



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL  
EJÉRCITO  
EXTENSIÓN LATACUNGA  
CARRERA DE INGENIERÍA  
ELECTRÓNICA E  
INSTRUMENTACIÓN**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INDUSTRIAL UTILIZANDO EL PROTOCOLO USS PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE VELOCIDAD DE MOTORES PARA EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS DE LA ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO EN  
INSTRUMENTACIÓN**

**VICTOR HUGO ARELLANO NARANJO  
RAÚL ENRIQUE PRUNA PANCHI**

# INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se basa en el diseño e implementación de una red industrial para lo cual se utilizará el protocolo USS, para el monitoreo y control de velocidad de motores para el laboratorio de redes industriales y control de procesos de la Escuela Politécnica del Ejercito extensión Latacunga. Para ello a nivel de capa física se utilizara la interfaz RS-485 para la comunicación de los elementos de la red.

La red que se va a realizar es de tipo maestro-esclavo, donde el maestro es un controlador lógico programable (PLC) y los esclavos son los variadores de frecuencia, todos los parámetros de monitoreo y control de velocidad de los motores se obtendrán con librerías del protocolo USS (protocolo universal de interface en serie) instalados en el software necesario para la programación del controlador lógico programable (PLC).

# GENERALIDADES Y FUNDAMENTO TEÓRICO

La automatización y control en todas las actividades industriales es parte del avance que la tecnología ha permitido, a fin de mejorar los procesos industriales y de esta manera optimizar los recursos, reducir riesgos para los operadores y en fin mejorar las condiciones laborales.



# REDES INDUSTRIALES

Una red industrial es un sistema de transmisión de información que interconecta la maquinaria y equipos eléctricos, electrónicos, mecánicos, hidráulicos, etc., inmersos en la proceso de producción dentro de una planta industrial, conocidos como dispositivos de campo, y computadores provistos de programas de monitorización o supervisión industrial.



## **Niveles de las Redes Industriales:**

- ☐ Nivel bus de campo.
- ☐ Nivel LAN.
- ☐ Nivel LAN/WAN.

## **Clasificación de las redes industriales.**

Si se clasifican las redes industriales en diferentes categorías basándose en la funcionalidad, se hará en:

---

**Buses Actuadores y Sensores**  
**Buses de Campo y Dispositivos**

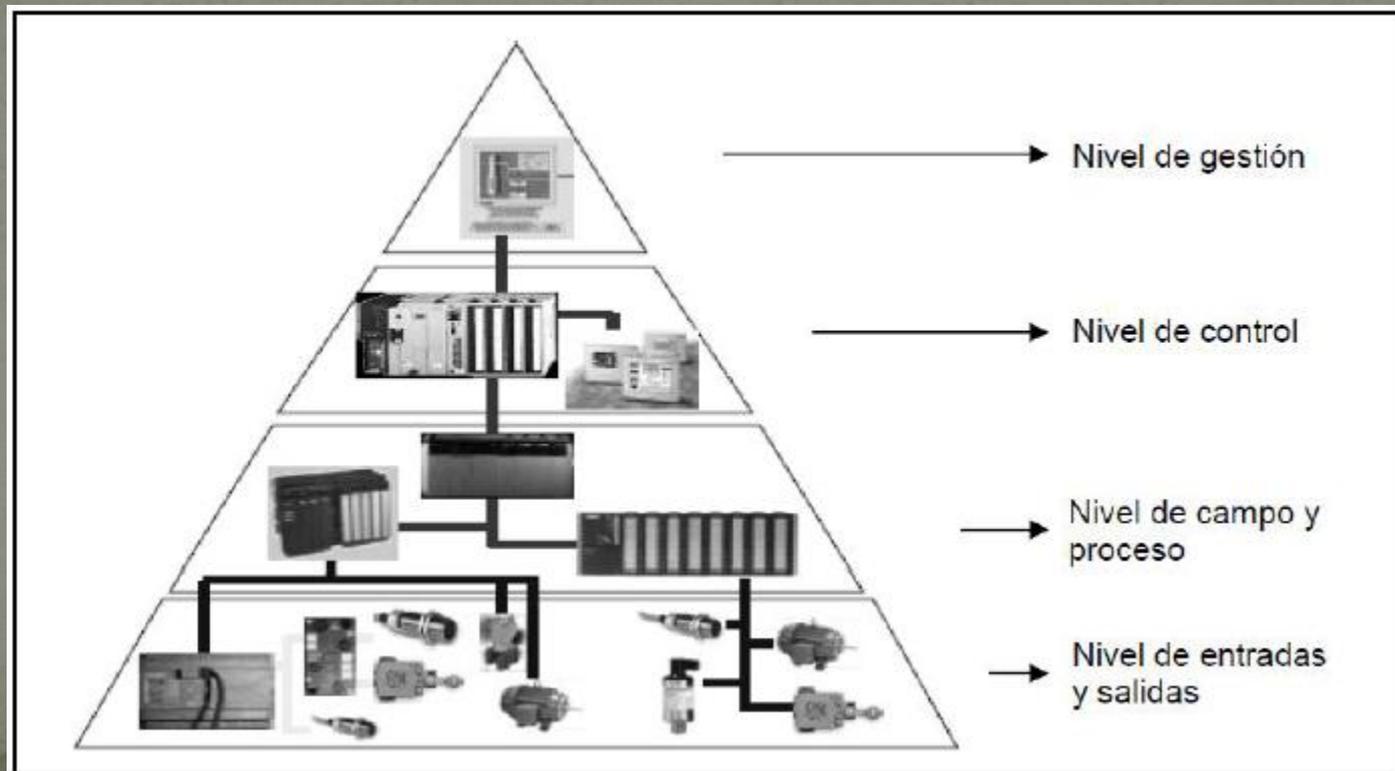
# Niveles de comunicación en una Red Industrial

