



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN, UTILIZANDO UNA RED DEVICENET, EN EL LABORATORIO DE PLC'S DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTROMECAÁNICA**

**CHÁVEZ CHÁVEZ ROMEL PATRICIO
LÓPEZ BASTIDAS ANGEL MARCELO**

Latacunga, Septiembre 2010

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

CERTIFICACIÓN

ING. WASHINGTON FREIRE (DIRECTOR)
ING. MARCELO SILVA (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN, UTILIZANDO UNA RED DEVICENET, EN EL LABORATORIO DE PLC’S DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA.” realizado por los señores: CHÁVEZ CHÁVEZ ROMEL PATRICIO Y LÓPEZ BASTIDAS ANGEL MARCELO, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, **SI** recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de UN empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos en forma portátil de Acrobat. Autorizan a los señores: CHÁVEZ CHÁVEZ ROMEL PATRICIO Y LÓPEZ BASTIDAS ANGEL MARCELO que lo entregue al ING. JIMENEZ MARIO, en su calidad de Director de Carrera.

Latacunga, Septiembre de 2010

Ing. Washington Freire
DIRECTOR

Ing. Marcelo Silva
CODIRECTOR

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, CHÁVEZ CHÁVEZ ROMEL PATRICIO
LÓPEZ BASTIDAS ANGEL MARCELO

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN, UTILIZANDO UNA RED DEVICENET, EN EL LABORATORIO DE PLC’S DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA.” ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Septiembre de 2010

CHÁVEZ CHÁVEZ ROMEL P.
CI: No.- 060306506-1

LÓPEZ BASTIDAS ANGEL M.
CI: No.- 0502374853

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

AUTORIZACIÓN

Nosotros, CHÁVEZ CHÁVEZ ROMEL PATRICIO
LÓPEZ BASTIDAS ANGEL MARCELO

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN, UTILIZANDO UNA RED DEVICENET, EN EL LABORATORIO DE PLC’S DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA” cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Septiembre de 2010

CHÁVEZ CHÁVEZ ROMEL P.
CI: No.- 060306506-1

LÓPEZ BASTIDAS ANGEL M.
CI: No.- 0502374853

AGRADECIMIENTO

Agradezco antes que nada a todos los maestros que en el camino de mis estudios universitarios me brindaron su sabiduría y conocimientos para alcanzar el éxito en este momento, además de manera muy especial a mi director y codirector de tesis Ing. Washington Freire e Ing. Marcelo Silva por su valioso apoyo para finalizar este proyecto.

Romel Chávez

Primeramente agradezco a Dios por estar siempre a mi lado, y darme salud y fortaleza a cada momento de mi vida, además a los Ingenieros por sus conocimientos brindados, y de manera muy especial al Ing. Washington Freire por su valiosa colaboración en el desarrollo y culminación de este proyecto.

Angel López

DEDICATORIA

El presente proyecto de tesis lo dedico a la persona que me dio la vida, que me brindo su amor, cariño, apoyo incondicional, aquella que nunca me fallo, y es mi madre Marlene, por nunca dejar de creer en mí, por guiarme en todos mis pasos de vida.

Romel Chávez

El presente proyecto lo dedico con mucho amor, admiración, respeto y consideración a quienes permitieron hacer realidad este sueño, que son mis padres Marcelo Y Pilar, que con su sabiduría me guiaron hasta alcanzar mis ideales, a mi hermano que con su ejemplo y empuje me incentivo y guío en cada momento, a mi familia y a mi segunda madre que desde el cielo me sigue guiando cada momento de mi vida.

Angel López

INDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	- ii -
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	- iii -
AUTORIZACIÓN	- iv -
AGRADECIMIENTO	- v -
DEDICATORIA	- vi -
INDICE DE CONTENIDOS	- vii -
INDICE DE FIGURAS.....	- xiv -
INDICE DE TABLAS.....	- xviii -
ANEXOS.....	- xix -
ANTECEDENTES.....	- xx -
OBJETIVO GENERAL.....	- xx -
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	- xx -
JUSTIFICACION.....	- xxi -
METAS DEL PROYECTO.....	- xxii -
CAPÍTULO I	- 1 -
GENERALIDADES.....	- 1 -
1.1.- CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES.....	- 1 -
FIG. 1. 1: Familia de controladores lógicos programables, Allen Bradley ...	- 1 -
1.1.1.- Características.....	- 2 -
1.1.1.1.-Ventajas.....	- 3 -
1.1.1.2.- Desventajas.....	- 3 -
1.1.2.- Definición.....	- 4 -
FIG. 1. 2: Autómata programable o PLC.....	- 4 -
1.1.3.- Estructura y componentes básicos.....	- 4 -
1.1.3.1.- Entradas y Salidas.....	- 5 -
1.1.4.- Tipos de PLC´s.....	- 6 -
1.1.4.1.- PLC tipo Nano.....	- 6 -
1.1.4.2.- PLC tipo Compactos.....	- 7 -
1.1.4.3.- PLC tipo Modular.....	- 8 -
1.1.5.- Memoria del programa.....	- 8 -
1.1.5.1.- Memoria RAM.....	- 9 -
1.1.5.2.- Memorias EPROM y EEPROM.....	- 9 -
1.2.- PLC's Allen Bradley serie Logix.....	- 9 -

1.2.1.- Controlador de CompactLogix y módulos 1769 de E/S.	- 9 -
1.2.1.1.- Diseño de un sistema CompactLogix.....	- 11 -
1.2.1.2.- Módulo scanner Compact I/O 1769-SDN DeviceNet.	- 11 -
1.2.2.1.1.- Características.	- 11 -
1.2.1.2.- Comunicación con los dispositivos esclavos.	- 13 -
1.2.1.3.- Módulos analógicos Compact E/S.	- 14 -
1.2.1.3.1.- Descripción general.	- 15 -
1.2.1.3.2.- Características de hardware.	- 16 -
1.2.2.- ControlLogix 1756.....	- 17 -
1.2.2.1.- Fuentes de alimentación ControlLogix 1756.	- 17 -
1.2.2.2.- Controladores ControlLogix 1756.	- 18 -
1.2.2.3.- Módulo scanner 1756-DNB DeviceNet.	- 19 -
1.2.2.4.- Módulos de E/S ControlLogix.	- 20 -
1.2.3.- MicroLogix 1100.....	- 20 -
1.2.3.1.- Descripción de componentes.....	- 22 -
1.2.3.1.1.- Módulo 1100 de la memoria de MicroLogix y reloj en tiempo real incorporado.	- 22 -
1.2.3.1.2.- Módulo de expansión E/S.	- 23 -
1.2.4.- MicroLogix 1200.....	- 23 -
1.2.4.1.- Descripción de componentes.....	- 24 -
1.2.4.1.1.- Módulo de la memoria de MicroLogix 1200 y/o reloj en tiempo real.	- 24 -
1.2.4.1.2.- Módulo de Expansión de E/S.....	- 25 -
1.3.- Variadores de velocidad.	- 26 -
1.3.1.- Ventajas:.....	- 27 -
1.3.2.- Tipos de variadores de velocidad.	- 27 -
1.3.2.1.- Variadores mecánicos.	- 28 -
1.3.2.2.- Variadores hidráulicos.	- 28 -
1.3.2.3.- Variadores eléctrico-electrónicos.....	- 29 -
1.3.2.3.1.- Variadores para motores de CC.	- 29 -
1.3.2.3.2.- Variadores por corrientes de Eddy.....	- 30 -
1.3.2.3.3.- Variadores de deslizamiento.....	- 31 -
1.3.2.3.4.- Variadores de frecuencia.	- 31 -
1.3.3.- Funciones de los variadores de velocidad electrónicos.	- 33 -
1.3.3.1.- Aceleración controlada.	- 33 -
1.3.3.2.- Variación de velocidad.....	- 33 -

1.3.3.3.- Regulación de la velocidad.	- 33 -
1.3.3.4.- Desaceleración controlada.	- 34 -
1.3.3.5.- Inversión del sentido de marcha.	- 35 -
1.3.3.6.- Frenado.	- 35 -
1.3.3.7.- Protección integrada.	- 35 -
1.3.4.- Composición de los variadores de velocidad electrónicos.	- 36 -
1.3.4.1.- El módulo de control.	- 36 -
1.3.4.2.- El módulo de potencia.	- 36 -
1.4.- VARIADOR de velocidad Allen Bradley de C.A. Power Flex 700.....	- 37 -
1.4.1.- Comunicaciones.	- 38 -
1.4.2.- Puesta en marcha.....	- 39 -
1.4.2.1.- Rutinas de puesta en marcha.	- 39 -
1.5.- Arrancadores suaves.....	- 40 -
1.5.1.- Ventajas.	- 41 -
1.5.2.- Principio de funcionamiento.....	- 41 -
1.5.3.- Aplicaciones.....	- 42 -
1.6.- arrancador suave allen bradley SMC Flex.....	- 43 -
1.6.1.- Descripción.	- 43 -
1.6.2.- Modos de operación estándar.	- 44 -
1.6.2.1.- Arranque suave.....	- 44 -
1.6.2.2.- Arranque rápido seleccionable.	- 45 -
1.6.2.3.- Arranque con límite de corriente.....	- 46 -
1.6.2.4.- Arranque con doble rampa.	- 46 -
1.6.2.5.- Arranque a voltaje pleno.	- 47 -
1.6.2.6.- Velocidad baja preseleccionada.	- 47 -
1.6.2.7.- Aceleración con velocidad lineal.....	- 48 -
1.6.2.8.- Parada suave.....	- 49 -
1.7.- Paneles Operadores.....	- 50 -
1.7.1.- Características.....	- 50 -
1.7.2.- Estructura y componentes básicos.	- 50 -
1.7.3.- Tipos de paneles operadores.	- 51 -
1.7.3.1.- Infrarrojos.....	- 51 -
1.7.3.2.- Resistivas.	- 53 -
1.7.3.3.- Capacitivas.	- 54 -
1.7.3.4.- De onda acústica superficial (SAW).....	- 54 -
1.8.- Panel Operador Allen Bradley plus 1000.....	- 56 -

1.8.1.- Ventajas.....	- 57 -
1.9.- Motores eléctricos.....	- 57 -
1.9.1.- Características de los motores eléctricos de CA.....	- 58 -
1.9.2.- Estructura y componentes básicos.....	- 59 -
1.9.4.- Tipos de motores eléctricos de CA.....	- 60 -
1.9.4.1.- Asíncrono o de inducción.....	- 60 -
1.9.4.2.- Jaula de ardilla.....	- 60 -
1.9.4.2.1.- Monofásicos.....	- 60 -
1.9.4.2.2.- Trifásicos.....	- 61 -
1.10.- Redes industriales y Protocolos, de comunicación.....	- 61 -
1.10.1.- Características.....	- 61 -
1.10.2.- Tipos de protocolos de comunicación.....	- 62 -
1.10.2.1.- Hart.....	- 63 -
1.10.2.2.- Profibus.....	- 63 -
1.10.2.3.- Foundation Fieldbus (FF).....	- 64 -
1.10.2.4.- Modbus.....	- 64 -
1.10.2.5.- DeviceNet.....	- 65 -
1.10.3.- Tipos de redes industriales de comunicación.....	- 66 -
1.10.3.1.- Buses de Campo.....	- 67 -
1.10.3.1.1.- Tipos de Buses de Campo.....	- 69 -
1.10.3.2.- Red de área local LAN.....	- 69 -
1.10.3.3.- Red WAN.....	- 70 -
1.10.4.- Topologías para la comunicación.....	- 71 -
1.10.4.1.- Punto a punto.....	- 71 -
1.10.4.2.- Anillo.....	- 71 -
1.10.4.3.- Estrella.....	- 72 -
1.10.4.4.- Malla.....	- 72 -
1.11.- Redes industriales y Protocolos, de comunicación, Allen Bradley.....	- 72 -
1.11.1.- Arquitecturas de Comunicación.....	- 72 -
1.11.1.1.- Redes de información.....	- 73 -
1.11.1.2.- Redes de control.....	- 73 -
1.11.1.3.- Redes de dispositivos.....	- 74 -
1.11.2.- Tipos de redes de comunicación.....	- 74 -
1.11.2.1.- Red Ethernet TCP/IP.....	- 75 -
1.11.2.1.1.- Características.....	- 75 -
1.11.2.2.- Red ControlNet.....	- 76 -

1.11.2.2.1.- Características.	- 77 -
1.11.2.3.- Red DeviceNet.	- 77 -
1.11.2.3.1.- Ventajas.	- 78 -
1.11.2.3.2.- Características.	- 79 -
1.11.2.4.- Red Data Highway Plus.....	- 79 -
1.11.2.4.1.- Características.	- 80 -
1.11.2.5.- Red Remote I/O.....	- 80 -
1.11.2.5.1.- Características.	- 81 -
CAPÍTULO II.....	- 82 -
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE COMUNICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO.	- 82 -
2.1.- Introducción.....	- 82 -
2.2.- Diseño del hardware.....	- 82 -
2.2.1.- Diseño de la red DeviceNet.	- 82 -
2.2.2.- Selección de dispositivos para la red DeviceNet y Características de funcionamiento.....	- 83 -
2.2.2.1.- Programador Lógico Controlado.....	- 84 -
2.2.2.2.- Tarjeta de Comunicación Para DeviceNet.	- 84 -
2.2.2.3.- Variador de Velocidad.....	- 84 -
2.2.2.4.- Arrancador Suave.	- 85 -
2.2.2.5.- Componentes para armar red DeviceNet.	- 85 -
2.2.3.- ConFIGuración de dispositivos para la red DeviceNet.....	- 85 -
2.2.3.1.- Configuración de la PC.	- 85 -
2.2.3.2.- Configuración del PLC ControlLogix.	- 86 -
2.2.3.3.- Configuración del PanelView Plus 1000.	- 87 -
2.2.4.- Cableado de la red DeviceNet.	- 88 -
2.2.4.1.- Cable.	- 88 -
2.2.4.2.- Cajas de Alimentación y de Derivación.....	- 89 -
2.2.4.3.- Conectores.	- 89 -
2.2.4.4.- Resistencia de Terminación.....	- 90 -
2.2.4.5.- Cableado Final.....	- 91 -
2.2.5.- DISEÑO DE LOS TABleros.....	- 92 -
2.2.5.1.- SMC Flex.	- 92 -
2.2.5.2.- Power Flex 700.....	- 93 -
2.2.5.3.- Selección de Materiales para la Construcción de los Tableros... -	96 -
2.2.5.3.1.- Material Base.....	- 96 -

2.2.5.3.2.- Conectores.....	- 97 -
2.2.5.3.3.- Conductor.....	- 98 -
2.3.- Diseño Y CONSTRUCCIÓN del módulo de carga.	- 98 -
2.3.1.- Diseño del módulo.	- 98 -
2.3.2.- Selección de elementos para el módulo de carga.	- 99 -
2.3.2.1.- Motor.....	- 99 -
2.3.2.2.- Poleas.....	- 100 -
2.3.2.3.- Chumaceras.	- 100 -
2.3.2.4.- Embrague.	- 101 -
2.3.2.5.- Discos para Frenado.....	- 101 -
2.3.2.6.- Zapatas.....	- 102 -
2.3.2.7.- Romanilla.....	- 102 -
2.3.3.- Construcción del módulo de carga.....	- 103 -
2.3.3.1.- Estructura.	- 103 -
2.3.3.2.- Montaje de los Elementos.....	- 103 -
2.4.- Implementación.	- 105 -
2.4.1.- Enlace y comunicación.	- 105 -
2.4.1.1.- RsLinx.....	- 106 -
2.3.1.2.- DeviceNet Node Commissioning Tool.	- 109 -
2.3.1.3.- RSNetWorx para DeviceNet.	- 111 -
2.4.- Diseño del software.....	- 119 -
2.4.1.- Programación de elementos para la red DeviceNet.....	- 119 -
2.4.1.1.- RSNetWorx para DeviceNet.	- 119 -
2.4.1.2.- RSLogix 5000.	- 120 -
2.4.1.2.1.- Configuración de I/O.	- 121 -
2.4.1.2.2.- Generación de Tags de Dispositivos	- 126 -
2.4.1.2.3.- Creación de los Tags del Controlador.....	- 131 -
2.4.1.3.- Programación PLC.....	- 134 -
2.4.1.3.1.- RSTune.....	- 136 -
2.4.1.3.1.- RSLogix.	- 139 -
2.4.1.3.- FactoryTalk View Studio.	- 144 -
2.4.1.3.1.- Comunicación para FactoryTalk.	- 144 -
2.4.1.3.2.- Programación con FactoryTalk.....	- 149 -
2.4.1.3.3.- Descarga de Proyecto en PanelView Plus 1000.....	- 162 -
CAPÍTULO III	- 168 -
PRUEBAS Y ANÁLISIS EXPERIMENTALES.	- 168 -

3.1.- Pruebas experimentales.....	- 168 -
3.1.1.- Perdida de Alimentacion para la red devicenet.....	- 168 -
3.1.2.- Pereder alimentación a los equipos.....	- 170 -
3.1.2.1.- Controlador Lógico Programable.....	- 170 -
3.1.2.2.- Panel View Plus 1000.....	- 171 -
3.1.2.3.- SMC Flex.....	- 171 -
3.1.2.4.- Power Flex 700.....	- 173 -
3.1.3.- Resistencias terminales.....	- 174 -
3.1.4.- voltaje de alimentación en la red devicenet.....	- 175 -
3.1.5.- COMPROBACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS CONECTADOS EN DEVINET.....	- 175 -
3.2.- Alcances y limitaciones.....	- 176 -
3.2.1.- Alcances.....	- 176 -
3.2.2.- Limitaciones.....	- 176 -
CAPÍTULO IV.....	- 177 -
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	- 177 -
4.1.- Conclusiones.....	- 177 -
4.2.- Recomendaciones.....	- 178 -

INDICE DE FIGURAS

FIG. 1. 1 Familia de controladores lógicos programables, Allen Bradley.	- 1 -
FIG. 1. 2 Autómata programable o PLC	- 4 -
FIG. 1. 3 Nano PLC, Allen Bradley.....	- 6 -
FIG. 1. 4 PLC tipo compacto, Allen Bradley.....	- 7 -
FIG. 1. 5 PLC Modular, Allen Bradley.	- 8 -
FIG. 1. 6 Controlador de Compact Logix y módulos de E/S.....	- 9 -
FIG. 1. 7 Apreciación global de las aplicaciones del módulo CompactLogix. ..	- 10 -
FIG. 1. 8 Apariencia física del módulo 1769-SDN.....	- 12 -
FIG. 1. 9 Red DeviceNet	- 13 -
FIG. 1. 10 Apariencia física de los módulos 1769-IF4 y 769-OF2.....	- 16 -
FIG. 1. 11 Fuente de alimentación ControlLogix.	- 17 -
FIG. 1. 12 Controlador ControlLogix 1756.	- 18 -
FIG. 1. 13 Módulo scanner 1756-DNB DeviceNet.....	- 19 -
FIG. 1. 14 Módulos de E/S para ControlLogix.....	- 20 -
FIG. 1. 15 Apariencia física del MicroLogix 1100.	- 21 -
FIG. 1. 16 Módulo de la memoria.	- 22 -
FIG. 1. 17 Módulo de expansión de E/S.	- 23 -
FIG. 1. 18 Características del hardware del controlador.	- 24 -
FIG. 1. 19 Módulo de la memoria MicroLogix 1200.....	- 25 -
FIG. 1. 20 Módulo de Expansión de E/S de Micro Logix 1200.....	- 25 -
FIG. 1. 21 Variador de velocidad electrónico.	- 26 -
FIG. 1. 22 Principio de funcionamiento de la regulación de velocidad.	- 34 -
FIG. 1. 23 Estructura general de un variador de velocidad electrónico.....	- 37 -
FIG. 1. 24 Variador de Velocidad Power Flex 700.	- 37 -
FIG. 1. 25 Arrancadores suaves ABB.	- 40 -
FIG. 1. 26 Arrancadores suaves ABB.	- 43 -
FIG. 1. 27 Arranque suave.....	- 45 -
FIG. 1. 28 Arranque rápido seleccionable.....	- 45 -
FIG. 1. 29 Arranque con límite de corriente.	- 46 -
FIG. 1. 30 Arranque con doble rampa.....	- 47 -
FIG. 1. 31 Arranque a voltaje pleno.	- 47 -
FIG. 1. 32 Velocidad baja preseleccionada.....	- 48 -
FIG. 1. 33 Aceleración con velocidad lineal	- 49 -
FIG. 1. 34 Parada suave.....	- 50 -
FIG. 1. 35 Componentes del panel operador.	- 51 -
FIG. 1. 36 Pantalla táctil por infrarrojos.....	- 52 -
FIG. 1. 37 Pantalla táctil resistiva.....	- 53 -
FIG. 1. 38 Pantallas táctiles de onda acústica superficial.	- 55 -
FIG. 1. 39 PanelView Plus.	- 56 -
FIG. 1. 40 Diversos motores eléctricos.	- 57 -
FIG. 1. 41 a - estructura de una máquina sincrónica; b - estator laminado;.....	- 59 -
FIG. 1. 42 Señal de transmisión con protocolo Hart.....	- 63 -
FIG. 1. 43 Arquitectura del bus de campo.....	- 67 -
FIG. 1. 44 Arquitectura de bus de campo es un sistema abierto de tiempo real.-	68

FIG. 1. 45 Arquitectura del bus para otras funcionalidades.	- 68 -
FIG. 1. 46 Tipos de buses de campo	- 69 -
FIG. 1. 47 Redes de comunicación de Allen Bradley.	- 74 -
FIG. 1. 48 Red Ethernet, Allen Bradley.	- 76 -
FIG. 1. 49 Red ControlNet, Allen Bradley.	- 77 -
FIG. 1. 50 Red DeviceNet, Allen Bradley.	- 79 -
FIG. 1. 51 Red Data Highway Plus, Allen Bradley.	- 80 -
FIG. 1. 52 Red Remote I/O, Allen Bradley.	- 81 -
FIG. 2.1 Diseño de la Red DeviceNet	- 83 -
FIG. 2.2 Direccionamiento de la PC	- 86 -
FIG. 2.3 Direccionamiento del Controlador	- 87 -
FIG. 2.4 Direccionamiento del PanelView Plus 1000	- 88 -
FIG. 2.5 Cable para Red DeviceNet	- 88 -
FIG. 2.6 Cajas de Alimentación y Derivación	- 89 -
FIG. 2.7 Conectores Lineales Tipo Hembra	- 90 -
FIG. 2.8 Conectores Mini Sellados Tipo Macho y Hembra	- 90 -
FIG. 2.9 Conectores Tipo T	- 90 -
FIG. 2.10 (a) Resistencia de Terminación Conector Lineal Tipo Hembra.	- 91 -
FIG. 2.11 Red DeviceNet Básica	- 91 -
FIG. 2.12 Diseño del Tablero SMC Flex	- 93 -
FIG. 2.13 Diseño del Tablero Power Flex 700	- 95 -
FIG. 2.14 Grilon	- 96 -
FIG. 2.15 Jack Banana Marca Emerson – Jhonson	- 97 -
FIG. 2.16 Motor Siemens	- 99 -
FIG. 2.17 Poleas	- 100 -
FIG. 2.18 Chumaceras	- 100 -
FIG. 2.19 Embrague	- 101 -
FIG. 2.20 Discos de Frenado	- 101 -
FIG. 2.21 Zapatas de Freno	- 102 -
FIG. 2.22 Romanilla	- 102 -
FIG. 2.23 Estructura para módulo de carga	- 103 -
FIG. 2.24 Montaje de elementos	- 104 -
FIG. 2.25 Montaje de embrague y polea	- 104 -
FIG. 2.26 Montaje del motor	- 105 -
FIG. 2.27 Selección del Tipo de Comunicación	- 106 -
FIG. 2.28 Nombre del Tipo de Comunicación	- 107 -
FIG. 2.29 Configuración del Driver	- 107 -
FIG. 2.30 Visualización de la Comunicación	- 108 -
FIG. 2.31 Comprobación de Fallos	- 109 -
FIG. 2.32 Selección de Módulo para Direccionamiento	- 110 -
FIG. 2.33 Nuevo número de Nodo	- 110 -
FIG. 2.34 Búsqueda de la Red DeviceNet	- 111 -
FIG. 2.35 Solicitud de Carga y Descarga de Dispositivos	- 112 -
FIG. 2.36 Dispositivos Conectados en DeviceNet	- 112 -
FIG. 2.37 Carga de Parámetros del Módulo 1756-DNB	- 113 -
FIG. 2.38 Lista del Scanner	- 114 -
FIG. 2.39 Método de Comunicación	- 115 -

FIG. 2.40 Carga de Parámetros del Módulo Power Flex	- 115 -
FIG. 2.41 Lista de Parámetros del Módulo Power Flex	- 116 -
FIG. 2.42 Carga de Parámetros del Módulo SMC Flex	- 117 -
FIG. 2.43 Lista de Parámetros del Módulo SMC Flex	- 118 -
FIG. 2.44 Diagnóstico de Dispositivos Conectados en DeviceNet	- 118 -
FIG. 2.45 Parámetros del Nuevo Controlador	- 121 -
FIG. 2.46 Nuevo Módulo EtherNet	- 122 -
FIG. 2.47 Datos del Módulo EtherNet	- 122 -
FIG. 2.48 Nuevo Módulo DeviceNet	- 123 -
FIG. 2.49 Datos del Scanner DeviceNet	- 124 -
FIG. 2.50 Cargar Archivo RSNNetWorx	- 124 -
FIG. 2.51 Nuevo Módulo I/O Análogas	- 125 -
FIG. 2.52 Datos del Módulo I/O Análogas	- 125 -
FIG. 2.53 Configuración de Entrada Análoga 1	- 126 -
FIG. 2.54 Generación de Tags	- 127 -
FIG. 2.55 Selección del Proyecto	- 128 -
FIG. 2.56 Selección del Scanner	- 128 -
FIG. 2.57 Selección del Proyecto de RSNNetWorx	- 129 -
FIG. 2.58 Selección del Nodo del scanner	- 130 -
FIG. 2.59 Generación de Tags	- 130 -
FIG. 2.60 Tags Generados de los Dispositivos	- 131 -
FIG. 2.61 Creación de Nuevos Tags	- 131 -
FIG. 2.62 Datos del Nuevo Tag	- 132 -
FIG. 2.63 Tags Creados para la Programación	- 134 -
FIG. 2.64 Nuevo proyecto en RSTune	- 137 -
FIG. 2.65 Configuración en RSTune	- 137 -
FIG. 2.66 Visualización de las Señales del Proceso	- 138 -
FIG. 2.67 Sintonización del Proceso	- 139 -
FIG. 2.68 Propiedades del PID	- 139 -
FIG. 2.69 Propiedades del PID Pestaña Tuning	- 140 -
FIG. 2.70 Propiedades del PID Pestaña <i>Configuration</i>	- 141 -
FIG. 2.71 Propiedades del PID Pestaña <i>Scaling</i>	- 142 -
FIG. 2.72 Propiedades del PID Pestaña <i>Tag</i>	- 143 -
FIG. 2.73 Programación del PLC	- 144 -
FIG. 2.74 Inicio de FactoryTalk View Studio	- 145 -
FIG. 2.75 Nuevo Proyecto	- 145 -
FIG. 2.76 Nueva Configuración para la Comunicación	- 146 -
FIG. 2.77 Creación de Nueva Configuración para la Comunicación	- 146 -
FIG. 2.78 Nuevo Archivo de Configuración para la Comunicación	- 147 -
FIG. 2.79 Creación de Acceso Directo para Enlace de Programas	- 147 -
FIG. 2.80 Copia del Diseño al Proceso en Ejecución	- 148 -
FIG. 2.81 Cargar Tags Offline	- 148 -
FIG. 2.82 Verificación de la Configuración para el FactoryTalk	- 149 -
FIG. 2.83 Nueva Ventana en FactoryTalk	- 149 -
FIG. 2.84 Ventana Main	- 150 -
FIG. 2.85 Ventana SMC Flex	- 150 -
FIG. 2.86 Botón Start	- 151 -
FIG. 2.87 Pestaña para Asignación de Tag	- 151 -

FIG. 2.88 Búsqueda del Tag a Direccionar	- 152 -
FIG. 2.89 Botón para Enlace con Ventana Main	- 152 -
FIG. 2.90 Búsqueda de la Ventana a Enlazar	- 153 -
FIG. 2.91 Animación Ellipse	- 154 -
FIG. 2.92 Selección del Tag a Direccionar	- 154 -
FIG. 2.93 Tag a Direccionar	- 155 -
FIG. 2.94 Ventana Power Flex	- 156 -
FIG. 2.95 Ventana Trends	- 158 -
FIG. 2.96 Librería de FactoryTalk	- 159 -
FIG. 2.97 Pantalla Trends Reconfigurada en el FactoryTalk	- 160 -
FIG. 2.98 Guardar Displays	- 161 -
FIG. 2.99 Lista Desplegable opción <i>Startup</i>	- 161 -
FIG. 2.100 Selección de la Ventana Principal	- 162 -
FIG. 2.101 Create Runtime Aplication	- 162 -
FIG. 2.102 Nombre de la Aplicación Modo en Tiempo Real	- 163 -
FIG. 2.103 Transfer Utility	- 163 -
FIG. 2.104 Búsqueda del Archivo en Tiempo Real	- 164 -
FIG. 2.105 Búsqueda del Panel View Plus	- 164 -
FIG. 2.106 Mensaje de Confirmación de Descarga	- 165 -
FIG. 2.107 Abrir Proyecto en PanelView Plus	- 165 -
FIG. 2.108 Selección del Proyecto	- 166 -
FIG. 2.109 Ratificación para Reemplazar el Proyecto por uno Nuevo	- 166 -
FIG. 2.110 Mensaje de inicio de Aplicación	- 167 -
FIG. 3.1 Error al Mapear Dispositivos en DeviceNet	- 169 -
FIG. 3.2 Mensaje de no Alimentación a la Red DeviceNet	- 169 -
FIG. 3.3 Fallos de los equipos conectados en DeviceNet	- 170 -
FIG. 3.4 No Mapea Dispositivo PLC... ..	- 170 -
FIG. 3.5 No Mapea Dispositivo PanelView Plus 1000	- 171 -
FIG. 3.6 Dispositivo SMC Flex no Conectado	- 172 -
FIG. 3.7 RSNetWorx Error No Read SMC Flex	- 172 -
FIG. 3.8 Dispositivo Power Flex 700 no Conectado	- 173 -
FIG. 3.9 RSNetWorx Error No Read Power Flex 700	- 174 -
FIG. 3.10 Medición de la Resistencia Terminal	- 174 -
FIG. 3.11 Medición de Alimentación en la Red DeviceNet	- 175 -
FIG. 3.12 Comprobación DeviceNet con el Software RSNetWorx para DeviceNet	- 176 -

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Características del hardware del módulo 1769-SDN	- 12 -
Tabla 1.2 Rangos normales y totales.....	- 15 -
Tabla 1.3 Características de hardware de los módulos 1769-IF4 y 769-OF2 ..	- 17 -
Tabla 1.4 Rasgos del hardware	- 21 -
Tabla 1.5 Características del Hardware	- 24 -
Tabla 1.6 Datos de Placa Motor Siemens.....	- 58 -
Tabla 1.7 Comparación de características entre algunos buses y protocolos .	- 65 -
Tabla 2.1 Características Según Colores del Cable Delgado	- 89 -
Tabla 2.2 Pines de Conexión del SMC Flex.....	- 92 -
Tabla 2.3 Pines de Conexión del Power Flex 700	- 94 -
Tabla 2.4 Especificaciones Técnicas del Grilon.....	- 97 -
Tabla 2.5 Características Eléctricas de Conectores.....	- 98 -
Tabla 2.6 Especificaciones del Bloque de Terminales de E/S Power Flex 700	- 98 -
Tabla 2.7 Cableado de Control SMC Flex.....	- 98 -
Tabla 2.8 Datos Técnicos del Motor.....	- 99 -
Tabla 2.9 Parámetros Modificados Power Flex 700	- 119 -
Tabla 2.10 Parámetros Modificados SMC Flex.....	- 120 -
Tabla 2.11 Valores de Configuración de Entrada Análoga 1	- 126 -
Tabla 2.12 Tags del Controlador.....	- 133 -
Tabla 2.13 Tags Empleados en la Aplicación con SMC Flex.....	- 134 -
Tabla 2.14 Tags Empleados en la Aplicación con Power Flex 700	- 135 -
Tabla 2.15 Variable Adicional MOV, Aplicación Power Flex 700.....	- 135 -
Tabla 2.16 Variable Adicional PID, Aplicación Power Flex 700.....	- 136 -
Tabla 2.17 Opciones Pestaña Tuning	- 140 -
Tabla 2.18 Opciones Pestaña <i>Configuration</i>	- 140 -
Tabla 2.19 Opciones Pestaña <i>Scaling</i>	- 141 -
Tabla 2.20 Propiedades Botones Ventana Main	- 150 -
Tabla 2.21 Propiedades Botones Ventana SMC Flex.....	- 156 -
Tabla 2.22 Propiedades Botones Ventana Power Flex.....	- 157 -
Tabla 2.23 Propiedades Botones Ventana Trends	- 160 -

ANEXOS

Anexo A: Características Equipos.

Anexo B: Diagramas y Análisis de los Mini Ensamblés.

Anexo C: Manuales de Operación SMC-Flex y PowerFlex700.

Anexo D: Guías de prácticas básicas.

ANTECEDENTES

El avance tecnológico, ha establecido nuevas formas de control y comunicación en los equipos. Dando lugar a la implementación de nuevas redes para la comunicación.

Las industrias en la actualidad han tenido un continuo avance con respecto al control y monitoreo de los procesos, de esta manera se obtiene mejoras en la producción. Este paso también conllevó a criterios de comunicación más elevados y complicados. La supervisión cuidadosa y sistemática de la información, son herramientas necesarias para conseguir objetivos, y proporciona técnicas con las que se puede evaluar los procesos.

Los centros de enseñanza deben poseer equipos acorde con la evolución tecnológica, que proporcionen a sus estudiantes los instrumentos necesarios para realizar experimentos que se asemejen a los que se van a utilizar dentro del campo profesional. Por este motivo con la adquisición de nuevos equipos, se ve necesaria la implementación de esta red a nivel educativo y didáctico para el laboratorio de nuestra querida institución.

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar e Implementar un Sistema de Supervisión, Utilizando una Red DeviceNet, en el Laboratorio de PLC'S, de la Escuela Superior Politécnica del Ejército Sede Latacunga.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir una red DeviceNet con los elementos Allen Bradley del laboratorio de PLC'S, de la ESPE-L.
- Desarrollar un sistema de supervisión ocupando Factory Talk para la red DeviceNet.

- Configurar una interface para supervisar el módulo de carga, utilizando RS Links, para la red DeviceNet.
- Programar los PLC'S modulares y compactos que tienen acceso a la red DeviceNet del laboratorio, para gobernar el proceso.
- Programar el panel operador utilizando el software Factory Talk para visualizar y controlar el proceso.
- Diseñar y construir un módulo didáctico a modo de simulación de carga de una máquina eléctrica, para arranque de motores y control de velocidad, que servirá como una aplicación para esta red.

JUSTIFICACIÓN

El laboratorio de PLC'S de la ESPE-L posee equipos para la realización de redes con elementos Allen Bradley siendo uno de ellos la red DeviceNet, que será implementada. Con el presente proyecto se pretende instalar la red, aplicar en un sistema de supervisión y enlazar con la red EtherNet, esta red contribuirá para la realización de experimentos usando todo este equipamiento, para lo cual se ocuparán adecuadamente los elementos adquiridos optimizando los recursos de la ESPE-L.

También se considera que este proyecto ayuda a tener mayor conocimiento de lo que se está utilizando en las industrias, para poder de esta forma elevar al máximo el aprovechamiento que se da en los procesos.

Ayudará a fortalecer los conocimientos y poder brindar un buen servicio a una empresa en el campo laboral. Como es el hecho de concretar todos los controles de un proceso en un solo lugar, desde donde se podrá visualizar y controlar el proceso. Cabe mencionar que no solo puede ser un proceso ya que pueden ser varios procesos existentes en una empresa.

El presente proyecto servirá como base investigativa para las futuras generaciones de la carrera de ingeniería electromecánica, a partir de la cual se podrá mejorar este

tipo de controles en función del adelanto de la tecnología, ya que se prevee que este proyecto así como sus elementos servirán como herramientas didácticas para el mejor aprendizaje de las materias afines.

METAS DE PROYECTO

- Llegar a diseñar e implementar una red DeviceNet con los elementos Allen Bradley del laboratorio de PLC'S, de la ESPE-L.
- Conseguir el desarrollo eficiente de un sistema de supervisión, con una red DeviceNet.
- Lograr la programación de los dispositivos a utilizarse en la red para el monitoreo y control del proceso.
- Alcanzar la construcción de un módulo didáctico, para la aplicación de nuestra red, que sea fiable y práctico.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES.

1.1.- CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES.¹



FIG. 1.1: Familia de controladores lógicos programables, Allen Bradley²

Los Controladores son Sistemas Industriales de Control Automático que trabajan bajo una secuencia almacenada en memoria, de instrucciones lógicas. Es un sistema porque contiene todo lo necesario para operar, e industrial por tener todos los registros necesarios para operar en los ambientes hostiles encontrados en la industria.

¹<http://www.industria.uda.cl/Academicos/AlexanderBorger/Docts%20Doce ncia/Seminario%20de%20Aut/trabajos/trabajos%202002/PLC/plc.htm>

²<http://www.ab.com/programmablecontrol/pac/>

1.1.1.- CARACTERÍSTICAS.

Se distinguen de otros controladores automáticos en que puede ser programado para controlar cualquier tipo de máquina, a diferencia de otros muchos que, solamente pueden controlar un tipo específico de aparato.

Los PLC's o Autómatas Programables, son dispositivos electrónicos creados específicamente para el control de procesos secuenciales, con el fin de lograr que una máquina o cualquier otro dispositivo funcione de forma automática.

Los autómatas nos ofrecen muchas posibilidades de configuración, dependiendo de la magnitud de la instalación, es posible encontrar desde el autómata compacto más básico al más complejo equipo de control con multitud de módulos de entradas y salidas, sin que ello repercuta en las posibles ampliaciones futuras del sistema.

Poseen un gran número de funciones internas que ayudan a identificar problemas, es el propio autómata el que, a través de su propia estructura y software interno, nos informa de su estado, lo que evita pérdidas de tiempo en búsquedas infructuosas o muy costosas (fallos de interruptores, pilas agotadas, etc.)

Con el empleo de los PLC ó autómatas y software se puede realizar un control total sobre la instalación, desde la etapa inicial hasta el destino, pasando por cada uno de los subprocessos intermedios de la producción.

El PLC es realmente el cerebro que gestiona y controla automáticamente nuestras instalaciones. Dependiendo del tamaño de la planta y de la

complejidad de la automatización, el número de autómatas puede variar desde uno hasta un número importante de autómatas enlazados.

1.1.1.1.- VENTAJAS.

Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:

- No es necesario dibujar el esquema de contactos.
- No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas.
- La lista de materiales a emplear queda sensiblemente reducida.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos (sin costo añadido en otros componentes).
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra de la instalación.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento del proceso, al quedar reducido el tiempo de cableado.
- Si la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil en otras máquinas o sistemas de producción.

1.1.1.2.- DESVENTAJAS.

- Adiestramiento de técnicos en programación de dichos dispositivos.
- La inversión inicial.

1.1.2.- DEFINICIÓN.



FIG. 1.2: AUTÓMATA PROGRAMABLE O PLC

Un autómata programable industrial (API) o Programmable Logic Controller (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales. Un PLC trabaja en base a la información recibida por los sensores y el programa lógico interno, actuando sobre los actuadores de la instalación.

De acuerdo con la definición de la "Nema" (National Electrical Manufacturers Association) un controlador programable es: "Un aparato electrónico operado digitalmente, que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones para implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas para controlar, a través de módulos de entrada/salida digitales (ON/OFF) o analógicos (1 a 10 VDC, 4 a 20 mA, etc.), varios tipos de máquinas o procesos".

1.1.3.- ESTRUCTURA Y COMPONENTES BÁSICOS.

Los PLC se *componen básicamente* de estas secciones:

- Sección de Entrada.
- Sección de Salida.

- Sección Lógica de Control.
- Memoria.

1.1.3.1.- ENTRADAS Y SALIDAS.

Las entradas y salidas son los elementos del PLC que lo vinculan al campo. En el caso de las entradas, adaptan las señales de sensores para que la CPU las reconozca. En el caso de las salidas, activan un circuito de conexión (transistor, triac o relé) ante una orden de la CPU.

La clasificación de las entradas y salidas son las siguientes:

Discretas: También llamadas digitales, lógicas, binarias u on/off, pueden tomar solo dos estados. La denominación digital es más común que la de discreta, aún cuando es incorrecta, ya que todas las funciones de un PLC, incluidas las E/S son digitales.

Analógicas: Pueden tomar una cantidad de valores intermedios dentro de un cierto límite, dependiendo de su resolución. Por ejemplo 0 a 10 Vcc, 4 a 20 mAcc, etc.

Especiales: Son variantes de las analógicas, como las entradas de pulsos de alta velocidad, termocuplas, RTDs, etc.

Inteligentes: Son módulos con procesador propio y un alto grado de flexibilidad para su programación. Durante su operación intercambian datos con la CPU.

1.1.4.- TIPOS DE PLC'S.

Debido a la gran variedad de tipos distintos de PLC, tanto en sus funciones, en su capacidad, en su aspecto físico y otros, es que es posible clasificar los distintos tipos en varias categorías.

1.1.4.1.- PLC TIPO NANO.



FIG. 1.3: Nano PLC, Allen Bradley³

Generalmente este PLC (Fuente, CPU e I/O integradas) que puede manejar un conjunto reducido de I/O, en un número inferior a 100. Permiten manejar entradas y salidas digitales y algunos módulos especiales.

³http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/b r/1760-br001_-en-p.pdf

1.1.4.2.- PLC TIPO COMPACTOS.



FIG. 1.4: PLC tipo compacto, Allen Bradley⁴

Estos PLC's tienen incorporado la Fuente de Alimentación, su CPU y módulos de I/O en un solo módulo principal y permiten manejar desde unas pocas I/O hasta varios cientos (alrededor de 500 I/O) , su tamaño es superior a los Nano PLC y soportan una gran variedad de módulos especiales, tales como:

- Entradas y salidas análogas.
- Módulos contadores rápidos.
- Módulos de comunicaciones.
- Interfaces de operador.
- Expansiones de I/O.

⁴<http://www.realtimeservice.com.ar/en/desarrollos/productos/rockwell/control2.jpg>

1.1.4.3.- PLC TIPO MODULAR.



FIG. 1.5: PLC Modular, Allen Bradley⁵

Estos PLC's se componen de un conjunto de elementos que conforman el controlador final, estos son:

- Rack.
- Fuente de Alimentación.
- CPU.
- Módulos de I/O.

1.1.5.- MEMORIA DEL PROGRAMA.

Las instrucciones de un programa se registran en una memoria de programa y posteriormente se van extrayendo para la ejecución del programa. La memoria de programa existe en tres ejecuciones:

- RAM.
- EPROM
- EEPROM.

⁵<http://www.ab.com/programmablecontrol/pac/controllogix/index.html>

1.1.5.1.- MEMORIA RAM.

(Random Access Memory) está integrada directamente en el control. Se trata de una memoria de acceso directo que permite la rápida introducción y salida del programa.

1.1.5.2.- MEMORIAS EPROM Y EEPROM.

(Erasable Programmable Read-Only Memory y Electric Erasable Programmable Read Only Memory) son memorias de valores fijos, no modificables, que se pueden utilizar en la unidad principal de control.

1.2.- PLC'S ALLEN BRADLEY SERIE LOGIX.

1.2.1.- CONTROLADOR DE COMPACTLOGIX Y MÓDULOS 1769 DE E/S.⁶

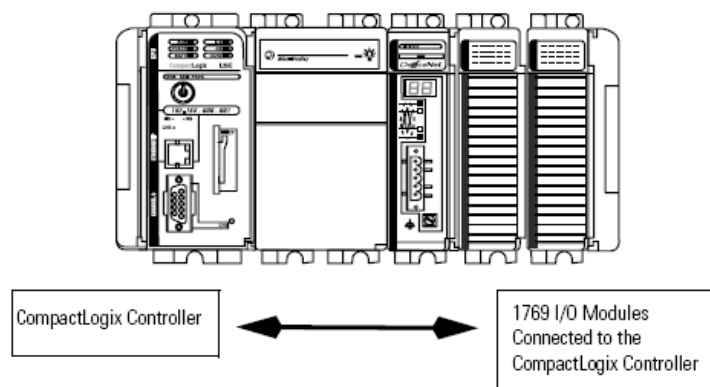


FIG. 1.6: Controlador de Compact Logix y módulos de E/S

⁶http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1769-um011_-en-p.pdf

El controlador de CompactLogix, proporciona un sistema pequeño, poderoso, rentable que consiste de:

- Software de programación de RSLogix 5000.
- Puertos de comunicación incorporados para las redes de EtherNet/IP (1769-L32E y 1769-L35E solamente) y de ControlNet (1769-L32C y 1769-L35CR solamente).
- Un módulo del interfaz de comunicaciones 1769-SDN que proporciona el control de E/S y la configuración del dispositivo remoto encima de DeviceNet.
- Un puerto serial incorporado en cada regulador de CompactLogix.
- Módulos de E/S compactos que proporcionan un sistema DIN-barra o sistema de E/S tablero-montado.

