Sistemas de control distribuido

Carlos Ariño Latorre
Universitat Jaume I

¿Qué es eso?

Centralizado

- Único equipo de control
- Conexión directa sensores/ actuadores

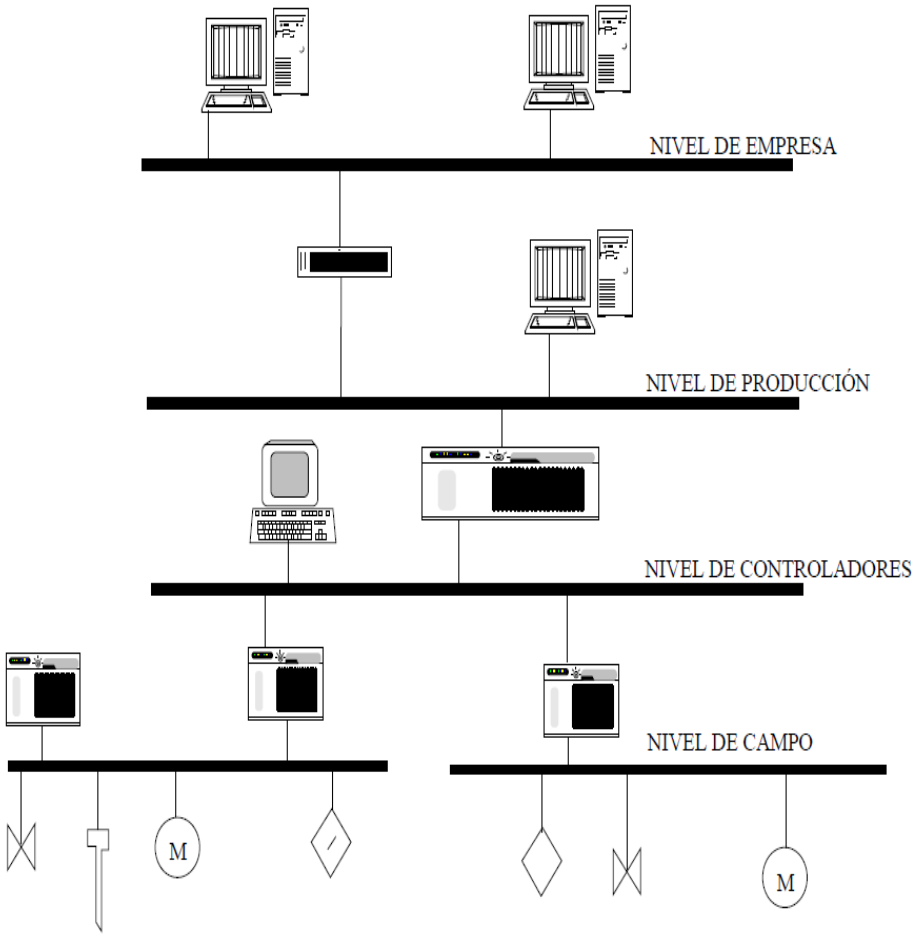
Distribuido

- Varios Equipos de control
- Sensores capaces de controlar
- Entre todos se realiza la automatización

¿Qué se entiende?

- Equipos conectados mediante bus de comunicaciones
- Son capaces de intercambiar algo más que tensiones o intensidades.
- Existe una red de comunicaciones entre los dispositivos.

