

**RED PROFIBUS DP APLICADA MEDIANTE EL PLC SIEMENS S7-300**



**RAFAEL LEONARDO CORZO TORRES  
HEILER JOSÉ RODRIGUEZ RODRIGUEZ**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
BUCARAMANGA  
2011**

**RED PROFIBUS DP APLICADA MEDIANTE EL PLC SIEMENS S7-300**



**RAFAEL LEONARDO CORZO TORRES  
HEILER JOSÉ RODRIGUEZ RODRIGUEZ**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL  
TITULO DE ESPECIALISTA EN CONTROL E INSTRUMENTACION  
INDUSTRIAL**

Director:  
**ING. JUAN CARLOS VILLAMIZAR RINCÓN**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
BUCARAMANGA  
2011**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

**Presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

A Dios por esta oportunidad, a nuestras familias por su apoyo incondicional y en general a quienes de una forma u otra contribuyeron en el logro de esta meta.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al **Ing. Juan Carlos Villamizar Rincón** y demás docentes de la especialización por su apoyo, por sus aportes en el desarrollo del presente trabajo, por su tiempo, disposición y su dedicación en esta labor tan importante como es el transmitir su conocimiento y experiencias a sus alumnos.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- ✓ Desarrollar un estudio sobre las redes Profibus DP implementadas mediante el PLC SIEMENS S7-300.

### **Objetivos Específicos**

- ✓ Mostrar el funcionamiento y características de una red Profibus DP, utilizando un PLC SIEMENS S7-300.
- ✓ Implementar un modelo de red Profibus DP, que de a conocer el desarrollo y manejo de una red de comunicación industrial en equipos PLC.

## TABLA DE CONTENIDO

	pag.
INTRODUCCION .....	14
1. PROFIBUS.....	15
1.1    VERSIONES DE PROFIBUS.....	15
1.1.1    Profibus FMS (Fieldbus Message Specification) .....	17
1.1.2    Profibus DP (Distributed Peripheral) .....	17
1.1.3    Profibus PA (Process Automation).....	17
1.2    ESTRUCTURA DE PROFIBUS .....	17
1.2.1    Capa Física.....	18
1.2.2    Capa de Enlace de Datos .....	18
1.2.3    Capa de Aplicación.....	19
1.3    CARACTERÍSTICAS GENERALES DE PROFIBUS .....	19
1.4    PROFIBUS DP (PERIFERIA DESCENTRALIZADA).....	20
1.4.1    Características de Profibus DP .....	21
1.4.2    Versiones de Profibus DP .....	22
1.4.3    Elementos de una Red Profibus DP .....	23
2. PLC SIEMENS S7-300 .....	24
2.1    PRINCIPALES COMPONENTES DE UN PLC S7-300.....	24
2.2    COMUNICACIÓN PROFIBUS DP EN EL PLC S7-300.....	27
2.3    CONVERTIDOR DE FRECUENCIA MICROMASTER 420.....	30
2.3.1    Características.....	31
2.4    MODULO OPCIONAL PROFIBUS MICROMASTER 4.....	32
2.4.1    Datos Técnicos.....	32
2.4.2    Transmisión RS-485 .....	32
2.4.3    Transmisión por Fibra Óptica (FO) .....	34
2.4.4    Comunicación Mediante Profibus DP .....	35

3.	METODOLOGÍA .....	36
4.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	37
4.1	RED PROFIBUS DP CON CONVERTIDOR DE FRECUENCIA MM420	37
4.1.1	Control del MicroMaster 420 desde Profibus DP .....	37
4.1.2	Conexión y Configuración del Módulo de Comunicaciones Profibus DP para el MicroMaster 420.....	38
4.1.2.1	Parámetros del Módulo de Comunicación Profibus.....	39
4.1.2.2	Asignación de la dirección Profibus al Modulo de Comunicaciones. ....	39
4.1.2.3	Configuración del MicroMaster para comunicarlo al bus Profibus. ....	40
4.1.3	Protocolo de Comunicación PPO1 del MicroMaster en una red Profibus.....	41
4.1.3.1	Códigos utilizados para obtener la comunicación PPO1 .....	45
4.2	DESARROLLO DE LA COMUNICACIÓN PROFIBUS ENTRE UN S7-300 Y DOS VARIADORES DE VELOCIDAD MM420 .....	48
5.	PRUEBAS Y RESULTADOS .....	59
5.1	MOTOR 1.....	59
5.2	MOTOR 2.....	61
6.	CONCLUSIONES .....	64
7.	RECOMENDACIONES .....	65
	LISTA DE ACRONIMOS .....	66
	BIBLIOGRAFÍA .....	68
	ANEXOS .....	70

## INDICE DE FIGURAS

	Pag
Figura 1: Estructura y tipos de los perfiles Profibus. ....	16
Figura 2: Arquitectura de Profibus.....	18
Figura 3: Equipos participantes en una red Profibus.....	21
Figura 4: Elementos que conforman un S7-300 (parte 1). ....	24
Figura 5: Elementos que conforman un S7-300 (parte 2). ....	25
Figura 6: Elementos que conforman un S7-300 (parte 3). ....	26
Figura 7: Configuración de una subred Profibus. ....	29
Figura 8: Convertidor de frecuencia Micromaster 420.....	30
Figura 9: Cables Profibus con conectores.....	33
Figura 10: Repetidor RS-485. ....	33
Figura 11: Cable fibra optica estandar con conector. ....	34
Figura 12: Canales de datos PROFIBUS-DP del MICROMASTER 4. ....	35
Figura 13: Red Profibus DP (maestro – esclavo). ....	37
Figura 14: Modulo adicional para comunicación Profibus. ....	38
Figura 15: Configuración del proceso de intercambio de datos. ....	41
Figura 16: Creación del proyecto (parte 1).....	48
Figura 17: Creación de proyecto (parte 2).....	49
Figura 18: Configuración del hardware. ....	50
Figura 19: Asignación de los esclavos. ....	51
Figura 20: Asignación de direcciones de entrada y salida. ....	52
Figura 21: Configuración del hardware para la comunicación.....	53
Figura 22: Configuración para el motor 2. ....	54
Figura 23: Envío de datos. ....	54
Figura 24: Creación de tabla de variables.....	55
Figura 25: Tabla de variables a utilizar, registros y simbolos.....	56

Figura 26: Tabla de variables Motor 1 y Motor 2..... 57

Figura 27: Edicion del OB1. .... 58

## INDICE DE TABLAS

	Pag
Tabla 1: Perfiles de Profibus. ....	16
Tabla 2: Características del estándar Profibus según la norma EN 50170. ....	22
Tabla 3: Propiedades de las líneas de bus para PROFIBUS. ....	28
Tabla 4: Longitud permitida del cable en un segmento de la subred PROFIBUS. ....	28
Tabla 5: Longitud de las líneas derivadas por segmento. ....	29
Tabla 6: Tipos de fibras disponibles según el alcance. ....	34
Tabla 7: Parámetros para la comunicación Profibus. ....	39
Tabla 8: Asignación de la dirección Profibus. ....	39
Tabla 9: Direcciones con significado especial. ....	40
Tabla 10: Significado de los bits de la palabra de mando (STW). ....	42
Tabla 11: Significado de los bits de la palabra de estado (ZSW). ....	43
Tabla 12: Códigos de respuesta. ....	46
Tabla 13: Códigos de fallo con la respuesta "petición no ejecutable" ....	46
Tabla 14: Tipos de datos enviados. ....	55

## RESUMEN

En este documento se hace una descripción del estándar de redes Profibus en el cual se mencionan sus tres versiones, la estructura y las principales características, haciendo énfasis en la versión Profibus DP. De igual forma se incluye información acerca del PLC SIEMENS S7-300 y de cada uno de los elementos e instrumentos necesarios para el desarrollo del proyecto.

Por otra parte el documento también contiene la información de los resultados obtenidos y cada uno de los pasos ejecutados en la realización de esta aplicación. Además de las imágenes, tablas y textos mediante los cuales se explican estos pasos.

En la primera etapa se consultó información acerca de las redes de comunicación industrial, en este caso el estándar Profibus y más explícitamente Profibus DP. A continuación se definió la topología de la red a diseñar y la instrumentación requerida, para lo cual fue necesario obtener los manuales y demás archivos proporcionados en su mayoría por el fabricante de los instrumentos. Con esta información y los conocimientos previamente adquiridos se procede a la siguiente etapa.

En el segundo paso se realizan las conexiones en lo que se refiere a la alimentación de los instrumentos, las conexiones de: los motores, los convertidores de frecuencia, los módulos de comunicación Profibus., y el cable para el bus con sus respectivos conectores.

Posteriormente se llevó a cabo la programación y configuración de la red Profibus DP, incluyendo el desarrollo de la topología de red prevista. Al igual que las pruebas necesarias para el adecuado funcionamiento de la red y la puesta en marcha del sistema.

Por último se dan las conclusiones y recomendaciones.

## **ABSTRACT**

This paper provides a description of the Profibus standard which is mentioned in three versions, the structure and main characteristics, focusing on the Profibus DP version. The same shall include information about SIEMENS PLC S7-300 and each of the elements and tools needed for development the project.

Moreover, the document also contains information results and each of the steps executed in performing of this application. Besides images, tables and texts through by which explains these steps.

In the first stage, are consulted information about networks industrial communication, in this case the standard Profibus and more Profibus DP explicitly. Here are defined the topology of network design and implementation requires, for it was necessary get the manuals and other files provided in the main by the Manufacturer of instruments. With this information and the knowledge they previously acquired proceeds to the next stage.

In the second step connections are made in regard to power tools, connections, motors, frequency converters, Profibus communication modules, and cable to the bus with their connectors.

Subsequently carried out the programming and network configuration Profibus DP, including the development of the planned network topology. As the evidence necessary for the proper functioning of the network and system implementation.

Finally there are the conclusions and recommendations.

## INTRODUCCION

Profibus es uno de los buses de campo con mayor éxito a nivel mundial. Utiliza una estructura de bus de campo de un solo cable, obteniendo una reducción considerable de cableado en la automatización de líneas de producción, por consiguiente los costos de diseño e instalación se disminuyen. Adicionalmente a través de un mejor control y diagnóstico en la línea de Profibus se puede mejorar la gestión, asegurar menores costos, mejor calidad y mayor productividad.

Su principal característica consiste en ser un bus de campo abierto y transparente que proporciona la facilidad de unir en una misma red distintos dispositivos de automatización de diferentes fabricantes. Los dispositivos de automatización, tales como PLC, PC, equipos HMI, sensores o actuadores, pueden comunicarse a través de un bus unificado.

Esto permite utilizar una amplia gama de productos Profibus. En este caso se tomó como referencia el fabricante Siemens con el objetivo de desarrollar una red Profibus DP, donde se utilizó el controlador PLC SIEMENS S7-300, variadores de velocidad MICROMASTER 420 y módulos opcionales Profibus MICROMASTER 4.

## 1. PROFIBUS

**PROcess Field BUS** es un estándar de redes aceptado ampliamente a nivel internacional. Se encuentra comúnmente en el control procesos y es compatible con múltiples sensores, válvulas neumáticas, complejos dispositivos inteligentes, pequeñas subredes como AS-i e interfaces de usuario entre otros. Es un estándar abierto, asegurando que los dispositivos de una variedad de diferentes fabricantes pueden comunicarse entre sí con facilidad y eficacia.

Alrededor de 1989 el Ministerio Federal Alemán de Investigación y Tecnología en cooperación con varios fabricantes de automatización iniciaron el desarrollo de Profibus. Se estandarizó bajo la norma Alemana DIN 19 245 parte 1 y 2, además fue ratificada bajo la norma Europea EN 50170 Volumen 2 y la norma de la Comisión Electrotécnica Internacional IEC 61158/IEC 61784-1 para el protocolo de comunicación y IEC 61784-5 e IEC 61918 para los conectores.

Desde cualquier punto es posible realizar la configuración, la puesta en marcha y el diagnóstico. De esta forma, los enlaces de comunicación son muy flexibles, y son muy fáciles de materializar y de modificar en la práctica. Además permite una constante supervisión de los componentes de red a través de un sencillo y efectivo sistema de señalización. Provee un alto aseguramiento de las inversiones ya que es posible ampliar las instalaciones sin que esto tenga efectos sobre los elementos ya montados.

### 1.1 VERSIONES DE PROFIBUS

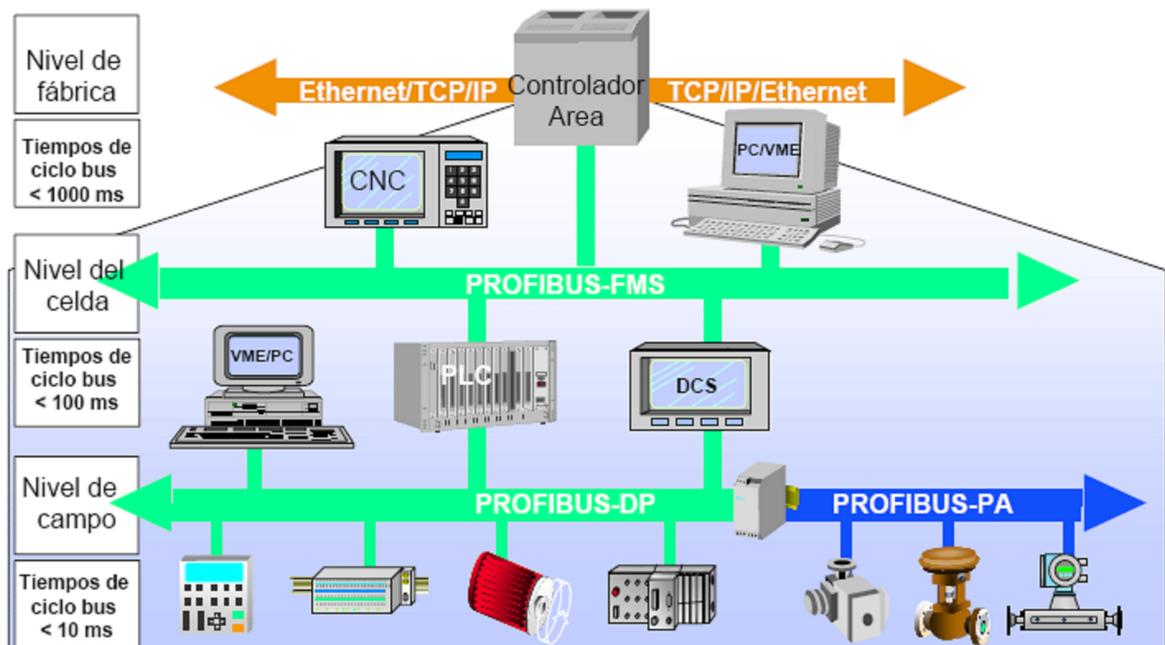
Este estándar permite implementar topologías de red en diferentes niveles combinando las versiones de Profibus (FMS, DP, PA) con el estándar Ethernet y el protocolo TCP/IP.

Tabla 1: Perfiles de Profibus.

	Profibus FMS	Profibus DP	Profibus PA
<b>Aplicación</b>	Nivel de célula	Nivel de campo	Nivel de campo
<b>Estándar</b>	EN 50 170/IEC 61158	EN 50 170/IEC 61158	IEC 1158-2
<b>Dispositivos Conectables</b>	PLC, PG/PC, Dispositivos de campo.	PLC, PG/PC, Dispositivos de campo binarios y analógicos, accionamientos.	Dispositivos de campo para áreas con riesgo de explosión.
<b>Tiempo de Respuesta</b>	< 60 ms	1 - 5 ms	< 60 ms
<b>Tamaño de Red</b>	<= 150 km	<= 150 km	Máx. 1.9 km
<b>Velocidad</b>	9.6 kbit/s – 12 Mbit/s	9.6 kbit/s - 12 Mbit/s	31.25 kbit/s

Fuente: Autores

Figura 1: Estructura y tipos de los perfiles Profibus.



Fuente: Martínez, Luis, Guerrero, Vicente, Yuste, Ramón. Comunicaciones Industriales. Editorial Alfaomega-Marcombo. 2009

### **1.1.1 Profibus FMS (Fieldbus Message Specification)**

Está implementado para la comunicación entre equipos de automatización y dispositivos de campo, su aplicación es la transferencia de gran volumen de datos entre diferentes dispositivos inteligentes conectados en una misma red. La creciente implementación de tecnologías como son Ethernet y TCP/IP va relegando este perfil a un segundo plano. El sistema está basado en una estructura Cliente-Servidor.

### **1.1.2 Profibus DP (Distributed Peripheral)**

Su aplicación está basada en el intercambio a gran velocidad de un volumen medio de información entre un controlador, que hace las funciones de maestro, y diferentes controladores o diferentes periféricos, como son autómatas programables, módulos E/S, convertidores de frecuencia, paneles de visualización., que actúan como dispositivos esclavos, distribuidos por el proceso y conectados a una misma red de comunicación. Profibus DP trabaja dentro de los niveles 1 y 2 del modelo OSI y bajo las especificaciones de la capa física RS-485.