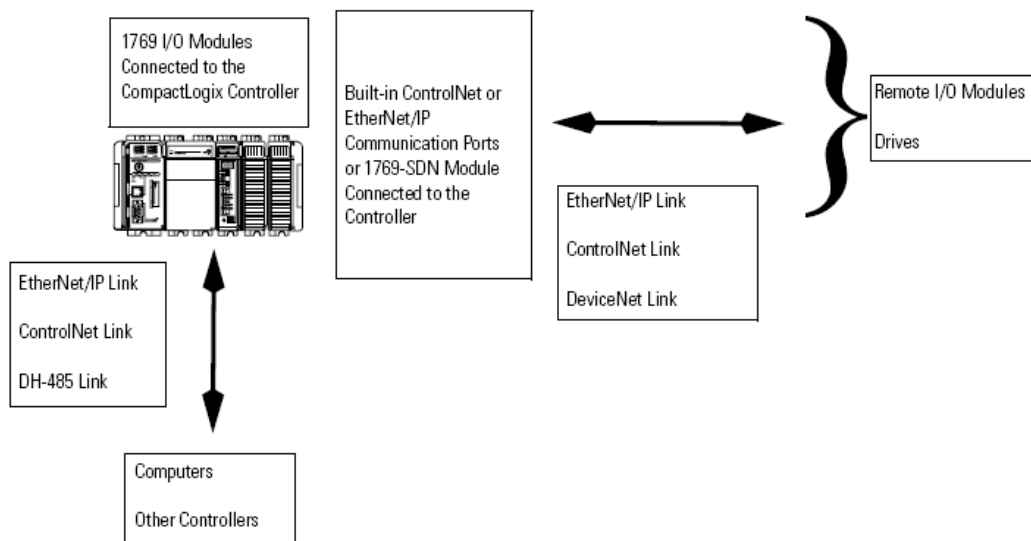


FIG. 1.7: Apreciación global de las aplicaciones del módulo CompactLogix

1.2.1.1.- DISEÑO DE UN SISTEMA COMPACTLOGIX.

Cuando se vaya a diseñar un sistema de CompactLogix, se debe determinar la configuración de red y la colocación de componentes en cada localización, luego, dimensionar:

- Dispositivos de entrada-salida (E/S).
- Una red de comunicaciones.
- Reguladores.
- Fuentes de alimentación.
- Software.

1.2.1.2.- MÓDULO SCANNER COMPACT I/O 1769-SDN DEVICENET.⁷

En las tablas de datos de configuración y las pantallas para DeviceNet para poder realizar una configuración típica con el empleo de estas. Fig. 1.9.

1.2.2.1.1.- CARACTERÍSTICAS.

Para identificar las características del scanner observar la Tabla 1.1.

⁷http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1769-um009_-es-p.pdf

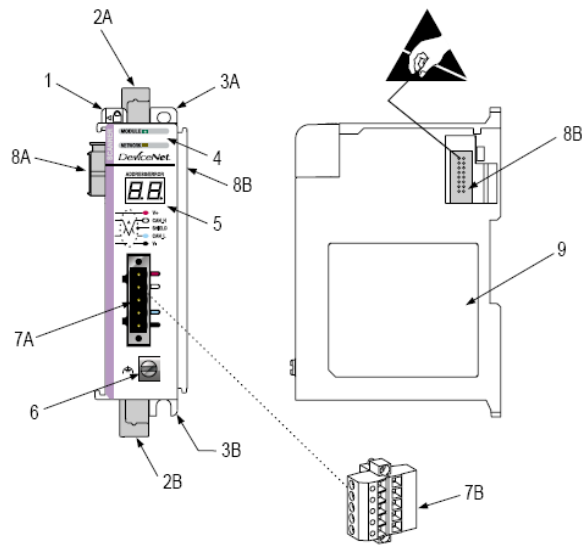


FIG. 1.8: Apariencia física del módulo 1769-SDN

Tabla 1.1. Características del hardware del módulo 1769-SDN

Ítem	Descripción
1	Palanca de bus (con enclavamiento)
2 ^a	Seguro superior para el riel DIN
2B	Seguro inferior para el riel DIN
3A	Lengüeta superior para montaje en panel
3B	Lengüeta inferior de montaje en panel
4	Indicadores LED de estado del módulo y de la red
5	Pantalla numérica de dirección y error
6	Tornillo de tierra
7A	Conector macho de acoplamiento DeviceNet
7B	Conector hembra DeviceNet extraíble
8A	Conector de bus móvil con pines hembra
8B	Conector de bus con pines macho
9	Etiqueta de la placa del fabricante

En una configuración típica, el scanner actúa como interface entre los dispositivos DeviceNet y el controlador programable.

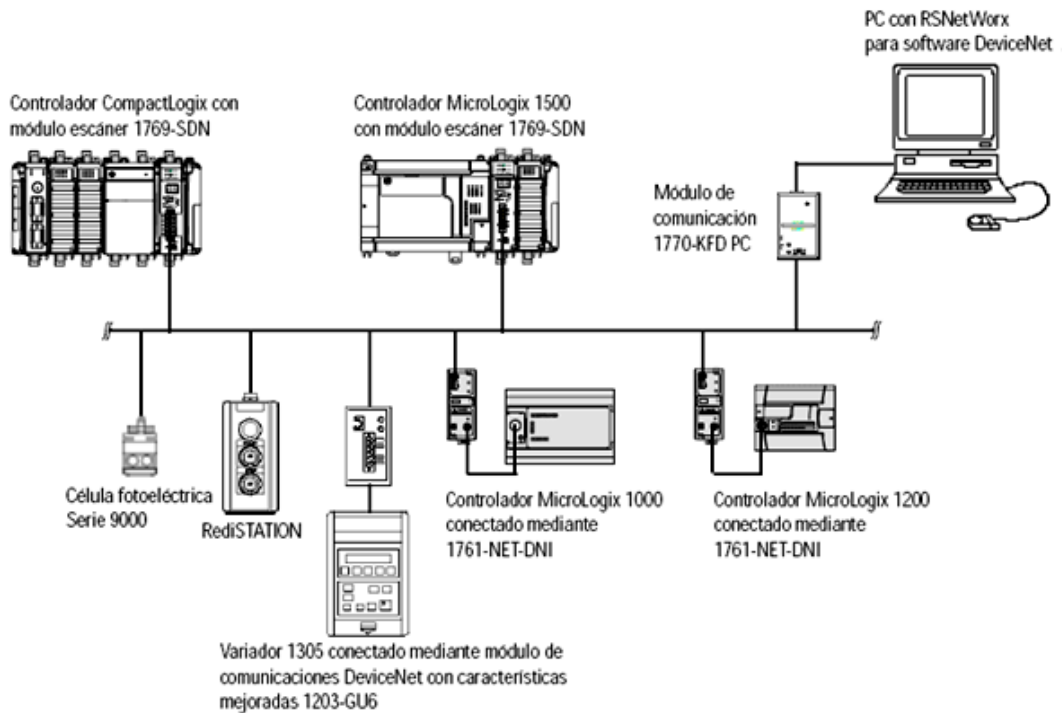


FIG. 1.9: Red DeviceNet

El scanner se comunica con los dispositivos DeviceNet mediante la red para:

- Leer entradas de dispositivos esclavos.
- Escribir salidas a dispositivos esclavos.
- Comunicarse con dispositivos esclavos (transmisión de mensajes).
- Cargar/descargar programas a un controlador MicroLogix 1500 basado en 1764-LRP a través de una red DeviceNet.

1.2.1.2.- COMUNICACIÓN CON LOS DISPOSITIVOS ESCLAVOS.

El módulo se comunica con los dispositivos mediante mensajes de E/S de estroboscopo, encuestas, cambio de estado y/o cíclicos. Éste usa estos mensajes para solicitar datos desde, o enviar datos a, cada dispositivo.

Los datos recibidos desde los dispositivos, o los datos de entrada, son organizados por el módulo y se ponen a disposición del controlador. Los datos recibidos desde el controlador, o los datos de salida, son organizados en el scanner y se envían a los dispositivos.

Mensaje de estroboscopia: Es una transferencia de datos de difusión múltiple (que tiene una longitud de 64 bits) enviada por el módulo que inicia una respuesta desde cada dispositivo esclavo estroboscópico. Los dispositivos estroboscópicos responden con sus datos, los cuales pueden ser información de 8 bytes como máximo. (No compatible cuando el módulo es un esclavo).

Mensaje de encuesta: Es una transferencia de datos de punto a punto (0 a 64 bytes) enviada por el módulo al dispositivo esclavo. El mensaje de encuesta también inicia una respuesta de cada esclavo de encuesta. El dispositivo de entrada responde con sus datos de entrada (0 a 64 bytes).

Mensaje de cambio de estado: Es una transferencia de datos que se envía cada vez que ocurre un cambio de datos. Un régimen de impulsos configurable por el usuario permite que los dispositivos indiquen una correcta operación durante los intervalos entre cambios de datos.

Mensaje cíclico: Es una transferencia de datos enviada a un régimen específico configurable por el usuario, cada 50 *mseg*.

1.2.1.3.- MÓDULOS ANALÓGICOS COMPACT E/S.⁸

Consta de dos módulos: entrada analógica 1769-IF4 y salida analógica 1769-OF2.

⁸http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1769-um002_-es-p.pdf

1.2.1.3.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL.

El módulo analógico 1769-IF4 convierte y almacena digitalmente datos analógicos para que sean recuperados por los controladores. El módulo acepta conexiones de cualquier combinación de hasta cuatro detectores analógicos de voltaje o corriente. Los cuatro canales de alta impedancia pueden cablearse como entradas unipolares o diferenciales.

El módulo de salida 1769-OF2 proporciona dos canales de salida analógica diferenciales, cada uno configurable individualmente para voltaje o corriente.

Ambos módulos proporcionan los siguientes tipos/rangos de entrada/salida:

Tabla 1.2. Rangos normales y totales

Rango de entrada de operación Normal	Rango total del módulo
±10 VCC	±10.5 VCC
1 a 5 VCC	0.5 – 5.25 VCC
0 a 5 VCC	-0.5 – +5.25 VCC
0 a 10 VCC	-0.5 – +10.5 VCC
0 a 20 mA	0 – 21 mA
4 a 20 mA	3.2 – 21 mA

Los datos pueden configurarse en el frontal de cada módulo como:

- Unidades de ingeniería
- Escalado para PID
- Porcentaje
- Datos sin procesar/proporcionales

1.2.1.3.2.- CARACTERÍSTICAS DE HARDWARE.

Los módulos contienen bloques de terminales extraíbles. Los cuatro canales del 1769-IF4 pueden cablearse como entradas unipolares o diferenciales. Los dos canales del 1769-OF2 son unipolares solamente. La configuración del módulo generalmente se hace a través del software de programación del controlador. Además, algunos controladores aceptan configuración a través del programa de usuario.

En ambos casos, la configuración del módulo se almacena en la memoria del controlador.

La Figura (Fig. 1.10.) muestra las características de hardware de los módulos 1769-IF4 y 769-OF2.

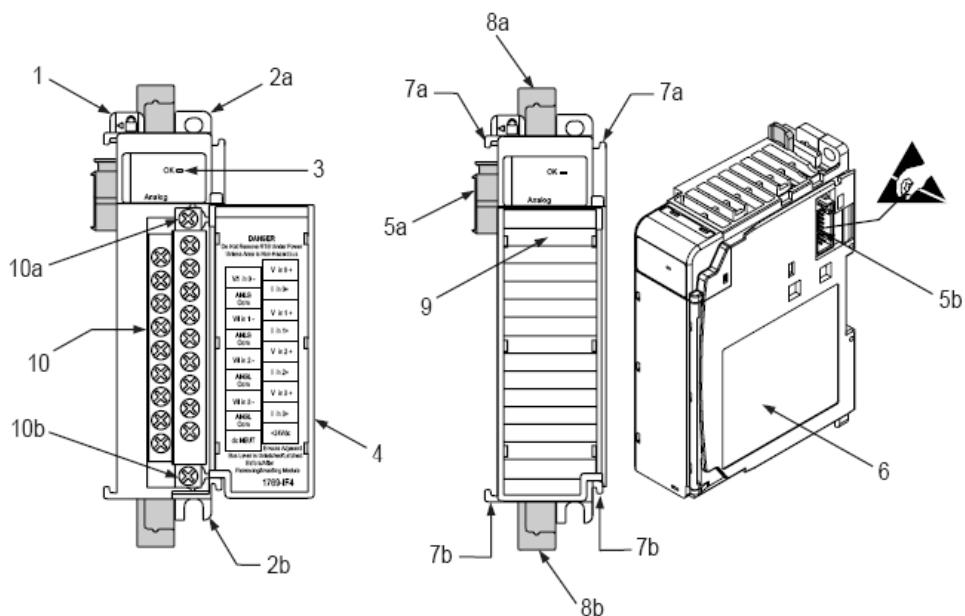


FIG. 1.10: Apariencia física de los módulos 1769-IF4 y 769-OF2

Tabla 1.3. Características de hardware de los módulos 1769-IF4 y 769-OF2

Ítem	Descripción
1	Palanca de bus
2a	Lengüeta de montaje de panel superior
2b	Lengüeta de montaje de panel inferior
3	Indicador LED verde de estado del módulo
4	Puerta del módulo con etiqueta de identificación de terminales
5a	Conector de bus móvil (interface de bus) con pines hembras
5b	Conector de bus estacionario (interface de bus) con pines machos
6	Etiqueta de la placa del fabricante
7a	Ranuras de machihembrado superiores
7b	Ranuras de machihembrado inferiores
8a	Seguro del riel DIN superior
8b	Seguro del riel DIN inferior
9	Etiqueta de escritura para tags de identificación del usuario
10	Bloque de terminales extraíble (RTB) con cubierta para protección de los dedos
10a	Tornillo de retención superior de RTB
10b	Tornillo de retención inferior de RTB

1.2.2.- CONTROLLOGIX 1756.

1.2.2.1.- FUENTES DE ALIMENTACIÓN CONTROLLOGIX 1756.⁹



FIG. 1.11: Fuente de alimentación ControlLogix

⁹http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/t/d/1756-td005_-en-e.pdf

Las fuentes de alimentación ControlLogix se utilizan con los chasis 1756 para proporcionar potencia cc de 1.2V, 3.3V, 5V, y 24V directamente a la placa madre del chasis. Las fuentes de alimentación estándares y redundantes están disponibles.

1.2.2.2.- CONTROLADORES CONTROLLOGIX 1756.¹⁰

El controlador de ControlLogix proporciona una solución escalable del regulador que sea capaz de tratar una cantidad grande de puntos de la E/S. Se puede colocar en cualquier ranura de un chasis de E/S de ControlLogix y los reguladores múltiples se pueden instalar en el mismo chasis. Los controladores múltiples en el mismo chasis se comunican uno con otro sobre la placa madre (apenas mientras que los controladores pueden comunicarse sobre redes) pero funcionan independientemente.



FIG. 1.12: Controlador ControlLogix 1756

Los controladores de ControlLogix pueden supervisar y controlar E/S a través de la placa madre, así como acoplamiento excesivos de E/S, además pueden comunicarse sobre EtherNet/IP, ControlNet, DeviceNet,

¹⁰http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/t/d/1756-td001_-en-e.pdf

DH+, E/S remotas, y redes RS-232-C (protocolo DF1/DH-485) y varios procesos de terceros y redes del dispositivo.

1.2.2.3.- MÓDULO SCANNER 1756-DNB DEVICENET.¹¹



FIG. 1.13: Módulo scanner 1756-DNB DeviceNet

El controlador recibe información de estado respecto a la capacidad del módulo 1756-DNB de intercambiar mensajes DeviceNet con otros nodos mediante la lectura proveniente de una estructura de estado en el módulo 1756-DNB. El módulo actualiza periódicamente el contenido de la Estructura de estado y copia su contenido al controlador.

La **Estructura de estado** consta de varias tablas de 64 bits. La posición de bit de cada uno de los 64 bits que forman una tabla de estado corresponde directamente a la dirección de nodo de un dispositivo.

¹¹http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1756-um515_-es-p.pdf

1.2.2.4.- MÓDULOS DE E/S CONTROLLOGIX.¹²

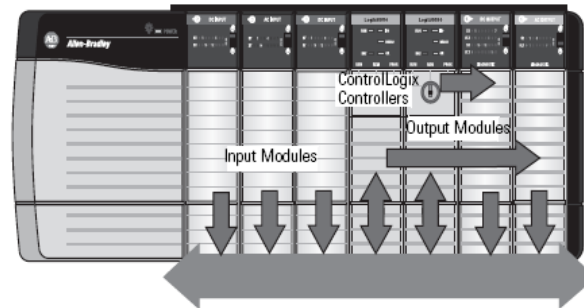


FIG. 1.14: Módulos de E/S para ControlLogix

La arquitectura de ControlLogix proporciona una amplia gama de los módulos de entrada y de salida para atravesar muchos usos, de alta velocidad digital para control de proceso.

La arquitectura de ControlLogix utiliza la tecnología del Productor-Consumidor, que permite entrar al estado de la información y de la salida que se compartirá entre los reguladores múltiples de ControlLogix.

1.2.3.- MICROLOGIX 1100.¹³

MicroLogix 1100 es de tipo compacto contiene una fuente de alimentación, circuitos de la entrada y de salida, un procesador, un puerto de comunicación aislado de la combinación RS-232/485, y un puerto de

¹²http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/d/1756-td002_-en-e.pdf

¹³http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1763-um001_-en-p.pdf

Ethernet. Cada regulador apoya 18 puntos de la entrada-salida (10 entradas digitales, 2 entradas análogas, y 6 salidas discretas).

Las características del hardware del regulador se demuestran abajo.

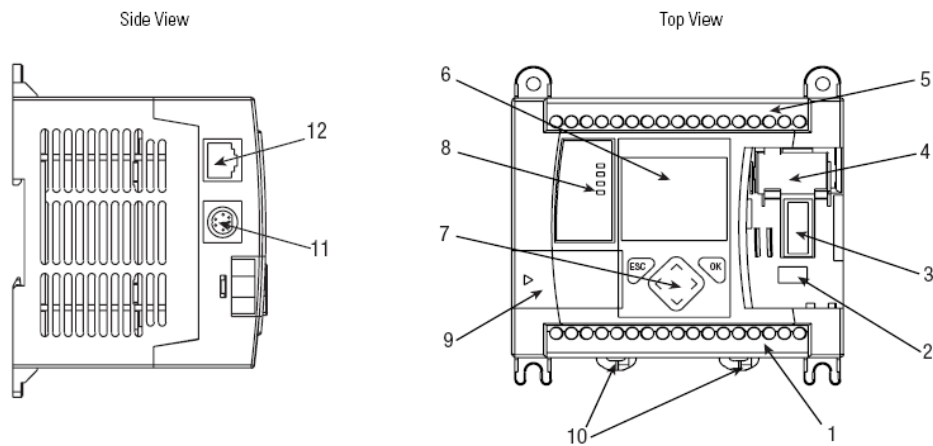


FIG. 1.15: Apariencia física del MicroLogix 1100

Tabla 1.4. Rasgos del hardware

Ítem	Descripción	Ítem	Descripción
1	Bloque de terminales de salida	7	Teclado pequeño LCD (Esc, Ok, Arriba, Abajo, Izquierda, Derecha)
2	Conector de Batería	8	Indicadores del estado de LED
3	Bus Conector Interface de Expansión E/S	9	Puerto Cubierto del módulo de la memoria (1) módulo o de la memoria (2)
4	Batería	10	Riel de ajuste de pestillo
5	Bloque de terminal de entrada	11	RS-232/485 Puerto de Comunicación (Canal 0, aislado)
6	LCD	12	Puerto Ethernet (Canal 1)

1.2.3.1.- DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES.

1.2.3.1.1.- MÓDULO 1100 DE LA MEMORIA DE MICROLOGIX Y RELOJ EN TIEMPO REAL INCORPORADO.

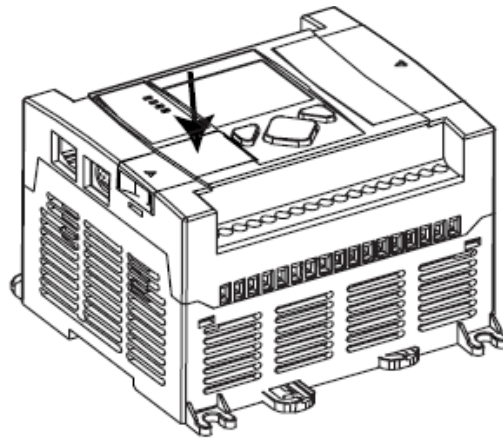


FIG. 1.16: Módulo de la memoria

El controlador tiene un reloj en tiempo real incorporado para proporcionar una referencia para los usos que la necesidad tiempo-básico control. El controlador se envía con un puerto cubierto del módulo de la memoria en lugar. El módulo de la memoria proporciona la reserva opcional de su programa y datos de usuario, y es el medio de transportar sus programas entre los controladores.

El programa y los datos en el MicroLogix 1100 son permanentes y se almacena cuando la energía se pierde al regulador. El módulo de la memoria proporciona la reserva adicional que se puede almacenar por separado, no aumenta la memoria disponible del regulador.

1.2.3.1.2.- MÓDULO DE EXPANSIÓN E/S.

La E/S de la extensión se puede conectar con el regulador 1100 de MicroLogix. Un máximo de cuatro módulos de E/S, en cualquier combinación, se puede conectar con un controlador.

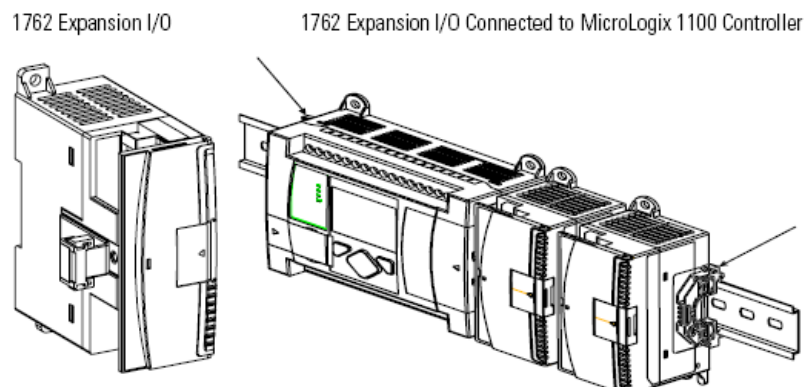


FIG. 1.17: Módulo de expansión de E/S

1.2.4.- MICROLOGIX 1200.¹⁴

El regulador programable de MicroLogix 1200 es de tipo compacto contiene una fuente de alimentación, circuitos de entrada y de salida, y un procesador. El regulador está disponible en 24 E/S y 40 E/S configuraciones.

¹⁴http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1762-um001_-en-p.pdf

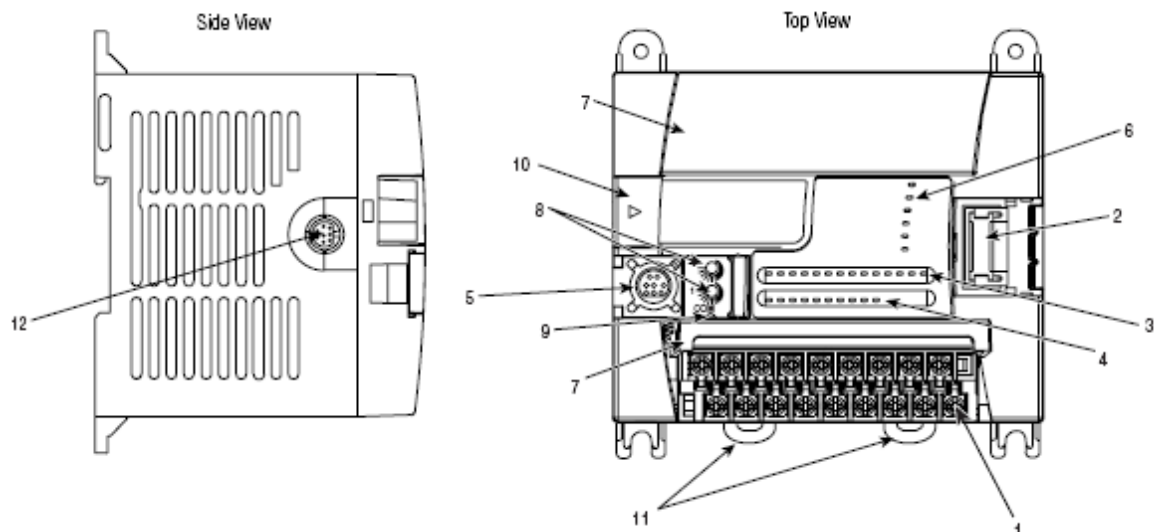


FIG. 1.18 Características del hardware del controlador

Tabla 1.5. Características del Hardware

Ítem	Descripción	Ítem	Descripción
1	Bloque de terminales (bloques de terminales desprendibles en reguladores de 40 puntos solamente)	7	Puertos y Etiquetas de Terminales
2	Bus Conector Interface de Expansión E/S	8	Puerto de Arreglo
3	Entrada LED	9	Botón de Palanca de Comunicación
4	Salida LED	10	Cubierta del puerto del módulo de la memoria (1)
5	Puerto de Comunicación Canal 0	11	Riel de ajuste de pestillo
6	Estado LEDs	12	Puerto Programador/HMI

1.2.4.1.- DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES.

1.2.4.1.1.- MÓDULO DE LA MEMORIA DE MICROLOGIX 1200 Y/O RELOJ EN TIEMPO REAL.

El usuario debe elegir entre un módulo de la memoria, un reloj en tiempo real, o un módulo de la memoria y un reloj en tiempo real como accesorio.

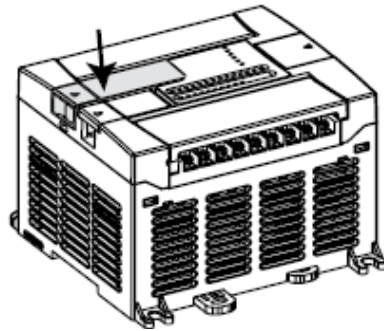


FIG. 1.19: Módulo de la memoria MicroLogix 1200

1.2.4.1.2.- MÓDULO DE EXPANSIÓN DE E/S.

La extensión de E/S se puede conectar con el regulador 1200 de MicroLogix. Un máximo de seis módulos de E/S, en ciertas combinaciones, se puede conectar con un regulador.

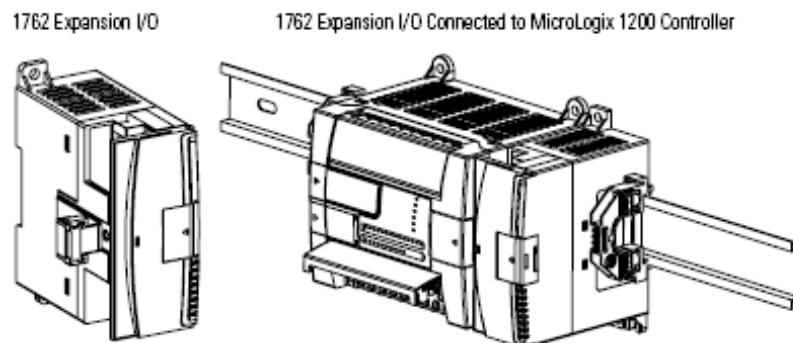


FIG. 1.20: Módulo de Expansión de E/S de Micro Logix 1200

1.3.- VARIADORES DE VELOCIDAD.¹⁵

El variador de velocidad (VSD, por sus siglas en inglés *Variable Speed Drive*) es un dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores. También es conocido como Accionamiento de Velocidad Variable (ASD, también por sus siglas en inglés *Adjustable Speed Drive*).



FIG. 1.21: Variador de velocidad electrónico

Los variadores de velocidad se emplean en una amplia gama de aplicaciones industriales, como en ventiladores y equipo de aire acondicionado, equipo de bombeo, bandas y transportadores industriales, elevadores, llenadoras, tornos y fresadoras, etc.

El **control de procesos y el ahorro de la energía** son las dos de las principales razones para el empleo de variadores de velocidad.

¹⁵http://es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_velocidad

Históricamente, los variadores de velocidad fueron desarrollados originalmente para el control de procesos, pero el ahorro energético ha surgido como un objetivo tan importante como el primero.

1.3.1.- VENTAJAS:

Entre las diversas ventajas en el control del proceso proporcionadas por el empleo de variadores de velocidad destacan:

- Operaciones más suaves.
- Control de la aceleración.
- Distintas velocidades de operación para cada fase del proceso.
- Compensación de variables en procesos variables.
- Permitir operaciones lentas para fines de ajuste o prueba.
- Ajuste de la tasa de producción.
- Permitir el posicionamiento de alta precisión.
- Control del Par motor (torque).

Un equipo accionado mediante un variador de velocidad emplea generalmente **menor energía** que si dicho equipo fuera activado a una velocidad fija constante.

1.3.2.- TIPOS DE VARIADORES DE VELOCIDAD.

Puede decirse que existen tres tipos básicos de variadores de velocidad: mecánicos, hidráulicos y eléctrico-electrónicos.

1.3.2.1.- VARIADORES MECÁNICOS.

Variadores de paso ajustable: Estos dispositivos emplean poleas y bandas en las cuales el diámetro de una o más poleas puede ser modificado.

Variadores de tracción: Transmiten potencia a través de rodillos metálicos. La relación de velocidades de entrada/salida se ajusta moviendo los rodillos para cambiar las áreas de contacto entre ellos y así la relación de transmisión.

1.3.2.2.- VARIADORES HIDRÁULICOS.

Variador hidrostático: Consta de una bomba hidráulica y un motor hidráulico (ambos de desplazamiento positivo). Una revolución de la bomba o el motor corresponde a una cantidad bien definida de volumen del fluido manejado. De esta forma la velocidad puede ser controlada mediante la regulación de una válvula de control, o bien, cambiando el desplazamiento de la bomba o el motor.

Variador hidrodinámico: Emplea aceite hidráulico para transmitir por mecánico entre un impulsor de entrada (sobre un eje de velocidad constante) y un rotor de salida (sobre un eje de velocidad ajustable). También llamado acoplador hidráulico de llenado variable.

Variador hidroviscoso: Consta de uno o más discos conectados con un eje de entrada, los cuales estará en contacto físico (pero no conectados mecánicamente) con uno o más discos conectados al eje de salida. El par mecánico (torque) se transmite desde el eje de entrada al de salida a través de la película de aceite entre los discos. De esta forma, el par

transmitido es proporcional a la presión ejercida por el cilindro hidráulico que presiona los discos.

1.3.2.3.- VARIADORES ELÉCTRICO-ELECTRÓNICOS

Existen cuatro categorías de variadores de velocidad eléctrico-electrónicos:

- Variadores para motores de CC.
- Variadores de velocidad por corrientes de Eddy.
- Variadores de deslizamiento.
- Variadores para motores de CA conocidos como variadores de frecuencia.

1.3.2.3.1.- VARIADORES PARA MOTORES DE CC.

Estos variadores permiten controlar la velocidad de motores de CC serie, derivación, compuesto y de imanes permanentes. Para el caso de cualquiera de las máquinas anteriores se cumple la siguiente expresión:

$$V_t = K.FM.Nm \quad (\text{Ec 1.1})$$

Donde:

V_t = Voltaje terminal (V).

K = Constante de la máquina.

FM = Flujo magnético producido por el campo (Wb).

Nm = Velocidad mecánica (rpm).

Despejando la velocidad mecánica, se obtiene:

$$Nm = \frac{V_t}{K.Fm} \quad (\text{Ec 1.2})$$

Entonces, de **(Ec 1.1)** puede observarse que la velocidad mecánica de un motor de CC es directamente proporcional al voltaje terminal (V_t) e inversamente proporcional al flujo magnético (FM), el cual a su vez depende de la corriente de campo (IF). Aprovechando esta situación es que este tipo de variadores puede controlar la velocidad de un motor de CC: controlando su voltaje terminal, o bien, manipulando el valor de la corriente de campo.

1.3.2.3.2.- VARIADORES POR CORRIENTES DE EDDY.

Consta de un motor de velocidad fija y un embrague de corrientes de Eddy. El embrague contiene un rotor de velocidad fija (acoplado al motor) y un rotor de velocidad variable, separados por un pequeño entrehierro. Se cuenta, además, con una bobina de campo, cuya corriente puede ser regulada, la cual produce un campo magnético que determinará el par mecánico transmitido del rotor de entrada al rotor de salida.

De esta forma, a mayor intensidad de campo magnético, mayor par y velocidad transmitidos, y a menor campo magnético menores serán el par y la velocidad en el rotor de salida. El control de la velocidad de salida de este tipo de variadores generalmente se realiza por medio de lazo cerrado, utilizando como elemento de retroalimentación un tacómetro de CA.

1.3.2.3.3.- VARIADORES DE DESLIZAMIENTO.

Este tipo de variadores se aplica únicamente para los motores de inducción de rotor devanado. En cualquier motor de inducción, la velocidad mecánica (nM) puede determinarse mediante la siguiente expresión:

$$Nm = \frac{120 \cdot f \cdot (1 - s)}{P} \quad (\text{Ec 1.3})$$

Donde s es el deslizamiento del motor, cuyo valor oscila entre 0 y 1. De esta forma, a mayor deslizamiento, menor velocidad mecánica del motor. El deslizamiento puede incrementarse al aumentar la resistencia del devanado del rotor, o bien, al reducir el voltaje en el devanado del rotor. De esta forma es que puede conseguirse el control de la velocidad en los motores de inducción de rotor devanado. Sin embargo, este tipo de variadores es de menor eficiencia que otros, razón por la cual en la actualidad tiene muy poca aplicación.

1.3.2.3.4.- VARIADORES DE FRECUENCIA.

Los variadores de frecuencia (siglas AFD, del inglés *Adjustable Frequency Drive*; o bien VFD *Variable Frequency Drive*) permiten controlar la velocidad tanto de motores de inducción (asíncronos de jaula de ardilla o de rotor devanado), como de los motores síncronos mediante el ajuste de la frecuencia de alimentación al motor.

Para el caso de un motor síncrono, la velocidad se determina mediante la siguiente expresión:

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{P} \quad (\text{Ec 1.4})$$

Cuando se trata de motores de inducción, se tiene:

$$N_m = \frac{120 \cdot f \cdot (1 - s)}{P} \quad (\text{Ec 1.5})$$

Donde:

N_s = velocidad síncrona (rpm)

N_m = velocidad mecánica (rpm)

f = frecuencia de alimentación (Hz)

s = deslizamiento (adimensional)

P = número de polos.

Como puede verse en las ecuaciones **(Ec 1.4)** y **(Ec 1.5)**, la frecuencia y la velocidad son directamente proporcionales, de tal manera que al aumentar la frecuencia de alimentación al motor, se incrementará la velocidad, y al reducir el valor de la frecuencia disminuirá la velocidad del eje. Por ello es que este tipo de variadores manipula la frecuencia de alimentación al motor a fin de obtener el control de la velocidad de la máquina.

Estos variadores mantienen la razón Voltaje/Frecuencia (V/Hz) constante entre los valores mínimo y máximos de la frecuencia de operación, con la finalidad de evitar la saturación magnética del núcleo del motor y además porque el hecho de operar el motor a un voltaje constante por encima de una frecuencia dada (reduciendo la relación V/Hz) disminuye el par del motor y la capacidad del mismo para proporcionar potencia constante de salida.

1.3.3.- FUNCIONES DE LOS VARIADORES DE VELOCIDAD ELECTRÓNICOS.¹⁶

1.3.3.1.- ACELERACIÓN CONTROLADA.

La aceleración del motor se controla mediante una rampa de aceleración lineal o en (S). Esta rampa es controlable y permite por tanto elegir el tiempo de aceleración adecuado para la aplicación.

1.3.3.2.- VARIACIÓN DE VELOCIDAD.

Un variador de velocidad no puede ser al mismo tiempo un regulador. En este caso, es un sistema, rudimentario, que posee un mando controlado mediante las magnitudes eléctricas del motor con amplificación de potencia, pero sin bucle de realimentación: es lo que se llama (en bucle abierto).

1.3.3.3.- REGULACIÓN DE LA VELOCIDAD.

Posee un sistema de mando con amplificación de potencia y un bucle de realimentación: se denomina, (bucle cerrado).

La velocidad del motor se define mediante una consigna o referencia. El valor de la consigna se compara permanentemente con la señal de alimentación, imagen de la velocidad del motor. Esta señal la suministra un generador tacométrico o un generador de impulsos colocado en un extremo del eje del motor.

¹⁶<http://html.rincondelvago.com/variadores-de-velocidad.html>

Si se detecta una desviación como consecuencia de una variación de velocidad, las magnitudes aplicadas al motor (tensión y/o frecuencia) se corrigen automáticamente para volver a llevar la velocidad a su valor inicial.

Gracias a la regulación, la velocidad es prácticamente insensible a las perturbaciones. La precisión de un regulador se expresa generalmente en porcentaje del valor nominal de la magnitud a regular.

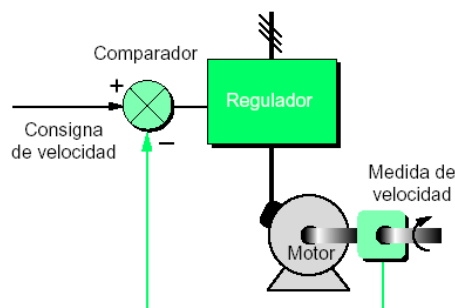


FIG. 1.22: Principio de funcionamiento de la regulación de velocidad

1.3.3.4.- DESACELERACIÓN CONTROLADA.

Los variadores electrónicos permiten controlar la desaceleración mediante una rampa lineal o en (S), generalmente independiente de la rampa de aceleración. Esta rampa puede ajustarse de manera que se consiga un tiempo para pasar de la velocidad de régimen fijada a una velocidad intermedia o nula:

Si la desaceleración deseada es más rápida que la natural, el motor debe de desarrollar un par resistente que se debe de sumar al par resistente de la máquina; se habla entonces de frenado eléctrico, que puede efectuarse reenviando energía a la red de alimentación, o disipándola en una resistencia de frenado.

Si la desaceleración deseada es más lenta que la natural, el motor debe desarrollar un par motor superior al par resistente de la máquina y continuar arrastrando la carga hasta su parada.

1.3.3.5.- INVERSIÓN DEL SENTIDO DE MARCHA.

La inversión de la secuencia de fases de alimentación del motor se realiza automáticamente o por inversión de la consigna de entrada, o por una orden lógica en un borne, o por la información transmitida a mediante una red.

1.3.3.6.- FRENADO.

Consiste en parar un motor pero sin controlar la rampa de desaceleración. Con los variadores de velocidad para motores asíncronos, esta función se realiza de forma económica inyectando una corriente continua en el motor, haciendo funcionar de forma especial la etapa de potencia. Toda la energía mecánica se disipa en el rotor de la máquina y, por tanto, este frenado sólo puede ser intermitente.

1.3.3.7.- PROTECCIÓN INTEGRADA.

Los variadores modernos aseguran tanto la protección térmica de los motores como su propia protección. A partir de la medida de la corriente y de una información sobre la velocidad, un microprocesador calcula la elevación de temperatura de un motor y suministra una señal de alarma o de desconexión en caso de calentamiento excesivo.

1.3.4.- COMPOSICIÓN DE LOS VARIADORES DE VELOCIDAD ELECTRÓNICOS.

Los variadores de velocidad electrónicos se componen de dos módulos generalmente montados en una misma envoltura (Fig. 1.23.):

- Un módulo de control que gobierna el funcionamiento del aparato
- Un módulo de potencia que alimenta el motor con energía eléctrica.

1.3.4.1.- EL MÓDULO DE CONTROL.

En los variadores modernos, todas las funciones se controlan mediante un microprocesador que gestiona la configuración, las órdenes transmitidas por un operador o por una unidad de proceso y los datos proporcionados por las medidas como la velocidad, la corriente, etc.

Las capacidades de cálculo de los microprocesadores, así como de los circuitos dedicados (ASIC) han permitido diseñar algoritmos de mando con excelentes prestaciones y en particular, el reconocimiento de los parámetros de la máquina arrastrada.

A partir de estas informaciones, el microprocesador gestiona las rampas de aceleración y desaceleración, el control de la velocidad y la limitación de corriente, generando las señales de control de los componentes de potencia. Las protecciones y la seguridad son procesadas por circuitos especializados (ASIC) o están integradas en los módulos de potencia (IPM).

1.3.4.2.- EL MÓDULO DE POTENCIA.

El módulo de potencia está principalmente constituido por:

- Componentes de potencia (diodos, tiristores, IGBT...)
- Interfaces de medida de las tensiones y/o corrientes.
- Frecuentemente de un sistema de ventilación.

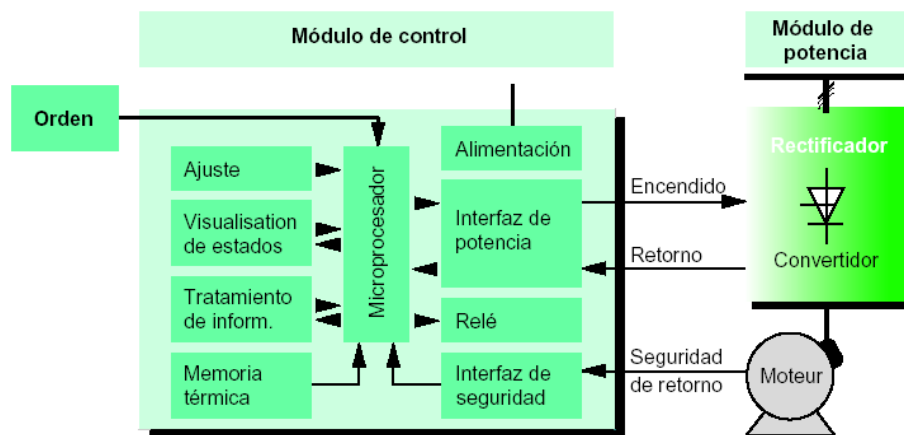


FIG. 1.23: Estructura general de un variador de velocidad electrónico

1.4.- VARIADOR DE VELOCIDAD ALLEN BRADLEY DE C.A. POWER FLEX 700.¹⁷



FIG. 1.24: Variador de Velocidad Power Flex 700

¹⁷<http://www.ab.com/drivers/Power Flex700/index-es.html>

Este variador de velocidad está diseñado para controlar motores de inducción trifásicos con requisitos que van desde el control de velocidad más sencillo hasta el más riguroso control de par motor.

Posee tres modos de control en un variador: Control Vectorial con Force Technology Control Sensorless Vector y Control V/Hz. Tiene una gran regulación de velocidad de lazo abierto o cerrado para aplicaciones que van desde ventiladores y bombas hasta control preciso de bobinadoras. Es capaz de desarrollar un excelente par motor y regulación precisa de par motor para la mayoría de aplicaciones rigurosas tales como extrusoras y máquinas procesadoras de bobinas de material continuo.

Tiempos de actualización rápidos para entradas de par motor convenientes para aplicaciones de alto rendimiento.

Opciones adicionales:

- Módulo de Interface de Operador (HMI) de funciones completas con pantalla multilíneas y multilingüe simplifica la programación.
- Rutinas de puesta en Marcha S.M.A.R.T. y puesta en marcha asistida detallada en HIM de LCD facilita la configuración y sintonización del variador.
- Los bloques extraíbles de terminales de control permiten el cableado fácil y la desconexión rápida.
- Los ajustes *globales de tensión optimizados y diseñados según estándares mundiales permiten la instalación rápida en cualquier región del mundo.*

1.4.1.- COMUNICACIONES.

Este variador utiliza la Arquitectura de Red Abierta NetLinx de Rockwell Automation. Esto proporciona un conjunto común de características y

servicios para redes DeviceNet, ControlNet y EtherNet/IP, lo cual resulta en costos de propiedad más bajos.

Ofrece opciones dedicadas de comunicación interna que ayudan al usuario a ensamblar de manera económica aplicaciones altamente integradas que enlazan los variadores con los procesos de fabricación.

1.4.2.- PUESTA EN MARCHA.¹⁸

1.4.2.1.- RUTINAS DE PUESTA EN MARCHA.