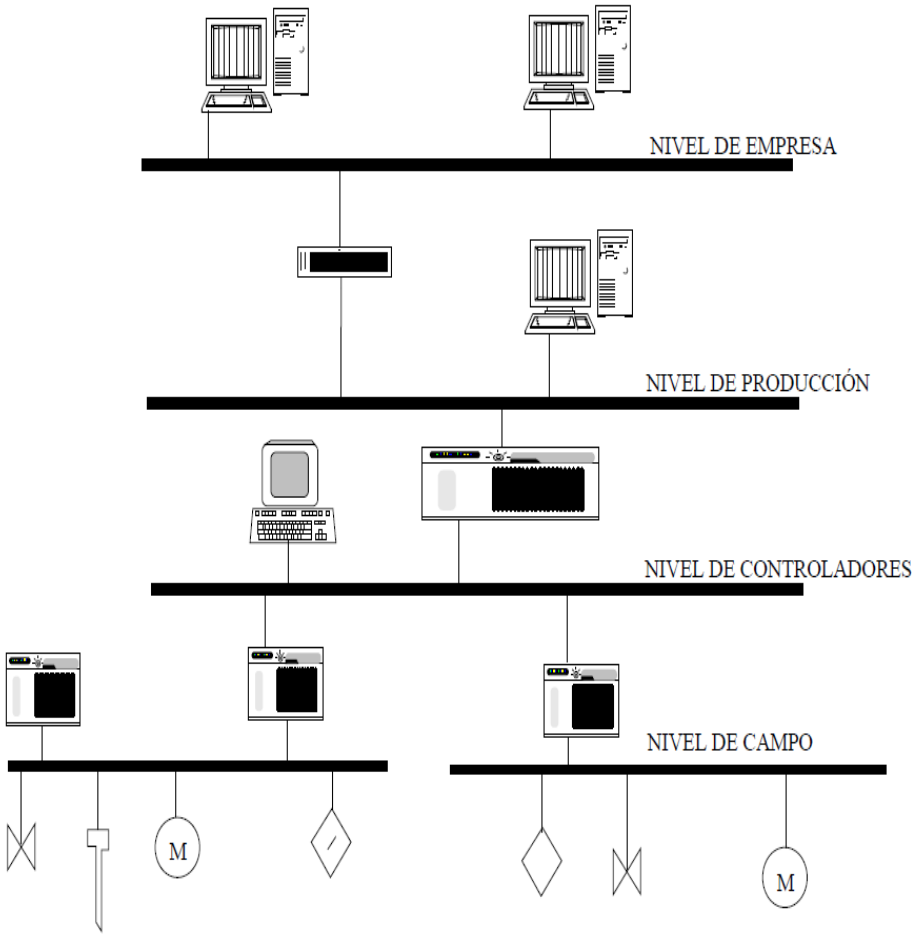
Niveles de Red



Nivel de Campo

- Conexión PLCs con sensores y actuadores
  - Lectores ph
  - Variadores de frecuencia
  - Drivers Motores
  - Entradas Salidas remotas
- Red sencilla
  - Obtener lecturas y acciones directas
  - Poco cableado
  - Amplia de configuración