Nivel de Gestión

Nivel de Control

Nivel de Campo y Proceso

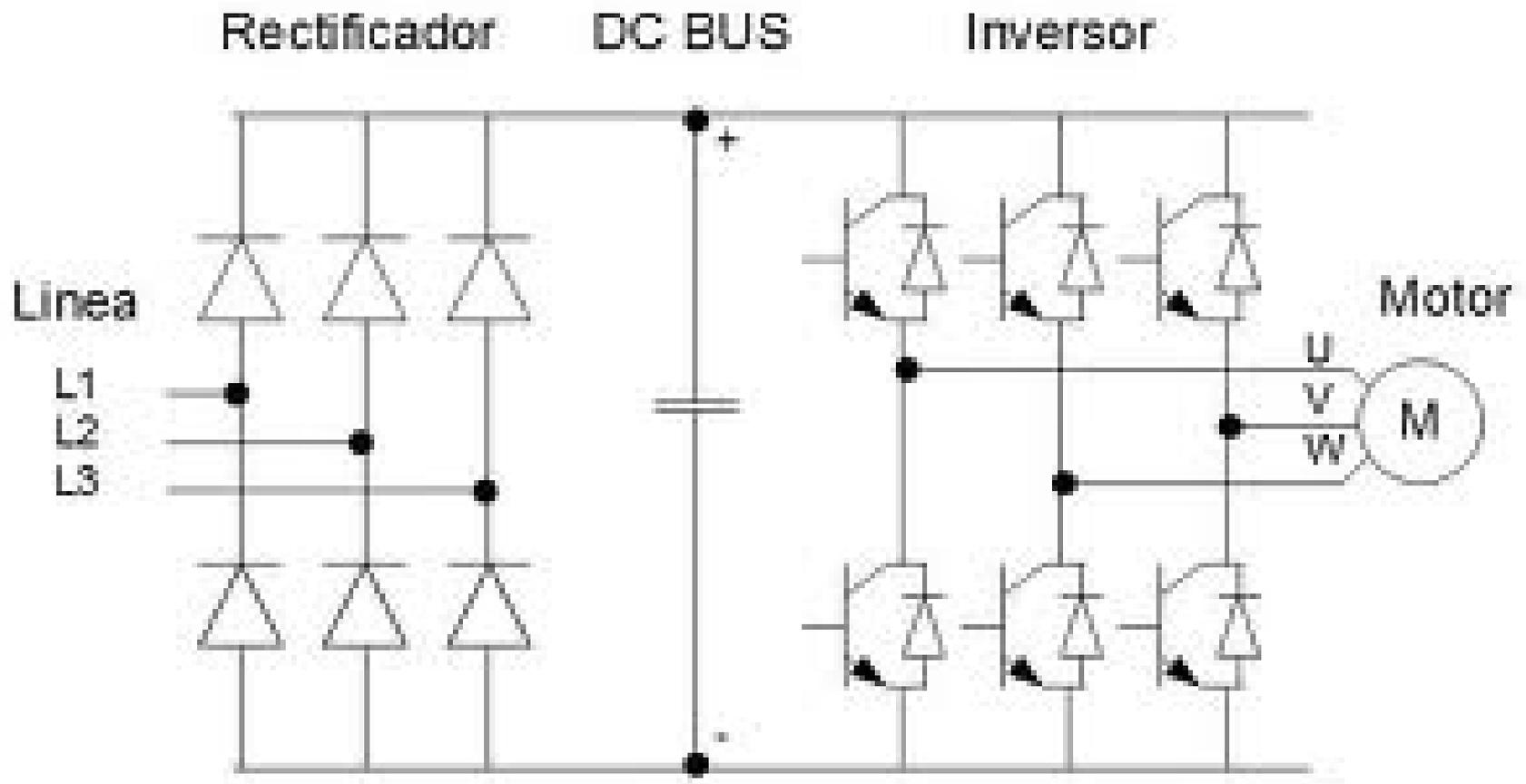
Nivel de Entradas y Salidas



## VARIADORES DE FRECUENCIA MM440

La serie MICROMASTER 440 es una gama de convertidores de frecuencia para modificar la velocidad de motores trifásicos. Los distintos modelos disponibles abarcan un rango de potencias desde 120 W para entrada monofásica hasta 75 kW con entrada trifásica.

Los convertidores están controlados por microprocesador y utilizan tecnología IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) de última generación. Esto los hace fiables y versátiles. Un método especial de modulación por ancho de impulsos con frecuencia de pulsación seleccionable permite un funcionamiento silencioso del motor. Extensas funciones de protección, ofrecen una protección excelente tanto del convertidor como del motor.

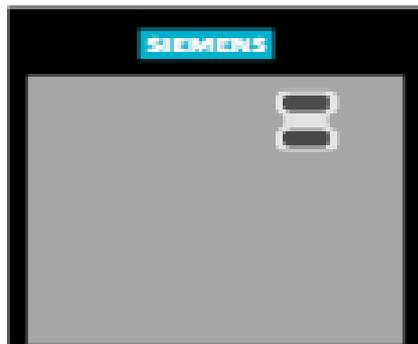


## Características principales

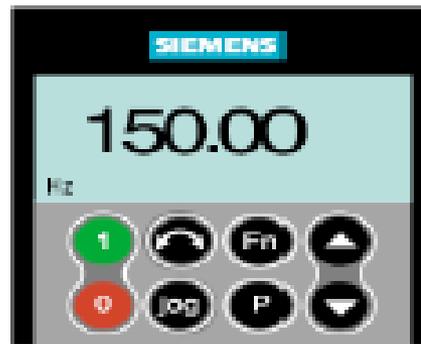
- ❑ Fácil de instalar.
- ❑ Puesta en marcha sencilla.
- ❑ Diseño robusto en cuanto a CEM.
- ❑ Tiempo de respuesta a señales de mando rápido y repetible.
- ❑ Amplio número de parámetros que permite la configuración de una gama extensa de aplicaciones.
- ❑ Conexión sencilla de cables.
- ❑ Salidas analógicas (0- 20 mA) 
- ❑ 6 entradas digitales NPN/PNP aisladas y conmutables
- ❑ 2 entradas analógicas
- ❑ Diseño modular para configuración extremadamente flexible.
- ❑ Altas frecuencias de pulsación para funcionamiento silencioso del motor.
- ❑ Información de estado detallada y funciones de mensaje integradas.
- ❑ Opciones externas para comunicación por PC, panel BOP (Basic Operator panel), panel AOP (Advanced Operator Panel) y módulo de comunicación PROFIBUS.