El Power Flex 700 está diseñado de manera que la puesta en marcha sea simple. Si tiene un HMI de LCD, se proporcionan tres métodos, lo cual permite que el usuario seleccione el nivel deseado para la aplicación.

Puesta en marcha S.M.A.R.T. Esta rutina permite configurar rápidamente el variador programando valores para las funciones de uso más frecuente.

Puesta en Marcha Asistida: Esta rutina le solicita información necesaria con el fin de poner en marcha un variador para la mayoría de aplicaciones, tales como datos de líneas y del motor, parámetros ajustados comúnmente y E/S.

Arranque de verificación de Izado/Par Motor: Las aplicaciones de Verificación de Par Motor pueden utilizar la puesta en marcha asistida para ajustar el motor. Sin embargo, se recomienda desconectar el motor del equipo de izado o montacargas durante la rutina. Si esto no fuese posible.

¹⁸http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/20b-um002_-es-p.pdf

1.5.- ARRANCADORES SUAVES.¹⁹



FIG. 1.25: Arrancadores suaves ABB²⁰

Los arrancadores suaves son la solución adecuada para todo tipo de problemas relacionados con el arranque en directo de un motor de corriente alterna, tales como:

Elevada corriente de arranque que con frecuencia representa una carga inaceptable para la red.

Golpes bruscos en engranajes y otros elementos de transmisión que provocan un desgaste innecesario de las piezas mecánicas.

Altos valores de la aceleración y desaceleración que originan situaciones inestables en los procesos, por ejemplo en cintas transportadoras.

¹⁹<http://www.emelecsrl.com/pdf/arrancadores.pdf>

²⁰[http://www.abb.es/ProductGuide/EnlargeImage.aspx?imageUrl=http://www04.abb.com/global/gad/gad02007.nsf/0/001141D3DCF9BF7FC12572AD00401A7B/\\$File/1SFC132198F0001_720.jpg](http://www.abb.es/ProductGuide/EnlargeImage.aspx?imageUrl=http://www04.abb.com/global/gad/gad02007.nsf/0/001141D3DCF9BF7FC12572AD00401A7B/$File/1SFC132198F0001_720.jpg)

1.5.1.- VENTAJAS.

A diferencia de las soluciones tradicionales, los arrancadores suaves ofrecen un gran número de ventajas para el funcionamiento del motor y del equipo en su conjunto, entre las que podemos mencionar:

- Control flexible de la corriente y el par de arranque.
- Control suave de la corriente y de la tensión sin escalones ni periodos transitorios.
- Posibilidad de realizar frecuentes operaciones de arranque/parada sin que se produzca daños mecánicos.
- Flexibilidad para introducir cambios en las condiciones de arranque, aumentando así también la flexibilidad en la aplicación.
- Control del frenado para reducir o prolongar el tiempo de desaceleración del motor.

1.5.2.- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.

La tensión del motor se controla por medio de un principio de corte de fases. Dos tiristores en cada fase realizan la conmutación de la alimentación, lo que permite que el arrancador pueda manejar elevados pares de arranque y frecuentes operaciones de arranque/parada.

Unos transformadores de corriente miden la corriente absorbida por el motor y proporcionan información para controlar la corriente de arranque del motor en un valor constante, así como para numerosas funciones de protección de los motores y sus aplicaciones.

1.5.3.- APLICACIONES.

Por su gran flexibilidad en la programación los arrancadores suaves con estas características nos entregan ventajas en casi todas las aplicaciones de arranque y parada de motores, por Ej.

Bombas. Eliminación de los golpes de ariete, esfuerzos mecánicos reducidos y corriente de arranque reducida.

Cintas Transportadoras. Arranque controlado sin choques mecánicos y menos tensión en correas/cadenas transmisoras evitando roturas y bloqueos.

Compresores. Corriente de arranque limitada que permite eliminar la caída de tensión en la red.

Centrifugas. Aplicación suave del par evitando esfuerzos mecánicos innecesarios.

Ventiladores. Mayor numero de operaciones e incremento de la velocidad controlada.

1.6.- ARRANCADOR SUAVE ALLEN BRADLEY SMC FLEX.²¹



FIG. 1.26: Arrancadores suaves ABB²²

1.6.1.- DESCRIPCIÓN.

Este arrancador ofrece de manera estándar una gama completa de modos de arranque:

- Arranque suave con arranque rápido seleccionable.
- Límite de corriente con arranque rápido seleccionable.
- Arranque con doble rampa con arranque rápido seleccionable.
- Arranque a voltaje pleno.
- Velocidad baja preseleccionada.
- Aceleración de velocidad lineal con arranque rápido seleccionable (requiere retroalimentación de tacómetro).
- Parada suave.

²¹http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/150-um008_-es-p.pdf

²²http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/150-um008_-es-p.pdf

Otras características que ofrecen beneficios adicionales al usuario son:

- Características de protección expandida.
- Medición.
- E/S.
- Capacidad de comunicación.

Las innovadoras opciones de arranque y paro proporcionan un rendimiento optimizado:

- Control de bomba.
- Control de frenado.
- Frenado de motor inteligente (SMB).
- Accu-Stop.
- Velocidad lenta con frenado.

1.6.2.- MODOS DE OPERACIÓN ESTÁNDAR.

1.6.2.1.- ARRANQUE SUAVE.

Este modo tiene la aplicación más general. Se proporciona al motor un valor de par inicial ajustable por el usuario de 0...90% de par de rotor fijo. A partir del nivel del par inicial se va aumentando progresivamente el voltaje de salida al motor durante el tiempo de rampa de aceleración. La rampa de aceleración puede ser ajustada por el usuario de 0...30 segundos. Si el arrancador SMC Flex detecta que el motor ha llegado a la velocidad nominal durante la operación de rampa de voltaje, se activa el contactor de bypass interno.

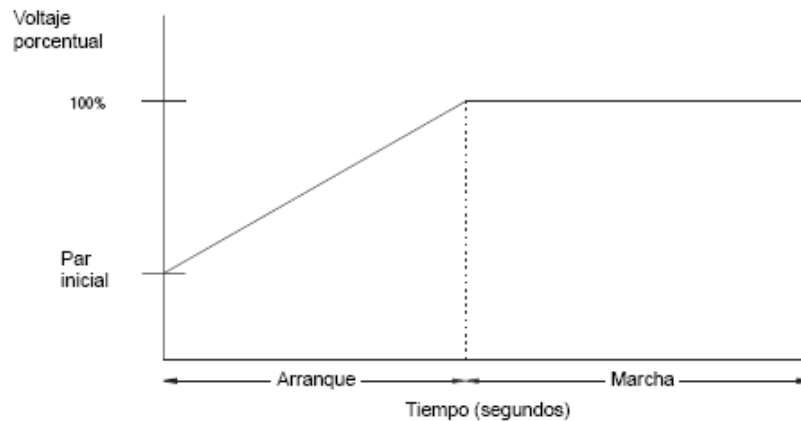


FIG. 1.27: Arranque suave

1.6.2.2.- ARRANQUE RÁPIDO SELECCIONABLE.

Esta función proporciona un refuerzo en la puesta en marcha para soltar cargas cuando se requiere un impulso de par alto para arrancar. El objeto es proporcionar un impulso de corriente seleccionable de 0...90% de par de rotor fijo. El usuario puede ajustar el arranque rápido seleccionable desde 0.0...2.0 segundos.

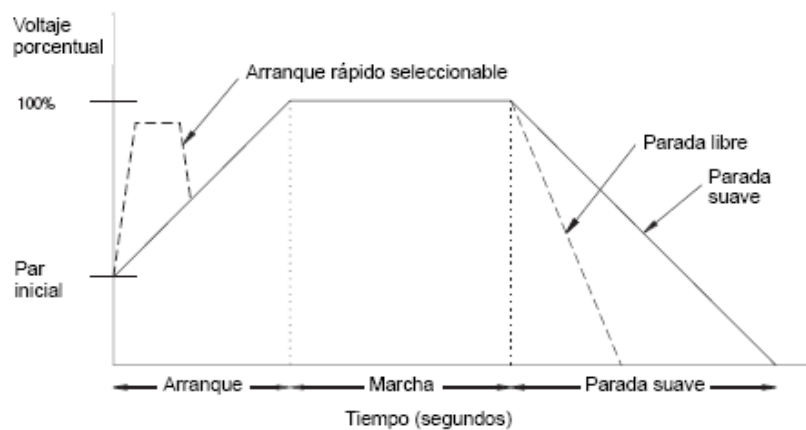


FIG. 1.28: Arranque rápido seleccionable.

1.6.2.3.- ARRANQUE CON LÍMITE DE CORRIENTE.

Este modo de arranque proporciona un verdadero arranque con límite de corriente y se utiliza cuando es necesario limitar la corriente de arranque máxima. El usuario puede ajustar el nivel de límite de corriente desde 50...600% de la capacidad de amperes de carga plena del motor, y el usuario puede ajustar el tiempo límite de corriente desde 0...30 segundos. Si el arrancador SMC Flex detecta que el motor ha llegado a la velocidad nominal durante el modo de arranque con límite de corriente, se activa el contactor de bypass interno.

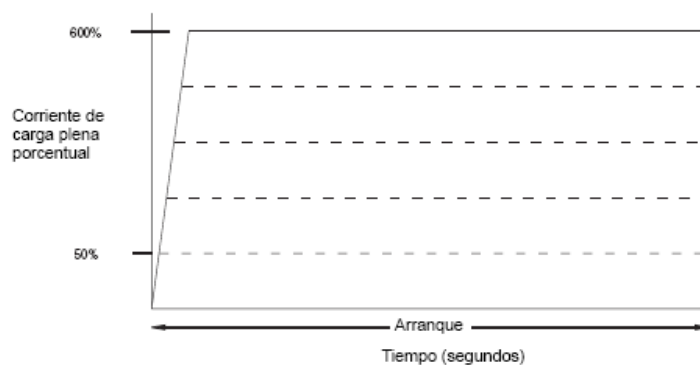


FIG. 1.29: Arranque con límite de corriente.

1.6.2.4.- ARRANQUE CON DOBLE RAMPA.

Este modo de arranque es útil en aplicaciones que tienen cargas variables (y por lo tanto requisitos de par de arranque variables). El arranque con doble rampa permite al usuario seleccionar entre dos perfiles de arranque diferentes con tiempos de rampa y configuración de par inicial ajustable independientemente.

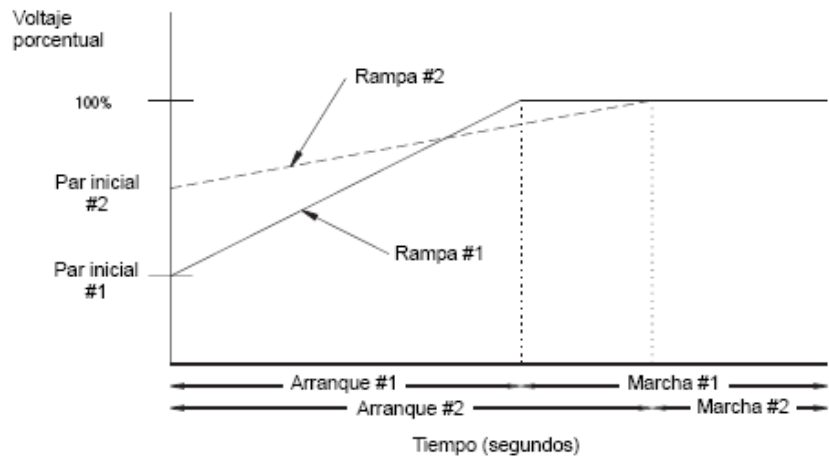


FIG. 1.30: Arranque con doble rampa.

1.6.2.5.- ARRANQUE A VOLTAJE PLENO.

Este modo de arranque se utiliza en las aplicaciones donde es necesario un arranque directamente de la línea. El voltaje de salida al motor alcanza el voltaje pleno en 1/4 de segundo.



FIG. 1.31: Arranque a voltaje pleno.

1.6.2.6.- VELOCIDAD BAJA PRESELECCIONADA.

Esta opción puede utilizarse en las aplicaciones donde es necesario un impulso de velocidad lenta para posicionamiento general. La velocidad

baja preseleccionada proporciona valores de 7% de la velocidad base (baja) o 15% de velocidad base (alta) en la dirección de avance. La dirección de retroceso también puede programarse y ofrece valores de 10% de la velocidad base (baja) y 20% de la velocidad base (alta).

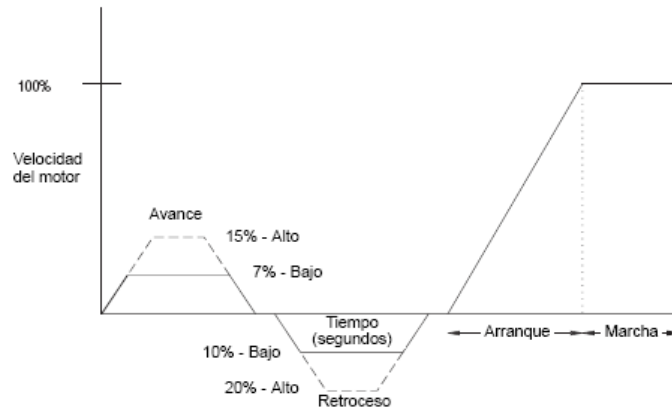


FIG. 1.32: Velocidad baja preseleccionada

Nota: El funcionamiento a baja velocidad no es apropiado para una operación continua debido al menor enfriamiento del motor.

1.6.2.7.- ACELERACIÓN CON VELOCIDAD LINEAL.

El SMC Flex tiene la capacidad de controlar la velocidad del motor durante maniobras de arranque y paro. Se requiere una entrada de tacómetro (0...5 VCC) para realizar este modo de arranque. El tiempo de arranque puede seleccionarse de 0...30 segundos, y determina el tiempo de rampa del motor de velocidad 0 a velocidad plena. Con esta opción está disponible el arranque rápido.

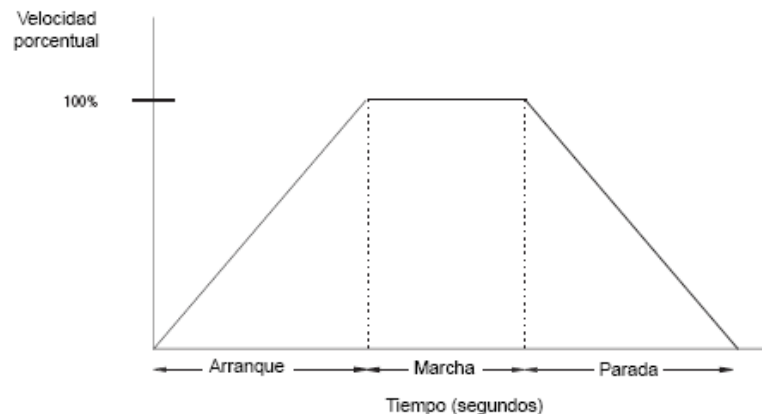


FIG. 1.33: Aceleración con velocidad lineal

El arranque rápido también está disponible con aceleración de velocidad lineal.

El paro lineal no necesita configurarse aunque se haya programado el arranque lineal. El paro lineal no puede frenar el motor/carga y reducir el tiempo de paro.

1.6.2.8.- PARADA SUAVE.

Esta opción puede usarse en aplicaciones que requieren un tiempo de paro extendido. El usuario puede ajustar el tiempo de descenso gradual de voltaje de 0...120 segundos, y se ajusta independientemente del tiempo de arranque. La carga se detiene cuando el voltaje de salida desciende a un nivel en el que el par de carga es superior al par de motor desarrollado. La parada suave no está diseñada para utilizarse como paro de emergencia. Se debe consultar los estándares aplicables a los requisitos para paros de emergencia.

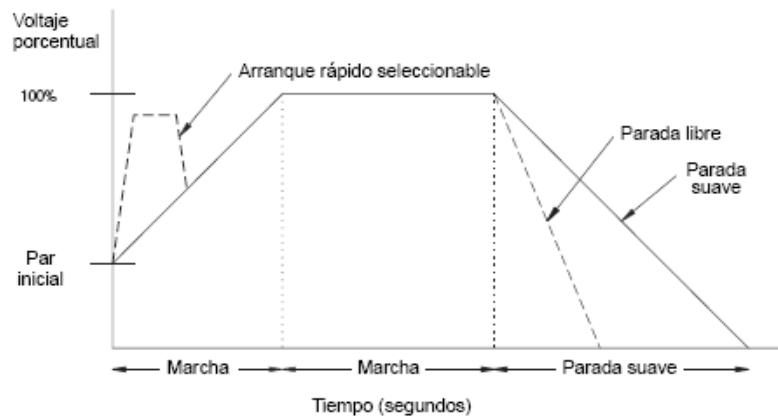


FIG. 1.34: Parada suave

1.7.- PANELES OPERADORES.²³

1.7.1.- CARACTERÍSTICAS.

Es una pantalla que mediante un contacto directo sobre su superficie permite la entrada de datos y órdenes al dispositivo. A su vez, actúa como periférico de salida, mostrando los resultados introducidos previamente. Este contacto también se puede realizar con lápiz u otras herramientas similares. Así pues, la pantalla táctil puede actuar como *periférico de entrada* y *periférico de salida* de datos.

1.7.2.- ESTRUCTURA Y COMPONENTES BÁSICOS.

Se trata de una pequeña superficie sobre la que desplazamos un dedo con la que controlamos el movimiento del cursor en la pantalla. También se usan las pantallas táctiles, tocando con un dedo sobre la pantalla simula la pulsación de botones.

²³<http://www.ecojoven.com/dos/05/tactil.html>

En la Fig. 1.35, está una descripción de las partes principales de un Panel Operador.

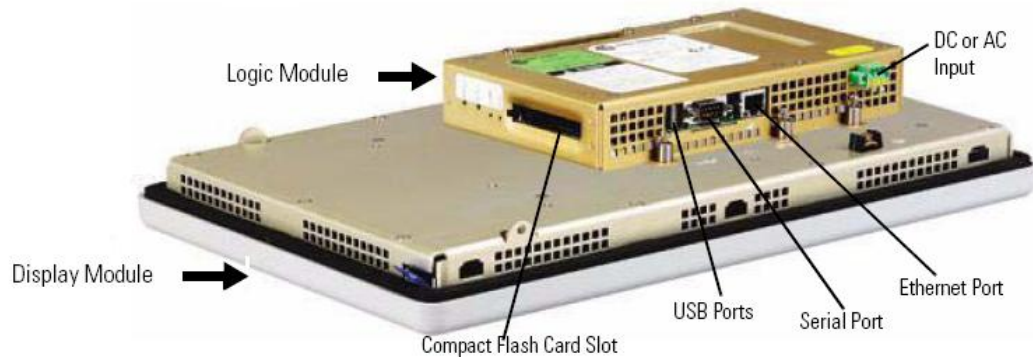


FIG. 1.35: Componentes del panel operador²⁴

1.7.3.- TIPOS DE PANELES OPERADORES.

Existen varias tecnologías para implementar los sistemas táctiles, cada una basada en diferentes fenómenos y con distintas aplicaciones. Los sistemas táctiles más importantes son:

- Infrarrojos.
- Resistivas.
- Capacitivas.
- De onda acústica superficial, (SAW).

1.7.3.1.- INFRARROJOS.

El sistema más antiguo y fácil de entender es el sistema de infrarrojos. En los bordes de la pantalla, en la carcasa de la misma, existen unos

²⁴<http://web.wm.edu/facman/safety/Documents/ISC/RODI/touch%20panel.pdf?svr=www>

emisores y receptores de infrarrojos. En un lado de la pantalla están los emisores y en el contrario los receptores.

Tenemos una matriz de rayos infrarrojos vertical y horizontal. Al pulsar con el dedo o con cualquier objeto, sobre la pantalla interrumpimos un haz infrarrojo vertical y otro horizontal. El ordenador detecta que rayos han sido interrumpidos, conoce de este modo dónde hemos pulsado y actúa en consecuencia.

Este sistema tiene la ventaja de la simplicidad y de no oscurecer la pantalla, pero tiene claras desventajas: son caras y voluminosas, muy sensibles a la suciedad y pueden detectar fácilmente falsas pulsaciones (una mosca que se posa, por ejemplo).

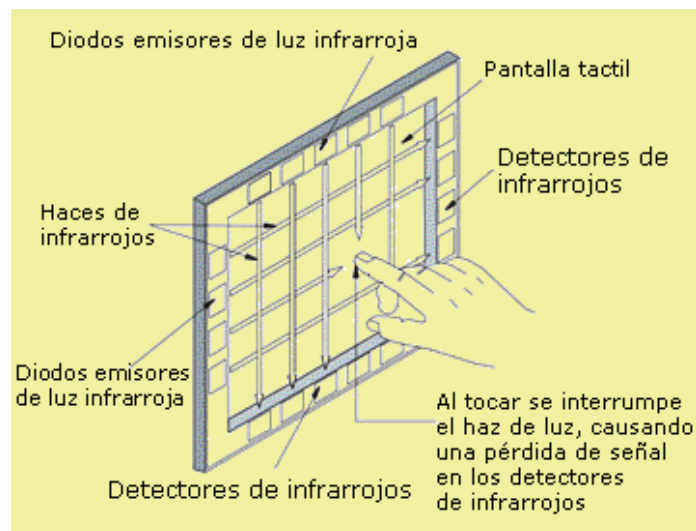


FIG. 1.36: Pantalla táctil por infrarrojos

1.7.3.2.- RESISTIVAS.

Está formada por dos capas de material conductor transparente, con una cierta resistencia a la corriente eléctrica, y con una separación entre las dos capas. Cuando se toca la capa exterior se produce un contacto entre las dos capas conductoras. Un sistema electrónico detecta el contacto y midiendo la resistencia puede calcular el punto de contacto.

Hay varios tipos de pantallas resistivas según el número de hilos conductores que usan, entre cuatro y ocho. Todas se basan en el mismo sistema.

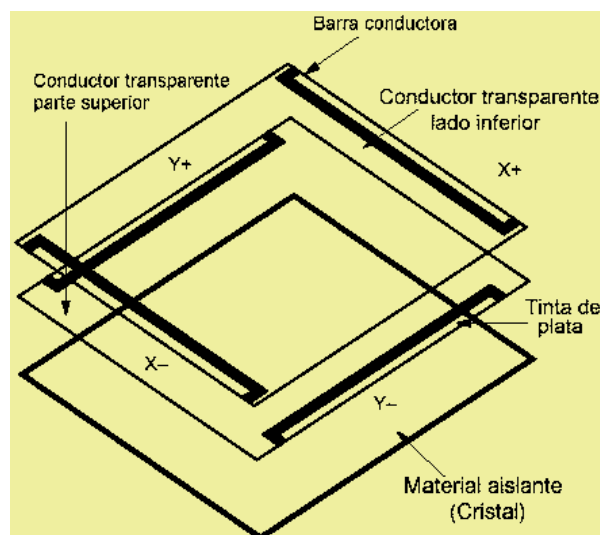


FIG. 1.37: Pantalla táctil resistiva

Las pantallas táctiles resistivas tienen la ventaja de que pueden ser usadas con cualquier objeto, un dedo, un lápiz, un dedo con guantes, etc. Son económicas, fiables y versátiles. Por el contrario al usar varias capas de material transparente sobre la propia pantalla, se pierde bastante luminosidad. Por otro lado el tratamiento conductor de la pantalla táctil es

sensible a la luz ultravioleta, de tal forma que con el tiempo se degrada y pierde flexibilidad y transparencia.

1.7.3.3.- CAPACITIVAS.

En estas pantallas se añade una capa conductora al cristal del propio tubo. Se aplica una tensión en cada una de las cuatro esquinas de la pantalla. Una capa que almacena cargas se sitúa sobre el cristal del monitor. Cuando un usuario toca el monitor algunas cargas se transfieren al usuario, de tal forma que la carga en la capa capacitiva se decrementa.

Este decrecimiento se mide en los circuitos situados en cada esquina del monitor. El PC calcula, por la diferencia de carga entre cada esquina, el sitio concreto donde se tocó y envía la información al software de control de la pantalla táctil. La principal ventaja de este sistema es que, al tener menos capas sobre el monitor, la visibilidad de la pantalla mejora y la imagen se ve más clara.

1.7.3.4.- DE ONDA ACÚSTICA SUPERFICIAL (SAW).

A través de la superficie del cristal se transmiten dos ondas acústicas inaudibles para el hombre. Una de las ondas se transmite horizontalmente y la otra verticalmente. Cada onda se dispersa por la superficie de la pantalla rebotando en unos reflectores acústicos.

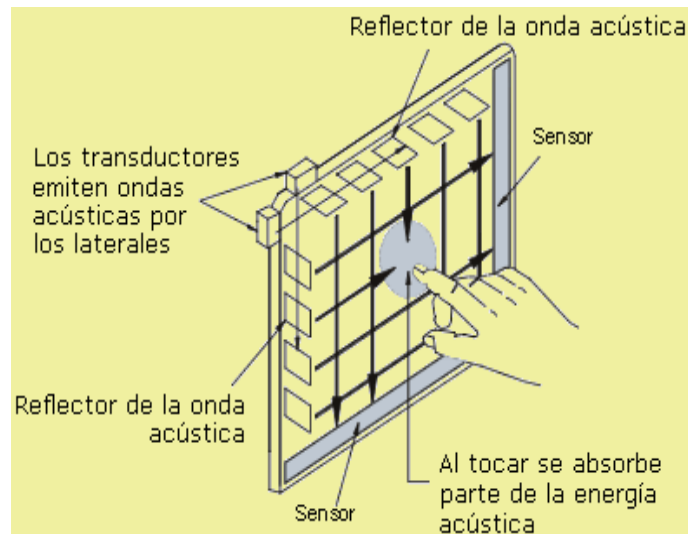


FIG. 1.38: Pantallas táctiles de onda acústica superficial

Las ondas acústicas no se transmiten de forma continua, sino por trenes de impulsos. Dos detectores reciben las ondas, uno por cada eje. Se conoce el tiempo de propagación de cada onda acústica en cada trayecto. Cuando el usuario toca con su dedo en la superficie de la pantalla, el dedo absorbe una parte de la potencia acústica, atenuando la energía de la onda. El circuito controlador mide el momento en que recibe una onda atenuada y determina las coordenadas del punto de contacto.

Además de las coordenadas X e Y, la tecnología SAW es capaz de detectar el eje Z, la profundidad, o la presión aproximada que se ha ejercido con el dedo, puesto que la atenuación será mayor cuanto más presión se ejerza.

1.8.- PANEL OPERADOR ALLEN BRADLEY PLUS 1000.²⁵

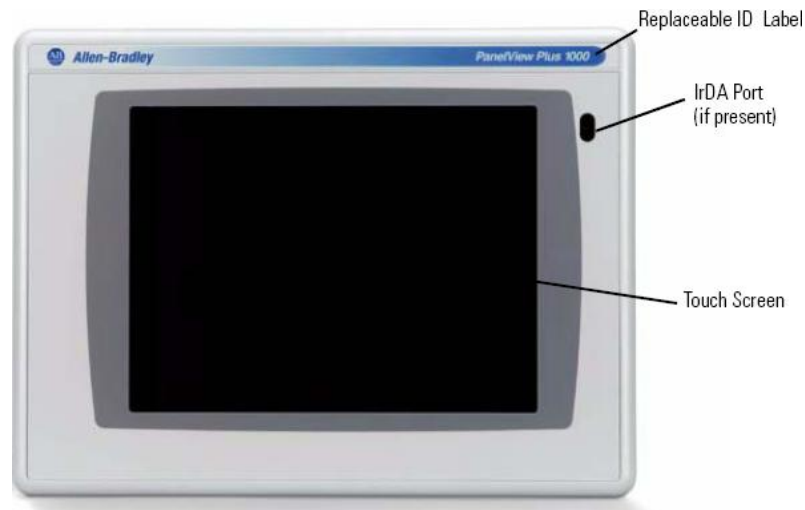


FIG. 1.39: PanelView Plus

PanelView Plus es usado para supervisar, controlar, y exhibir la información gráficamente, permitiendo que los operadores entiendan rápidamente el estado de su uso, en su funcionalidad se destaca:

- Comunicaciones.
- Registro de datos.
- Animación.

Permite al usuario final: seleccionar, modificar, o aumentar componentes para resolver requisitos del uso que cambian. La memoria, la exhibición, el módulo de la comunicación, y el bisel delantero se pueden instalar con esfuerzo mínimo.

²⁵<http://web.wm.edu/facman/safety/Documents/ISC/RODI/touch%20panel.pdf?svr=www>

1.8.1.- VENTAJAS.

Especificaciones ambientales.

Flexibilidad de la comunicación.

Diseño modular para la flexibilidad, la reducción del inventario, y las mejoras fáciles 6.5", 10.4", 12.1", y 15" exhibiciones de color activas de la matriz de TFT con el teclado numérico, el tacto, y versiones del teclado numérico/táctil.

Arranque inmediato.

1.9.- MOTORES ELÉCTRICOS.²⁶



FIG. 1.40: Diversos motores eléctricos

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, es decir, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores.

²⁶http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_el%C3%A9ctrico

Son ampliamente utilizados en instalaciones industriales, comerciales y de particulares. Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a baterías.

1.9.1.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS DE CA.²⁷

Los parámetros de operación de una máquina designan sus características, es importante determinarlas, ya que con ellas conoceremos los parámetros determinantes para la operación de la máquina.

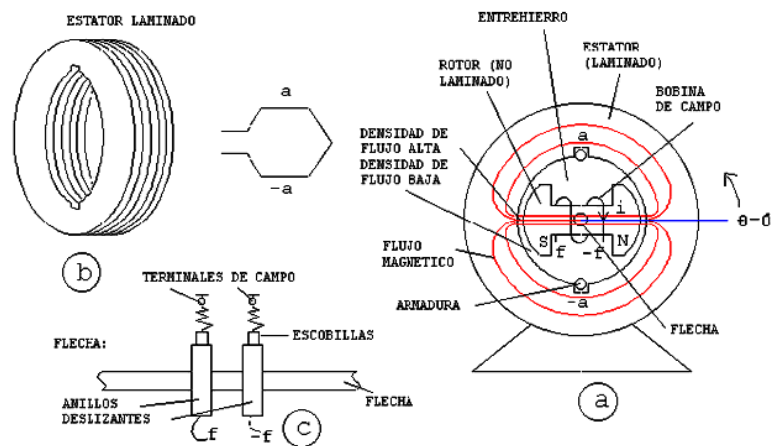
Las principales características de un motor SIEMENS son:

Tabla 1.6. Datos de Placa Motor Siemens.

Marca	SIEMENS
Tipo	Trifásico
Potencia.	5.0 H.P
Voltaje	220 YY / 440 Y V
Corriente	16 / 8.0 A
Velocidad	3480 RPM
Factor de potencia	0.85
Frecuencia	60 Hz
Factor de Servicio	1.15
Rendimiento	71.1
Ta	-15/40 °C

²⁷<http://www.monografias.com/trabajos36/maquinas-lectricas/maquinaselectricas2.shtml>

1.9.2.- ESTRUCTURA Y COMPONENTES BÁSICOS.²⁸



**FIG. 1.41: a - estructura de una máquina síncrona; b - estator laminado;
c - Detalle de la flecha**

La estructura de una máquina eléctrica tiene dos unidades principales: estator y rotor, separados por un entrehierro.

Además se puede detallar otras partes del motor que son necesarias, como son:

- Carcasa
- Base
- Caja de Conexiones
- Tapas
- Cojinetes

²⁸<http://www.monografias.com/trabajos36/maquinaselectricas/maquinaselectricas2.shtml>

1.9.4.- TIPOS DE MOTORES ELÉCTRICOS DE CA.²⁹

Los motores de C.A. se clasifican de la siguiente manera:

1.9.4.1.- ASÍNCRONO O DE INDUCCIÓN.

Son aquellos motores eléctricos en los que el rotor nunca llega a girar en la misma frecuencia con la que lo hace el campo magnético del estator.

Cuanto mayor es el par motor mayor es esta diferencia de frecuencias.

1.9.4.2.- JAULA DE ARDILLA.

1.9.4.2.1.- MONOFÁSICOS.

Motor de arranque a resistencia: Posee dos bobinas una de arranque y una bobina de campo.

Motor de arranque a condensador: Posee un capacitor electrolítico en serie con la bobina de arranque la cual proporciona más fuerza al momento de la marcha y se puede colocar otra en paralelo la cual mejora la reactancia del motor permitiendo que entregue toda la potencia.

Entre otros motores monofásicos podemos citar:

- Motor de marcha.
- Motor de doble capacitor.
- Motor de polos sombreados.

²⁹http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_el%C3%A9ctrico

1.9.4.2.2.- TRIFÁSICOS.

Motor de Inducción a tres fases: La mayoría de los motores trifásicos tienen una carga equilibrada, es decir, consumen lo mismo en las tres fases, ya estén conectados en estrella o en triángulo. Un motor con carga equilibrada no requiere el uso de neutro. Las tensiones en cada fase en este caso son iguales al resultado de dividir la tensión de línea por raíz de tres.

Síncrono: En este tipo de motores y en condiciones normales, el rotor gira a las mismas revoluciones que lo hace el campo magnético del estator.

1.10.- REDES INDUSTRIALES Y PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.³⁰

1.10.1.- CARACTERÍSTICAS.

En principio un protocolo de comunicación es un conjunto de reglas que permiten la transferencia e intercambio de datos entre los distintos dispositivos que conforman una red. Estos han tenido un proceso de evolución gradual a medida que la tecnología electrónica ha avanzado y muy en especial en lo que se refiere a los microprocesadores.

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

³⁰http://www.alumnos.usm.cl/~ignacio.morande/descargas/PROTOCOLOS_INDUSTRIALES.pdf

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

Los buses de datos que permiten la integración de equipos para la medición y control de variables de proceso, reciben la denominación genérica de buses de campo.

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

El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional lazo de corriente de 4-20 mA o 0 a 10V DC, según corresponda. Generalmente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLC's, transductores, actuadores, sensores y equipos de supervisión.

1.10.2.- TIPOS DE PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.

En la industria existen varios protocolos de comunicación siendo los más utilizados, los siguientes:

1.10.2.1.- HART.

El protocolo HART (High way-Addressable-Remote-Transducer) agrupa la información digital sobre la señal analógica típica de 4-20 mA DC. La señal digital usa dos frecuencias individuales de 1200 y 2200 Hz, que representan los dígitos 1 y 0 respectivamente y que en conjunto forman una onda sinusoidal que se superpone al lazo de corriente de 4-20 mA.

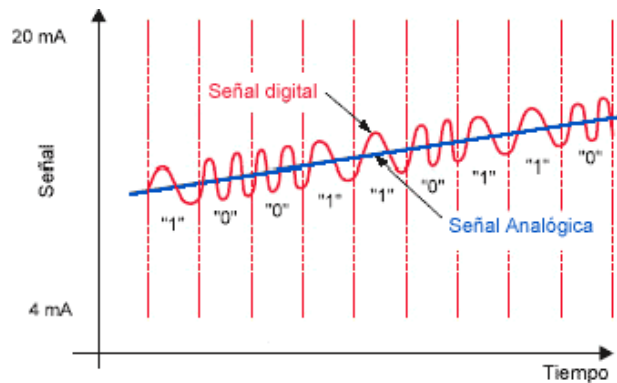


FIG. 1.42: Señal de transmisión con protocolo Hart

Como la señal promedio de una onda sinusoidal es cero, no se añade ninguna componente DC a la señal analógica de 4-20 mA, lo que permite continuar utilizando la variación analógica para el control del proceso.

1.10.2.2.- PROFIBUS.

(Process Field Bus) Bus de campo de alta velocidad para control de procesos. Existen tres perfiles:

Profibus DP: (Decentralized Periphery). Orientado a sensores/actuadores enlazados a procesadores (PLC's) o terminales.

Profibus PA: (Process Automation). Para control de proceso, mediante normas especiales de seguridad para la industria química.

Profibus FMS: (Fieldbus Message Specification). Para comunicación entre células de proceso o equipos de automatización.

1.10.2.3.- FOUNDATION FIELDBUS (FF).

Es un protocolo de comunicación digital para redes industriales, específicamente utilizado en aplicaciones de control distribuido. Puede comunicar grandes volúmenes de información, ideal para aplicaciones con varios lazos complejos de control de procesos y automatización. Está orientado principalmente a la interconexión de dispositivos en industrias de proceso continuo. Los dispositivos de campo son alimentados a través del bus Fieldbus cuando la potencia requerida para el funcionamiento lo permite.

Otros protocolos ampliamente usados aunque de menor alcance son:

1.10.2.4.- MODBUS.

Es un protocolo de transmisión para sistemas de control y supervisión de procesos (SCADA) con control centralizado, puede comunicarse con una o varias estaciones remotas (RTU) con la finalidad de obtener datos de campo para la supervisión y control de un proceso. La interface de capa física puede estar configurada en: RS-232, RS-422, RS-485. En Modbus los datos pueden intercambiarse en dos modos de transmisión:

- Modo RTU
- Modo ASCII

1.10.2.5.- DEVICENET.

Red de bajo nivel adecuada para conectar dispositivos simples como sensores fotoeléctricos, sensores magnéticos, pulsadores, etc. y dispositivos de alto nivel (PLC`s, controladores, computadores, HMI, entre otros). Provee información adicional sobre el estado de la red, cuyos datos serán desplegados en la interfaz del usuario.

Ventajas.

- Posibilidad de intercambio de información entre equipos que controlan fases sucesivas de un mismo proceso.
- Facilidad de comunicación hombre máquina.
- Uso de una base de datos común.

Tabla 1.7 Comparación de características entre algunos buses y protocolos

Nombre	Topología	Soporte	Máx dispositivos	Rate transm. bps	Distancia máx Km	Comunicación
Profibus DP	línea, estrella y anillo	par trenzado fibra óptica	127/segm	Hasta 1.5M y 12M	segm 24 fibra	Master/Slave peer to peer
Profibus PA	línea, estrella y anillo	par trenzado fibra óptica	14400 /segm	31.5K	segm 24 fibra	Master/Slave peer to peer
Profibus FMS		par trenzado fibra óptica	127/segm	500K		Master/Slave peer to peer
Foundation Fieldbus HSE	estrella	par trenzado fibra óptica	240 p/segm 32.768 sist	100M	par 2 fibra	Single/multi master

Foundation Fieldbus H1	estrella o bus	par trenzado fibra óptica	240 p/segm 32.768 sist	31.25K	1.9 cable	Single/multi master
LonWorks	bus, anillo, lazo, estrella	par trenzado fibra óptica coaxial, radio	32768 /dom	500K	2	Master/Slave peer to peer
Interbus-S	Segmentado	par trenzado fibra óptica	256 nodos	500K	400/segm 12.8 total	Master/Slave
DeviceNet	troncal/puntual c/bifurcación	par trenzado fibra óptica	2048 nodos	500K	0.5 6 c/repetid	Master/Slave, multi-master, peer to peer
AS-I	bus, anillo, arbol, estrella	par trenzado	31 p/red	167K	0.1, 0.3 c/rep	Master/Slave
Modbus RTU	línea, estrella, arbol, red con segmentos	par trenzado coaxial radio	250 p/segm	1.2 a 115.2K	0.35	Master/Slave
Ethernet Industrial	bus, estrella, malla-cadena	Coaxial par trenzado fibra óptica	400 p/segm	10, 100M	0.1 100 mono c/switch	Master/Slave peer to peer
HART		par trenzado	15 p/segm	1.2K		Master/Slave

1.10.3.- TIPOS DE REDES INDUSTRIALES DE COMUNICACIÓN.

Varias empresas presentan la existencia de islas automatizadas (células de trabajo sin comunicación entre sí), siendo en estos casos las redes y los protocolos de comunicación industrial indispensables para realizar un enlace entre las distintas etapas que conforman el proceso.

La integración de las mencionadas islas automatizadas suele hacerse dividiendo las tareas entre grupos de procesadores jerárquicamente

anidados. Esto da lugar a una estructura de redes industriales, las cuales es posible agrupar en tres categorías:

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

1.10.3.1.- BUSES DE CAMPO.³¹

Los buses de campo conectan sensores, actuadores, controladores y dispositivos similares en el nivel inferior de la estructura jerárquica de la automatización industrial.

Una arquitectura de bus de campo es un sistema abierto de tiempo real, es más importante que la conexión sea de bajo coste y alta fiabilidad frente a las posibilidades de interconexión a redes generales.

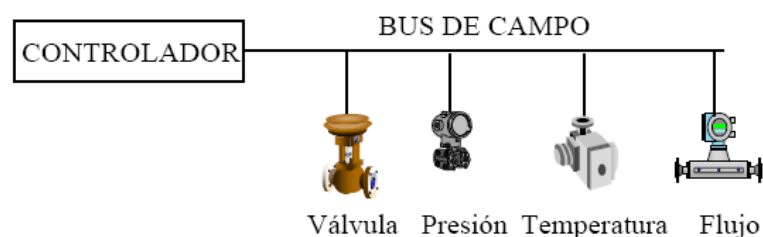


FIG. 1.43: Arquitectura del bus de campo

El objetivo principal es la reducción y simplificación del cableado a costa de reducir la disponibilidad de la información.

³¹http://www.disa.bi.ehu.es/spanish/ftp/material_asignaturas/Laboratorio%20de%20Comunicaciones%20Industriales/Documentaci%F3n/Introducci%F3n%20a%20las%20Comunicaciones%20Industriales.pdf

- La información se multiplexa temporalmente.
- Canal bidireccional.
- Se requiere un procedimiento de acceso de la información al canal.
- Se requiere un método de identificación de la información transmitida.

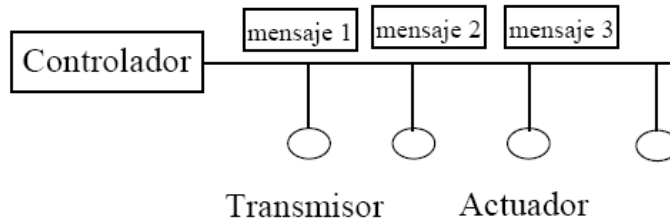


FIG. 1.44: Arquitectura de bus de campo es un sistema abierto de tiempo real

- Aprovecha la tecnología para otras funcionalidades:
- Carga y descarga de programas.
- Seleccionar y controlar la ejecución de programas.
- Indicación continuada de operatividad y estado.
- Transmisión de información adicional a la de control (Válvula: n° ciclos/día, temperatura carcasa, max/min/med, etc.).
- Identificación de dispositivo.
- Otras funcionalidades.

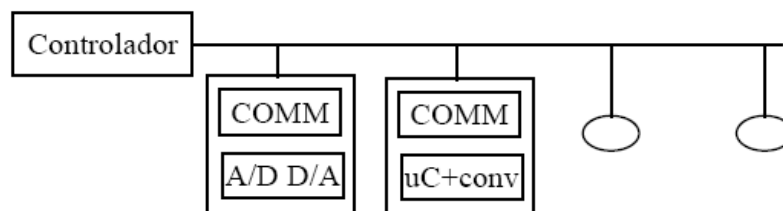


FIG. 1.45: Arquitectura del bus para otras funcionalidades

1.10.3.1.1.- TIPOS DE BUSES DE CAMPO.

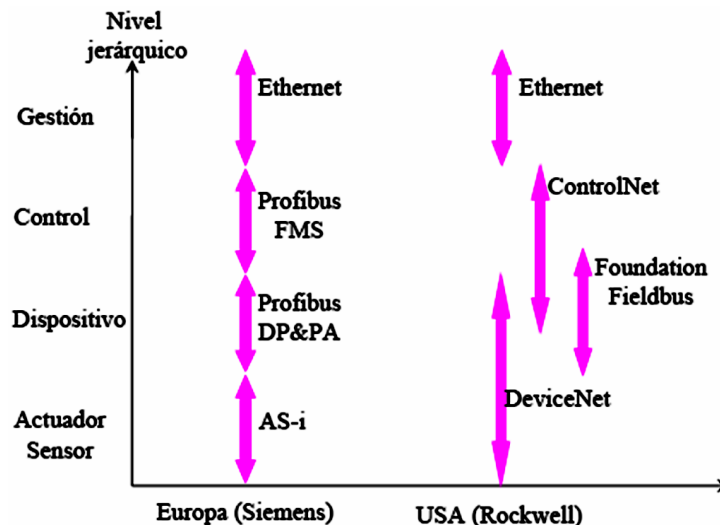


FIG. 1.46: Tipos de buses de campo

1.10.3.2.- RED DE ÁREA LOCAL LAN.³²

Es la interconexión de varios ordenadores y periféricos. Su extensión está limitada físicamente a un edificio o a un entorno de 200 metros o con repetidores podríamos llegar a la distancia de un campo de 1 kilómetro. Su aplicación más extendida es la interconexión de ordenadores personales y estaciones de trabajo en oficinas, fábricas, etc., para compartir recursos e intercambiar datos y aplicaciones.