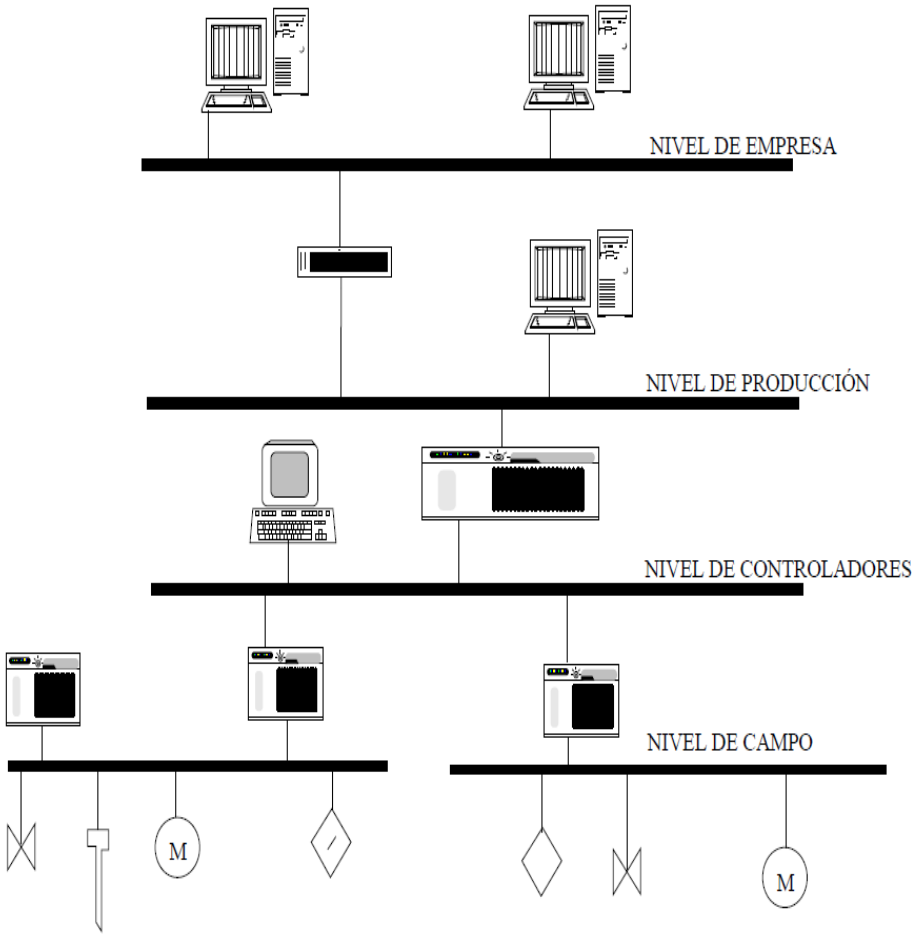
Niveles de Red



Nivel de Controladores

- Conexión entre varios controladores
- Varios PLC de diferentes áreas del proceso que se intercambian información necesaria.

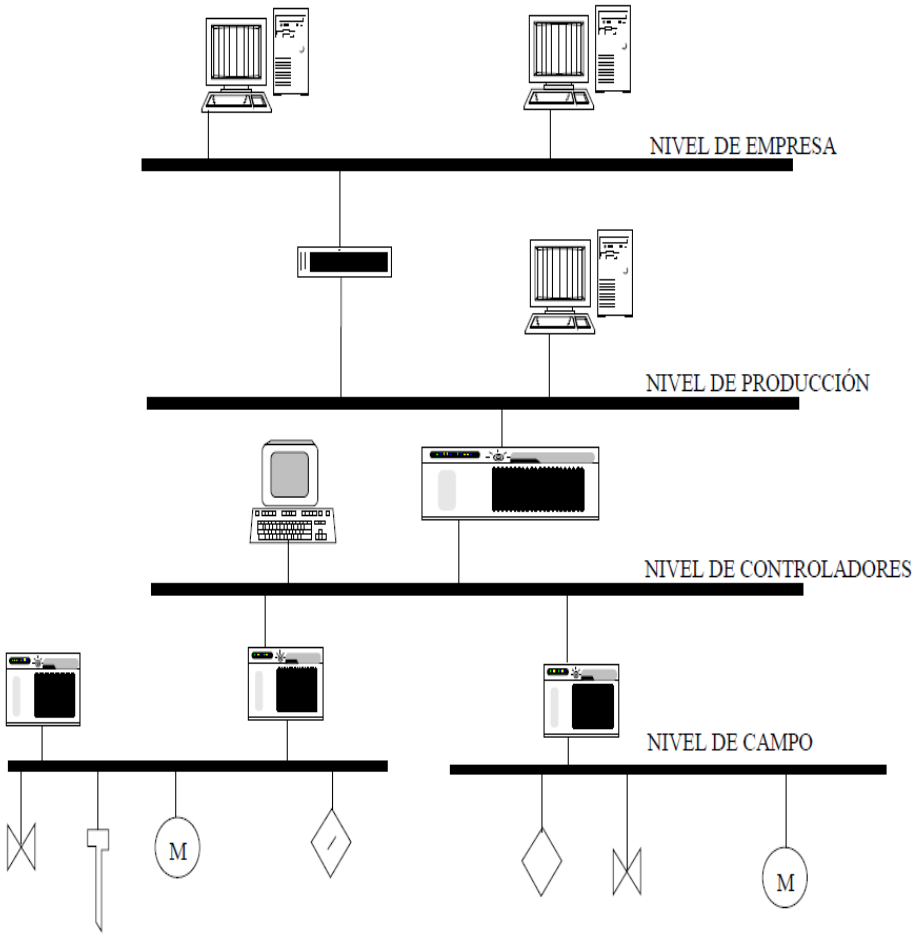
Niveles de Red



Nivel de Producción

- Dar las órdenes de producción a la línea de trabajo
- Formado por PCs con la información y PLCs
- Uso de bases de datos de producción.

Niveles de Red



Nivel de Empresa

- Red informática empresarial con todos los datos.
- Conexión a internet a este nivel.

