar los bornes de este equipo.

Para responder a la pregunta de cuál es la longitud de los conductores se representa el esquema de conexiones sobre el esquema explicativo de emplazamiento.

En este último caso resulta especialmente conveniente, por simplicidad, representar agrupados distintos conductores en un único trazo. En este caso hablaremos de representación unifilar. Por el contrario, cuando cada conductor sea representado por un trazo independiente tendremos una representación multifilar. A continuación, se muestran algunos ejemplos.

Representación unifilar.- La siguiente figura muestra las funciones básicas de control como esquema de conexiones unifilar. En este caso se ha tomado como referencia el esquema explicativo de emplazamiento de los equipos. Este esquema permite calcular la longitud de los conductores y el número de los mismos en cada canalización.

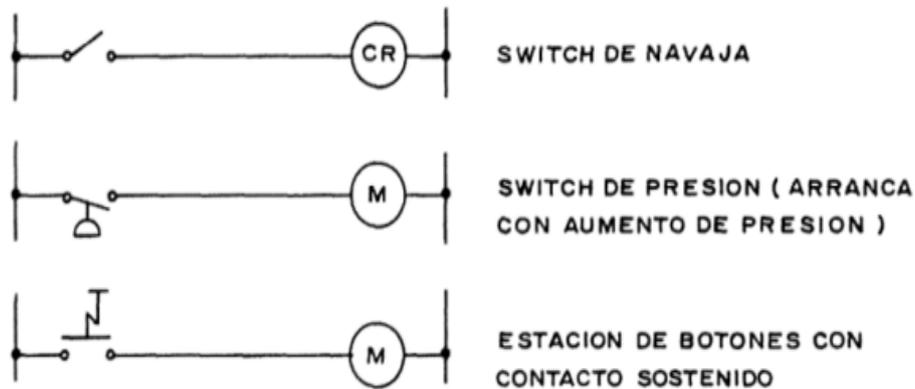


Fig. 2.5 Esquema de conexiones unifilar, de las funciones básicas de control.

Se espera que con el uso de símbolos se tenga una idea de sus componentes, de tal forma que se puede obtener mayor información de un diagrama unifilar que de un diagrama de bloques. En el diagrama unifilar la línea usada puede representar dos o más conductores.

Representación multifilar.- Cuando se representan todos los conductores con trazos independientes tenemos el esquema de conexiones multifilar. Es evidente en el siguiente ejemplo que el resultado no es el más adecuado para interpretar el comportamiento de la instalación (aun siendo un ejemplo sencillo) pero si es muy adecuado para el técnico de montaje.

Un ejemplo de aplicación de estos diagramas multifilares a un diagrama esquemático se da para el arranque de un motor de inducción tipo jaula de ardilla.

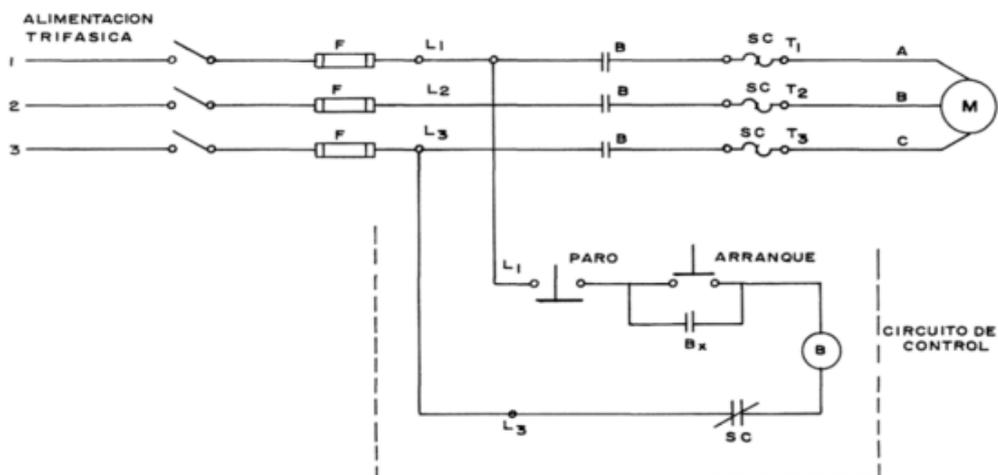


Fig. 2.6 Esquema de conexiones multifilar.

2.2 Centro de Control de Motores (CCM)

Un centro de control de motores (CCM) es esencialmente un tablero, que se usa en primer término para montar los componentes del alimentador de los motores y de sus circuitos derivados; desde luego que no necesariamente todos los componentes se deben incluir en el centro de control, por ejemplo, la protección del alimentador se puede instalar en el tablero principal, o bien, otro ejemplo, la estación de botones se puede localizar en algún lugar más conveniente [7].



Fig. 2.7 Centro de Control de Motores (CCM) de la marca ABB.

Los centros de control de motores (CCM) son el método más adecuado de agrupación de dispositivos de control de motores eléctricos y afines en una instalación compacta y económica independiente. Un centro de control de motores de secciones verticales estandarizadas consta de estructuras atornilladas totalmente independientes, con frente muerto, dentro de un gabinete.

Estas secciones soportan y alojan las unidades de control, un juego de barras de distribución común para distribuir alimentación a las unidades de control, y una red de canalización de cables y áreas de entrada de conductores para acomodar los cables salientes de carga y control.

Las unidades de control contienen componentes como arrancadores de motor combinados, dispositivos alimentadores de derivación y tableros de alumbrado. Cada uno de estos componentes viene de fábrica montado en un compartimiento individual aislado con su propia tapa. Cuando se seleccionan un arreglo frontal en el tablero, todas las unidades vienen de fábrica montadas en la parte frontal del CCM.

El número de secciones en un centro de control de motores depende del espacio que tome cada uno de sus componentes, de manera que, si el diseñador sabe que componentes se incluirán, se puede diseñar el centro de control de motores. El centro de control de motores ofrece las siguientes ventajas:

- Permite que los aparatos de control se alojen de lugares peligrosos.
- Permite centralizar al equipo en el lugar más apropiado.
- Facilita el mantenimiento y el costo de la instalación es menor.



Fig. 2.8 Centro de Control de Motores (CCM) parte interior de la marca ABB.

Para diseñar el centro de control de motores, se debe tomar en consideración la siguiente información:

1. Elaborar una lista de los motores que están contenidos en el CCM, indicando para cada motor:
 - Potencia en HP o KW.
 - Voltaje de operación.
 - Corriente nominal a plena carga.
 - Formato de arranque (tensión plena o tensión reducida).
 - Si tiene movimiento reversible.
 - Lámparas de control e indicadores.
2. Elaborar un diagrama unifilar simplificado de las conexiones de los motores, indicando la información principal referente a cada uno.
3. Tomando como referencia los tamaños normalizados para centros de control de motores, se puede hacer un arreglo preliminar de la disposición de sus componentes, de acuerdo con el diagrama unifilar, y considerando ampliaciones futuras.
4. Las especificaciones principales para un centro de control de motores (CCM) son las siguientes:
 - *Características del gabinete y dimensiones principales.*

Generalmente son del tipo auto-soportado de frente muerto para montaje en piso, con puertas al frente para permitir el acceso al equipo.

- *Arrancadores.*

Normalmente son del tipo electrónico de arranque suave, este tipo de arrancador utiliza la técnica electrónica para generar en primer lugar un arranque suave con limitación de la corriente. Esto se logra reduciendo la tensión en los bornes del motor, lo cual reduce también el par y en consecuencia la corriente de arranque; el resultado: un arranque suave, sin vibraciones y por ende sin desgaste, además corrige el factor de potencia.

El arranque suave se consigue variando la tensión en los bornes del motor, creando una rampa de tensión. El arrancador está equipado con un control de corte de fases gobernadas por un microprocesador para el arranque suave. Mediante este control se varía solamente la tensión del motor; el de la frecuencia es y corresponde siempre a la de la red.

- *Interruptores.*

Por lo general, son del tipo termomagnético en caja moldeada de plástico, con operación manual y disparo automático y que pueden ser accionados exteriormente por medio de palancas.

Frecuentemente se instala para cada motor una combinación de interruptor y arrancador.

- *Barras y conexiones*

Cada centro de control de motores tiene sus barras alimentadoras que son normalmente de cobre electrolítico. Estas barras se encuentran en la parte superior y las conexiones se hacen en la parte inferior [Ver Fig. 2.8].

Los CCM son utilizados como eslabón de unión entre los equipos de generación y los consumidores finales tales como motores, equipos de climatización, etc. Los CCM ofrecen la ventaja de integrar dentro de un mismo gabinete los sistemas arrancadores de motores de distintas áreas de una planta, así como el sistema de distribución de la misma, al utilizar este equipamiento se reducen los costos ya que las líneas de alimentación llegan a un solo lugar (CCM) y desde allí salen los cables de poder y de control hacia las cargas finales.

2.2.1 Clasificación de los cuadros eléctricos

Los cuadros eléctricos pueden clasificarse en función de diversos criterios: tipología de construcción, diseño externo, condiciones de instalación o función realizada.

De acuerdo con la tipología de su construcción, la norma IEC 61439-1 distingue entre cuadros de tipo abierto y de tipo cerrado.

Cuadro de tipo cerrado.- Un cuadro es cerrado cuando está rodeado por paneles protectores por todos sus lados con el fin de proporcionar un grado de protección contra el contacto directo no inferior a IPXXB. Los cuadros destinados a su instalación en entornos comunes deberán ser del tipo cerrado.

Cuadro de tipo abierto.- Un cuadro, con o sin cubierta frontal, en el que las piezas con tensiones del equipo eléctrico son accesibles. Estos cuadros solamente pueden ser utilizados en lugares donde sean accesibles para personal cualificado.

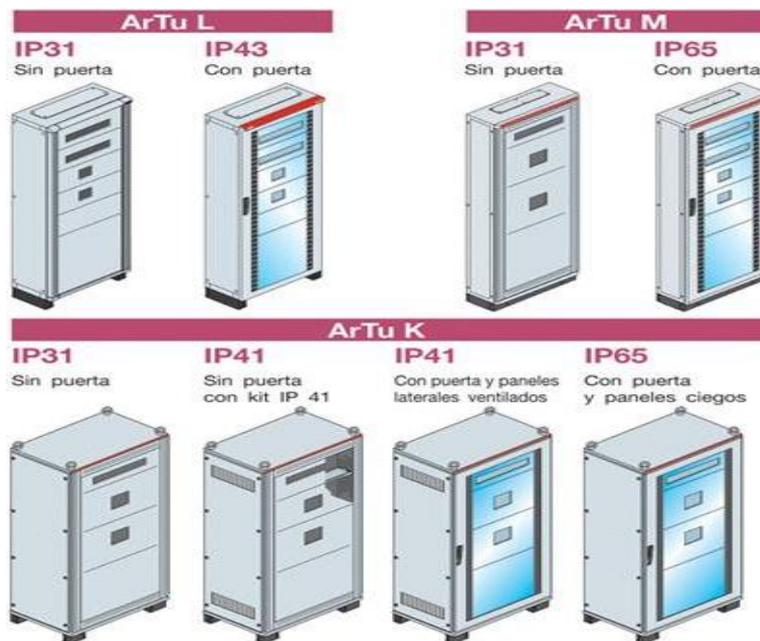


Fig. 2.9 Clasificación de los cuadros eléctricos.

2.2.1.1 Diseño externo

Desde el punto de vista del diseño externo, los cuadros se dividen en:

Tipo armario (columna).- Se utilizan para grandes equipos de distribución y control; los cuadros multiarmario, formados por varios armarios unidos mecánicamente, se forman combinando varios cuadros de tipo armario adyacentes.

Tipo pupitre.- Se utilizan para controlar maquinas o instalaciones complejas en la industria mecánica, siderometalúrgica o química.

Tipo caja.- Destinados a su instalación en un plano vertical (pared), sea sobresaliendo o empotrado; estos cuadros se utilizan principalmente para la distribución en departamentos o áreas en entornos industriales o del sector servicios.

Tipo multicaja.- Una combinación de cajas, generalmente del tipo protegido y con bridas de sujeción, cada una de las cuales alberga una unidad funcional que puede ser un interruptor automático, un arrancador o un conector acompañado de un interruptor automático de bloqueo o protección. De este modo se crea una serie de compartimentos, unidos mecánicamente entre sí con o sin una estructura de soporte común; las conexiones eléctricas entre dos cajas contiguas se realizan a través de aberturas en las caras adyacentes.

2.2.1.2 Clasificación funcional

Dependiendo de las funciones a las cuales están destinados, pueden clasificarse en los siguientes tipos:

Cuadros primarios de distribución.- Los cuadros primarios de distribución, también denominados Cuadros de potencia (Power Centers, PC) normalmente se encuentran en el lado de carga de los transformadores MT/BT o de los generadores. Estos cuadros incluyen una o más unidades de entrada, interruptores de acoplamiento de barras y un número relativamente reducido de unidades de salida.

Cuadros secundarios de distribución.- Los cuadros secundarios de distribución incluyen una amplia categoría de cuadros destinados a la distribución de la energía y normalmente están equipados con una unidad de entrada y varias unidades de salida.

Cuadros de control de motores.- Los cuadros de control de motores están destinados al control y protección centralizada de motores. Por esta razón incluyen el equipo coordinado de maniobra y protección relevante, así como equipos de control auxiliar y señalización. También se denominan Centro de Control de Motores (Motor Control Center, MCC).

Cuadros de control, medición y protección.- Los cuadros de control, medición y protección están compuestos normalmente por pupitres que contienen principalmente equipos para el control, maniobra y medición de instalaciones y procesos industriales.

2.3 Interruptor guardamotor

Los guardamotores son interruptores que se usan para maniobrar simultáneamente todos los polos de un motor, al mismo tiempo que se le protege contra la destrucción por fallo del arranque, sobrecarga, disminución de la tensión de la red y avería de un conductor en redes trifásicas.

Los guardamotores son interruptores de cierre automáticos que poseen un disyuntor térmico de sobrecarga y a veces un disyuntor magnético de cortocircuito.

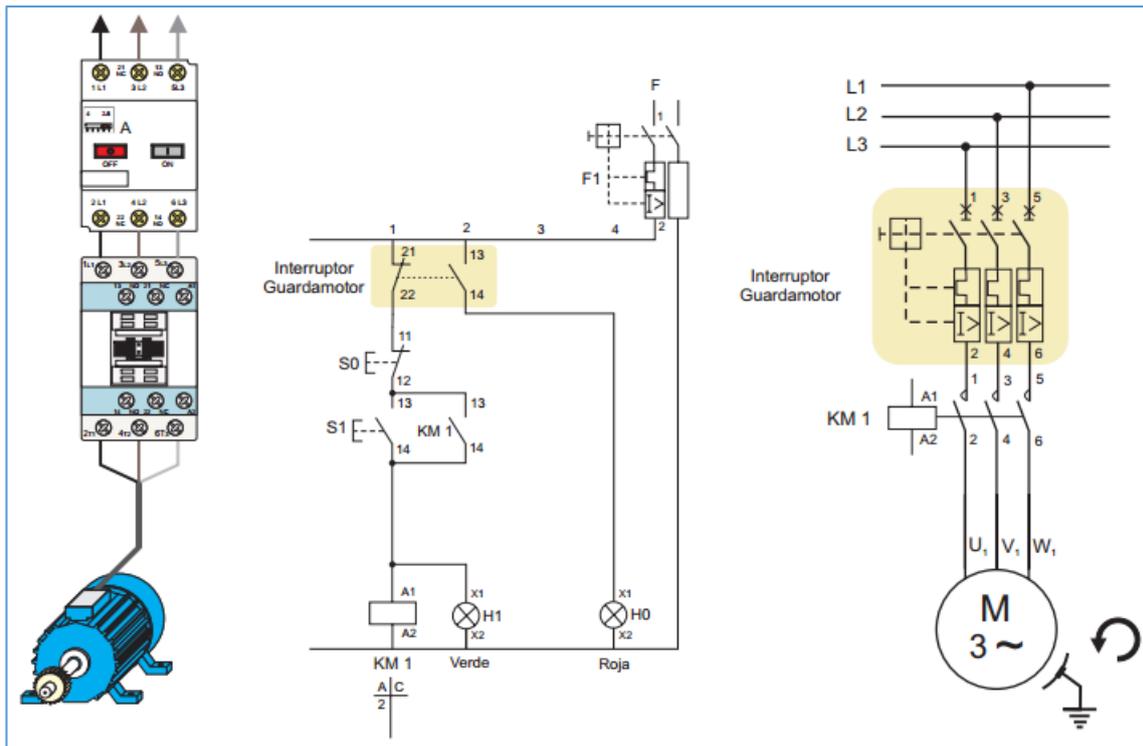


Fig. 2.10 Diagrama de un interruptor guardamotor compacto.

Disponen de un mecanismo de disparo térmico para proteger el devanado del motor (protección contra sobrecarga) y, generalmente, de un mecanismo de disparo electromagnético (protección contra cortocircuito).

Como todos los interruptores de protección, tienen un mecanismo de desenganche permanente.

Se puede montar dispositivos suplementarios en los guardamotores, por ejemplo, mecanismos de disparo por disminución de la tensión o de corriente de trabajo, conmutadores auxiliares y avisadores de disparo.

Los guardamotores que protegen contra sobrecarga al motor, y contra cortocircuito y sobrecarga a la línea de alimentación y al motor, tienen que estar conectados al principio de la línea de alimentación del motor.

Los guardamotores con disparo electromagnético que pueden dominar con seguridad las corrientes de cortocircuito que se puedan producir en el circuito en el estén conectados, es decir, que sean capaces de conmutar también en caso de cortocircuito, se pueden utilizar sin intercalar un fusible antes de la red.

En cada circuito del guardamotor hay un mecanismo de disparo bimetálico y otro electromagnético en serie. Cuando el guardamotor está ajustado para valores de corrientes bajas, la resistencia propia del mecanismo de disparo bimetálico es lo suficientemente grande para limitar la corriente de cortocircuito a valores menores que la capacidad de corte del guardamotor. Estos interruptores se denominan guardamotores seguros.

Si la corriente de cortocircuito producida supera la capacidad de corte del guardamotor, es necesario que un dispositivo de protección conectado antes del guardamotor se haga cargo de la protección contra el cortocircuito.

2.3.1 Interruptor protector de motor PKE Eaton

Eaton amplía la gama de protectores de motor con el nuevo PKE. El protector de motor PKE con protección de sobrecarga electrónica ofrece una interesante alternativa a la solución del bimetálico y complementa la gama PKZ de Eaton. Los interruptores protectores de motor con protección electrónica de sobrecarga de alto rango tienen unos beneficios significativos en comparación con los aparatos con protección contra sobrecarga térmica tradicionales.

Los amplios rangos de ajuste reducen el número de variantes (hasta en un 75 por ciento en comparación con los de disparador bimetálico). Minimiza los requisitos de diseño de ingeniería y reduce así los costes derivados de los mismos además de reducir significativamente los costes del stock por el reducido número de variantes.

El interruptor protector de motor PKE posee accesorios versátiles y homologados originales de la gama xStart para un diseño del armario seguro y racional. En la mayoría de aplicaciones, se precisa un contacto auxiliar con asignación del contacto variable para funciones de enclavamiento o para señalización.

El diseño del arrancador de motor con dos sistemas de contacto independientes, incluidas distancias de seccionamiento visibles, permite una asignación única de los dispositivos de protección PKE y del dispositivo de conmutación DIL M, por lo que los aparatos de conexión pueden intercambiarse individualmente.



Fig. 2.11 Interruptor protector de motor.

2.3.1.1 Ventajas del PKE

- Suministro autónomo mediante un transformador de intensidad.
- Gran margen de regulación controlado electrónicamente.
- Unidades de control intercambiables.
- Categorías de disparo superiores a CLASE 10.
- Curvas características de disparo precisas y con una estabilidad extremadamente duradera.
- Pérdidas de calor mínimas.
- Protección adecuada a las condiciones de arranque individuales.
- Diseño del arrancador de motor con componentes estándar.
- Gama de accesorios compartida con el sistema PKZ0.
- Opción de lectura de los datos de parámetros.
- Mantenimiento muy fácil para el usuario.
- Reducción del tiempo de ingeniería y de los costes.

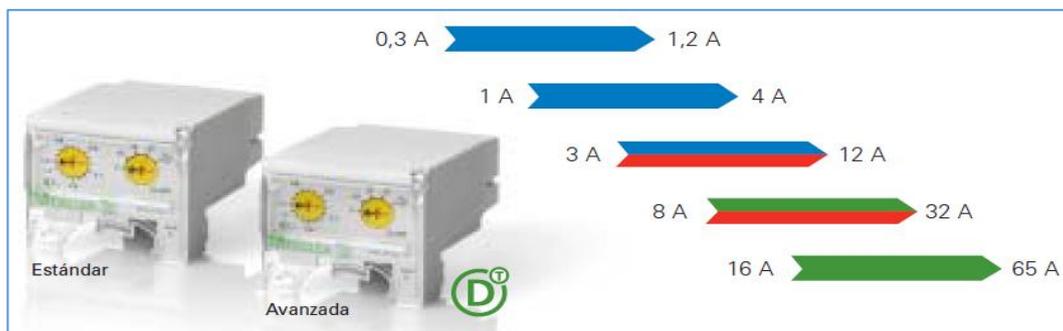


Fig. 2.12 Unidad de control estándar y avanzada.

2.4 Reactor de línea 1321-3R35-B Allen-Bradley

Los reactores o inductores son bobinas en aire o con núcleo ferromagnético que poseen diversas aplicaciones en los sistemas eléctricos uno de estos casos es en los centros de control de motores donde existe variadores de frecuencia.



Fig. 2.13 Reactores de línea de la marca Allen Bradley.

2.4.1 Aplicaciones de los reactores de línea de Allen-Bradley

En la entrada del driver.- En la entrada de un driver, los reactores de línea ayudan a proteger contra el arranque o picos en la línea de potencia y ayudan a reducir la distorsión de armónicos.

- Elimina disparos.
- Alarga la vida de los semiconductores.
- Reduce la distorsión de armónicos.
- Mejora el factor de potencia real.
- Reduce el voltaje de corte.
- Cumple con IEEE-519 o EN-61800.

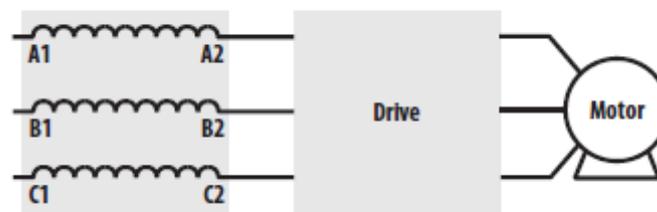


Fig. 2.14 Reactor ubicado en la entrada del drive.

En la salida del driver.- En aplicaciones que lleva un largo tiempo el motor, los reactores de carga Allen-Bradley localizados entre el dispositivo y motor ayuda a reducir las variaciones de voltaje en el tiempo (dv/dt) y los voltajes picos en las terminales del motor. El uso de un reactor de carga también ayuda a proteger el dispositivo de una corriente alta causada por cambios rápidos en la carga.

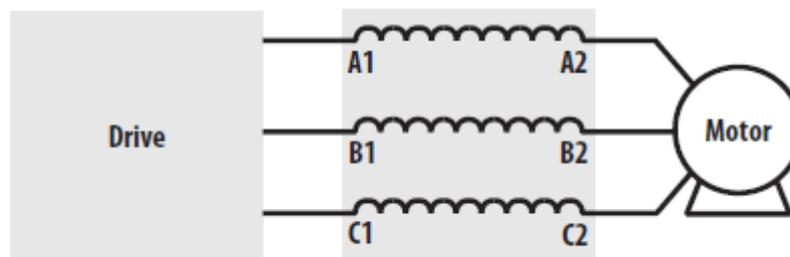


Fig. 2.15 Reactor ubicado en la salida del drive.

- Protege a los motores de efectos que puede pasar en el transcurso de trabajo.
- Reduce en la salida las variaciones de voltaje en el tiempo (dv/dt).
- Alarga la vida del semiconductor.
- Reduce las corrientes de arranque.
- Reduce la temperatura del motor.
- Reduce el ruido del motor.

Con múltiples unidades.- Múltiples unidades sobre una línea de alimentación común deben tener su propio reactor de línea. Los reactores de línea individual proporcionan filtrado entre cada unidad para ayudar a reducir algunas perturbaciones mientras proporciona una protección óptima en el arranque por cada drive.

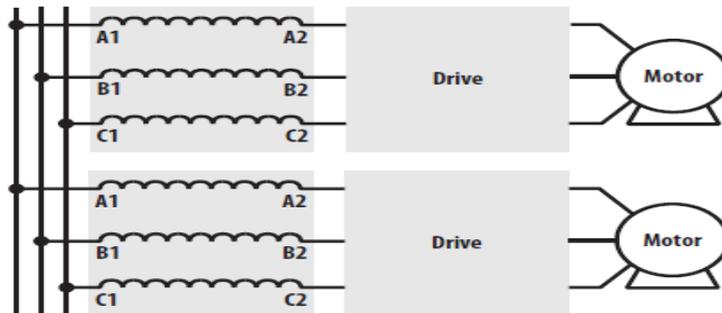


Fig. 2.16 Reactor de línea ubicado en cada drive.

Con múltiples motores.- Cuando más de un motor es controlado por un único drive, un único reactor de línea puede típicamente ser usado entre el drive y todos los motores. La capacidad del reactor de línea está basada en el total de motores/ caballos de fuerza de la carga.

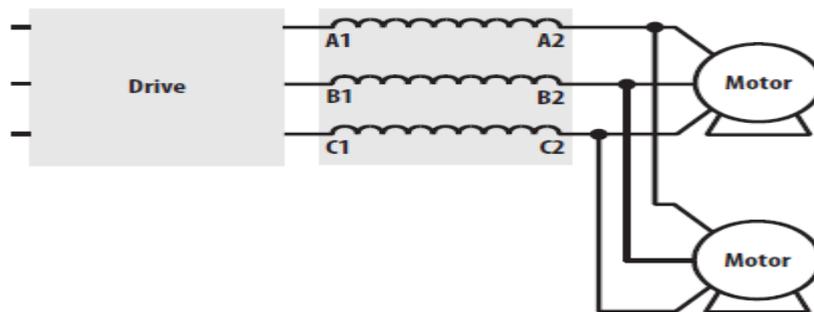


Fig. 2.17 Un reactor de línea para múltiples motores.

2.4.2 Seleccionando el valor correcto de la impedancia

¿Por qué es correcto valorar lo importante que es la impedancia?

Seleccionar el valor correcto de impedancia es crítico para tu trabajo. Un valor de impedancia demasiado bajo no puede limitar la corriente pico. Valor demasiado alto de una impedancia puede reducir el voltaje de entrada. Los reactores de línea Allen-Bradley ofrecen dos valores de impedancia.

3% impedancia valorada en reactores para reducir disparos inoportunos

Los reactores de línea Allen-Bradley valorados en 3% son típicamente suficientes para absorber los picos en la línea y corrientes altas en el motor y ayudar a prevenir disparos inoportunos del drive y cortocircuitos en la mayoría de las aplicaciones.

5% impedancia valorada en reactores para reducir el contenido de armónicos

Los reactores de línea Allen-Bradley con un valor de 5% son mejores para reducir corriente armónica y frecuencias. Ese reactor de línea cumple con IEEE-519 (normalmente no es usado como reactor de carga).

2.4.3 Protección del voltaje pico

El voltaje pico en una línea de corriente alterna puede causar elevación de voltaje en el bus de corriente directa del cual puede causar al drive un disparo en una condición de sobrecarga.

3% impedancia en reactores son muy efectivos como protección de drives contra voltajes picos y disparos inoportunos. Los reactores de línea Allen-Bradley absorben ese pico de línea protegiendo al drive de disparos inoportunos y daños.

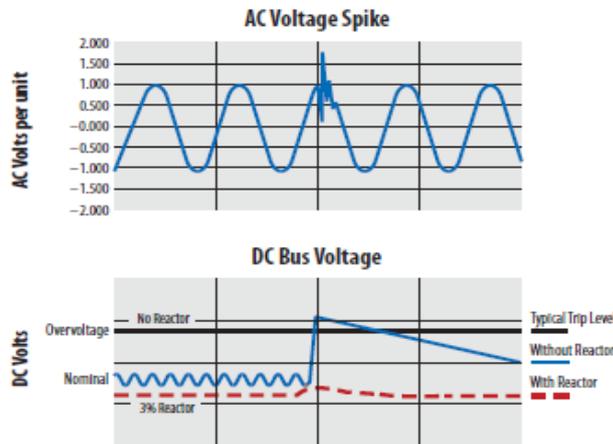


Fig. 2.18 Diferencia de la señal con y sin reactor de línea.

2.4.4 Protección del motor

Los reactores de carga Allen-Bradley pueden ayudar a proteger a los motores de voltajes picos altos.

Para aplicaciones de drives IGBT con largo manejo que ocasiona la carcasa del motor, los reactores de carga Allen-Bradley pueden ayudar a proteger contra rápidas (dv/dt) en tiempo de subida.

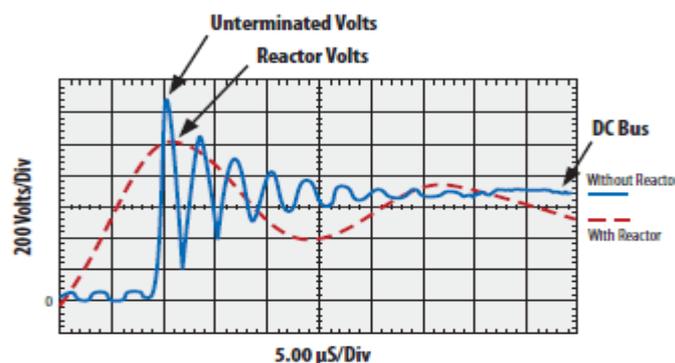


Fig. 2.19 Protección de dv/dt en tiempo de subida.

2.5 Variador de frecuencia

La velocidad de operación de un motor de inducción puede cambiarse aumentando o disminuyendo la frecuencia de la fuente de voltaje aplicada. Para poder realizar esto se requiere de un suministro con frecuencia variable.



Fig. 2.20 Control de velocidad de un motor por medio de un convertor de frecuencia.

En la siguiente figura se muestran las características de velocidad-par de un motor con cuatro frecuencias distintas, en cada una de estas frecuencias el motor opera a una velocidad en que la línea de carga interseca la característica velocidad-par para esta frecuencia.

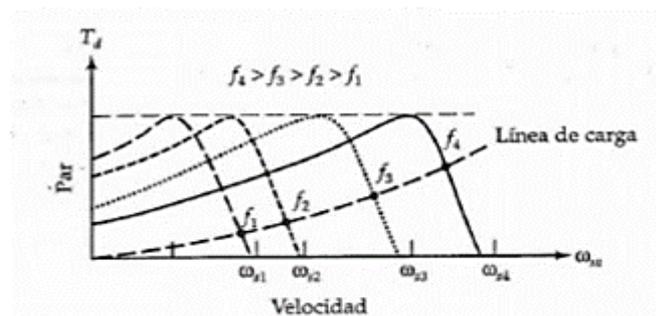


Fig. 2.21 Características velocidad-par con cuatro Frecuencias distintas.