El término red local incluye tanto el hardware como el software necesario para la interconexión de los distintos dispositivos y el tratamiento de la información.

³²http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_%C3%A1rea_local#Topolog.C3.ADa_de_la_red

Las características más importantes de esta red son:

- Tecnología broadcast (difusión) con el medio de transmisión compartido.
- Capacidad de transmisión comprendida entre 1 Mbps y 1 Gbps.
- Extensión máxima no superior a 3 km (una FDDI puede llegar a 200 km).
- Uso de un medio de comunicación privado.
- La simplicidad del medio de transmisión que utiliza (cable coaxial, cables telefónicos y fibra óptica).
- La facilidad con que se pueden efectuar cambios en el hardware y el software.
- Gran variedad y número de dispositivos conectados.
- Posibilidad de conexión con otras redes.
- Limitante de 100m.

1.10.3.3.- RED WAN.³³

Es un tipo de red de computadoras capaz de cubrir distancias desde unos 100 *km* hasta unos 1000 *km*, dando el servicio a un país o un continente. Muchas WAN son construidas por y para una organización o empresa particular y son de uso privado, otras son construidas por los proveedores de Internet para proveer de conexión a sus clientes.

Normalmente la WAN es una red punto a punto, es decir, red de paquete conmutado. Las redes WAN pueden usar sistemas de comunicación vía satélite o de radio.

³³http://es.wikipedia.org/wiki/WAN#Topolog.C3.ADa_de_la_red

A diferencia de las redes LAN la velocidad a la que circulan los datos por las redes WAN suele ser menor, además, las redes LAN tienen carácter privado, pues su uso está restringido normalmente a los usuarios miembros de una empresa, o institución, para los cuales se diseñó la red.

1.10.4.- TOPOLOGÍAS PARA LA COMUNICACIÓN.

1.10.4.1.- PUNTO A PUNTO.

En esta topología cada nodo se conecta a otro a través de circuitos dedicados, es decir, canales que son arrendados por empresas o instituciones a las compañías telefónicas. Dichos canales están siempre disponibles para la comunicación entre los dos puntos.

Esta configuración es solo funcional para pequeñas WAN ya que todos los nodos deben participar en el tráfico, es decir que si aumenta la cantidad de nodos aumenta la cantidad de tráfico y esto con el consiguiente encarecimiento de la red.

1.10.4.2.- ANILLO.

En la topología de anillo cada nodo es conectado a otros dos más formando un patrón de anillo. Esta topología tiene dos ventajas: por un lado si existe algún problema en las conexiones en un cable, la información le sigue llegando al nodo usando otro recorrido y si algún nodo está muy ocupado el tráfico se puede derivar hacia otros nodos.

Extender este tipo de redes es más caro que extender una red punto a punto ya que se necesita al menos un enlace más.

1.10.4.3.- ESTRELLA.

En esta configuración un nodo actúa como punto central de conexión para todos los demás, permitiendo así que en caso de que exista un fallo en alguno de los cables los demás nodos no pierdan conexión con el nodo central. La principal desventaja de esta topología es que algún problema que exista en el nodo central se convierte en un desastre total para la red ya que se pierde la conexión de todos los nodos.

1.10.4.4.- MALLA.

En esta topología la esencia es buscar la interconexión de los nodos de tal manera que si uno falla los demás puedan redireccionar los datos rápida y fácilmente. Esta topología es la que más tolerancia tiene a los fallos porque es la que provee más caminos por donde puedan viajar los datos que van de un punto a otro.

1.11.- REDES INDUSTRIALES Y PROTOCOLOS, DE COMUNICACIÓN, ALLEN BRADLEY.³⁴

1.11.1.- ARQUITECTURAS DE COMUNICACIÓN.

El usuario determina la arquitectura de comunicación según las necesidades de conexión en red. Debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Tipo de información que se envía/recibe:

- Rendimiento del sistema.

³⁴http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/reategui_gh/reategui-gh.pdf

- Distancia/tamaño de la aplicación.
- Redes disponibles.
- Expansión futura.

Dependiendo de cada aplicación tenemos:

1.11.1.1.- REDES DE INFORMACIÓN.

- Proporciona un vínculo entre la fábrica y los sistemas de ejecución de fabricación.
- Se conecta a las computadoras principales de múltiples clientes.
- Tiene la capacidad de transferir archivos de datos de tamaño grande.
- Es compatible con las herramientas estándar de administración de redes y resolución de problemas.

1.11.1.2.- REDES DE CONTROL.

Ofrece el rendimiento en tiempo real.

- Es determinista y repetible.
- Es compatible con la transmisión de mensajes entre dispositivos similares.
- Se conecta a los PLC`s, PC`s, dispositivos de interface de operador-máquina, variadores, dispositivos de movimiento, etc.
- Es compatible con la programación y la configuración de dispositivos.

1.11.1.3.- REDES DE DISPOSITIVOS.

- Reduce los gastos de cableado puesto que no es necesario que los dispositivos se conecten directamente a un controlador programable.
- Es compatible con los diagnósticos a nivel de dispositivo.
- Se conecta a los dispositivos de múltiples vendedores.

1.11.2.- TIPOS DE REDES DE COMUNICACIÓN.

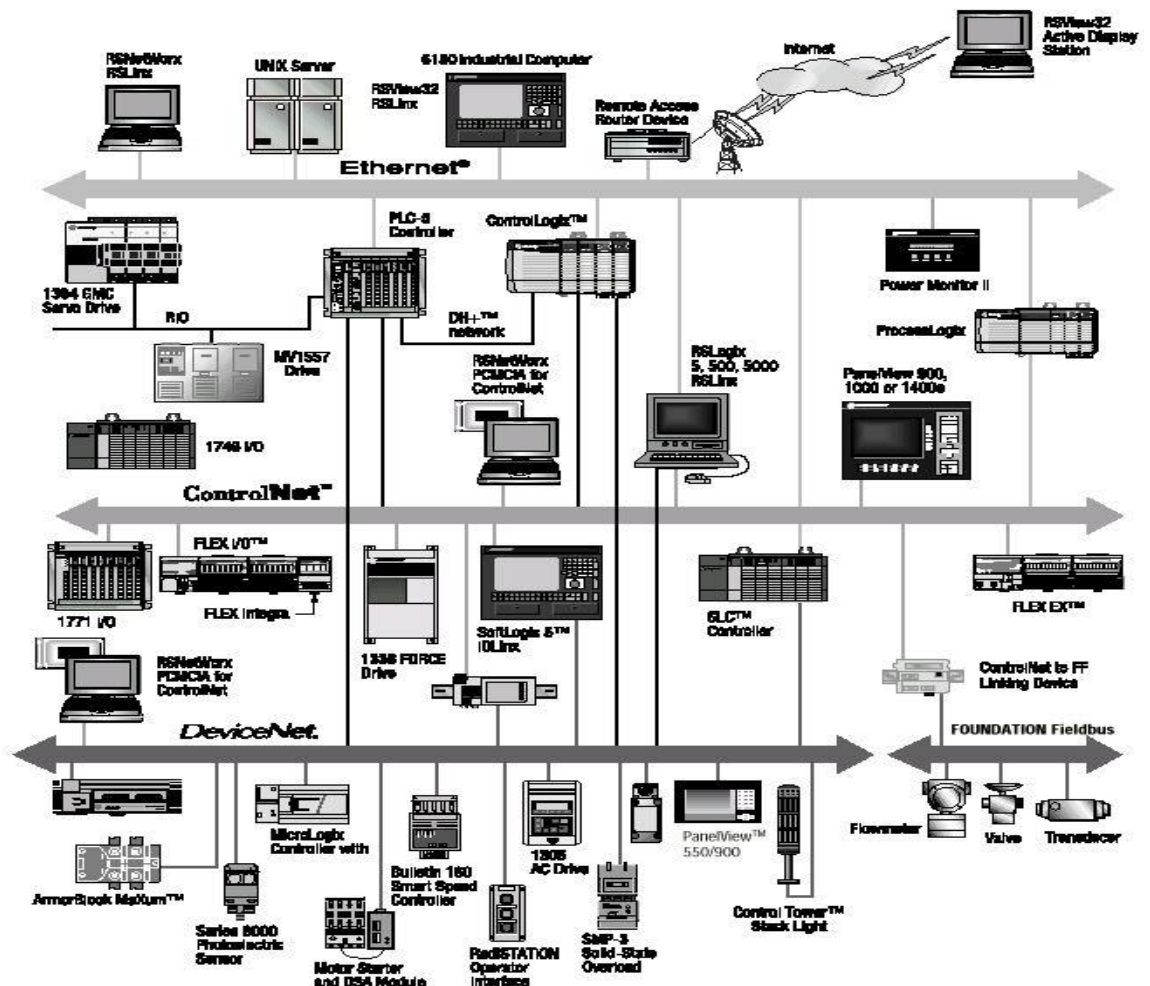


FIG. 1.47: Redes de comunicación de Allen Bradley

Las capacidades de conexión a redes, con las redes principales de Ethernet, ControlNet y DeviceNet, permiten el intercambio de información entre una gama de dispositivos, plataformas de computadoras y sistemas de operación.

1.11.2.1.- RED ETHERNET TCP/IP.

Es una red de área local diseñada para el intercambio a alta velocidad de información entre las computadoras y los dispositivos asociados. El alto ancho de banda (10 Mbps a 100 Mbps) de la red permite que muchas computadoras, controladores y otros dispositivos se comuniquen a través de largas distancias.

1.11.2.1.1.- CARACTERÍSTICAS.

- Capa de información.
- Intercambio de información a alta velocidad.
- Alto ancho de banda.
- Usado por la Internet.

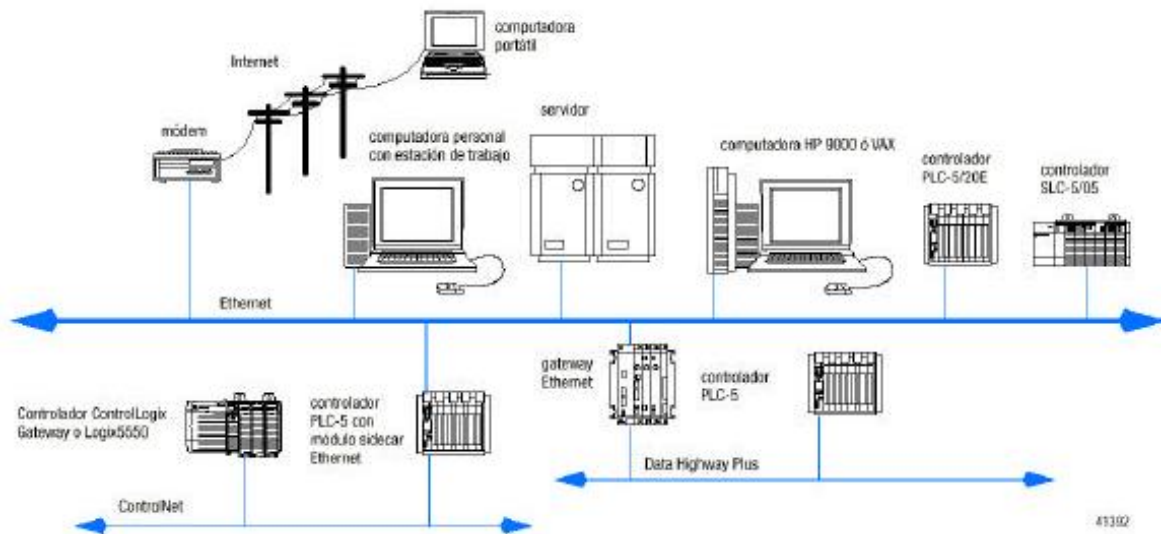


FIG. 1.48: Red Ethernet, Allen Bradley

1.11.2.2.- RED CONTROLNET.

Es una red abierta determinista de alta velocidad que se usa para transmitir información de tiempo crítico. Proporciona los servicios de control y transmisión de mensajes en tiempo real para la comunicación entre dispositivos similares. Como vínculo de alta velocidad entre los controladores y los dispositivos de E/S, esta red combina las capacidades de las redes existentes universales de E/S remotas y DH+. Se puede conectar una variedad de dispositivos a la red ControlNet, incluso computadoras personales, controladores, interfaces de operador-máquina, variadores, módulos de E/S y otros dispositivos con conexiones ControlNet.

En la capa de control, esta red combina la funcionalidad de una red de E/S y una red de transmisión de mensajes entre dispositivos similares; proporciona el rendimiento necesario para el control de datos críticos, tales como las actualizaciones de E/S y el enclavamiento entre

controladores, también posibilita las transferencias de datos no críticos, tales como las carga y descarga de programas y la transmisión de mensajes.

1.11.2.2.1.- CARACTERÍSTICAS.

- Capa de control.
- Transfiere datos de E/S y programa.
- Alta velocidad de transmisión: 5 Mbps. Tiempo de actualización de la red 2-100ms.
- Determinista.



FIG. 1.49: Red ControlNet, Allen Bradley

1.11.2.3.- RED DEVICENET.

Es un vínculo de comunicación abierto de bajo nivel que proporciona conexiones entre los dispositivos sencillos industriales (tales como los detectores y accionadores) y los dispositivos de alto nivel (tales como los controladores). Esta red abierta está basada en la tecnología estándar de red de área de controlador (CAN) y ofrece un nivel de inter operación

entre dispositivos similares provenientes de diversos vendedores. Una red DeviceNet reduce:

- Los gastos de instalación.
- El tiempo de puesta en marcha y habilitación.
- El tiempo improductivo del sistema y la máquina.

1.11.2.3.1.- VENTAJAS.

Proporciona las siguientes ventajas debido a sus características:

Interoperación: Los dispositivos sencillos de múltiples vendedores que cumplen con las normas DeviceNet son intercambiables, lo cual le proporciona flexibilidad y selección.

Redes comunes: Una red abierta proporciona soluciones comunes para el usuario final y reduce la necesidad de ser compatible con una gran variedad de redes de dispositivo.

Menores gastos de mantenimiento: Los dispositivos se pueden desmontar y reemplazar sin interrumpir el funcionamiento de otros dispositivos.

Cableado económico: Un solo cable proporciona las comunicaciones y la alimentación eléctrica de 24V. La instalación de dispositivos conectados a la red es más económica que el cableado de E/S tradicional.

1.11.2.3.2.- CARACTERÍSTICAS.

- Capa de dispositivos.
- Norma abierta.
- Velocidades de 125, 250 y 500 Kbps.
- Se conecta directamente a los dispositivos de bajo nivel.

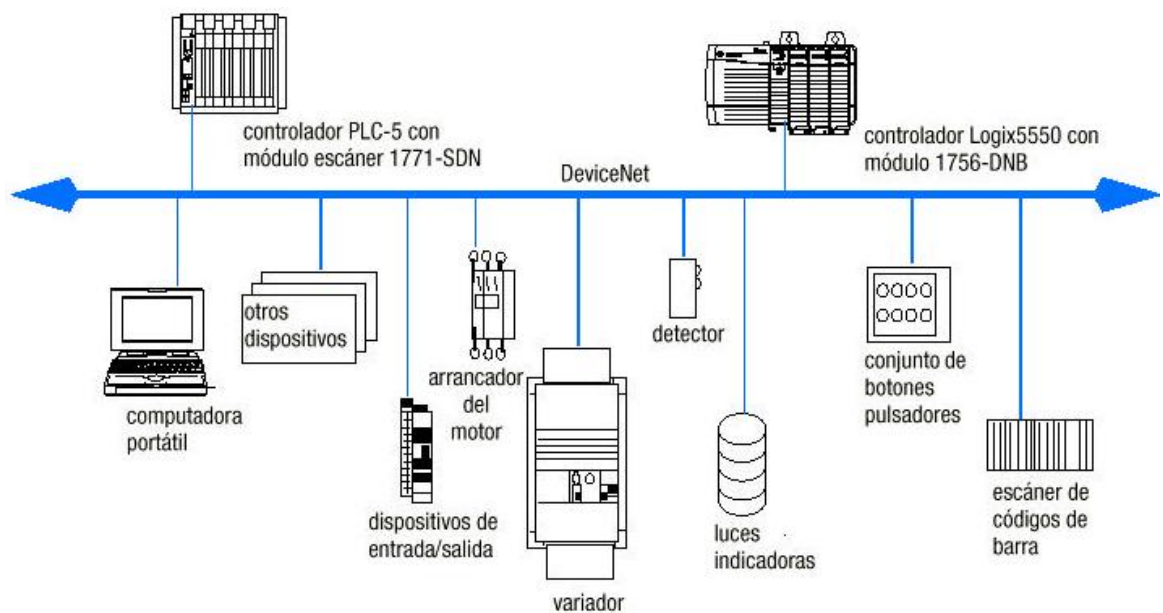


FIG. 1.50: Red DeviceNet, Allen Bradley

1.11.2.4.- RED DATA HIGHWAY PLUS.

Es una red de área local diseñada para ser compatible con la programación remota y adquisición de datos en aplicaciones en la planta. Los módulos de comunicación DH+ también se pueden usar para implementar una pequeña red entre dispositivos similares.

La red DH+ es compatible con las configuraciones de conexión en cadena, cable troncal y cable de derivación. El número de dispositivos aceptados en una red DH+ y la longitud del cable dependen de la velocidad de comunicación.

1.11.2.4.1.- CARACTERÍSTICAS.

- Compatible con la programación remota.
- Norma común existente.
- Comunicaciones entre dispositivos similares.

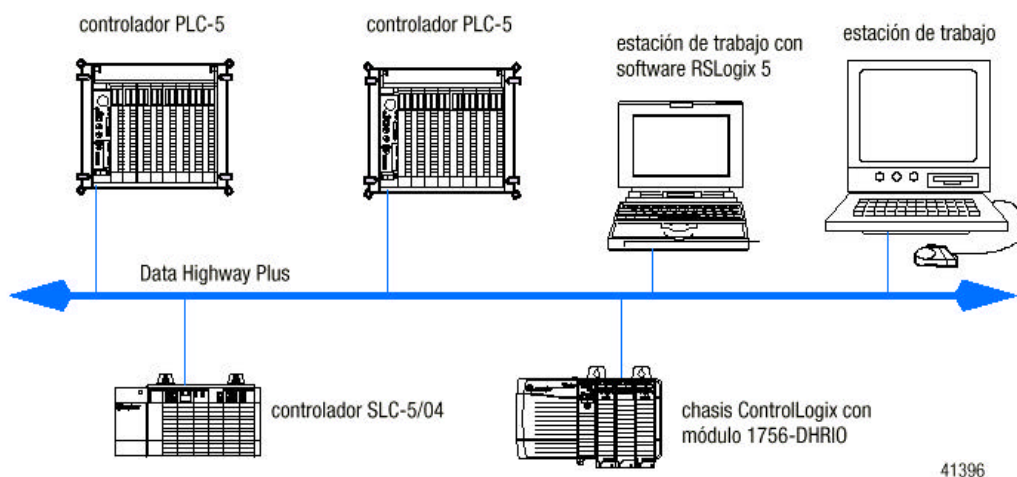


FIG. 1.51: Red Data Highway Plus, Allen Bradley

1.11.2.5.- RED REMOTE I/O.

La robustez y versatilidad de la red universal de E/S remotas provienen de la amplitud de productos con los cuales la red es compatible, la red de E/S remotas universales es compatible con muchos dispositivos de Allen-Bradley y otros fabricantes.

El uso de la red de E/S remotas universales en vez del cableado directo de larga distancia a un chasis de E/S local le permite reducir los gastos de instalación, puesta en marcha y mantenimiento puesto que esta red coloca las E/S más cerca de los detectores y accionadores.

1.11.2.5.1.- CARACTERÍSTICAS.

- Conecta módulos de E/S.
- Norma común existente.
- Es compatible con la función de paso “pass-thru”.

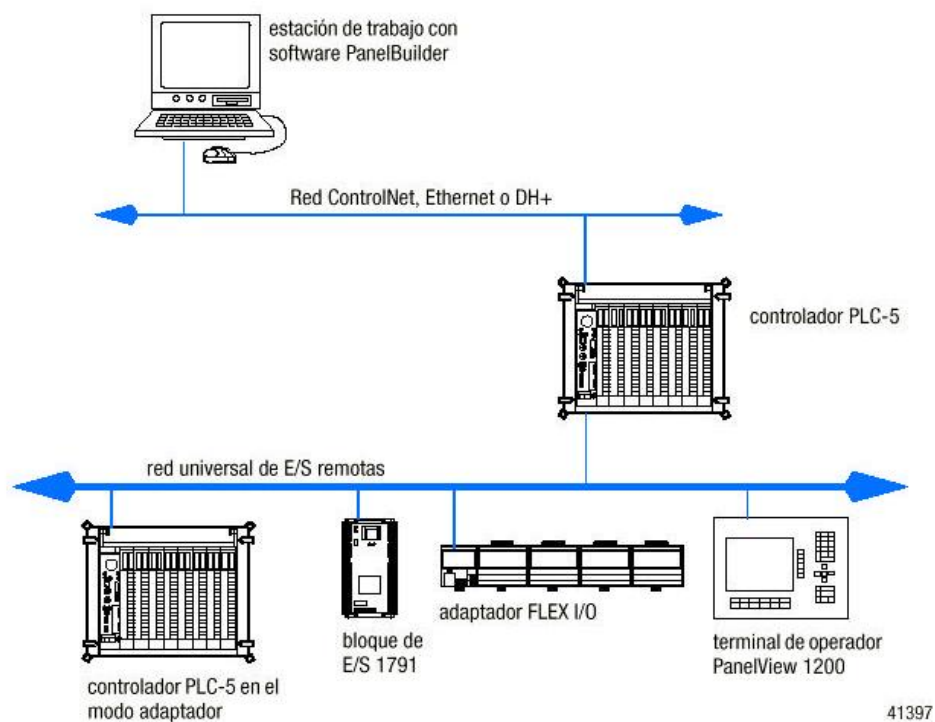


FIG. 1.52: Red Remote I/O, Allen Bradley

CAPÍTULO II

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE COMUNICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DIDÁCTICO.

2.1.- INTRODUCCIÓN.

Para la construcción del módulo didáctico se debe tomar en cuenta que éste va a ser montado en base a un esquema ya conocido como es el Freno Eprony, adaptándolo a nuestras necesidades y exigencias. Por otra parte en este capítulo se va también a seleccionar los dispositivos específicos para la red propuesta.

2.2.- DISEÑO DEL HARDWARE.

2.2.1.- DISEÑO DE LA RED DEVICENET.

Para el diseño de ésta red se debe tomar en cuenta los dispositivos que poseen enlace DeviceNet como por ejemplo, un Device Port o módulo de comunicación DeviceNet, aquellos dispositivos como son el variador de velocidad Power Flex 700 y el arrancador suave SMC Flex se los adapta un módulo de comunicación DeviceNet para ser utilizados, por su parte el PLC ControlLogix tiene en uno de sus slots un elemento de comunicación DeviceNet.

Otros dos dispositivos que se van a utilizar y no poseen enlace Device, como la PC y el panel operador PanelView Plus 1000, van a ser utilizados vía Ethernet.

Habiendo estudiado con anterioridad los dispositivos que son compatibles o que podemos conectarlos con esta red se decidió enlazarlos de la siguiente manera:

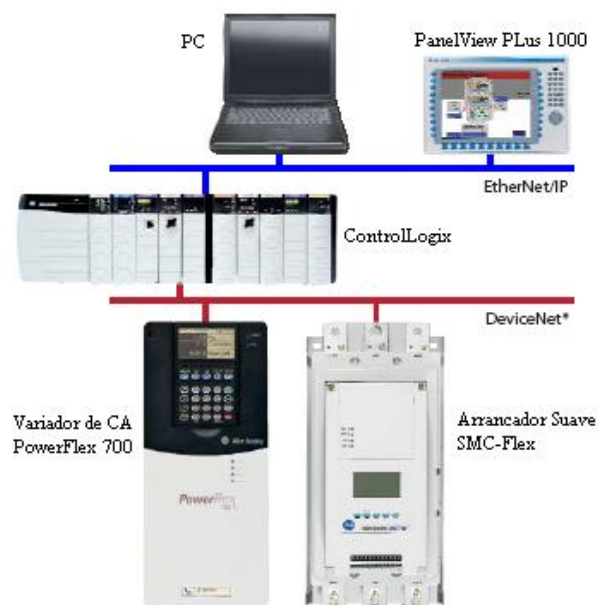


FIG. 2.1: Diseño de la Red DeviceNet

2.2.2.- SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS PARA LA RED DEVICENET Y CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO.

En base a cada uno de los dispositivos Allen Bradley que posee el Laboratorio de PLC`s de la ESPE-L, se va ah utilizar los detallados a continuación:

2.2.2.1.- PROGRAMADOR LÓGICO CONTROLADO.

Se seleccionó el PLC ControlLogix por tener acceso a la red DeviceNet mediante el módulo de interface 1756-DNB, a través del cual se puede enlazar cada uno de los dispositivos y/o elementos de la red.

2.2.2.2.- TARJETA DE COMUNICACIÓN PARA DEVICENET.

El adaptador de comunicación 20-COMM-D, es compatible con todos los productos que tengan el conector DPI (un cable de conexión interna es conectado a este adaptador y el otro extremo se conecta al driver) y estos incluyen a:

- Power Flex 70 drives
- Power Flex 700S drives
- Power Flex 700 drives
- DPI External Comms Kit
- Power Flex 700H drives
- SMC™ Flex

2.2.2.3.- VARIADOR DE VELOCIDAD.

Debido a que el variador Power Flex 700 puede ser acoplado a DeviceNet con la tarjeta 20-COMM-D, fue seleccionado para comandar el control de velocidad de este proceso.

2.2.2.4.- ARRANCADOR SUAVE.

El arrancador SMC Flex también es compatible con la tarjeta 20-COMM-D, para ser utilizado con DeviceNet, por ello está presente en este proceso.

2.2.2.5.- COMPONENTES PARA ARMAR RED DEVICENET.

Aquí están consideradas las cajas de derivación, el cable a ser utilizado, y las resistencias terminadoras de línea:

- Ports Device Box 1485P-P2T5-T5C
- Power Tap Sealed 1485T-P2T5-T5C
- Thin Cable 1485C-P1-C50
- Open-style Terminator 1485-AC2

2.2.3.- CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS PARA LA RED DEVICENET.

Para la configuración de cada uno de los dispositivos se lo realiza a través del Software RsLinx, que es el que permite visualizar cada uno de los dispositivos que se encuentran conectados en la Red.

2.2.3.1.- CONFIGURACIÓN DE LA PC.

Para el direccionamiento de este dispositivo, entramos en la opción *Propiedades* del icono mis sitios de red, click derecho en el icono de *Conexión del área local* opción *Propiedades*, seleccionamos *Protocolo Internet (TCP/IP)*, click en *Propiedades* y se asigna una dirección IP que en este caso es 10.111.1.2 y la máscara lógica 255.255.255.0, así:

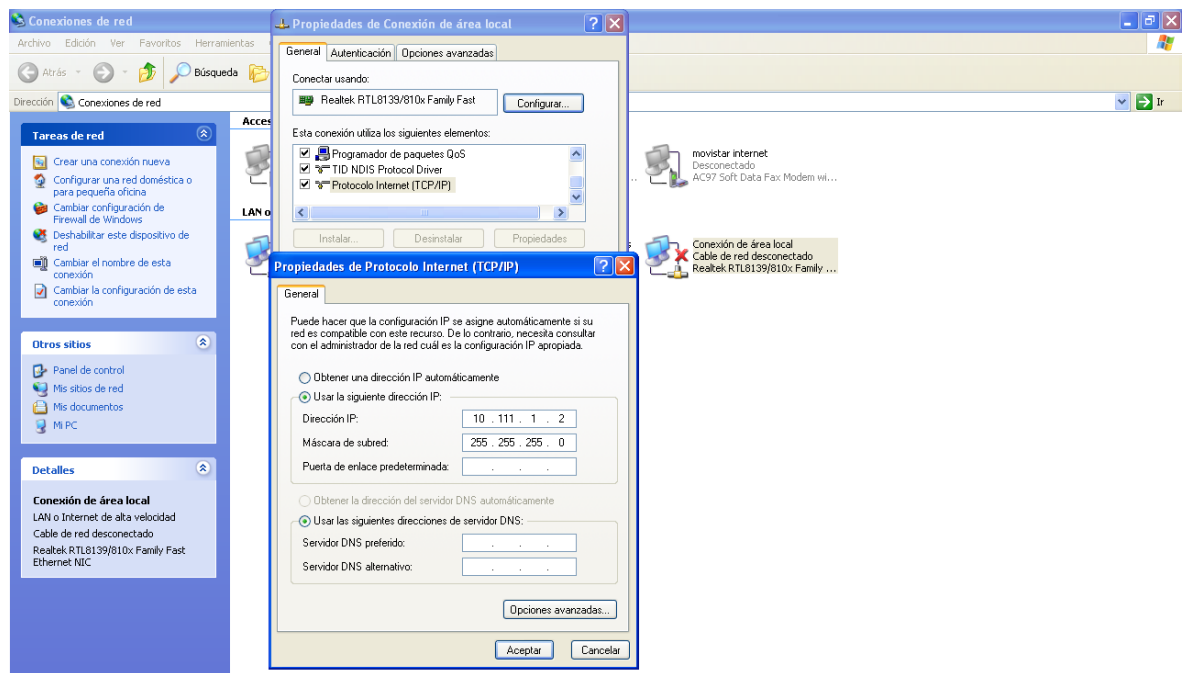


FIG. 2.2: Direcccionamiento de la PC

2.2.3.2.- CONFIGURACIÓN DEL PLC CONTROLLOGIX.

Por recomendación del fabricante esta configuración se hace mediante el puerto Rs-232 para asignar una dirección IP al PLC, utilizando el software RsLinx. En el módulo 1756-ENBT (Ethernet) dando un click derecho sobre él, se selecciona la pestaña *Port Configuration*, se cambia la configuración dinámica por estática y se asigna la dirección IP, para este caso 10.111.1.15 y la máscara lógica 255.255.255.0 almacenándose esta información en la memoria del controlador.

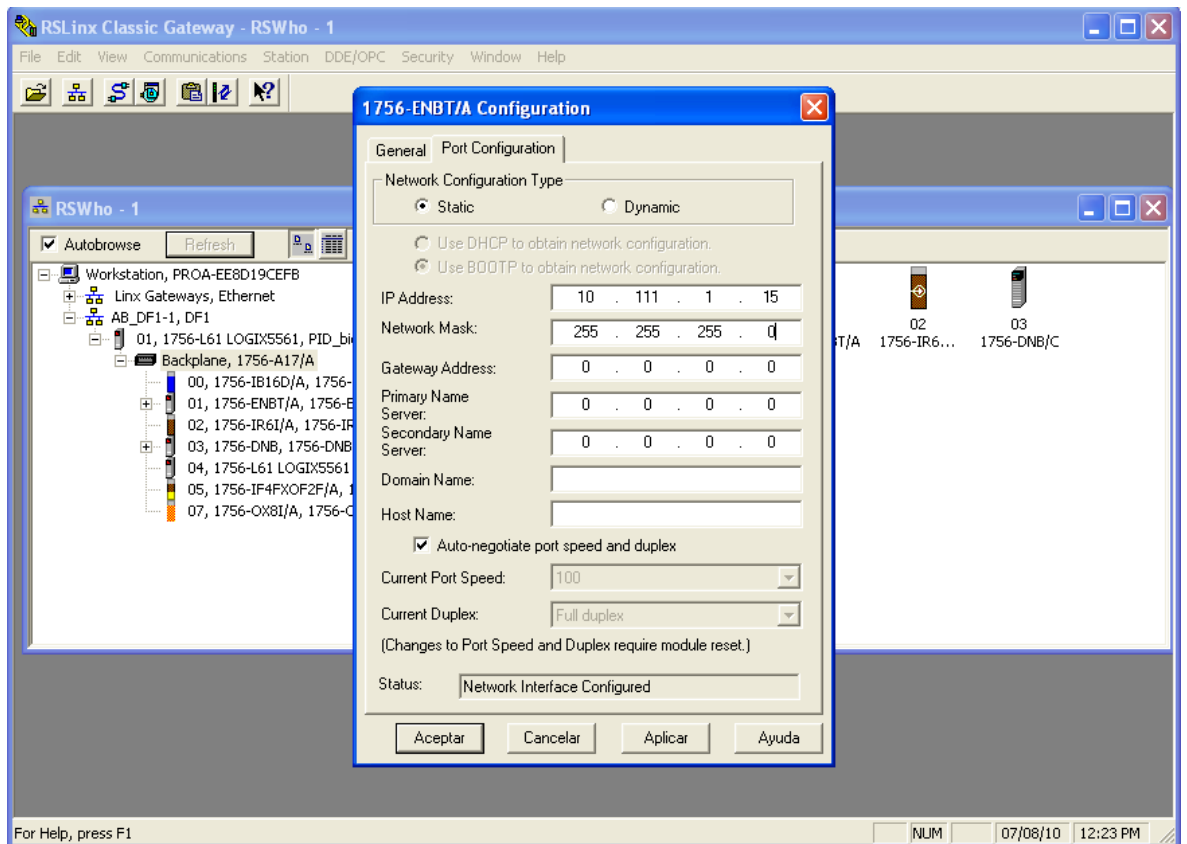


FIG. 2.3: Direccinamiento del Controlador

2.2.3.3.- CONFIGURACIÓN DEL PANELVIEW PLUS 1000.

Se debe tener en cuenta que para iniciar la configuración de la dirección IP del PanelView no es necesario estar enlazado a ninguna red, solamente tener conectado su fuente de alimentación. Al encender este dispositivo escogemos la opción *Terminal Settings*, accedemos a *Network and Communication*, seguido de *Network Connection*, y finalmente *Network Adaptors*, en el botón de *IP Adress* se digita la dirección IP asignada para este elemento de la red.

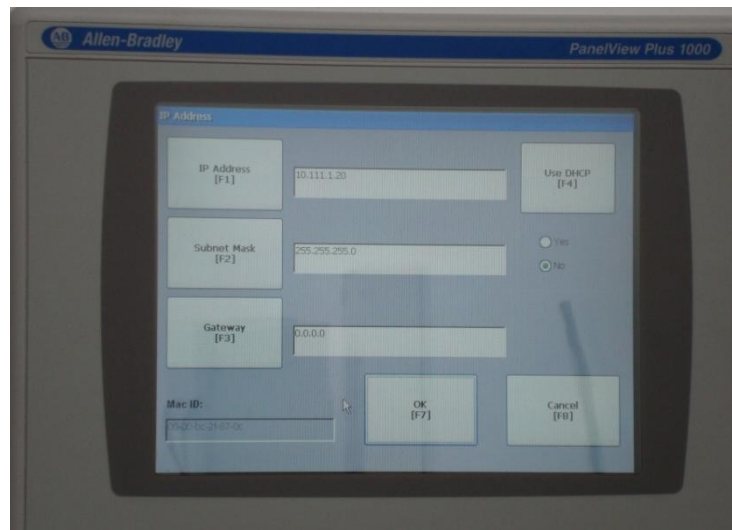


FIG. 2.4: Direcccionamiento del PanelView Plus 1000

2.2.4.- CABLEADO DE LA RED DEVICENET.

2.2.4.1.- CABLE.

Para el cableado de la red se va a utilizar cable redondo delgado que contiene cinco conductores: un par trenzado (rojo y negro) para alimentación de corriente continua de 24 V, un par trenzado (azul y blanco) para señal y un cable de tierra (sin forro).



FIG. 2.5: Cable para Red DeviceNet

Tabla 2.1. Características Según Colores del Cable Delgado

Color del Cable	Identidad del Cable	Uso
Blanco	CAN_H	Señal
Azul	CAN_L	Señal
Sin forro	Tierra	Blindado
Negro	V-	Alimentación
Rojo	V+	Alimentación

2.2.4.2.- CAJAS DE ALIMENTACIÓN Y DE DERIVACIÓN.

Las cajas de alimentación, se utilizan para conectar la alimentación de 24V de corriente continua a la red, en cambio si se desea conectar más de un dispositivo a la red se debe utilizar las cajas de derivación.

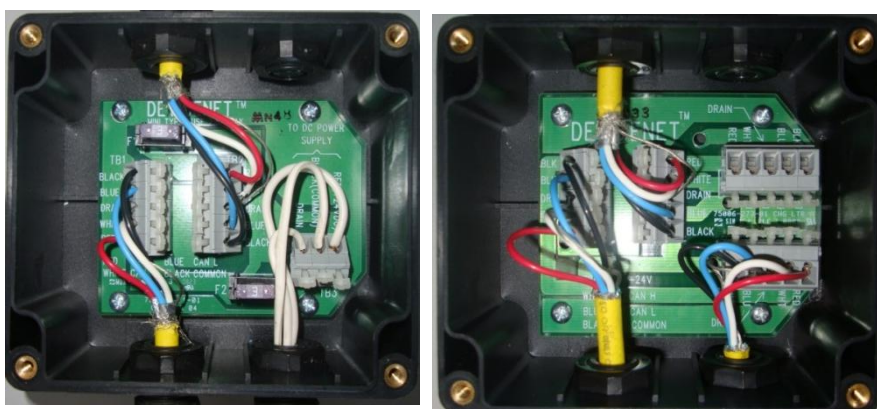


FIG. 2.6: Cajas de Alimentación y Derivación

2.2.4.3.- CONECTORES.

Para esta red se van a utilizar los conectores de tipo lineal, mini sellados y de tipo T, tomando en cuenta cada uno de los colores y orden que para ellos están determinados por el fabricante.



FIG. 2.7: Conectores Lineales Tipo Hembra



FIG. 2.8: Conectores Mini Sellados Tipo Macho y Hembra



FIG. 2.9: Conectores Tipo T

2.2.4.4.- RESISTENCIA DE TERMINACIÓN.

La línea troncal debe tener resistencias de terminación de 121 Ohmios, 1%, 1/4W en cada extremo, para eliminar el ruido que puede existir al momento de la comunicación.

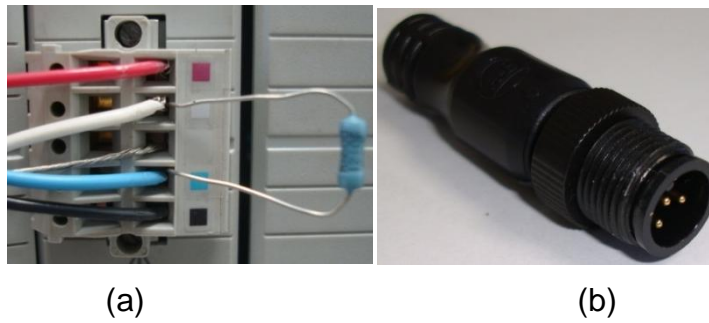


FIG. 2.10: (a) Resistencia de Terminación Conector Lineal Tipo Hembra.

(b) Resistencia de Terminación Conector Micro Macho

2.2.4.5.- CABLEADO FINAL.

En base a todos los equipos y elementos que se disponen, este es el resultado del cableado de la Red DeviceNet final.

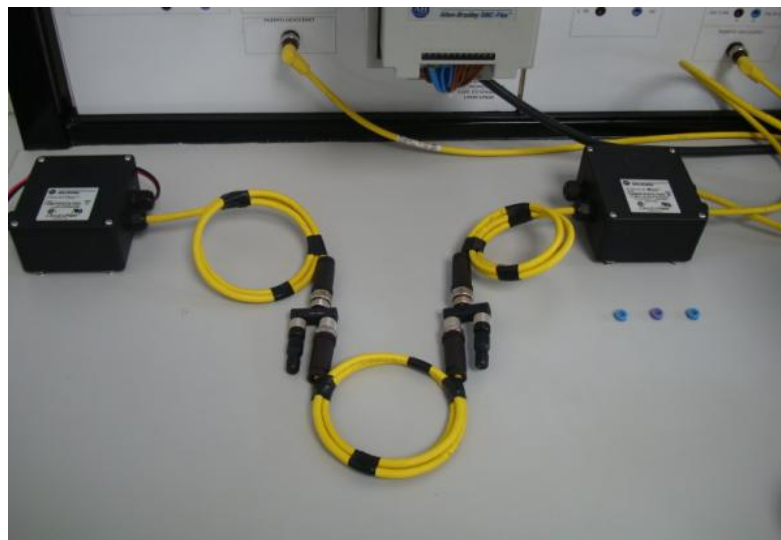


FIG. 2.11: Red DeviceNet Básica

2.2.5.- DISEÑO DE LOS TABLEROS.

Se utilizará la asistencia de los softwares: SolidWorks para la simulación de esfuerzos, y AutoCad para trazar los diagramas correspondientes. También se determinará el material a utilizar, y los elementos ineludibles para el diseño de cada módulo; que están dentro del Anexo B.

2.2.5.1.- SMC FLEX.

Para poner en funcionamiento adecuado al arrancador suave, se debe tomar en cuenta cada una de sus características como son: el número de entradas, contactos auxiliares, tipo de comunicación que consta el controlador (20 COMM-D).

Tabla 2.2. Pines de Conexión del SMC Flex.

Módulo SMC Flex			
# de terminal	Descripción	# de terminal	Descripción
11	Entrada de Potencia de Control	24	Entrada PTC
12	Común de Potencia de Control	25	Entrada Tacómetro
13	Entrada de Habilitación del controlador	26	Entrada Tacómetro
14	Conexión a Tierra del Módulo de Control	27	Entrada de Transformador de fallo de tierra
15	Entrada Opcional # 2	28	Entrada de Transformador de fallo de tierra
16	Entrada Opcional # 1	29	Contacto Auxiliar # 2
17	Entrada de Arranque	30	Contacto Auxiliar # 2
18	Entrada de Paro	31	Contacto Auxiliar # 3
19	Contacto Auxiliar # 1	32	Contacto Auxiliar # 3
20	Contacto Auxiliar # 1	33	Contacto Auxiliar # 4
23	Entrada PTC	34	Contacto Auxiliar # 4

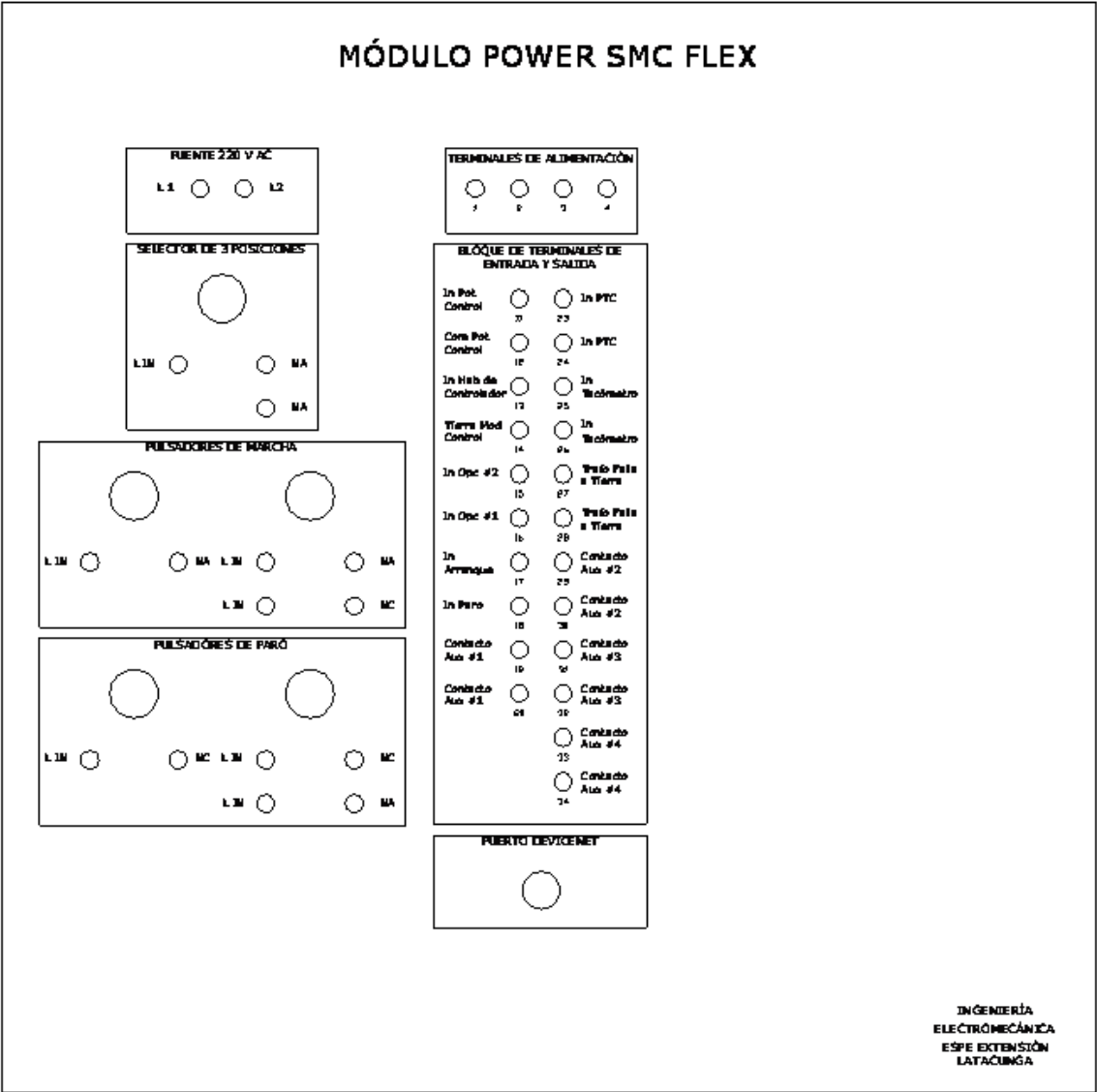


FIG. 2.12: Diseño del Tablero SMC Flex

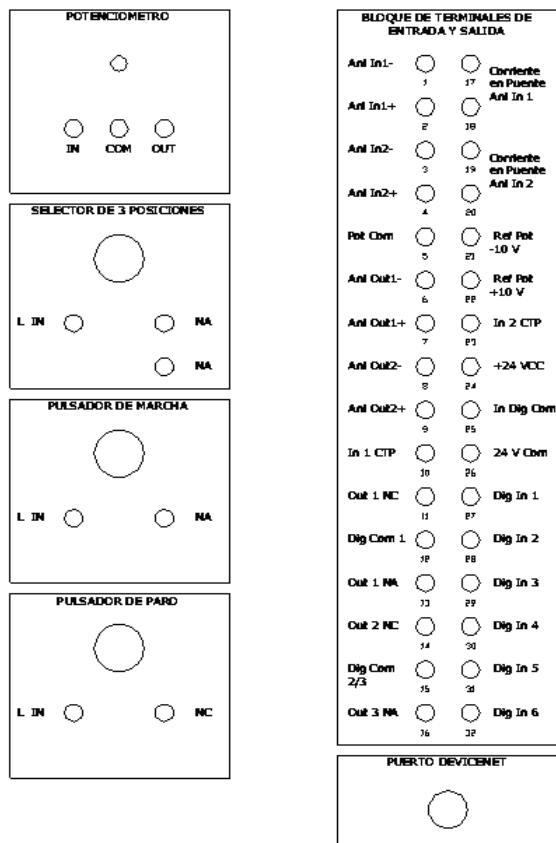
2.2.5.2.- POWER FLEX 700.