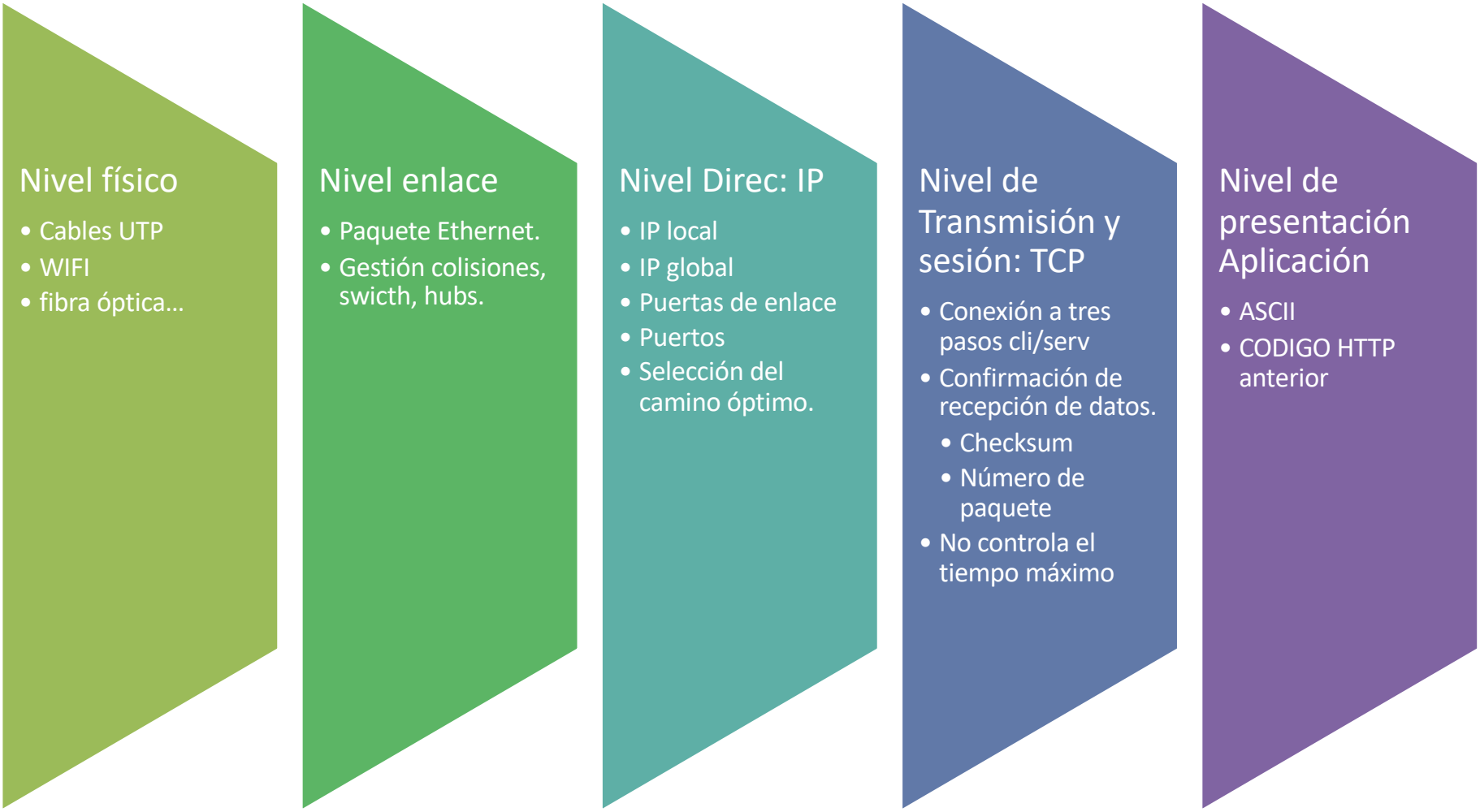
Niveles de Red

- Los niveles de red suelen estar difuminados
- Ejemplo:
  - Red CAN que conecta todos los PLCs y los Sensores.
  - Red Ethernet unificada desde los niveles de la empresa hasta los de campo. Cada equipo tiene su IP y todos son visibles entre ellos.
  - Es común colocar puertas de enlace entre niveles