Para realizar este tipo de control de velocidad hoy en día se prefieren los controladores de frecuencia variable de estado sólido, la composición de estos variadores viene dada por:

Etapa rectificadora: Convierte la tensión alterna en continua mediante rectificadores de diodos, tiristores, etc.

Etapa intermedia: Existe un filtro para suavizar la tensión rectificada y reducir la emisión de armónicos.

Inversor: Convierte la tensión continua en otra de tensión y frecuencia variable mediante la generación de pulsos. Actualmente se emplean IGBT's (Isolated Gate Bipolar Transistors) para generar los pulsos controlados de tensión. Los equipos más modernos utilizan IGBT's inteligentes que incorporan un microprocesador con todas las protecciones por sobrecorriente, sobretensión, baja tensión, cortocircuitos, puesta a masa del motor, sobretemperaturas, etc.

Etapa de control: Esta etapa controla los IGBT's para generar los pulsos variables de tensión y frecuencia. Y además controla los parámetros externos en general.

El control de voltaje y la frecuencia de salida se lleva a cabo utilizando la técnica de modulación por ancho de pulso (PWM). Tanto la frecuencia como el voltaje de salida pueden ser controlados por separado mediante modulación de ancho de pulso. El PWM es el proceso de modificar el ancho de los pulsos de un tren de pulsos en razón directa a una pequeña señal de control; cuando mayor sea el voltaje de control, será más ancho el pulso resultante.

La siguiente figura muestra la forma como el dispositivo PWM puede controlar la frecuencia de salida mientras mantiene un nivel de voltaje rms constante.

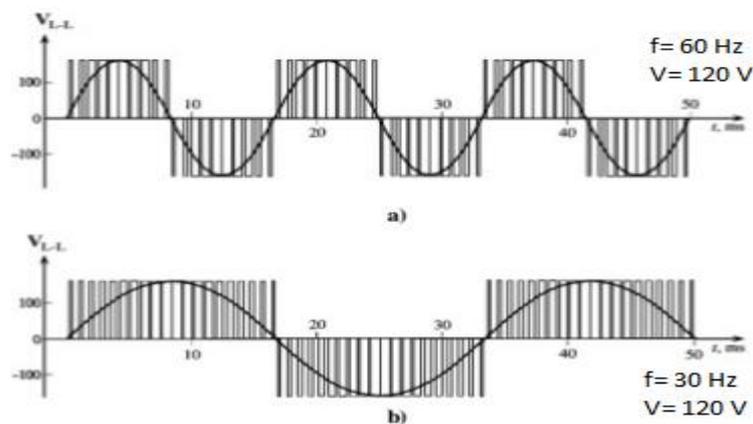


Fig. 2.22 Control de la frecuencia mediante PWM.

Con frecuencia es deseable variar en forma lineal tanto la frecuencia de salida como el voltaje rms de salida. Existen diferentes tipos de modulación por ancho de pulso, tales como: modulación por ancho de pulso único, por ancho de pulso múltiple, sinusoidal modificado, entre otros, cada uno con sus respectivas características.

2.5.1 Variador de frecuencia Power Flex 525

Los variadores de CA PowerFlex 525 ofrecen un diseño modular innovador que brinda instalación y configuración rápidas y fáciles. Estos variadores compactos y económicos ofrecen comunicaciones EtherNet/IP incorporadas, seguridad, configuración de USB y una elevada temperatura ambiente de operación.

Los variadores de CA PowerFlex 525 también proporcionan una variedad de controles de motor, incluyendo relación Volts/Hertz, control vectorial sin sensores, control vectorial de velocidad de bucle cerrado y control de motor de imán permanente, todo lo cual hace estos variadores sean ideales para una amplia gama de aplicaciones.



Diseño innovador.- Los módulos de control extraíbles permiten fácilmente una instalación y programación simultáneas para ahorrar tiempo.



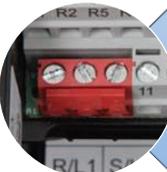
HIM.- El módulo de interface de operador (HIM) con pantalla LCD es compatible con múltiples idiomas y ofrece texto con desplazamiento. Los códigos de parámetros son seguidos por descripciones dinámicas, por lo que no tiene que buscar los detalles en el manual.



EtherNet/IP incorporado.- Esta función estándar para los variadores de CA PowerFlex 525 brinda Premier Integration al entorno Logix. Una tarjeta de dos puertos opcional para EtherNet/IP es compatible con la funcionalidad de anillo a nivel de dispositivo (DLR) para variadores de CA.



Versátil.- Los variadores CA de PowerFlex 523 aceptan una tarjeta de comunicación accesoria manteniendo a la vez sus dimensiones compactas. Los variadores CA de PowerFlex 525 pueden contener un módulo de comunicación y una tarjeta de encoder simultáneamente.



Función de desconexión de par segura.- La seguridad incorporada para los variadores PowerFlex 525 CA ayuda a proteger los activos y el personal desconectando la alimentación eléctrica rotacional del motor, sin desactivar el variador, cuando se activa un circuito de seguridad.



Programación simplificada.- Le ayuda a configurar los variadores más rápidamente usando cables USB estándar y software intuitivo. Programe rápidamente los variadores gracias a un archivo ejecutable sencillo con carga, descarga y actualización de ajustes instantánea.

El variador de CA PowerFlex 525 se compone de dos módulos que se pueden separar a fin de realizar el cableado y la configuración de software de manera simultánea e independiente.

Este diseño innovador le permite comenzar el montaje de los módulos de potencia mientras que la configuración del módulo de control se está realizando en otro lugar, lo cual permite acelerar la instalación. El mismo módulo de control tiene capacidad para alojar todo el rango de potencias del variador de CA PowerFlex 525, que ofrece capacidades nominales de potencia de 0.4 a 22 kW/ 0.5 a 30 HP con clases de voltajes globales de 100 a 600 V.

Con su puerto EtherNet/IP incorporado, los variadores de CA PowerFlex 525 son ideales para una integración transparente en su sistema de rango intermedio. EtherNet/IP le permite conectar toda la empresa en una sola red y recolectar información de estados detallada para tomar decisiones basadas en datos.

Una tarjeta opcional de dos puertos EtherNet/IP permite a los variadores de CA PowerFlex 525 funcionar en topologías lineales, en estrella o en anillo, además de proporcionar la funcionalidad de anillo a nivel de dispositivos (DLR). La funcionalidad de DLR puede ayudarlo a reducir sus necesidades de cableado, además de brindarle la capacidad de recuperación del sistema tras la pérdida de una conexión de red y una conectividad con tolerancia a fallos, todo lo cual le proporciona un nivel óptimo de disponibilidad de los variadores.

La configuración automática de dispositivos, que también se puede realizar a través de EtherNet/IP, permite a un controlador Logix detectar un variador PowerFlex 525 reemplazado y descargar los parámetros de configuración, lo cual ayuda a reducir el tiempo de mantenimiento.

Con su puerto EtherNet/IP incorporado, los variadores de CA PowerFlex 525 son ideales para una integración transparente en su sistema de rango intermedio. EtherNet/IP le permite conectar toda la empresa en una sola red y recolectar información de estados detallada para tomar decisiones basadas en datos.

Una tarjeta opcional de dos puertos EtherNet/IP permite a los variadores de CA PowerFlex 525 funcionar en topologías lineales, en estrella o en anillo, además de proporcionar la funcionalidad de anillo a nivel de dispositivos (DLR). La funcionalidad de DLR puede ayudarlo a reducir sus necesidades de cableado, además de brindarle la capacidad de recuperación del sistema tras la pérdida de una conexión de red y una conectividad con tolerancia a fallos, todo lo cual le proporciona un nivel óptimo de disponibilidad de los variadores.

La configuración automática de dispositivos, que también se puede realizar a través de EtherNet/IP, permite a un controlador Logix detectar un variador PowerFlex 525 reemplazado y descargar los parámetros de configuración, lo cual ayuda a reducir el tiempo de mantenimiento.

AppView. - Es una herramienta que ofrece grupos de parámetros para varias de las aplicaciones más habituales, entre las que se incluyen transportadores, mezcladoras, compresores, bombas y sopladores. Con los parámetros necesarios para ejecutar estas aplicaciones ya preparados, se puede poner en marcha su máquina con mayor rapidez, lo que aumenta su productividad.

QuickView.- Muestra información con desplazamiento de texto en la pantalla de cristal líquido (LCD), de 5 dígitos, 16 segmentos. Ofrecen explicaciones significativas que ahorran tiempo al reducir la necesidad de consultar parámetros y códigos.

CustomView.- Herramienta para definir tu propio grupo de parámetros usando el software Connected Component Workbench de Allen Bradley.

Variador PowerFlex 525 con desconexión de par segura incorporada:

PowerFlex 525 ofrece funcionalidad de desconexión de par segura como función cableada. Este tipo de seguridad incorporada puede ayudar a reducir el costo total del sistema, así como a mejorar la disponibilidad de la máquina y a reducir el tiempo improductivo.

2.5.1.1 Ahorro energético

La mejora en el rendimiento del control del motor aumenta la eficiencia, y el variador de CA PowerFlex 525 puede proporcionar un impacto inmediato y apreciable en el uso de la energía.

Además de los ahorros de energía inherentes asociados con el uso de un variador de frecuencia variable, el variador de CA PowerFlex 525 ofrece ahorros adicionales en el modo Economizer cuando se utiliza el control vectorial sin sensores. El modo Economizer mide el consumo energético y optimiza la salida de corriente para satisfacer los requisitos de la aplicación.

El variador de CA PowerFlex 525 puede también monitorear y reportar datos sobre el uso de la energía, y proporcionarle esa información en un formato estándar que le ayudará a desarrollar y administrar una estrategia energética para sus operaciones.

- Ajuste el uso de la energía y reduzca costos con el modo Economizer.
- Monitoree y reporte la utilización de la energía para ayudar a tomar decisiones basadas en datos.

2.5.1.2 Bloque de terminales de E/S de control del PowerFlex 525

En la siguiente figura 2.23 se muestra un diagrama de bloques del cableado de E/S de control del variador de frecuencia PowerFlex 525. En el diagrama podemos notar que el variador cuenta con unas terminales de Desconexión de par segura.

Desconexión de par segura.- Esta diseñada para ayudar a desconectar de manera segura la alimentación eléctrica de los circuitos de activación de puerta de los dispositivos de alimentación eléctrica de salida (IGBT) del variador. Esto ayuda a evitar que los dispositivos de alimentación eléctrica se salda del variador conmuten en el patrón necesario para generar alimentación de CA hacia el motor.

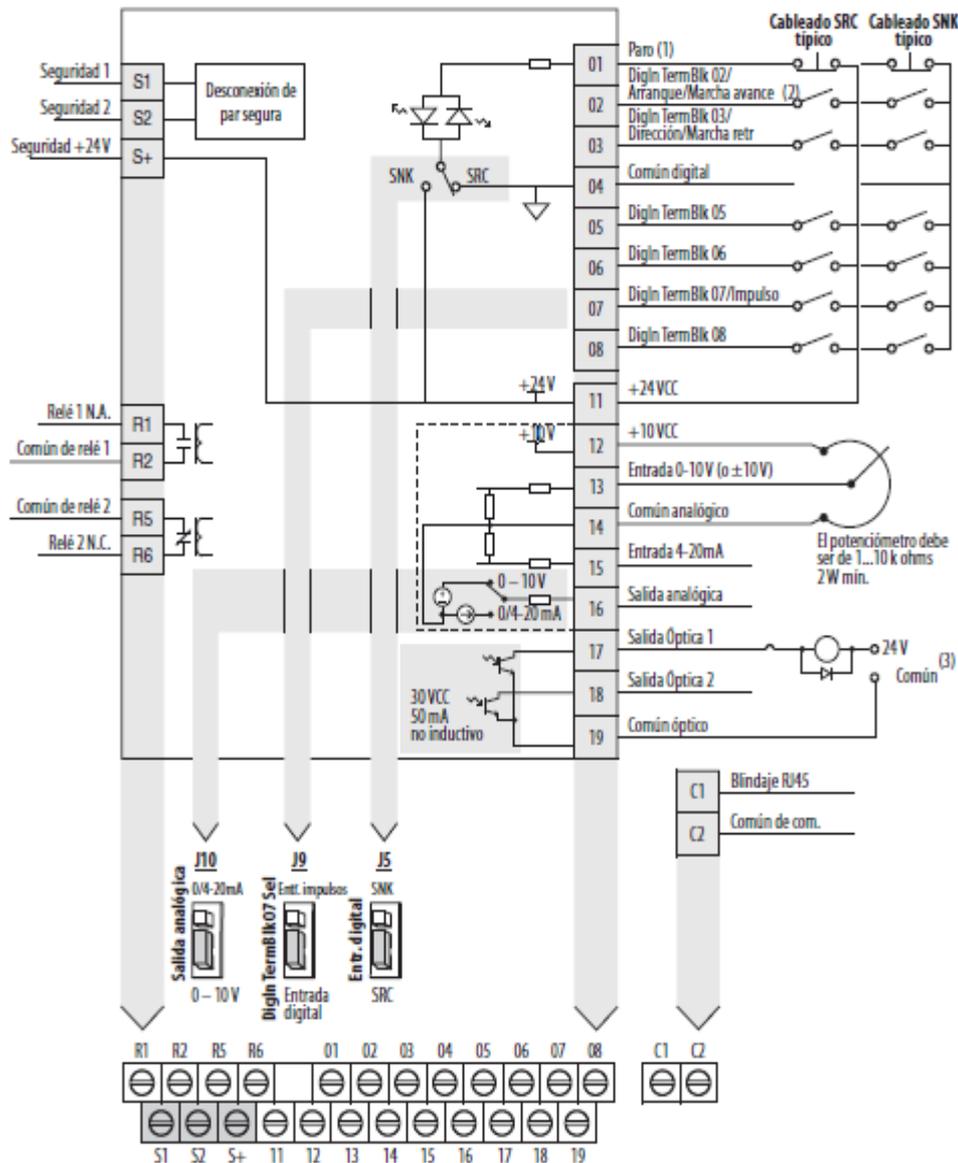


Fig. 2.23 Diagrama de bloques del cableado de E/S de control del PowerFlex 525.

También cuenta con las siguientes terminales:

Dos (2) entradas analógicas (una unipolar y una bipolar) están aisladas independientemente del resto de las E/S del variador. Estas entradas pueden conmutarse mediante una entrada digital.

Siete (7) entradas digitales (seis programables) proporcionan versatilidad de aplicación.

Una (1) salida analógica seleccionable mediante puente para 0...10 V o para 0...20 mA. Esta salida de 10 bits escalable es apropiada para mediciones o como referencia de velocidad para otro variador.

Dos (2) salidas de optoacoplador y dos (2) salidas de relé (una formato A y una formato B) puede usarse para indicar diversas condiciones de variador, motor o lógica.

2.6 Formato de comprobación

El formato de comprobación, comúnmente conocidas como “checklist”, son métodos rápidos para evaluar situaciones concretas (normalmente las condiciones de trabajo).

Presentan la ventaja de que son rápidas y fáciles de utilizar, y proporcionan la información preliminar que permite identificar las principales áreas o condiciones de riesgo que posteriormente se evaluarán con mayor detalle. Se trata de herramientas de evaluación generales y que pueden aplicarse en distintos sectores de actividad y prácticamente para cualquier puesto de trabajo.

Se denomina Check-List a la lista de comprobación que sirve para servir de guía y recordar los puntos que deben ser inspeccionados en función de los conocimientos que se tienen sobre las características y riesgos de las instalaciones. Viene a ser un cuestionario de preguntas en el que se responderá SI ó NO, concretamente es una lista de comprobación de determinadas condiciones de trabajo compuesta por varios ítems que pueden contener una ó varias preguntas según sea el caso.

El check-list debe referirse básicamente a cuatro aspectos distintos de la prevención de riesgos laborales:

Al agente material: instalaciones, máquinas, herramientas, sustancias peligrosas, suelos, paredes, objetos

Al entorno ambiental: orden y limpieza, ruido, iluminación, temperatura, condiciones higrométricas, corrientes de aire.

A las características personales de los trabajadores: conocimientos, aptitudes, actitudes, grado de adiestramiento, comportamiento.

A la empresa u organización: gestión de la prevención, formación, métodos y procedimientos, sistema de comunicaciones.

Cada supervisor encargado de la prevención que deba realizar una inspección de seguridad debe elaborar y adaptar los check-list a las circunstancias de cada momento según corresponda, deben de ser lo más claros e inteligibles que sea posible. A ser posible un ítem o cuestión debe contener una sola pregunta que haga referencia a un solo elemento y no a varios. Así, una pregunta como ¿Son seguras las máquinas? es impropio ya que una respuesta positiva indicaría que lo son todas, cosa bastante improbable, sin embargo, una respuesta negativa tampoco sería correcta.

Una pregunta correcta sería ¿Es segura la Máquina 2R? Si lo es no hay que hacerse más preguntas respecto a ella, pero si la respuesta es negativa, no será suficiente con esto, habrá que hacerse más preguntas como ¿Tiene el marcado CE?, ¿Se compró antes del año 1997?, y otras preguntas para determinar la causa de su inseguridad, afín de tener toda la información posible relacionada a ese equipo.

LISTA DE MATERIAL TABLERO REMOTO 5

CLIENTE:	Canaderos Productores de Leche Pura, S.A.P.I. de C.V.	FECHA:	10-ene-16
PROYECTO:	Alpura, Modificación Área de Recepción	No.:	MX-10190345
Responsable TetraPak:		Responsable Alpura:	
		Rev.:	

Cantidad	Ubicación	Descripción	Componente completo, existente	Cableado	Comentarios
1	Z0,	FILTRO DE LINEA 10Amp 10VR1 CORCOM	✓	✓	
1	Q0	DISYUNTOR, PLS6C10, EATON	✓	✓	
2	Q3, Q4	DISYUNTOR, PLS6C2, EATON	✓	✓	
1	Q3	DISYUNTOR, PLS6C4, EATON	✓	✓	
1	Q2	DISYUNTOR, PLS6C6, EATON	✓	✓	
8	F10, F17	FUSIBLE2_0AF	✓	✓	
8	F10, F17	PORTAFUSIBLES 5X20MM, IND, WSI62448V	✓	✓	

Fig. 2.24 Ejemplo de un formato de comprobación de materiales.

2.7 Multímetros digitales

Los multímetros digitales fueron unos de los primeros instrumentos con presentación numérica y se han convertido en el instrumento electrónico de medida más común. En particular, son el instrumento más adecuado para medir tensiones e intensidades de corrientes continuas y alternas (de frecuencia inferior a algunas centenas de kilohertz) y resistencias (en continua). Su desventaja es que no permiten ver la forma de onda de la señal que miden.

2.7.1 Función y tipos de multímetros digitales

Los multímetros digitales (DMM, *digital multimeter*) son instrumentos capaces de medir tensión, intensidad de corriente y resistencia, en múltiples rangos, y presentar numéricamente el resultado. Los correspondientes instrumentos analógicos, basados en un galvanómetro como indicador, se denominan polímetros analógicos. Hay multímetros que permiten medir además otras magnitudes como conductancia, frecuencia, fase y capacidad, detectar circuitos abiertos y cortocircuitos, y probar diodos.

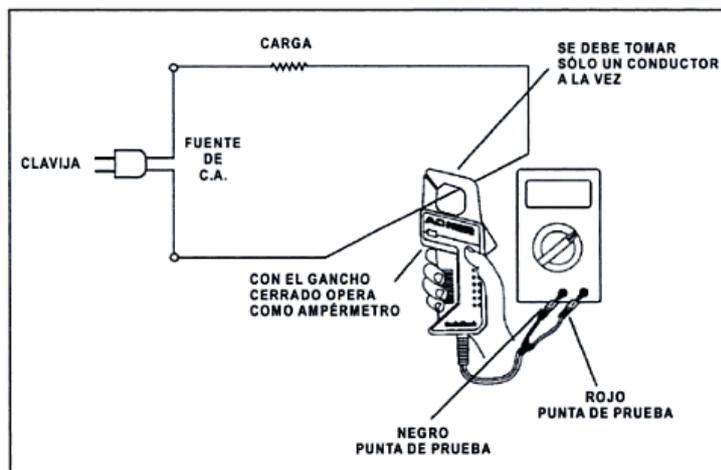


Fig. 2.25 Forma de uso del volt-amperímetro de gancho para medición de corriente.

Los instrumentos que solo miden tensiones se denominan voltímetros digitales (DVM, *digital voltmeter*). Algunos multímetros digitales tienen una forma y dimensiones previstas para su montaje en panel (Digital Panel Meter, DPM).

La ventaja de los multímetros digitales frente a los multímetros analógicos son las propias de los sistemas digitales: menor incertidumbre, mayor resolución y velocidad simultáneas, para un coste determinado, y automatización de su funcionamiento. Además, ofrecen funciones tales como indicación de polaridad, presentación de las unidades junto al valor medido, almacenamiento y transmisión de lecturas, retención de lecturas máximas o de lecturas cuando su valor es estable (*auto hold*), indicación visual o acústica de desbordamiento (sobrecarga) o de circuito abierto al medir resistencia (O.L., *over load*), medidas de relaciones, comprobación de límites (pasa/no pasa), presentación en decibelios y selección automática de escalas (*autorange*).

Los multímetros digitales suelen clasificarse según su resolución y según el valor de fondo de escala para las distintas magnitudes que miden. La resolución de medida depende de la escala. Así, por ejemplo, una resolución de 1 sobre 1999 en la escala de 1 V da una resolución de medida de 1 mV. La resolución en la menor escala disponible se denomina *umbral*. Los instrumentos que tienen una resolución muy pequeña reciben nombres especiales, relacionados con la unidad adecuada para indicar su resolución: *nanovoltímetro*, *picoamperímetro*.

2.7.2 Descripción de los multímetros

Nos limitaremos a describir los multímetros electrónicos con lectura digital, que son los que se van a utilizar en las prácticas. En el laboratorio hay distintos tipos o modelos de estos multímetros, correspondientes a diferentes marcas, pero todos ellos tienen unas partes o componentes comunes:

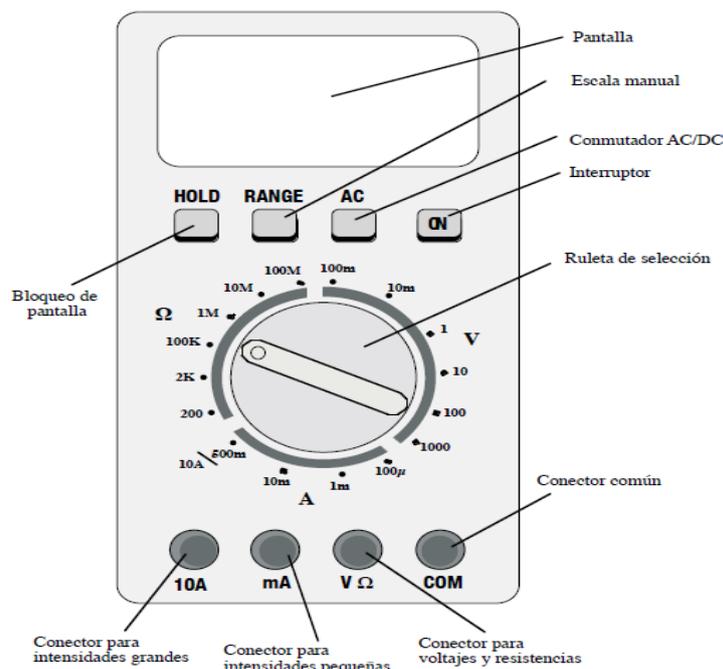


Fig. 2.26 Vista frontal esquemática de un multímetro digital.

Pantalla: En ella aparece el valor numérico de la medida que se está efectuando. Además, en la pantalla de algunos modelos aparece información adicional: unidades, modo AC o DC, etc.

Interruptor (Power): Botón de encendido/apagado del aparato. En algunos modelos está en la parte frontal, en otros en la parte lateral, incluso en algunos la función del interruptor la hace también la ruleta de selección de medida.

Ruleta de selección de medida: Es un mando giratorio que permite seleccionar el tipo de medida que se va a realizar (V para voltajes, A para intensidades, Ω para resistencias). Hay modelos en los que sólo hay una posición para cada tipo de medida, la selección de la escala es automática. Por el contrario, en otros modelos para cada tipo de medida aparecen varias posiciones diferentes. Cada posición corresponde a una escala diferente, siendo los números que aparecen los valores máximos que se pueden medir en esa escala.

Es muy importante seleccionar la escala adecuada para cada medida. Si se toma una escala más pequeña que la necesaria, en la pantalla aparecerá un uno a la izquierda indicando que la escala es demasiado pequeña. Si se toma una escala muy grande no vamos a utilizar la resolución del equipo, vamos a perder cifras significativas en la medida.

Conectores: En ellos se conectan los dos cables necesarios para hacer las mediciones. Hay diferentes conectores para los diferentes tipos de medidas. Uno de los cables siempre se introduce en el conector común (COM), y el otro en el conector correspondiente a la medida que se vaya a hacer. Ver la tabla 1 para una mejor comprensión.

Tipo de medida	Conectores	
Voltajes	V	COM
Intensidades altas	10A ó 20A	COM
Intensidades bajas	mA	COM
Resistencias	Ω	COM

Conmutador AC/DC: Botón para cambiar entre el modo AC para tensiones o corrientes alternas, y DC para tensiones o corrientes continuas. Algunos modelos de multímetros tienen en la ruleta de selección de medidas zonas separadas para medidas AC y para DC, por lo que no tienen este botón.

Bloqueo de Pantalla (HOLD): Botón que permite “congelar” el valor que aparece en la pantalla. Es de mucha utilidad cuando se trabaja con medidas que varían con el tiempo. ¡Ojo!, bloquea la pantalla, no la medida, aunque el valor que aparece en pantalla sea fijo, el valor de la medida sigue variando. La pantalla se desbloquea volviendo a pulsar al mismo botón.

Escala Manual (RANGE): Los modelos que tienen escala automática, tienen este botón para permitir el cambio entre cambiar la escala de forma manual.

2.7.3 Prueba de continuidad

El propósito de un multímetro es ayudar a determinar cuando la electricidad está circulando o fluyendo a través de un componente eléctrico. Si se prueba cada componente en un electrodoméstico, se puede verificar que la maquina está recibiendo electricidad.

2.7.3.1 Procedimiento para la prueba continuidad

Es bueno recordar que la electricidad o corriente eléctrica, entra en un componente dado a través de un alambre conductor y sale de la misma a través de otro alambre, en consecuencia, se tiene que tocar con las puntas del medidor en ambos extremos o terminales. El procedimiento se indica a continuación:

1. Desconectar el electrodoméstico.

Durante una prueba de continuidad no debe haber ninguna conexión a la alimentación.

2. Girar el switch selector a la posición apropiada en ohms.

Si se están buscando fugas de corriente de los conductores a la cubierta o carcasa del electrodoméstico, es decir, si hay elementos o partes a tierra, se debe usar la escala en ohms más alta del multímetro.

3. Ajustar el puntero a cero ohms con la perilla de ajuste de ohms, hacer contactos con las puntas de prueba o fijar con los caimanos poniendo juntos los conductores y, entonces, llevar el puntero a cero ohms, haciendo girar la perilla de ajustes de ohms.

2.8 Que es un protocolo de red

Un protocolo de red es similar a un protocolo humano, excepto en que las entidades que intercambian mensajes y llevan a cabo las acciones son los componentes hardware o software de cierto dispositivo (por ejemplo, una computadora, una PDA, un teléfono móvil, un router u otro dispositivo de red). Cualquier actividad de internet que implique dos o más entidades remotas que se comunican está gobernada por un protocolo.

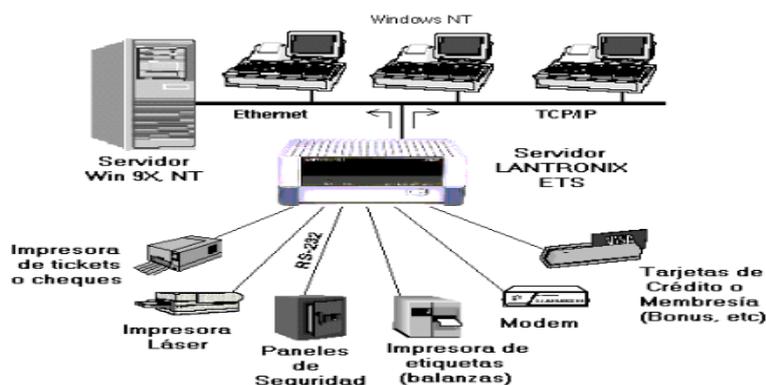


Fig. 2.27 Ejemplo de un protocolo de red.

Por ejemplo, los protocolos implementados por hardware en las tarjetas de interfaz de red de dos computadoras conectadas físicamente controlan el flujo de bits a través del “cable” conectado entre las dos tarjetas de interfaz de red; los protocolos de control de congestión de los sistemas terminales controlan la velocidad a la que se transmiten los paquetes entre el emisor y el receptor; los protocolos de los routers determinan la ruta que seguirá un paquete desde el origen al destino.

Los protocolos se ejecutan por todas partes en internet y, en consecuencia, gran parte de este libro está dedicada a los protocolos de redes de computadoras.

Un protocolo define el formato y el orden de los mensajes intercambiados entre dos o más entidades que se comunican, así como las acciones tomadas en la transmisión y/o la recepción de un mensaje u otro suceso.

2.9 Tipos de relaciones entre las redes

El término *relaciones entre redes* se refiere a dos conceptos diferentes acerca de la forma en que una computadora utiliza los recursos de otra a través de la red. Existen dos tipos de relaciones fundamentales entre redes: de igual a igual y cliente/servidor, (de hecho, uno puede referirse a ellas como *filosofías de red*) y definen la estructura básica de una red. Para comprenderlas mejor, se pueden comparar con las diferentes filosofías de la administración de negocios.

Una *red de igual a igual* se parece mucho a una compañía que opera mediante una filosofía de administración descentralizada, donde las decisiones se toman localmente y los recursos se administran de acuerdo con las necesidades más inmediatas. Una *red cliente/servidores* asemeja a una compañía que se basa en una administración centralizada, donde las decisiones son tomadas en un punto central por un grupo relativamente pequeño de personas. A menudo se presentan circunstancias donde ambos esquemas son adecuados y muchas redes muestran aspectos de ambos tipos.

Tanto las redes de igual a igual como las de cliente/servidor deben tener ciertas capas de red en común. Ambos tipos requieren una conexión física a la red entre las computadoras, que se utilicen los mismos protocolos de red, etc. En este sentido, no existen diferencias entre los dos tipos de relaciones de red. La diferencia radica en si se distribuyen entre todas las computadoras los recursos compartidos de la red o si se utilizan servidores de red centralizados.

2.9.1 Relaciones en una red de igual a igual

Una *relación en una red de igual a igual* se define como una donde las computadoras de la red se comunican entre sí al mismo nivel. Cada computadora es responsable de poner a disposición de los otros ordenadores de la red sus propios recursos, los cuales pueden ser archivos, directorios, programas de aplicación o dispositivos, como impresoras, módems o tarjetas de fax, o cualquier otra combinación.