Para poner en funcionamiento adecuado al variador de velocidad, se debe tomar en cuenta cada una de sus características como son: como son el número de entradas, contactos auxiliares, tipo de comunicación que consta el controlador (20 COMM-D).

Tabla 2.3. Pines de Conexión del Power Flex 700

Módulo Power Flex 700			
# de terminal	Descripción	# de terminal	Descripción
1	Entrada Analógica 1 (-)	17	Corriente en Puente – Entrada Análoga 1
2	Entrada Analógica 1 (+)	18	
3	Entrada Analógica 2 (-)	19	Corriente en Puente – Entrada Análoga 2
4	Entrada Analógica 2 (+)	20	
5	Pot Comun	21	Ref. Pot -10V
6	Salida Analógica 1 (-)	22	Ref. Pot +10V
7	Salida Analógica 1 (+)	23	Entrada 2 CTP HW
8	Salida Analógica 2 (-)	24	+24 VCC
9	Salida Analógica 2 (+)	25	Entrada Digital Común
10	Entrada 1 CTP HW	26	24 V Común
11	Salida Digital 1 – NC	27	Entrada Digital 1
12	Salida Digital Común 1	28	Entrada Digital 2
13	Salida Digital 1 – NA	29	Entrada Digital 3
14	Salida Digital 2 – NC	30	Entrada Digital 4
15	Salida Digital 2/3 Común	31	Entrada Digital 5
16	Salida Digital 3 – NA	32	Entrada Digital 6

MÓDULO POWER FLEX 700



INGENIERÍA
ELECTROMECÁNICA
ESPE EXTENSIÓN
LATAUNGA

FIG. 2.13: Diseño del Tablero Power Flex 700

2.2.5.3.- SELECCIÓN DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS TABLEROS.

2.2.5.3.1.- MATERIAL BASE.



FIG. 2.14: Grilon

Para la construcción de los tableros se utilizará Grilon con dimensiones de 500x500x12mm. Debido a:

- Alta resistencia mecánica, rigidez, dureza y tenacidad.
- Buena resistencia a la fatiga.
- Alto poder amortiguador a impactos o vibraciones.
- Excelente resistencia al desgaste.
- Bajo peso específico
- No se oxida.
- Propiedades aislantes eléctricas.
- Fácil de mecanizar.

Tabla 2.4. Especificaciones Técnicas del Grilon.

Propiedad	Método ISO	Unidad
Físicas		
Densidad	1,12	gr/cm ³
Absorción del agua (24h 23°C)	62	%
Mecánicas		
Esfuerzo a la tracción (fluencia)	527	MPa
Módulo de elasticidad	527	Mpa
Resistencia al impacto Charpy		
Sin Estrella	179	Kj/m
Con estrella	179	Kj/m ²
Dureza Rockwell	2039-2	-
Eléctricas		
Resistencia dieléctrica	60243	Kv/mm
Resistividad volumétrica	60093	Ω Cm
Resistividad superficial	60093	Ω

2.2.5.3.2.- CONECTORES.



FIG. 2.15: Jack Banana Marca Emerson – Jhonson

Para la selección de éstos se investigó sobre las características eléctricas que soporta cada dispositivo en sus entradas y salidas tanto de corriente como de voltaje, escogiéndose los de marca Emerson – Jhonson del tipo Jack Banana.

Tabla 2.5. Características Eléctricas de Conectores

Característica	Valor
Corriente	15 Amp
Voltaje de avería	7000 Vrms minimum +
Resistencia del contacto	0.010 ohms máximo

2.2.5.3.3.- CONDUCTOR.

Según las recomendaciones del fabricante encontradas en los manuales del usuario se dimensiono el cable 16 AWG según las siguientes tablas:

Tabla 2.6. Especificaciones del Bloque de Terminales de E/S Power Flex 700

Nombre	Descripción	Gama de Conductores	
		Mínimo	Máximo
Bloque de Terminales de E/S	Conexiones de señal y control	14 AWG	22 AWG

Tabla 2.7. Cableado de Control SMC Flex

Calibre de cable
0.75...2.5 mm ² (#18...14 AWG)

2.3.- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE CARGA.

2.3.1.- DISEÑO DEL MÓDULO.

El módulo será diseñado para simulación de carga y control de velocidad. Como ya se sabe debe tener entradas y salidas para lograr el control de este proceso.

2.3.2.- SELECCIÓN DE ELEMENTOS PARA EL MÓDULO DE CARGA.

2.3.2.1.- MOTOR.



FIG. 2.16: Motor Siemens

En base a los dispositivos (Power Flex 700 y SMC Flex) que se dispone en el laboratorio y sus capacidades máximas y mínimas de funcionamiento se selecciona un motor de características siguientes:

Tabla 2.8. Datos Técnicos del Motor.

Características	Valores
Marca	Siemens
Potencia	5 HP
Fases	Tres fases
Voltaje	220/440 V
Factor de Potencia	0.86
RPM	3480
Corriente	16 / 8.0 Amp
Frecuencia	60 Hz
Peso	28 Kg

2.3.2.2.- POLEAS.

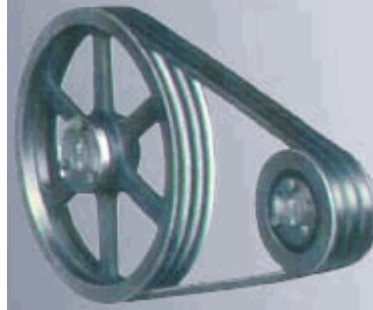


FIG. 2.17: Poleas

Se empleará para transmitir tracción del motor hacia el sistema de frenado del módulo de carga, empleando la relación de velocidad de 3480 a 1900.

El diámetro seleccionado es de 2" para el eje del motor y 4" para sistema de frenado. Ver Anexo B.

2.3.2.3.- CHUMACERAS.



FIG. 2.18: Chumaceras

Se utilizará como soporte y para permitir el giro en el eje de sistema de frenado del módulo de carga, en base al diámetro del eje de frenado se escogen chumaceras de 2". Ver Anexo B.

2.3.2.4.- EMBRAGUE.



FIG. 2.19: Embrague

Sirve en esta aplicación como protección mecánica para el motor, desacoplando el sistema de frenado con el movimiento del eje del motor.

2.3.2.5.- DISCOS PARA FRENADO.



FIG. 2.20: Discos de Frenado

El material del cual fueron construidos es hierro fundido, debido a su punto de fusión y soporta la fricción, también es de fácil mecanizado.

2.3.2.6.- ZAPATAS.



FIG. 2.21: Zapatas de Freno

Siendo la velocidad, el torque, y la potencia, características muy altas del motor, se utilizó zapatas de frenado automotriz, para detener el sistema de frenado.

2.3.2.7.- ROMANILLA.



FIG. 2.22: Romanilla

Mediante este medidor de peso, se podrá visualizar la fuerza aplicada al sistema de frenado del módulo de carga.

2.3.3.- CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE CARGA.

Para el diseño y construcción del módulo de carga, se utiliza el software SolidWorks para poder dibujar, diseñar y simular cada uno de los elementos que se va a utilizar en el módulo de carga, una vez terminado este proceso, el software entrega un informe favorable para proceder a la construcción del mismo en base a cada uno de los elementos utilizados en el diseño.

2.3.3.1.- ESTRUCTURA.

Se utiliza tubo cuadrado de 2", para que soporte cada uno de los elementos que van ir montados en el módulo de carga.



FIG. 2.23: Estructura para módulo de carga

2.3.3.2.- MONTAJE DE LOS ELEMENTOS.

- Como primer paso, se montará los discos, chumaceras, el eje principal de tracción, y el sistema de frenado.



FIG. 2.24: Montaje de elementos

- Seguidamente se proceder a montar el sistema de embrague, y la polea que recibirá la tracción del motor.

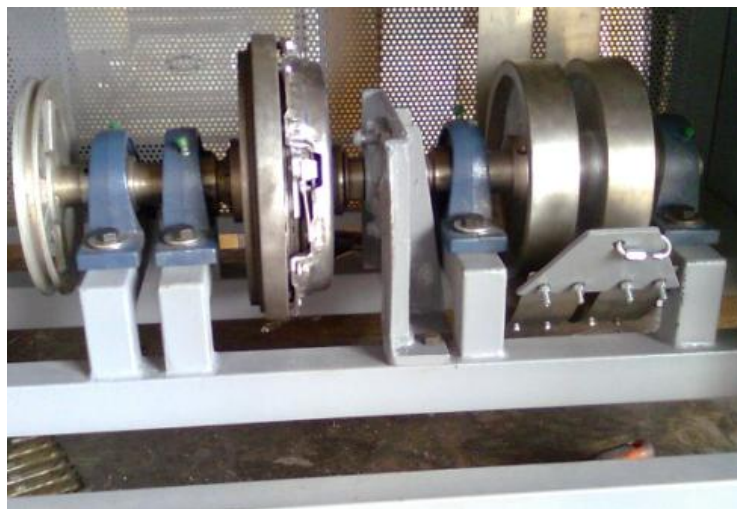


FIG. 2.25: Montaje de embrague y polea

- Finalmente acoplar el motor, y la polea que será la que transmita la tracción hacia el sistema de frenado mediante una banda.

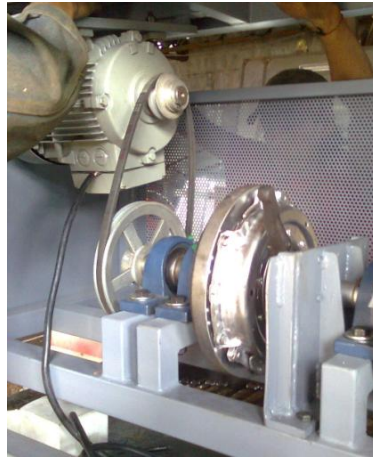


FIG. 2.26: Montaje del motor

Nota: Para observar los resultados favorables de la simulación, ver Anexo C.

2.4.- IMPLEMENTACIÓN.

2.4.1.- ENLACE Y COMUNICACIÓN.

El enlace de los dispositivos para visualización, monitoreo y control de este proceso, que no se pueden comunicar mediante DeviceNet como el PLC, Panel View y la PC se hará mediante la red de EtherNet, otro de los motivos de utilizar un enlace Ethernet para estos dispositivos antes mencionados es porque DeviceNet es una red de comunicación abierto de bajo nivel que solamente sirve como un vínculo de comunicación entre los dispositivos sencillos industriales (detectores y accionadores) y los dispositivos de alto nivel (controladores).

2.4.1.1.- RSLINX.

- Una vez iniciado el programa RsLinx, en el menú *Communications*, seleccione *Configure Drivers*; de la lista desplegable elija *EtherNet/IP Driver* y haga clic en *Add New*.

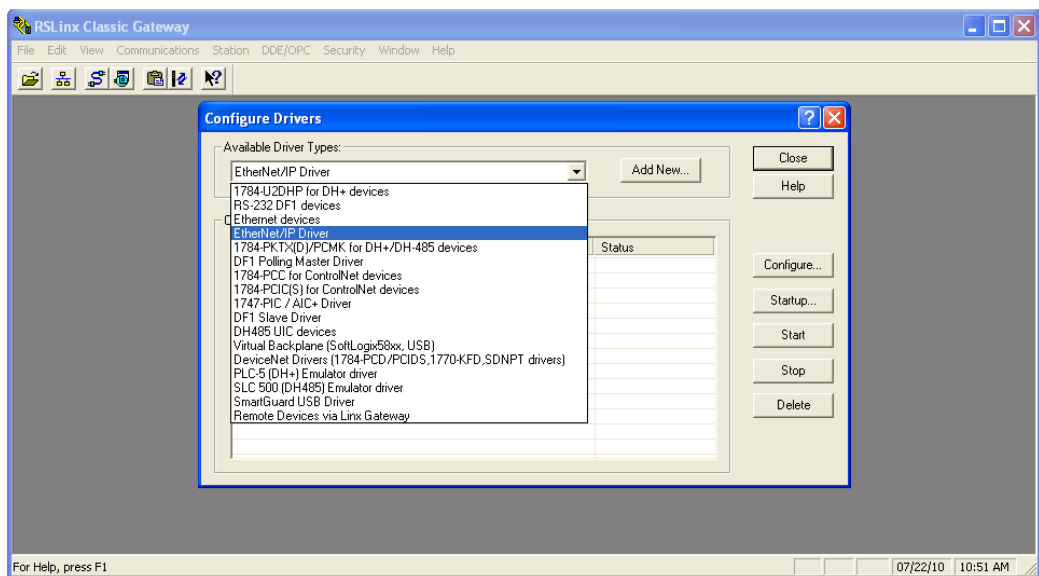


FIG. 2.27: Selección del Tipo de Comunicación

- En la ventana emergente escribir el nombre para la comunicación, se puede dejar el nombre que aparece automáticamente, *AB_ETHP-1*, click en la opción *OK* para aceptar.

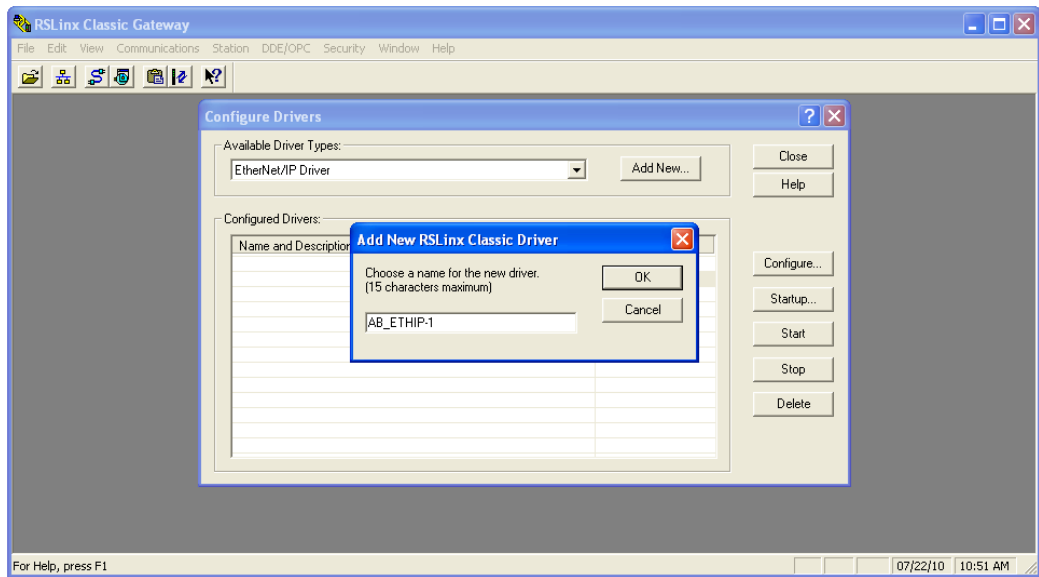


FIG. 2.28: Nombre del Tipo de Comunicación

- Finalmente configurar el driver escogiendo la opción *Browse Local Sub Net* y señalando sobre la opción que tiene la dirección IP de CPU.

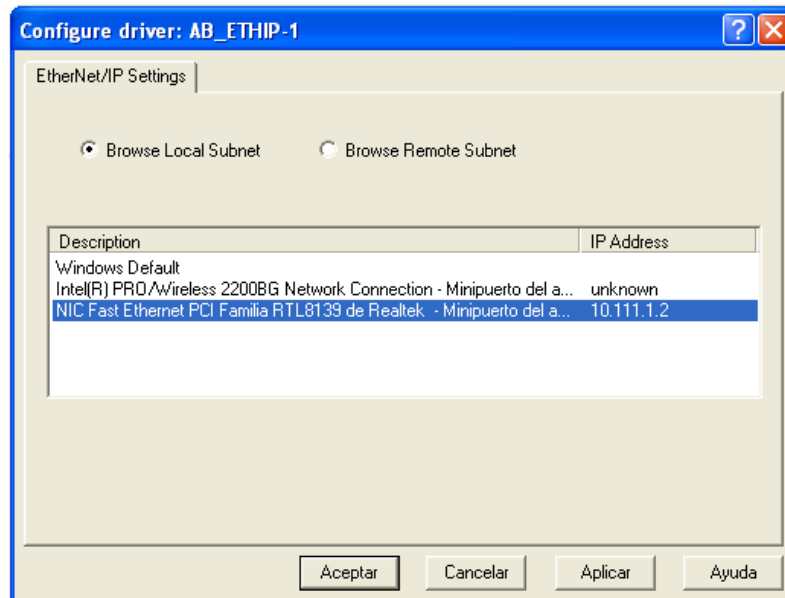


FIG. 2.29: Configuración del Driver

- Se logra enlazar y visualizar la comunicación Ethernet (Controlador y PanelView) en *AB_ETHIP-1*, además se visualiza los equipos que se encuentran conectados en DeviceNet, (Power Flex 700 y SMC Flex).

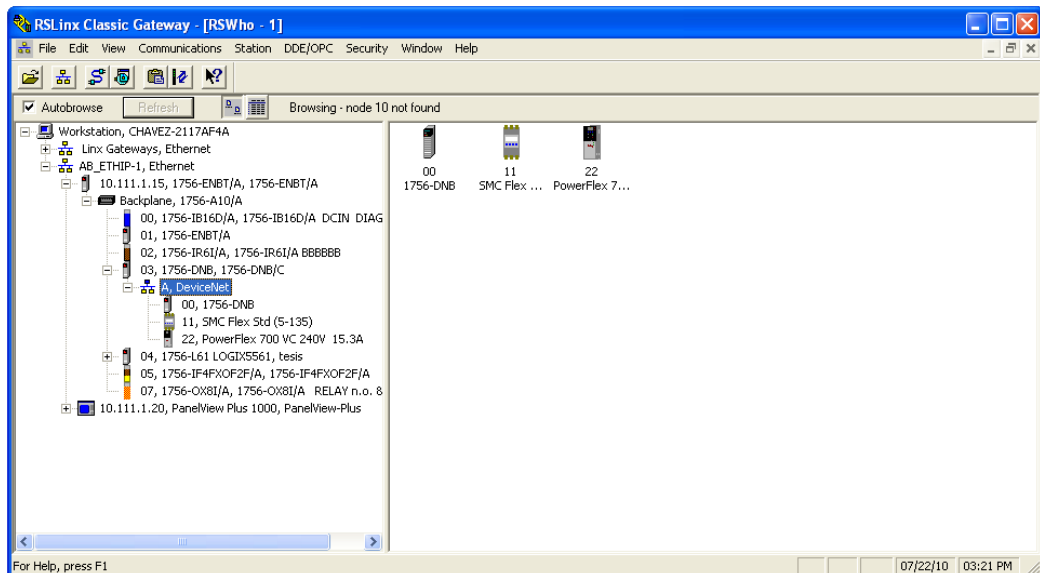


FIG. 2.30: Visualización de la Comunicación

- Se comprueba si existen fallas en cada uno de los módulos del controlador, dando un click derecho sobre cada uno, seleccionando *Device Properties*; para después programar en RSLogix 5000.

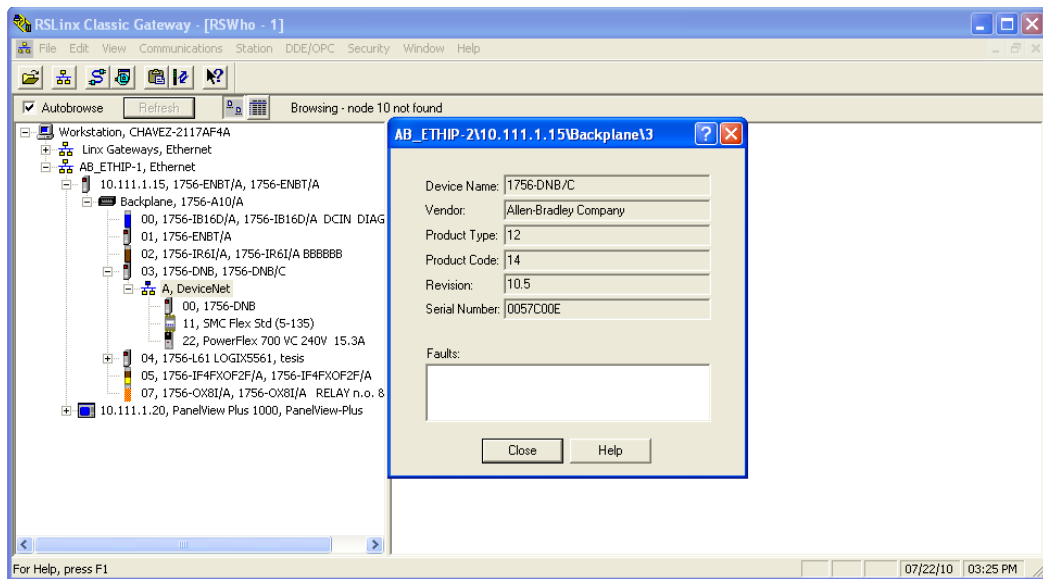


FIG. 2.31: Comprobación de Fallos

2.3.1.2.- DEVICENET NODE COMMISSIONING TOOL.

Este programa sirve para el direccionamiento del número de nodos en los equipos conectados en DeviceNet. Esta configuración de la red es una de tipo maestro esclavo por este motivo será el módulo 1756-DNB el que actué como maestro por ser el que enviará la información al resto de nodos.

- En la pestaña *Browse*, buscar el Módulo 1756-DNB.

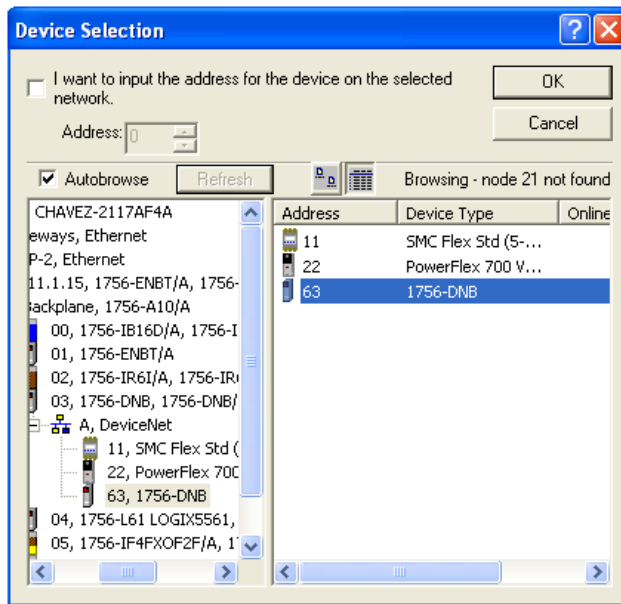


FIG. 2.32: Selección de Módulo para Direccionamiento

- En la opción *Node Address* de la siguiente ventana, digitar la opción que se escogió.

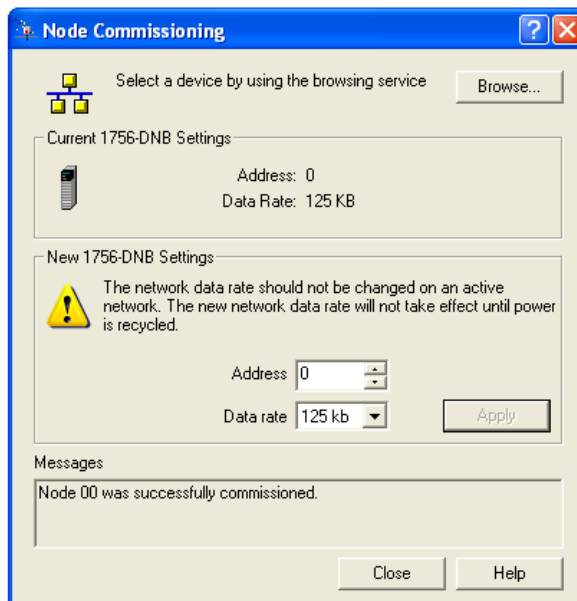


FIG. 2.33: Nuevo número de Nodo

Tener en cuenta que este proceso se debe hacer para cambiar el número de nodo de cada uno de los equipos conectados en DeviceNet.

2.3.1.3.- RSNETWORX PARA DEVICENET.

- En el menú *File*, seleccione *New*.
- Marcar *DeviceNet Configuration* y click en *Ok*; hacer click en el botón *Online* en la barra de herramientas; aparecerá una lista de los drivers disponibles en RsLinx.

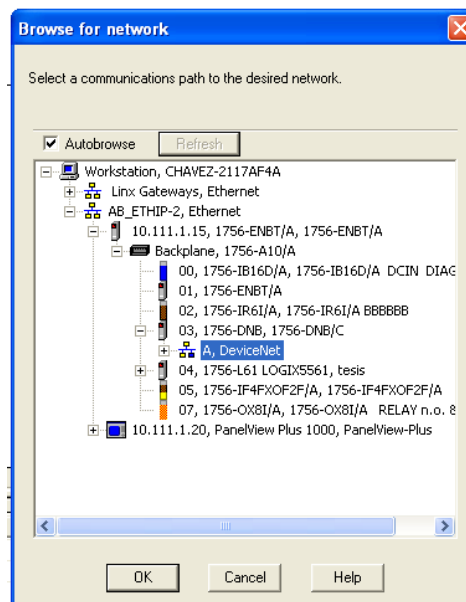


FIG. 2.34: Búsqueda de la Red DeviceNet

- Seleccionar *OK* para aceptar la ruta de acceso. El sistema le solicitará que cargue o descargue dispositivos antes de entrar en línea.

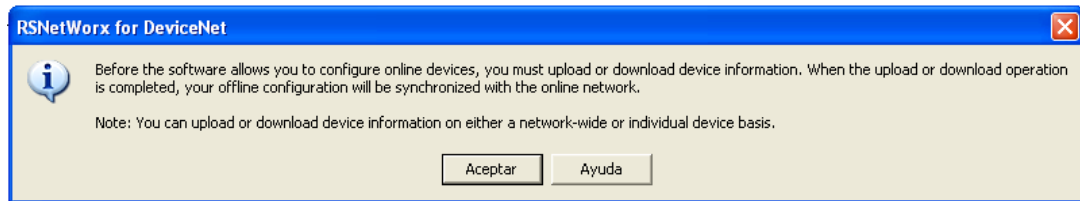


FIG. 2.35: Solicitud de Carga y Descarga de Dispositivos

- Hacer clic en *OK* para entrar en línea. RSNetWorx empezará a buscar los dispositivos en la red. Cuando el software haya terminado con la búsqueda, la red mostrada en su pantalla será similar a la mostrada en la Fig. 2.36.

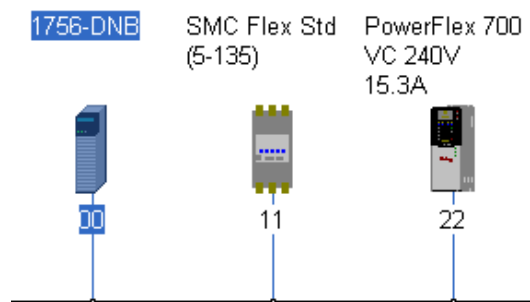


FIG. 2.36: Dispositivos Conectados en DeviceNet

- Dando click derecho sobre el icono de módulo scanner 1756-DNB opción *Properties* pestaña *Module* seleccionar la opción *Upload*. Para cargar los parámetros de este módulo.

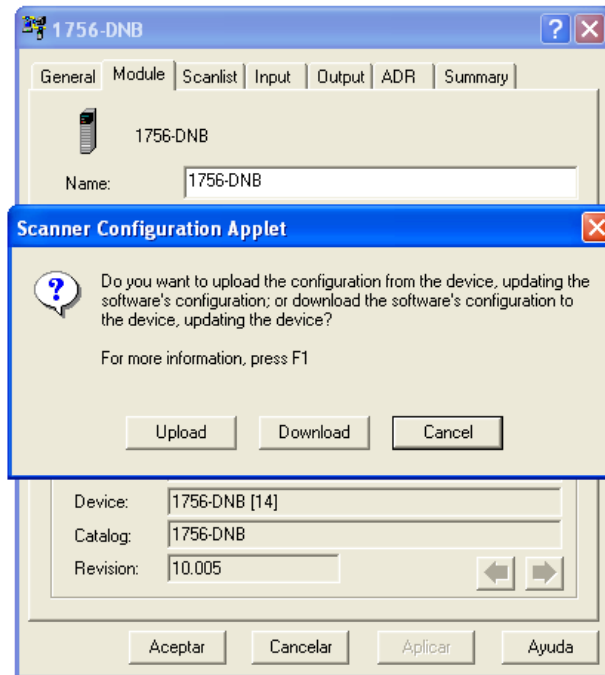


FIG. 2.37: Carga de Parámetros del Módulo 1756-DNB

- En la pestaña *Module*, verificar de que el número de Slot del módulo 1756-DNB sea el correcto.
- Seleccionar la pestaña *Scanlist*. Y hacer click en el botón de doble flecha para añadir el Power Flex 700 y el SMC Flex a la lista de scanner que aparecen al lado derecho de la ventana.

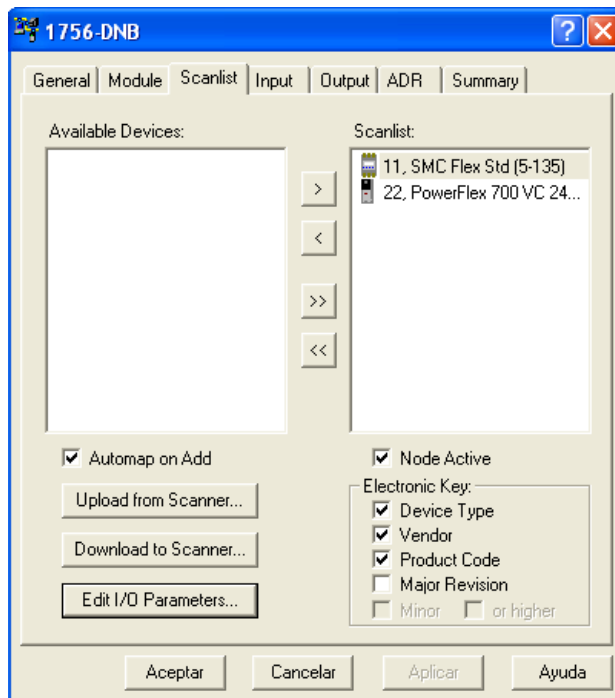


FIG. 2.38: Lista del Scanner

- En *Edit I/O Parameters*, en la opción Polled habilitar 12 bytes (4 para el scanner, 4 para el SMC Flex, 4 para el Power Flex 700), que son el número de bytes necesarios para poder transmitir la información.

Nota: La elección Polled es el método de comunicación en que el maestro envía un telegrama a cada uno de los esclavos de su lista: recibe la solicitud, el esclavo responde prontamente la solicitud del maestro. Este proceso es repetido hasta que todos sean consultados, reiniciando el ciclo.

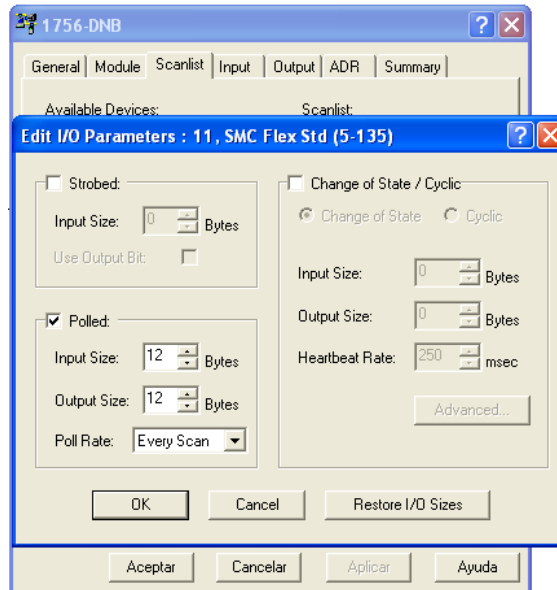


FIG. 2.39: Método de Comunicación

- Ahora dar click derecho sobre el icono de módulo Power Flex, opción *Properties* ficha *Module* seleccionar la opción *Upload*. Para cargar los parámetros de este módulo.

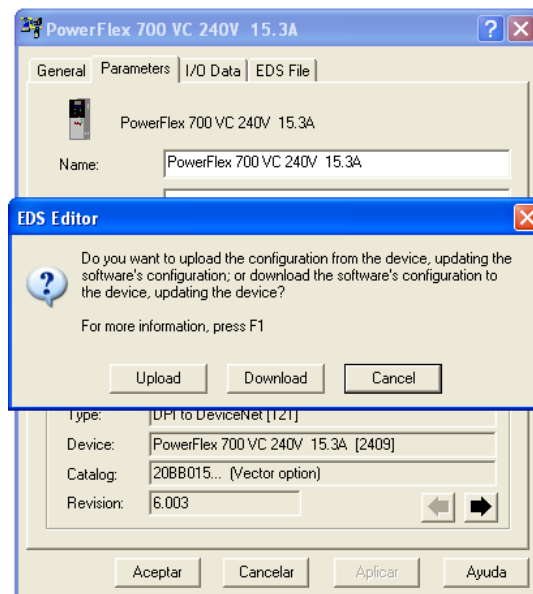


FIG. 2.40: Carga de Parámetros del Módulo Power Flex

- Se desplegará la lista total de los parámetros del Power Flex; finalmente click en Aceptar.

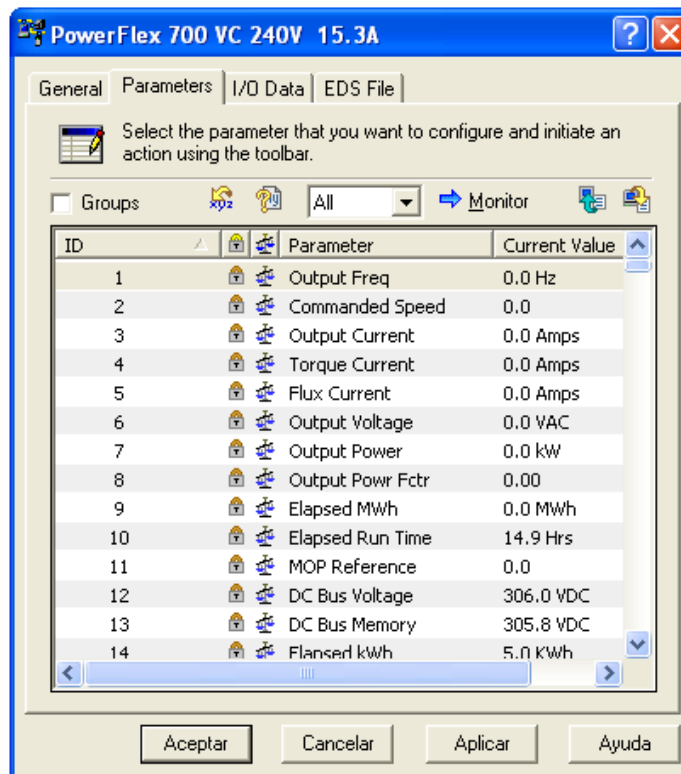


FIG. 2.41: Lista de Parámetros del Módulo Power Flex

- Ahora dar click derecho sobre el icono de módulo SMC Flex, opción *Properties* pestaña *Module* seleccionar la opción *Upload*. Para cargar los parámetros de este módulo.

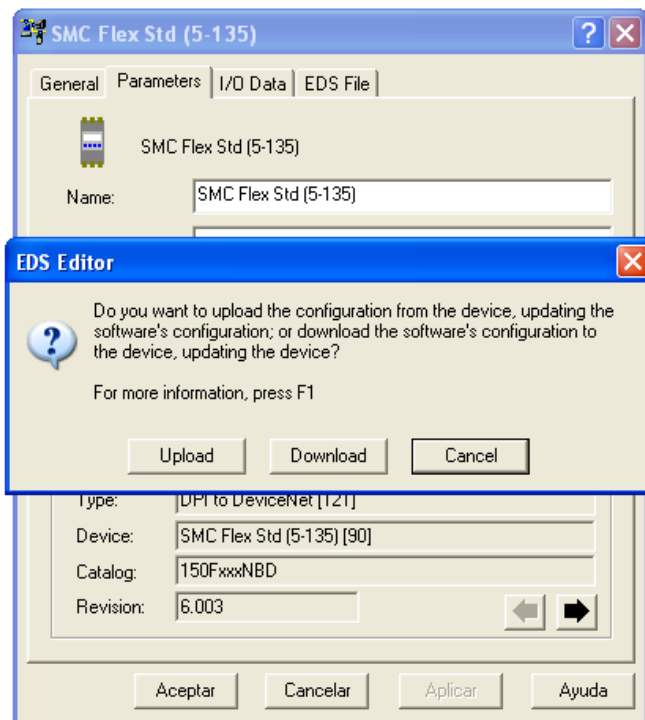


FIG. 2.42: Carga de Parámetros del Módulo SMC Flex

- Se desplegará la lista total de los parámetros del SMC Flex; finalmente click en *Aceptar*.

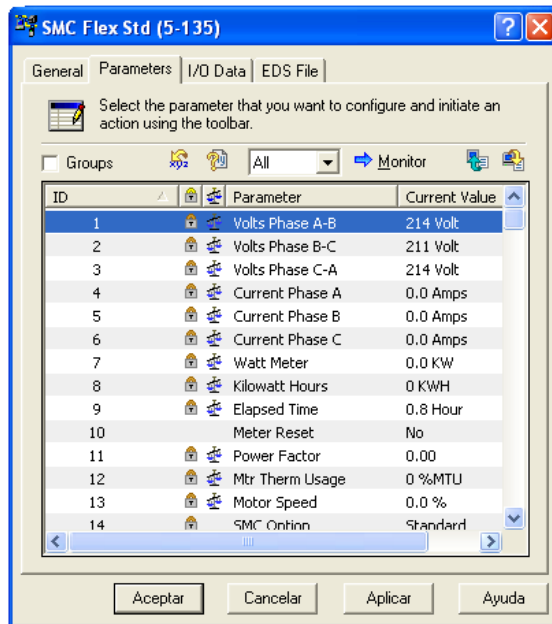


FIG. 2.43: Lista de Parámetros del Módulo SMC Flex

- En la pestaña *Diagnóstico*, click en *Start* para verificar errores en la red DeviceNet.

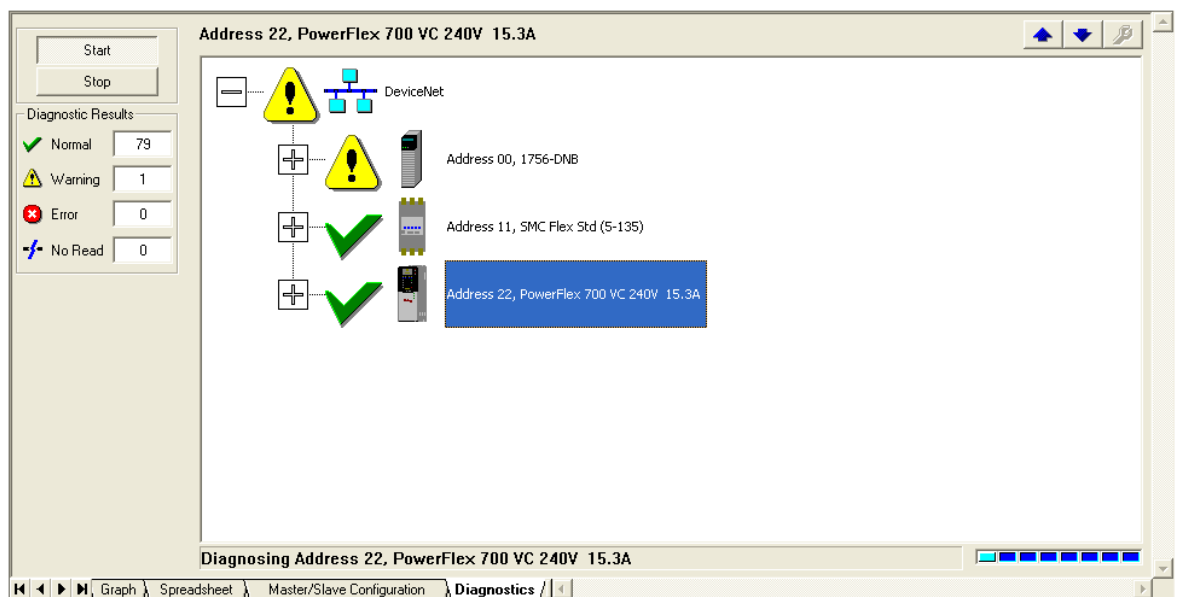


FIG. 2.44: Diagnóstico de Dispositivos Conectados en DeviceNet

Nota: La advertencia que se visualiza en la Fig. 2.44. no impide seguir trabajando normalmente con DeviceNet, posteriormente se quitará este mensaje en el programa RSLogix 5000 al activar la red DeviceNet (Local:3:O.CommandRegister.Run).

2.4.- DISEÑO DEL SOFTWARE.

2.4.1.- PROGRAMACIÓN DE ELEMENTOS PARA LA RED DEVICENET.

2.4.1.1.- RSNETWORX PARA DEVICENET.

- Una vez cargado los parámetros del Power Flex 700 Fig. 2.40. se debe modificarlos de acuerdo con la aplicación a utilizar:

Tabla 2.9. Parámetros Modificados Power Flex 700

#Parámetro	Nombre	Modificación	Descripción
90	Speed Ref A Sel	Analog In2	Variar velocidad desde el RSLogix 5000.
320	Anlg In ConFig.	No habilitar	Si deshabilitamos la señal de entrada es de voltaje, caso contrario (Analog In2) es de corriente.
321	Anlg In Sqr Root	Analog In2	Cuando el variador esta en modo Auto, habilitar.
325	Analog In2 Hi	10.00	Máximo valor de voltaje para In analog
326	Analog In2 Lo	0.00	Mínimo valor de voltaje para In analog
361	Digital IN1 Sel	No use	Deshabilitar entradas digitales para evitar conflictos
366	Digital IN6 Sel	No use	

- Una vez cargado los parámetros del SMC Flex (ver Fig. 2.42.) se debe modificarlos de acuerdo con la aplicación a utilizar. De acuerdo a esta tabla:

Tabla 2.10. Parámetros Modificados SMC Flex

#Parámetro	Nombre	Modificación	Descripción
87	Logic Mask	Bit 5	Habilitar comunicación (20-Comm-D)
88	Data IN A1	17	Habilitar entrada Starting Mode.
90	Data IN B1	32	Habilitar entrada Stop Mode.
96	Data OUT A1	17	Habilitar salida Starting Mode.
98	Data OUT B1	32	Habilitar salida Stop Mode.
148	DPI I/O Cfg	Datalink A	Datos direccionamiento de entradas/salidas.
		Datalink B	
160	M-S Input	DL A Input	Habilitación de entradas.
		DL B Input	
161	M-S Output	DL A Output	Habilitación de salidas.
		DL B Output	

Nota: En los parámetros del 88 al 103 excepto los de la Tabla 2.10. colocar el valor cero para no asociarlos con ningún otro parámetro.