MODELO OSI

- Nivel físico
- Nivel de enlace
- Nivel de Direccionamiento
- Nivel de Transporte y sesión
- Nivel de presentación
- Nivel de aplicación

Internet


Nivel físico
• Cables UTP
• WIFI
• fibra óptica…
Nivel enlace
• Paquete Ethernet.
• Gestión colisiones, swicth, hubs.
Nivel Direc: IP
• IP local
• IP global
• Puertas de enlace
• Puertos
• Selección del camino óptimo.
Nivel de Transmisión y sesión: TCP
• Conexión a tres pasos cli/serv
• Confirmación de recepción de datos.
• Checksum
• Número de paquete
• No controla el tiempo máximo
Nivel de presentación Aplicación
• ASCII
• CODIGO HTTP anterior

Estándares de comunicación

- Nivel físico:
  - Cable UTP, Ethernet
  - RS232
    - Tensión $\pm 12V$
    - 4 hilos trenzados (Rx y Tx)
    - Conexión 2 nodos
  - RS485
    - Tensión $\pm 5V$
    - 2 hilos trenzados
    - Múltiples nodos

Buses de campo

- Red que permite la transmisión de datos entre elementos al nivel de campo
- Ventajas:
  - Reducción del cableado.
  - Mantenimiento reducido.
  - Flexibilidad.
  - Recogida de información.

Bus CAN

- Sistema de transmisión a frecuencias altas y retrasos mínimos.
- Nivel físico:
  - 2 hilos par trenzado a 5V.
  - 1Mb/s de velocidad
  - Resistencia terminadora
- Nivel enlace y dirección:
  - Cualquier nodo puede transmitir si el bus no está ocupado. Si hay colisión se impone el que tiene la dirección más baja.
  - Encapsulado: dirección, mensaje, checksum
- Nivel de transmisión: se definen mensajes para tratar fallos y sobrecargas de la red.
- Nivel presentación y aplicación: Existen protocolos de aplicación que usan el bus CAN: CANopen, DeviceNet, SDS

CANopen

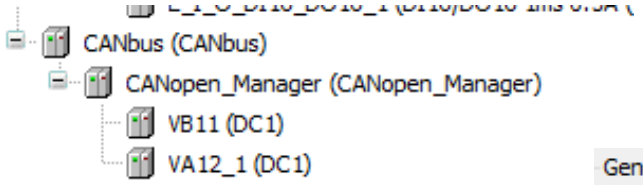
- Protocolo abierto (CAN in Automation)
- Nivel físico: CAN
- Nivel enlace: CAN
  - Maestro/ Esclavos
  - Cliente / Servidor
  - Productor /Consumidor
- Nivel dirección: Cada nodo tiene una dirección 0 – 128