Cada computadora es también responsable de configurar y mantener la seguridad de estos recursos. Por último, cada computadora es responsable de acceder a los recursos de red que ésta necesite de otras computadoras de igual a igual y de saber dónde se encuentran dichos recursos y qué seguridad se requiere para acceder a los mismos. La figura 2.27 muestra cómo esto funciona.



Fig. 2.28 Una red de igual a igual.

Nota Incluso en una red de igual a igual, es posible utilizar una computadora dedicada a acceder con cierta frecuencia a los recursos de la red. Por ejemplo, puede asignar la aplicación y los archivos de datos de un sistema de contabilidad a una sola estación de trabajo y no utilizar esa computadora para realizar las tareas típicas de una estación, como el procesamiento de palabra, de forma que toda la capacidad de la computadora esté disponible para el sistema de contabilidad. La computadora se encontraría trabajando como una red de igual a igual, sólo que no se utilizaría para otro propósito.

2.9.2 Relaciones de red cliente/servidor

Una *relación de red cliente/servidor* es en la que se distingue entre las computadoras que ponen a disposición los recursos de la red (los *servidores*) y aquéllas que utilizan los recursos (los *clientes* o las *estaciones de trabajo*). Una red cliente/servidor puro es una en la que todos los recursos de red disponibles como archivos, directorios, aplicaciones y dispositivos compartidos residen y están administrados centralmente y, después, son accedidos por las computadoras cliente. Ninguna de éstas comparte sus recursos con otras computadoras cliente o con los servidores. En lugar de eso, las computadoras cliente son exclusivamente consumidoras de estos recursos.

Nota No confunda las redes cliente/servidor con los sistemas de base de datos cliente/servidor. Mientras que ambos significan los mismos (conceptualmente), una base de datos cliente/servidor es una donde el procesamiento de aplicación se divide entre el servidor de la base de datos y los clientes de la misma.

El servidor es responsable de responder las solicitudes de datos de los clientes, así como de proporcionarles los datos adecuados, mientras que los clientes son responsables de formatear, desplegar e imprimir esos datos para el usuario.

Por ejemplo, Novell NetWare o Windows 2000 Server son sistemas operativos de red cliente/servidor, mientras que la base de datos Oracle o la SQL Server, de Microsoft, son sistemas de base de datos cliente/servidor.

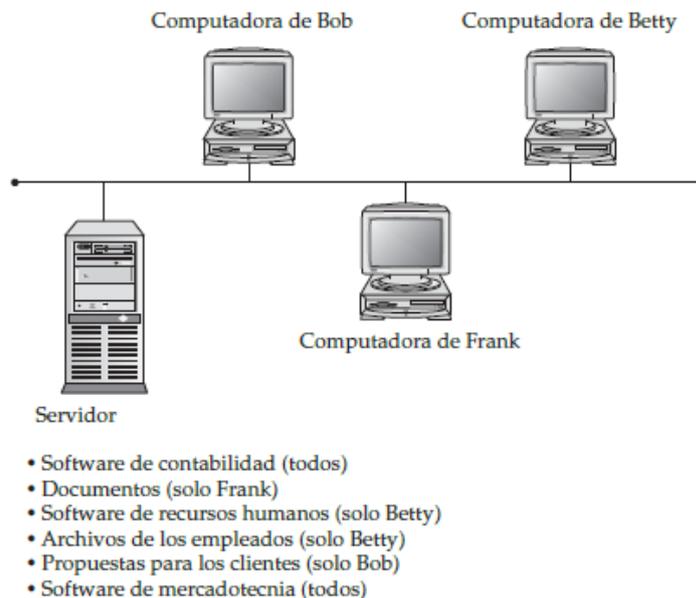


Fig. 2.29 Una red cliente/servidor mantiene los recursos centralizados.

2.10 Comparación de las redes de igual a igual y el cliente/servidor

Como se mencionó, la mayoría de las redes tienen características tanto de relaciones de igual a igual como de cliente/servidor. Mientras que es ciertamente posible y a veces deseable tener sólo un tipo de relación, el hecho es que ambas tienen su aplicación. Antes de tomar la decisión de configurar una red con base en uno o ambos tipos de relaciones, usted tiene que analizar las ventajas y desventajas de cada una y determinar cómo cumplen sus necesidades y las de su compañía. Considere las ventajas y desventajas de usar una red de igual a igual que se enuncian a continuación.

2.10.1 Ventajas de las redes de igual a igual

Existen varias ventajas en el uso de las redes igual a igual, en particular en compañías pequeñas, como las siguientes:

Utilizan hardware de cómputo más barato.- Las redes de igual a igual trabajan con una carga de trabajo baja. Esto significa que los recursos se encuentran distribuidos en muchas computadoras, de forma que no existe la necesidad de una computadora que actúe como servidor. El efecto en cada estación de trabajo es, en general (sin embargo, no siempre), relativamente menor.

Fácil de administrar.- Estas redes son, ante todo, más fáciles de configurar y administrar. Debido a que cada máquina lleva a cabo su propia administración generalmente sobre ciertos recursos limitados el esfuerzo que se requiere para administrar la red se distribuye entre mucha gente.

No se requiere de un NOS.- Las redes igual a igual no requieren de un sistema operativo de red (NOS). Usted puede construir una red de este tipo utilizando solo Windows 98, Windows 2000 o Windows XP en todas las estaciones de trabajo o en todas las computadoras Macintosh para ese propósito. Todos estos sistemas operativos del cliente incluyen todas las características necesarias para hacerlo. De manera similar, también puede hacerlo con todas las computadoras que tengan instalado UNIX o LINUX (aunque esto es en realidad más difícil de configurar y dar mantenimiento, por el hecho de que UNIX y LINUX son muy poderosos y complejos).

Más redundancia integrada.- Si tiene una computadora pequeña, de 10 a 20 estaciones de trabajo con información importante en cada una, y cualquiera de ellas falla, aún tiene disponibles la mayor parte de los recursos. Una red igual a igual puede ofrecer más redundancia que una red cliente/servidor ya que un número menor de puntos de falla pueden afectar a toda la red y a cada usuario.

2.10.2 Desventajas de las redes igual a igual

Existen también varias desventajas en las redes igual a igual, en particular, en redes de gran tamaño o en aquellas que tienen requerimientos más complejos o perfeccionados, como los siguientes:

Puede afectar el desempeño del usuario.- Si algunas estaciones de trabajo han utilizado recursos instalados en ellas, el uso de dichos recursos por parte de los demás usuarios conectados a la red puede afectar adversamente a la persona que esté utilizando la estación de trabajo donde están instalados los recursos.

No son muy seguras.- Las redes igual a igual no son tan seguras como las redes cliente/servidor, ya que no se puede garantizar sin importar qué tan buenos sean los usuarios de la red que quienes la utilicen administren de manera adecuada sus máquinas. En realidad, en una red de cualquier tamaño (digamos, de más de diez usuarios), usted puede estar casi seguro de que al menos algunos de ellos no sigan las buenas prácticas de administración en sus propias máquinas.

Sin embargo, los sistemas operativos de escritorio más comunes con los que se opera una red de este tipo, como Windows XP o Macintosh, no están diseñados para ser sistemas operativos de red seguros.

Difíciles de respaldar.- El respaldo confiable de todos los datos distribuidos en varias estaciones de trabajo es difícil, y no es recomendable asignar este trabajo al usuario de cada máquina. La experiencia ha mostrado que dejar esta vital tarea a los usuarios significa que no se va a llevar a cabo.

Difícil de mantener un control de las versiones.- En una red de este tipo, con archivos almacenados potencialmente en diferentes máquinas, puede ser extremadamente difícil controlar las versiones de los diferentes documentos.

2.10.3 Ventajas de las redes cliente/servidor

Las redes cliente/servidor, por otra parte, ofrecen la oportunidad de tener una administración centralizada y utilizan equipo que es más apropiado para administrar y proporcionar cada recurso. Además, son el tipo de red que usted casi siempre puede observar en sitios con más de diez usuarios, y existen muchas buenas razones para ello, como las que se enuncian a continuación:

Son muy seguras.- La seguridad de una red cliente/servidor depende de muchos aspectos. En primer lugar, debido a que los recursos compartidos se encuentran ubicados en un área centralizada, pueden administrarse en ese punto. La administración de un gran número de recursos es mucho más fácil si se encuentran en uno o dos servidores, a diferencia de administrar los recursos de diez o cien computadoras.

En segundo lugar, generalmente los servidores están ubicados físicamente en un lugar seguro, como un centro de cómputo cerrado con llave. La seguridad física es un aspecto importante de las redes y no puede lograrse en una red igual a igual. En tercer lugar, los sistemas operativos sobre los que opera una red cliente/servidor están diseñados para ser seguros. Siempre y cuando se lleven a cabo buenas prácticas de seguridad y administración, los servidores no podrán ser accesados fácilmente sin permiso.

Mejor desempeño.- Mientras que los servidores dedicados son más costosos que las estaciones de trabajo estándar, los primeros ofrecen un desempeño considerablemente mejor y están diseñados para manejar las necesidades de múltiples usuarios de forma simultánea.

Respaldo centralizado.- Respaldo la información crítica de una compañía es mucho más fácil cuando ésta se encuentra centralizada en un servidor. A menudo, dichas tareas de respaldo pueden llevarse a cabo en la noche cuando el servidor no se utiliza y los datos están estáticos. Aparte de ser más fácil, los respaldos centralizados son también mucho más rápidos que los respaldos descentralizados.

Muy confiables.- A pesar de que es verdad que existe más redundancia implícita en una red de igual a igual, también es cierto que una buena red cliente/servidor, en conjunto, puede ser más confiable. Con frecuencia los servidores dedicados tienen mucha más redundancia implícita que las estaciones de trabajo estándar. Éstas pueden manejar la falla de un controlador de disco, de una fuente de alimentación o un procesador y continuar trabajando hasta que el componente que falla sea reemplazado.

Asimismo, debido a que un servidor dedicado tiene que llevar a cabo sólo una tarea relativamente simple, su complejidad se reduce y su confiabilidad aumenta. Compare este panorama con una red de igual a igual, donde las acciones por parte de los usuarios pueden reducir de manera drástica la confiabilidad de cada una de las estaciones de trabajo.

Por ejemplo, tener que reiniciar una PC o una Macintosh con mucha frecuencia es muy común, mientras que los servidores dedicados a menudo trabajan por meses sin requerir que se reinicien o que se pierda la información.

2.10.4 Desventajas de las redes cliente/servidor

Haciendo un balance de las ventajas de las redes cliente/servidor, es necesario que se dé cuenta que existen desventajas, en particular para las compañías que no poseen su propia administración de red dentro de ellas, o que quieren minimizar el costo de la red lo más posible:

Requieren de administración profesional.- Las redes cliente/servidor necesitan, en general, algún nivel de administración profesional, incluso las más pequeñas. Usted puede contratar un administrador de red o recurrir a una compañía que ofrezca servicios profesionales, pero es importante recordar que en general se requiere de una administración profesional. El conocimiento de todos los detalles de un sistema operativo de red es importante y requiere de experiencia y capacitación.

Uso más intenso del hardware.- Además de las computadoras del cliente, también necesita un servidor que, en general, debe ser un equipo muy “poderoso”, con mucha memoria y espacio en disco. Además, necesita un sistema operativo de red y un número de licencias de cliente adecuado, lo cual agrega al menos varios miles de dólares al costo del servidor. En computadoras grandes, se incrementa el costo a varias decenas de miles de dólares.

En pocas palabras, seleccione una red de igual a igual para redes pequeñas con un número de usuarios menor a 10 ó 15, y opte por una red cliente/servidor cuando la red sea mayor. Debido a que la mayoría de las redes se encuentran instaladas bajo un concepto cliente/servidor, en la mayor parte de este libro se supone este tipo de red.

2.11 Modulo Point I/O

La familia POINT IO incluye módulos de E/S modulares ideales para aplicaciones en las que la flexibilidad y el bajo costo de propiedad constituyen factores clave para el diseño y el funcionamiento exitosos del sistema de control. Como un elemento clave de la Arquitectura Integrada de Rockwell Automation, sus diagnósticos exhaustivos y funciones configurables permiten aplicar fácilmente el producto en cualquier sistema de automatización, y reducir el costo de ingeniería mediante la estandarización. Puede usarse en paneles de dispositivos remotos, y paneles de control local, y se puede tener acceso a él desde muchos lugares, incluso el Internet.



Fig. 2.30 Módulos del 1734 Point IO.

2.11.1 Acerca de la red EtherNet IP

El adaptador 1734-AENT acepta las conexiones directas y de rack optimizado. Una conexión directa es un vínculo de transferencia de datos en tiempo real entre el controlador y cualquier módulo que ocupe la ranura a la cual hacen referencia los datos de configuración. El mensaje de conexión directa ocurre con un régimen cíclico especificado por el intervalo solicitado entre paquetes (RPI) durante la configuración.

Una conexión de rack optimizado es un agrupamiento de datos provenientes de más de un módulo en un bloque de datos enviados mediante una conexión a la misma velocidad de datos. Las conexiones de rack optimizado reducen el número total de conexiones necesarias para transferir datos cuando se usan muchos módulos de E/S en un sistema.

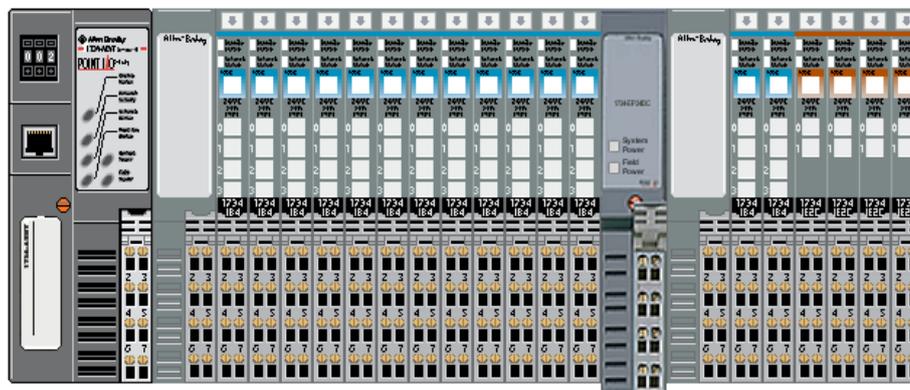


Fig. 2.31 Rack completo de un Point IO con tarjetas de entradas digitales.

Suponga que un sistema tiene 8 módulos digitales de E/S interconectados a un adaptador 1734-Aent Point IO. Se usa conexiones directas para transferir datos a cada uno de estos módulos, necesita 8 conexiones, una para cada uno de los 8 módulos de E/S. Se usa una conexión de rack optimizado para transferirlos datos, sólo necesita una conexión, la conexión al adaptador 1734-AENT.

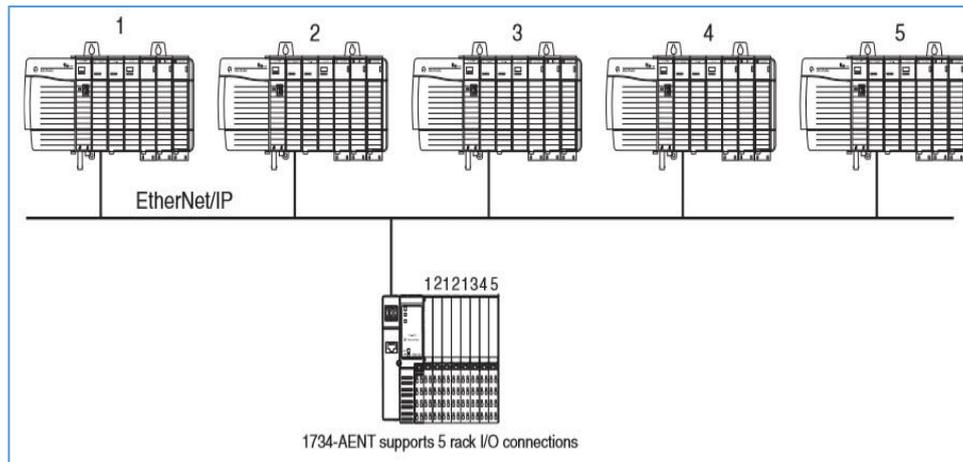


Fig. 2.32 Comunicación del 1734-AENT con 5 controladores.

2.11.2 Módulos digitales de E/S

1. Módulos de entrada

Los módulos de entrada responden a una señal de entrada de la siguiente manera:

- Los filtros de entrada limitan los fenómenos transitorios de voltaje debidos a rebotes de contactos y/o el ruido eléctrico. Si no se han filtrado, los efectos de los fenómenos transitorios de voltaje pueden producir datos falsos. Todos los módulos de entrada usan filtros de entrada.
- El aislamiento óptico protege los circuitos lógicos contra posibles daños debidos a fenómenos eléctricos transitorios.
- Los circuitos lógicos procesan la señal.
- Un indicador LED que se activa y desactiva indica el estado del dispositivo de salida correspondiente

2. Módulos de salida

Los módulos de salida controlan la señal de salida de la siguiente manera:

- Los circuitos lógicos determinan el estado de las salidas.
- El indicador LED de salida indica el estado de la señal de salida.
- El aislamiento óptico separa la lógica de módulo y los circuitos de bus de la alimentación de campo.
- El driver de salida activa y desactiva la salida correspondiente.

3. Supresión de sobretensión

La mayoría de módulos de salida tienen supresión de sobretensión incorporada para reducir el efecto de los fenómenos transitorios de alto voltaje. Sin embargo, recomendamos el uso de un dispositivo supresor adicional si se está utilizando una salida para controlar dispositivos inductivos de control tales como:

- Relés.
- Arrancadores de motor.
- Solenoides.
- Motores.

La supresión adicional es especialmente importante en el caso de que el dispositivo inductivo esté en serie o en paralelo con contacto cableado, como por ejemplo los botones pulsadores o los conmutadores selectores.

Los módulos digitales de E/S 1734 aceptan:

- Gran variedad de capacidades de interface de voltaje;
- Tipos de módulos aislados y no aislados;
- Estados de fallo de salida de nivel de punto;
- Selección de comunicaciones de conexión directa o rack optimizado;
- Diagnósticos del lado del campo en módulos específicos.

Módulos de entrada digital de CA

	1734-IA2	1734-IM2
Número de entradas	2	
Voltaje, entrada en estado activado, nom.	120 VCA	220 VCA
Voltaje, entrada en estado activado, mín.	65 VCA	159 VCA
Voltaje, entrada en estado activado, máx.	132 VCA	264 VCA
Tiempo de retardo de entrada, activado a desactivado, retardo de hardware, máx.	Filtro de hardware de 20 ms más filtro digital programable de plus 0...65 ms en incrementos de 1 ms*	
Corriente, entrada en estado activado, mín.	3.7 mA	5.7 mA
Impedancia de entrada, nom.	10.6 kΩ	22.3 kΩ
Corriente, entrada en estado desactivado, máx.	2.5 mA	2.9 mA
Base	1734-TB o 1734-TBS	
Corriente PointBus (mA)	75	
Máx. disipación de energía	0.7 W a 28.8 VCC	

2.11.3 Bloques de terminales extraíbles (RTB)

Los bloques de terminales extraíbles (RTB) proporcionan 8 ó 12 ubicaciones independientes de terminales para el cableado de campo. También proporcionan acceso vertical para cablear y atornillar las terminaciones. Cada terminal está numerado y proporciona un punto terminal separado para cada cable, incluso un punto con tierra blindada para módulos analógicos de 2 puntos.

Una vez que el bloque de terminales extraíbles está correctamente cableado, es necesario recablear las terminaciones. Los bloques de terminales extraíbles se separan independientemente de la base y del módulo de E/S para que la instalación y la puesta en marcha del sistema sean rápidas y sencillas, ya sea un lazo o un subsistema a la vez. Cada terminal está numerado en la parte inferior del bloque de terminales extraíble para simplificar la resolución de problemas durante los ciclos de puesta en marcha o de mantenimiento.

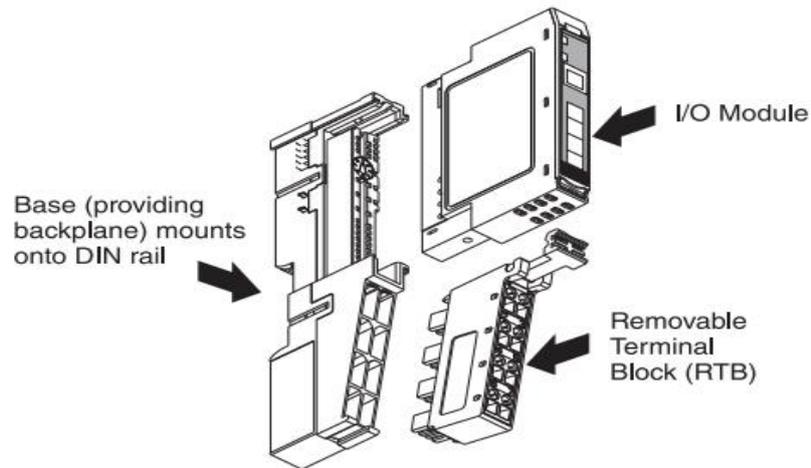


Fig. 2.33 Sistema del Point IO Allen Bradley.

2.11.4 Fuente de alimentación

Los adaptadores POINT I/O tienen fuentes de alimentación POINTBus incorporadas. Todos los módulos POINT I/O son activados desde el backplane POINTBus, ya sea mediante un adaptador o una fuente de alimentación eléctrica de expansión.

Cuándo usar el distribuidor de alimentación eléctrica de campo

Las unidades de alimentación eléctrica se dividen en tres categorías:

- Adaptador de comunicación con fuente de alimentación eléctrica incorporada (CC-CC).
- Fuente de alimentación eléctrica de expansión.
- Distribuidor de alimentación eléctrica de campo.

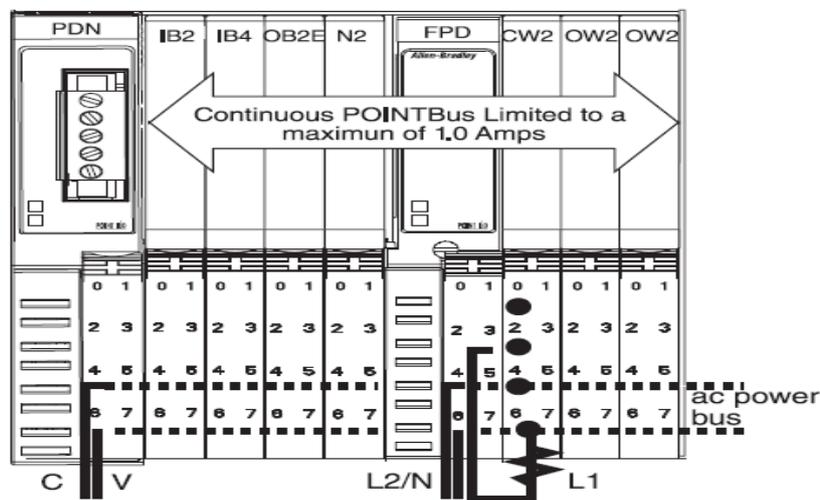
El 1734-FPD interrumpe la distribución de alimentación eléctrica de campo a la izquierda del 1734-FPD desde la distribución de alimentación eléctrica a la derecha del 1734-FPD. Usted puede usar el distribuidor de alimentación eléctrica de campo 1734-FPD con un amplio rango de entradas de voltaje, incluyendo módulos de E/S y aplicaciones de 5 a 125 VCC y 24 a 240 VCA.

- Módulo de distribución de voltaje del lado del campo.
- Entrada de CA o CC.
- Para uso con todas las interfaces de comunicación.
- Partición (alimentación eléctrica auxiliar, movimiento mayor o movimiento menor) Inicia un nuevo punto de distribución de voltaje.
- No se requiere extensión de alimentación eléctrica de bus del backplane (12 módulos máximo) cuando se usa la interface de comunicación 1734-PDN o los módulos 1734D POINTBlock I/O, ya que ellos no añaden alimentación eléctrica al backplane POINTBus.

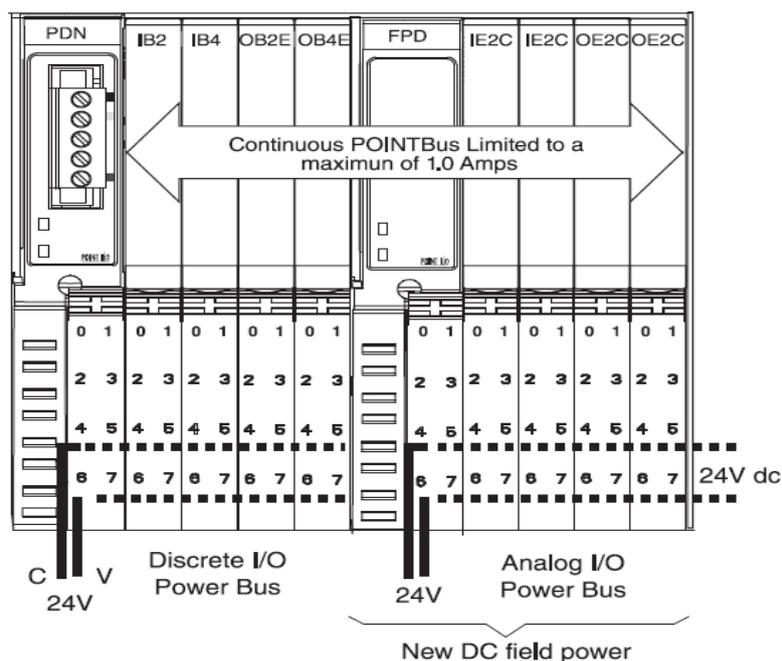
El distribuidor de alimentación eléctrica de campo 1734-FPD pasa a través de todas las señales del backplane POINT I/O, pero no proporciona alimentación eléctrica de backplane POINTBus adicional. El distribuidor de alimentación eléctrica de campo proporciona la capacidad de cambiar la fuente de distribución de alimentación eléctrica de campo para los módulos de E/S situados a la derecha del distribuidor de alimentación eléctrica de campo 1734-FPD.

Esto facilita la partición lógica o funcional de aplicaciones de conteo de canales bajos y alta combinación de E/S usando cualquiera de los adaptadores de comunicación. Use el distribuidor de alimentación eléctrica de campo 1734-FPD para aislar segmentos de la alimentación eléctrica de campo.

Cableado usando un 1734-FPD para crear un nuevo bus de alimentación eléctrica de dispositivo de CA.



Cableado usando un 1734-FPD para crear un nuevo bus de alimentación eléctrica de dispositivo analógico.



2.12 Conmutador (Switch)

Cuando sólo dos dispositivos necesitan estar comunicados directamente el uno con el otro por medio de un cable de par trenzado, se puede utilizar el llamado cable cruzado. El cable cruzado simplemente cruza el par de transmisión de un extremo del cable con el par de recepción del otro extremo y viceversa.

Sin embargo, para conectar diversos dispositivos a una LAN se requiere un equipo de red, como un conmutador o Switch de red. Con un conmutador de red se utiliza un cable de red convencional en lugar de un cable cruzado.

La función principal de un conmutador de red es remitir los datos de un dispositivo a otro en la misma red. Es un método eficaz, puesto que los datos se pueden dirigir de un dispositivo al otro sin que ello afecte a otros dispositivos que utilicen la misma red.

Un conmutador registra las direcciones MAC (Media Access Control – Control de acceso al medio) de todos los dispositivos conectados. Cada dispositivo de red tiene una dirección MAC única, que está formada por una serie de números y letras establecida por el fabricante y suele encontrarse en la etiqueta del producto. Cuando un conmutador recibe datos, los remite sólo al puerto que está conectado a un dispositivo con la dirección MAC de destino adecuado.

Los conmutadores suelen indicar su rendimiento en velocidades por puerto y en plano posterior o velocidades internas (ambas en velocidad de bits y paquetes por segundo). La velocidad por puerto indica la velocidad máxima en un puerto concreto. Esto significa que la velocidad de un conmutador, por ejemplo, 100 Mbit/s, suele ser el rendimiento de cada puerto.

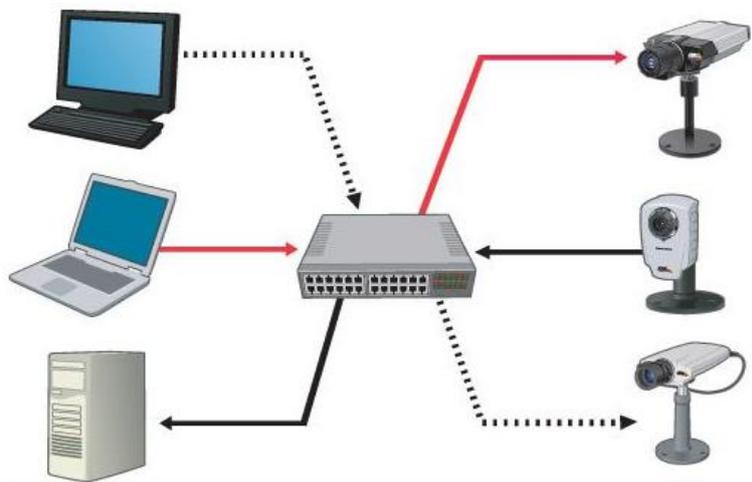


Fig. 2.34 Interconexión de los equipos mediante el conmutador (Switch).

Un conmutador de red normalmente admite distintas velocidades de transferencia de datos de forma simultánea. La velocidad más común solía ser 10/100, que admite tanto Ethernet 10 Mbit/s como Fast Ethernet. Pero 10/100/1000 se está posicionando rápidamente como el conmutador estándar y, por lo tanto, admite simultáneamente Ethernet de 10 Mbit/s, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet.

La velocidad y el modo de transferencia entre un puerto de un conmutador y un dispositivo conectado normalmente se determinan mediante la negociación automática, en la que se utiliza la velocidad de transferencia de datos más alta y el mejor modo de transmisión. Un conmutador también permite que un dispositivo conectado funcione en modo dúplex completo: por ejemplo, enviar y recibir datos al mismo tiempo, dando como resultado un mejor rendimiento.

Los conmutadores pueden tener diferentes características y funciones. Algunas incluyen la función de enrutador. Un conmutador también puede admitir Alimentación a través de Ethernet o Calidad de servicio, que controla la cantidad de ancho de banda que utilizan las distintas aplicaciones.

2.12.1 Switch ethernet 1783 Stratix 8000 Allen Bradley

La línea de switches administrados modulares Boletín 1783 Stratix 8000 usa la arquitectura y el conjunto de características actuales del switch Cisco Catalyst junto con poderosas herramientas de configuración, lo que ayuda a proporcionar una integración segura con la red de la empresa al utilizar herramientas familiares para los profesionales de IT. A la vez, los switches proporcionan configuración y diagnóstico sencillos desde dentro de Rockwell Automation Integration Architecture gracias al uso de herramientas familiares para los profesionales de fabricación.



Fig. 2.35 Switch Ethernet Stratix 8000 Allen Bradley.