- Finalmente guardar este archivo.

2.4.1.2.- RSLOGIX 5000.

- En el menú *File*, seleccione *New*.
- En la opción desplegable para *Type* marcar *ControlLogix5561 Controller*, digitar un nombre, escoger el chasis que para este caso es *10-Slot ControlLogix Chassis* y seleccionar el número de slot en el que se encuentra el CPU del controlador; click en *Ok*.

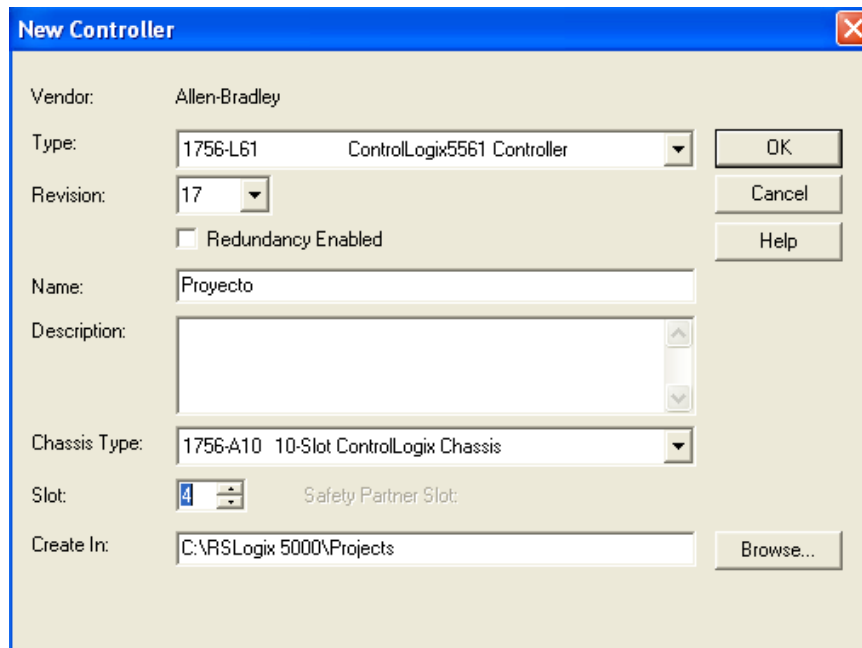


FIG. 2.45: Parámetros del Nuevo Controlador

2.4.1.2.1.- CONFIGURACIÓN DE I/O.

Realizar el siguiente procedimiento para configurar el módulo 1756-ENBT como dispositivo Ethernet para la aplicación:

- Click derecho en *I/O Configuración* en la ventana del proyecto y seleccionar *New Module*; buscar el módulo 1756-ENBT.

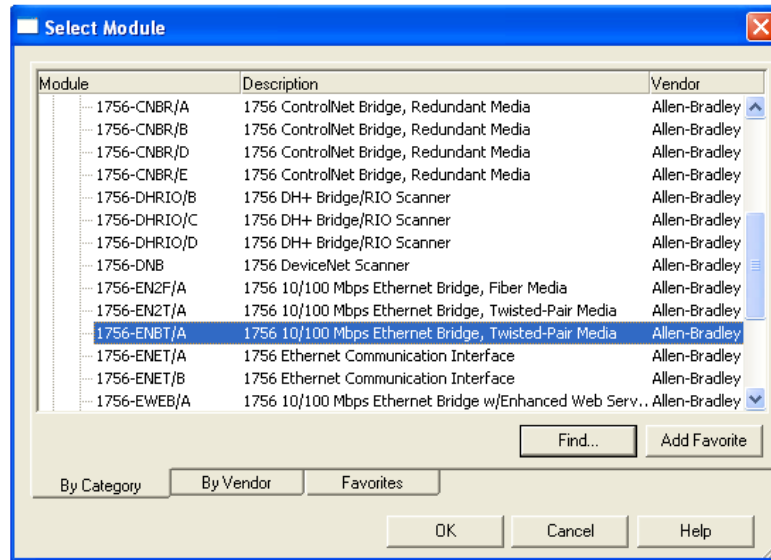


FIG. 2.46: Nuevo Módulo EtherNet

- Seleccionar la revisión y click en *Ok*.
- Digitar un nombre, seleccionar el número de slot y digitar la dirección IP del controlador, click en *Ok*.
-

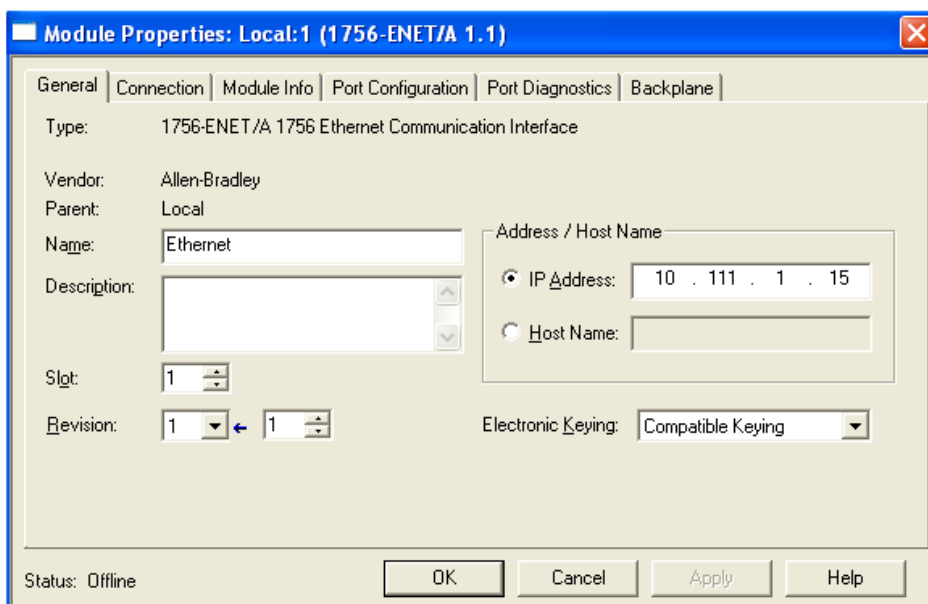


FIG. 2.47: Datos del Módulo EtherNet

Realizar el siguiente procedimiento para configurar el módulo 1756-DNB como dispositivo de scanner para la aplicación:

- Click derecho en *I/O Configuración* en la ventana del proyecto y seleccionar *New Module*; buscar el módulo 1756-DNB.

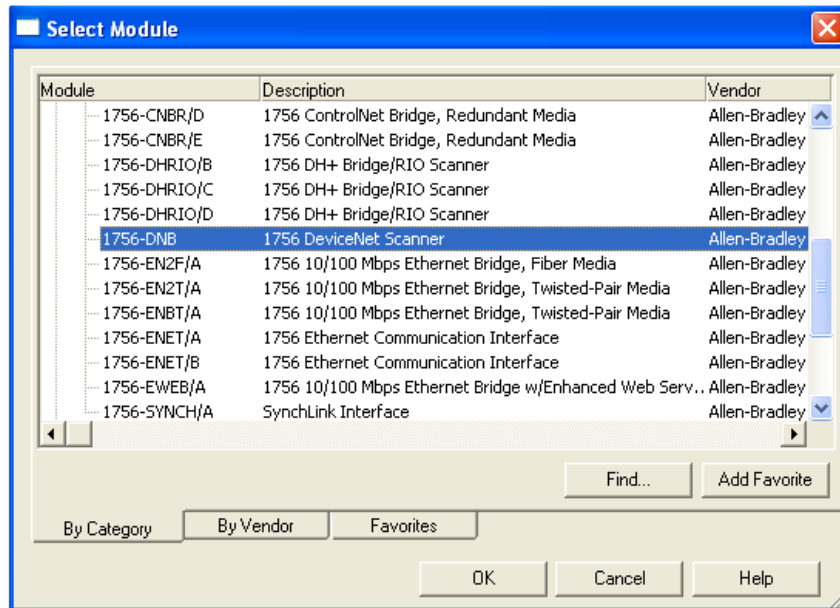


FIG. 2.48: Nuevo Módulo DeviceNet

- Seleccionar la revisión 5 (para el correcto funcionamiento del Power Flex 700, recomendación del fabricante) y click en *Ok*.
- Digitar un nombre, seleccionar el numero de slot y activar *Disable Keying* (para evitar problemas con el numero de revisión).

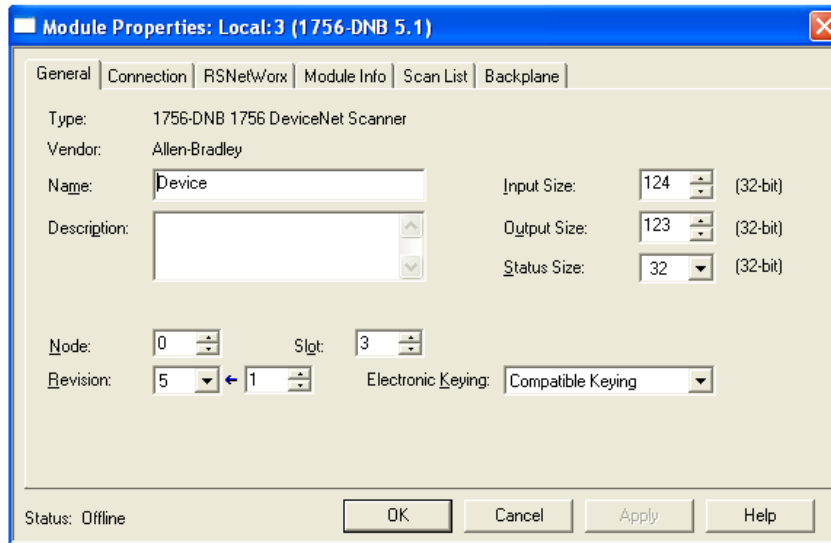


FIG. 2.49: Datos del Scanner DeviceNet

- En la pestaña *RSNetWorx*, cargar el archivo creado en el software RSNetWorx, click en *Ok*.

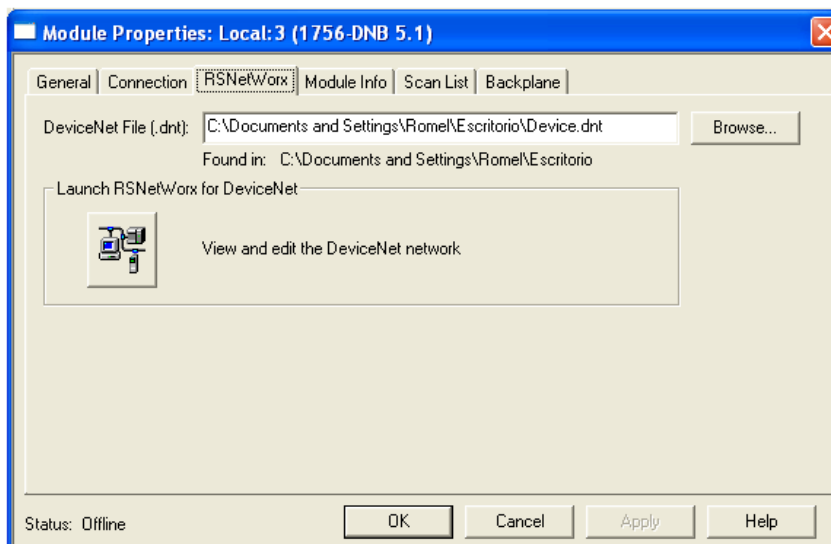


FIG. 2.50: Cargar Archivo RSNetWorx

Realizar el siguiente procedimiento para configurar el módulo 1756--IF4FXOF2F como dispositivo de E/S análogas para la aplicación:

- Click derecho en *I/O Configuración* en la ventana del proyecto y seleccionar *New Module*; buscar el módulo 1756-IF4FXOF2F.

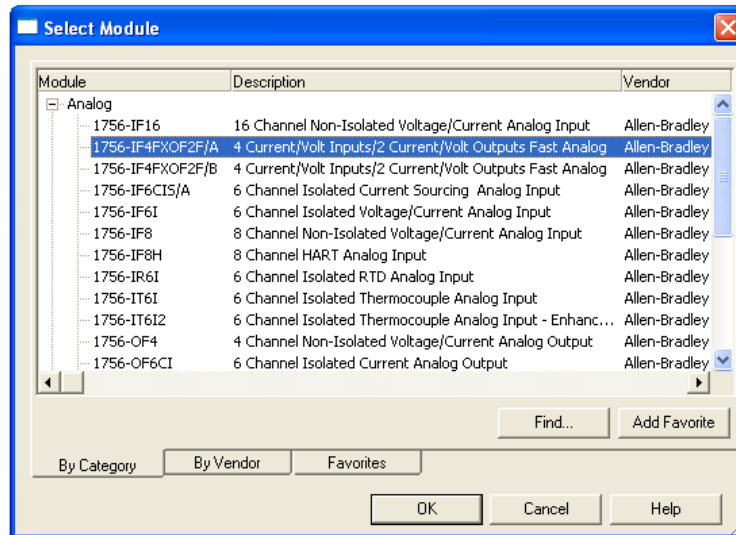


FIG. 2.51: Nuevo Módulo I/O Análogos

- Seleccionar la revisión y click en *Ok*.
- Digitar un nombre, seleccionar el número de slot, click en *Ok*.

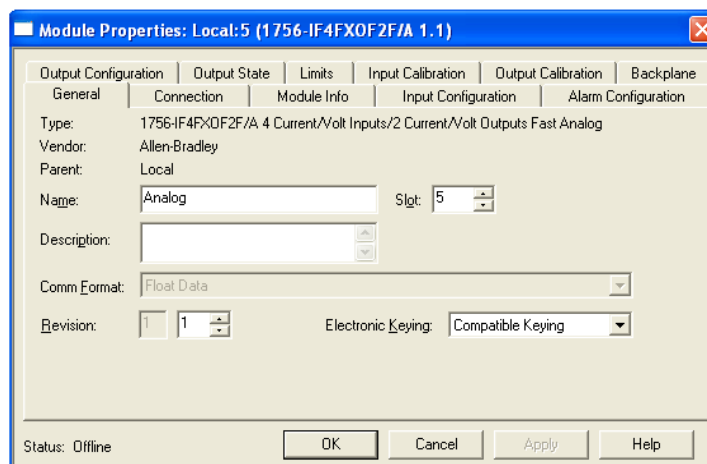


FIG. 2.52: Datos del Módulo I/O Análogos

- En la pestaña *InputConfiguration*, configurar de acuerdo a la Tabla 2.11.

Tabla 2.11. Valores de Configuración de Entrada Análoga 1

Opción		Asignación	Descripción
Channel		1	Señal tacómetro
Input Range		0 ma to 20 ma	Señal de voltaje o corriente
Scaling	High Signal	11,89	Señal máxima del tacómetro
	Low Signal	4,01	Señal mínima del tacómetro
	High Engineering	1900	Velocidad máxima
	Low Engineering	0	Velocidad mínima

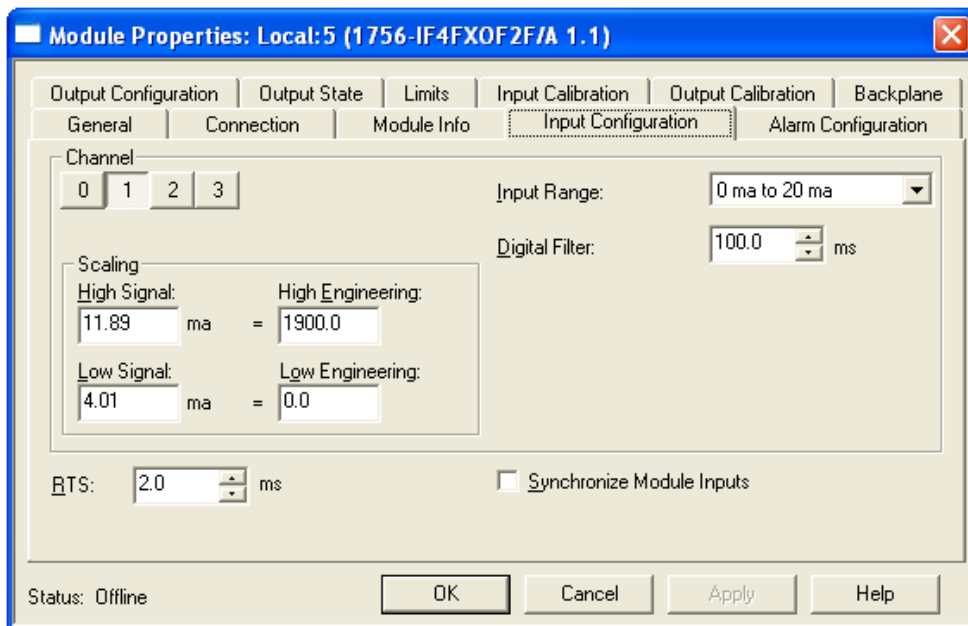


FIG. 2.53: Configuración de Entrada Análoga 1

2.4.1.2.2.- GENERACIÓN DE TAGS DE DISPOSITIVOS

Para programar los dispositivos (SMC Flex, Power Flex 700) es necesario generar los tags de cada uno de estos de esta forma:

- En el menú *Tools*, seleccionar *DeviceNet Tag Generation*.

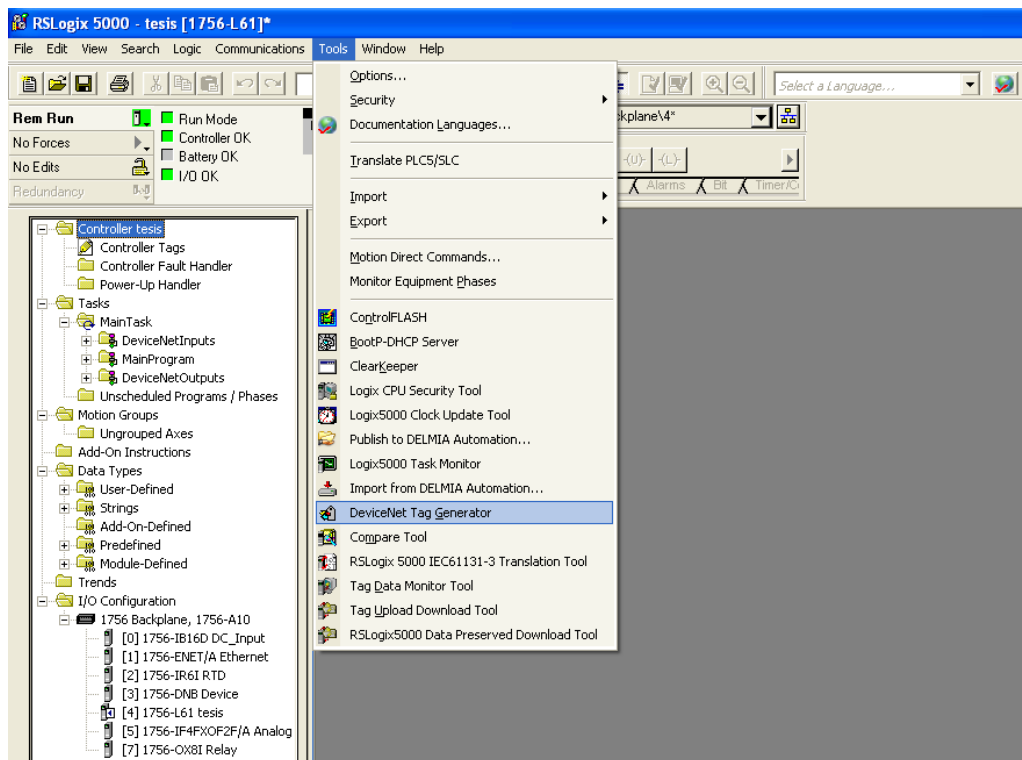


FIG. 2.54: Generación de Tags

- Seleccionar el proyecto que contenga el scanner de DeviceNet para el cual se desea generar los tags.

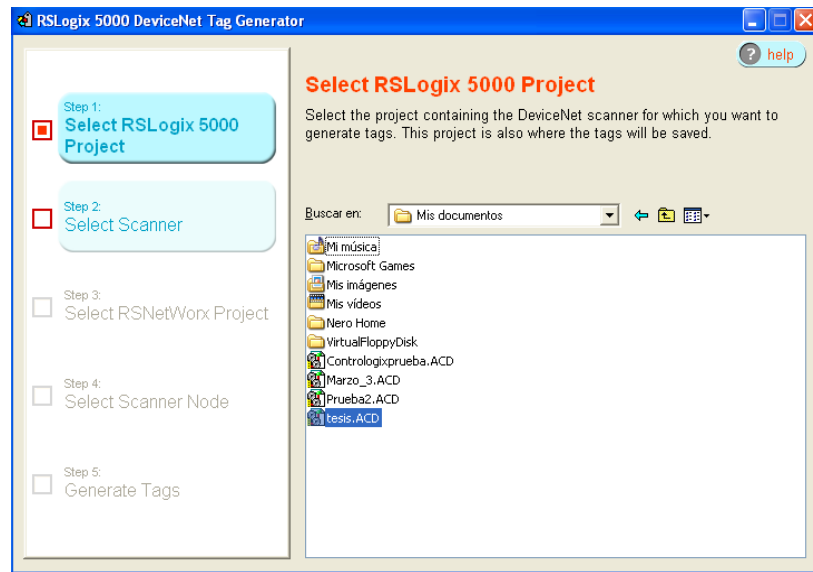


FIG. 2.55: Selección del Proyecto

- Seleccionar el scanner para el cual se va a generar los tags.



FIG. 2.56: Selección del Scanner

- Seleccionar el Proyecto de RSNetWorx que contiene la red configurada para el scanner seleccionado.

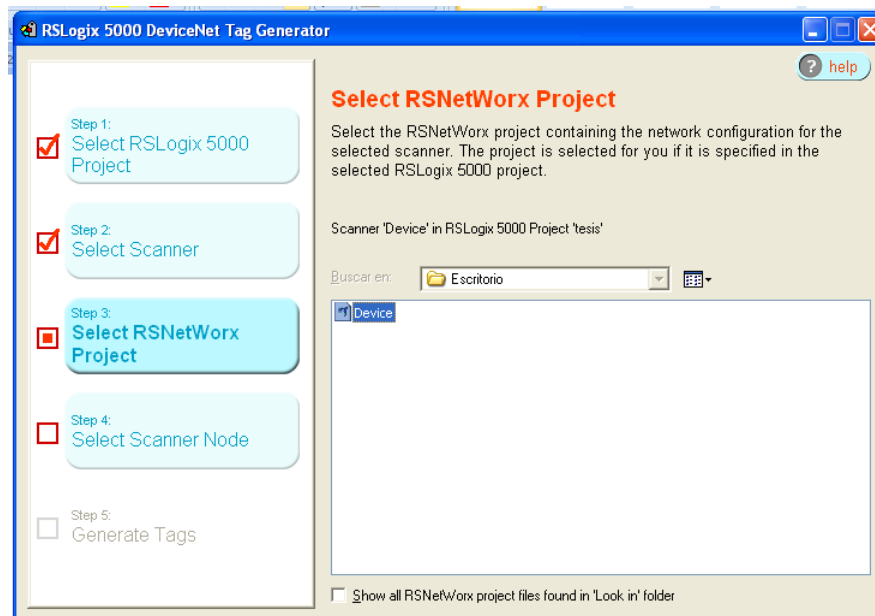


FIG. 2.57: Selección del Proyecto de RSNetWorx

- Seleccionar el nodo que corresponde al scanner para el cual se va a generar los tags.

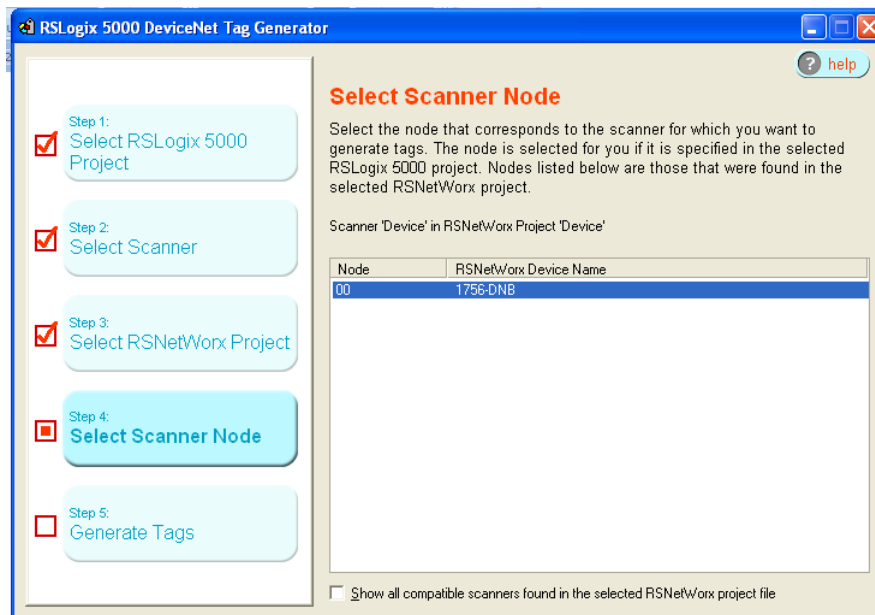


FIG. 2.58: Selección del Nodo del scanner

- Presionar el botón *Generate Tags*, los tags del scanner se guardan en el Proyecto de RSLogix 5000.

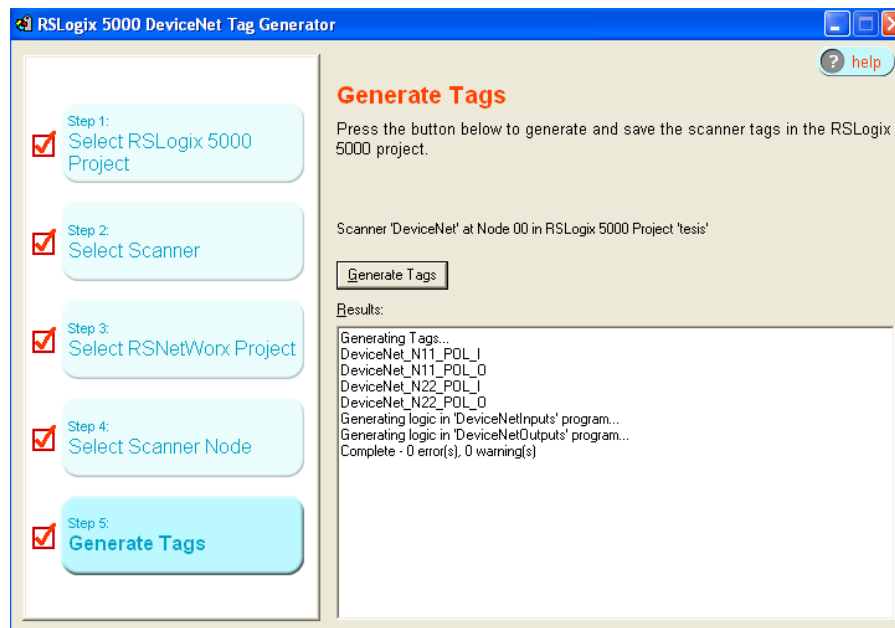


FIG. 2.59: Generación de Tags

- Una vez generado los tags se los visualiza en: tags del controlador como se observa en la Fig. 2.59.

+ Device_N11_PDL_I	{...}	{...}	AB_150FxxxNBD_I_12DD76B2
+ Device_N11_PDL_O	{...}	{...}	AB_150FxxxNBD_O_4BEA8EE9
+ Device_N22_PDL_I	{...}	{...}	AB_0079_0969_I_D9D6596F
+ Device_N22_PDL_O	{...}	{...}	AB_0079_0969_O_512CE7A5

FIG. 2.60: Tags Generados de los Dispositivos

2.4.1.2.3.- CREACIÓN DE LOS TAGS DEL CONTROLADOR.

Para programar este controlador se necesita crear instrucciones llamadas tags de esta forma:

- Click derecho en *Controller Tags* en la ventana del proyecto y seleccionar *New Tag*.

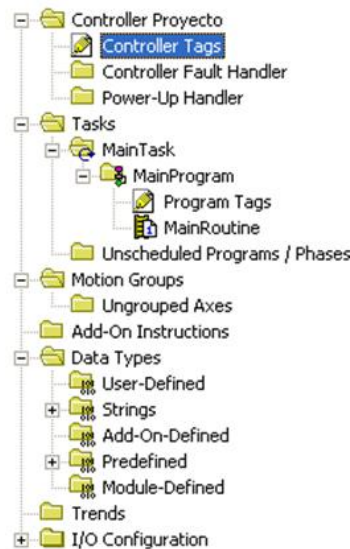


FIG. 2.61: Creación de Nuevos Tags

- Digitar un nombre, escoger un Tipo de Dato y click en *Ok*.

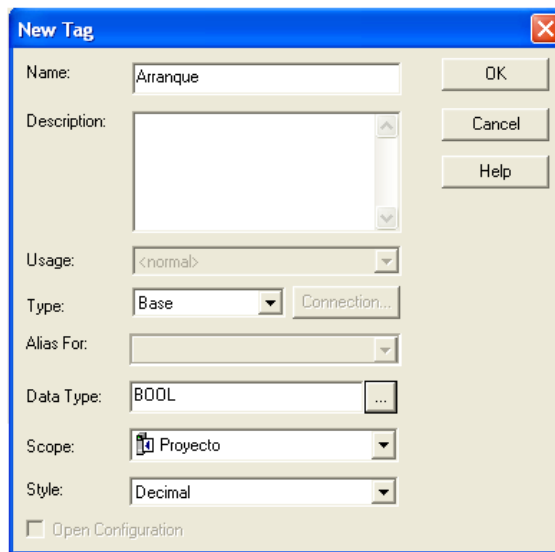


FIG. 2.62: Datos del Nuevo Tag

- Además se creó los siguientes tags para programar la aplicación, como se muestra en la Tabla 2.12.

Tabla 2.12. Tags del Controlador.

Tag	Tipo de Dato	Uso	Direccionamiento en PLC
Velocidad	INT	Toma Señal del Tacómetro	
ARRANQUESMC	BOOL	Arranque del motor	Device_N11_POL_O.Start
Arranque	BOOL	Arranque del motor	Device_N22_POL_O.Start
control	REAL	Movimiento de dato	Local:5:O.Data(0)
controldir	BOOL	Sentido de Giro Power Flex	Device_N22_POL_O.Forward
			Device_N22_POL_O.Reverse
Fault_clear	BOOL	Borrar Fallo Power Flex	Device_N22_POL_O.ClearFault
FAULT_CLEARSMC	BOOL	Borrar Fallo SMC Flex	Device_N11_POL_O.ClearFault
Paro	BOOL	Paro del motor	Device_N22_POL_O.Stop
PAROSMC	BOOL	Paro del motor	Device_N11_POL_O.Stop
pid	PID	Control de Velocidad	
Run_Dnet	BOOL	Activación Red DeviceNet	Local:3:O.CommandRegister.Run

Name	Value	Force Mask	Style	Data Type	Description
Arranque	0		Decimal	BOOL	
ARRANQUESMC	0		Decimal	BOOL	SMC Flex Std (5-1...
control	10.0		Float	REAL	
controldir	0		Decimal	BOOL	
+ Device_N11_PDL_I	{...}	{...}		AB_150FxxxNBD_I_12DD76B2	
+ Device_N11_PDL_O	{...}	{...}		AB_150FxxxNBD_O_4BEA8EE9	
+ Device_N22_PDL_I	{...}	{...}		AB_0079_0969_I_D9D6596F	
+ Device_N22_PDL_O	{...}	{...}		AB_0079_0969_O_512CE7A5	
Fault_clear	0		Decimal	BOOL	
FAULT_CLEARSMC	0		Decimal	BOOL	SMC Flex Std (5-1...
+ Local:0:C	{...}	{...}		AB:1756_DI_DC_Diag:C:0	
+ Local:0:I	{...}	{...}		AB:1756_DI_DC_Diag:I:0	
+ Local:2:C	{...}	{...}		AB:1756_AI6_Float:C:0	
+ Local:2:I	{...}	{...}		AB:1756_AI6_Float:I:0	
+ Local:3:I	{...}	{...}		AB:1756_DNB_500Bytes:I:0	
+ Local:3:O	{...}	{...}		AB:1756_DNB_496Bytes:O:0	
+ Local:3:S	{...}	{...}		AB:1756_DNB_Status_128Bytes:S:0	
+ Local:5:C	{...}	{...}		AB:1756_IF4FX0F2F:C:0	
+ Local:5:I	{...}	{...}		AB:1756_IF4FX0F2F:I:0	
+ Local:5:O	{...}	{...}		AB:1756_IF4FX0F2F:O:0	
+ Local:7:C	{...}	{...}		AB:1756_DO:C:0	
+ Local:7:I	{...}	{...}		AB:1756_DO:I:0	
+ Local:7:O	{...}	{...}		AB:1756_DO:O:0	
Run_Dnet	1		Decimal	BOOL	
Paro	0		Decimal	BOOL	
PAROSMC	0		Decimal	BOOL	
+ pid	{...}	{...}		PID	

FIG. 2.63: Tags Creados para la Programación

2.4.1.3.- PROGRAMACIÓN PLC.

En esta programación se tiene dos aplicaciones:

Mediante SMC Flex: Para arranque y paro del módulo de carga, con los tipos disponibles de arranque y paro del SMC Flex.

Tabla 2.13. Tags Empleados en la Aplicación con SMC Flex

Módulo	Tag
SMC Flex	FAULT_CLEARSMC
	PAROSMC
	ARRANQUESMC

Mediante Power Flex 700: Para arranque, paro y control de velocidad.

Tabla 2.14.Tags Empleados en la Aplicación con Power Flex 700

Módulo	Tag
Power Flex 700	Fault_clear
	Paro
	Arranque
	pid
	controldir

Tabla 2.15. Variable Adicional MOV, Aplicación Power Flex 700.

Instrucción	Operador	Tipo	Formato	Descripción
MOV	Source	SINT	tag	Valor a mover (copiar).
		INT		
		DINT		
		REAL		
	Destination	SINT	tag inmediato	Tag a la ventana de resultado.
		INT		
		DINT		
		REAL		

Tabla 2.16. Variable Adicional PID, Aplicación Power Flex 700

Instrucción	Operador	Tipo	Formato	Descripción
PID	PID	PID	Estructura	Estructura PID.
	Process variable	SINT	tag	Valor al cual se desea el control.
		INT		
		DINT		
		REAL		
	Tieback	SINT	tag inmediato	(Opcional) Salida a estación física manual/automática con paso al controlador. 0 si no se usa.
		INT		
		DINT		
		REAL		
	Control variable	SINT	tag	Valor para el control final del proceso.
		INT		
		DINT		
		REAL		
PID master loop	PID	structure	(Optional) Alias del PID para el maestro PID.	
Inhold bit	BOOL	tag	(Optional) Estado de la corriente del canal de la salida analoga 1756, de soporte para el reinicio. 0 si no se usa.	
Inhold value	SINT	tag	(Optional) Valor del dato de la lectura anterior del canal de la salida analoga 1756, de soporte para el reinicio. 0 si no se usa.	
	INT			
	DINT			
	REAL			
Setpoint			Display, valor de la corriente del setpoint.	
Process variable			Display, valor de la corriente de la escala Process_Variable.	
Output %			Display, salida de la corriente en porcentaje.	

2.4.1.3.1.- RSTUNE.

Esta herramienta de Rockwell ayuda en la sintonización del PID de la siguiente forma:

- Crear un nuevo proyecto *New loop*.

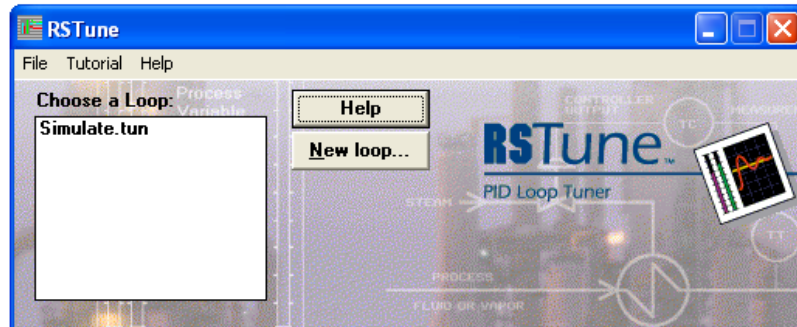


FIG. 2.64: Nuevo proyecto en RSTune

- Digitar un nombre para el proyecto y clic en *guardar*.
- En la ventana de configuración: *Topic* cargar el proyecto creado en el RSLogix que para este caso es *tesis*; seleccionar en *Processor Type* el *ControlLogix PID (Ladder)* y finalmente en *Tag name* seleccionar la carpeta creada ya para el PID que en este caso es *pid* dentro de *online* del proyecto *tesis*. Finalmente click en *Save*.

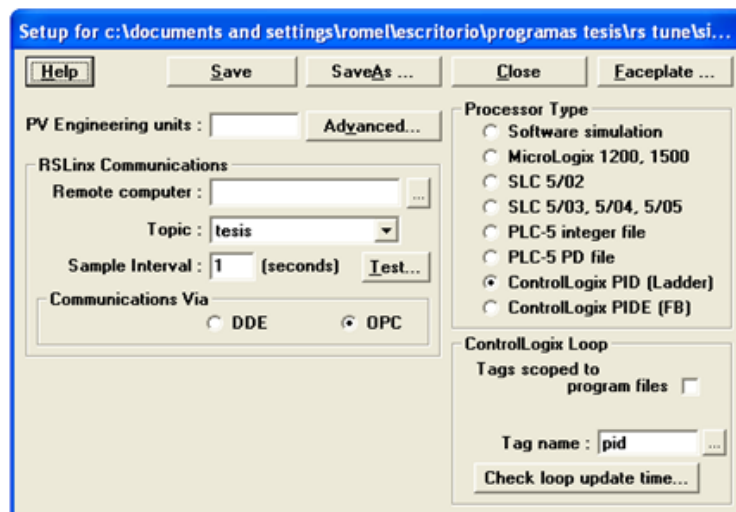


FIG. 2.65: Configuración en RSTune

- Click en *Faceplate*, para visualizar las señales del proceso.

- Seleccionar en la pestaña la opción *Auto*, Click en *Auto Tune*, y seguir los pasos secuenciales, los parámetros del PID ahora han cambiado de esta manera:

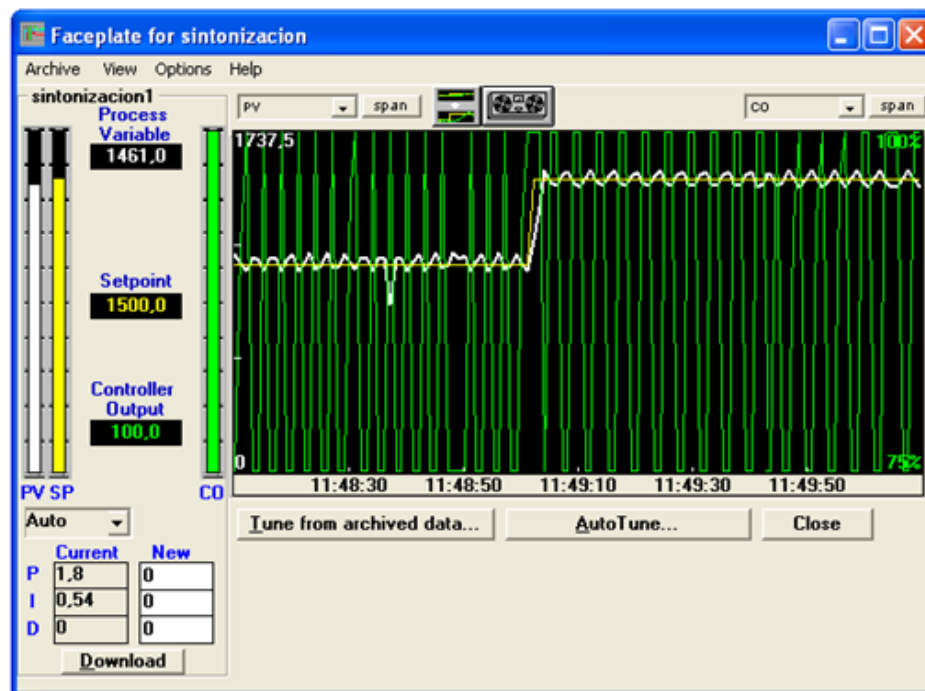


FIG. 2.66: Visualización de las Señales del Proceso

Nota: Para continuar con la sintonización del PID de éste proceso, los valores de las variables P-I-D, se deben ir cambiando en forma manual hasta lograr el control adecuado.

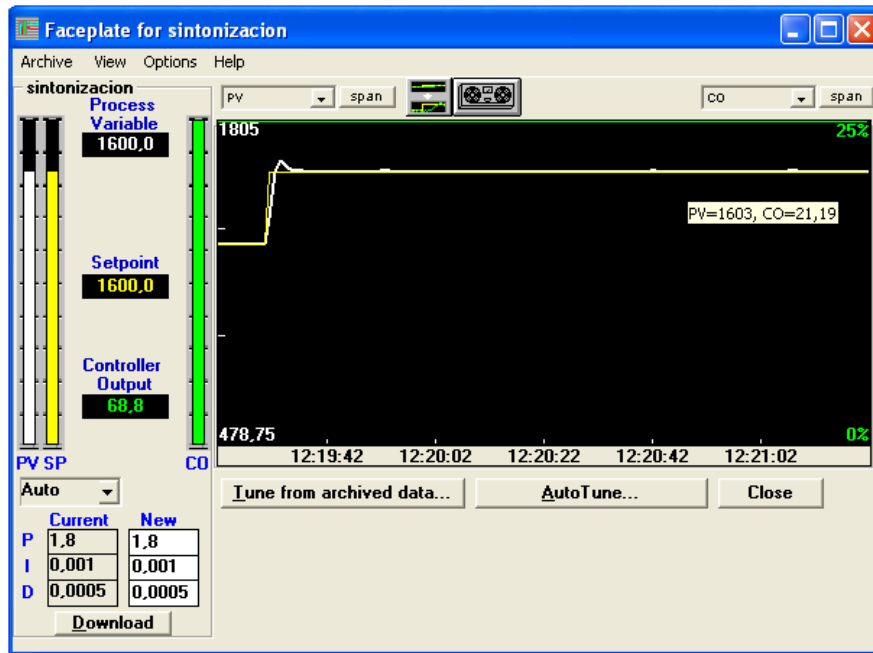


FIG. 2.67: Sintonización del Proceso

2.4.1.3.1.- RSLOGIX.

Para el Tag PID se configura sus variables de la siguiente manera:

- Ingresar a las propiedades del PID.

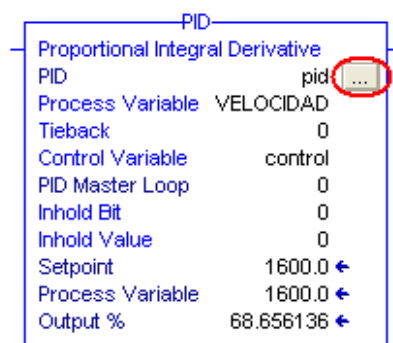


FIG. 2.68: Propiedades del PID

- En la pestaña *Tuning*, se configura las opciones:

Tabla 2.17. Opciones Pestaña Tuning

Opción	Valor	Descripción
Set Output	100%	Control del porcentaje para valor de las salidas análogas.