### **1.1.3 Profibus PA (Process Automation)**

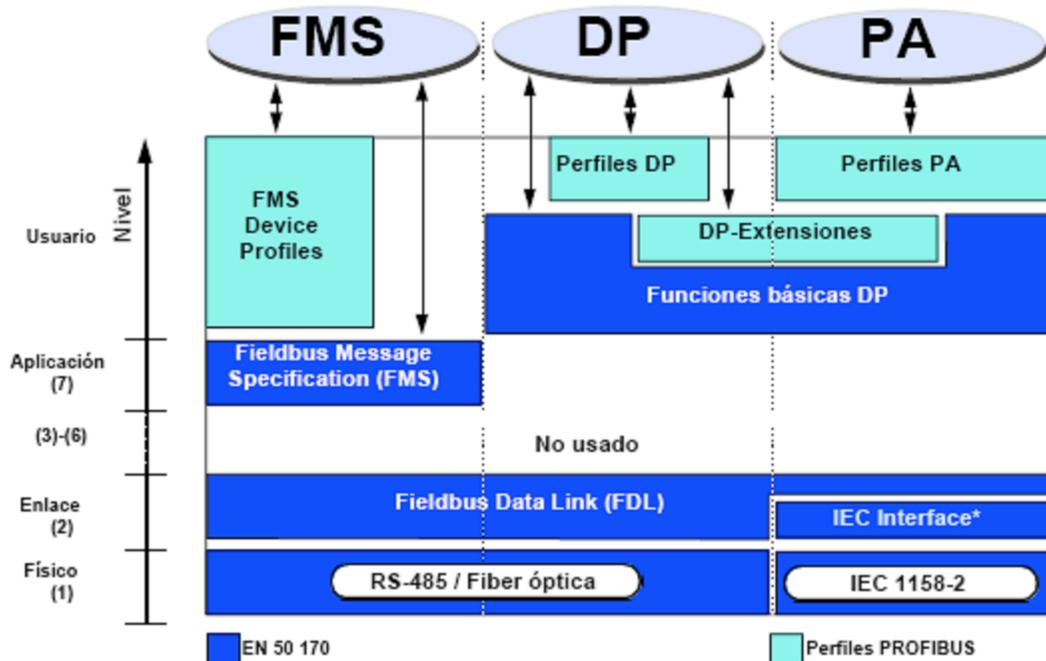
Es un caso ampliado de Profibus DP, diseñado para trabajar en los ámbitos de control de procesos. Permite seguridad intrínseca mediante la posibilidad de alimentar los dispositivos de campo a través del bus. Cada segmento tiene una sola fuente de poder, la fuente de alimentación y cada dispositivo de campo consume una corriente constante de base en el estado estacionario. Los tipos de redes que se pueden implementar son lineal, árbol y estrella.

## **1.2 ESTRUCTURA DE PROFIBUS**

- ✓ Se adiciona una octava capa llamada (usuario) en la parte superior del modelo OSI de siete capas.
- ✓ Las tres variantes de Profibus utilizan el mismo protocolo de la capa de enlace de datos (Capa 2).
- ✓ Profibus DP y Profibus PA utilizan el estándar RS-485 de la capa física. Sin embargo Profibus PA utiliza en realidad una variación de este estándar en función de las exigencias de seguridad intrínseca, como se describe en la norma IEC 1158-2.

La arquitectura de Profibus se resume en la siguiente figura.

Figura 2: Arquitectura de Profibus.



Fuente: D. Reynders, S. Mackay, E. Wright. *Practical Industrial Data Communications*. Elsevier. 2005

### 1.2.1 Capa Física

La capa física del estándar Profibus se basa en RS-485 y tiene las siguientes características:

- ✓ La topología de red es un bus lineal, terminado en ambos extremos.
- ✓ El medio es un cable de par trenzado, con blindaje opcional dependiendo de la aplicación.
- ✓ La velocidad de datos puede variar entre 9.6 kbps y 12 Mbps, dependiendo de la longitud del cable.

### 1.2.2 Capa de Enlace de Datos

La segunda capa del modelo OSI implementa las funciones de control de acceso al medio, así como la del control de enlace lógico.

Es decir la transmisión y recepción de las tramas reales. Este último incluye la función de integridad de los datos es decir, la generación y control de las sumas de comprobación.

### 1.2.3 Capa de Aplicación

La capa de 7 del modelo OSI proporciona los servicios de aplicaciones para el usuario. Según la norma DIN 19 245 parte 2, la capa de aplicación de Profibus consta de:

- ✓ La especificación de mensajes del bus de campo, la cual describe los objetos y servicios de comunicación "*The Fieldbus message specification (FMS)*"
- ✓ La interfaz de la capa más baja que es usada para adaptar los servicios de la anterior con esta segunda capa "*The lower layer interface (LLI)*"
- ✓ La gestión de los servicios de bus de campo en la capa 7 "*The Fieldbus management services layer 7 (FMA 7)*".

### 1.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE PROFIBUS

- ✓ Profibus utiliza conectores tipo D de nueve pines o conectores *FastConnect*
- ✓ El número de nodos esta limitado a 127.
- ✓ La distancia soportada es de 24 Km (con repetidores y transmisión por fibra óptica), con velocidades que van desde 9600 bps hasta 12 Mbps.
- ✓ El tamaño del mensaje puede ser hasta 244 bytes de datos por nodo en cada mensaje (12 bytes adicionales para un máximo de 256 bytes por mensaje).
- ✓ Soporta dos tipos de dispositivos, denominados maestros y esclavos.
- ✓ La red Profibus realiza el proceso de adquisición de datos y los transmite a niveles gerenciales, pudiendo comunicarse a través de Ethernet y realizar aplicaciones en TCP/IP en paralelo y sin producir interferencia entre ellas.
- ✓ El medio físico que soporta a Profibus está integrado por una Red Eléctrica (par trenzado), Red óptica (cable de fibra óptica) o una combinación de ambas.
- ✓ Ofrece interfaces de usuario tanto para comunicaciones rápidas con dispositivos de campo, por ejemplo estaciones periféricas o descentralizadas, como para un amplio intercambio de datos entre equipos maestros.

## 1.4 PROFIBUS DP (PERIFERIA DESCENTRALIZADA)

Es el perfil adecuado para trabajar a nivel de campo porque cuenta con criterios importantes como son:

- ✓ Capacidad de ser diagnosticado ante algún error producido en la red o en algún dispositivo.
- ✓ Inmunidad a las posibles interferencias que se puedan producir en su entorno.
- ✓ Facilidad tanto en su configuración como en el manejo y construcción

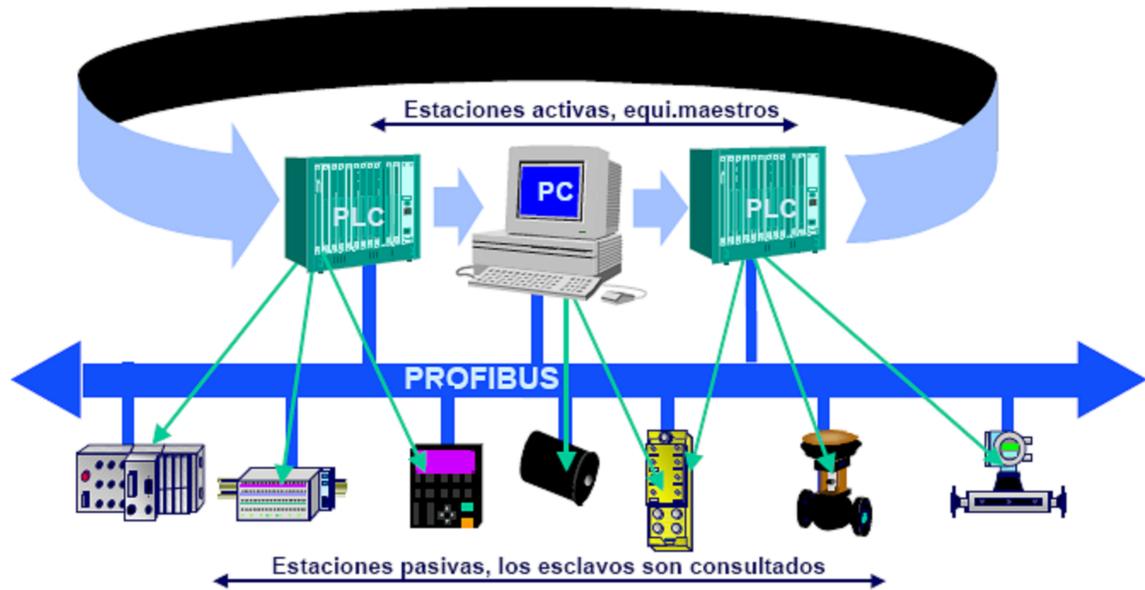
El método utilizado para el control de acceso a la red es el conocido como maestro-esclavo, en donde existe un potente controlador que hace las funciones de maestro de la red y hasta 126 dispositivos conectados a esa misma red que actúan como esclavos.

Los dispositivos maestros son equipos inteligentes o estaciones activas que son los que controlan la red y van interrogando uno a uno a cada uno de sus esclavos, mientras que los esclavos son estaciones pasivas, como módulos de entrada/salida, aunque también puede conectarse a la red como esclavo un autómatas programable, que esperan a ser interrogados por el maestro, ya que éstos no tienen la potestad de iniciar comunicación.

Cabe distinguir dos categorías distintas de maestros y una de esclavo, como son:

- ✓ DPM1: *Maestro DP de clase 1*. Es el componente central y tiene asignadas las funciones de control sobre sus esclavos conectados en su red e intercambia informaciones con las estaciones descentralizadas (esclavos DP) siguiendo un ciclo definido y periódico.
- ✓ DPM2: *Maestro DP de clase 2*. Son estaciones cuyas funciones son las de configuración y diagnóstico. Se utilizan durante la fase de puesta en marcha, para configurar el sistema DP, o para intervenir durante el funcionamiento (diagnóstico). Un maestro DP de clase 2 puede leer; datos de entrada, datos de salida, datos de diagnóstico y datos de configuración de los esclavos.
- ✓ Esclavo DP: Es una unidad de periferia que realiza la lectura de las entradas, normalmente dispositivos de mando y de detección, y envía información a las salidas que a él se encuentran conectadas, normalmente dispositivos de accionamiento.

Figura 3: Equipos participantes en una red Profibus.



Fuente: Martínez, Luis, Guerrero, Vicente, Yuste, Ramón. *Comunicaciones Industriales*. Editorial Alfaomega-Marcombo. 2009

#### 1.4.1 Características de Profibus DP

El bus DP puede estar compuesto de uno o varios maestros, así como de uno a varios esclavos. Para el control del acceso al medio se utilizan sistemas como; Token y Maestro-esclavo. Otras características principales se presentan a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 2: Características del estándar Profibus DP según la norma EN 50170.

Estándar		Profibus DP según EN 50 170
Método de acceso		Paso por testigo con maestro-esclavo
Velocidad de transmisión		9,6 kbit/s – 12 Mbit/s
Tiempo de datos		Entre 5 y 10 ms
Volumen de datos		Hasta 246 bytes
Medio de transmisión		eléctrico óptico sin hilos
		Cable de dos hilos apantallado Cables de fibra óptica (cristal y plástico) Infrarrojos
Máx. nº de nodos		32 estaciones por segmento y hasta un total de 127
Tamaño de red		eléctrica óptica
		Máx. 9,6 Km (Depende de la velocidad) 150 Km (Depende de la velocidad)
Topologías		Bus, árbol, estrella, anillo, anillo redundante
Aplicaciones		Comunicación de proceso, campo o datos

Fuente: Martínez, Luis, Guerrero, Vicente, Yuste, Ramón. Comunicaciones Industriales. Editorial Alfaomega-Marcombo. 2009

#### 1.4.2 Versiones de Profibus DP

- ✓ DP-V0: El maestro podrá realizar funciones de; configuración, parametrización, lectura cíclica de datos de entrada, escritura cíclica de salidas y lectura de datos de diagnóstico.
- ✓ DP-V1: El maestro podrá realizar funciones contempladas para la DP-V0 y, además, realizar funciones de: lectura acíclica, escritura acíclica, reconocimiento de alarmas.
- ✓ DP-V2: El maestro podrá realizar funciones contempladas para la DP-V0 y DP-V1, además de realizar funciones de: sincronización del reloj entre todas las estaciones, regulación de las comunicaciones directas de datos entre esclavos.
  - **Sincronización de reloj:** Se implementa usando una señal de reloj equidistante en el sistema de bus. Esta señal de reloj equidistante y cíclica es enviada por el maestro a todas las estaciones como un telegrama de control global. Gracias a esto tanto el maestro como los esclavos pueden sincronizar sus aplicaciones con esta señal.

- **Comunicación directa de datos entre esclavos DP:** Para implementar la comunicación directa entre los esclavos se usa el modelo *publisher/subscriber*. Los esclavos declarados como *publisher* ponen sus datos de entrada (corresponde al telegrama de respuesta al propio maestro) a disposición de otros esclavos, los *subscriber*, para que también los puedan leer. La comunicación directa se realiza cíclicamente.

### 1.4.3 Elementos de una Red Profibus DP

**Maestros:** Controlan el bus y pueden transferir mensajes sin ningún tipo de autorización remota una vez que tienen acceso a este. Normalmente son: autómatas programables con comunicación Profibus DP, controladores con puerto DP.

**Esclavos Inteligentes:** Son equipos que pueden funcionar de forma autónoma y además ser parte integrante de una red Profibus DP como esclavo. Estos pueden ser: autómatas programables con puerto DP, autómatas programables con módulos adicionales que incorporan puerto DP, convertidores de frecuencia, servocontroladores.

**Esclavos Pasivos:** Son normalmente dispositivos periféricos transmisores, sensores y actuadores. Sólo pueden reconocer mensajes recibidos o peticiones de un maestro y transmitir mensajes a ese maestro. Están inhabilitados para tomar la iniciativa en las comunicaciones y tan sólo dejan leer y escribir los datos solicitados por el equipo maestro.

**Cables y Conectores:** Para la interconexión entre el maestro del bus y los diferentes esclavos que componen la red se requieren este tipo de elementos; los cables son de tipo par trenzado y fibra óptica, los conectores son *FastConnect* tipo D de nueve pines y conectores M12.

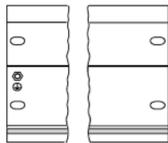
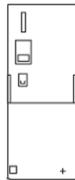
## 2. PLC SIEMENS S7-300

Los Controladores Lógicos Programables (PLCs), también llamados autómatas programables. Se usan en aplicaciones comerciales e industriales. Un autómata monitoriza las entradas, toma decisiones basadas en su programa y controla las salidas para automatizar un proceso o máquina.

El PLC S7-300 es un autómata modular y ampliable que puede ser utilizado en aplicaciones complejas que necesitan de un gran número de entradas/salidas. Además tiene un amplio rango de aplicaciones en las comunicaciones. Permite realizar la comunicación directa a una red o mediante el módulo adicional CP (Procesador de Comunicaciones)

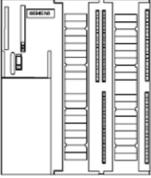
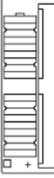
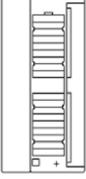
### 2.1 PRINCIPALES COMPONENTES DE UN PLC S7-300

Figura 4: Elementos que conforman un S7-300 (parte 1).

Componente	Función	Figura
Perfil soporte Accesorios: • Contacto de pantalla	Bastidores del S7-300	
Fuente de alimentación (PS)	La PS convierte la tensión de red (120/230 V c.a.) en tensión de servicio de 24 V c.c. y suministra la alimentación del S7-300, así como la alimentación de carga para circuitos de intensidad de carga de 24 V c.c.	

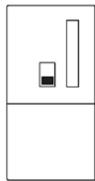
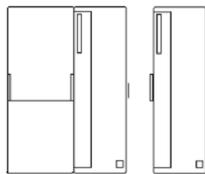
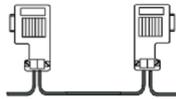
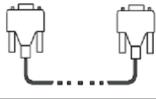
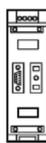
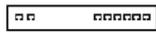
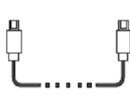
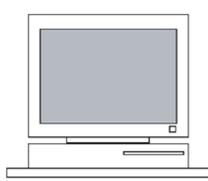
Fuente: S7-300, CPU 31xC y CPU 31x. Configuración e instalación

Figura 5: Elementos que conforman un S7-300 (parte 2).