Los módulos de cobre, fibra, SFP y alimentación eléctrica mediante módulos expansores Ethernet pueden añadirse a un sistema Stratix 8000/8300. Los módulos expansores de cobre y fibra pueden combinarse para proporcionar puertos de cobre y fibra adicionales en su sistema. Los módulos expansores SFP pueden añadir hasta 12 puertos de fibra con la capacidad de combinar SFP de múltiples modos y un solo modo.

Los módulos de alimentación eléctrica mediante la Ethernet (PoE) pasan alimentación eléctrica junto con datos por un solo cable. Esto permite que un solo cable proporcione conexión de datos y alimentación eléctrica a dispositivos tales como puntos de acceso inalámbrico; reduciendo el cableado y mejorando la capacidad de activar/desactivar dispositivos para ahorrar energía y aumentar la seguridad.

Interruptores Stratix contienen una interfaz de red EtherNet/IP. La red EtherNet/IP es una red de automatización industrial especificación de Open DeviceNet ODVA (Asociación de Proveedores). La red utiliza el protocolo industrial común (CIP) para su capa de aplicación y TCP/UDP/IP para su transporte y las capas de red. Esta interfaz es accesible a través de cualquiera de los puertos Ethernet utilizando la dirección IP del switch.

2.12.1.1 EtherNet/IP Tecnología Quick Connect

EtherNet/IP tecnología Quick Connect permite dispositivos EtherNet/IP para encender rápidamente y unirse a una red EtherNet/IP. Los interruptores Stratix pueden ser parte de una configuración de red que utiliza la tecnología Quick Connect. Para utilizar estos conmutadores en una red que admita la tecnología Quick Connect, debe aplicar ajustes de puerto específicos para el interruptor.

Para configurar el conmutador y aplicar la configuración de puertos para tecnología Quick Connect, referirse a la técnica de aplicación Quick Connect Ethernet, publicación ENET-A001.

	Condiciones ambientales	Certificaciones	Dimensiones
Módulos base			
1783-MS06T 6 puertos, capa 2 administrado	Alimentación eléctrica de entrada: 24/48 VCC Temp. de operación: -40 °C a 60 °C Grado de protección de envoltorio: IP20 Choque en operación: 20 g Vibración: 2 g a 10 – 50 OHz Humedad: 5 – 95% de condensación, operación sin ventilador	Clase 1 Div 2 c-UL-us CE C-Tick Ex EtherNet/IP Naval*	147 mm altura, 152 mm ancho, 112 mm profundidad
1783-MS10T 10 puertos, capa 2 administrado			
1783-RMS06T 6 puertos, capa 3 administrado			
1783-RMS10T 10 puertos, capa 3 administrado			
Módulos expansores			
1783-MX08T 8 puertos, cobre			147 mm altura, 97 mm ancho, 112 mm profundidad
1783-MX08F 8 puertos, fibra			
Vínculo ascendente de fibra óptica (SFPs)			
1783-SFP100FX Transceiver multimodos 100 Base-FX			
1783-SFP100LX Transceiver mono-modo 100 Base-LX			
1783-SFP1GSX Transceiver multimodos 1000 Base-SX			
1783-SFP1GLX Transceiver mono-modo 1000 Base-LX			

Fig. 2.36 Especificaciones del Switch Ethernet Stratix 8000 Allen Bradley.

En la tabla de la figura 2.36 nos muestra los diferentes modelos del switch stratix que nos podemos encontrar en el mercado, lo módulos los podemos encontrar con diferentes números de puertos y existe también un módulo especial que es para fibra óptica.

2.13 Medidor de flujo Promag 53H Endress + Hauser

Promag H es el sensor preferido para aplicaciones con elevados requisitos en la comida & bebida e industrias de ciencias de la vida. Combinado el transmisor Promag 53 con control táctil, pantalla de cuatro líneas y funcionalidad extendida como opciones de software para el llenado y dosificación, limpieza del electrodo o diagnósticos avanzados, Promag 53H ofrece la máxima precisión en las más

complejas y exigentes tareas de medición. Promag 53H está disponible en una versión compacta o remoto.



Fig. 2.37 Transmisor de flujo Promag 53H Endrees + Hauser.

2.13.1 Principio de medición

Siguiendo la ley de Faraday de inducción magnética, se induce un voltaje en un conductor que circula a través de un campo magnético.

En el principio de medición electromagnética, el fluido es el medio conductor en movimiento.

La tensión inducida es proporcional a la velocidad del flujo y se suministra al amplificador por medio de dos electrodos de medición. El volumen se calcula por medio del tubo transversal. El campo magnético DC es creado a través de una corriente directa conmutada de polaridad alterna.

$$U_e = B \cdot L \cdot v$$

$$Q = A \cdot v$$

U_e	Induced voltage
B	Magnetic induction (magnetic field)
L	Electrode spacing
v	Flow velocity
Q	Volume flow
A	Pipe cross-section
I	Current strength

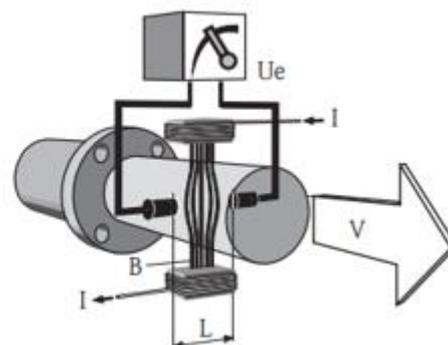


Fig. 2.38 Principio de medición del Promag 53H.

2.13.2 Beneficios

- Instalación flexible - numerosas conexiones higiénicas.
- La medición del flujo de ahorro de energía - sin pérdida de presión debido a la constricción de sección transversal.

- Calidad - software para el llenado y dosificación, la densidad, la limpieza del electrodo y también los diagnósticos avanzados.
- Cálculo fácil – totalizador bidireccional.
- Recuperación automática de datos para el mantenimiento.
- Libre de mantenimiento sin piezas móviles.

Campo de aplicación

- El principio de medición es prácticamente independiente de la presión, temperatura, densidad y viscosidad.
- Para las exigentes aplicaciones higiénicas.

Propiedades del dispositivo

- La camisa hecha de PFA.
- La carcasa del sensor de acero inoxidable (3A, EHEDG).
- Pantalla retroiluminada de 4 líneas con control táctil.
- Dispositivo compacto o versión remota.
- HART, PROFIBUS PA/DP, Modbus RS485, FF, EtherNet/IP.

2.13.3 Conexión eléctrica

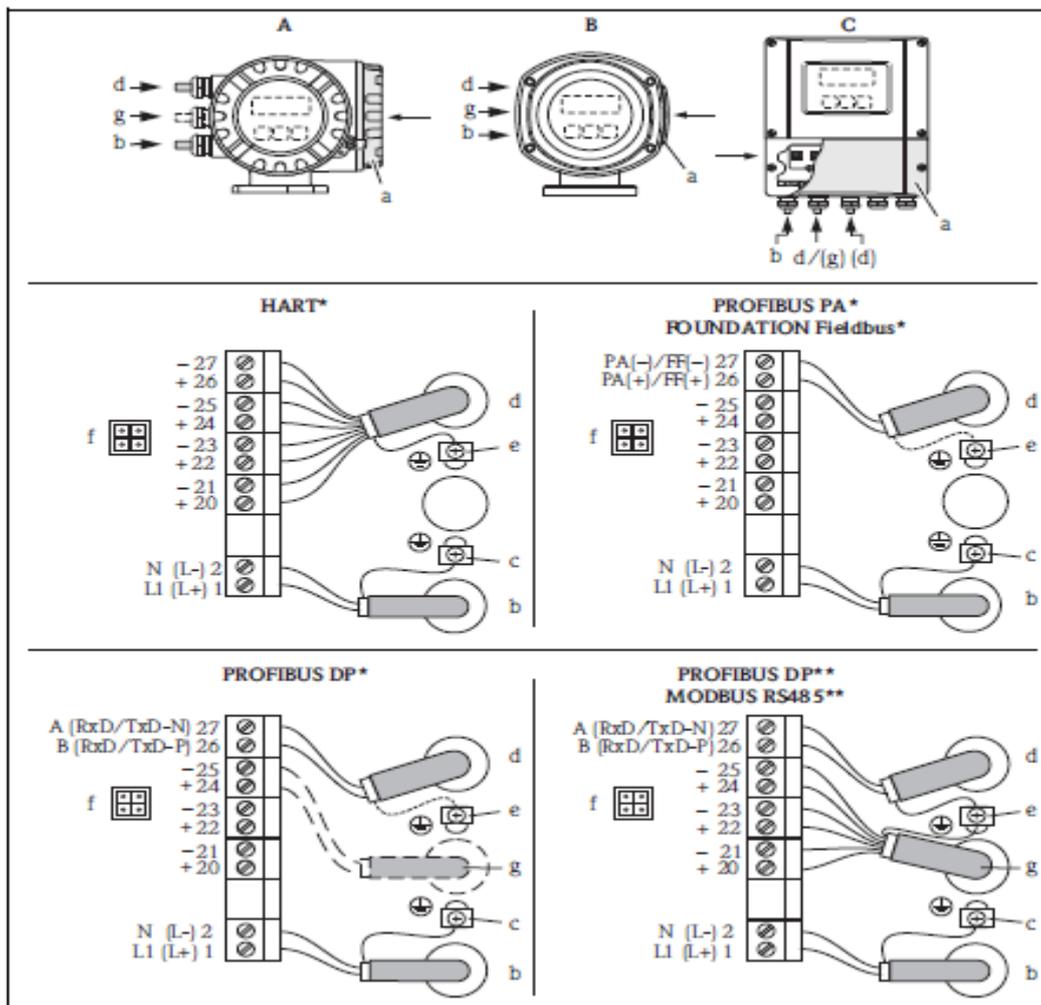


Fig. 2.39 Conexión eléctrica del Promag 53H.

En la figura 2.39 nos muestra las terminales de conexiones con la que cuenta el medidor de flujo magnético, cabe mencionar que el voltaje con el que trabajan estos medidores son de 24V DC haciendo la conexión en las terminales 1 y 2. Las demás terminales son señal que pueden ser mandadas por ejemplo a un sistema SCADA o PLC para tener en constante visualización las lecturas que le hace a los fluidos.

2.14 Controlador Lógico Programable (PLC)

Un controlador lógico programable (Programmable Logic Controller, PLC) es un dispositivo operado digitalmente, que usa memoria para el almacenamiento interno de instrucciones con el fin de implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas, para controlar a través de entradas/salidas digitales o analógicas, varios tipos de máquinas o procesos.



Fig. 2.40 Controlador Lógico Programable Allen-Bradley.

Los PLC's operan de manera secuencial y cíclica, es decir, una vez finalizado el recorrido completo de un programa, comienza a ejecutar su primera instrucción. Los elementos que contiene un PLC son:

- Unidad central de proceso
- Módulos de entrada
- Módulos de salida
- Fuente de alimentación
- Dispositivos periféricos
- Interfaces

La unidad central es el "cerebro" del PLC. Esta toma las dediciones relacionadas al control de la maquina o proceso. Durante su operación, el CPU recibe entradas de diferentes dispositivos de censado, ejecuta decisiones lógicas, basadas en un programa almacenado en la memoria, y controla los dispositivos de salida de acuerdo al resultado de la lógica programada.

Los módulos de entradas y salidas son la sección del PLC en donde los sensores y actuadores son conectados y a través de los cuales el PLC monitores y controla el proceso.

La fuente de alimentación convierte altos voltajes de corriente de línea (115V 230V CA) a bajos voltajes (5V, 15V, 24V CD) requeridos por el CPU y los módulos de entradas y salidas.

El funcionamiento del PLC es un continuo ciclo cerrado, primero el sistema operativo inicia la vigilancia de tiempo de ciclo, después el CPU escribe los valores de imagen de proceso de las salidas en los módulos de salida, a continuación la CPU lee el estado de las entradas de los módulos de entrada y actualiza la imagen de proceso de las entradas, el CPU procesa el programa del usuario en segmentos de tiempo y ejecuta las operaciones indicadas en el programa, al final de un ciclo el sistema realiza las tareas pendientes por ejemplo carga y borrado de bloques.

2.14.1 PLC ControlLogix 1756 L73 Allen Bradley

La última incorporación a la familia de controladores, ControlLogix está diseñado para mejorar el rendimiento. Los nuevos controladores proporcionan la velocidad, memoria y capacidad de procesamiento para satisfacer las demandas básicas de las aplicaciones de la planta de proceso de alto rendimiento y aplicaciones de movimiento.

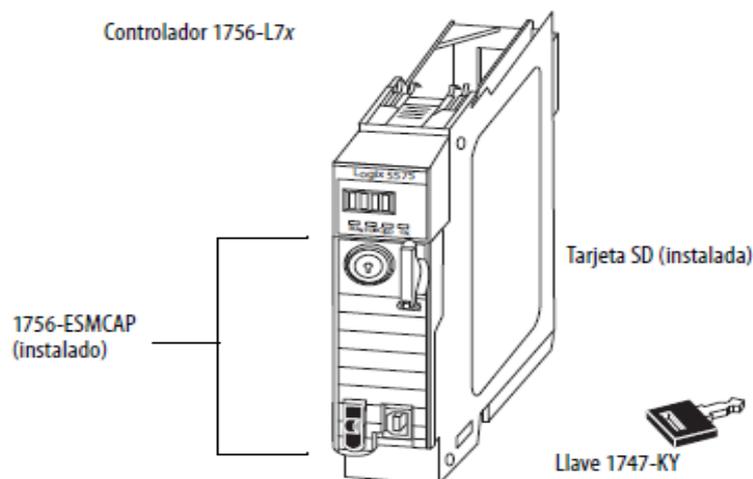


Fig. 2.41 Piezas incluidas con el controlador 1756-L73.

Como parte de la Arquitectura Integrada de Rockwell Automation, estos nuevos controladores usan el mismo software de programación, protocolo de red y la capacidad de información como controladores de la serie ControlLogix L6, proporcionando un control común del motor con un entorno de desarrollo común para todas las disciplinas de control.

Rendimiento mejorado, dependiendo de su aplicación, evalúa el rendimiento utilizando diferentes criterios. Los controladores ControlLogix serie 1756-L7 ofrecen mejoras específicas para aplicaciones específicas.

Para las aplicaciones de proceso, los nuevos controladores ControlLogix mejoran considerablemente la cantidad de información que puede ser intercambiada entre las capas de control y supervisión, y ofrecen una mejora significativa en el rendimiento de las aplicaciones de control redundantes. El controlador serie 1756-L7 también ofrecen una mayor capacidad, lo que permite un mayor control de estrategias para ser ejecutado en cada tarea.

Para aplicaciones de movimiento, el 1756-L7 series proporcionan controladores de movimiento de alta velocidad y eje de comando de ejecución del planificador de trayectoria haciendo la solución adecuada para el complejo de alto rendimiento, aplicaciones de movimiento. Los controladores han sido optimizados para el control de movimiento de alto rendimiento, las unidades en EtherNet/IP o interfaz SERCOS y son capaces de soportar hasta 100 ejes.

Para las aplicaciones discretas, el nuevo controlador ControlLogix mejora significativamente los tiempos de escaneo utilizando una nueva CPU de doble núcleo más rápido personalizado. Mejora de la comunicación ofrecen tasas para nuevos módulos de Rockwell Automation de comunicación Ethernet y proporcionar más rápido la carga transversal para la redundancia de los sistemas.

Los nuevos controladores ControlLogix utilizan tecnología de memoria SDRAM mejorada y están disponibles en los siguientes tamaños de memoria fija: 4Mb (1756-L72), 8Mb (1756-L73), 16Mb (1756-L74) y 32MB (1756-L75).

El opcional Secure Digital extraíble y memoria no volátil proporciona lecturas y escrituras más rápidas y una mayor integridad de los datos que la anterior tecnología CompactFlash y ahora está clasificado para su uso en aplicaciones SIL 2. Una memoria de 1GB Secure Digital (SD) está incluido con cada controlador serie 1756-L7.

2.14.1.1 Potencia y capacidad de diagnóstico

Con el lanzamiento de estos nuevos controladores, también presentamos los módulos de almacenamiento de energía (ESM) que se incluye con cada controlador. El ESM elimina la necesidad de baterías de litio, así como el mantenimiento y las cuestiones ambientales relacionadas con el transporte y la eliminación de las baterías de litio.

Los nuevos controladores también cuentan con una pantalla montada en la parte frontal proporcionando un mejor diagnóstico del controlador y la información en tiempo de ejecución.

2.14.1.2 Características del controlador ControlLogix

Los controladores ControlLogix son parte de la familia de controladores Logix5000 que ofrece Rockwell Automation. Las secciones a continuación describen las diferentes características de los controladores ControlLogix.

Característica	1756-L61, 1756-L62, 1756-L63, 1756-L64, 1756-L65	1756-L71, 1756-L72, 1756-L73, 1756-L74, 1756-L75
Tareas del controlador	<ul style="list-style-type: none"> • 32 tareas • 100 programas/tarea • Tareas de eventos: todos los disparos de eventos 	<ul style="list-style-type: none"> • 32 tareas • 1000 programas/tarea • Tareas de eventos: todos los disparos de eventos
Puertos de comunicación	1 puerto – RS-232 en serie	1 puerto – USB, 2.0 velocidad total, tipo B
Opciones de comunicación	<ul style="list-style-type: none"> • EtherNet/IP • ControlNet • DeviceNet • Data highway plus™ • E/S remotas • Synchlink™ • Redes de proceso y dispositivos de otros fabricantes 	
Comunicación por puerto serie	<ul style="list-style-type: none"> • ASCII • DF1 full/half-duplex • Módem vía radio DF1 • DH-485 • Modbus vía lógica 	N/D
Conexiones del controlador aceptadas, máx.	250	500
Conexiones de red, por módulo de red	<ul style="list-style-type: none"> • 128 ControlNet (1756-CN2/B) • 100 ControlNet (1756-CN2/A) • 40 ControlNet (1756-CNB) • 256 EtherNet/IP; 128 TCP (1756-EN2x) • 128 EtherNet/IP; 64 TCP (1756-ENBT) 	
Redundancia de controlador	Compatibilidad total para aplicaciones de control de movimiento	
Movimiento integrado	<ul style="list-style-type: none"> • Control de movimiento integrado en la red EtherNet/IP • Interface SERCOS • Opciones analógicas: <ul style="list-style-type: none"> – Entrada de encoder – Entrada de LDT – Entrada de SSI 	
Lenguajes de programación	<ul style="list-style-type: none"> • Lógica de escalera de relés • Texto estructurado • Bloque de funciones • Diagrama de funciones secuenciales (SFC) 	

Fig. 2.42 Características del controlador ControlLogix.

2.14.1.3 Comunicación de red EtherNet/IP

La red EtherNet/IP ofrece un conjunto completo de servicios de control, configuración y recolección de datos colocando el protocolo industrial común (CIP) sobre los protocolos de Internet estándar, tales como TCP/IP y UDP. Esta combinación de estándares bien aceptados ofrece la capacidad requerida para admitir intercambio de datos y aplicaciones de control.

La red EtherNet/IP utiliza medios físicos y componentes Ethernet comerciales y en existencias, lo que le proporciona a usted una solución económica para su planta.

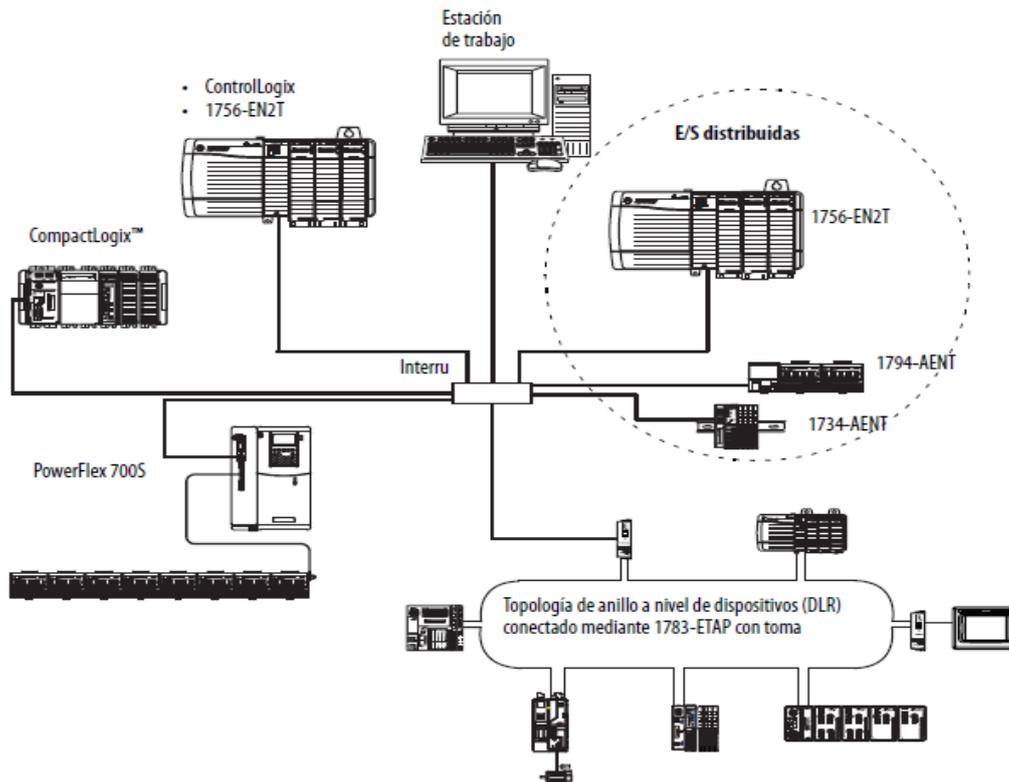


Fig. 2.43 Ejemplo de red EtherNet/IP.

Los módulos de comunicación ControlLogix EtherNet/IP ofrecen estas características:

- Admiten transmisión de mensajes, tags producidos/consumidos, HMI y E/S distribuidas.
- Capacidad de encapsular mensajes dentro del protocolo TCP/UDP/IP estándar.
- Una capa de aplicación común con las redes ControlNet y DeviceNet.
- Conexiones de red mediante un cable RJ45.
- Admiten operación Half- dúplex/Full-dúplex de 10MB o 100MB.
- Admiten conmutadores estándar.

2.15 Sistema SCADA

Los sistemas SCADA originalmente se diseñaron para cubrir las necesidades de un sistema de control centralizado, sobre procesos o complejos industriales distribuidos sobre áreas geográficas muy extensas. Tal es así que en la definición clásica de un sistema SCADA se hace referencia a esta característica. Hoy en día, con el desarrollo de las redes digitales la definición se tiene que modificar para incluir esta nueva forma de conectividad.

SCADA viene de las siglas: “Supervisory Control And Data Acquisition”; es decir; hace referencia a un sistema de adquisición de datos y control supervisor. Tradicionalmente se define a un SCADA como un sistema que permite supervisar una planta o proceso por medio de una estación central que hace de Master (llamada también estación maestra o unidad terminal maestra, MTU) y

una o varias unidades remotas (generalmente RTUs) por medio de las cuales se hace el control /adquisición de datos hacia / desde el campo.

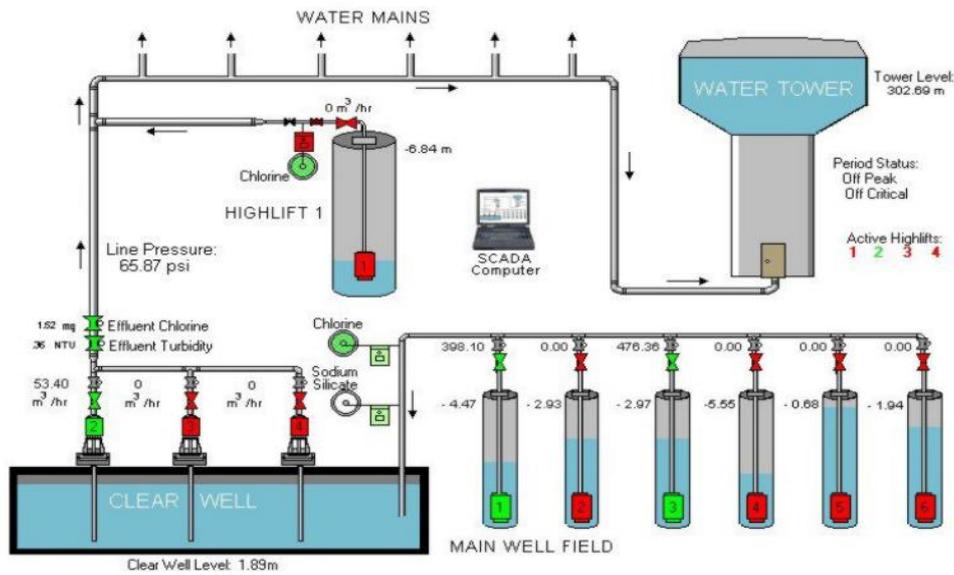


Fig. 2.44 Ejemplo de un HMI de un sistema SCADA.

Si bien las topologías que sobre las que se sustentan los sistemas SCADA se han adecuado a los servicios de los sistemas operativos y protocolos actuales, las funciones de adquisición de datos y supervisión no han variado mucho respecto a las que proponían en sus inicios.

Esquemáticamente, un sistema SCADA conectado a un proceso automatizado consta de las siguientes partes:

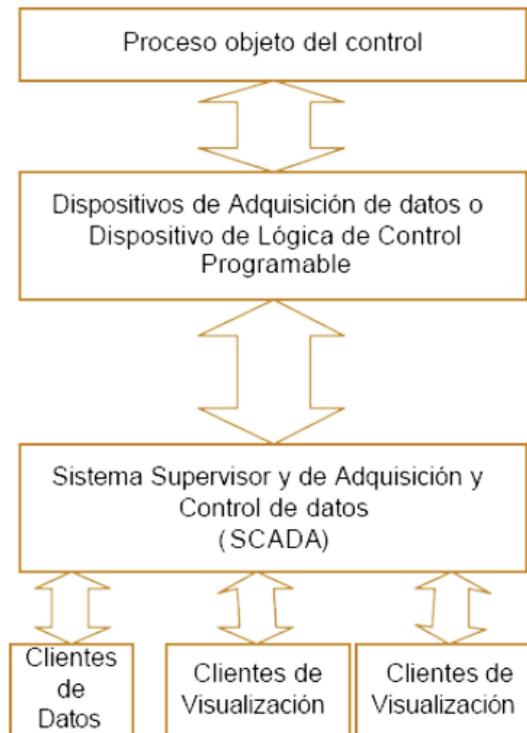


Fig. 2.45 Diagrama a bloques de un sistema SCADA.

Proceso Objeto de control.- Es el proceso que se desea supervisar. En consecuencia, es el origen de los datos que se requiere coleccionar y distribuir.

Adquisición de Datos.- Son el conjunto de instrumentos de medición dotados de alguna interface de comunicación que permita su interconexión.

SCADA.- Combinación de hardware y software que permita la colección y visualización de los datos proporcionados por los instrumentos.

Clientes.- Conjunto de aplicaciones que utilizan los datos obtenidos por el sistema SCADA.

Un término clave en definición, al que muchas veces no se le da adecuada atención, es el de supervisión, que significa que un operador humano es el que al final tiene la última decisión sobre operaciones, generalmente críticas, de una planta industrial. La importancia de esta definición está en que se contrapone a la idea generalizada, que a veces si se hace, de que en la unidad master se hace control automático del proceso supervisado.

2.15.1 TPM (Tetra PlantMaster)

Tetra PlantMaster es una plataforma para el control del proceso, supervisión centralizada y reportes de producción para alimentos líquidos, desarrollada por Tetra Pak. El sistema incluye módulos específicos descritos a continuación:

Control del Proceso

Este módulo controla el proceso mediante la activación de las válvulas y bombas necesarias, basado en comandos de operación e información del proceso. Mediante el control se asegura un funcionamiento adecuado de la producción y limpiezas. Los Interlocks (Bloqueos) previenen al operador, por ejemplo, de iniciar una limpieza cuando está corriendo producción.

Interface de Usuario

La Interface de Usuario brinda al operador una vista general del estado de la producción y actividades en ejecución. La interfase de usuario provee menor esfuerzo para el acceso a la información de proceso, tales como niveles, temperaturas y presiones. La Interface de Usuario está localizada en un lugar accesible, normalmente en un cuarto de control o en el ambiente de proceso.

Las Interfaces de Usuario se entregan con la aplicación pre-instalada. Si se requiere Licencia para la aplicación, esta es incluida junto con la entrega. Esta Licencia debe ser instalada para poder correr la aplicación en la Interface de Usuario. Si se pierde la Licencia, Tetra Pak puede reemplazarla por el costo de una nueva licencia.

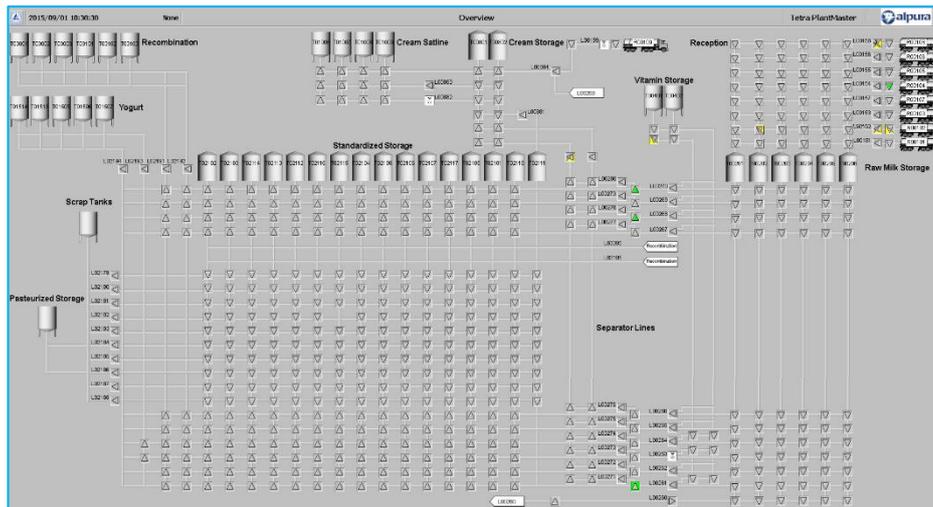


Fig. 2.46 Vista general del Tetra PlantMaster de la planta Alpura.

El Tetra PlantMaster es controlado por un Controlador lógico programable (PLC). Este PLC contiene varias secuencias que controlan la ejecución de los programas necesarios para efectuar la producción, limpieza, etc.

Los controladores necesarios (reguladores) también están integrados en el PLC para controlar los subprocesos analógicos, tales como controles de nivel, presión y/o temperatura.

Una interfaz de usuario (UI) se utiliza como vínculo entre PLC, Tetra PlantMaster y los operadores. Mediante la UI el operador puede introducir los comandos necesarios, introducir diversos parámetros de sistema y proceso y obtener información acerca del estado del sistema. Es posible retirar información acerca del paso actual del sistema y de cuál es la secuencia activa. Si se producen condiciones anormales se muestran alarmas en esta unidad.