## Prestaciones.

- ❑ Control de flujo corriente FCC (flux current control) para una mejora de la respuesta dinámica y control del motor.
- ❑ Limitación rápida de corriente FCL (fast current limitation) para funcionamiento libre de disparos intempestivos.
- ❑ Freno por inyección de corriente continuo integrado.
- ❑ Frenado compuesto o combinado para mejorar las prestaciones del frenado.
- ❑ Tiempos de aceleración / deceleración con redondeo de rampa programable.
- ❑ Control en lazo cerrado utilizando una función PID, con autoajuste.
- ❑ Característica V/f multipunto.
- ❑ Se puede conmutar entre 3 juegos de parámetros, permitiendo a un único convertidor controlar varios procesos de forma alternada.



Panel Visualización de Estado (Estándar)



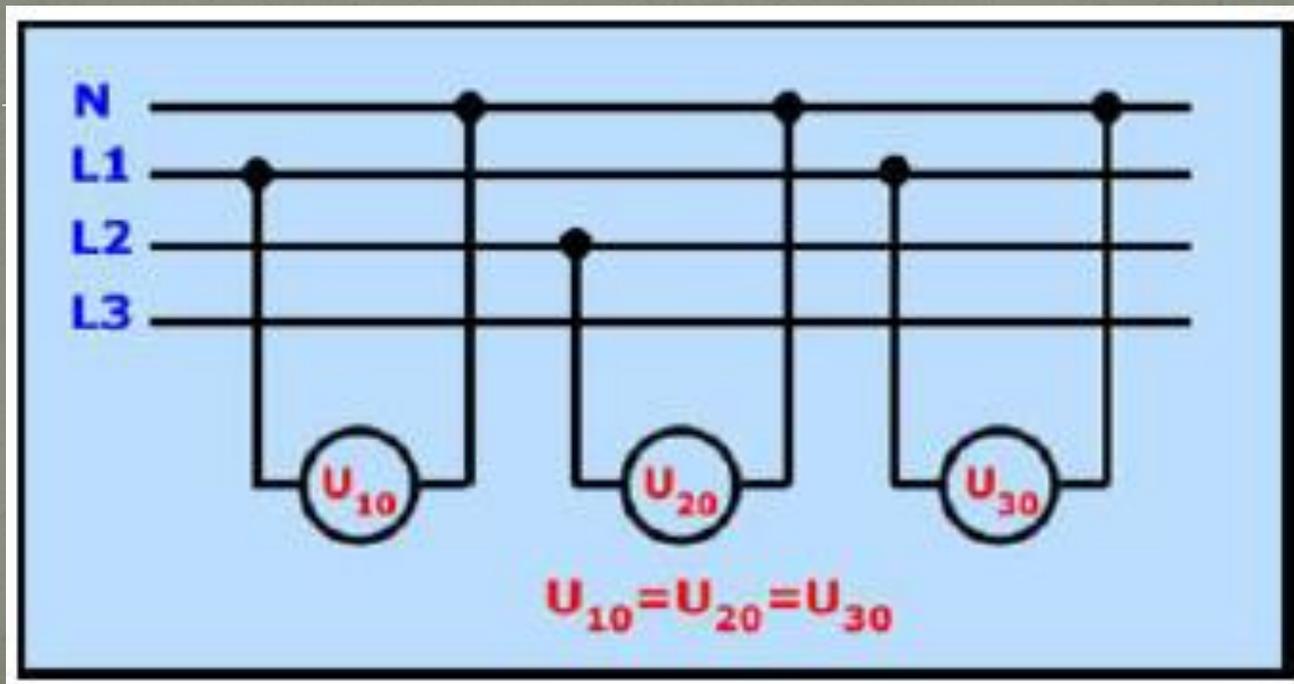
Panel Operador básico (Opcional)