Componente	Función	Figura
<p>CPU</p> <p>Accesorios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conector frontal (sólo CPU 31xC)</li> </ul>	<p>La CPU ejecuta el programa de usuario, alimenta el bus posterior del S7-300 con 5 V y se comunica con otras estaciones de la red MPI a través de la interfaz MPI.</p> <p>Otras propiedades de ciertas CPUs:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maestro DP o esclavo DP en una subred PROFIBUS</li> <li>• Funciones tecnológicas</li> <li>• Acoplamiento punto a punto</li> <li>• Comunicación Ethernet a través la interfaz PROFINET integrada</li> </ul>	 <p>Por ejemplo, una CPU 31xC</p>  <p>Por ejemplo, una CPU 312, 314 ó 315-2 DP</p>  <p>Por ejemplo, una CPU 317</p>
<p>Módulos de señales (SM)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulos de entrada digital</li> <li>• Módulos de salida digital</li> <li>• Módulos de entrada/salida digital</li> <li>• Módulos de entrada analógica</li> <li>• Módulos de salida analógica</li> <li>• Módulos de entrada/salida analógica</li> </ul> <p>Accesorios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conector frontal</li> </ul>	<p>El módulo de señales adapta los distintos niveles de las señales de proceso al S7-300.</p>	
<p>Módulos de función (FM)</p> <p>Accesorios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conector frontal</li> </ul>	<p>Para el procesamiento de señales de proceso, el módulo de función realiza tareas de tiempo crítico y tareas que requieren mucha memoria.</p> <p>Por ejemplo, tareas de posicionamiento o de regulación.</p>	

Fuente: S7-300, CPU 31xC y CPU 31x. Configuración e instalación

Figura 6: Elementos que conforman un S7-300 (parte 3).

Componente	Función	Figura
<p>Procesador de comunicaciones (CP)                      Accesorios: Cable de conexión</p>	<p>El CP realiza las tareas de comunicación de la CPU para reducir el grado de carga de la CPU.                      Por ejemplo, la CP 342-5 DP para la integración en PROFIBUS DP</p>	
<p>SIMATIC TOP connect                      Accesorios:                      • Módulo de conexión frontal con cable plano</p>	<p>Cableado de los módulos digitales</p>	
<p>Módulo interfase (IM)                      Accesorios:                      • Cable de conexión</p>	<p>El módulo interfase interconecta las diferentes filas de un S7-300.</p>	
<p>Cable de bus PROFIBUS con conector de bus</p>	<p>Interconecta estaciones de una subred MPI o PROFIBUS.</p>	
<p>Cable PG</p>	<p>Conecta una PG/un PC con una CPU</p>	
<p>Repetidor RS 485</p>	<p>El repetidor sirve para amplificar las señales, así como para interconectar segmentos de una subred MPI o PROFIBUS.</p>	
<p>Switch</p>	<p>El "switch" (interruptor) sirve para interconectar estaciones de la red Ethernet.</p>	
<p>Cable de par trenzado con conectores RJ45</p>	<p>Interconectan equipos que dispongan de una interfaz Ethernet (p.ej. un "switch" con una CPU 317-2 PN/DP)</p>	
<p>Unidad de programación (PG) o PC con el paquete de software STEP 7</p>	<p>La PG sirve para configurar, parametrizar, programar y comprobar el S7-300.</p>	

Fuente: S7-300, CPU 31xC y CPU 31x. Configuración e instalación

## 2.2 COMUNICACIÓN PROFIBUS DP EN EL PLC S7-300

La interfaz PROFIBUS DP sirve principalmente para conectar aparatos de la periferia descentralizada. Con PROFIBUS DP se pueden configurar redes de gran tamaño. La interfaz PROFIBUS DP se puede configurar como maestro o como esclavo, permitiendo utilizar una velocidad de transferencia máxima de 12 Bits/s.

Cuando la CPU actúa de maestro, envía sus parámetros de bus configurados a la interfaz PROFIBUS DP. Eso permite por ejemplo proporcionar los parámetros correctos a una programadora para que pueda pasar a modo online con ella sin más ajustes. El envío de los parámetros de bus se puede desactivar en la configuración.

Las CPUs cuyo nombre incluya la extensión "DP" incorporan como mínimo una interfaz DP. La CPU 315-2 PN/DP y la CPU 317-2 PN/DP disponen de una interfaz MPI/DP. La CPU 317-2 DP y la CPU 319-3 PN/DP disponen de una interfaz MPI/DP y una interfaz DP adicional.

Una interfaz MPI/DP de la CPU siempre está configurada de fábrica como interfaz MPI. Si se desea utilizar la interfaz DP, debe ser configurada como interfaz DP mediante el STEP7.

Los aparatos que se pueden conectar vía Profibus DP son:

- ✓ PG/PC
- ✓ OP/TP
- ✓ Esclavos DP
- ✓ Maestro DP
- ✓ Actuadores/sensores
- ✓ S7-300/S7-400 con interfaz PROFIBUS DP

El cable de PROFIBUS es un cable de cobre de par trenzado apantallado. Se encarga de la transferencia alámbrica según el estándar estadounidense EIA RS-485. En la tabla siguiente figuran las propiedades de las líneas de bus.

*Tabla 3: Propiedades de las líneas de bus para PROFIBUS.*

<b>Característica</b>	<b>Valores</b>
Impedancia característica	aprox. 135 a 160 (f = 3 MHz a 20 MHz)
Resistencia de bucle	115 /Km
Capacidad	30 nF/Km
Atenuación	0,9 dB/100 m (f = 200 KHz)
Sección de hilo admisible	0,3 mm <sup>2</sup> a 0,5 mm <sup>2</sup>
Sección de cable admisible	8 mm ± 0,5 mm

*Fuente: S7-300, CPU 31xC y CPU 31x. Configuración e instalación, Siemens Agosto de 2004*

La longitud máxima permitida del cable en un segmento de una subred PROFIBUS depende de la velocidad de transferencia.

*Tabla 4: Longitud permitida del cable en un segmento de la subred PROFIBUS.*

<b>Velocidad de transferencia</b>	<b>Longitud máxima del cable en un segmento</b>
9,6 Kbit/s a 187,5 Kbit/s	1000 m
500 Kbit/s	400 m
1,5 Mbit/s	200 m
3 Mbit/s a 12 Mbit/s	100 m

*Fuente: S7-300, CPU 31xC y CPU 31x. Configuración e instalación, Siemens Agosto de 2004*

En caso de requerir cables de mayor longitud que la permitida dentro de un segmento, deberá utilizarse un repetidor RS 485. Las longitudes máximas posibles entre dos repetidores RS 485 equivalen a la longitud máxima en un segmento. No obstante, hay que tener en cuenta que en este caso no podrá haber ninguna otra estación entre ambos repetidores RS 485. Se pueden conectar hasta nueve repetidores RS 485 de forma sucesiva. Asimismo, al calcular las estaciones de una subred habrá que contar también el repetidor RS 485, incluso aunque éste no tenga una dirección PROFIBUS propia.

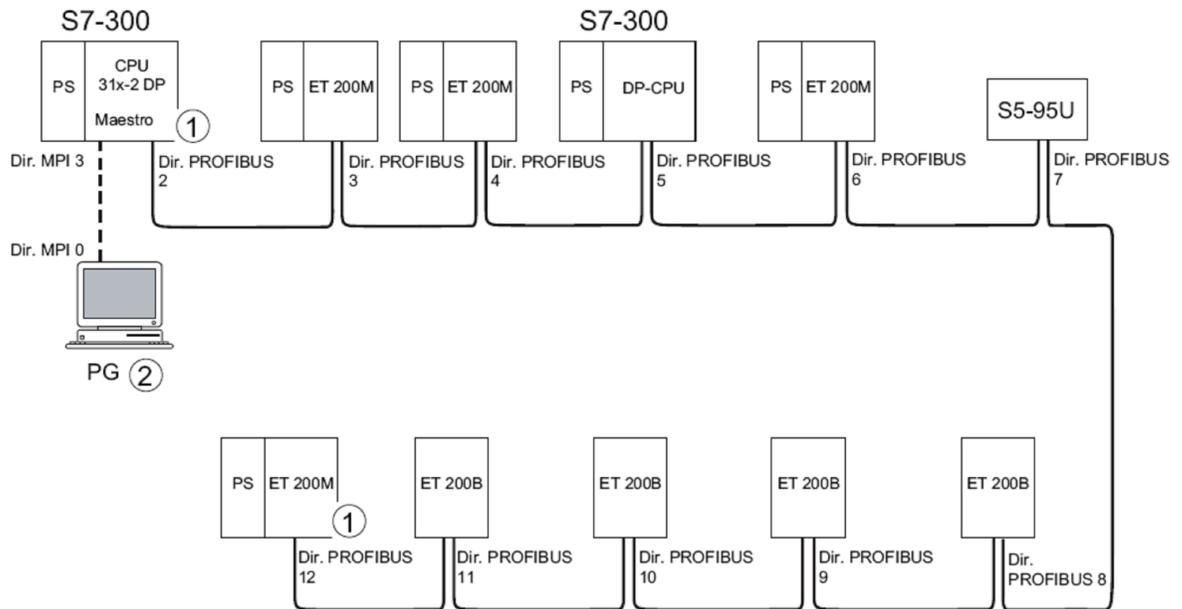
Tabla 5: Longitud de las líneas derivadas por segmento.

Velocidad de transferencia	Longitud máx. de las líneas derivadas por segmento	Cantidad de estaciones con una longitud de líneas derivadas de ...	
		1,5 m ó 1,6 m	3m
9,6 Kbit/s a 93,75 Kbit/s	96 m	32	32
187,5 Kbit/s	75 m	32	25
500 Kbit/s	30 m	20	10
1,5 Mbit/s	10 m	6	3
3 Mbit/s a 12 Mbit/s	- - -	- - -	- - -

Fuente: S7-300, CPU 31xC y CPU 31x. Configuración e instalación, Siemens Agosto de 2004

La figura siguiente muestra la configuración básica de una red PROFIBUS.

Figura 7: Configuración de una subred Profibus DP.



Fuente: S7-300, CPU 31xC y CPU 31x. Configuración e instalación

## 2.3 CONVERTIDOR DE FRECUENCIA MICROMASTER 420

La serie MICROMASTER 420 es una gama de convertidores de frecuencia (variadores de velocidad) para modificar la velocidad de motores trifásicos. La gama de modelos disponible abarca de entrada monofásica de 120 W a entrada trifásica de 11 kW.

Los convertidores están controlados por microprocesador y utilizan tecnología IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) de última generación. Esto les 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.

Con sus ajustes por defecto realizados en fábrica, el MICROMASTER 420 es ideal para una gran gama de aplicaciones de control de motores simples. El MICROMASTER 420 puede utilizarse también en aplicaciones de control de motores más avanzadas usando sus extensas listas de parámetros. El MICROMASTER 420 puede utilizarse tanto para aplicaciones aislado como integrado en sistemas de automatización.

*Figura 8: Convertidor de frecuencia Micromaster 420.*



*Fuente: Internet*

### 2.3.1 Características

#### CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- ✓ Fácil de instalar.
- ✓ Puesta en marcha sencilla.
- ✓ Diseño robusto en cuanto a CEM.
- ✓ Puede funcionar en alimentación de línea IT.
- ✓ 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.
- ✓ 1 relé de salida.
- ✓ 1 salida analógica (0 – 20 mA).
- ✓ 3 entradas digitales NPN/PNP aisladas y conmutables.
- ✓ 1 entrada analógica, ADC: 0 – 10 V (la entrada analógica se puede utilizar como cuarta entrada digital).
- ✓ Tecnología BICO.
- ✓ Diseño modular para configuración extremadamente flexible.
- ✓ Altas frecuencias de pulsación para funcionamiento silencioso del motor.
- ✓ Información de estado detallada y funciones de mensaje integradas.

#### PRESTACIONES

- ✓ Control U/f.
- ✓ Control de flujo corriente FCC (*flux current control*) para una mejora de la respuesta dinámica y control del motor.
- ✓ Característica U/f multipunto.
- ✓ Rearranque automático.
- ✓ Rearranque al vuelo.
- ✓ Compensación de deslizamiento.
- ✓ Limitación rápida de corriente FCL (*fast current limitation*) para funcionamiento libre de disparos intempestivos.
- ✓ Freno de mantenimiento del motor.
- ✓ Freno por inyección de corriente continua integrado.
- ✓ Frenado compuesto o combinado para mejorar las prestaciones del frenado.
- ✓ Prescripción de consignas a través de:
  - Entradas analógicas.
  - Interface de comunicación.
  - Función JOG.
  - Potenciómetro motorizado.
  - Frecuencias fijas.
- ✓ Emisor de velocidad máxima:

- Con redondeado.
  - Sin redondeado.
- ✓ Control en lazo cerrado utilizando una función PI.

## CARACTERISTICAS DE PROTECCION

- ✓ Protección de sobretensión/mínima tensión.
- ✓ Protección de sobretensión para el convertidor.
- ✓ Protección de defecto a tierra.
- ✓ Protección de cortocircuito.
- ✓ Protección térmica del motor por  $i^2t$ .
- ✓ Protección del motor mediante sondas PTC.

## 2.4 MODULO OPCIONAL PROFIBUS MICROMASTER 4

El módulo de comunicación PROFIBUS DP sirve para la conexión de convertidores de la serie MICROMASTER 4 a sistemas de automatización de orden superior a través del bus PROFIBUS DP.

### 2.4.1 Datos Técnicos

Para informar sobre el estado actual de funcionamiento, el módulo de comunicación dispone de un indicador LED tricolor (verde, naranja, rojo).

La alimentación con tensión se produce mediante el conector de sistema del convertidor.

Una conexión externa 24 V sirve para alimentar con tensión el módulo opcional PROFIBUS y la electrónica del convertidor.

La conexión al sistema PROFIBUS se produce mediante un conector tipo D de 9 pines según norma PROFIBUS. Todas las conexiones a esta interfaz o puerto RS485 están hechas a prueba de cortocircuitos y aisladas galvánicamente.

La conexión óptica se puede realizar mediante OLPs (Optical Link Plugs) o OLMs (Optical Link Module).

### 2.4.2 Transmisión RS-485

Todos los equipos se conectan a una estructura de bus (en serie). En un segmento puede haber conectados hasta 32 estaciones (maestros o esclavos). Al principio y al final de cada segmento se cierra el bus mediante una terminación de bus activa (resistencia terminadora). Para funcionar sin fallos hay que asegurarse

de que ambas terminaciones de bus estén siempre alimentadas con tensión. La terminación de bus se puede realizar normalmente en los aparatos o bien en los conectores de bus. En caso de más de 32 terminales o si se desea ampliar la red, se deben utilizar repetidores (amplificadores de línea) para unir los distintos segmentos de bus.

*Figura 9: Cables Profibus con conectores.*



*Fuente: Soluciones de red para Profibus según IEC 61158 y EN 50170. Folleto técnico, Abril de 2008*

*Figura 10: Repetidor RS-485.*



*Fuente: Soluciones de red para Profibus según IEC 61158 y EN 50170. Folleto técnico, Abril de 2008*

### 2.4.3 Transmisión por Fibra Óptica (FO)

Para aplicaciones en ambientes fuertemente afectados por perturbaciones, para separación de potenciales o ampliación del alcance con velocidades de transmisión altas se pueden utilizar en PROFIBUS conductores de fibra óptica. Existen diferentes tipos de fibras disponibles según el alcance, precio y campo de aplicación. En la siguiente tabla se incluye una relación actual:

*Tabla 6: Tipos de fibras disponibles según el alcance.*

Tipo de fibra	Características
Fibra óptica multimodo	Radio de acción medio, alcance 2-3 km
Fibra óptica monomodo	Radio de acción largo, > alcance 15 km
Fibra sintética	Radio de acción corto, alcance < 80 m
Fibra PCS/HCS	Radio de acción corto, alcance aprox. 500 m

*Fuente: Micromaster. Módulo opcional Profibus, Siemens, Febrero de 2002*

*Figura 11: Cable fibra óptica estándar con conector.*



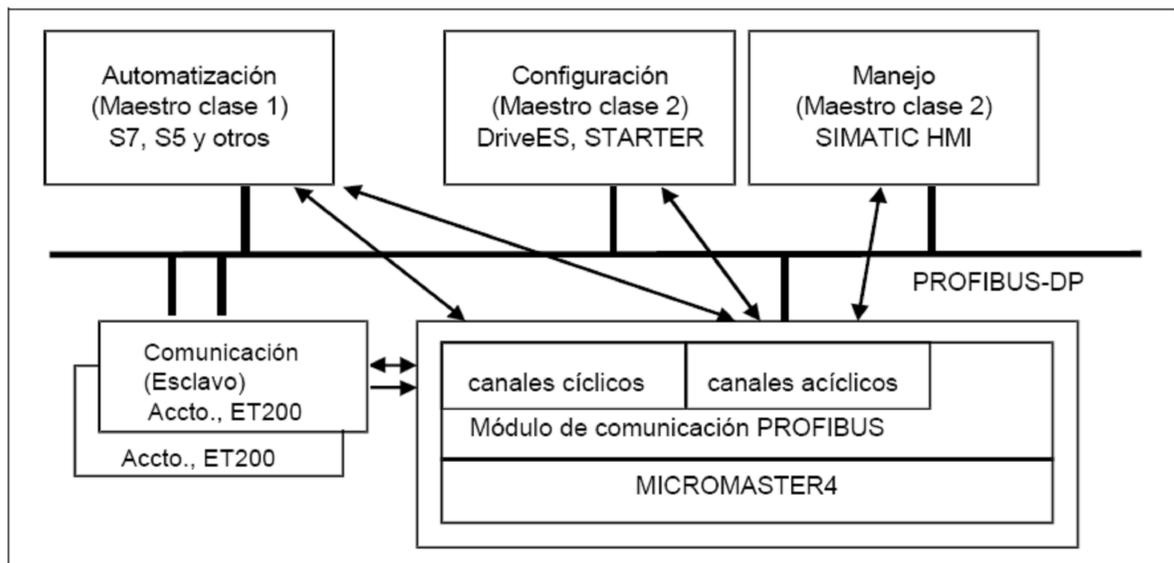
*Fuente: Soluciones de red para Profibus según IEC 61158 y EN 50170. Folleto técnico, Abril de 2008*

Los segmentos PROFIBUS en FO se estructuran bien en estrella o en anillo. Hay asimismo acopladores entre las técnicas de transmisión RS-485 y FO. De esa forma existe en todo momento la posibilidad de cambiar entre transmisión RS-485 y FO dentro de un equipo.