2.16 Software Connected Components Workbench

El software de programación y configuración Connected Components Workbench es compatible con los variadores de CA PowerFlex, los controladores Micro800, los terminales gráficos Panel View Component y otros dispositivos de Allen-Bradley. Este software aprovecha las tecnologías de eficiencia comprobada de Rockwell Automation y Microsoft Visual Studio para brindar programación de controlador, configuración de variadores e integración con el editor de HMI fáciles y rápidas.

Las funciones del variador incluyen:

1. Configuración en línea y fuera de línea.
2. Editor de parámetros en lista lineal.
3. Usa los mismos asistentes de Drive Executive.
4. Fácil acceso a los manuales de usuario del dispositivo incorporado.
5. “Ayuda” sensible al contexto.
6. Asistencia en el idioma localizado.

7. La ruta de conexión se guarda con el dispositivo, lo que reduce el tiempo de cada conexión subsiguiente.
8. Vea y borre cola de fallos, borre fallos.
9. Vea y borre cola de eventos, borre eventos.
10. Vea ítems de diagnóstico.
11. Restablezca el variador y los dispositivos periféricos.

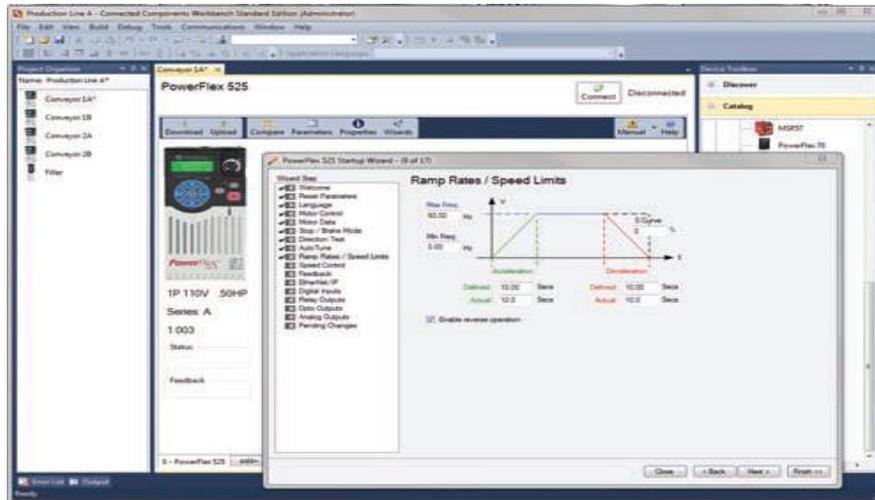


Fig. 2.47 Ventana de configuración del Variador PowerFlex 525.

Características generales:

1. El software libre es fácil de adquirir y de instalar.
2. Entorno de desarrollo único y conveniente (controlador, HMI, variadores).
3. Añada un dispositivo mediante una simple función de arrastrar y colocar desde un catálogo de componentes disponibles, o entre en línea para añadir dispositivos a su proyecto.
4. Programación IEC 1131 usando lógica de escalera, bloque de funciones y texto estructurado.
5. Los bloques de funciones definidos por el usuario optimizan el control de su máquina.

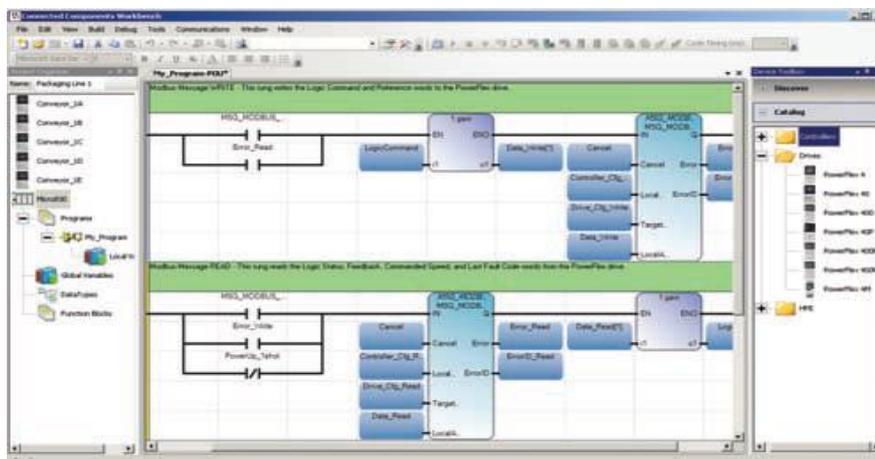


Fig. 2.48 Ventana de programación IEC 1131 usando lógica de escalera.

2.17 Tag

Dentro del campo de aplicación de la automatización uno escucha mucho el termino Tag en el cual viene siendo una forma de describir a un equipo eléctrico o instrumentos como sensores y actuadores en la más mínima expresión representado con números y letras. Cada letra y numero dentro de un tag puede especificar, por ejemplo: Que equipo o componente es, Ubicación del equipo en un área en específica, el número de equipo o componente que es.

Dando un ejemplo de un tag que nos podemos encontrar en la planta Alpura en el área de almacenamiento de leche sería la siguiente imagen donde tenemos representado el tag de un transmisor de flujo:



FT00140612

Fig. 2.49 Tag de un transmisor de flujo.

Las primeras dos letras nos quieren decir que es un Transmisor de flujo (Flow transmitter), los siguientes dos números en este caso no tiene significado, los otros dos números que le siguen es el 14 quiere decir que este equipo se encuentra en la línea 14, el numero siguiente es el 06 donde nos especifica que este transmisor de flujo esta debajo del tanque 06 y por último el numero 12 nos quiere decir que este transmisor de flujo es el número 12.

Muchas veces las primeras letras dan el nombre del equipo o instrumento y para eso existe la norma ANSI/ISA-5.1-1984 (1992) en donde podemos encontrar la forma de identificar a los equipos en el área de automatización.

3. Desarrollo

3.1 Protocolo para el armado del Centro de Control de Motores.

Para llevar a cabo el proceso de armado de los tableros eléctricos el procedimiento que se sigue se basa en el siguiente diagrama a bloques.



3.1.1 Diseño de diagramas eléctricos

Se realizó el diseño de los tableros eléctricos tomando en cuenta las necesidades de los motores a controlar (características), de acuerdo al proceso a controlar que era recepción y envío de leche a diferentes áreas de la planta Alpura. Se plasma estos diseños en diagramas eléctricos diseñados con la herramienta cad del software AutoCAD de la marca Autodesk.

Se muestran a continuación los diagramas eléctricos de los tableros eléctricos CCM (Centro de Control de Motores) que se diseñaron en colaboración con la empresa KloeMe S.A de C.V ubicada en la población de Chipilo Puebla, donde mi función fue la instalación y puesta en marcha de los sistemas de protección y variadores de frecuencia PowerFlex 525, en total fueron 12 tableros como se muestra en la figura 3.6.

La alimentación de estos tableros fue con un sistema trifásico con un voltaje de fase de 127 V y con una corriente total de 3200 A. En la figura 3.1 se muestra la línea trifásica en el cual el primer equipo que recibe a la línea trifásica es el guardamotor de la marca Eaton, de ahí le sigue un reactor de línea de la marca Allen Bradley después ya va conectado la alimentación al variador de frecuencia, donde este variador tiene la salida de la línea trifásica que va conectada finalmente al motor.

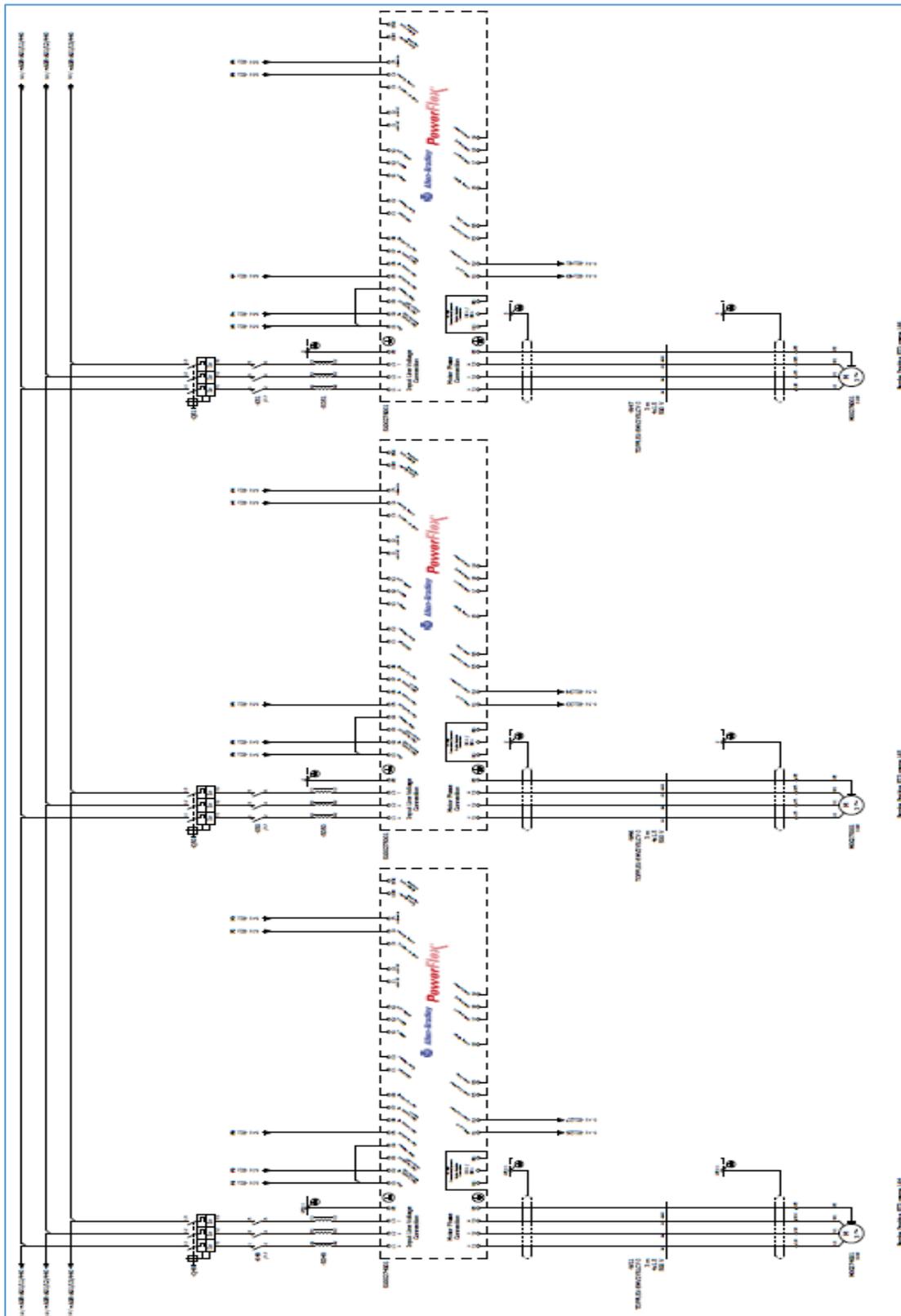


Fig. 3.1 Diagrama eléctrico del Centro de Control de Motores 3200 A Celda A01.

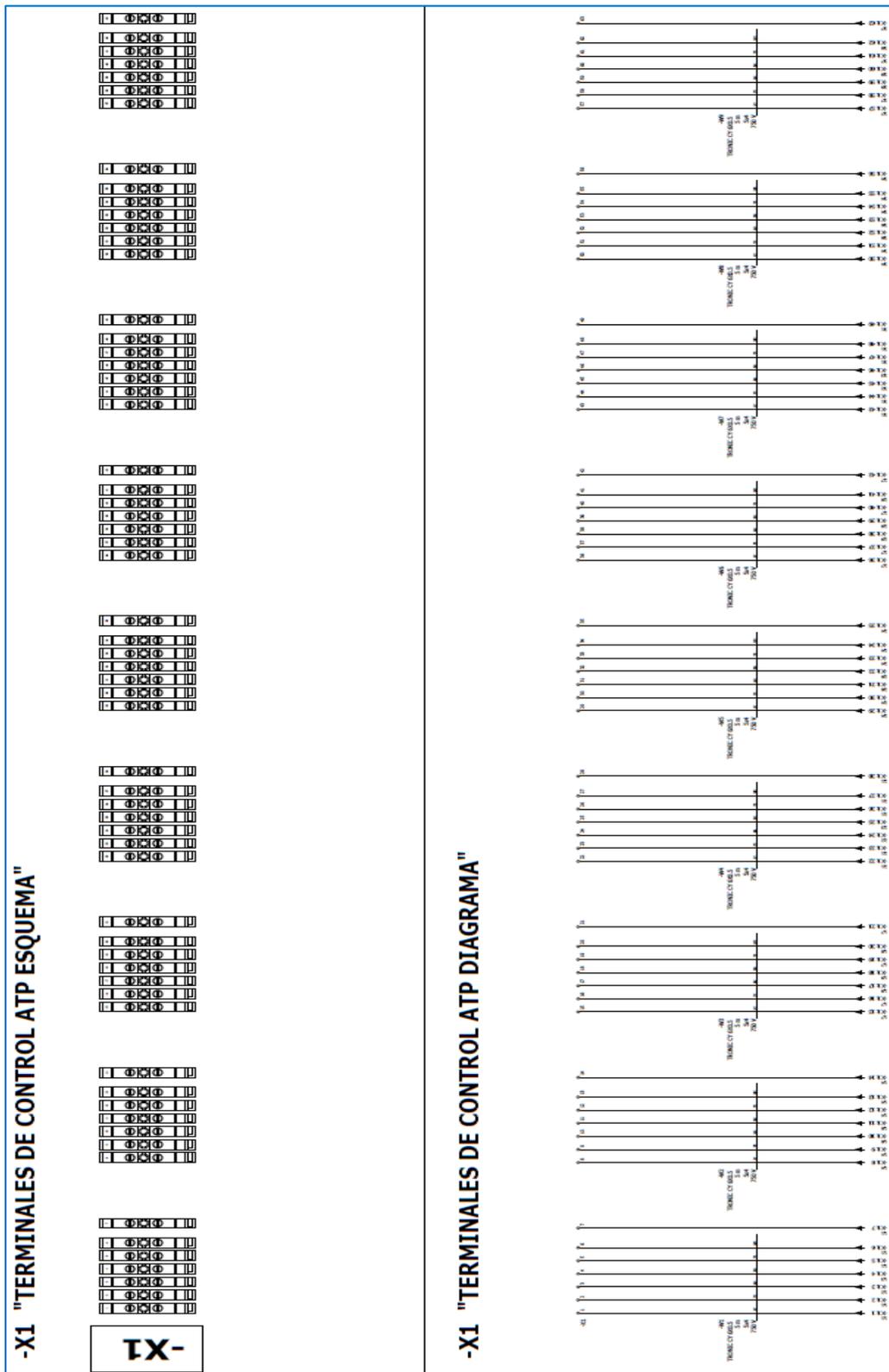


Fig. 3.2 Diagrama de las terminales de control de la Celda A01.

3.1.2 Armado de tableros eléctricos

Para llevar a cabo el proceso de armado de los tableros eléctricos se inició con el armado de las estructuras del cuadro, tomando cada uno de ellos diferentes medidas de acuerdo a la cantidad de equipos y componentes que se instalaron en el interior del tablero, la estructura básica del cuadro CCM está constituida por perfiles de acero en “C” con perforaciones a pasos de 25mm, conforme a la norma DIN 43660. Para proteger los perfiles de la corrosión se utilizó protección galvánica (Zn o Al-Zn).



Fig. 3.3 Estructura del cuadro del CCM

La envolvente del cuadro CCM está compuesta por paneles protegidos por un revestimiento galvánico y una capa de pintura en polvo para garantizar la máxima durabilidad. La fijación de los paneles que constituyen la envolvente (puertas, placas del techo, paredes laterales y paredes posteriores) se realiza con tornillos autorroscantes. El acabado de la estructura tiene un grado de protección IP65. La placa del techo cuenta un espacio exclusivamente para la instalación de ventiladores.



Fig. 3.4 Estructura del cuadro del CCM

El sistema de barras principales. - se montó en la parte posterior de los guardamoteres PKE Eaton. Esta característica garantiza la máxima distancia entre las barras y el operador o el personal de mantenimiento. El sistema de barras principales fue seleccionado de acuerdo a la corriente total que demanda los equipos que se instalaron en el interior del tablero. El material de las barras es de Aluminio su elección se debió al bajo costo que este tiene y por estar en 3er lugar de los mejores conductores de la corriente.

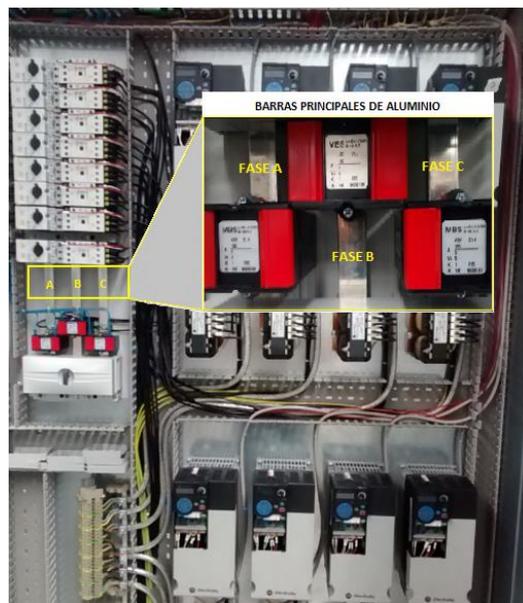


Fig. 3.5 Barras principales de Aluminio en CCM

Las barras que interconectan a cada uno de los tableros están instaladas de manera horizontal a diferencia de las barras principales que están en forma vertical, las barras para la alimentación de cada uno de los tableros esta hecho de cobre por lo que tiene que soportar una corriente total de 3200 A, las barras están separadas con un espacio considerable de tal manera que el campo magnético que crean entre ellos no afecta.



Fig. 3.6 Barras de cobre para alimentación de los tableros CCM.

La barra de tierra se encuentra instalado en la parte inferior del tablero sobre la plataforma, la barra tiene una distancia de 70cm y es de material Aluminio, en el cual se desalojan todas las conexiones de tierra física de los variadores de frecuencia, pasando primero por los grupos de clemas identificados color amarillo-verde cumpliendo con la norma NOM-001-SEDE-2012 identificación de colores de los conductores.

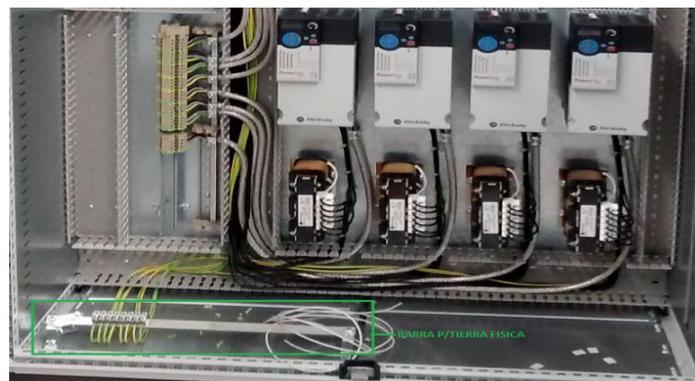


Fig. 3.7 Barra de aluminio para tierra física en CCM.

Apegándose a la normativa IEC 61439 y utilizando equipos de medición como el flexómetro, fueron de ayuda para que mediante un lápiz se empezara a ubicar las marcas en la lámina del tablero, las medidas de los equipos y de los materiales como canaletas y grupos de clemas así como los puntos donde se perforaron para sujetar los equipos a la pared trasera del tablero, una vez que ya se tenía las marcas a lápiz en la lámina se continuo con el montaje de las

canaletas y posteriormente los variadores, reactores, grupos de clemas, guardamotores y equipo de protección y medición.

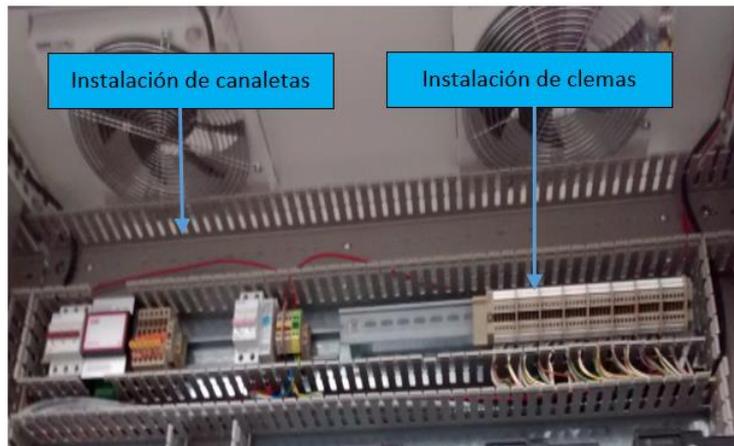


Fig. 3.8 Instalación de canaletas y clemas.

Los montajes de los variadores de frecuencia en el laminado fueron tomando distancias de separación de 4cm, 6cm y 18cm a pesar de que tienen la capacidad de poder ser instalados de tal forma que todos los variadores pueden estar pegados gracias al ventilador con el que cuentan. Esta separación entre equipos ayuda a contribuir a evitar calentamiento excesivo y disminuir los pequeños gastos de energía debido a este factor de calentamiento, esta actividad se realizó bajo la normativa IEC 61439 capítulo 6.

Al mismo tiempo se inició con el cableado de acuerdo al diagrama eléctrico, después de la línea principal se inició conectando el guardamotor, saliendo la conexión de sus contactos, con tres fases continua la conexión con el reactor de línea donde después iba conectado al variador de frecuencia y al final la bomba. En los variadores de mayor capacidad se instalaron unos filtros debido a que provocan más ruido en las líneas.



Fig. 3.9 Montaje de variadores de frecuencia y reactor de línea.

Los protectores de motores PKE-XTU-12 de la marca Eaton ofrece el máximo nivel de flexibilidad gracias a su diseño compacto y modular con una unidad de control enchufable para intensidades de motor hasta 65 A, estos protectores de motores fueron montados enfrente de las barras principales del CCM.

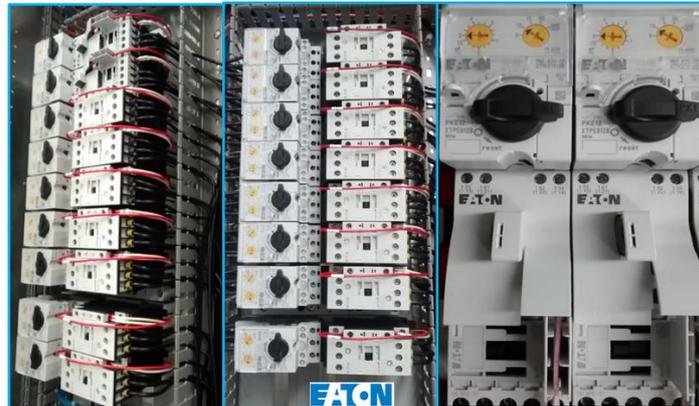


Fig. 3.10 Montaje de los protectores de motor PKE-KTU-12.

Cada tablero contenía una cierta cantidad de variadores de frecuencia con diferentes capacidades de potencia en la cual estaban en función a la bomba que iba a controlar. Las tapas de las canaletas se pusieron hasta el final de las pruebas por si había algún detalle que corregir o modificar. El tablero CCM en proceso de terminación se muestra en la siguiente figura 3.11.



Fig. 3.11 Tableros CCM's en proceso de terminación.

El checklist (Formato de comprobación) en este proceso de comprobación de equipos y materiales con respecto a diagrama eléctrico fue de gran ayuda para saber si todos los equipos y materiales están completos en el tablero CCM. Para esta actividad se tuvo que hacer un enlistado de todos los variadores de frecuencias con sus respectivos equipos y materiales. En el formato ya impreso se hicieron las verificaciones palomeando lo ya instalado y equipo completo y una tacha en caso de tener algún pendiente con sus respectivas observaciones.

CELDA A01						Material existente / En buen estado					
Circuito	Item	KW Variador	KW Carga	Descripción	Celda Ubicación	Variador	Reactor	Guardamotor	Cableado/ clemas	Etiquetado	Gabinete
Q046	M00271001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L61	A01						
Q047	M00272001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L62	A01						
Q048	M00273001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L63	A01						
Q049	M00274001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L64	A01						
Q050	M00275001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L65	A01						
Q051	M00276001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L66	A01						
Q052	M00277001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L67	A01						
Q053	M00278001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L68	A01						
Q054	M00279001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L69	A01						
Q055	M00280001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L70	A01						
Q025	M00260001	7,5	6,4	Bomba Envío de leche a Alfast Blend	A01						
Q027	M00261002	7,5	6,4	Bomba Booster Descremadora L61	A01						
Q029	M00262002	7,5	6,4	Bomba Booster Descremadora L62	A01						
Q031	M00263002	7,5	6,4	Bomba Booster Descremadora L63	A01						

Fig. 3.12 Lista de comprobación de materiales y equipos en tablero A01 del CCM.

Una vez que ya se realizó el proceso de verificación de equipos y materiales y que todos los tableros estén en orden sin ningún pendiente se prosigue al siguiente paso que es la prueba de continuidad.

3.1.3 Prueba de continuidad

Los materiales necesarios para poder iniciar con este proceso fue los diagramas eléctricos (fuerza y control) y un multímetro con la función de continuidad. Teniendo el diagrama eléctrico a la mano el orden de la revisión se hizo de arriba-abajo de izquierda-derecha, esta prueba se realiza para saber si se realizó mal una conexión, problemas con el conductor y falsos contactos, además para evitar que cuando los tableros lleguen a la planta se presenten situaciones de estos problemas y surjan contratiempos.



Fig. 3.13 Prueba de continuidad en CCM.

Gracias a la prueba de continuidad pudimos encontrar un detalle en el reactor de línea en unos de los tableros, en el cual la punta del cable de la fase C no estaba retirado su aislante y como resultado no había continuidad en esa terminal del reactor de línea, una vez encontrado la falla se prosiguió a corregir dicho detalle. Todas las demás conexiones no encontramos detalles todo fue como lo marcaba el diagrama eléctrico tanto de fuerza y como de control.

3.1.4 Prueba de voltaje

Todo equipo eléctrico cuenta con una placa o etiqueta con las características eléctricas del equipo, por lo que esta prueba se lleva a cabo para verificar que los equipos estén en óptimas condiciones o que los valores de las pruebas se encuentren en el rango operativo. Como en las pruebas de continuidad todo salió con éxito ya estamos seguros que las conexiones están correctas por lo que podemos proseguir a encender todos los equipos para realizar la prueba de voltaje en donde el valor de voltaje de fase es de 127 V en la mayoría de los equipos.



Fig. 3.14 Prueba de voltaje en CCM.

3.2 Protocolo para la configuración de los variadores PowerFlex 525

Para poder llevar a cabo el proceso de configuración se tuvo que hacer una lista en Excel donde están registradas todos los variadores de frecuencia, así como: el circuito al que va conectado, el tag de la bomba que controla, potencia del variador, potencia de la carga, descripción de la bomba, la celda o tablero en el que se encuentra instalado y por último la dirección IP que se le asignaron a los variadores de frecuencia, en total fueron 6 celdas donde se instalaron los variadores [ver en anexo tablas completas].

CELDA A01						
Circuito	Item	KW Variador	KW Carga	Descripción	Celda Ubicación	Dir. IP de servicio
Q046	M00271001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L61	A01	192.168.0.1
Q047	M00272001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L62	A01	192.168.0.2
Q048	M00273001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L63	A01	192.168.0.3
Q049	M00274001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L64	A01	192.168.0.4
Q050	M00275001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L65	A01	192.168.0.5
Q051	M00276001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L66	A01	192.168.0.6
Q052	M00277001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L67	A01	192.168.0.7
Q053	M00278001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L68	A01	192.168.0.8
Q054	M00279001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L69	A01	192.168.0.9
Q055	M00280001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L70	A01	192.168.0.10
Q025	M00260001	7,5	6,4	Bomba Envío de leche a Alfast Blend	A01	192.168.0.11
Q027	M00261002	7,5	6,4	Bomba Booster Descremadora L61	A01	192.168.0.12
Q029	M00262002	7,5	6,4	Bomba Booster Descremadora L62	A01	192.168.0.13
Q031	M00263002	7,5	6,4	Bomba Booster Descremadora L63	A01	192.168.0.14

Fig. 3.15 Enlistado de los variadores y sus direcciones IP's a configurar en tablero A01.

Mediante el siguiente diagrama a bloques se llevó a cabo la configuración de los variadores PowerFlex 525 en la empresa KloeMe ubicada en la población Chipilo, Puebla. Antes de empezar con el protocolo de configuración se llevó la tarea primero de desmontar el modulo frontal de los variadores, ya que en la parte inferior del módulo se encuentran ubicados los puertos EtherNet/IP que sirven para la conexión del cable EtherNet y para hacer la configuración de los equipos.

Para proseguir con la configuración se tuvo que energizar el primer tablero A01 a configurar, así como los Guardamotores PKE de la marca EATON, cada variador cuenta con un guardamotor y además un Reactor de línea 3R35-B de la marca Allen Bradley.



Fig. 3.16 Diagrama a bloques del protocolo para configuración de los variadores de frecuencia.

3.2.1 PC

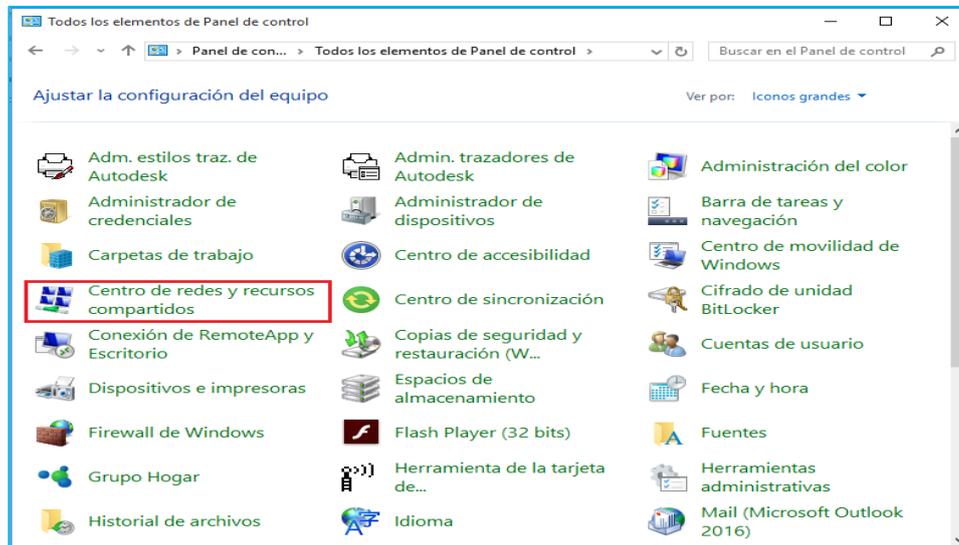
Con la ayuda de una PC y una máquina virtual en el que están cargados los softwares de Rockwell Automation fueron útiles para llevar a cabo la configuración de los variadores, antes de empezar a configurar fue necesario deshabilitar la antena wifi de la PC así como el antivirus y los firewalls para evitar problemas de comunicación durante el proceso de configuración, ya que hay ocasiones en que la PC no reconoce el equipo o a veces la antena wifi se conecta a una red cercana y esto genera problemas.