Panel Operador Avanzado (Opcional)

## SISTEMAS TRIFÁSICOS

Los sistemas trifásicos se utilizan para producir y distribuir la energía eléctrica. Esto presenta varias ventajas. La primera ventaja y, quizás la más significativa, es el ahorro que se obtiene al distribuir la energía eléctrica bajo un sistema trifásico. En un sistema trifásico tenemos dos tipos de tensiones diferentes, las tensiones de fases y las tensiones de líneas. Las tensiones de fases son las tensiones que existen entre cada fase y el neutro y, se denominan  $U_{10}$ ,  $U_{20}$  y  $U_{30}$ .



## PROTOCOLO USS

El protocolo USS (protocolo universal de interface en serie) define un acceso técnico de acuerdo con el principio maestro-esclavo para la comunicación a través de un bus serie. Un maestro y un máximo de 31 esclavos se pueden conectar al bus. Los esclavos individuales son seleccionados por el maestro a través de una dirección.

El usuario puede instalar, con ayuda del protocolo USS, acoplamiento de bus en serie entre un maestro de jerarquía superior y varios sistemas de esclavos. Sistemas maestros pueden ser los controladores lógicos programables.

# CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

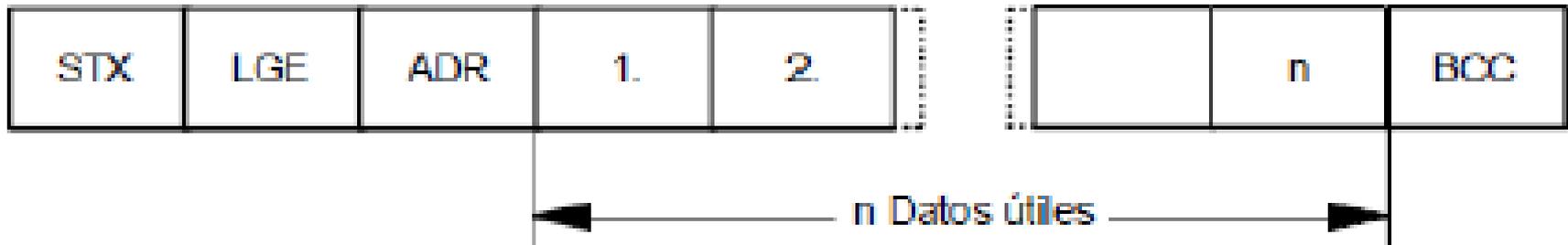
- ❑ Realización de un acoplamiento de varios puntos, p. ej. Hardware EIA RS 485- o un acoplamiento punto a punto p. ej. EIA RS 232.
- ❑ Técnica de acceso maestro / esclavo
- ❑ Single Master-System
- ❑ Máximo 32 usuarios de bus (máximo 31 esclavos)
- ❑ Funcionamiento opcional con ~~largo de fijo o variable.~~
- ❑ La misma estructura física de bus que en PROFIBUS.
- ❑ Interface de datos hacia el aparato base según el "PERFIL de accionamientos de velocidad variable". Eso significa que las informaciones para el accionamiento se transmiten con USS del mismo modo que con PROFIBUS-DP.
- ❑ Aplicable para puesta en marcha, servicio de asistencia y automatización
- ❑ De fácil incorporación a sistemas específicos del cliente

# ESPECIFICACIÓN DEL PROTOCOLO

- ❑ El protocolo USS define una técnica de acceso según el principio de maestro-esclavo para la comunicación a través de un bus en serie. También permite la comunicación punto a punto (un solo maestro, un solo esclavo).
- ❑ Al bus se le puede conectar un maestro y un máximo de 31 esclavos.
- ❑ El maestro selecciona cada uno de los esclavos a través de un signo de "dirección" en el telegrama. Un esclavo por sí mismo nunca puede tomar la iniciativa de emisión. No es posible el intercambio de información directa entre los esclavos. La comunicación se realiza con el sistema semiduplex.
- ❑ La función de maestro no se puede transferir (Single-Master-System).