#### 2.4.4 Comunicación Mediante Profibus DP

La figura siguiente muestra una visión general de las funciones de comunicación incluidas en el MICROMASTER 4 para PROFIBUS-DP:

Figura 12: Canales de datos PROFIBUS-DP del MICROMASTER 4.



Fuente: Micromaster. Módulo opcional Profibus, Siemens, Febrero de 2002

### **3. METODOLOGÍA**

En el desarrollo de este proyecto se contempló como objetivo principal, implementar una Red Profibus DP y hacer una descripción de este estándar de redes de comunicación industrial. Para lograrlo se tomó como referencia la tecnología del fabricante Siemens, considerando que la Universidad Pontificia Bolivariana ha hecho una inversión importante en la adquisición de equipos de esta marca.

La metodología utilizada fue experimental y consistió en tomar ciertos equipos y elementos con características específicas de aplicabilidad en el estándar Profibus DP y realizar un estudio que permitiera alcanzar los objetivos deseados.

El primer paso fue consultar información acerca del estándar de comunicaciones Profibus y en particular Profibus DP, adicionalmente se identificaron los componentes con los cuales se implementaría la red.

La siguiente etapa consistió en la instalación, cableado y programación de la red. Por consiguiente se hicieron las conexiones eléctricas del PLC, los convertidores de frecuencia, los módulos de comunicación Profibus DP y los motores. Además se instaló en un PC el software requerido para programación.

Por último se realizaron las pruebas y correcciones necesarias para un adecuado funcionamiento de la red. De igual manera se desarrolló la aplicación en la cual se controlaban dos motores trifásicos conectados al bus Profibus DP, desde un PLC Siemens S7-300 que hacía la función de maestro del bus.

## 4. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 4.1 RED PROFIBUS DP CON CONVERTIDOR DE FRECUENCIA MM420

La red consta de un Maestro DP, en este caso un PLC S7-300 y dos convertidores de frecuencia (variadores de velocidad). Para este caso se utilizó un módulo adicional Profibus para poder realizar la comunicación entre el maestro y los esclavos.

Figura 13: Red Profibus DP (maestro – esclavo).



Fuente: Autores

#### 4.1.1 Control del MicroMaster 420 desde Profibus DP

**PROTOCOLO PPO3:** En este caso, desde la red de Profibus DP podemos trabajar con la zona de datos *PZD* y por lo tanto tendremos accesos a palabras de mando y valores de consigna, así como la información de estado y valores reales. Por ejemplo, poner el motor en marcha, detener el motor, variar su velocidad y además recibir información de su estado y de la velocidad real que tiene en esos momentos.

**PROTOCOLO PPO1:** De igual manera que en el protocolo *PPO3*, se puede controlar el MicroMaster 420. Adicionalmente se tiene acceso a la zona de datos *PKW*; desde esta zona podemos leer parámetros del MicroMaster 420 y además podemos cambiarlos. Por ejemplo lectura de fallos, así como lectura de

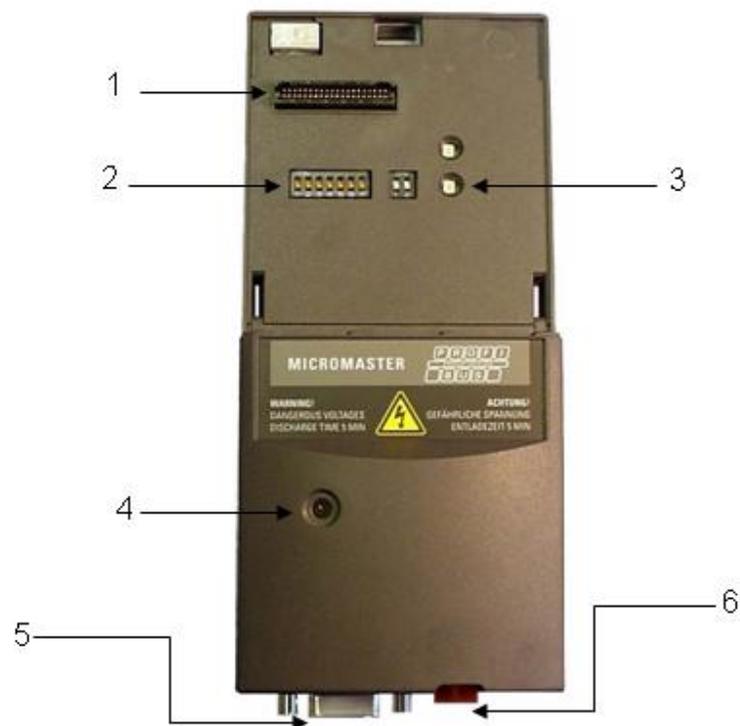
información sobre las características de un parámetro, como la lectura de los límites mínimo y máximo, entre otros.

#### 4.1.2 Conexión y Configuración del Módulo de Comunicaciones Profibus DP para el MicroMaster 420.

Para poder conectar el MicroMaster 420 en una red Profibus, necesitamos montar sobre él un módulo adicional que tenemos que enganchar encima del MicroMaster 420 y que tapaná los terminales de conexión cableada. Este módulo tiene un conector de nueve pines en donde podremos conectar el cable de Profibus.

1. Conector para panel.
2. Interruptores DIP para dirección Profibus.
3. LED de estado de funcionamiento para MICROMASTER 4.
4. Indicador de estado del módulo PROFIBUS.
5. Interfaz o puerto PROFIBUS.
6. Conexión local 24 V.

Figura 14: Módulo adicional para comunicación Profibus.



Fuente: Internet

#### 4.1.2.1 Parámetros del Módulo de Comunicación Profibus

Para la puesta en marcha del módulo opcional PROFIBUS son importantes los siguientes parámetros:

*Tabla 7: Parámetros para la comunicación Profibus.*

Parámetro	Contenido
P0918	Dirección PROFIBUS
P0700	Selección rápida de fuente de comandos
P1000	Selección rápida de valores de consigna de frecuencia
r2050	Fuente de valores de consigna de datos de proceso (BICO)
P2051	Valores reales de datos de proceso (BICO)
P2041	Funciones de módulos de comunicación
P2040	Tiempo de inactividad (caída) del telegrama de datos de proceso
P0927	Fuente de modificaciones para los parámetros
r2054	Diagnóstico del módulo de comunicación.

*Fuente: Micromaster. Módulo opcional Profibus, Siemens, Febrero de 2002*

**Nota: P0719 debe corresponder a 0.**

#### 4.1.2.2 Asignación de la dirección Profibus al Modulo de Comunicaciones.

La dirección Profibus se puede configurar de dos maneras: mediante los siete interruptores DIP en el módulo de comunicación y mediante el parámetro "P0918". Los interruptores del 1 al 7 permiten la configuración de la dirección Profibus del 1 al 125. La modificación de los interruptores DIP se debe realizar con el convertidor desconectado (sin tensión cuando el módulo ya está conectado); la modificación de los interruptores DIP sólo es efectiva tras arrancar de nuevo el módulo Profibus.

*Tabla 8: Asignación de la dirección Profibus.*

Número de Interruptor	1	2	3	4	5	6	7
Valor de cada Interruptor	1	2	4	8	16	32	64

*Fuente: Autores*

Tabla 9: Direcciones con significado especial.

Dirección	Significado
0	Dirección Profibus determinada por el P0918
1 a 125	Dirección Profibus valida
126 y 127	Dirección Profibus <b>NO</b> valida

Fuente: Autores

- ✓ Si en los Interruptores DIP del módulo de comunicación está configurada la dirección 0, entonces podremos modificar la dirección en Profibus mediante el parámetro “P0918”.
- ✓ Si en los interruptores DIP hay una dirección de Profibus válida, entonces no se puede modificar el parámetro “P0918”. En este caso, en el parámetro “P0918” podríamos leer la dirección Profibus configurada en los Interruptores DIP.

#### 4.1.2.3 Configuración del MicroMaster para comunicarlo al bus Profibus.

Para poder conectar el MicroMaster a Profibus, deberemos colocar unos valores concretos en una serie de parámetros:

1. Configuraremos el convertidor con los parámetros de fábrica, ajustando **P0010=30** y **P0970=1**.
2. Configurar el MicroMaster para poder tener acceso a la mayoría de parámetros **P0003=3** (Modo experto).
3. Ajustaremos la dirección Profibus del MicroMaster con el DIP o ajustaremos en **P0918** la dirección deseada.
4. Indicamos en MicroMaster que su mando y control del motor llegaran vía Profibus, ajustando **P0700=6**.
5. Señalamos que la vía por donde llegue el valor de consigna de frecuencia que hará variar la velocidad del motor será Profibus, ajustamos **P1000=6**.
6. Ajustamos el tiempo de vigilancia de Profibus en 20 ms, para cuando haya un fallo de comunicaciones, un error en Profibus o si el PLC está en STOP, se activaría el fallo F0070. (Este se receta con la tecla Fn); **P2040=20**.

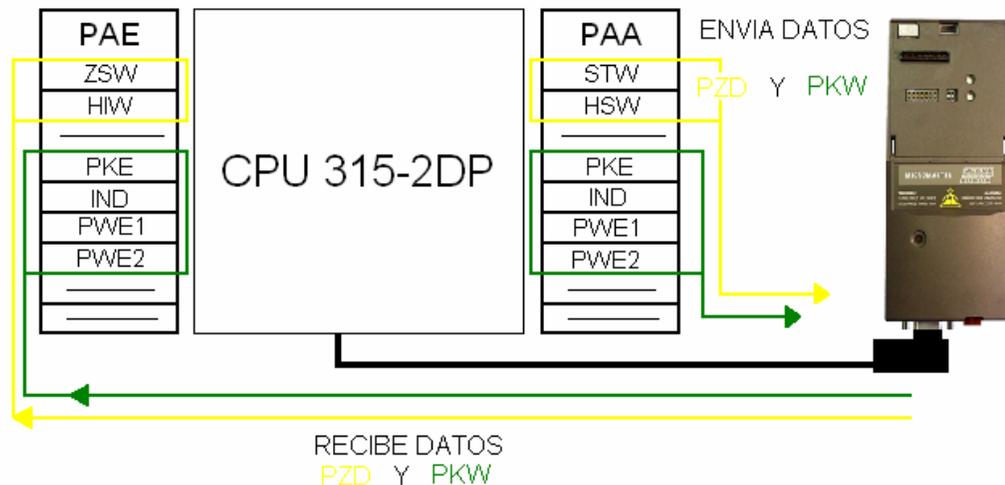
Una vez ajustados estos valores, podemos cambiar los parámetros que nos interesen, como frecuencia mínima, máxima, tiempo aceleración, etc.

#### 4.1.3 Protocolo de Comunicación PPO1 del MicroMaster en una red Profibus

Con la Opción PPO1, usaremos cuatro palabras del área de procesos (**PZD**) para el control de funcionamiento del MicroMaster. Además, también hay un grupo de ocho palabras (cuatro de entrada y cuatro de salida) del área de datos de parámetros (**PKW**) para poder pedir información o cambiar datos del MicroMaster y poder recibir información del MicroMaster.

Las cuatro palabras de salida del PLC serán las que pidan información o escriban datos en el MicroMaster. Las cuatro palabras de entrada del PLC recibirán del MicroMaster la información que se ha solicitado mediante las palabras de salida.

Figura 15: Configuración del proceso de intercambio de datos.



Fuente: Autores

- PAE** = Imagen de proceso de las entradas.
- PAA** = Imagen de proceso de las salidas.
- STW** = Palabra de mando.
- HSW** = Valor de consigna principal.
- ZSW** = Palabra de estado.
- HIW** = Valor real principal.
- PKE** = Identificador del parámetro.
- IND** = Índice.
- PWE** = Valor del parámetro.

Tabla 10: Significado de los bits de la palabra de mando (STW).

bit	Valor	Significado	Observaciones
0	1	EIN (ON)	Pasa el convertidor al estado "listo para arrancar". El sentido de giro se debe definir en el bit 11.
	0	AUS1 (OFF)	Parada, desaceleración según rampa, inhibición de pulsos a $f < f_{min}$ .
1	1	En servicio	----
	0	AUS2 (OFF2)	Inhibición inmediata de pulsos, parada por inercia.
2	1	En servicio	----
	0	AUS3 (OFF3)	Parada rápida: parada con el tiempo de desaceleración más corto
3	1	Desbloquear servicio	Se habilitan la regulación e impulsos del convertidor.
	0	Bloquear servicio	Se deshabilitan la regulación e impulsos del convertidor
4	1	En servicio	----
	0	Bloquear generador de rampa	La salida del generador de rampa se pone a 0 (frenada lo más rápida posible), el convertidor permanece en estado de servicio (EIN).
5	1	Desbloquear generador de rampa	----
	0	Parar generador de rampa	Se congela el valor actual de consigna predeterminado por el generador de rampa.
6	1	Desbloquear valor de consigna	Se habilita el valor seleccionado a la entrada del gen. rampa.
	0	Bloquear valor de consigna	Se pone a 0 el valor seleccionado a la entrada del gen. rampa.
7	1	Acusar fallo	Se acusa el mensaje de fallo con un flanco positivo, pasando el convertidor a continuación al estado de "bloqueo de arranque".
	0	Sin significado	
8	1	Mando por impulsos a dchas.	
	0		

9	1 0	Mando por impulsos a izqdas.	
10	1 0	Valores de consigna válidos Valores de consigna no válidos	El maestro transmite valores de consigna válidos.
11	1 0	Inversión del valor de consigna Sin inversión del valor de consigna	El motor gira a izquierdas con un valor de consigna positivo. El motor gira a derechas con un valor de consigna positivo.
12	--	----	No utilizado
13	1 0	Potenciómetro hacia arriba	
14	1 0	Potenciómetro hacia abajo	
15	1 0	Mando directo (BOP/AOP) Mando a distancia	Mando directo activado Mando a distancia activado

Fuente: Micromaster. Módulo opcional Profibus, Siemens, Febrero de 2002

Tabla 11: Significado de los bits de la palabra de estado (ZSW).

bit	Valor	Significado	Observaciones
0	1	Listo para servicio	Alimentación de corriente conectada, electrónica inicializada, pulsos bloqueados.
	0	No listo para servicio	
1	1	Listo para arrancar	(véase palabra de mando bit 0) El convertidor está conectado (el comando EIN/ON está activo), no aparecen fallos, el convertidor puede arrancar con el comando „Desbloquear servicio“. Causas: ningún comando EIN/ON, fallo, comando AUS2/OFF2 o AUS3/OFF3, bloqueo de arranque.
	0	No listo para arrancar	

2	1 0	Servicio desbloqueado Servicio bloqueado	Véase palabra de mando bit 3.
3	1 0	Fallo -----	Fallo véase parámetro de fallo r0947 etc. Mal funcionamiento del convertidor y por ello fuera de servicio, después de una eliminación con éxito del fallo y acuse pasa al estado de bloqueo de arranque.
4	1 0	----- Comando AUS2/OFF2 activo	Véase palabra de mando bit 1.
5	1 0	----- Comando AUS3/OFF3 activo	Véase palabra de mando bit 2.
6	1 0	Bloqueo de arranque Sin bloqueo de arranque	Reconexión sólo mediante AUS1 y a continuación EIN.
7	1 0	Alarma (aviso) -----	Aviso véase parámetro de alarmas r2110. El accionamiento permanece en servicio.
8	1 0	Sin desviación de valor real respecto a consigna Desviación de valor real respecto a consigna	Desviación entre el valor real y la consigna dentro del margen de tolerancia.
9	1 0	Control (remoto) solicitado Servicio en sitio (en la unidad)	Se solicita al maestro que tome el control. El maestro no puede tomar el control, éste sólo es posible localmente.
10	1 0	f alcanzada f no alcanzada (por debajo)	La frecuencia de salida del convertidor es mayor o igual que la frecuencia máxima.
11	1 0	Alarma: motor al límite de corriente	

12	1 0	Freno del motor	Señal que puede utilizarse para gobernar un freno.
13	1 0	Sobrecarga del motor	Sobrecarga según datos de placa del motor y convertidor.
14	1 0	Giro a derechas Giro a izquierdas	
15	1 0	Sobrecarga del convertidor	p. ej. Corriente o temperatura.

*Fuente: Micromaster. Módulo opcional Profibus, Siemens, Febrero de 2002*

#### 4.1.3.1 Códigos utilizados para obtener la comunicación PPO1

##### CODIGO DE PETICIONES DEL MAESTRO HACIA EL MICROMASTER

El código de consulta o de modificación de parámetros estará en el dígito más alto de la primera palabra de salidas.