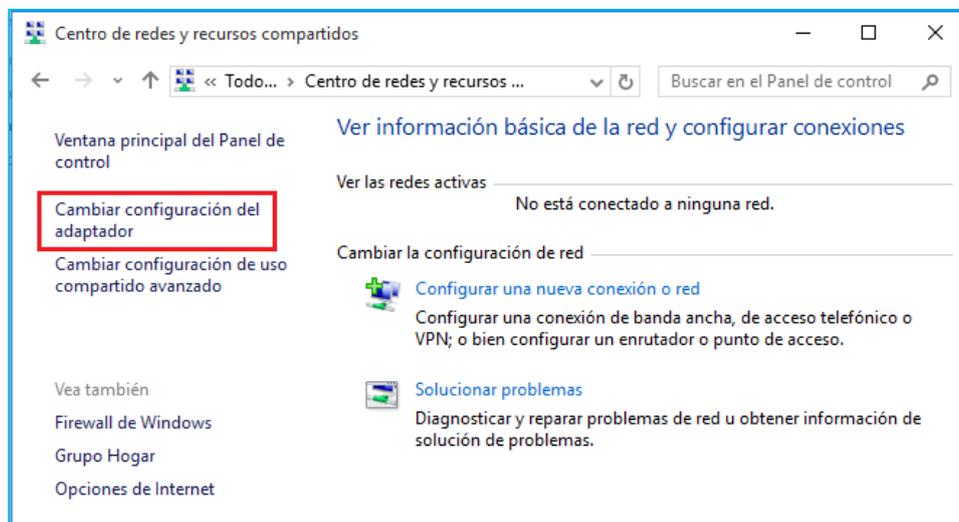
Fig. 3.17 Comunicación PC-PowerFlex 525.

Como siguiente paso es asegurarse de que la configuración de IP para la asignación de IP al PC sea de forma automática, existe varias formar para llegar a esta configuración, pero la más usual es la siguiente:

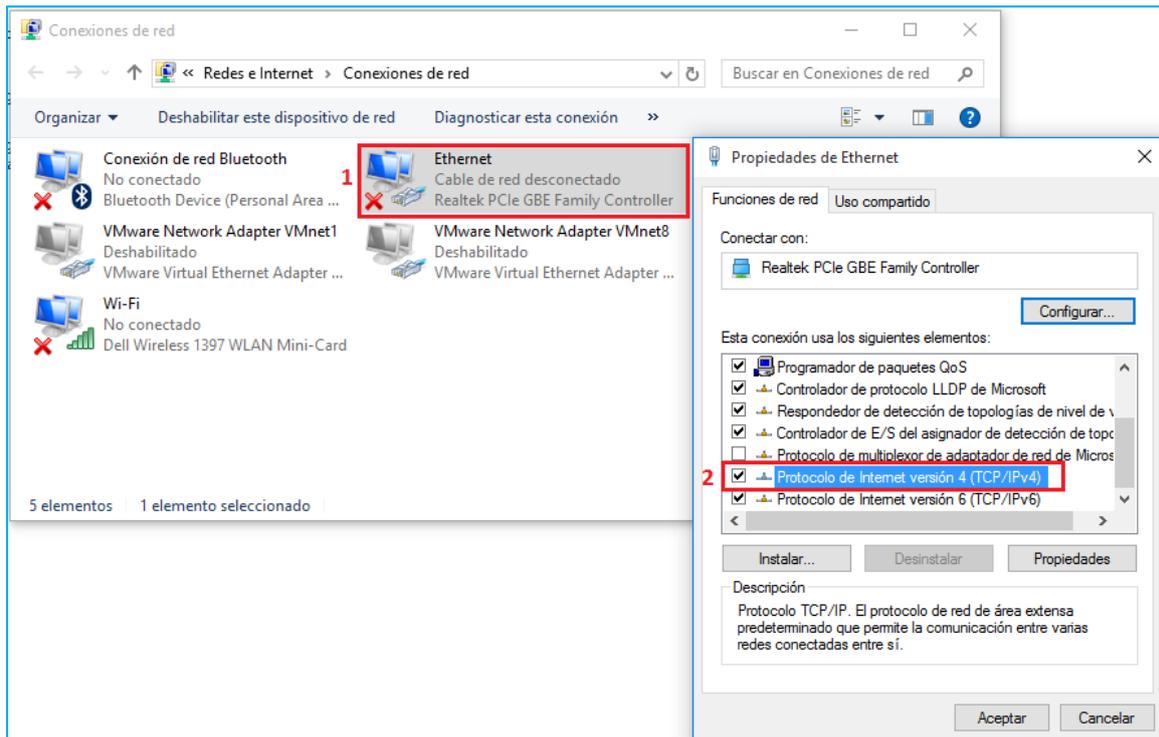
Procedimiento 1.- Como primer paso es ir a Panel de control, estando en la ventana de Panel de Control damos un clic en el icono de Centro de redes y recursos compartidos como se muestra en la siguiente imagen.



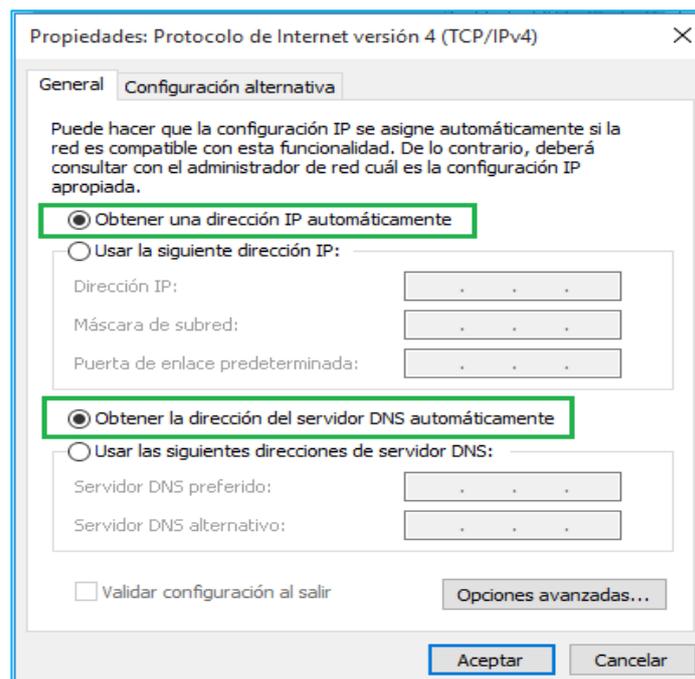
Procedimiento 2.- Una vez que ya le hallamos dado clic en el icono de Centro de redes y recursos compartidos nos saldrá la siguiente ventana donde el siguiente paso es darle clic en la opción que dice Cambiar configuración del adaptador.



Procedimiento 3.- Al darle clic en la opción de Cambiar configuración del adaptador nos saldrá la siguiente ventana donde el siguiente paso es darle doble clic en el icono que dice Ethernet (Cuadro rojo con numero 1), automáticamente nos despliega otra ventana llamada Propiedades de Ethernet en donde debemos buscar la opción que dice “Protocolo de Internet versión 4 (TCP/IPv4)” en esa opción hacemos doble clic (Cuadro rojo con numero 2).



Procedimiento 4.- Una vez que hayamos dado doble clic en la opción “Protocolo de Internet versión 4 (TCP/IPv4) se nos despliega la siguiente ventana en donde tenemos que asegurarnos que estén seleccionados las siguientes dos opciones que están remarcadas con un cuadro de color verde (el segundo cuadro verde es opcional) y con esto logramos la verificación de la opción de obtener una dirección IP automáticamente.



3.2.2 Software BOOTP

El software BOOTP es un programa que se utiliza para la configuración de IP Address, Subnet mask, y Gateway address a equipos de la marca Allen Bradley, el Software BOOTP viene en el CD de instalación del Software RSLogix 5000 y lo podemos encontrar en la siguiente ruta de la PC: "Program Files\Rockwell Software\BOOTP-DHCP Server\BootpServer.exe", la asignación de IP que se hacen a los equipos mediante el software BOOTP es de manera temporal.

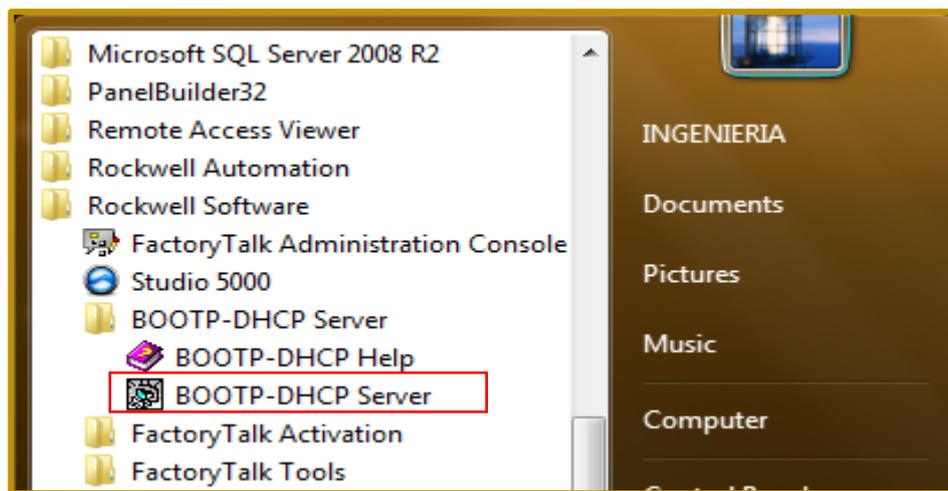


Fig. 3.18 Ruta de ubicación del programa BOOTP-DHCP Server.

Los dispositivos a configurar deben tener habilitado BOOTP (valor predeterminado de fábrica) para usar la utilidad de BOOTP. Para configurar los variadores de frecuencia PowerFlex 525 de la marca Allen Bradley mediante la utilidad de BOOTP, se realiza los siguientes pasos:

Paso 1.- Identificar y anotar la dirección de hardware del adaptador Ethernet (MAC), el cual será utilizado. Hay dos formas de hacerlo:

- Utilizando el PowerFlex 525 de la unidad o un teclado de el para acceder a los parámetros de diagnóstico de la unidad. Desplácese a Parámetros F687 [1] la dirección de hardware a través de la dirección de hardware F692 [6] para ver la dirección de hardware Ethernet del adaptador (MAC). Por último, convertir estos valores decimales a un valor hexadecimal.
- La segunda opción es retirar el PowerFlex 525 Modulo de control cubierta delantera y localizar la dirección de hardware del adaptador Ethernet (MAC) de la etiqueta.

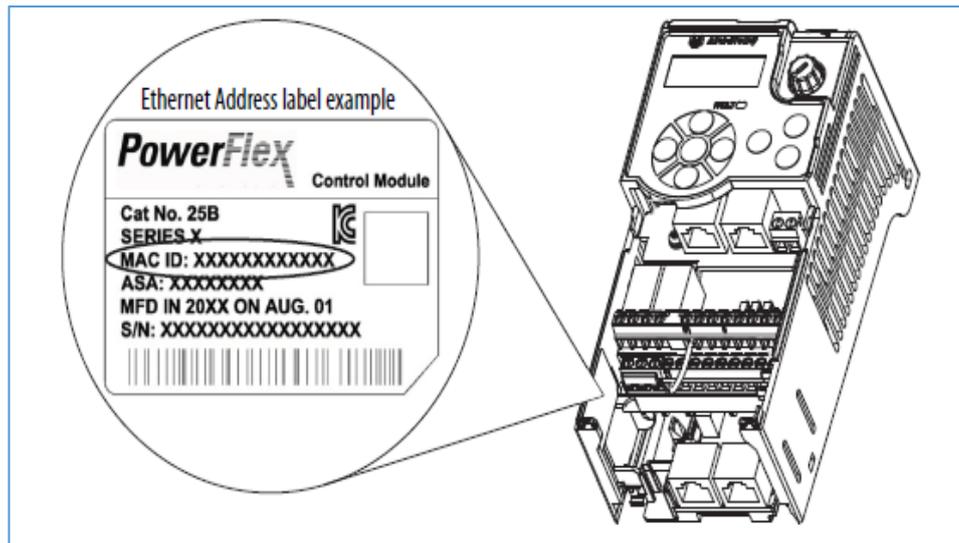


Fig. 3.19 Identificación de la dirección física (MAC) del variador PowerFlex 525.

Paso 2.- Una vez identificado y anotado la dirección MAC (Media Access Control, Control de Acceso al Medio) como siguiente paso es conectar mediante el cable ethernet la computadora con el variador de frecuencia PowerFlex 525 teniendo en cuenta que el guardamotor está energizado y el variador esta encendido. Después de haber hecho la conexión con comunicación ethernet se prosigue a ejecutar el programa “BOOTP-DHCP Server.exe” en ese momento se nos aparecerá la siguiente ventana.

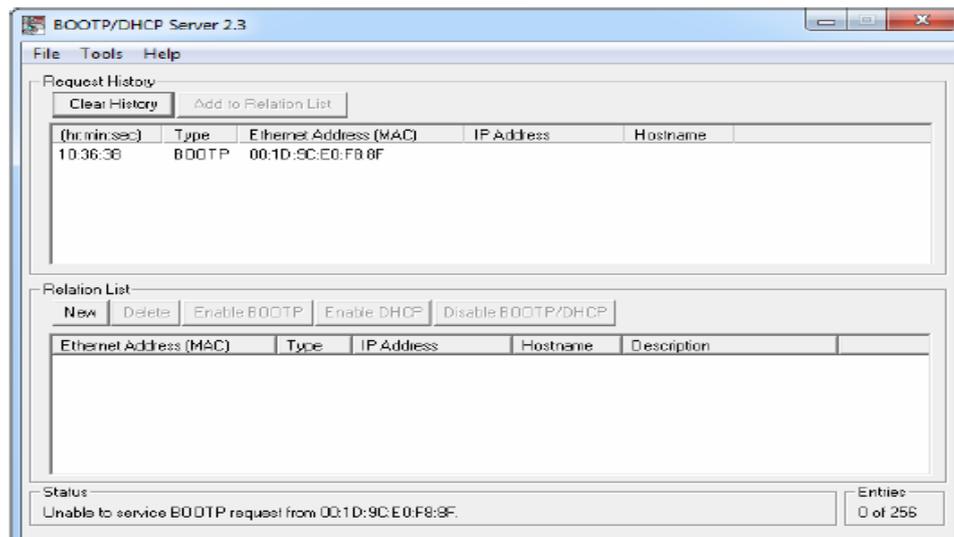


Fig. 3.20 Programa BOOTP-DHCP, escaneo de direcciones físicas (MAC).

Una vez que ya apareció la ventana del programa BOOTP-DHCP automáticamente empieza a escanear y a detectar los equipos que se encuentran conectados mediante comunicación ethernet [Fig. 3.20], conforme hace el escaneo los va enlistando por medio de su dirección física del equipo (MAC). Lo que sigue es verificar que la dirección física que anotamos del variador de frecuencia aparezca en la lista del programa del BOO-TP para proseguir al siguiente paso.

Paso 3.- Para poder configurar correctamente los equipos que están conectados en la red EtherNet/IP se debe configurar los valores del servidor BOOTP/DHCP software para que coincida con la red. Para llegar a la ventana de esta configuración se sigue la siguiente ruta:

Seleccionar la pestaña “**Tools**” > “**Network Settings**” después de haber dado clic en Network settings saldrá una ventana con el nombre de “Network settings” donde se hacen las configuraciones para la red y vienen unos valores por default.

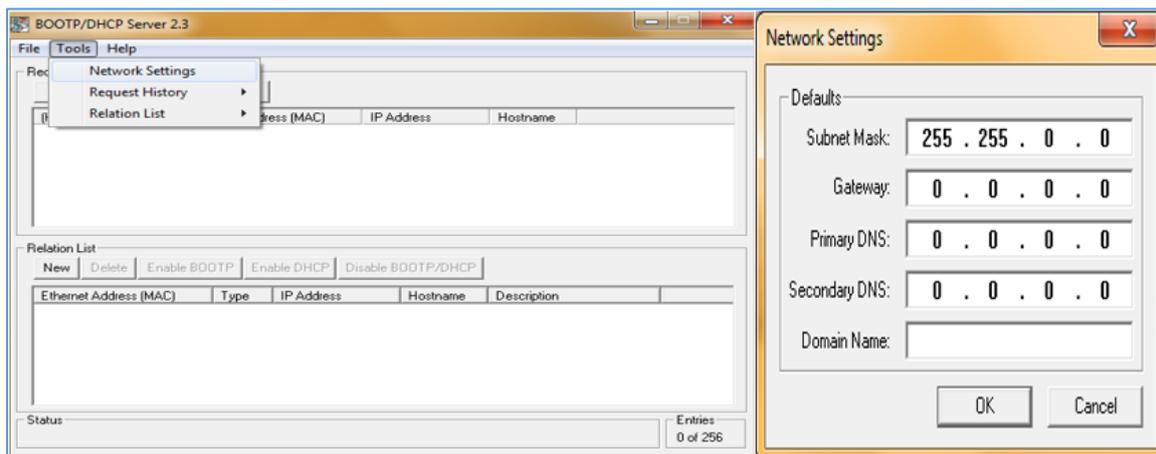


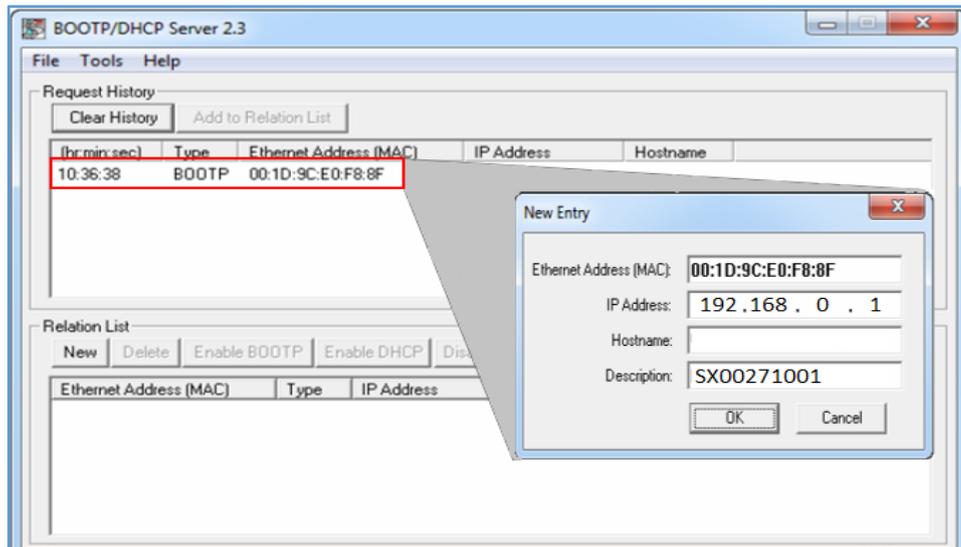
Fig. 3.21 Ventana BOOTP/DHCP y Network Settings.

Paso 4.- Editar los siguientes parámetros en la ventana de Network settings:

CAJA	TIPO
Subnet Mask	La máscara de subred para el adaptador de red.
Gateway	La dirección IP del dispositivo de puerta de enlace en el adaptador de la red.
Primary DNS	La dirección del servidor DNS primario que se utiliza en el extremo local del enlace para negociar con los dispositivos remotos.
Secondary DNS	Opcional: la dirección del servidor DNS secundario que se utiliza en el extremo local del enlace para negociar con los dispositivos remotos cuando el servidor DNS primario no está disponible.
Domain Name	El texto correspondiente a la dirección IP numérica que se asignó al servidor que controla la red.

En el caso de Alpura se trabajó con la siguiente mascara de subred 255.255.255.0 (24 bit) por lo que se verifico antes de configurar la IP que este valor de mascara de subred es lo que este en la ventana de Network settings y las demás configuraciones se quedan con los valores que vienen por default que son puros ceros, al término de la configuración se da un clic en la opción OK para guardar los valores configurados.

Paso 5.- Una vez que ya hemos encontrado la dirección física (MAC) del variador de frecuencia que hemos conectado, en la lista del programa BOOTP/DHCP se prosigue a darle doble clic sobre la dirección física del variador de frecuencia PowerFlex 525 a configurar en donde nos saldrá la siguiente ventana:



En la venta que se abrió llamada “New Entry, Nueva entrada” aparecen tres opciones para configurar: IP Address, Hostname y Descripción.

Caja	Tipo
IP Address	Una única dirección IP para el adaptador o equipo.
Hostname	Opcional
Description	Opcional

La única opción que se configuro en este caso es la de IP Address donde se ingresó la IP del primer variador para este caso fue la IP 192.168.0.1, una vez ingresado el valor se da clic en la opción OK para que guarde los valores. Una vez que ya se le dio Ok en unos segundos después del escaneo continuo que hace el programa BOOTP/DHCP aparecerá de lado derecho donde está la dirección MAC la IP que hemos configurado al variador de frecuencia como se muestra en la siguiente ventana.

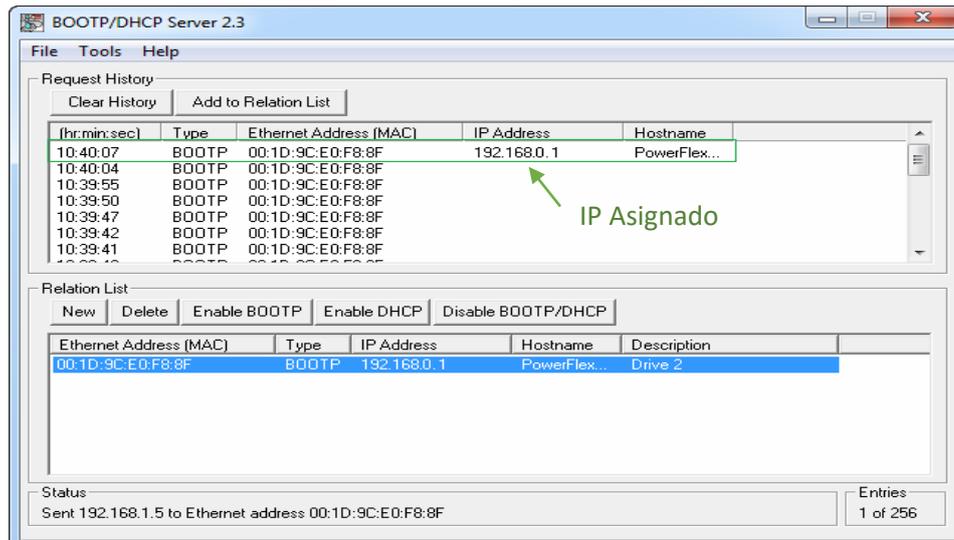


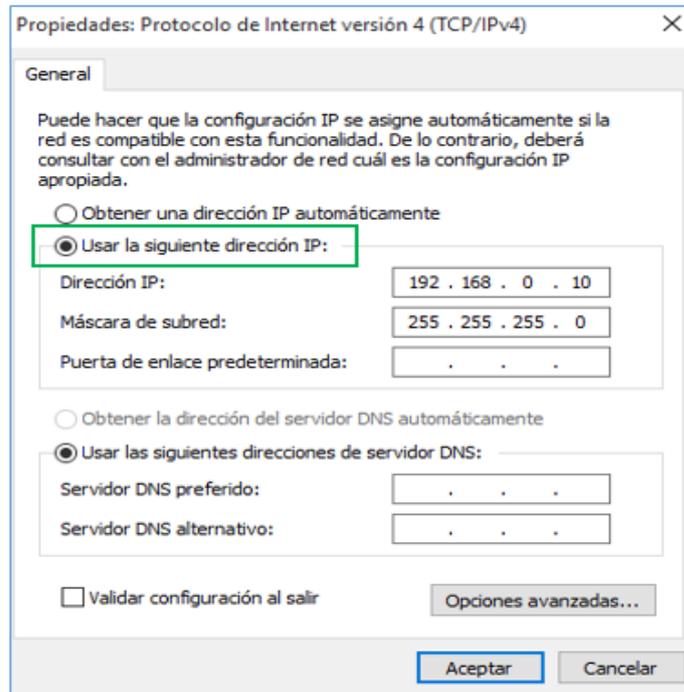
Fig. 3.22 Asignación de IP a variador de frecuencia PowerFlex 525.

Una vez que haya aparecido la IP ya se puede proseguir a cerrar el programa.

Paso 6.- Para asegurarnos de que la IP que le hemos configurado al variador de frecuencia si haya sido asignado procedemos a utilizar la venta de comando de window (CMD) para hacer una prueba de comunicación, para ello se sigue el siguiente procedimiento:

Para empezar con la prueba de comunicación necesitamos estar en el rango de la red de la IP del variador de frecuencia que le hemos asignado, para ello necesitamos repetir el procedimiento 1, 2, 3 y 4 de la página 78, una vez que nos encontremos en la ventana "Protocolo de Internet versión 4 (TCP/IPv4)" debemos seleccionar la opción que dice "Usar la siguiente dirección IP" y en ella ingresamos el valor de 192.168.0.10

Con la IP que se ingresó ya estamos en el rango de IP del variador, debido a que los dos primeros octetos de la IP coinciden con los dos primeros octetos de la IP del variador y los otros dos significa el Host o el quipo y pueden ser valores aleatorios siempre y cuando nos encontremos dentro del siguiente rango para los dos últimos octetos [0-254] y que no sea igual a los octetos de la IP del variador ver la siguiente imagen.



Una vez ingresado la IP y con el cursor en el último número de la IP ingresada presionamos la tecla Tab y automáticamente se nos rellenara el siguiente cuadro llamado Mascara de subred con los siguientes octetos 255.255.255.0, y en los cuadros con la opción que dice “Usar las siguientes direcciones de servidor DNS” lo dejamos en blanco, una vez terminado damos clic en la opción Aceptar para guardar los ajustes que hemos realizado y cerramos las ventanas que hemos abierto para proseguir con el procedimiento.

Presionar la tecla Window + R y se nos saldrá una ventana llamada “Ejecutar” y en ella escribimos cmd y damos Aceptar como se muestra en la siguiente imagen.

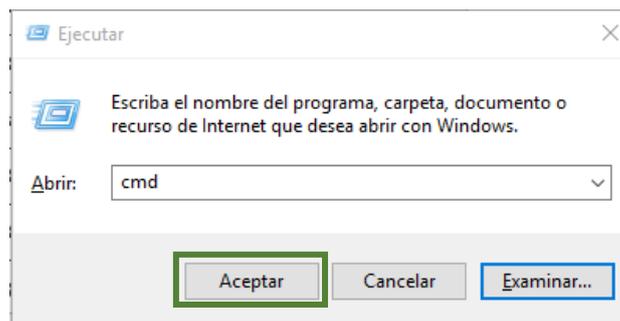


Fig. 3.23 Ventana Ejecutar

Una vez dado clic en la opción de Aceptar se ejecutará el programa y nos saldrá la ventana de comandos CMD en donde tenemos que escribir lo siguiente *ping 192.168.0.1* y con la tecla damos enter. Si la prueba fue exitosa tendremos en Paquetes: enviados=4, recibidos=4, perdidos=0 y además tendremos un valor de tiempo en TTL como se muestra la siguiente imagen [Fig. 3.24].

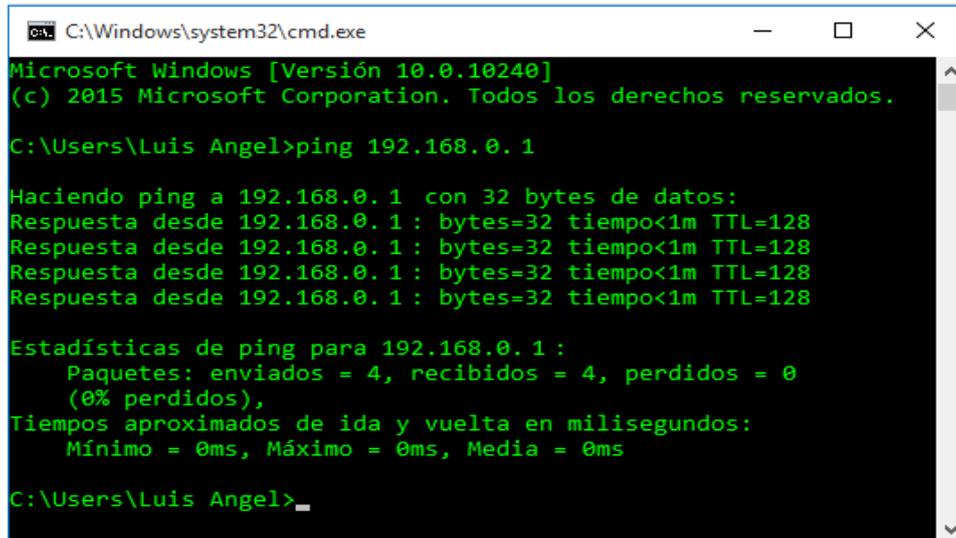


Fig. 3.24 Prueba de comunicación IP a variador de frecuencia con CMD.

La IP que se le asigna a través del programa BOOTP/DHCP como se mencionó anteriormente es de manera temporal, para dejar la IP de manera estática se recurre a la ayuda del programa de RSLinx de Rockwell Automation, el procedimiento para la configuración se explica a continuación.

3.2.3 Software RSLinx

Se utiliza para proporcionar un enlace de comunicación entre el equipo y el controlador de la red. RSLinx Classic requiere su red-controlador específico a configurarse antes de que se establezca la comunicación con los dispositivos de la red.

Para poder ejecutar esta aplicación se sigue la siguiente ruta desde la computadora **Inicio/Todos los programas/ Rockwell Software/RSLinx/RSLinx Classic.exe** ejecutamos la aplicación y empezará a cargar el programa como se muestra en la siguiente imagen.

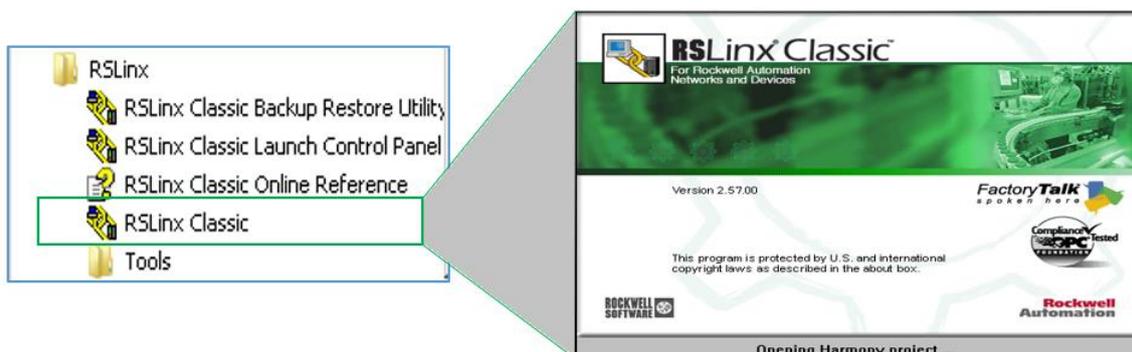


Fig. 3.25 Icono y aplicación de RSLinx Classic.