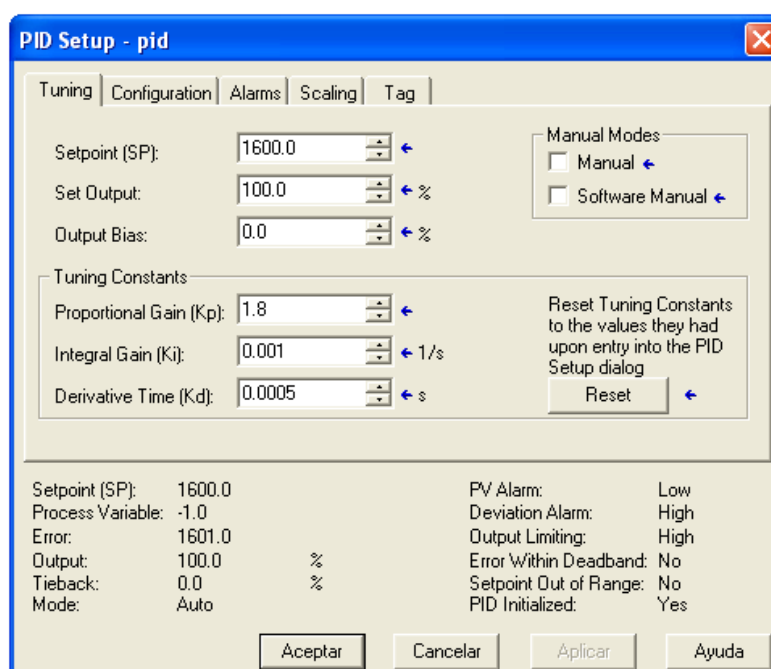


FIG. 2.69: Propiedades del PID Pestaña Tuning

- En la pestaña *Configuration*, se configura las opciones:

Tabla 2.18. Opciones Pestaña *Configuration*

Opción	Valor	Descripción
PID Equation	Independent	Independizar el proceso
Control Accion	SP-PV	Los valores de Set Point y del Process Value solamente
Loop Update Time	1 seg	Tiempo de actualizacion de datos del proceso
CV High Limit	100%	Valores limites del Control Value
CV Low Limit	0%	

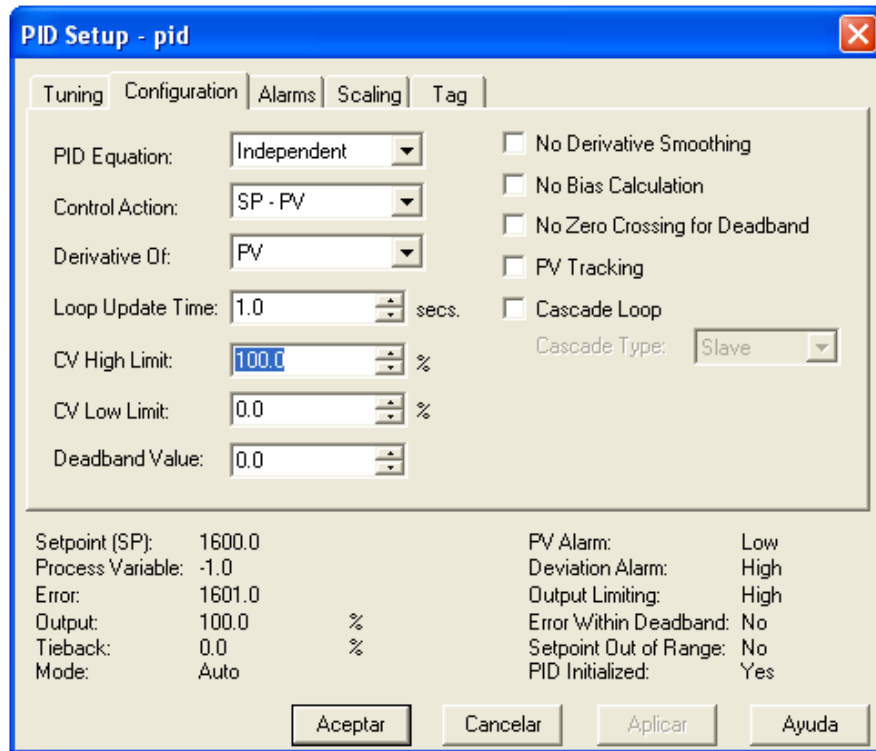


FIG. 2. 70: Propiedades del PID Pestaña *Configuration*

- En la pestaña *Scaling*, se configura las opciones:

Tabla 2.19. Opciones Pestaña *Scaling*.

Opción		Valor	Descripción
Unscaled Max		1900	Velocidad máxima y mínima de la variable del proceso
Unscaled Min		0	
Engineering Unit Max		1900	Unidades máxima y mínima del diseño para el proceso
Engineering Unit Min		0	
CV	Max. (at 100%)	10	Valores límites del Control Variable
	Min. (at 0%)	0	
Tieback	Max. (at 100%)	1900	Escalar la señal del CV
	Min. (at 0%)	0	

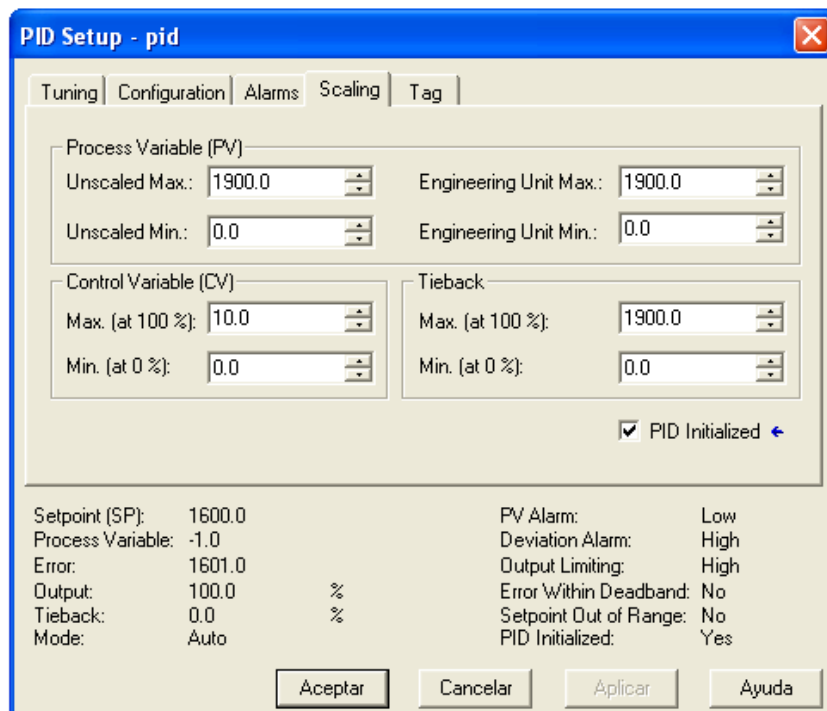


FIG. 2. 71: Propiedades del PID Pestaña *Scaling*

- En la pestaña *Tag*, opción *Name*, se ingresa el nombre del tag creado, que para el proceso es pid.
- Click en *Aceptar*.

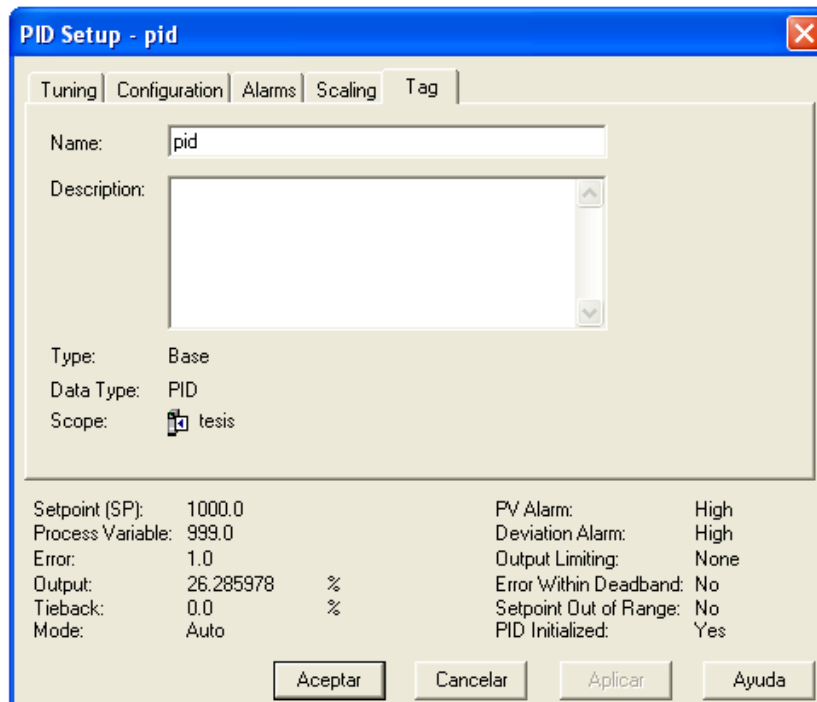


FIG. 2.72: Propiedades del PID Pestaña Tag

Una vez cargado todos los parámetros de el PID, se procede a realizar la programación, de acuerdo a como se muestra en la Fig. 2.72.

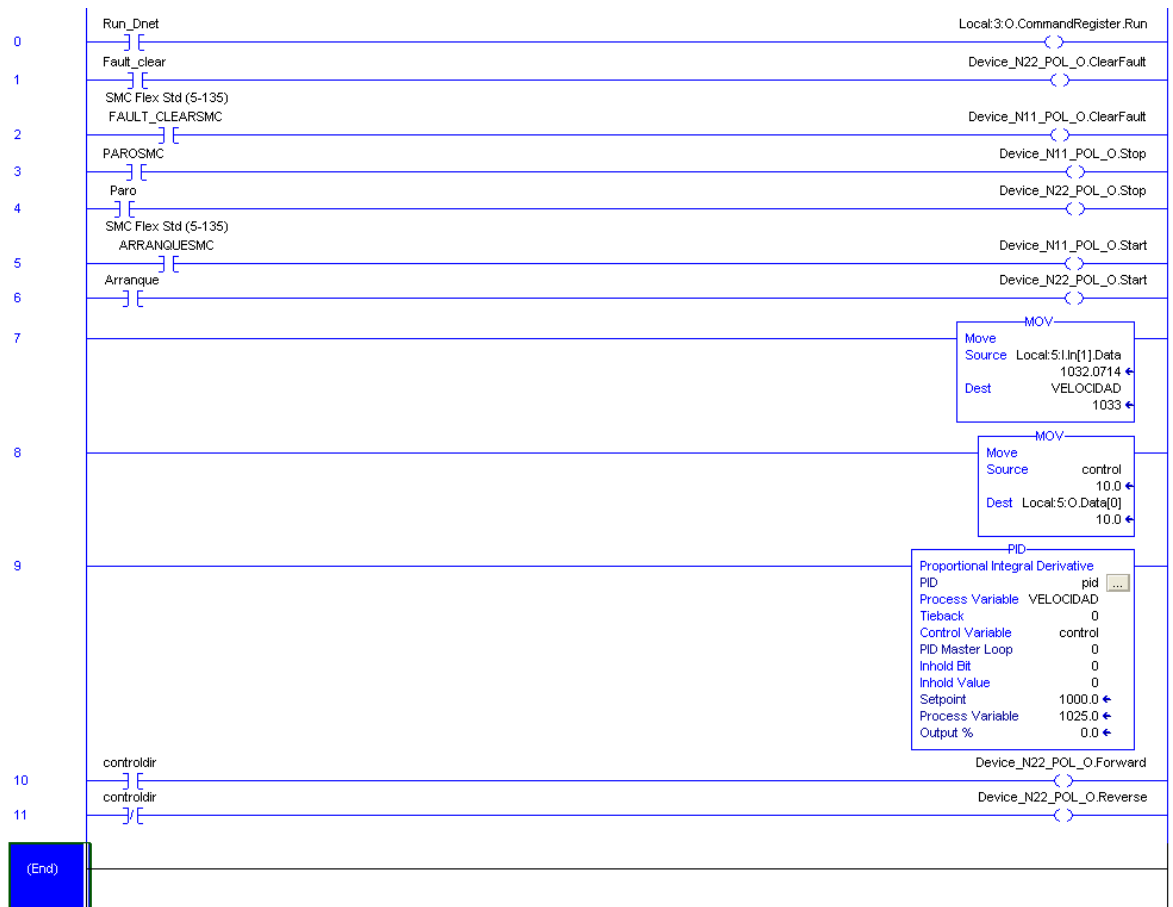


FIG. 2.73: Programación del PLC

2.4.1.3.- FACTORYTALK VIEW STUDIO.

Esta herramienta de Rockwell ayuda en la comunicación y programación del Panel View Plus.

2.4.1.3.1.- COMUNICACIÓN PARA FACTORYTALK.

- Iniciar *FactoryTalk View Studio*, seleccionar *Machine Edition*, click en *Continue*.

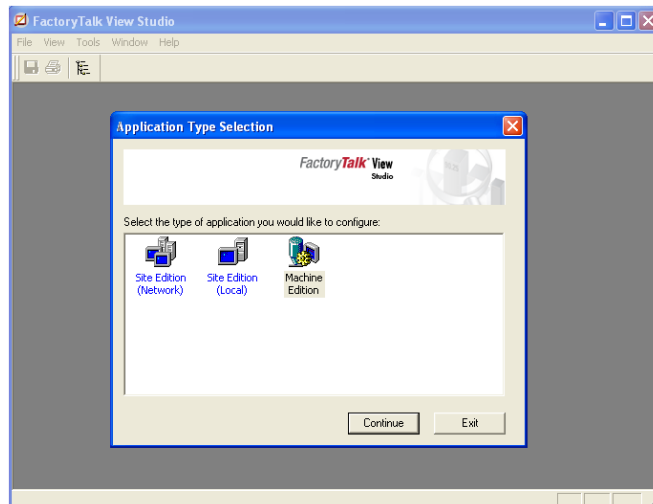


FIG. 2.74: Inicio de FactoryTalk View Studio

- Seleccionar en la pestaña *New*, nombre a la aplicación y click en *Create*.

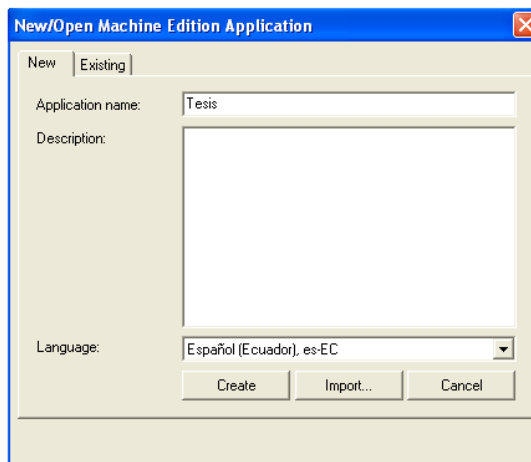


FIG. 2.75: Nuevo Proyecto

Nota: Lo primero que se debe hacer es comunicar el FactoryTalk con el PLC, para direccionar los diferentes botones de las pantallas a cada uno de los tags correspondientes con la aplicación.

- En Tesis, la opción *RSLinx Enterprise*, click en *Communication Setup* para configurar ésta comunicación.

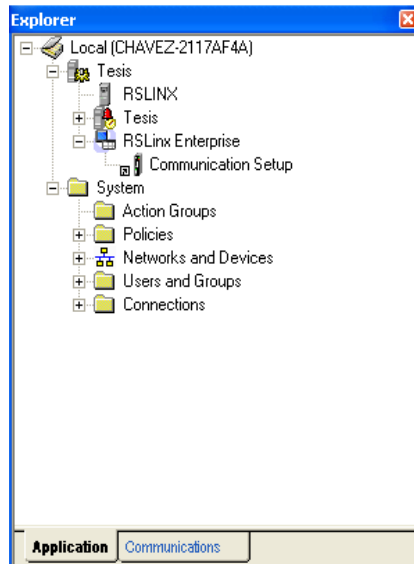


FIG. 2.76: Nueva Configuración para la Comunicación

- Seleccionar en la ventana la opción *Create a New Configuration* y click en *Finalizar*.

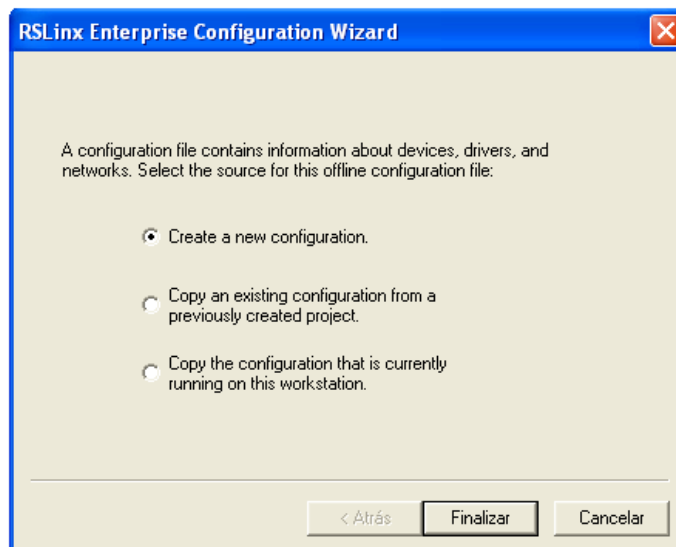


FIG. 2.77: Creación de Nueva Configuración para la Comunicación

- Crear un archivo para el enlace en *Add* y digitar un nombre.

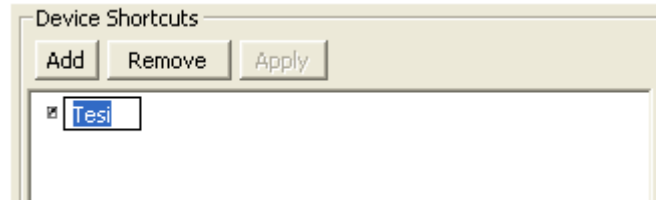


FIG. 2.78: Nuevo Archivo de Configuración para la Comunicación

- Agregar un acceso directo para el enlace, click sobre *Tesis* y después sobre el Módulo *1756-L61*, *tesis* para copiar los **Tags Online**. Seguidamente click en *Apply*.

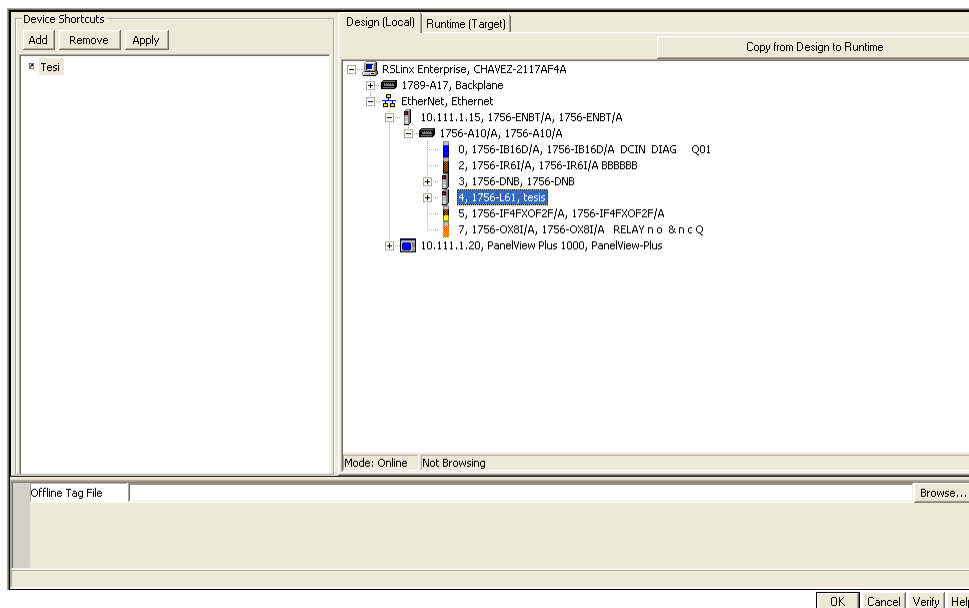


FIG. 2.79: Creación de Acceso Directo para Enlace de Programas

- En la pestaña *Desing (Local)*, click en *Copy from Desing to Runtime*, finalmente click *Si*.

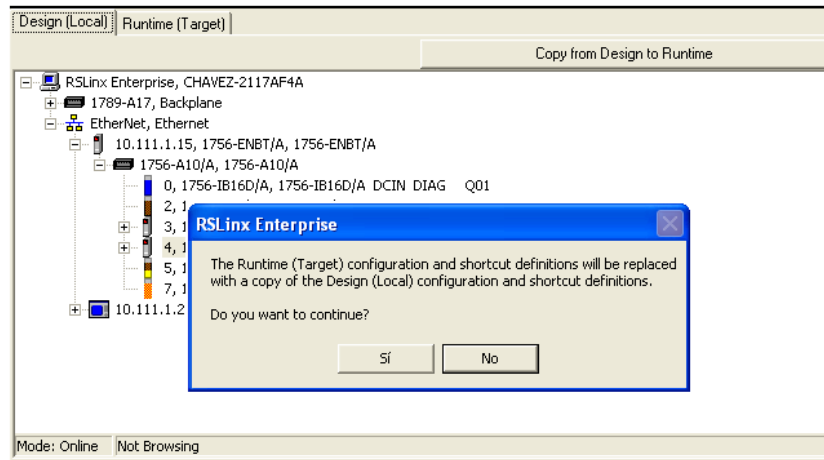


FIG. 2.80: Copia del Diseño al Proceso en Ejecución

- Se carga ahora los **Tags Offline** en el FactoryTalk, en el botón *Browse*, buscar el archivo creado en RSLogix, para este caso *tesis*, y finalmente click en Abrir.

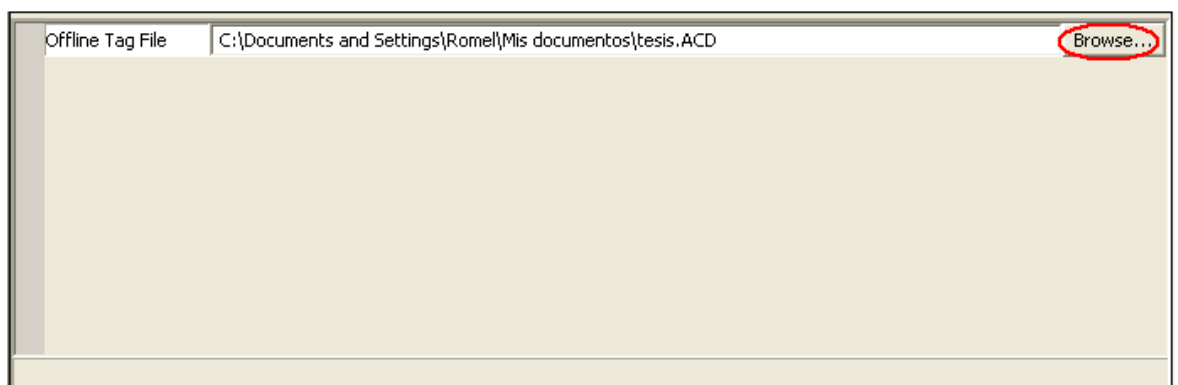


FIG. 2.81: Cargar Tags Offline

- Verificar la configuración y carga de tag en la opción *Verify*.

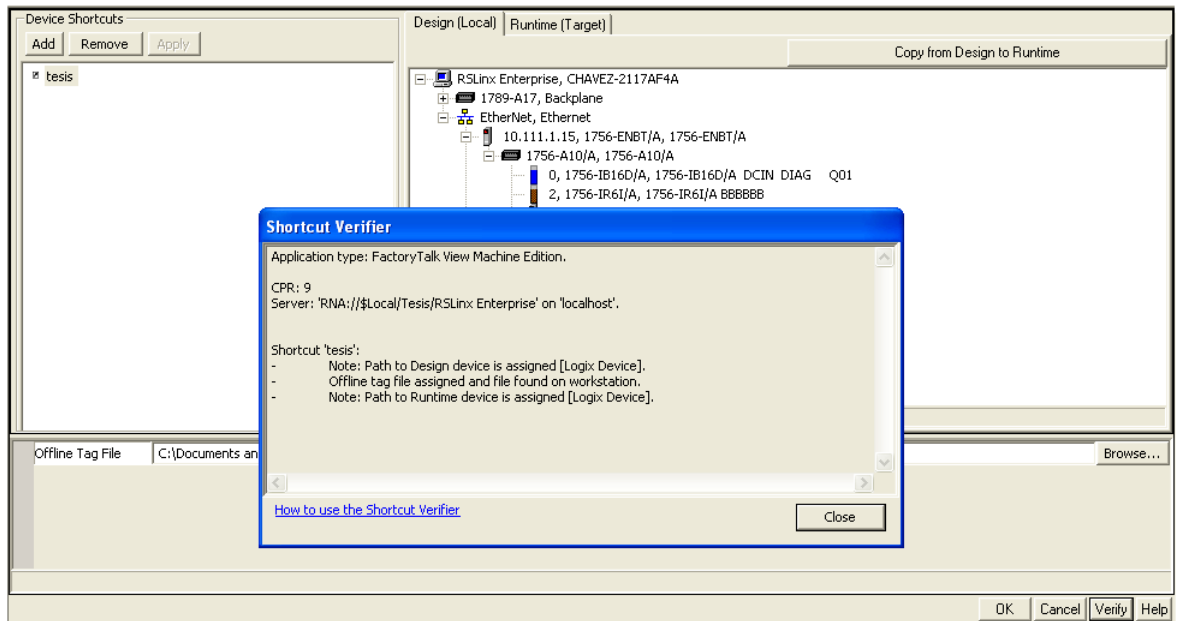


FIG. 2.82: Verificación de la Configuración para el FactoryTalk

- Últimamente click en Ok para finalizar la configuración para el FactoryTalk.

2.4.1.3.2.- PROGRAMACIÓN CON FACTORYTALK.

- En la opción *Displays* click derecho para un nueva ventana.

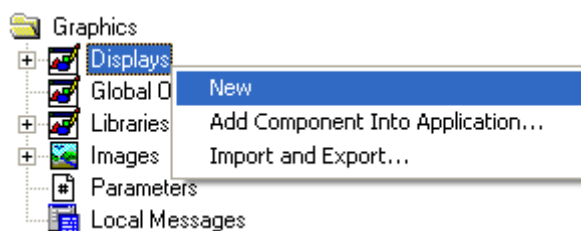


FIG. 2.83: Nueva Ventana en FactoryTalk

- Para esta aplicación crear 4 ventanas:
 1. *Ventana Main:*



FIG. 2.84: Ventana Main

Tabla 2.20. Propiedades Botones Ventana Main

Nombre	Tipo de Botón	Asignación
SMC Flex	Goto Display Button	Ventana SMC Flex
Power Flex	Goto Display Button	Ventana Power Flex
Exit Aplicación	Shutdown Button	Salida al Menú del PanelView

2. *Ventana SMC Flex:*

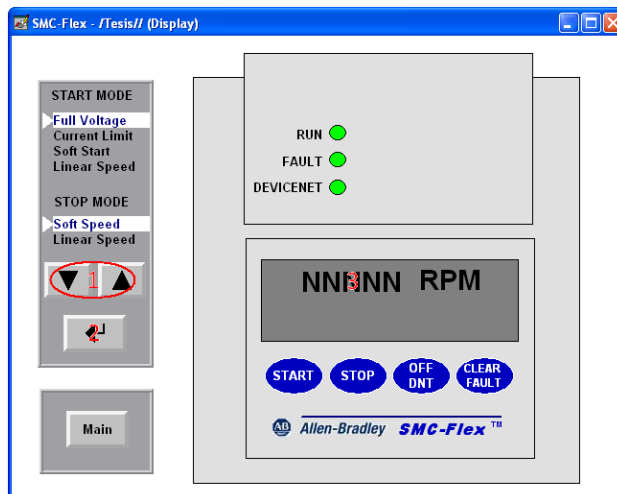


FIG. 2.85: Ventana SMC Flex

Ejemplo de Asignación de Tag:

- Ingresar a las propiedades del botón a asignar el tag correspondiente.



FIG. 2.86: Botón Start

- En la pestaña *Connections*, se asigna el tag en la opción *Value*.

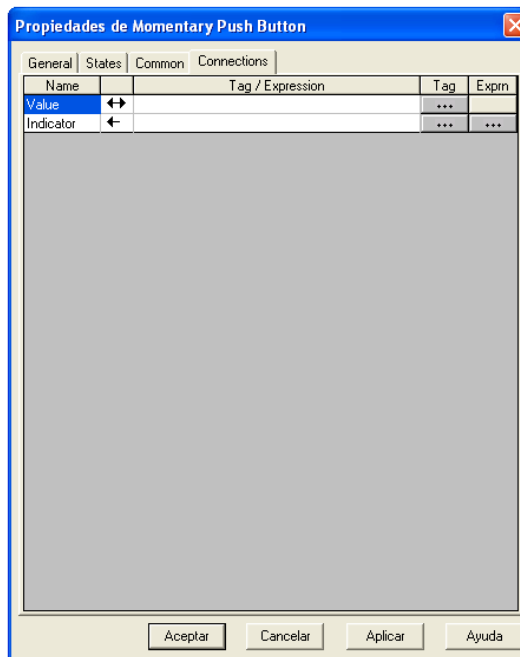


FIG. 2.87: Pestaña para Asignación de Tag

- Buscar entre las carpetas existentes el tag al que se va a direccionar dicho botón, para este caso el tag Star.

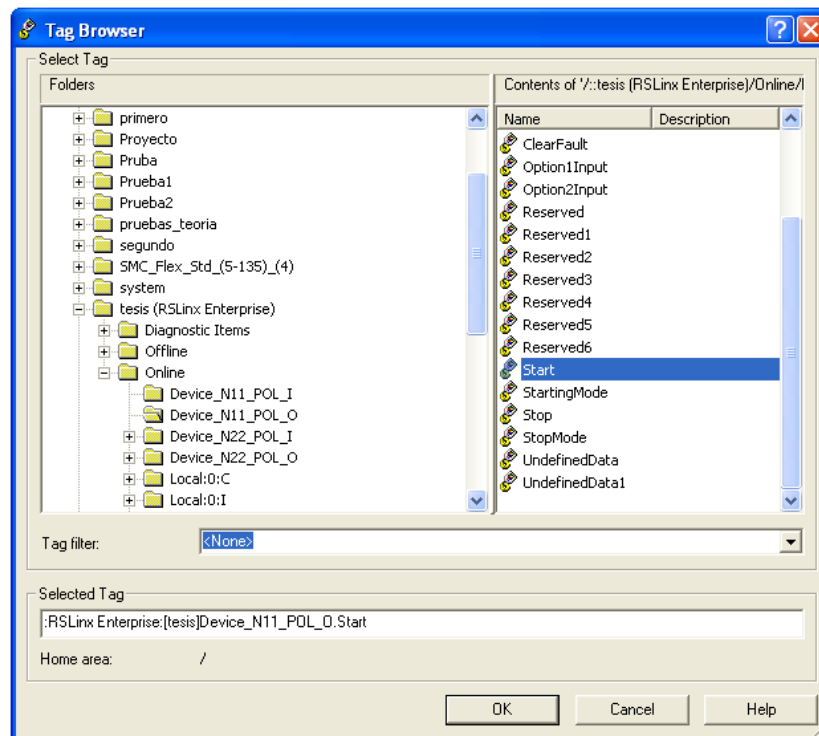


FIG. 2.88: Búsqueda del Tag a Direccionar

- Clic en *Ok* y finalmente *Aceptar* para confirmar el direccionamiento.

Ejemplo de Enlace Entre Ventanas:

- Ingresar a las propiedades del botón para el enlace.



FIG. 2.89: Botón para Enlace con Ventana Main

- En la pestaña *General*, opción *Display*, buscar la ventana o display a asignar a este botón.

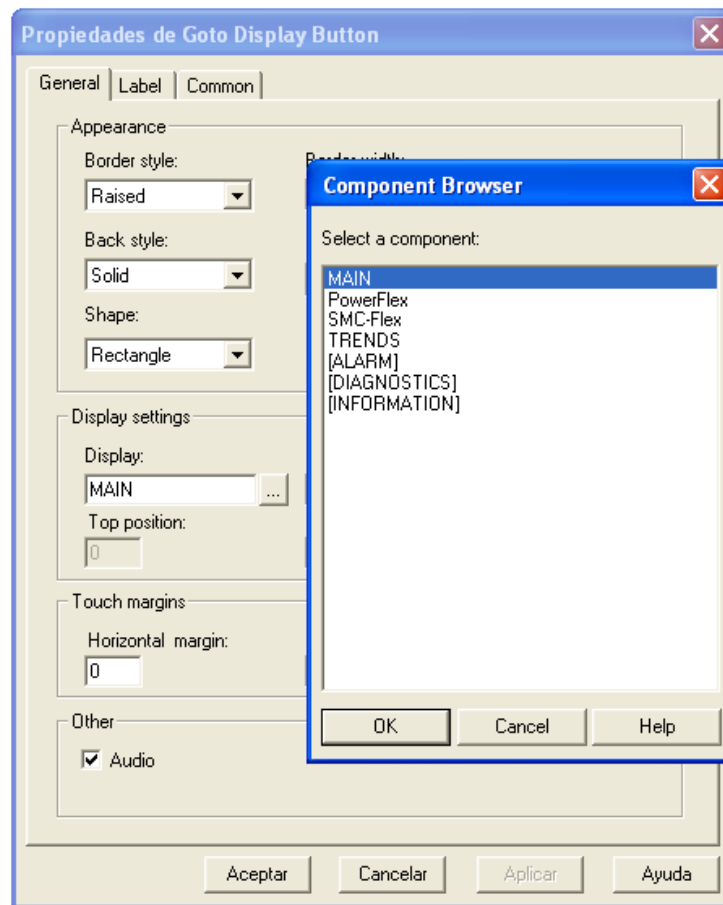


FIG. 2.90: Búsqueda de la Ventana a Enlazar

- Clic en *Ok* y finalmente *Aceptar* para confirmar el enlace.

Ejemplo de Animación:

- Clic derecho sobre el botón a animar, *Animation* opción *Color*.

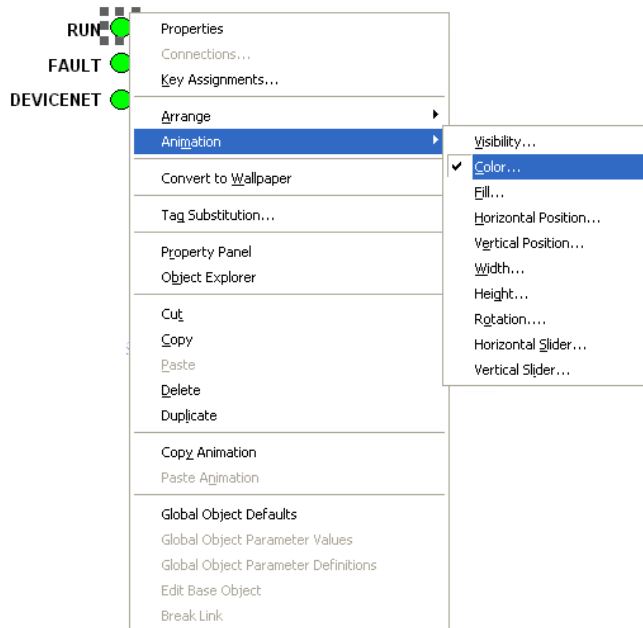


FIG. 2.91: Animación Elipse

- Buscar el tag a direccionar para la aplicación en la opción *Tags* de ésta ventana.

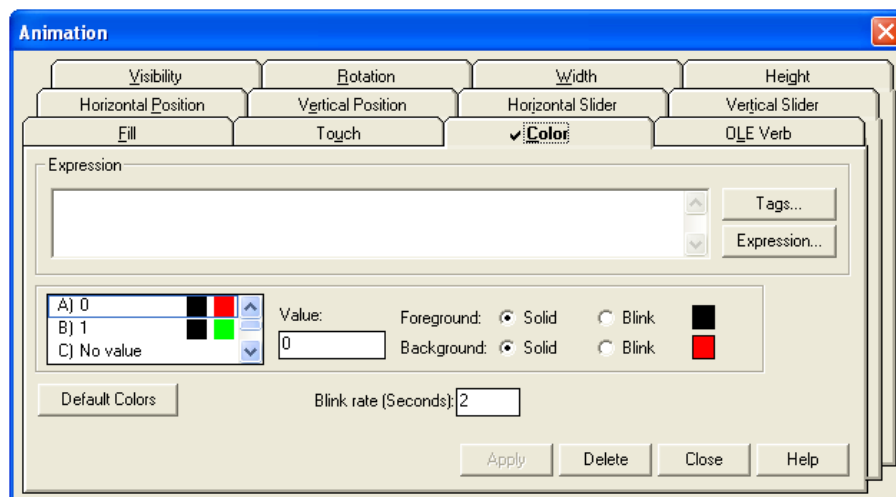


FIG. 2.92: Selección del Tag a Direccionar

- Para este caso Running.

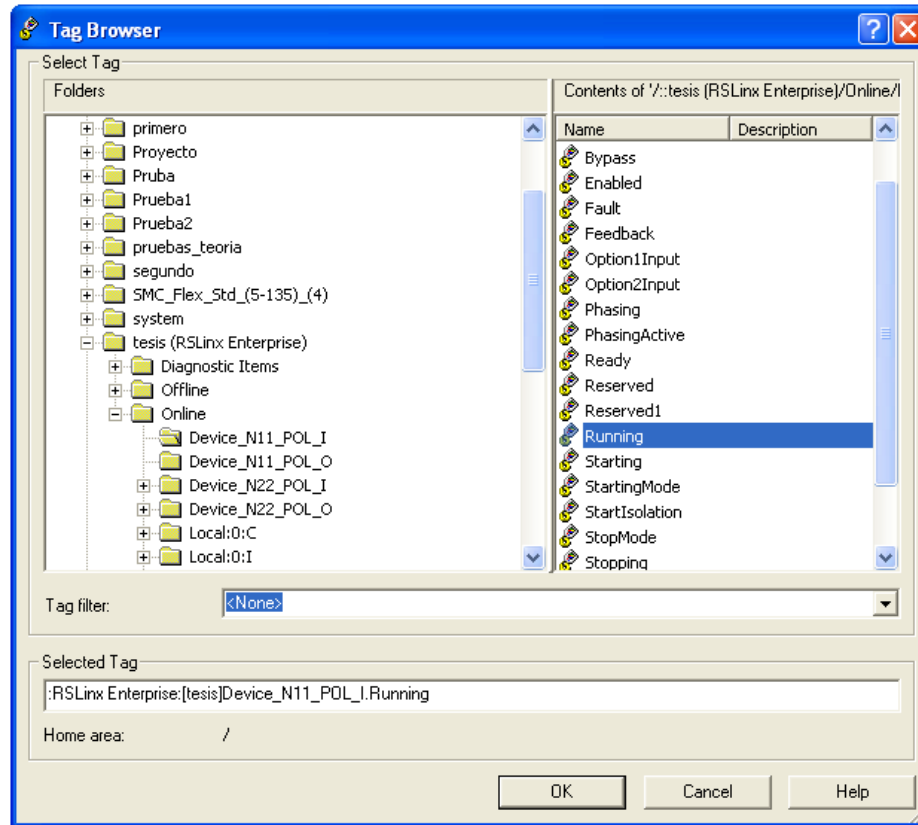


FIG. 2.93: Tag a Direcccionar

- Click en *Ok* y finalmente *Apply* para confirmar el direccionamiento.

Tabla 2.21. Propiedades Botones Ventana SMC Flex.

Nombre	Tipo de Botón	Asignación
Start Mode	Control List Selector	{:RSLinx Enterprise:[tesis]Device_N11_POL_O.StartingMode}
Stop Mode	Control List Selector	{:RSLinx Enterprise:[tesis]Device_N11_POL_O.StopMode}
1	Move Up and Down Button	Selección de Opciones para Control List Selector
2	Enter Button	Confirmación de Opciones para Control List Selector
Main	Goto Display Button	Pantalla Main
Start	Momentary Push Button	{:RSLinx Enterprise:[tesis]Device_N11_POL_O.Start}
Stop	Momentary Push Button	{:RSLinx Enterprise:[tesis]PAROSMC}
On/Off DNT	Maintained Push Button	{:RSLinx Enterprise:[tesis]Run_Dnet}
Clear Fault	Momentary Push Button	{:RSLinx Enterprise:[tesis]FAULT_CLEARSMC}
Run	Ellipse	{:RSLinx Enterprise:[tesis]Device_N11_POL_I.Running}
Fault	Ellipse	{:RSLinx Enterprise:[tesis]Device_N11_POL_I.Fault}
DeviceNet	Ellipse	{:RSLinx Enterprise:[tesis]Run_Dnet}
3	Numeric Display	{:RSLinx Enterprise:[tesis]Program:MainProgram.VELOCIDAD}

3. *Ventana Power Flex:*

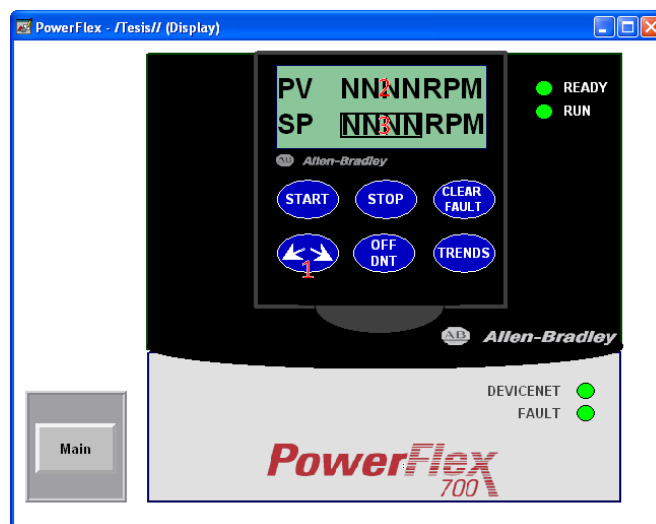


FIG. 2.94: Ventana Power Flex

Tabla 2.22. Propiedades Botones Ventana Power Flex

Nombre	Tipo de Botón	Asignación
Main	Goto Display Button	Pantalla Main
Start	Momentary Push Button	{:RSLinx Enterprise:[tesis]Arranque}
Stop	Momentary Push Button	{:RSLinx Enterprise:[tesis]Paro}
Clear Fault	Momentary Push Button	{:RSLinx Enterprise:[tesis]Fault_clear}
1	Maintained Push Button	{:RSLinx Enterprise:[tesis]controldir}
On/Off DNT	Maintained Push Button	{:RSLinx Enterprise:[tesis]Run_Dnet}
Trends	Goto Display Button	Pantalla Trends
Ready	Ellipse	{:RSLinx Enterprise:[tesis]Device_N22_POL_I.Ready}
Run	Ellipse	{:RSLinx Enterprise:[tesis]Device_N22_POL_I.Active}
DeviceNet	Ellipse	{:RSLinx Enterprise:[tesis]Run_Dnet}
Fault	Ellipse	{:RSLinx Enterprise:[tesis]Device_N22_POL_I.Faulted}
2	Numeric Display	{:RSLinx Enterprise:[tesis]Program:MainProgram.VELOCIDAD}
3	Numeric Display	{:RSLinx Enterprise:[tesis]pid.SP}

4. Ventana Trends:

Para esta aplicación se utiliza una ventana de tendencias ya existente en la librería del FactoryTalk View Studio, pero adaptándola a esta aplicación.

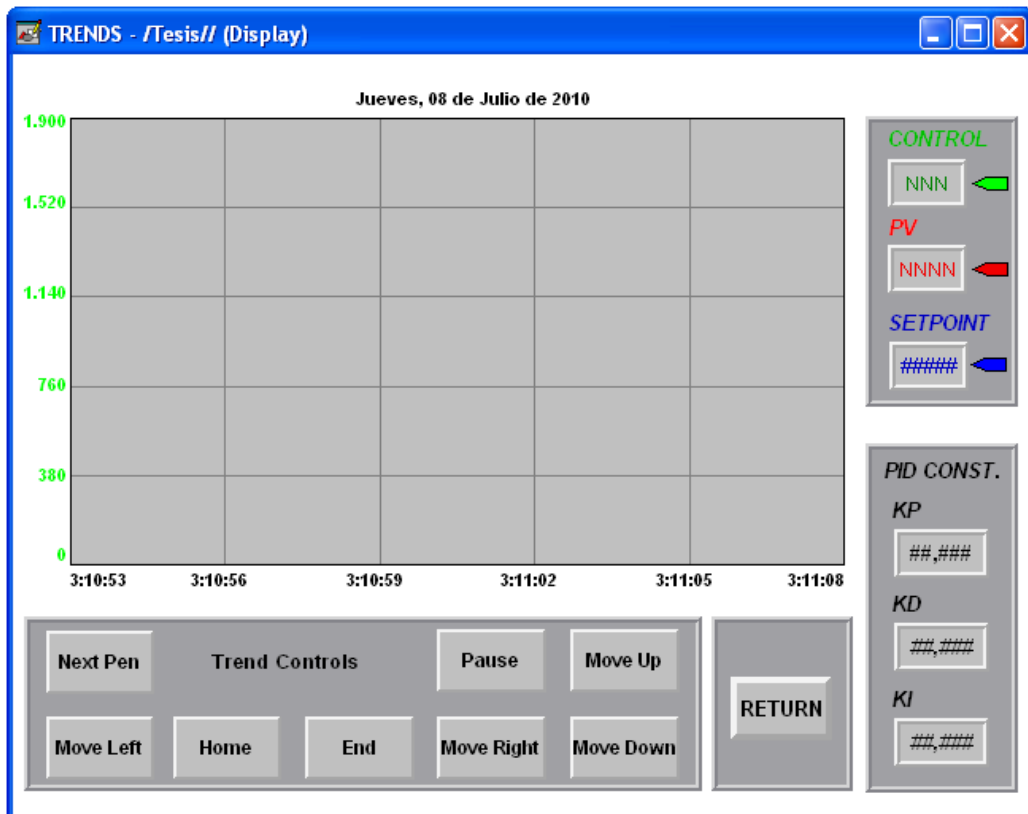


FIG. 2.95: Ventana Trends

Ejemplo Para crear una Ventana Trends:

- Buscar la opción Trends en la librería del FactoryTalk.