**CODIGO + PARAMETRO = 1 + 2BC**

PARAMETRO= El número del parámetro se da en formato hexadecimal.

Como ejemplo el parámetro **P700**, sería **2BC**

Los códigos más usuales son:

- ✓ **( 0 )** No hay petición del maestro al MicroMaster.
- ✓ **( 1 )** El maestro solicita el valor de un parámetro del MicroMaster.
- ✓ **( 2 )** El maestro modifica el valor de un parámetro del MicroMaster. Ese parámetro es una palabra (se cambia en la RAM).
- ✓ **( 3 )** El maestro modifica un valor del parámetro del MicroMaster. Este parámetro es una doble palabra (se cambia en la RAM).
- ✓ **( 13 )** El maestro modifica el valor de un parámetro del MicroMaster. Ese parámetro es una doble palabra (se cambia en la EEPROM).

- ✓ ( 14 ) El maestro modifica el valor de un parámetro del MicroMaster. Este parámetro es una palabra (se cambia en la EEPROM).

**CODIGO DE LAS RESPUESTA DEL MICROMASTER AL MAESTRO**

El código de respuesta del MicroMaster lo pondrá en el digito más alto de la primera palabra de entrada:

**CODIGO + PARAMETRO = 1 + 2BC**

*Tabla 12: Códigos de respuesta.*

<b>Código de respuesta</b>	<b>Significado</b>
0	No hay respuesta.
1	Transmitir valor de parámetro (palabra).
2	Transmitir valor de parámetro (palabra doble).
3	Transmitir elemento de descripción 1.
4	Transmitir valor de parámetro (matriz palabra) 2.
5	Transmitir valor de parámetro (matriz palabra doble) 2.
6	Transmitir número de elementos de la matriz o <i>array</i> .
7	Petición no ejecutable (con código de fallo).
8	Falta permiso para intervenir en la interface PKW.

*Fuente: Micromaster. Módulo opcional Profibus, Siemens, Febrero de 2002*

*Tabla 13: Códigos de fallo con la respuesta "petición no ejecutable"*

<b>Cód.</b>	<b>Significado</b>	
0	Número de parámetro no permitido (PNU)	Parámetro no disponible
1	Valor de parámetro no modificable	El parámetro sólo se puede visualizar
2	Por debajo o por encima del mínimo o máximo, respectivamente (límite excedido)	- - - -

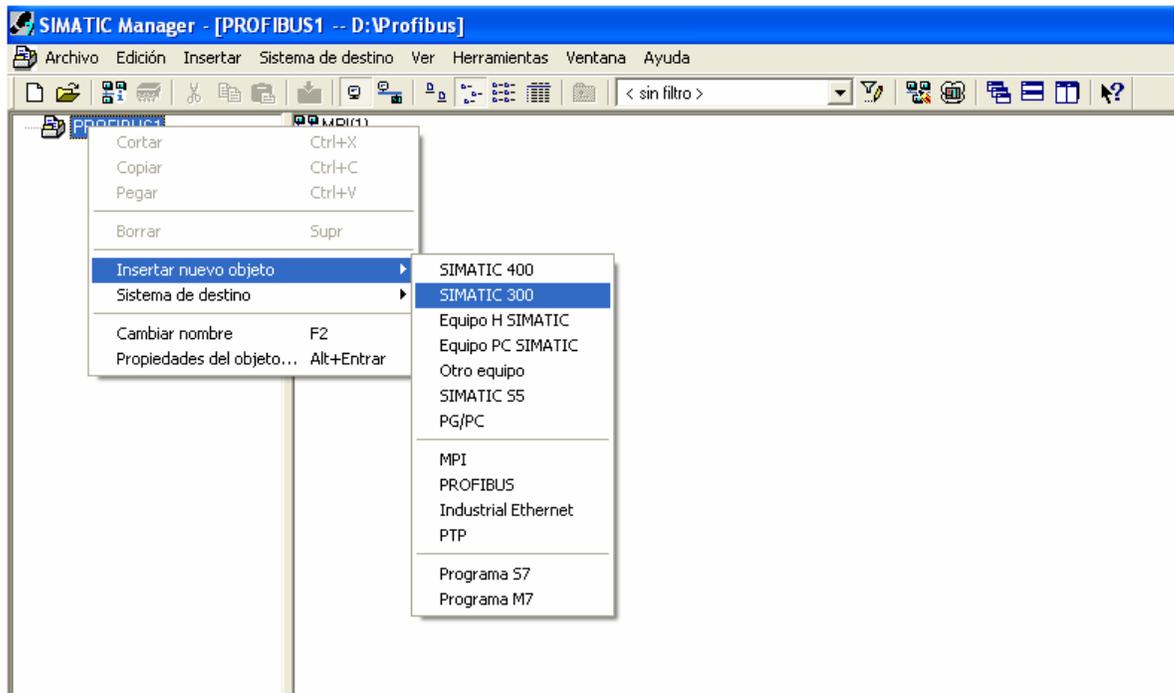
3	Subíndice erróneo	- - - -
4	No es una matriz o <i>array</i>	Acceso a un parámetro sencillo (escalar) con una petición de matriz y subíndice > 0
5	Tipo de datos incorrecto	Confusión palabra/palabra doble
6	Seteo no permitida (sólo reseteo)	-
7	Elemento de descripción no modificable	La descripción en el MICROMASTER 4 no se puede modificar por principio.
11	Falta permiso exclusivo	Petición de modificación en remoto no permitida (véase P0927).
12	Falta palabra clave	- - - -
17	Petición no ejecutable debido al estado de servicio	El estado del convertidor no permite por el momento la petición formulada
101	Números de parámetros desactivados por el momento	Depende del estado del convertidor
102	Ancho del canal demasiado pequeño	La respuesta no cabe en el canal de comunicación
104	Valor de parámetro no permitido	El parámetro sólo permite determinados valores
106	Petición no implementada	Según código de petición 5, 10, 15
200/ 201	Excedido por debajo o por encima el mínimo o máximo modificado	El mínimo o máximo se pueden limitar en servicio
204	Valor de parámetro no modificable debido a ausencia de derechos de acceso	- - - -

*Fuente: Micromaster. Módulo opcional Profibus, Siemens, Febrero de 2002*

## 4.2 DESARROLLO DE LA COMUNICACIÓN PROFIBUS ENTRE UN S7-300 Y DOS VARIADORES DE VELOCIDAD MM420

Creamos un proyecto nuevo siguiendo los pasos que nos va marcando el asistente, le indicaremos que la cpu que queremos es la CPU-315F- 2PN/DP. Le ponemos el nombre de Profibus1.

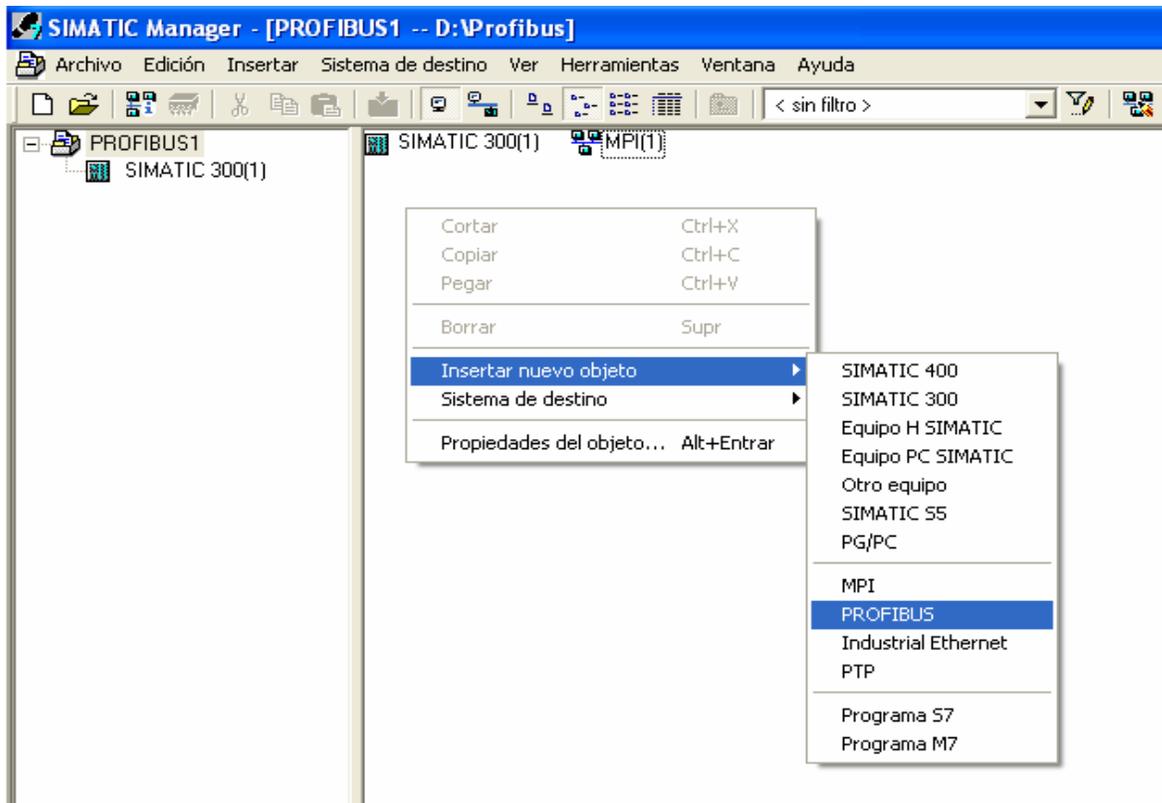
Figura 16: Creación del proyecto (parte 1).



Fuente: Autores

Le damos click derecho al mouse, y pulsamos en el botón "insertar nuevo objeto" y seleccionar "Profibus". Con esto queda insertado en nuestro proyecto.

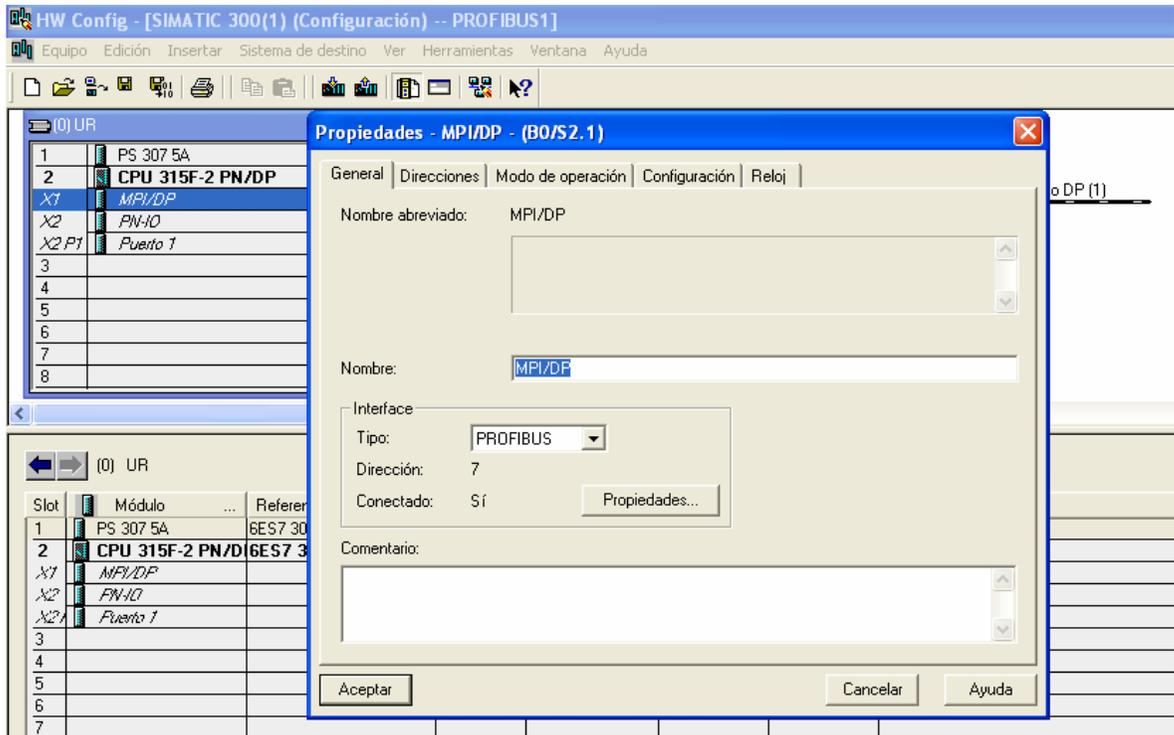
Figura 17: Creación de proyecto (parte 2).



Fuente: Autores

Configuramos el hardware asignando la función de maestro a la CPU en la red Profibus, asignar dirección Profibus 7.

Figura 18: Configuración del hardware.



Fuente: Autores

Asignar los Variadores de velocidad como esclavos del PLC, configurar la comunicación como PPO1 y asignar las direcciones de Entradas y Salidas las cuales van hacer PZD Y PKW.

Figura 19: Asignación de los esclavos.

The screenshot displays the SIMATIC Manager HW Config interface for a SIMATIC 300(1) system. The hardware rack configuration is as follows:

Slot	Component
1	PS 307 5A
2	CPU 315F-2 PN/DP
X1	MPI/DP
X2	PN-IO
X2.P1	Puerto 1
3	
4	
5	
6	
7	
8	

The network diagram shows a PROFIBUS(1) Sistema maestro DP (1) connected to two slave units: (1) MICROMASTER 4 and (2) MICROMASTER 4.

The 'Propiedades - Esclavo DP' dialog box is open, showing the following configuration for the slave:

**Dirección / Identificador**

Tipo E/S: Entrada/Salida

**Salida**

Dirección	Long.	Unidad	Coherente vía
Inicio: 80	2	Palabras	Longitud total
Fin: 33			

Imagen del proceso: IP 0B1

**Entrada**

Dirección	Long.	Unidad	Coherente vía
Inicio: 10	2	Palabras	Longitud total
Fin: 13			

Imagen del proceso: IP 0B1

Fuente: Autores

Figura 20: Asignación de direcciones de entrada y salida.

The screenshot shows the HW Config interface for a SIMATIC 300(1) system. The top part displays a PROFIBUS DP network with two MICROMASTER units connected to a master DP system. The bottom part shows a table for address assignment for the MICROMASTER 4.

Slot	Ident. DP	Referencia / Denominación	Dirección E	Dirección S
1	4AX	4 PKW, 2 PZD (PPO 1)	40...47	40...47
2	2AX	-> 4 PKW, 2 PZD (PPO 1)	10...13	30...33
3				

Annotations in the image point to the 'Dirección E' and 'Dirección S' columns of the table, with labels: 'Area PKW de entrada y salida en Comunicación PPO1' and 'Area PZD de entrada y salida en Comunicación PPO1'.

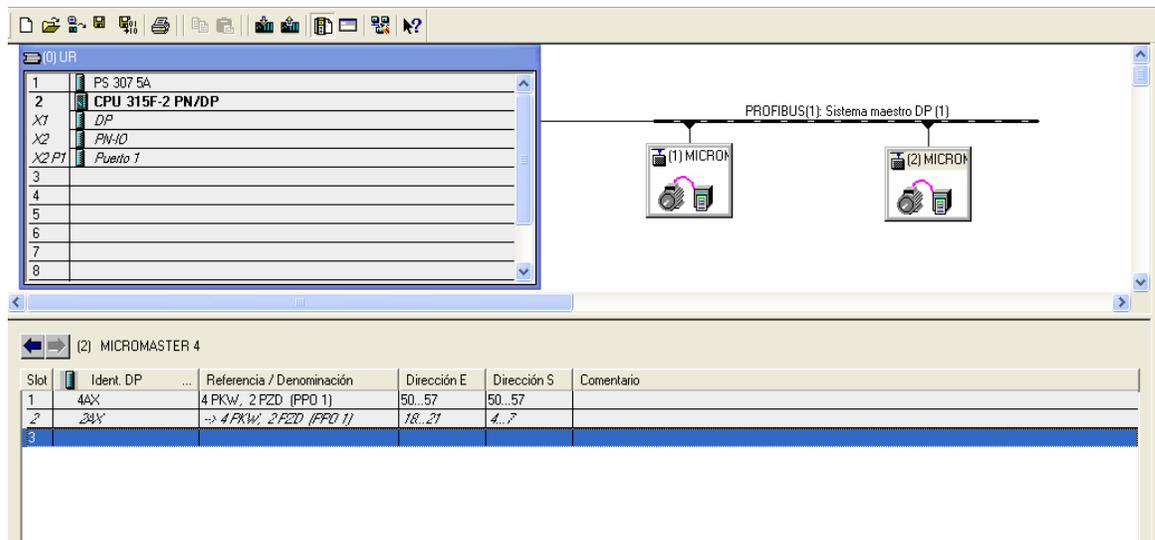
Fuente: Autores

Guardamos y compilamos la configuración del hardware.