Paso 1.- Una vez ejecutada la aplicación de RSLinx Classic se nos mostrara la siguiente venta en donde tenemos que ir a la pestaña Communications y hacemos clic, se no despliega una ventana pequeña y buscamos la opción que dice Configure Drives y hacemos clic, y con esto logramos abrir la ventana de Configure Drives.

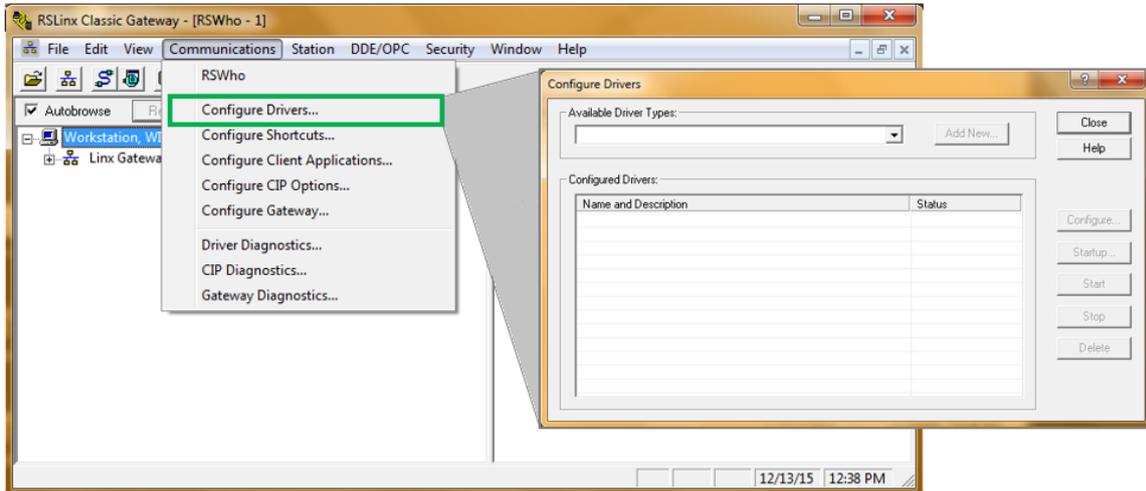
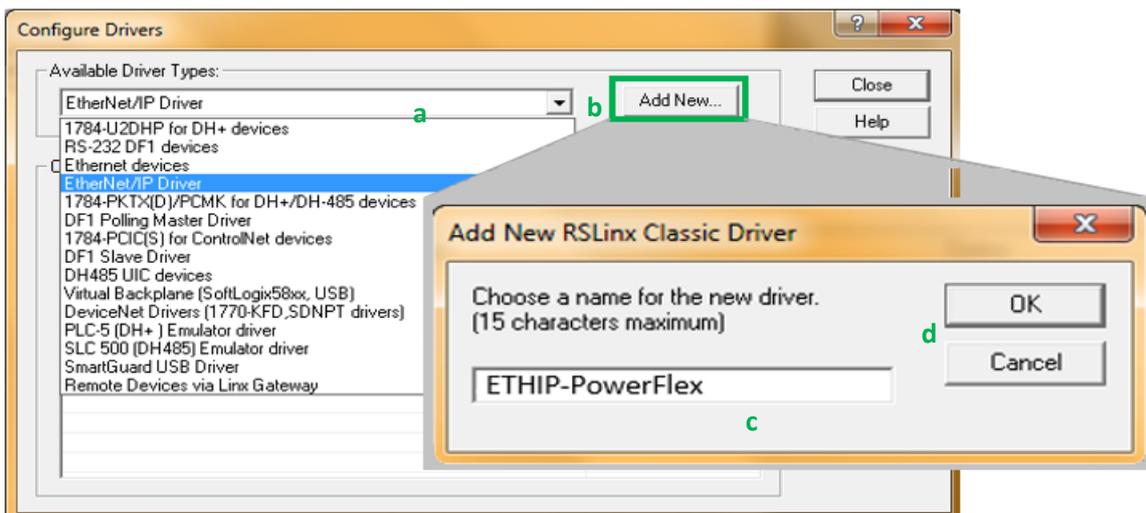


Fig. 3.26 Procedimiento para abrir la ventana Configure Drives.

Paso 2.- Estando en la ventana de Configure Drivers damos clic en la flecha del cuadro "Available Driver Types" se nos mostrara varios tipos de drivers para comunicaciones y escogemos la que dice "EtherNet/IP Driver" se nos pondrá en el cuadro blanco y damos clic en la opción Add new y se nos abrirá una ventana pequeña en donde nos pide a escoger si queremos mantener el nombre del driver que trae por default o modificarlo en este case le he puesto ETHIP-PowerFlex y damos OK para guardar los ajustes.



Paso 3.- Una vez que ya dimos clic en OK en la ventana de Add New RSLinx Classic Driver nos saldrá otra ventana con el nombre "Configure driver: AB_ETHIP-1" donde tenemos que seleccionar la opción que dice Windows defaults y damos clic en OK para concluir, si la configuración fue exitosa el Driver estará en estado Running como se muestra en la figura 3.27.

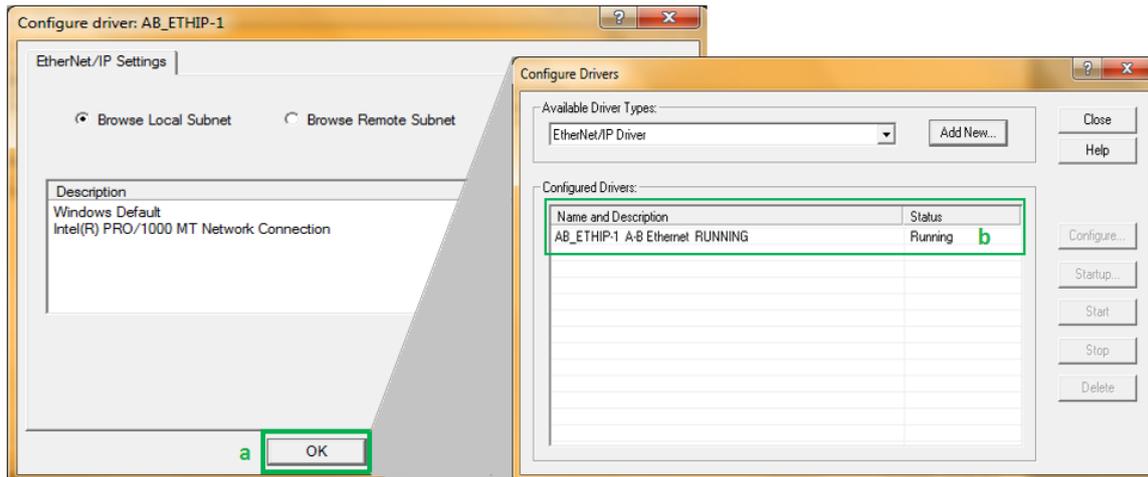


Fig. 3.27 Driver AB_ETHIP-1 A-B Ethernet corriendo.

Paso 4.- Teniendo en cuenta que tenemos conectado la computadora con el variador de frecuencia por medio del cable Ethernet y el variador encendido proseguimos a irnos a la ventana de RSLinx Classic Gateway veremos al variador que ha sido reconocido por el programa, el icono del variador que se muestra en la ventana aparece con un signo de interrogación color amarillo por lo que tenemos q recurrir a agregar el archivo EDS (Electronic Data Sheet) para poder configurarlo, ver subtema 3.2.4.

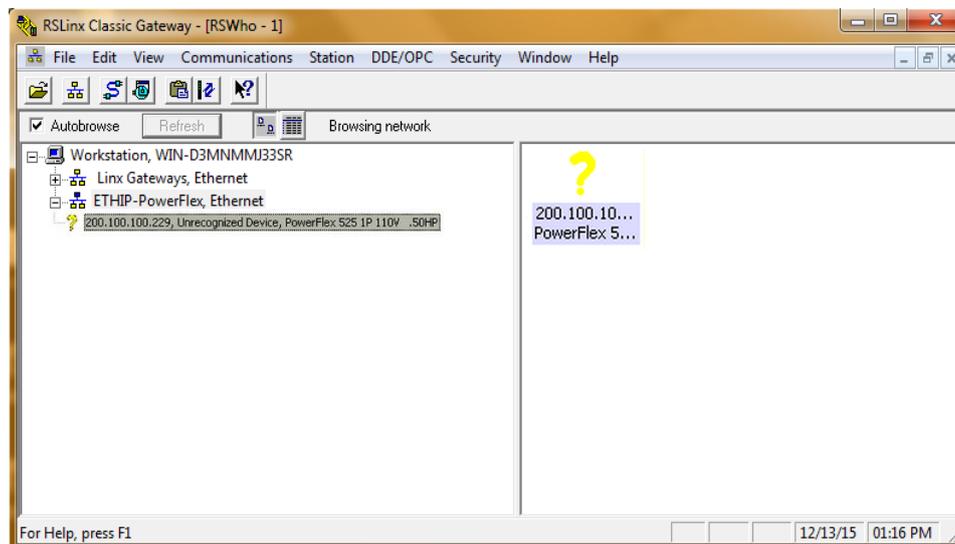


Fig. 3.28 Lectura del variador de frecuencia en RSLinxClassic Gateway.

3.2.4 Agregar archivo EDS a RSLinx Classic

Por sus siglas en ingles EDS (Electronic Data Sheets) son simples archivos de texto utilizados por las herramientas de configuración de red, para ayudarle a identificar los productos y la fácil comisión en la red. Los archivos EDS lo podemos encontrar en la página de Rockwell Automation <http://www.ab.com>, el archivo lo encontraremos con el nombre de PowerFlex 520 Series EDS Files también es compatible para el variador PowerFlex 525, damos clic en él y automáticamente se descarga.

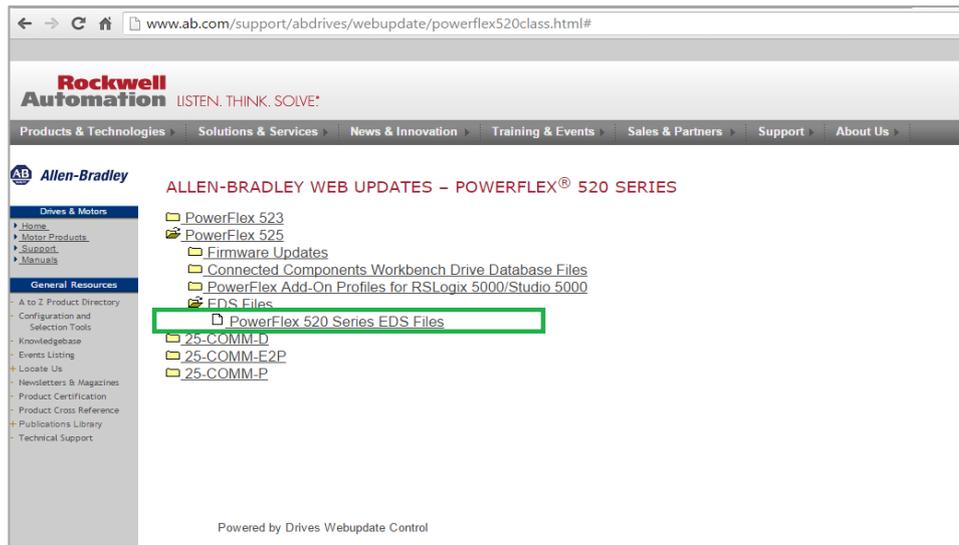
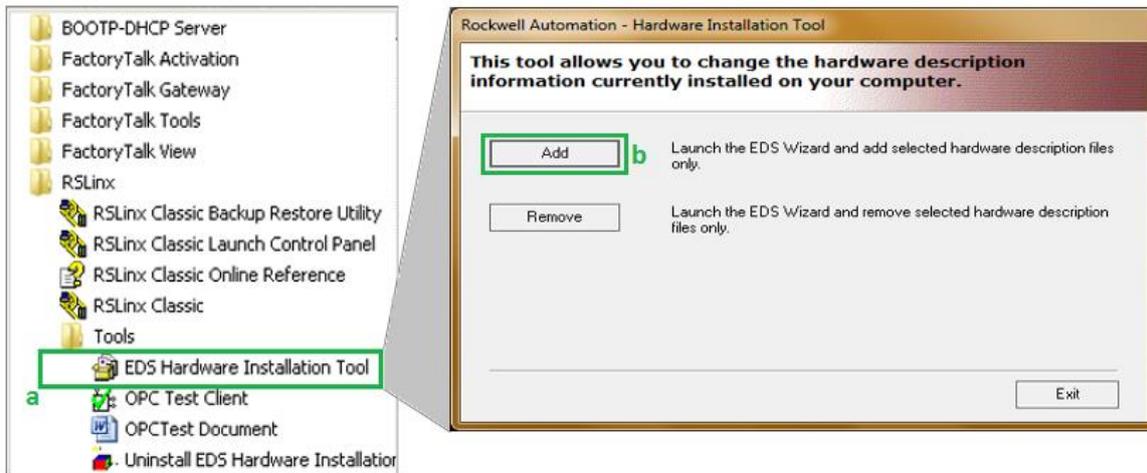
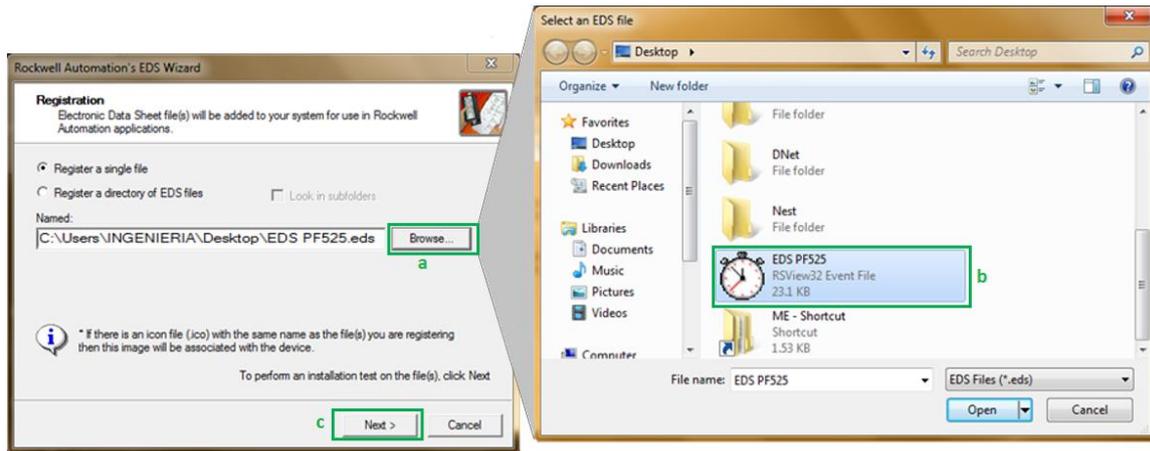


Fig. 3.29 Pagina de Rockwell Automation, descarga de archivo EDS.

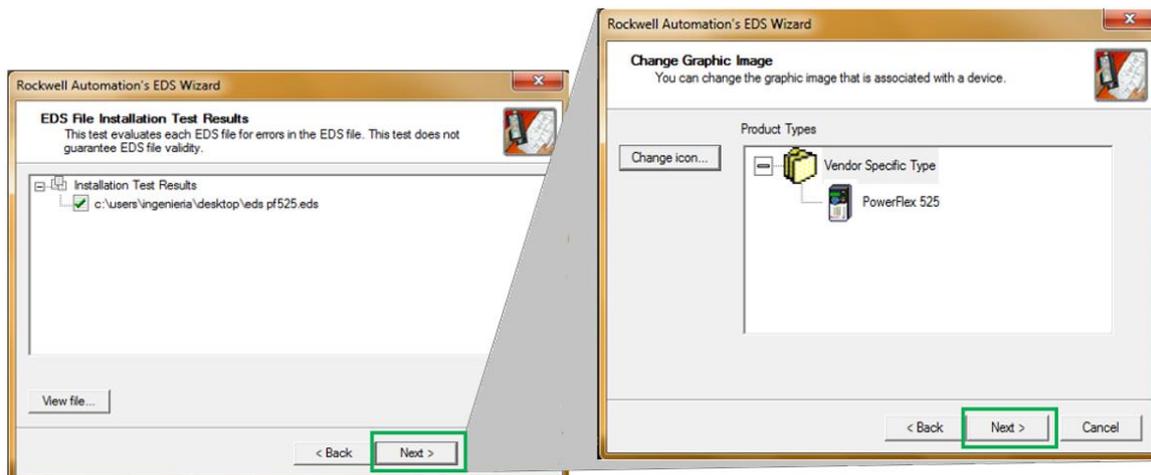
Paso 1.- Una vez descargado el archivo EDS en mi caso lo guarde en escritorio procedemos a ir a la siguiente ruta desde la computadora *Inicio/Todos los programas/Rockwell software/RSLinx/EDS Hardware Installation Tool.exe* y ejecutamos la aplicación, estando en la ventana de Hardware Installation Tool damos clic en la opción que dice Add.



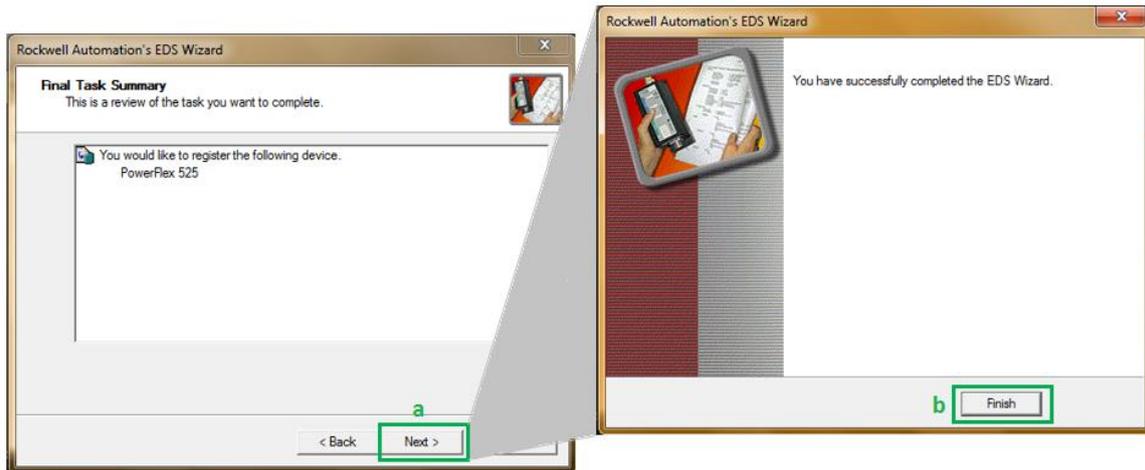
Paso 2.- Después de haber dado clic en la opción Add se abrirá una ventana que se llama EDS Wizard donde tendremos que seleccionar nuestro archivo EDS que hemos descargado y esto lo haremos dando clic en la opción Browse, en la ventana que se abrió tenemos que buscar el archivo EDS con un icono de reloj en mi caso lo he guardado en mi escritorio llamado EDS PF525 lo seleccionamos y damos clic en la opción Next como se muestra en la siguiente imagen.



Paso 3.- se nos abrirá otra venta llamada EDS File Installation Test Results donde hace una prueba de errores al archivo EDS que hemos cargado si todo sale bien aparecerá la ruta de ubicación del archivo con una palomita verde al inicio y continuamos dando clic en next. La siguiente venta llamada Change Graphic Image nos muestra el icono del variador PowerFlex 525 y nos da la opción de cambiarlo lo dejamos con el icono por default y damos clic en Next.

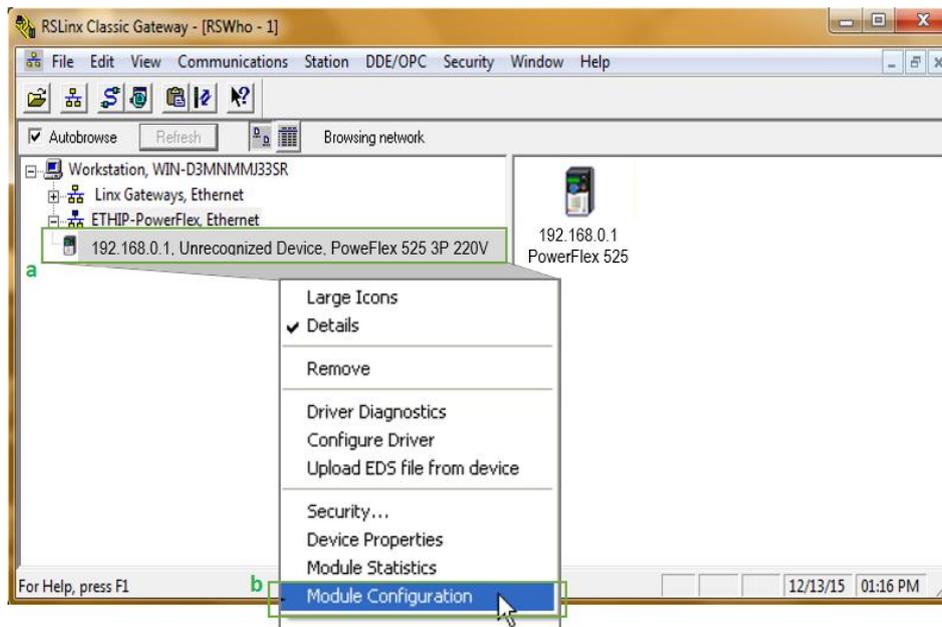


Paso 4.- Se nos abrirá una penúltima ventana llamada Final Task Summary donde nos muestra la tarea que queremos completar con el nombre de PowerFlex 525 y simplemente damos clic en Next y por último se no muestra una última ventana donde nos confirma que la tarea se a realizado con éxito y para terminar damos clic en Finish y con esto concluimos el proceso de agregar el archivo EDS a RSLinx Classic.

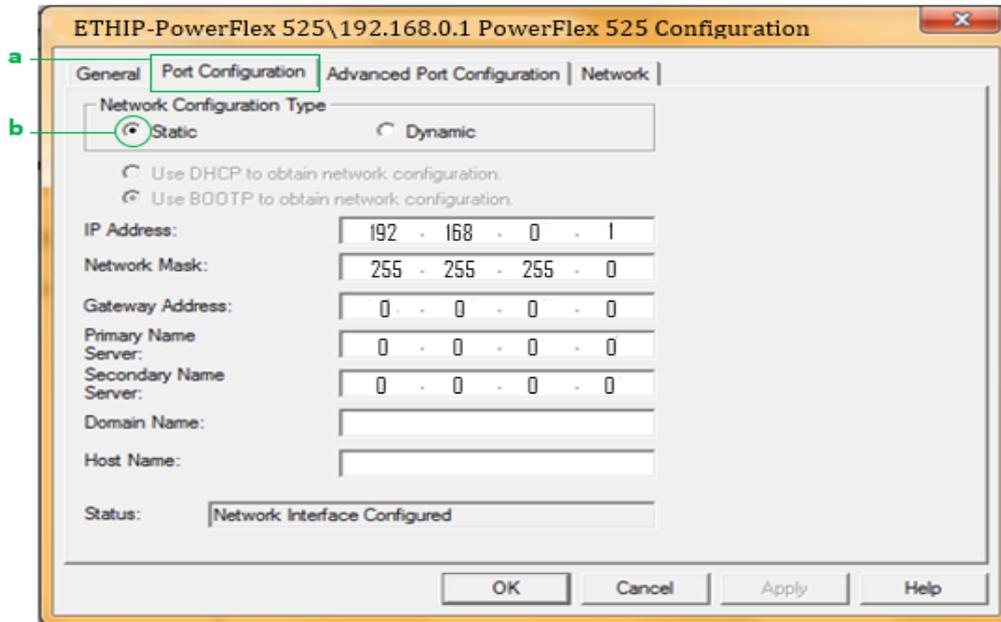


3.2.5 Asignación de IP a variadores PowerFlex 525

Una vez que ya se cargó el archivo EDS a RSLinx proseguimos a regresar a la ventana principal de RSLinx y buscar en el driver que hemos agregado llamado “ETHIP-PowerFlex Ethernet” el icono del variador de frecuencia que tenemos conectado y hacemos clic derecho sobre el icono, después tenemos que ir a la opción que dice “Module Configuration” y hacemos clic izquierdo ver la siguiente figura.



Se nos abrirá una ventana en donde nos desplazaremos a la pestaña llamada “Port Configuration (a)” automáticamente se nos aparece la IP que hemos asignado al variador por lo que solo seleccionamos la opción “Static (b)” para dejar la IP estática (ver la siguiente figura) y no se vuelva a resetear al momento de apagado-encendido y hasta este punto finalizamos con el proceso de asignación de IP estática al variador PowerFlex 525.



3.2.6 Software Connected Component Workbench

El software de programación y configuración Connected Component Workbench es compatible con los variadores de CA PowerFlex 525, para poder ejecutar la aplicar seguimos la siguiente ruta desde la computadora *Inicio/Todos los programas/Rockwell Automation/CCW/Connected Component Workbench.exe* damos clic en la aplicación y empezara a cargar como se muestra en la siguiente imagen.

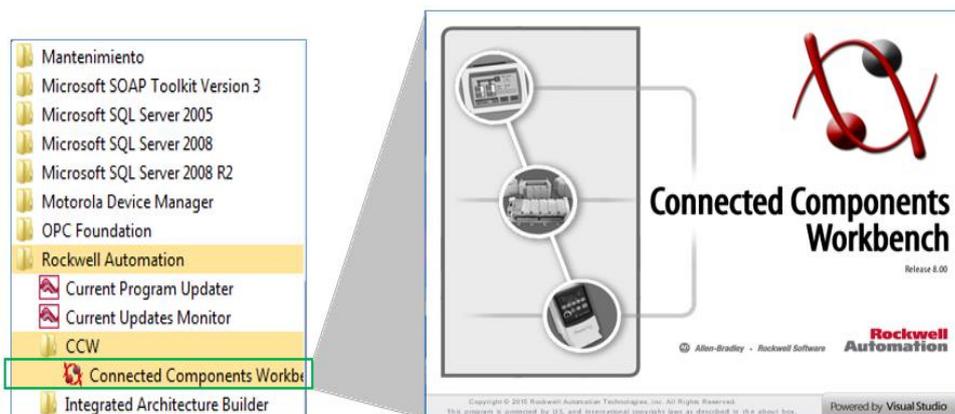


Fig. 3.30 Ruta de ubicación del software CCW.

Antes de empezar a realizar la configuración de los parámetros en la aplicación CCW, se realizó una lista de los parámetros en Excel donde viene los parámetros generales aplicable a todos los variadores de frecuencias y otra tabla donde viene los parámetros de cada variador con las características de placa de cada bomba, clasificados en celdas, teniendo en cuenta que en total son 6 celdas equivalentes a 6 tableros especialmente para variadores de frecuencia [ver en anexo tablas completas].

Parametros Generales	
Modo Rendimiento del Par	SVC
Selección de refuerzo	0
Iniciar impulso	2,50%
Tens. De ruptura	25%
Frec. Ruptura	15 Hz
Frec. Maxima	60Hz
Frec. Minima	0Hz
Tiempo, Rampa de Aceleración	10s
Tiempo, Rampa de Desaceleración	4s
Modo de paro	Rampa CF
Origen del Inicio	Bloque de terminales digitales
Dig. Input 2	2 Cond FWD
Dig. Input 5	Borrar Falla
Dig. Output (relé) 1	Motor Running
Ref. de Velocidad	Entrada analogica 4-20ma

Suministro interno (SNK)

J10
Salida analógica
0/4-20mA
0 - 10V

J9
Entr. impulsos
Entrada digital

J5
Entr. digital
SNK
SRC

Fig. 3.31 Parámetros generales aplicable para todos los variadores de frecuencia.

CELDA A01							Datos del Motor dados de alta en los VF							
Circuito	Item	KW Variador	KW Carga	Descripción	Celda Ubicación	Dir. IP de servicio	V MAX	V Placa	KW	Amp	Amp. Sobrecarga	HZ	Num. De Polos	RPM
Q046	M00271001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L61	A01	192.168.0.1	460	460	3	5	6,3	60	8	1000
Q047	M00272001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L62	A01	192.168.0.2	460	460	3	5	6,3	60	8	1000
Q048	M00273001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L63	A01	192.168.0.3	460	460	3	5	6,3	60	8	1000
Q049	M00274001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L64	A01	192.168.0.4	460	460	3	5	6,3	60	8	1000
Q050	M00275001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L65	A01	192.168.0.5	460	460	3	5	6,3	60	8	1000
Q051	M00276001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L66	A01	192.168.0.6	460	460	3	5	6,3	60	8	1000
Q052	M00277001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L67	A01	192.168.0.7	460	460	3	5	6,3	60	8	1000
Q053	M00278001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L68	A01	192.168.0.8	460	460	3	5	6,3	60	8	1000
Q054	M00279001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L69	A01	192.168.0.9	460	460	3	5	6,3	60	8	1000
Q055	M00280001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L70	A01	192.168.0.10	460	460	3	5	6,3	60	8	1000
Q025	M00260001	7,5	6,4	Bomba Envío de leche a Alfast Blend	A01	192.168.0.11	460	440	6,4	10	12,5	60	2	3600
Q027	M00261002	7,5	6,4	Bomba Booster Descremadora L61	A01	192.168.0.12	460	440	6,4	10	12,5	60	2	3600
Q029	M00262002	7,5	6,4	Bomba Booster Descremadora L62	A01	192.168.0.13	460	440	6,4	10	12,5	60	2	3600
Q031	M00263002	7,5	6,4	Bomba Booster Descremadora L63	A01	192.168.0.14	460	440	6,4	10	12,5	60	2	3600

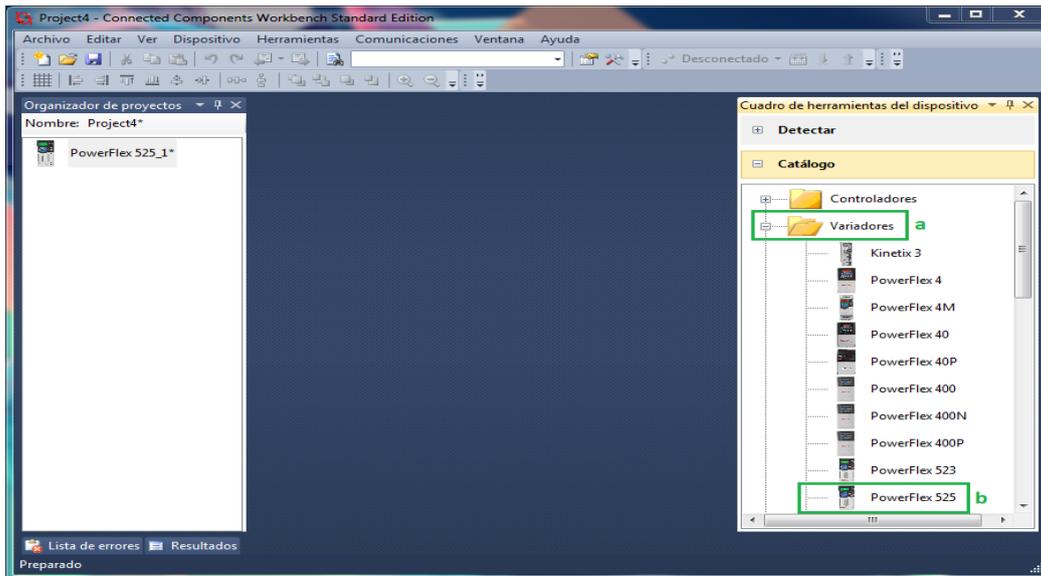
Fig. 3.32 Parámetros específicos de cada variador de frecuencia.