# ESTRUCTURA DEL TELEGRAMA

Cada telegrama comienza con el signo STX (= 02 Hex), continúa con la longitud (LGE) y el byte de dirección (ADR). Siguen los datos útiles y lo cierra el signo de chequeo de seguridad de datos BCC (Block Check Character)



# CODIFICACIÓN DE DATOS

La información está codificada de la siguiente forma:

- ❑ STX (Start of Text)  
Signo ASCII: 02 Hex.
- ❑ LGE (longitud de telegrama)  
1 Byte, contiene la longitud de telegrama.
- ❑ ADR (byte de dirección)  
1 byte, contiene la dirección del esclavo y el tipo de telegrama (codificación binaria).
- ❑ Signos útiles  
Cada uno de los signos un Byte, el contenido depende de la función a realizar.
- ❑ BCC  
1 byte, signo de chequeo de seguridad de datos (Block Check Charakter).

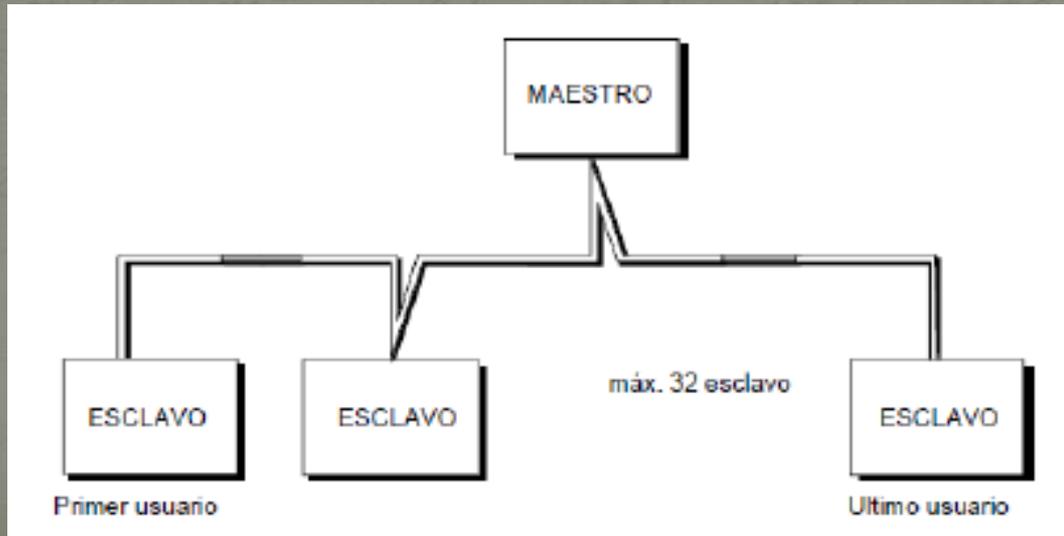
## Estructura del bus

El campo de aplicación del sistema de bus determina principalmente el medio de transmisión y la interface física del bus.

La base física de la interface del protocolo USS es el "Recommended Standard RS-485". Para la conexión punto a punto se puede utilizar como base física para la interface una parte de la norma EIA RS-232 (CCITT V.24), TTY (bucle de corriente 20 mA ) o cable de fibra óptica.

## Topología

El bus USS está basado en una topología de enlace sin cables de derivación. Cada uno de los extremos de la línea termina en un usuario.



# CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES

Los Controladores Lógicos Programables, PLC's como ellos son comúnmente llamados, ofrecen muchas ventajas sobre otros dispositivos de control tales como relevadores, temporizadores electrónicos, contadores y controles mecánicos como del tipo tambor.



# DESCRIPCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA



# CONFIGURAR ACCIONAMIENTOS MICROMASTER 440

1. Restablezca los ajustes de fábrica del accionamiento (opcional):

P0010=30

P0970=1

2. Habilite el acceso de lectura/escritura a todos los parámetros (modo avanzado):

P0003=3

3. Compruebe los ajustes del motor:

P0304=Tensión nominal del motor (V)

P0305=Intensidad nominal del motor (A)

P0307=Potencia nominal del motor (W)

P0310=Frecuencia nominal del motor (Hz)

P0311=Velocidad nominal del motor (rpm)

Tiempo de aceleración (opcional): P1120=0 a 650,00

Tiempo de desaceleración (opcional): P1121=0 a 650,00

4. Ajuste la velocidad de transferencia del puerto serie RS--485:

P2010 índice 0= 6 (9600 bit/s)



# DISEÑO DEL HMI

The image shows a screenshot of a Windows-based HMI (Human-Machine Interface) software. The window title is "USS 200 MOTORBY Free Panel". The main content area has a blue background and contains the following elements:

- Header:** "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INDUSTRIAL UTILIZANDO EL PROTOCOLO USS PARA EL MONITOREO Y CONTROL DE VELOCIDAD DE MOTORES PARA EL LABORATORIO DE REDES INDUSTRIALES Y CONTROL DE PROCESOS".
- Control Panel:** Labeled "CONTROL MOTOR 1" and "CONTROL MOTOR 2". It features five toggle switches for "ENCENDIDO BARRA", "FRENADO BARRA", "ACTUALIZAR", and "DIRECCIÓN".
- Velocity Control:** A large circular knob labeled "CONTROL DE VELOCIDAD" with a scale from 0 to 120.
- Speedometer:** A circular gauge labeled "VELOCIDAD MOTOR RPM" with a scale from 0 to 1200.
- Alarm:** A large green circular button labeled "ALARMA".
- Input Fields:** Fields for "FRECUENCIA" (value: 0), "RPM" (value: 0), "SENTIDO DE GIRO", "CÓDIGO DE BARRA", and "DESCRIPCIÓN DE BARRA" (value: "NO BARRA").
- Buttons:** A "STOP" button and a "START" button.
- Footer:** The names "VICTOR ARELLANO" and "RAÚL PRUNA" are displayed at the bottom.

The Windows taskbar at the bottom shows the Start button, Internet Explorer, Google Chrome, and other applications. The system tray in the bottom right corner shows the date and time as "2:46 16/04/2011".



# CONTROL LOCAL



# PROYECTO IMPLEMENTADO



## CONCLUSIONES

- ❑ Los motores eléctricos son máquinas muy utilizadas a nivel industrial.
- ❑ La investigación realizada a los variadores Micromaster 440, permitió entender su composición, estructura y funcionamiento, en sus diferentes etapas para llevar a cabo la variación de la frecuencia y su velocidad.
- ❑ Se determinó que el método más eficaz para controlar la velocidad de un motor eléctrico es por medio de un variador electrónico de frecuencia.
- ❑ Los variadores de frecuencia permiten controlar adecuadamente la operación de los motores eléctricos.
- ❑ Los PLC son equipos muy útiles para automatizar el control de equipos en forma remota.
- ❑ Labview es un software muy funcional que se adapta a los requerimientos del proceso a controlar, se ha realizado un HMI muy amigable, fácil de utilizar y sobre todo muestra toda la información necesaria del proceso.

El proyecto ha incorporado el uso de una red industrial con protocolo USS, que permite utilizar una topología física tipo bus, lo que reduce los costos de cableado y optimiza el empleo de la red.

## RECOMENDACIONES

- ❑ Leer los manuales técnicos de los equipos antes de empezar a utilizarlos.
- ❑ Tomar todas las medidas de seguridad antes, durante y después de trabajar en los equipos.
- ❑ Tomar en cuenta que la conexión de los cables de red, del motor y de mando o control deberán realizarse de la forma correcta a fin de evitar que interferencias de tipo inductivo y capacitivo afecten al correcto funcionamiento del convertidor .
- ❑ Se recomienda que el Departamento de Eléctrica y Electrónica permita el uso del presente diseño e implementación y la difusión correspondiente de los objetivos alcanzados en este proyecto, a fin de que no quede implementado únicamente como un prototipo, sino que pueda ser utilizado en las diferentes áreas de especialidad como una herramienta muy importante que les ayudará a visualizar la convergencia de las diferentes materias en aplicaciones prácticas.

GRACIAS POR SU  
ATENCIÓN