Para la configuración de Hardware hecha anteriormente la comunicación quedaría de la siguiente forma para el motor 1:

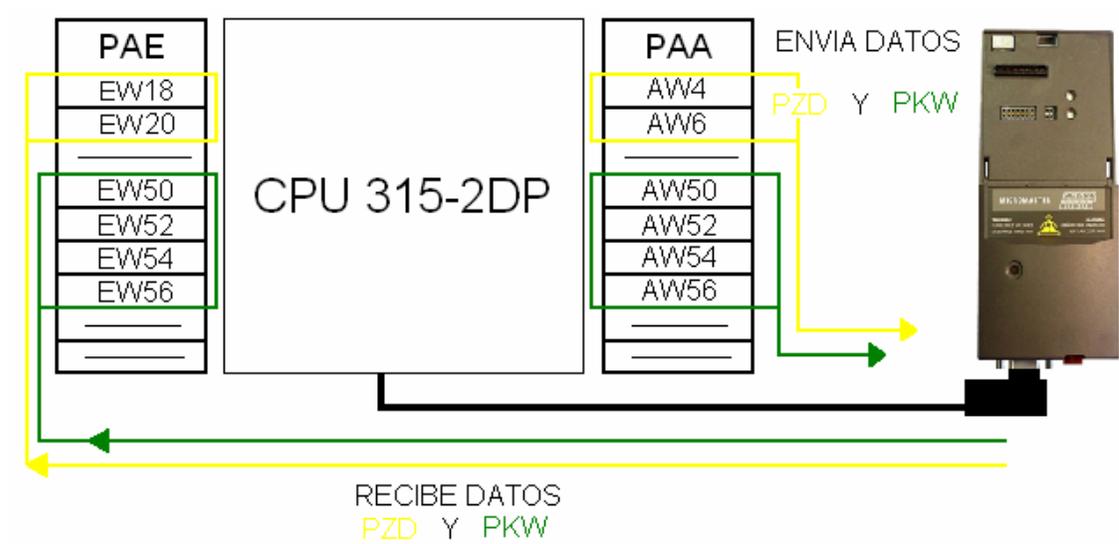


Figura 22: Configuración para el motor 2.



Fuente: Autores

Figura 23: Envío de datos.



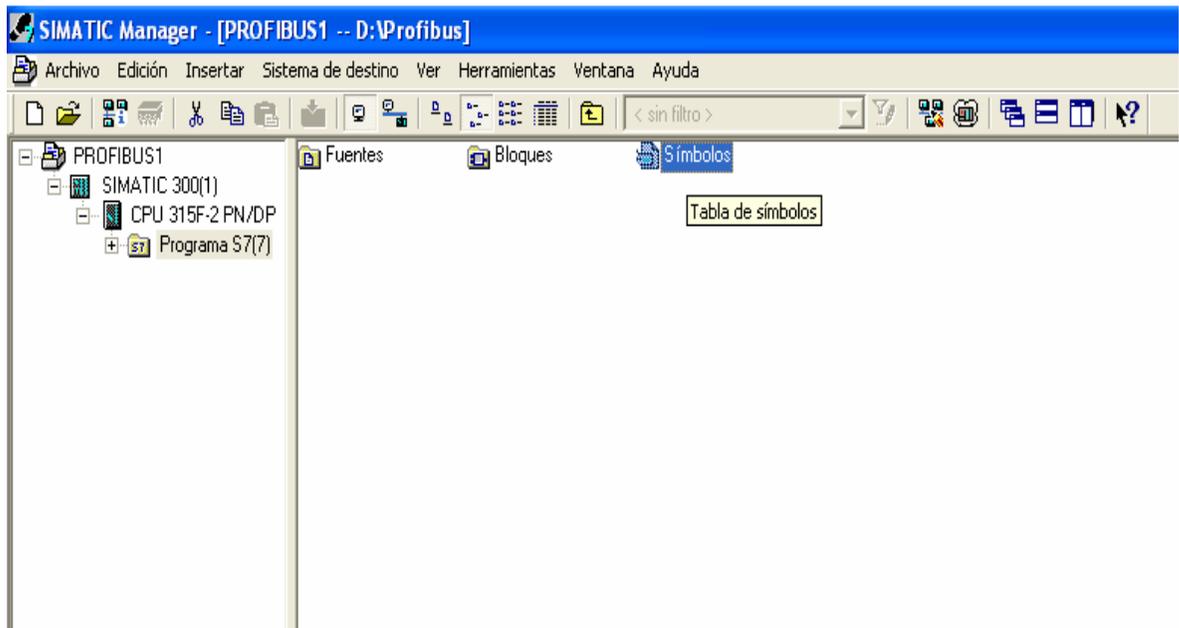
Fuente: Autores

Tabla 14: Tipos de datos enviados.

<b>STW</b> =Palabra de mando	<b>AW4</b>		
<b>HSW</b> =Valor de consigna principal.	<b>AW6</b>		
<b>ZSW</b> =Palabra de estado	<b>EW18</b>		
<b>HIW</b> =Valor real principal	<b>EW20</b>		
<b>PKE</b> =Identificador del parámetro	<b>EW50</b>	<b>PKE</b> =Identificador del parámetro	<b>AW50</b>
<b>IND</b> =Índice	<b>EW52</b>	<b>IND</b> =Índice	<b>AW52</b>
<b>PWE1</b> =Valor del parámetro	<b>EW54</b>	<b>PWE1</b> =Valor del parámetro	<b>AW54</b>
<b>PWE2</b> =Valor del parámetro	<b>EW56</b>	<b>PWE2</b> =Valor del parámetro	<b>AW56</b>

Fuente: Autores

Figura 24: Creación de tabla de variables.



Fuente: Autores

**Figura 25: Tabla de variables a utilizar, registros y símbolos**

INDICACION_GIROM2	A	125.1	BOOL	INDICARA HACIA DONDE GIRA EL MOTOR
ESCRITURA_NUMERO_REAL	AD	44	DWORD	CUANDO QUEREMOS ESCRIBIR EN EL MICROMASTER UN NUMERO REAL
ESCRITURA_NUMERO_REALM2	AD	54	DWORD	CUANDO QUEREMOS ESCRIBIR EN EL MICROMASTER UN NUMERO REAL
PALABRA_DE_MANDOM2	AWV	4	INT	PALABRA DE MANDO DEL MICROMASTER
SALIDA_CONSIGNA_VELM2	AWV	6	INT	A ESE REGISTRO SE LE ENVIA EL VALOR DE LA VELOCIDAD MAXIMA
PALABRA_DE_MANDO	AWV	30	INT	PALABRA DE MANDO DEL MICROMASTER
SALIDA_CONSIGNA_VELOCIDA	AWV	32	INT	A ESE REGISTRO SE LE ENVIA EL VALOR DE LA VELOCIDAD MAXIMA
CODIGO_PETICION	AWV	40	WORD	PALABRA DONDE PONDREMOS EL VALOR DE LO QUE QUEREMOS PEDIR AL MICROMASTER.
PETICION_SUPERIOR_2000	AWV	42	WORD	PALABRA DONDE PONDREMOS INDICAR QUE EL VALOR DEL PARAMETRO ES SUPERIOR A 2000
ESCRITURA_NUMERO_ENTERO	AWV	46	WORD	CUANDO QUERAMOS ESCRIBIR UN NUMERO ENTERO
CODIGO_PETICIONM2	AWV	50	WORD	PALABRA DONDE PONDREMOS EL VALOR DE LO QUE QUEREMOS PEDIR AL MICROMASTER.
PETICION_SUPERIOR_2000M2	AWV	52	WORD	PALABRA DONDE PONDREMOS INDICAR QUE EL VALOR DEL PARAMETRO ES SUPERIOR A 2000
ESCRITURA_NUMERO_ENTERO2	AWV	56	WORD	CUANDO QUERAMOS ESCRIBIR UN NUMERO ENTERO
INDICA_FALLOSM2	E	1.2	BOOL	INDICARA SI HAY ALGUN FALLO EN LA COMUNICACION
INDICA_FALLOS	E	1.3	BOOL	INDICARA SI HAY ALGUN FALLO EN LA COMUNICACION
INDICA_ALARMA M2	E	1.6	BOOL	INDICARA SI HAY ALGUNA ALARMA ACTIVADA DEL MICROMASTER
INDICA_ALARMAS	E	1.7	BOOL	INDICARA SI HAY ALGUNA ALARMA ACTIVADA DEL MICROMASTER
PARO_MOTOR	E	124.0	BOOL	AL PONERLO A UNO SE PARA EL MOTOR
MARCHA_IZQUIERDA	E	124.1	BOOL	SI VALE 1, EL MOTOR SE PONE EN MARCHA HACIA LA IZQUIERDA
MARCHA_DERECHA	E	124.2	BOOL	SI VALE 1, EL MOTOR SE PONE EN MARCHA HACIA LA DERECHA
PARO_MOTORM2	E	125.0	BOOL	AL PONERLO A UNO SE PARA EL MOTOR
MARCHA_IZQUIERDAM2	E	125.1	BOOL	SI VALE 1, EL MOTOR SE PONE EN MARCHA HACIA LA IZQUIERDA
MARCHA_DERECHAM2	E	125.2	BOOL	SI VALE 1, EL MOTOR SE PONE EN MARCHA HACIA LA DERECHA
PULSADOR_RESET	E	126.0	BOOL	PULSADOR QUE HARA EL RESET AL MICROMASTER CUANDO HAYA UNA ALARMA
PULSADOR_RESETM2	E	127.0	BOOL	PULSADOR QUE HARA EL RESET AL MICROMASTER CUANDO HAYA UNA ALARMA
SELECCION MOTOR	E	128.0	BOOL	SELECCIONA EL MOTOR QUE SE VA OPERAR .... MOTOR 1 O MOTOR 2
PARAMETRO_REAL	ED	44	DWORD	EL PARAMETRO SOLICITADO POR EL MICROMASTER ES REAL
PARAMETRO_REALM2	ED	54	DWORD	EL PARAMETRO SOLICITADO POR EL MICROMASTER ES REAL
CODIGO_RESPUESTA	EW	40	WORD	RECIBE EL VALOR DE RESPUESTA QUE ENVIE EL MICROMASTER
LECTURA_SUPERIOR_2000	EW	42	WORD	PALABRA DONDE PONDREMOS INDICAR QUE EL VALOR DEL PARAMETRO ES SUPERIOR A 2000
PARAMETRO_ENTERO	EW	46	WORD	EL PARAMETRO SOLICITADO ES UN NUMERO ENTERO

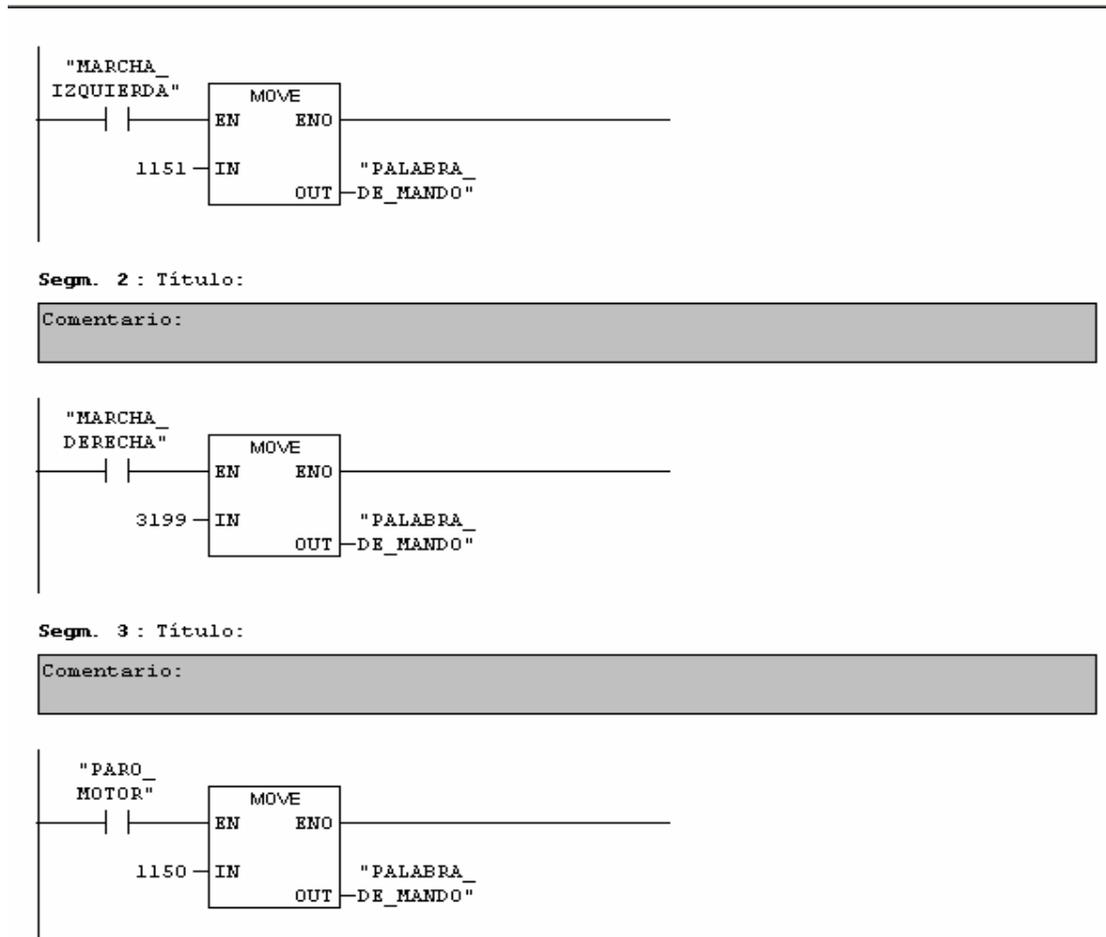
**Fuente: Autores**

Figura 26: Tabla de variables Motor 1 y Motor 2

// MOTOR NUMERO 1			
E	124.0	"PARO_MOTOR"	BOOL
E	124.1	"MARCHA_IZQUIERDA"	BOOL
E	124.2	"MARCHA_DERECHA"	BOOL
AWV	30	"PALABRA_DE_MANDO"	DEC
E	126.0	"PULSADOR_RESET"	BOOL
A	1.7	"BIT_RESET_ALARMA"	BOOL
A	124.0	"VELOCIDAD_REAL=CONSIGNIA"	BOOL
A	124.1	"INDICACION_GIRO"	BOOL
E	1.3	"INDICA_FALLOS"	BOOL
E	1.7	"INDICA_ALARMAS"	BOOL
MVW	10	"VELOCIDAD_REAL"	DEC
AWV	40	"CODIGO_PETICION"	HEX
AWV	42	"PETICION_SUPERIOR_2000"	HEX
AD	44	"ESCRITURA_NUMERO_REAL"	HEX
AWV	46	"ESCRITURA_NUMERO_ENTERO"	HEX
EW	40	"CODIGO_RESPUESTA"	HEX
EW	42	"LECTURA_SUPERIOR_2000"	HEX
ED	44	"PARAMETRO_REAL"	REAL
EW	46	"PARAMETRO_ENTERO"	HEX
/// MOTOR NUMERO 2			
E	125.0	"PARO_MOTORM2"	BOOL
E	125.1	"MARCHA_IZQUIERDAM2"	BOOL
E	125.2	"MARCHA_DERECHAM2"	BOOL

Fuente: Autores

Figura 27: Edición del OB1.



Fuente: Autores

El número decimal en IN corresponde a los bits que hay que poner en cero o uno, para que el motor gira a Izquierdas, derechas, y parada, y los siguientes parámetros a configurar para leer y escribir en el Micromaster.

## 5. PRUEBAS Y RESULTADOS

A continuación se llenará una tabla de valores que se han de poner en cada registro para poder leer primero cada parámetro y la respuesta del Micromaster. Del mismo modo, pondremos en cada registro los valores necesarios para poder cambiar los parámetros y la respuesta del Micromaster.