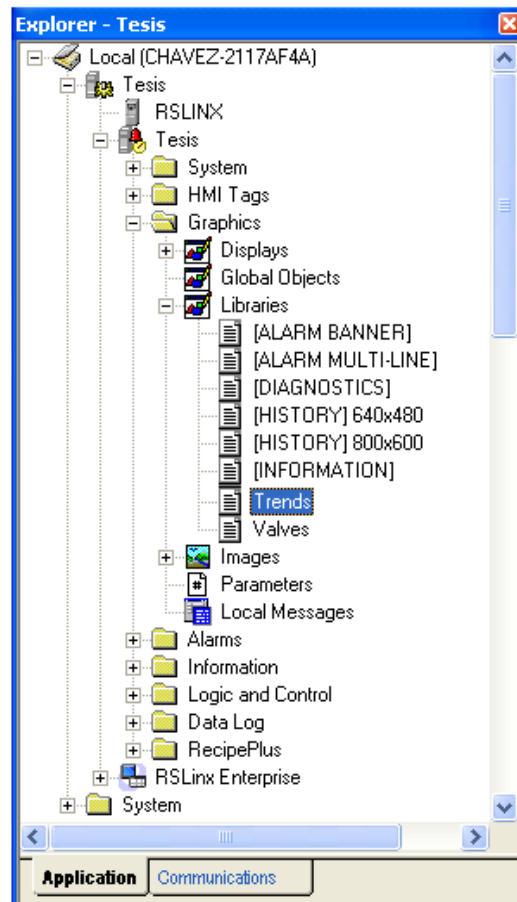


FIG. 2.96: Librería de FactoryTalk

- Ordenar las opciones de botones y recuadros de acuerdo a la aplicación requerida.

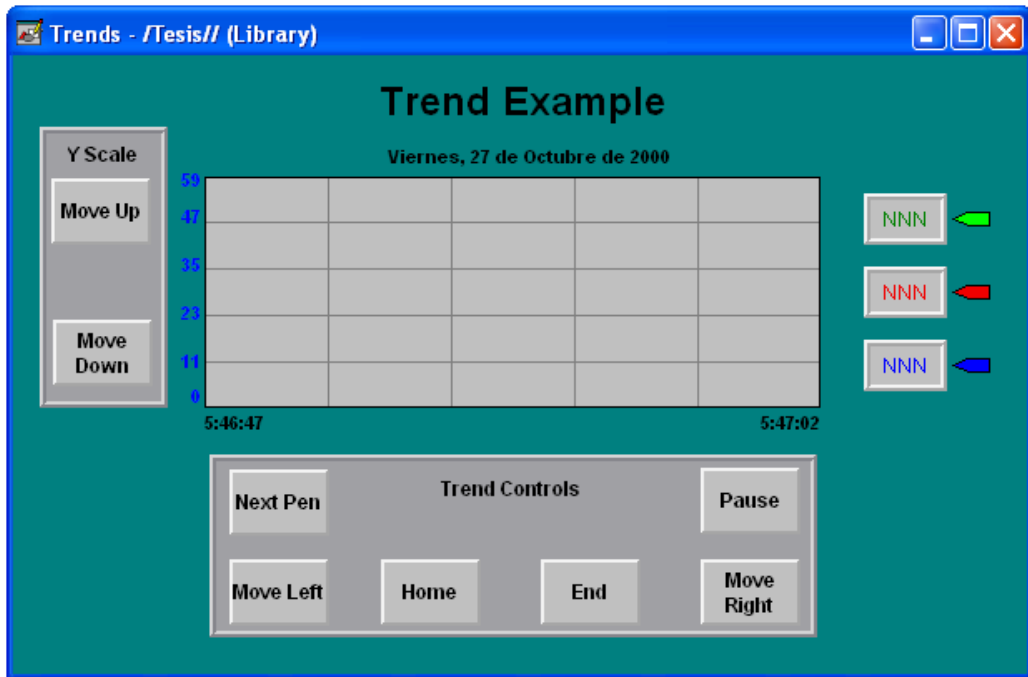


FIG. 2.97: Pantalla Trends Reconfigurada en el FactoryTalk

Tabla 2.23. Propiedades Botones Ventana Trends

Nombre	Tipo de Botón	Asignación
Control	Numeric Display	{:RSLinx Enterprise:[tesis]control}
PV	Numeric Display	{:RSLinx Enterprise:[tesis]Program:MainProgram.VELOCIDAD}
Set Point	Momentary Push Button	{:RSLinx Enterprise:[tesis]pid.SP}
KP	Numeric Input Enable	{:RSLinx Enterprise:[tesis]pid.KP}
KD	Numeric Input Enable	{:RSLinx Enterprise:[tesis]pid.KD}
KI	Numeric Input Enable	{:RSLinx Enterprise:[tesis]pid.KI}
Return	Return to Display Button	Regresar pantalla anterior

5. Guardar todas las ventanas creadas y seleccionar la ventana principal donde va a empezar la aplicación:

- Para guardar cada una de las ventanas se debe salir de ellas.

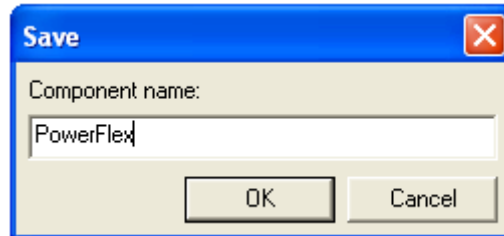


FIG. 2.98: Guardar Displays

- En la opción *Startup* se selecciona la ventana principal de la aplicación.



FIG. 2.99: Lista Desplegable opción *Startup*

- En la ventana *Startup* opción *Initial Graphic*, seleccionar la ventana principal de esta aplicación. Para este caso MAIN.

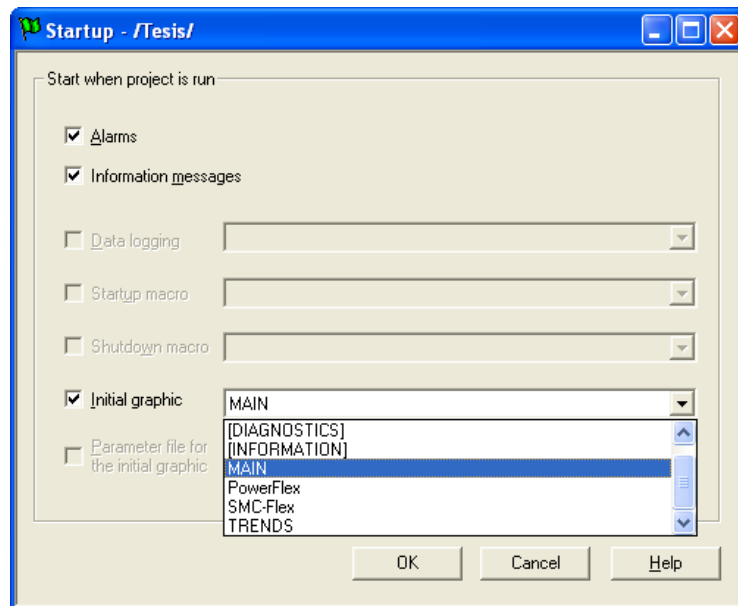


FIG. 2.100: Selección de la Ventana Principal

2.4.1.3.3.- DESCARGA DE PROYECTO EN PANELVIEW PLUS 1000.

- Primero crear una aplicación para modo en tiempo real, en la barra de menú del FactoryTalk, *Application* seleccionar la opción *Create Runtime Application*.

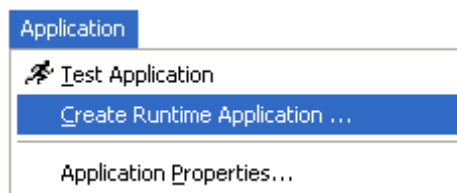


FIG. 2.101: Create Runtime Application

- Digitar un nombre para guardar el proyecto.

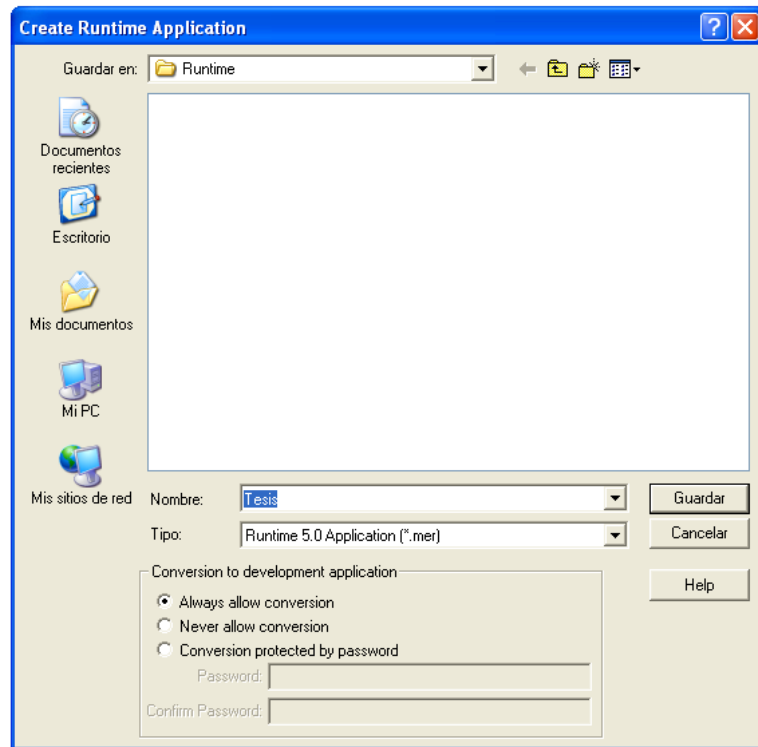


FIG. 2.102: Nombre de la Aplicación Modo en Tiempo Real

- Cargar la aplicación en tiempo real, en la barra de menú del FactoryTalk, *Tools* seleccionamos la opción *Transfer Utility*.

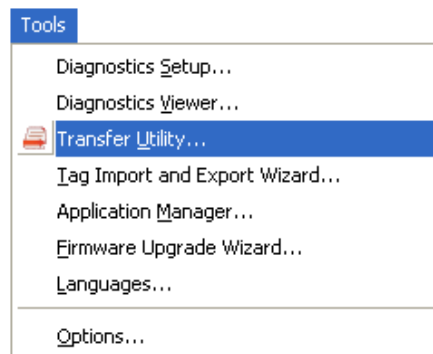


FIG. 2.103: Transfer Utility

- Buscar el archivo guardado como Aplicación Modo en Tiempo Real.

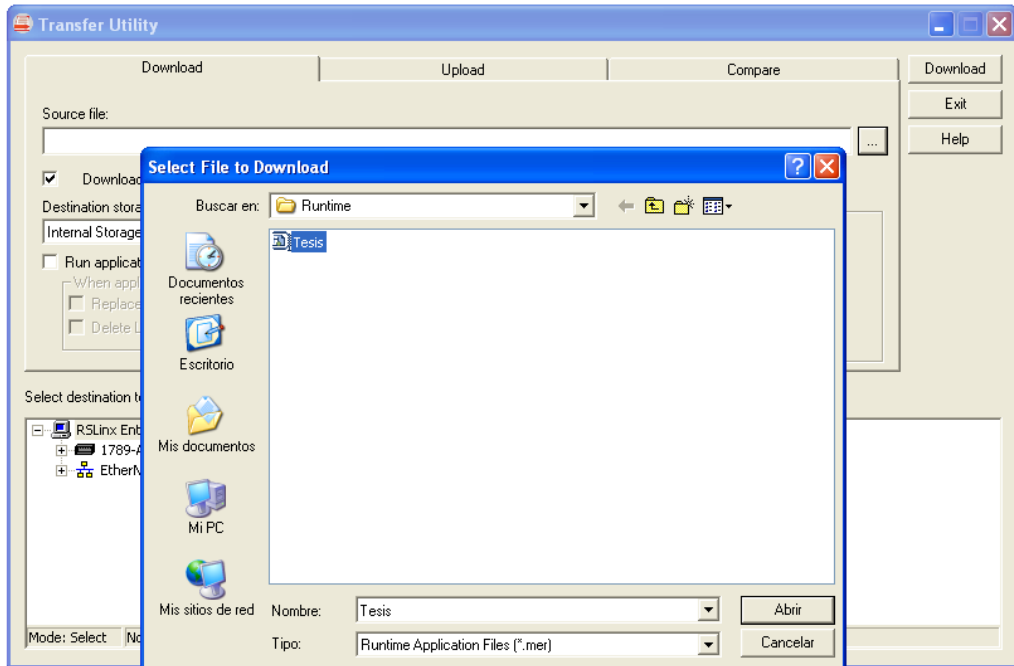


FIG. 2.104: Búsqueda del Archivo en Tiempo Real

- Buscar el Panel View Plus al que se va a descargar el Archivo en Tiempo Real.

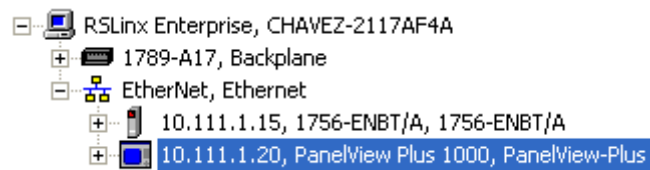


FIG. 2.105: Búsqueda del Panel View Plus

- Finalmente click en *Download*, y se tiene el mensaje de confirmación de la descarga.

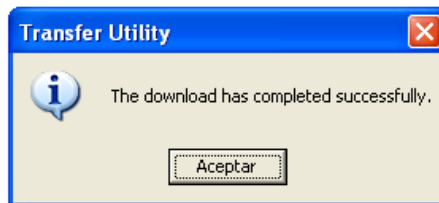


FIG. 2.106: Mensaje de Confirmación de Descarga

Ahora se procede a abrir la aplicación que se encuentra cargada en el PanelView Plus.

- Pulsar en el *Load Application*, para poder seleccionar el proyecto.

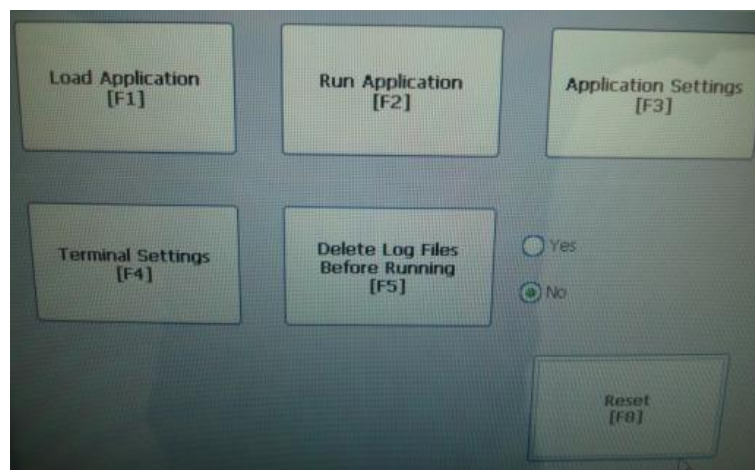


FIG. 2.107: Abrir Proyecto en PanelView Plus

- Seleccionar el proyecto cargado en el PanelView, para este caso Tesis, pulsar *Load*.

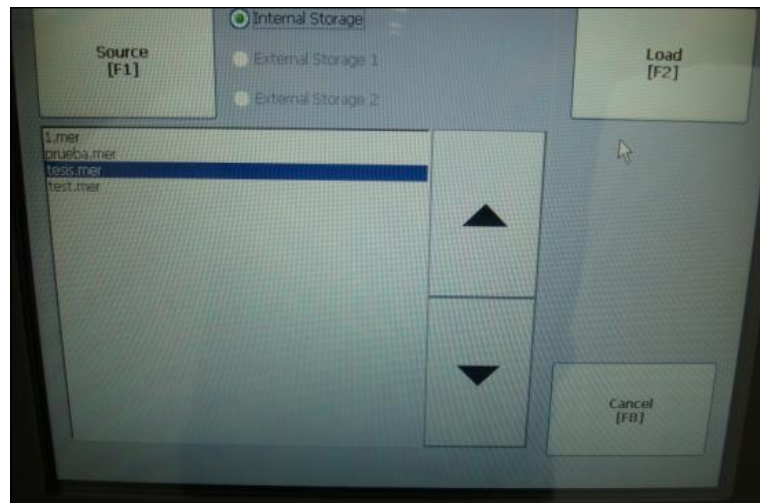


FIG. 2.108: Selección del Proyecto

- Seleccionar en el siguiente recuadro la opción Yes, para reemplazar el archivo cargado anteriormente en el PanelView.

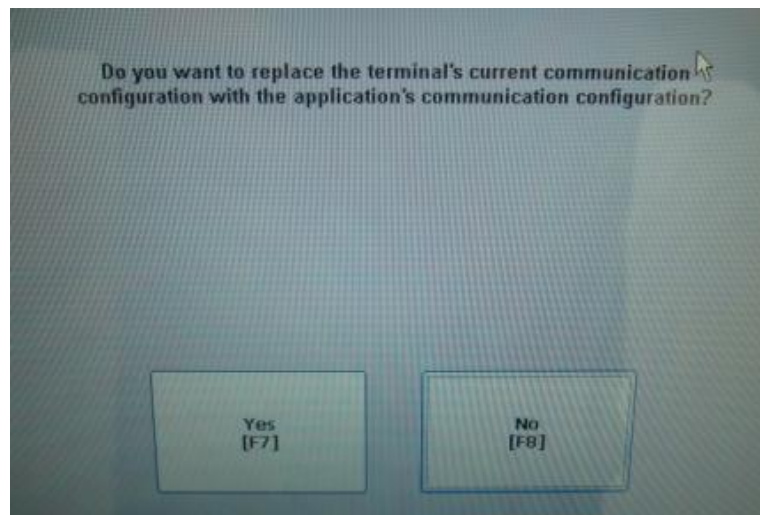


FIG. 2.109: Ratificación para Reemplazar el Proyecto por uno Nuevo

- Esperar unos segundos hasta que las opciones del PanelView se habiliten y después seleccionar *Run Aplication*.

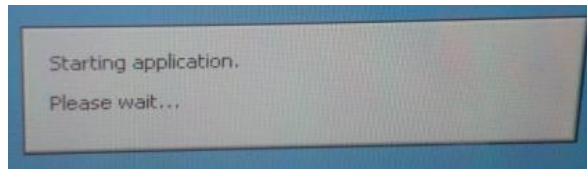


FIG. 2.110: Mensaje de inicio de Aplicación

Esta es una aplicación básica utilizando la Red DeviceNet, a su vez se puede conectar otros dispositivos para poder ampliar la red y realizar mayores aplicaciones.

CAPÍTULO III

PRUEBAS Y ANÁLISIS EXPERIMENTALES.

3.1.- PRUEBAS EXPERIMENTALES.

En base a todos los procedimientos del capítulo II de esta tesis se efectuó las siguientes fallas que fueron tomadas como pruebas experimentales.

3.1.1.- PERDIDA DE ALIMENTACION PARA LA RED DEVICENET.

Cuando la señal de la fuente de 24V DC se desconecta y no alimenta a la red DeviceNet:

- No se puede mapear los dispositivos que se encuentran conectados en DeviceNet en el software RSLinx, con excepción del módulo scanner 1756-DNB porque este se encuentra dentro del PLC y se lo mapea en EtherNet.

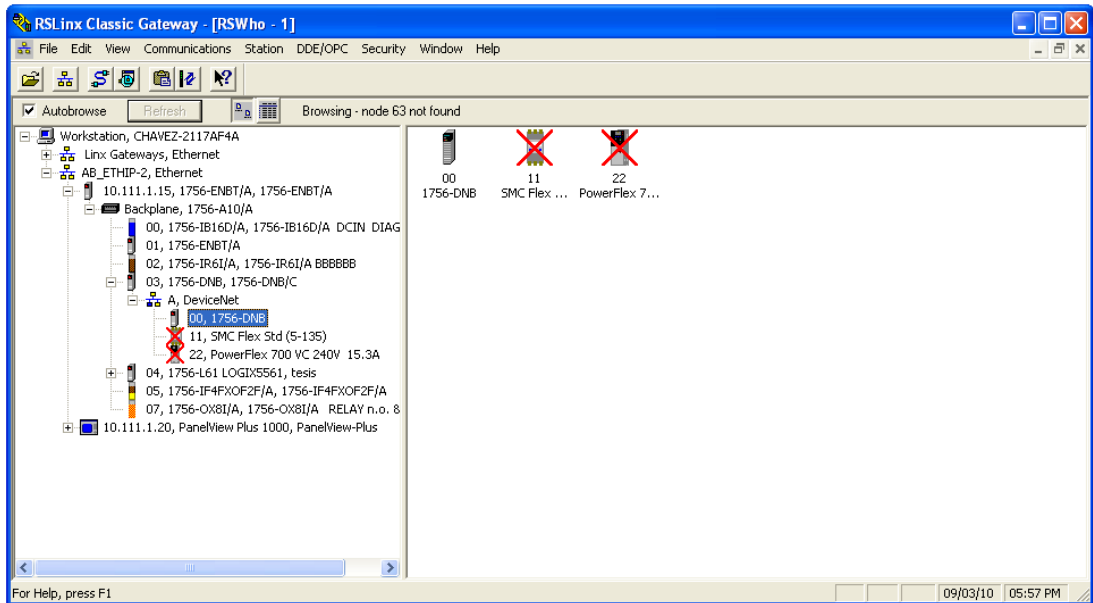


FIG. 3.1: Error al Mapear Dispositivos en DeviceNet

- En el display del módulo scanner 1756-DNB se visualiza un mensaje: *Not Network Power.*



FIG. 3.2: Mensaje de no Alimentación a la Red DeviceNet

- Los equipos conectados en DeviceNet visualizan un estado de fallo.



FIG. 3.3: Fallos de los equipos conectados en DeviceNet

- El proceso de la aplicación se detiene.

3.1.2.- PEREDER ALIMENTACIÓN A LOS EQUIPOS.

3.1.2.1.- CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.

Al perder la alimentación de 120V AC (Fase-Neutro) para el PLC:

- En el software RSLinx mapea los dispositivos conectados con un falla para el PLC.

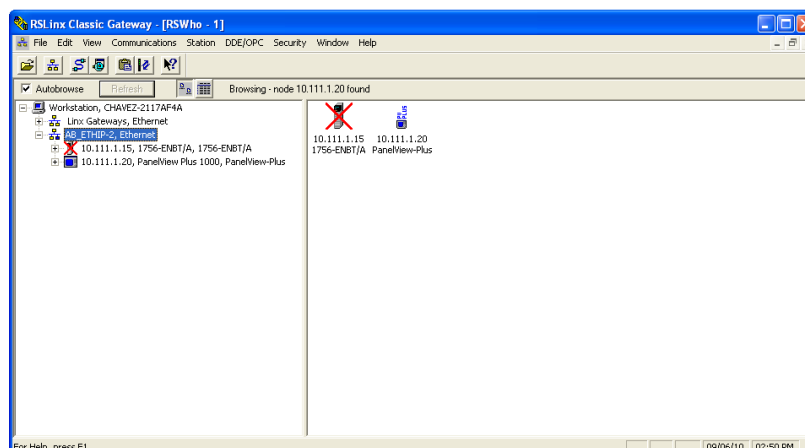


FIG. 3. 4: No Mapea Dispositivo PLC

- El proceso de la aplicación se detiene.

3.1.2.2.- PANEL VIEW PLUS 1000.

Al perder la alimentación de 120V AC (Fase-Neutro) para el PanelView Plus 1000:

- En el software RSLinx mapea los dispositivos conectados con un falla para el PanelView Plus 1000.

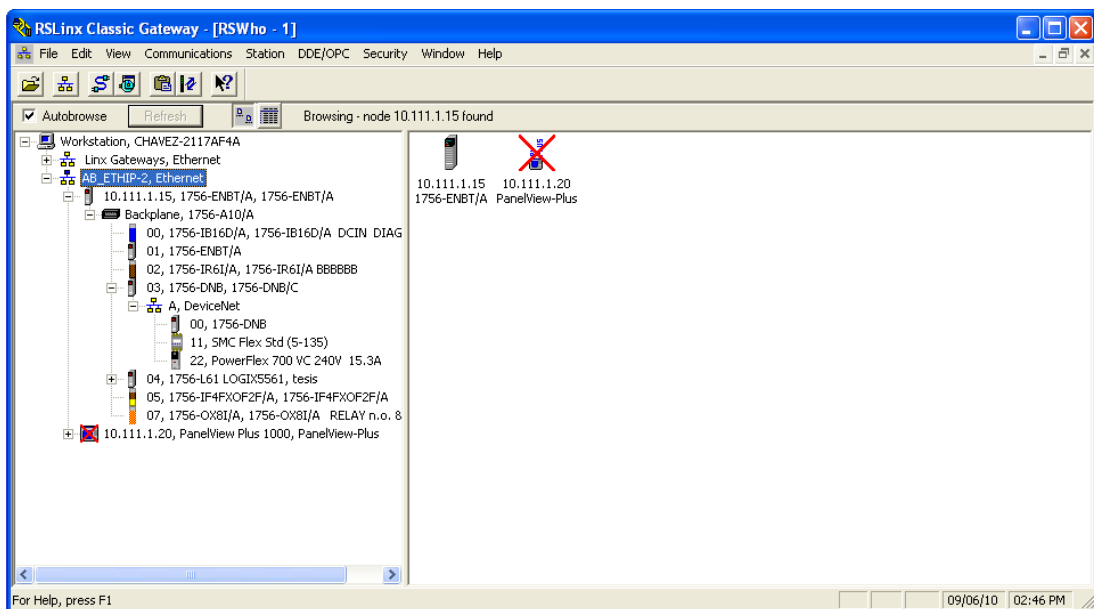


FIG. 3.5: No Mapea Dispositivo PanelView Plus 1000

3.1.2.3.- SMC FLEX.

Al perder la alimentación de 220V AC (tres fases) para el SMC Flex:

- En el software RSLinx mapea el dispositivo como no conectado.

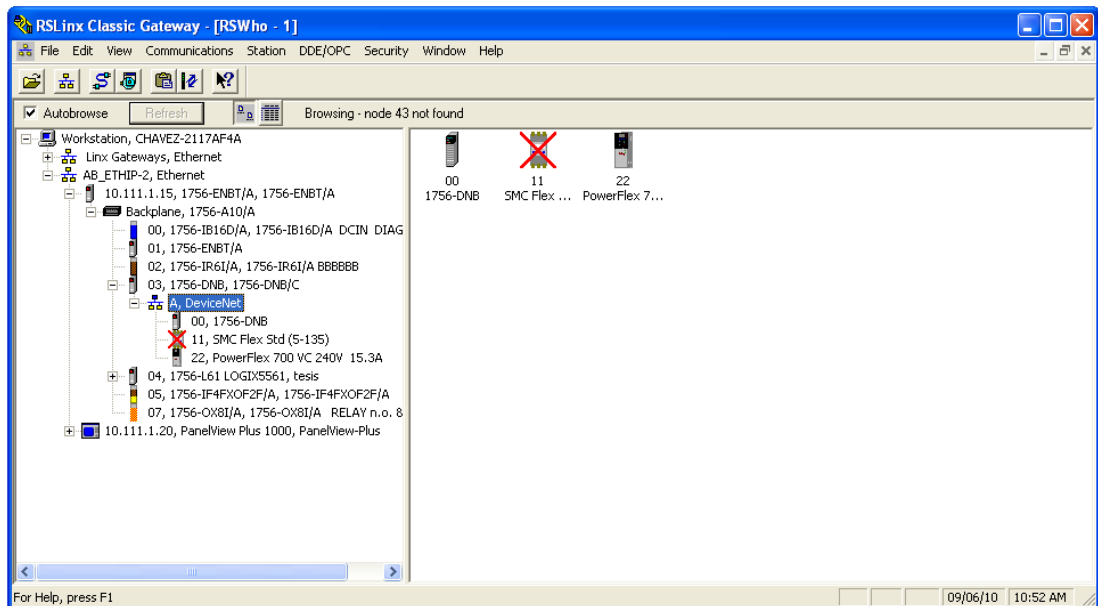


FIG. 3.6: Dispositivo SMC Flex no Conectado

- En el software RSNetWorx el dispositivo presenta un error *No Read* del SMC Flex, ocasionando un *Error* en el nodo para este dispositivo y por lo tanto en toda la red DeviceNet.

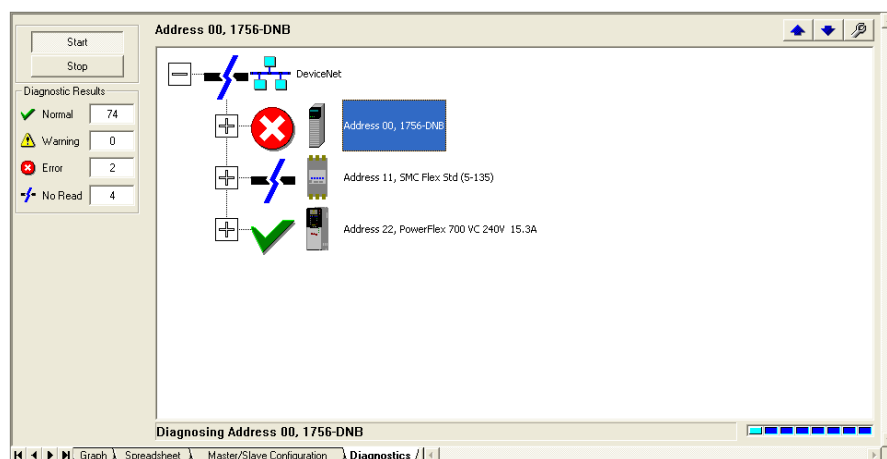


FIG. 3.7: RSNetWorx Error No Read SMC Flex

- El proceso de la aplicación con el SMC Flex se detiene.

3.1.2.4.- POWER FLEX 700.

Al perder la alimentación de 220V AC (Tres Fases) para el Power Flex 700:

- En el software RSLinx mapea el dispositivo como no conectado.

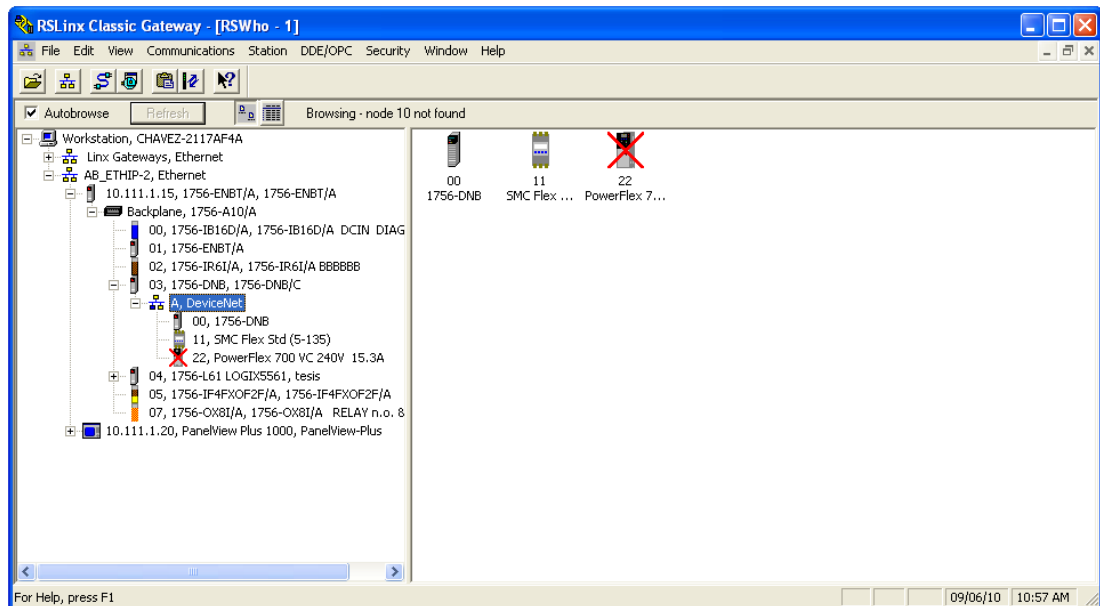


FIG. 3.8: Dispositivo Power Flex 700 no Conectado

- En el software RSNetWorx el dispositivo presenta un error *No Read* del Power Flex 700, ocasionando un *Error* en el nodo para este dispositivo y por lo tanto en toda la red DeviceNet.

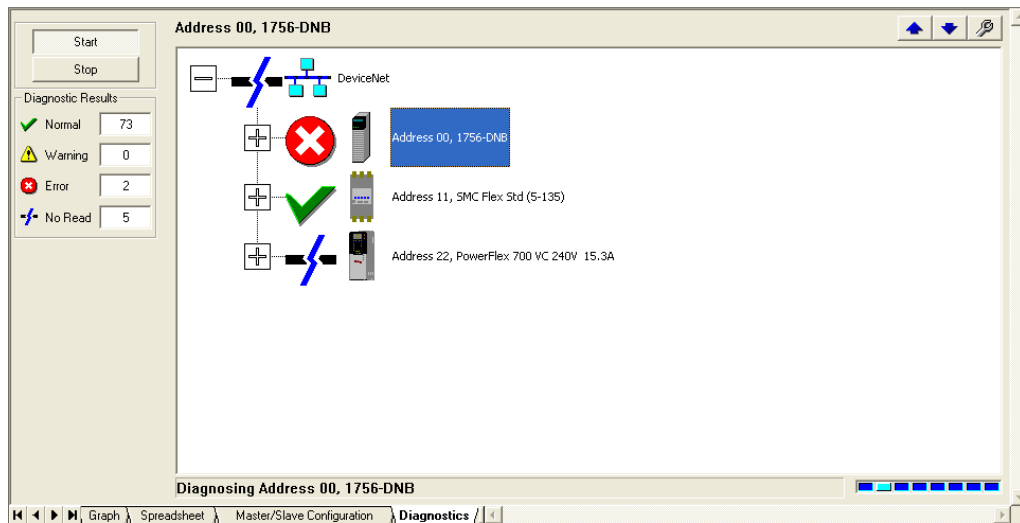


FIG. 3.9: RSNetWorx Error No Read Power Flex 700

- El proceso de la aplicación con el Power Flex 700 se detiene.

3.1.3.- RESISTENCIAS TERMINALES.

La red DeviceNet necesita dos resistencias terminadoras de línea, de 120 Ω , ¼ de potencia y $\pm 1\%$ de tolerancia, conectadas al principio y final de la línea troncal en los cables azul y blanco (CAN H y CAN L)



FIG. 3.10: Medición de la Resistencia Terminal

La resistencia de terminales se las emplea para el correcto funcionamiento de la red DeviceNet.

3.1.4.- VOLTAJE DE ALIMENTACIÓN EN LA RED DEVICENET.

La red DeviceNet requiere una alimentación de 24 V DC \pm 1 %, la línea troncal de cable delgado solo puede manejar 3 amperios.



FIG. 3. 11: Medición de Alimentación en la Red DeviceNet

3.1.5.- COMPROBACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS CONECTADOS EN DEVINET.

Para esta comprobación se necesita el software RSNetWorx para DeviceNet.

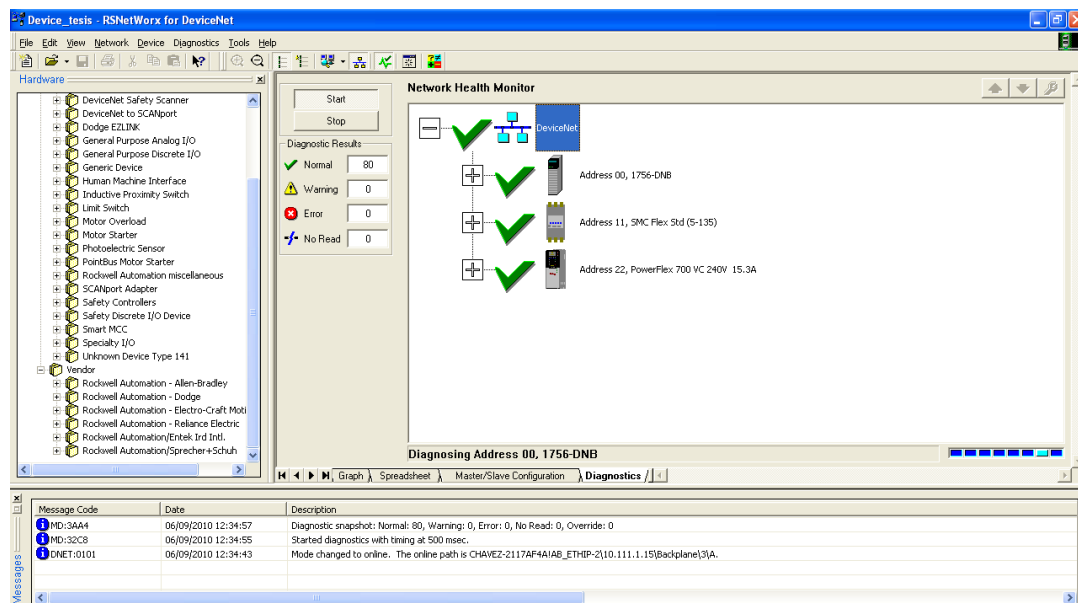


FIG. 3.12: Comprobación DeviceNet con el Software RSNetWorx para DeviceNet

3.2.- ALCANCES Y LIMITACIONES.

3.2.1.- ALCANCES.

Esta red es una red DeviceNet básica por este motivo se pueden armar redes más complejas que tengan: mayor número de dispositivos, extensiones más largas de cable, superior número de nodos. Para lograr redes más completas y complejas en DeviceNet se necesita de dispositivos como botoneras, relés, detectores fotoeléctricos, sensores, etc. que no existen en el laboratorio de PLC'S y pueden ser adquiridos en el mercado.

3.2.2.- LIMITACIONES.

Para este proyecto se aplicó la mayoría de elementos DeviceNet que existen en el laboratorio de PLC'S de la Escuela, sin embargo existen elementos excesivos que no se han tomado en cuenta y pueden ser utilizados en otras aplicaciones.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.- CONCLUSIONES.

- Se diseñó e Implementó un Sistema de Supervisión, Utilizando una Red DeviceNet, en el Laboratorio de PLC'S, de la Escuela Superior Politécnica del Ejército Extensión Latacunga.
- Se construyó una red DeviceNet básica con los elementos Allen Bradley del laboratorio de PLC'S, de la ESPE-L.
- Se desarrolló un sistema de supervisión ocupando FactoryTalk para la red DeviceNet.
- Se configuró una interface para supervisar el módulo de carga, utilizando RSLinx, para la red DeviceNet.
- Se programó los PLC'S modulares que tienen acceso a la red DeviceNet del laboratorio, para gobernar el proceso.
- Se programó el panel operador utilizando el software FactoryTalk para visualizar y controlar el proceso.
- Se diseñó y construyó un módulo didáctico a modo de simulación de carga de una máquina eléctrica, para arranque de motores y control de velocidad, que servirá como una aplicación para esta red.
- Se realizó una conexión entre las redes EtherNet y DeviceNet, aplicando a un ejemplo real de sistema de frenado mediante el Freno Prony.

- No se logró utilizar los PLC'S compactos en esta aplicación DeviceNet por que se necesita el cable de conexión para el Módulo convertidor de RS232 a DeviceNet para MicroLogix y CompactLogix, que no existe en el laboratorio.
- Se logró monitorear y supervisar cada uno de los equipos conectados en la Red DeviceNet, utilizando el software RSNWorx para esta aplicación.
- Con el sistema de frenado se realizaron pruebas en tiempo real que permitió la calibración del PID para el control de velocidad, a través de la red DeviceNet.
- En la calibración del PID para el control de velocidad, la respuesta del sistema es inmediata por lo que se dice que está trabajando en tiempo real, ya que se seleccionó adecuadamente el tacómetro.
- Se logró el frenado del motor de 5HP, adaptando un sistema de reducción de velocidad.

4.2.- RECOMENDACIONES.

- Tener mucha precaución al momento de conectar los terminales del motor, utilizar el diagrama que se encuentra en el mismo para realizar dichas conexiones de acuerdo a las necesidades del usuario.
- Siempre tener puestas las tapas frontal y posterior del módulo para así evitar accidentes.
- No intentar modificar alguna conexión de los tableros, una vez que se haya puesto en funcionamiento el sistema, ya que algunos terminales manejan voltajes altos y se puede producir corto circuitos.
- Revisar cada parte del sistema periódicamente y comprobar que cada uno de los elementos montados en la estructura se encuentren bien conectados, atornillados, ajustados, y si es necesario cambiar alguno de ellos como pernos, tornillos, cables, conectores, terminales.

- El sistema de la palanca de frenado, puede ser a futuro modificado y optimizado, debido a que la selección fue basada en recomendaciones e información obtenida.
- Cambiar el número de nodos para los equipos conectados en DeviceNet, debido a que dependiendo del equipo algunos de estos necesitan más de un nodo para su buen funcionamiento.
- Se recomienda adaptar el sensor de velocidad en una base fuera del módulo de simulación de carga, debido a que éste tiene vibración y es complicado estabilizar su señal.
- Verificar que las conexiones de los equipos sean correctas, para evitar que se produzcan fallos al momento de visualizarlos en RsLinx.
- Comprobar que la base del tacómetro no roce en ningún lado con la estructura, para así tener una lectura correcta al momento de realizar pruebas.
- No ingresar objetos extraños al momento que el módulo se encuentre en funcionamiento, ya que debido a la velocidad que este puede llegar a alcanzar, se pueden producir accidentes de grave peligro.
- Al realizar las prácticas de laboratorio, antes de proceder a energizar los equipos, solicitar la verificación del instructor.
- Adquirir el cable de conexión para el Módulo convertidor de RS232 a DeviceNet para MicroLogix y CompactLogix.
- Adquirir elementos DeviceNet para perfeccionar otras aplicaciones para esta red.

BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES

- Programación con PLC.
- CREUSS JOSÉ ANTONIO, Instrumentación industrial.
- ROCKWELL AUTOMATION, www.rockwellautomation.com/.
- LA LLAVE, <http://www.la-llave.com/lineas/automatizacion-y-equipos-electricos.aspx#motoreselectricos>,
- JUAN PEREZ CRUZ, MANUEL PINEDA SANCHEZ, Automatización de Maniobras Industriales.
- A. PORRAS, A.P. MONTANERO, Autómatas Programables.
- http://es.wikipedia.org/wiki/Freno_Prony.
- Industrial Instrumentation and Control: William Buchanan, Mark Hutchinson
- Control Systems Engineering: Norman S. Nise; Hardcover
- Deon Reynders, Steve Mackay, Edwin Wright Practical Industrial Data Communications.
- Andreas Willig, Hagen Woesner, Principles of Lower-Layer Protocols for Data Communications in Industrial Communication Networks.
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1769-um011_-en-p.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1769-um009_-en-p.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1769-um002_-en-p.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1769-um002_-en-p.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/in/1769-in051_-en-p.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/in/1769-in064_-en-p.pdf

- <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/2416247/360807/1837522/tab5.html>
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1756-um515_-es-p.pdf
- <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/2416247/360807/1837522/tab3.html>
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/td/1756-td006_-en-e.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/in/1756-in080_-es-p.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/td/1756-td002_-en-e.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/in/1756-in038_-es-p.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/td/1756-td005_-en-e.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/rn/1756-rn051_-es-p.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/td/1756-td001_-en-e.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/rm/1756-rm095_-es-p.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/in/1762-in006_-mu-p.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/du/1762-du003_-en-p.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1762-um001_-en-p.pdf
- <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/1239781/1670480/1670482/tab4.html>

- <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/1239781/1670480/1670482/tab8.html>
- <http://web.wm.edu/facman/safety/Documents/ISC/RODI/touch%20panel.pdf?svr=www>
- [http://www.rockwellautomation.it/applications/gs/emea/gsgb.nsf/files/PVPlus_brochure.pdf/\\$file/PVPlus_brochure.pdf](http://www.rockwellautomation.it/applications/gs/emea/gsgb.nsf/files/PVPlus_brochure.pdf/$file/PVPlus_brochure.pdf)
- <http://www.industria.uda.cl/Academicos/AlexanderBerger/Docts%20Docencia/Seminario%20de%20Aut/trabajos/trabajos%202002/PLC/plc.htm>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/td/20b-td001_-en-p.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/pflex-um002_-en-p.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/20b-um002_-en-p.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/150-um008_-es-p.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/150-um008_-es-p.pdf
- http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/20comm-um002_-en-p.pdf
- http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_el%C3%A9ctrico
- <http://www.monografias.com/trabajos36/maquinas-electricas/maquinas-electricas2.shtml>