Teniendo ya la lista de los parámetros generales y específicos de los variadores de frecuencia podemos proseguir con la configuración de parámetros utilizando el software de Connected Component Workbench mediante el siguiente procedimiento.

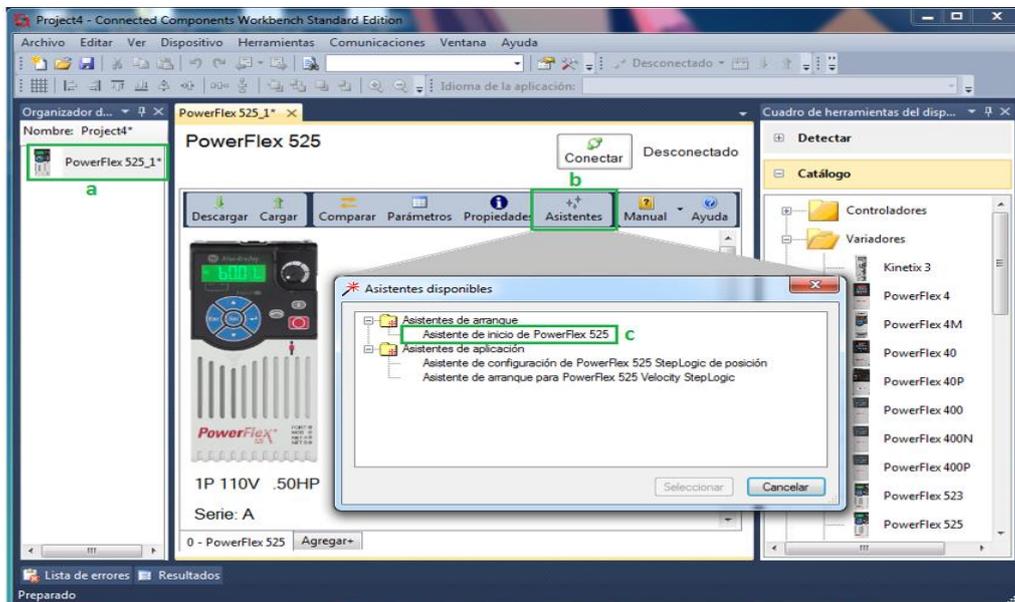
3.2.7 Crear archivo de parámetros en CCW

Una vez abierto el software seguimos los siguientes pasos:

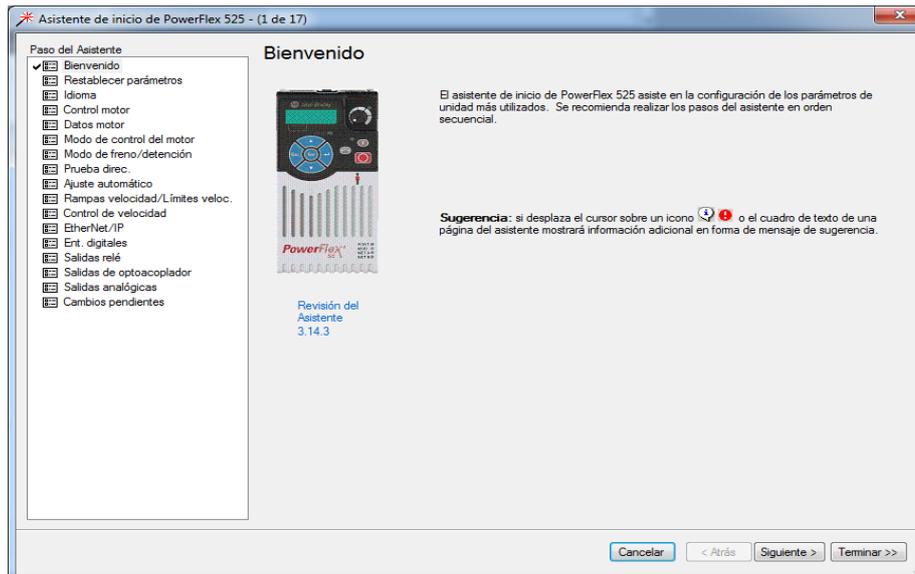
Paso 1.- Nos dirigimos a la venta “Cuadro de herramienta del dispositivo” y hacemos clic en el símbolo + de la carpeta de Variadores se nos saldrá una lista de los variadores de frecuencias y buscamos nuestro variador de frecuencia PowerFlex 525 y damos dos clics sobre el icono, una vez seleccionado se nos agregará en la ventana de Organizador de proyectos.



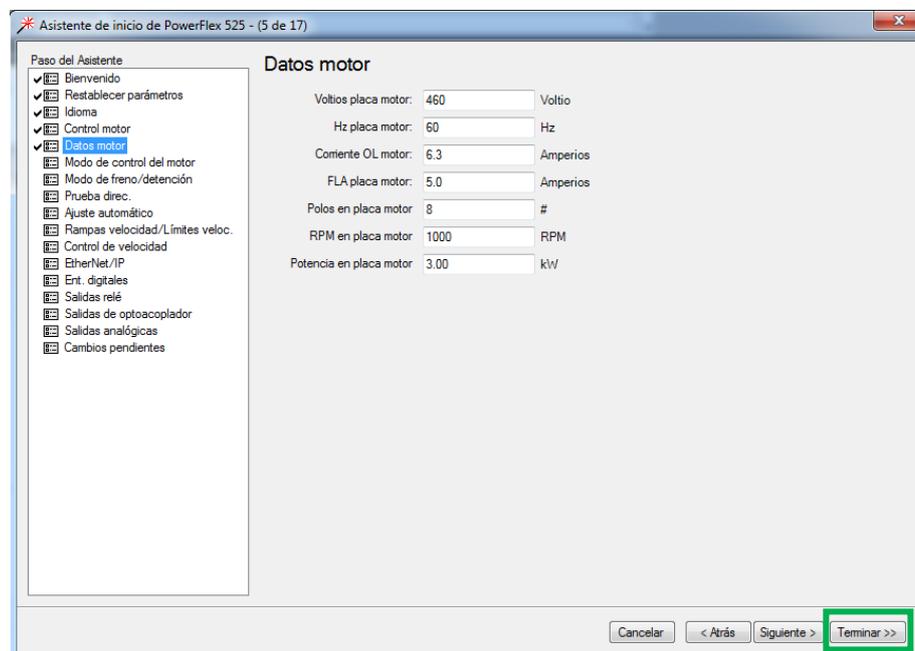
Paso 2.- En la ventana “Organizador de proyectos” donde hemos agregado el variador de frecuencia PowerFlex 525 damos doble clic sobre él icono y se nos abrirá una nueva venta donde seleccionamos la opción b *Asistente,s* se nos abrirá una ventana con 3 opciones y escogemos la opción c *Asistentes de inicio de PowerFlex 525* para iniciar con la configuración de parámetros con la ayuda del asistente.



Paso 3.- Automáticamente se nos abre la ventana con el nombre *Asistente de inicio de PowerFlex 525* donde nos encontraremos un apartado llamado *Panel del Asistente* en el que se tienen que configurar el variador de frecuencia en 17 pasos donde en cada paso va implícito diferentes parámetros por configurar. En cada paso se van ajustando los valores de acuerdo a la tabla de parámetros generales y específicos que creamos con anterioridad.



Una vez que se terminó de configurar los parámetros del variador de frecuencia damos clic en la opción que dice *Terminar* cerramos la venta del Asistente de inicio de PowerFlex 525 y nos vamos a la opción que dice *Guardar como* y le damos un nombre al archivo M00271001 con extensión .pf5, una vez guardado ejecutamos el archivo.exe que está en el variador de frecuencia y damos clic en la opción que dice Upload seleccionamos nuestro archivo que hemos guardado y aceptar en ese momento el variador de frecuencia PowerFlex 525 ha quedado configurado.



3.2.8 Puesta en marcha

Una vez que se realizó la configuración de los variadores de frecuencia para asegurar que el proceso se haya realizado con éxito se le hicieron las pruebas a cada uno de los variadores de frecuencia, una vez que se enciende el variador de frecuencia se puenta la terminal 01 con 02 mediante un cable para mandarle la señal de activación, este puente se mantiene por unos segundos para ver el funcionamiento, después se retira y el variador deja de controlar a la bomba.

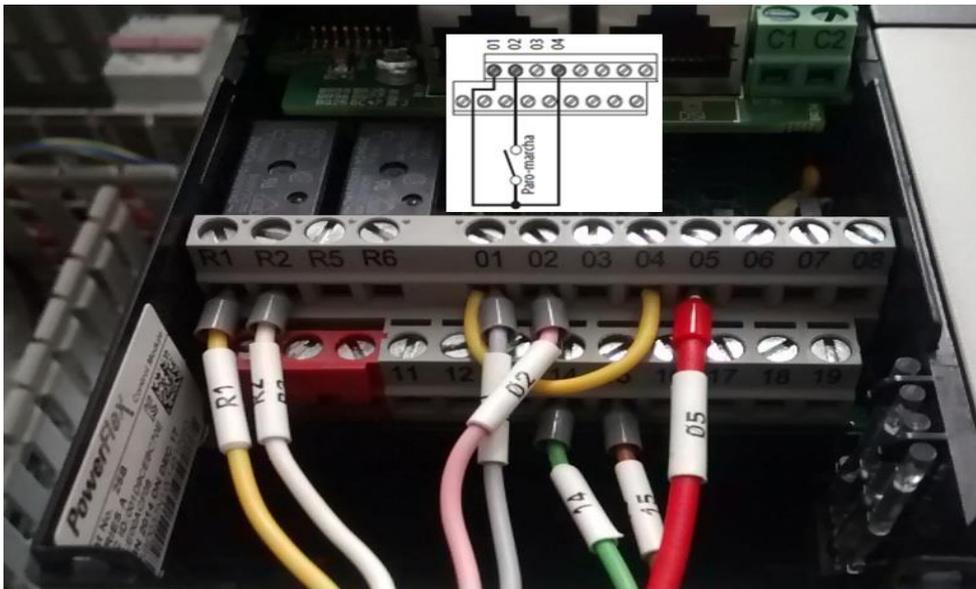


Fig. 3.33 Forma de puentear la terminal 00 y 01 para realizar la prueba de arranque-paro.

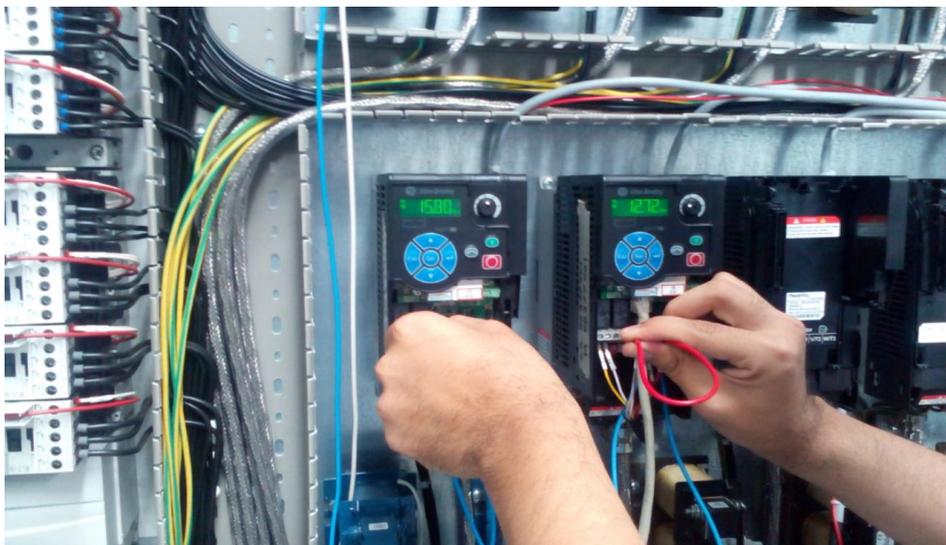


Fig. 3.34 Conexión para prueba de paro-marcha de los variadores de frecuencia

4. Conclusiones

Para satisfacer las demandas de producción de leche y sus derivados se logró abrir nuevas áreas en la planta Alpura Cuautitlán Izcalli, Edo de México, así como la implementación de nuevos equipos y de un Centro de Control de Motores (CCM) que fue entregado en tiempo y forma, con el CCM se logró tener el control de los 63 motores nuevos que se instalaron en diferentes áreas de la planta así como el ahorro de energía gracias a los variadores de frecuencia y además a la planificación de los diferentes equipos y tableros.

Gracias a la estancia como residente en el área de automatización en la empresa AIMS A, me toco visualizar el ámbito laboral y la parte tecnológica, en el cual puedo decir que hay muchos equipos que tiene la capacidad de realizar diferentes actividades y que son equipos de punta en el mercado de automatización.

Dada la experiencia que tuve al realizar mi residencia con la empresa AIMS A y la estancia que me toco estar en Tetra Pak y Alpura comento que el área de automatización es muy amplia y requiere mucha dedicación y preparación para familiarizarse con software's, el uso del idioma inglés, equipos de control, equipos de procesos, tableros de control y CCM's, pero sobre todo saber o tener el entusiasmo de aprender a programar.

Gracias a lo aprendido durante la estancia puedo decir que de acuerdo a mi perfil eléctrico uno de las aplicaciones que me ayudara bastante es el saber diseñar e interpretar diagramas eléctricos de control y de potencia, así como los cálculos básicos que se deben realizar para tener en cuenta la capacidad de los equipos que vayamos a implementar en cualquier tablero.

Referencias

- [1] Jasón José Quijada Márquez, Universidad Simón Bolívar, Sartanejas, “Diseño y Especificaciones de un Centro de Control de Motores para un Sistema de Extractores, Sartanejas, septiembre del 2006.
- [2] http://www.rockwellautomation.com/resources/downloads/rockwellautomation/la/pdfs/at/automation-today-45_es.pdf, Agosto 2015, Automation Today 45, América Latina, Rockwell Automation, Pág. 24.
- [3] http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/sg/2500-sg001_esp.pdf, Sep 2014, Publicación de Rockwell Automation, Pág. 4-33.
- [4] Susan Montoya, “Automation and SCADA System for Reactive Compensation in a Motor Control Center”, Power Electronics and Power Quality Applications (PEPQA), July 2013.
- [5] http://www.rockwellautomation.com/resources/downloads/rockwellautomation/car/pdf/automation-today/AT38_esp.pdf, Abril 2013, Automation Today 38, América Latina, Rockwell Automation, Pág. 24.
- [6] Norma ANSI/ISA-S5.1-1984 (R 1992) 9. Símbolos de instrumentación e identificación.
- [7] Guía para la construcción de un cuadro eléctrico de baja tensión conforme a las normas IEC 61439, Cuaderno de aplicaciones técnicas N°9, ABB, Ago 2008.
- [8] Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización).
- [9] Norma ANSI/TIA/EIA 606. Norma de cableado estructurado.
- [10] Redes de computadoras “Un enfoque descendente”, James F. Kurose, Pearson, 5ta Edición.
- [11] Protecciones eléctricas industriales y comerciales, Gilberto Enríquez Harper, 2da Edición, 2004.
- [12] www.rockwellautomation.com
- [13] www.mx.endress.com
- [14] ieeexplore.ieee.org
- [15] www.eaton.mx
- [16] www.abb.com/mx

ANEXOS

Anexo A: Diagrama de la arquitectura de automatización

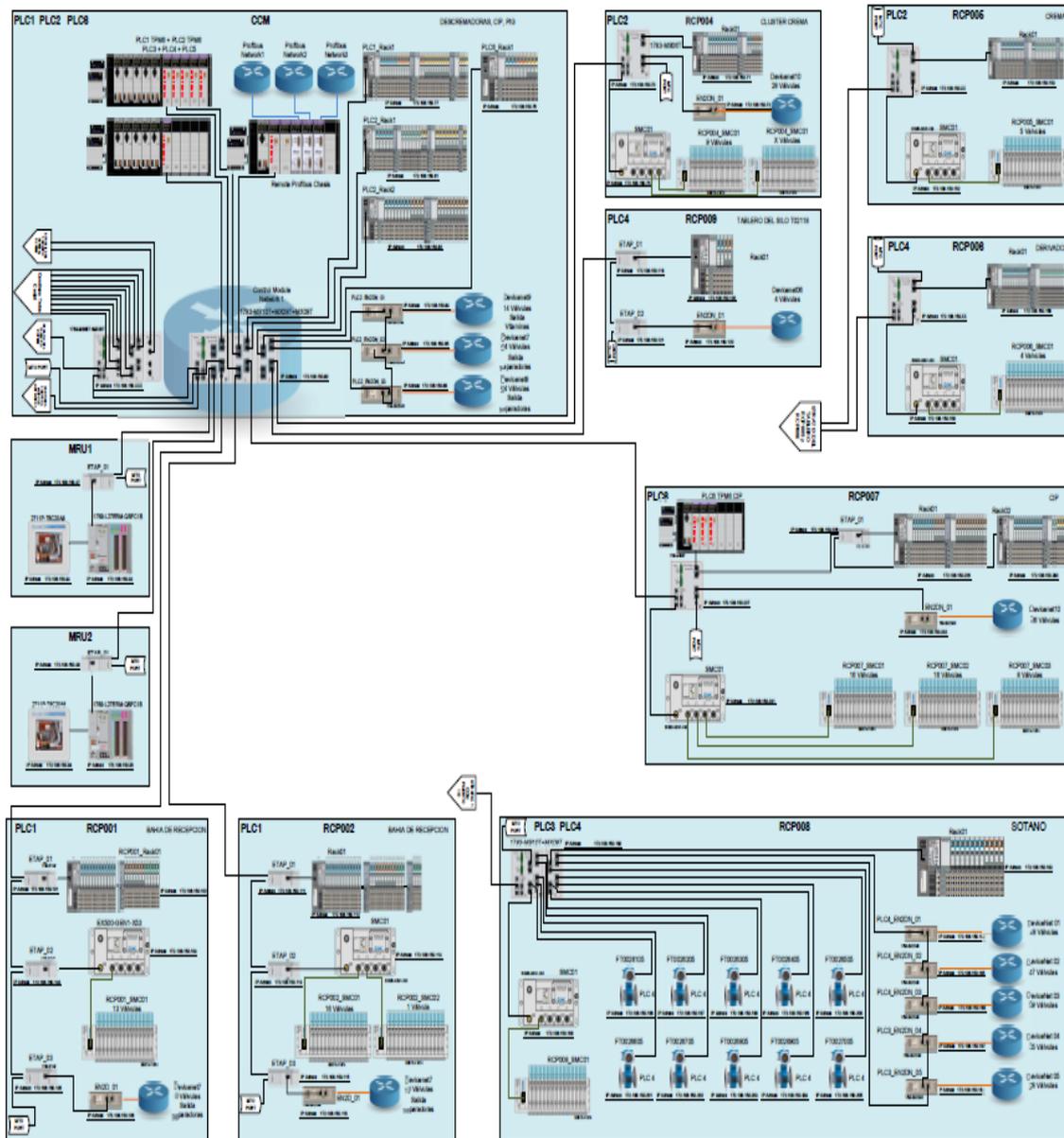
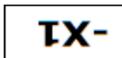
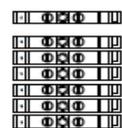
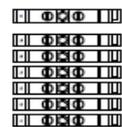
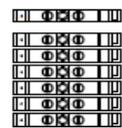
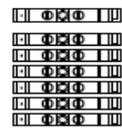
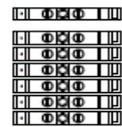


Fig. A.1 Arquitectura de automatización de la planta Alpura.

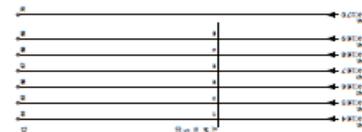
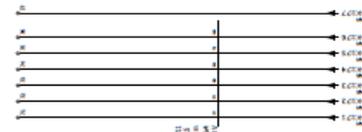
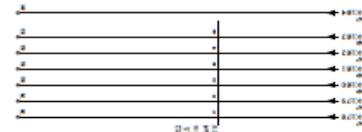
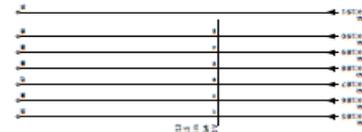
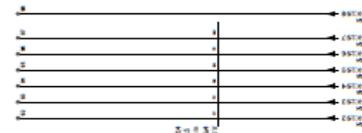
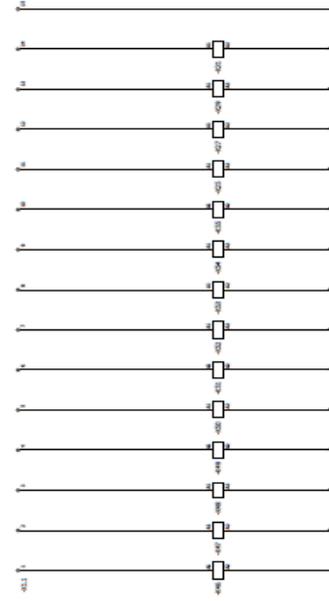
-X1.1 "TERMINALES DE CONTROL ATP ESQUEMA"



-X1 "TERMINALES DE CONTROL ATP ESQUEMA"



-X1.1 "TERMINALES DE CONTROL ATP DIAGRAMA"



-X1 "TERMINALES DE CONTROL ATP DIAGRAMA"

Fig. A.3 Diagrama de control de los grupos de clemas A01.

Anexo C: Tablas

CELDA A01							Datos del Motor dados de alta en los VF							Pruebas					
Circuito	Item	KW Variador	KW Carga	Descripción	Celda Ubicación	Dir. IP de servicio	V MAX	V Placa	KW	Amp	Amp. Sobrecarga	HZ	Num. De Polos	RPM	Prueba de arranque	Prueba de continuidad	Etiquetado	Val.Placa en Motor OK	Prueba en campo
Q046	M00271001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L61	A01	192.168.0.1	460	460	3	5	6,3	60	8	1000					
Q047	M00272001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L62	A01	192.168.0.2	460	460	3	5	6,3	60	8	1000					
Q048	M00273001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L63	A01	192.168.0.3	460	460	3	5	6,3	60	8	1000					
Q049	M00274001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L64	A01	192.168.0.4	460	460	3	5	6,3	60	8	1000					
Q050	M00275001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L65	A01	192.168.0.5	460	460	3	5	6,3	60	8	1000					
Q051	M00276001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L66	A01	192.168.0.6	460	460	3	5	6,3	60	8	1000					
Q052	M00277001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L67	A01	192.168.0.7	460	460	3	5	6,3	60	8	1000					
Q053	M00278001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L68	A01	192.168.0.8	460	460	3	5	6,3	60	8	1000					
Q054	M00279001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L69	A01	192.168.0.9	460	460	3	5	6,3	60	8	1000					
Q055	M00280001	4	3	Bomba Positiva BTD crema L70	A01	192.168.0.10	460	460	3	5	6,3	60	8	1000					
Q025	M00260001	7,5	6,4	Bomba Envío de leche a Alfast Blend	A01	192.168.0.11	460	440	6,4	10	12,5	60	2	3600					
Q027	M00261002	7,5	6,4	Bomba Booster Descremadora L61	A01	192.168.0.12	460	440	6,4	10	12,5	60	2	3600					
Q029	M00262002	7,5	6,4	Bomba Booster Descremadora L62	A01	192.168.0.13	460	440	6,4	10	12,5	60	2	3600					
Q031	M00263002	7,5	6,4	Bomba Booster Descremadora L63	A01	192.168.0.14	460	440	6,4	10	12,5	60	2	3600					

CELDA A02							Datos del Motor dados de alta en los VF							Pruebas					
Circuito	Item	KW Variador	KW Carga	Descripción	Celda Ubicación	Dir. IP de servicio	V MAX	V Placa	KW	Amp	Amp. Sobrecarga	HZ	Num. De Polos	RPM	Prueba de arranque	Prueba de continuidad	Etiquetado	Val.Placa en Motor OK	Prueba en campo
Q033	M00264002	7,5	6,4	Bomba Booster Descremadora L64	A02	192.168.0.15	460	440	6,4	10	12,5	60	2	3600					
Q035	M00265002	7,5	6,4	Bomba Booster Descremadora L65	A02	192.168.0.16	460	440	6,4	10	12,5	60	2	3600					
Q037	M00266002	7,5	6,4	Bomba Booster Descremadora L66	A02	192.168.0.17	460	440	6,4	10	12,5	60	2	3600					
Q039	M00267002	7,5	6,4	Bomba Booster Descremadora L67	A02	192.168.0.18	460	440	6,4	10	12,5	60	2	3600					
Q041	M00268002	7,5	6,4	Bomba Booster Descremadora L68	A02	192.168.0.19	460	440	6,4	10	12,5	60	2	3600					
Q043	M00269002	7,5	6,4	Bomba Booster Descremadora L69	A02	192.168.0.20	460	440	6,4	10	12,5	60	2	3600					
Q045	M00270002	7,5	6,4	Bomba Booster Descremadora L70	A02	192.168.0.21	460	440	6,4	10	12,5	60	2	3600					
Q020	AG0020114	7,5	7,5	Agitador de silo T00201	A02	192.168.0.22	460	440	7,5	12	15	60	4	1800					
Q021	AG0020214	7,5	7,5	Agitador de silo T00202	A02	192.168.0.23	460	440	7,5	12	15	60	4	1800					
Q022	AG0020314	7,5	7,5	Agitador de silo T00203	A02	192.168.0.24	460	440	7,5	12	15	60	4	1800					

CELDA A03							Datos del Motor dados de alta en los VF							Pruebas					
Circuito	Item	KW Variador	KW Carga	Descripción	Celda Ubicación	Dir. IP de servicio	V MAX	V Placa	KW	Amp	Amp. Sobrecarga	HZ	Num. De Polos	RPM	Prueba de arranque	Prueba de continuidad	Etiquetado	Val.Placa en Motor OK	Prueba en campo
Q023	AG0020414	7,5	7,5	Agitador de silo T00204	A03	192.168.0.25	460	440	7,5	12	15	60	4	1800					
Q024	AG0020516	7,5	7,5	Agitador de silo T00205	A03	192.168.0.26	460	440	7,5	12	15	60	4	1800					
Q060	P125	7,5	6,4	Bomba suministro de CIP 441	A03	192.168.0.27	460	440	6,4	10	12,5	60	2	3000					
Q061	P225	7,5	6,4	Bomba suministro de CIP 442	A03	192.168.0.28	460	440	6,4	10	12,5	60	2	3000					
	Reservado	7,5		Reservado	A03	192.168.0.29													
Q013	M00151001	15	12,5	Bomba de Recepción de leche L51	A03	192.168.0.30	460	440	12,5	20	25	60	2	3600					
Q014	M00152001	15	12,5	Bomba de Recepción de leche L52	A03	192.168.0.31	460	440	12,5	20	25	60	2	3600					
Q015	M00153001	15	12,5	Bomba de Recepción de leche L53	A03	192.168.0.32	460	440	12,5	20	25	60	2	3600					
Q016	M00154001	15	12,5	Bomba de Recepción de leche L54	A03	192.168.0.33	460	440	12,5	20	25	60	2	3600					

CELDA A04							Datos del Motor dados de alta en los VF							Pruebas					
Circuito	Item	KW Variador	KW Carga	Descripción	Celda Ubicación	Dir. IP de servicio	V MAX	V Placa	KW	Amp	Amp. Sobrecarga	HZ	Num. De Polos	RPM	Prueba de arranque	Prueba de continuidad	Etiquetado	Val.Placa en Motor OK	Prueba en campo
Q017	M00155001	15	12,5	Bomba de Recepción de leche L55	A04	192.168.0.34	460	440	12,5	20	25	60	2	3600					
Q018	M00156001	15	12,5	Bomba de Recepción de leche L56	A04	192.168.0.35	460	440	12,5	20	25	60	2	3600					
Q019	M00159001	15	8,6	Bomba de Recepción de leche L59	A04	192.168.0.36	460	440	8,6	14	17,5	60	8	1000					
Q026	M00261001	15	12,5	Bomba Envío de leche a Descremadora L61	A04	192.168.0.37	460	440	12,5	20	25	60	2	3600					
Q028	M00262001	15	12,5	Bomba Envío de leche a Descremadora L62	A04	192.168.0.38	460	440	12,5	20	25	60	2	3600					
Q030	M00263001	15	12,5	Bomba Envío de leche a Descremadora L63	A04	192.168.0.39	460	440	12,5	20	25	60	2	3600					
Q032	M00264001	15	12,5	Bomba Envío de leche a Descremadora L64	A04	192.168.0.40	460	440	12,5	20	25	60	2	3600					
Q034	M00265001	15	12,5	Bomba Envío de leche a Descremadora L65	A04	192.168.0.41	460	440	12,5	20	25	60	2	3600					

CELDA A05							Datos del Motor dados de alta en los VF							Pruebas					
Circuito	Item	KW Variador	KW Carga	Descripción	Celda Ubicación	Dir. IP de servicio	V MAX	V Placa	KW	Amp	Amp. Sobrecarga	HZ	Num. De Polos	RPM	Prueba de arranque	Prueba de continuidad	Etiquetado	Val.Placa en Motor OK	Prueba en campo
Q036	M00266001	15	12,5	Bomba Envío de leche a Descremadora L66	A05	192.168.0.42	460	440	12,5	20	25	60	2	3600					
Q038	M00267001	15	12,5	Bomba Envío de leche a Descremadora L67	A05	192.168.0.43	460	440	12,5	20	25	60	2	3600					
Q040	M00268001	15	12,5	Bomba Envío de leche a Descremadora L68	A05	192.168.0.44	460	440	12,5	20	25	60	2	3600					
Q042	M00269001	15	12,5	Bomba Envío de leche a Descremadora L69	A05	192.168.0.45	460	440	12,5	20	25	60	2	3600					
Q044	M00270001	15	12,5	Bomba Envío de leche a Descremadora L70	A05	192.168.0.46	460	440	12,5	20	25	60	2	3600					
Q058	M00882001	15	12,5	Bomba de envío de crema	A05	192.168.0.47	460	440	12,5	20	25	60	4	1800					
Q059	M00883001	15	12,5	Bomba de envío de crema	A05	192.168.0.48	460	440	12,5	20	25	60	4	1800					
Q062	M44301010	15	12,5	Bomba de Retorno CIP 443	A05	192.168.0.49	460	440	12,5	20	25	60	2	3600					

Fig. A.4 Tablas de los parámetros de los variadores de frecuencia.