### 5.1 MOTOR 1

	<i>P1080 Velocidad mínima(Leer)</i>				<i>P1080 Velocidad mínima(escribir)</i>			
<i>ORDEN</i>	AW40	AW42	AD44	AW46	AW40	AW42	AD44	AW46
	<b>1438</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>	<b>3438</b>	<b>0000</b>	<b>15.0</b>	<b>0000</b>
<i>RESPUESTA</i>	EW40	EW42	ED44	EW46	EW40	EW42	ED44	EW46
	<b>2438</b>	<b>0000</b>	<b>10.0</b>	<b>0000</b>	<b>2438</b>	<b>0000</b>	<b>15.0</b>	<b>0000</b>

	<i>P1082 Velocidad máxima(Leer)</i>				<i>P1082 Velocidad máxima(escribir)</i>			
<i>ORDEN</i>	AW40	AW42	AD44	AW46	AW40	AW42	AD44	AW46
	<b>143A</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>	<b>343A</b>	<b>0000</b>	<b>40.0</b>	<b>0000</b>
<i>RESPUESTA</i>	EW40	EW42	ED44	EW46	EW40	EW42	ED44	EW46
	<b>243A</b>	<b>0000</b>	<b>50.0</b>	<b>0000</b>	<b>243A</b>	<b>0000</b>	<b>40.0</b>	<b>0000</b>

	<i>P1120 Tiempo aceleración(Leer)</i>				<i>P1120 Tiempo aceleración(escribir)</i>			
<i>ORDEN</i>	AW40	AW42	AD44	AW46	AW40	AW42	AD44	AW46
	<b>1460</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>	<b>3460</b>	<b>0000</b>	<b>6.0</b>	<b>0000</b>
<i>RESPUESTA</i>	EW40	EW42	ED44	EW46	EW40	EW42	ED44	EW46
	<b>2460</b>	<b>0000</b>	<b>9.0</b>	<b>0000</b>	<b>2460</b>	<b>0000</b>	<b>6.0</b>	<b>0000</b>

	<i>P1121 Tiempo desaceleración (Leer)</i>				<i>P1121 Tiempo desaceleración (escribir)</i>			
<i>ORDEN</i>	AW40	AW42	AD44	AW46	AW40	AW42	AD44	AW46
	<b>1461</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>	<b>3461</b>	<b>0000</b>	<b>2.0</b>	<b>0000</b>
<i>RESPUESTA</i>	EW40	EW42	ED44	EW46	EW40	EW42	ED44	EW46
	<b>2461</b>	<b>0000</b>	<b>3.0</b>	<b>0000</b>	<b>2461</b>	<b>0000</b>	<b>2.0</b>	<b>0000</b>

	<i>P0307 Potencia nominal del motor en hp (leer)</i>				<i>P0307 Potencia nominal del motor en hp (escribir)</i>			
ORDEN	AW40	AW42	AD44	AW46	AW40	AW42	AD44	AW46
	<b>1133</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>	<b>3133</b>	<b>0000</b>	<b>0.5</b>	<b>0000</b>
RESPUESTA	EW40	EW42	ED44	EW46	EW40	EW42	ED44	EW46
	<b>2133</b>	<b>0000</b>	<b>1.0</b>	<b>0000</b>	<b>2133</b>	<b>0000</b>	<b>0.5</b>	<b>0000</b>

	<i>P0305 Corriente nominal del motor en A (leer)</i>				<i>P0305 Corriente nominal del motor en A (escribir)</i>			
ORDEN	AW40	AW42	AD44	AW46	AW40	AW42	AD44	AW46
	<b>1131</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>	<b>3131</b>	<b>0000</b>	<b>1.8</b>	<b>0000</b>
RESPUESTA	EW40	EW42	ED44	EW46	EW40	EW42	ED44	EW46
	<b>2131</b>	<b>0000</b>	<b>1.0</b>	<b>0000</b>	<b>2131</b>	<b>0000</b>	<b>1.8</b>	<b>0000</b>

	<i>P0304 Tensión nominal del motor (leer)</i>				<i>P0304 Tensión nominal del motor (escribir)</i>			
ORDEN	AW40	AW42	AD44	AW46	AW40	AW42	AD44	AW46
	<b>1130</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>	<b>2130</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>E6</b>
RESPUESTA	EW40	EW42	ED44	EW46	EW40	EW42	ED44	EW46
	<b>1130</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>E6</b>	<b>1130</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>E6</b>

	<i>P0310 Frecuencia nominal del motor (leer)</i>				<i>P0310 Frecuencia nominal del motor (escribir)</i>			
ORDEN	AW40	AW42	AD44	AW46	AW40	AW42	AD44	AW46
	<b>1130</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>	<b>3130</b>	<b>0000</b>	<b>60.0</b>	<b>0000</b>
RESPUESTA	EW40	EW42	ED44	EW46	EW40	EW42	ED44	EW46
	<b>2130</b>	<b>0000</b>	<b>50.0</b>	<b>0000</b>	<b>2130</b>	<b>0000</b>	<b>60.0</b>	<b>0000</b>

	<i>r0021 Frecuencia salida real del motor (leer)</i>				<i>r0021 Frecuencia salida real del motor (escribir)</i>			
ORDEN	AW40	AW42	AD44	AW46	AW40	AW42	AD44	AW46
	<b>1015</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>				
RESPUESTA	EW40	EW42	ED44	EW46	EW40	EW42	ED44	EW46
	<b>2015</b>	<b>0000</b>	<b>60.0</b>	<b>0000</b>				

	<i>r0025 Tensión salida real del motor (leer)</i>				<i>r0025 Tensión salida real del motor (escribir)</i>			
ORDEN	AW40	AW42	AD44	AW46	AW40	AW42	AD44	AW46
	<b>1019</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>				
RESPUESTA	EW40	EW42	ED44	EW46	EW40	EW42	ED44	EW46
	<b>2019</b>	<b>0000</b>	<b>100.0</b>	<b>0000</b>				

	<i>r0027 Corriente salida real del motor (leer)</i>				<i>r0027 Corriente salida real del motor (escribir)</i>			
<i>ORDEN</i>	AW40	AW42	AD44	AW46	AW40	AW42	AD44	AW46
	<b>101B</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>				
<i>RESPUESTA</i>	EW40	EW42	ED44	EW46	EW40	EW42	ED44	EW46
	<b>201B</b>	<b>0000</b>	<b>1.2</b>	<b>0000</b>				

	<i>r0039 Energía consumida (KW/H) (leer)</i>				<i>r0039 Energía consumida (KW/H) (escribir)</i>			
<i>ORDEN</i>	AW40	AW42	AD44	AW46	AW40	AW42	AD44	AW46
	<b>1027</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>				
<i>RESPUESTA</i>	EW40	EW42	ED44	EW46	EW40	EW42	ED44	EW46
	<b>2027</b>	<b>0000</b>	<b>5.0</b>	<b>0000</b>				

## 5.2 MOTOR 2

	<i>P1080 Velocidad mínima (leer)</i>				<i>P1080 Velocidad mínima (escribir)</i>			
<i>ORDEN</i>	AW50	AW52	AD54	AW56	AW50	AW52	AD54	AW56
	<b>1438</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>	<b>3438</b>	<b>0000</b>	<b>15.0</b>	<b>0000</b>
<i>RESPUESTA</i>	EW50	EW52	ED54	EW56	EW50	EW52	ED54	EW56
	<b>2438</b>	<b>0000</b>	<b>10.0</b>	<b>0000</b>	<b>2438</b>	<b>0000</b>	<b>15.0</b>	<b>0000</b>

	<i>P1082 Velocidad máxima (leer)</i>				<i>P1082 Velocidad máxima (escribir)</i>			
<i>ORDEN</i>	AW50	AW52	AD54	AW56	AW50	AW52	AD54	AW56
	<b>143A</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>	<b>343A</b>	<b>0000</b>	<b>40.0</b>	<b>0000</b>
<i>RESPUESTA</i>	EW50	EW52	ED54	EW56	EW50	EW52	ED54	EW56
	<b>243A</b>	<b>0000</b>	<b>50.0</b>	<b>0000</b>	<b>243A</b>	<b>0000</b>	<b>40.0</b>	<b>0000</b>

	<i>P1120 Tiempo aceleración (leer)</i>				<i>P1120 Tiempo aceleración (escribir)</i>			
<i>ORDEN</i>	AW50	AW52	AD54	AW56	AW50	AW52	AD54	AW56
	<b>1460</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>	<b>3460</b>	<b>0000</b>	<b>6.0</b>	<b>0000</b>
<i>RESPUESTA</i>	EW50	EW52	ED54	EW56	EW50	EW52	ED54	EW56
	<b>2460</b>	<b>0000</b>	<b>9.0</b>	<b>0000</b>	<b>2460</b>	<b>0000</b>	<b>6.0</b>	<b>0000</b>

	P1121 Tiempo desaceleración (leer)				P1121 Tiempo desaceleración (escribir)			
ORDEN	AW50	AW52	AD54	AW56	A50	AW52	AD54	AW56
	<b>1461</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>	<b>3461</b>	<b>0000</b>	<b>2.0</b>	<b>0000</b>
RESPUESTA	EW50	EW52	ED54	EW56	EW50	EW52	ED54	EW56
	<b>2461</b>	<b>0000</b>	<b>3.0</b>	<b>0000</b>	<b>2461</b>	<b>0000</b>	<b>2.0</b>	<b>0000</b>

	P0307 Potencia nominal del motor en hp (leer)				P0307 Potencia nominal del motor en hp (escribir)			
ORDEN	AW50	AW52	AD54	AW56	AW50	AW42	AD44	AW46
	<b>1133</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>	<b>3133</b>	<b>0000</b>	<b>0.5</b>	<b>0000</b>
RESPUESTA	EW50	EW52	ED54	EW56	EW50	EW52	ED54	EW56
	<b>2133</b>	<b>0000</b>	<b>1.0</b>	<b>0000</b>	<b>2133</b>	<b>0000</b>	<b>0.5</b>	<b>0000</b>

	P0305 Corriente nominal del motor en A (leer)				P0305 Corriente nominal del motor en A (escribir)			
ORDEN	AW50	AW52	AD54	AW56	AW50	AW52	AD54	AW56
	<b>1131</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>	<b>3131</b>	<b>0000</b>	<b>1.8</b>	<b>0000</b>
RESPUESTA	EW50	EW52	ED54	EW56	EW50	EW52	ED54	EW56
	<b>2131</b>	<b>0000</b>	<b>1.0</b>	<b>0000</b>	<b>2131</b>	<b>0000</b>	<b>1.8</b>	<b>0000</b>

	P0304 Tensión nominal del motor (leer)				P0304 Tensión nominal del motor (escribir)			
ORDEN	AW50	AW52	AD54	AW56	AW50	AW52	AD54	AW56
	<b>1130</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>	<b>2130</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>E6</b>
RESPUESTA	EW50	EW52	ED54	EW56	EW50	EW52	ED54	EW56
	<b>1130</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>E6</b>	<b>1130</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>E6</b>

	P0310 Frecuencia nominal del motor (leer)				P0310 Frecuencia nominal del motor (escribir)			
ORDEN	AW50	AW52	AD54	AW56	AW50	AW52	AD54	AW56
	<b>1130</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>	<b>3130</b>	<b>0000</b>	<b>60.0</b>	<b>0000</b>
RESPUESTA	EW50	EW52	ED54	EW56	EW50	EW52	ED54	EW56
	<b>2130</b>	<b>0000</b>	<b>50.0</b>	<b>0000</b>	<b>2130</b>	<b>0000</b>	<b>60.0</b>	<b>0000</b>

	r0021 Frecuencia salida real del motor (leer)				r0021 Frecuencia salida real del motor (escribir)			
ORDEN	AW50	AW52	AD54	AW56	AW50	AW52	AD54	AW56
	<b>1015</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>				
RESPUESTA	EW50	EW52	ED54	EW56	EW50	EW52	ED54	EW56
	<b>2015</b>	<b>0000</b>	<b>60.0</b>	<b>0000</b>				

	<i>r0025 Tensión salida real del motor (leer)</i>				<i>r0025 Tensión salida real del motor (escribir)</i>			
<i>ORDEN</i>	<i>AW50</i>	<i>AW52</i>	<i>AD54</i>	<i>AW56</i>	<i>AW50</i>	<i>AW52</i>	<i>AD54</i>	<i>AW56</i>
	<b>1019</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>				
<i>RESPUESTA</i>	<i>EW50</i>	<i>EW52</i>	<i>ED54</i>	<i>EW56</i>	<i>EW50</i>	<i>EW52</i>	<i>ED54</i>	<i>EW56</i>
	<b>2019</b>	<b>0000</b>	<b>100.0</b>	<b>0000</b>				

	<i>r0027 Corriente salida real del motor (leer)</i>				<i>r0027 Corriente salida real del motor (escribir)</i>			
<i>ORDEN</i>	<i>AW50</i>	<i>AW52</i>	<i>AD54</i>	<i>AW56</i>	<i>AW50</i>	<i>AW52</i>	<i>AD54</i>	<i>AW56</i>
	<b>101B</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>				
<i>RESPUESTA</i>	<i>EW50</i>	<i>EW52</i>	<i>ED54</i>	<i>EW56</i>	<i>EW50</i>	<i>EW52</i>	<i>ED54</i>	<i>EW56</i>
	<b>201B</b>	<b>0000</b>	<b>1.2</b>	<b>0000</b>				

	<i>r0039 Energía consumida (KW/H) (leer)</i>				<i>r0039 Energía consumida (KW/H) (escribir)</i>			
<i>ORDEN</i>	<i>AW50</i>	<i>AW52</i>	<i>AD54</i>	<i>AW56</i>	<i>AW50</i>	<i>AW52</i>	<i>AD54</i>	<i>AW56</i>
	<b>1027</b>	<b>0000</b>	<b>0.0</b>	<b>0000</b>				
<i>RESPUESTA</i>	<i>EW50</i>	<i>EW52</i>	<i>ED54</i>	<i>EW56</i>	<i>EW50</i>	<i>EW52</i>	<i>ED54</i>	<i>EW56</i>
	<b>2027</b>	<b>0000</b>	<b>5.0</b>	<b>0000</b>				

## 6. CONCLUSIONES

El estándar Profibus permite acoplar diferentes equipos de marcas distintas, formando diferente topología (estrella, bus lineal o token) y siempre con arquitectura abierta.

Un aspecto fundamental del Profibus DP es que permite controlar a grandes distancias la planta, realizando el control e integrando cada uno de los instrumentos de campo según el estándar de comunicación entre ellos.

Al conectar los dos variadores de velocidad MM420 como esclavos y el PLC Siemens S7-300 como maestro se hace una topología bus lineal, en el cual el PLC intercambia datos con los dos variadores de velocidad al mismo tiempo, teniendo acceso y control de los dos motores en cualquier instante de tiempo.

El Micromaster es un dispositivo que permite la comunicación Profibus entre el variador de velocidad MM420 y el PLC Siemens S7-300, cada parámetro del variador de velocidad se puede leer y modificar como se quiera desde el software SIMATIC previamente programado, dando un control total a los motores que pueden estar a grandes distancias.

Siempre que se habla de control de procesos industriales, los PLC son los dispositivos más adecuados para el desarrollo de sistemas de este tipo, incluyendo la automatización en la industria como el manejo de sistemas de potencia en este caso motores bifásicos, los cuales brindan altas prestaciones en cuanto a comunicaciones y flexibilidad.

Se presentó el funcionamiento y características de la red Profibus DP, su abarcamiento de beneficios a la automatización y control de procesos continuos y discretos; las compañías se esfuerzan en seguir suministrando productos de acuerdo con los deseos del mercado y garantizar inversiones futuras con entera interoperabilidad e intercambialidad.

De acuerdo a los conocimientos de comunicaciones, y redes industriales se llegó a una solución de automatización debidamente diseñada que puede aplicarse a las industrias en el control de motores de alta potencia; en el país este mercado está creciendo en la actualidad y puede beneficiarse con la implementación de redes Profibus DP.

## **7. RECOMENDACIONES**

La metodología de estudio ha de mejorar debido a la implementación de nuevas herramientas en las que desarrollan el fácil manejo y control de diferentes dispositivos eléctricos y electrónicos.

Cuando se configura la red Profibus DP con varios maestros se hace indispensable conocer las direcciones Profibus de cada dispositivo para una comunicación exacta.

Actualmente la universidad tiene poco material sobre redes de comunicación industrial, por lo cual se hace necesario implementar tesis de grado y monografías a las redes industriales.

La universidad no cuenta con laboratorios de redes industriales, por lo tanto sería bueno desarrollar un laboratorio donde se vean las diferentes topologías de las redes industriales y el control que se puede realizar con estas.

Al controlar un motor desde un variador de velocidad MM420 se hace indispensable ingresar los parámetros nominales del motor al variador, para que el variador pueda calcular, leer y dar códigos de falla dependiendo de los valores nominales del motor.

Para comunicar dispositivos a muy larga distancia se utilizan repetidores, los cuales pueden dar amplitud a la señal y conectar otros dispositivos, lo cual es una gran ventaja en este tipo de red Profibus DP.

## LISTA DE ACRONIMOS

<b>AS-I</b>	Actuator Sensor Interface
<b>AW</b>	Ausgang Wort (En Alemán)
<b>BICO</b>	Binector Connector
<b>CPU</b>	Central Processing Unit
<b>DP</b>	Distributed Peripheral
<b>EMC/CEM</b>	Electromagnetic Compatibility
<b>EW</b>	Einfahrt Wort (En Alemán)
<b>FCC</b>	Flux Current Control
<b>FCL</b>	Fast Current Limitation
<b>FMS</b>	Fieldbus Message Specification
<b>FO</b>	Fiber Optic
<b>HIW</b>	Hauptistwert (En Alemán)
<b>HMI</b>	Human Machine Interface
<b>HSW</b>	Hauptsollwert (En Alemán)
<b>IGBT</b>	Insulated Gate Bipolar Transistor
<b>IND</b>	Parameter <b>index</b> (En Alemán)
<b>IP</b>	Internet Protocol
<b>LLI</b>	Lower Layer Interface
<b>MPI</b>	Multi Point Interface
<b>OLM</b>	Optical Link Module

<b>OLP</b>	Optical Link Plugs
<b>OP</b>	Operator Panel
<b>PA</b>	Process Automation
<b>PAA</b>	<b>Prozessabbildung Ausgang</b> (En Alemán)
<b>PAE</b>	<b>Prozessabbildung Einfahrt</b> (En Alemán)
<b>PC</b>	Personal Computer
<b>PG</b>	<b>Programmiergerät</b> (En Alemán)
<b>PKE</b>	<b>Parameterkennung</b> (En Alemán)
<b>PKW</b>	Parameter-Kennung-Wert (En Alemán)
<b>PLC</b>	Programmable Logic Controller
<b>PPO</b>	Parameter Process data Object
<b>PROFIBUS</b>	Process Field Bus
<b>PWE</b>	<b>Parameterwert</b> (En Alemán)
<b>PZD</b>	<b>Prozessdaten</b> (En Alemán)
<b>STW</b>	Steuerwort (En Alemán)
<b>TCP</b>	Transmission Control Protocol
<b>ZSW</b>	Zustandswort (En Alemán)

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] <http://www.profibus.com/>
- [2] <http://www.iec.ch/>
- [3] D. Reynders, S. Mackay, E. Wright. Practical Industrial Data Communications. Elsevier. 2005
- [4] Martínez, Luis; Guerrero, Vicente; Yuste, Ramón. Comunicaciones Industriales. Editorial Alfaomega-Marcombo. 2009
- [5] S7-300, CPU 31xC y CPU 31x: Configuración e instalación, Siemens, Agosto de 2004  
<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csSearch&objaction=cssearch&lang=es&siteid=cseus&query=&query2=A5E00105494-05&content=adsearch%2Fadsearch%2Easpx>
- [6] S7-300, CPU 31xC y CPU 31x: Datos técnicos, Siemens, Febrero de 2009  
<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csSearch&objaction=cssearch&lang=es&siteid=cseus&query=&query2=A5E00105494-05&content=adsearch%2Fadsearch%2Easpx>
- [7] Soluciones de red para Profibus según IEC 61158 y EN 50170. Folleto técnico, Siemens, Abril de 2008  
<http://www.automation.siemens.com/mcms/automation/es/industrial-communications/profibus/Pages/Default.aspx>
- [8] Micromaster 420 0,12 kW - 11 kW: Instrucciones de Servicio, Siemens, Agosto de 2006  
<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?query=micromaster+420+profibus&func=cslib.cssearch&content=adsearch%2Fadsearch.aspx&lang=es&siteid=cseus&objaction=cssearch&searchinprim=0&nodeid0=10804911>
- [9] Micromaster 420 0,12 kW - 11 kW: Instrucciones de Uso, Siemens, Diciembre de 2001  
<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?query=micromaster+420+profibus&func=cslib.cssearch&content=adsearch%2Fadsearch.aspx&lang=es&siteid=cseus&objaction=cssearch&searchinprim=0&nodeid0=10804911>

- [10] Micromaster: Módulo opcional Profibus, Siemens, Febrero de 2002  
<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=es&objid=6SE6400-5AK00-0EP0&caller=view>
- [11] Micromaster 420 0,12 kW - 11 kW: Lista de Parámetros, Siemens, Junio de 2004  
<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?query=micromaster+420+profibus&func=cslib.cssearch&content=adsearch%2Fadsearch.aspx&lang=es&siteid=cseus&objaction=cssearch&searchinprim=0&nodeid0=10804911>
- [12] Programar con STEP 7 V5.3: Manual, Siemens, Enero de 2004  
<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csSearch&objaction=cssearch&lang=es&siteid=cseus&query=&query2=A5E00261426-01&content=adsearch%2Fadsearch%2Easpx>

## ANEXOS

### ANEXO A

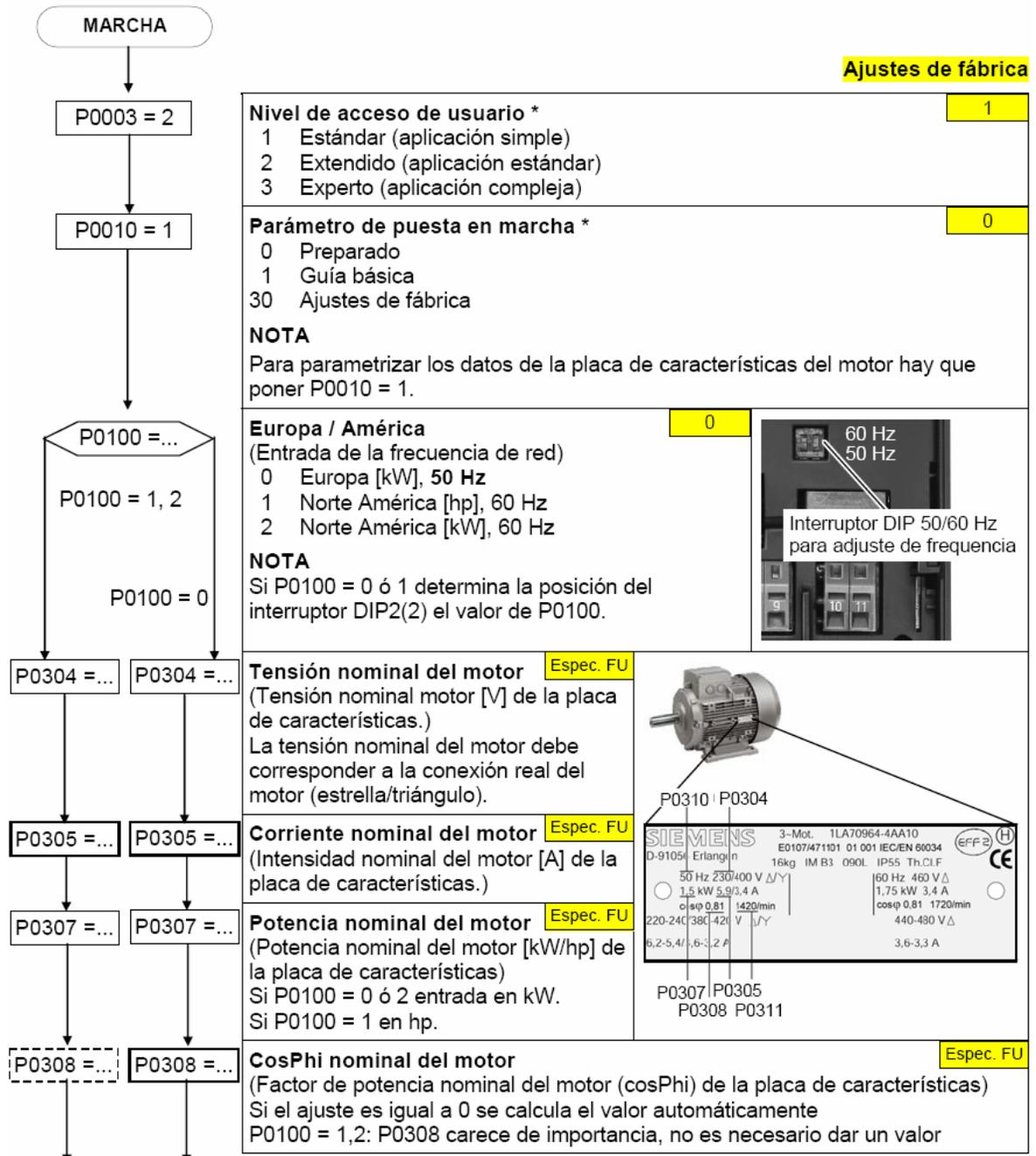
*Figura A.1: Direcciones y tipos de datos admisibles*

Inglés	Alemán	Explicación:	Tipo de datos:	Direcciones:
I	E	Bit de entrada	BOOL	0.0..65535.7
IB	EB	Byte de entrada	BYTE, CHAR	0..65535
IW	EW	Palabra de entrada	WORD, INT, S5TIME, DATE	0..65534
ID	ED	Palabra doble de entrada	DWORD, DINT, REAL, TOD, TIME	0..65532
Q	A	Bit de salida	BOOL	0.0..65535.7
QB	AB	Byte de salida	BYTE, CHAR	0..65535
QW	AW	Palabra de salida	WORD, INT, S5TIME, DATE	0..65534
QD	AD	Palabra doble de salida	DWORD, DINT, REAL, TOD, TIME	0..65532
M	M	Bit de marcas	BOOL	0.0..65535.7
MB	MB	Byte de marcas	BYTE, CHAR	0..65535
MW	MW	Palabra de marcas	WORD, INT, S5TIME, DATE	0..65534
MD	MD	Palabra doble de marcas	DWORD, DINT, REAL, TOD, TIME	0..65532
PIB	PEB	Byte de entrada de periferia	BYTE, CHAR	0..65535
PQB	PAB	Byte de salida de periferia	BYTE, CHAR	0..65535
PIW	PEW	Palabra de entrada de periferia	WORD, INT, S5TIME, DATE	0..65534
PQW	PAW	Palabra de salida de periferia	WORD, INT, S5TIME, DATE	0..65534
PID	PED	Palabra doble de entrada de periferia	DWORD, DINT, REAL, TOD, TIME	0..65532
PQD	PAD	Palabra doble de salida de periferia	DWORD, DINT, REAL, TOD, TIME	0..65532
T	T	Temporizador	TIMER	0..65535
C	Z	Contadores	COUNTER	0..65535
FB	FB	Bloque de función	FB	0..65535
OB	OB	Bloque de organización	OB	0..65535
DB	DB	Bloque de datos	DB, FB, SFB, UDT	0..65535
FC	FC	Función	FC	0..65535
SFB	SFB	Bloque de función de sistema	SFB	0..65535
SFC	SFC	Función de sistema	SFC	0..65535
VAT	VAT	Tabla de variables		0..65535
UDT	UDT	Tipo de datos de usuario	UDT	0..65535

*Fuente: Programar con STEP 7 V5.3: Manual, Siemens, Enero de 2004*

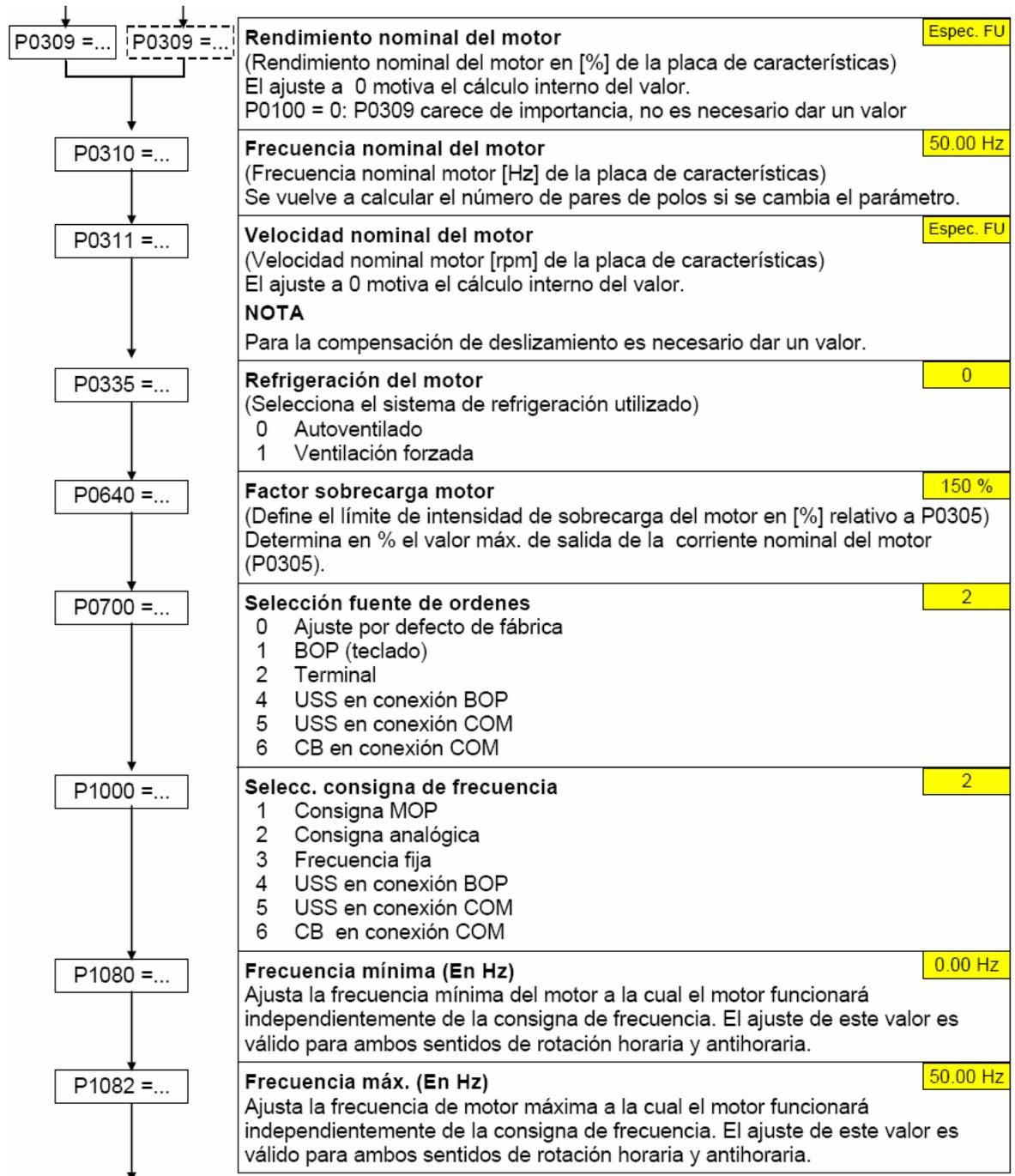
## ANEXO B

Figura B.1: Parametrización para puesta en servicio del motor (segmento 1).



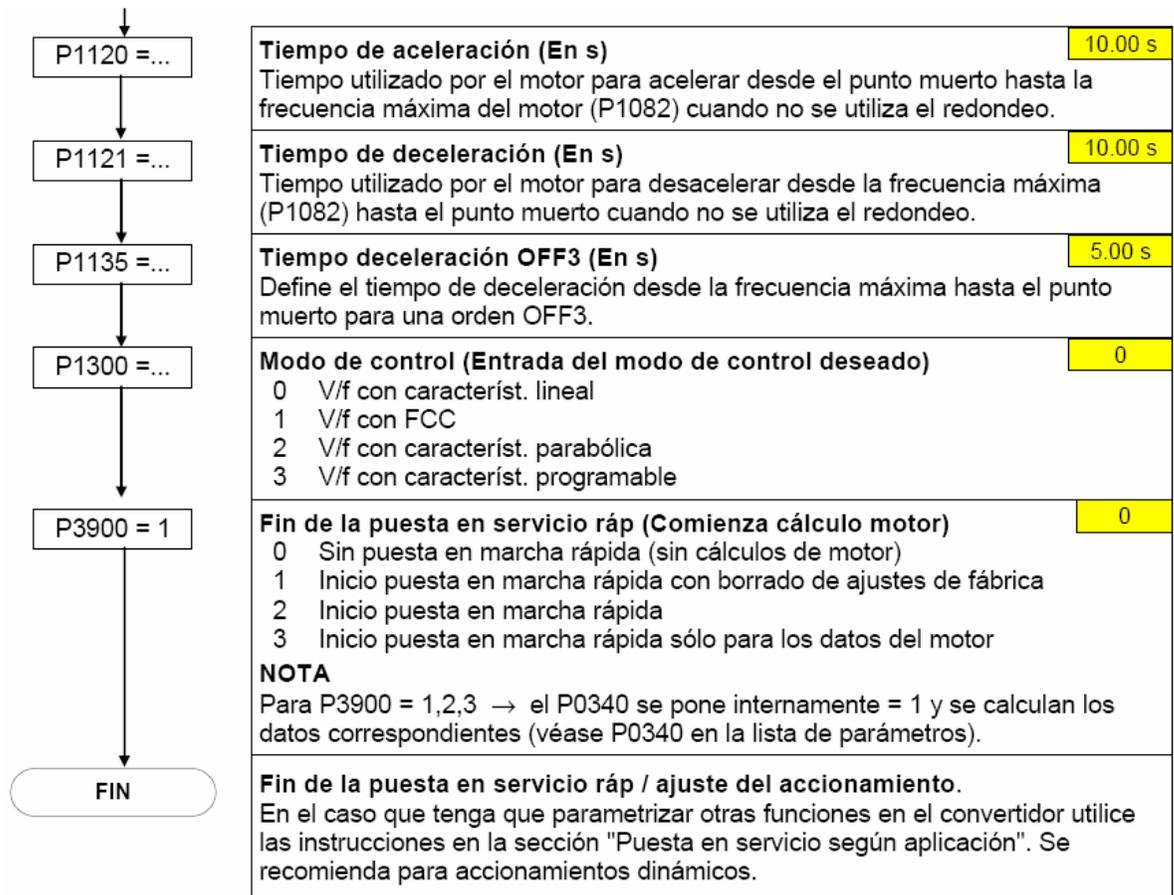
Fuente: Micromaster 420 0,12 kW - 11 kW: Instrucciones de Servicio, Siemens, Agosto de 2006

Figura B.2: Parametrización para puesta en servicio del motor (segmento 2).



Fuente: Micromaster 420 0,12 kW - 11 kW: Instrucciones de Servicio, Siemens, Agosto de 2006

Figura B.3: Parametrización para puesta en servicio del motor (segmento 3).



Fuente: Micromaster 420 0,12 kW - 11 kW: Instrucciones de Servicio, Siemens, Agosto de 2006