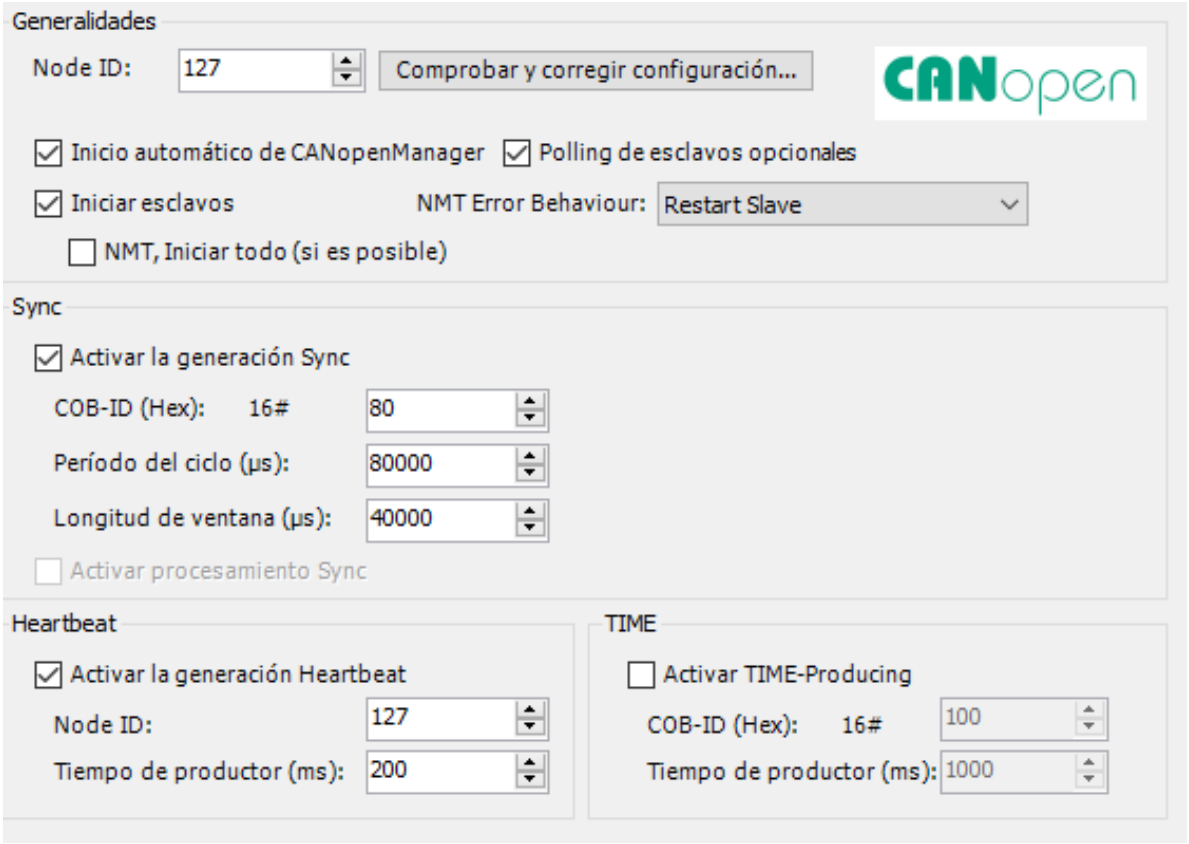
CANopen

- Nivel Aplicación
  - SDO: Service Data Object
  - PDO: Process Data Object
- Ficheros estándares de configuración *.eds
  - EDS: Electronic data sheet
  - Direcciones de los SDO y su función
  - Direcciones de los PDO y su función
- Detención tras error de un elemento

CANopen

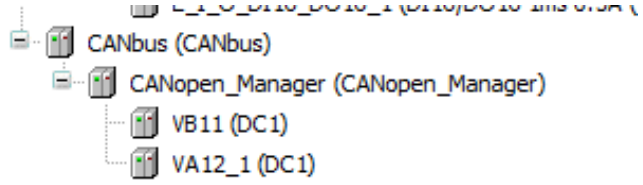
- Codesys Manager

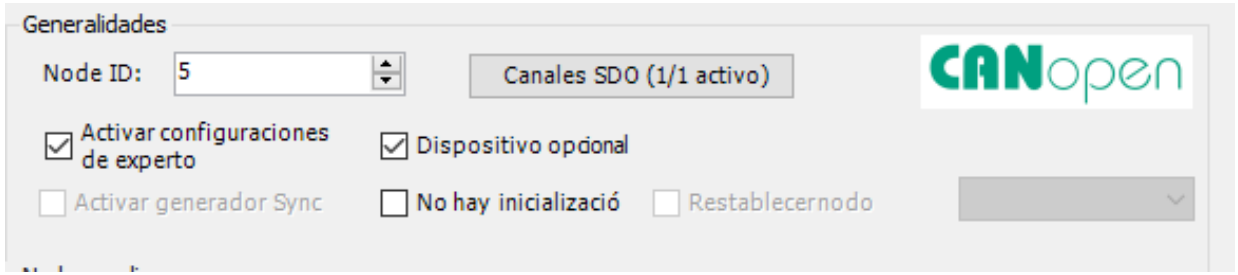




CANopen

- Codesys SDO





Línea	Índice:subíndice	Nombre	Valor
1	16#1005:16#00	Set COB-ID sync	16#00000080
2	16#100C:16#00	Set Guardtime	16#00000000
3	16#100D:16#00	Set Lifetime	16#00000000
4	16#1014:16#00	Disable Emcy CobID	16#80000085
5	16#1014:16#00	Set Emcy CobID	16#00000085
6	16#1017:16#00	Set Heartbeat Producer	16#00000000
7	16#1400:16#01	Disable PDO	16#C0000205
8	16#1400:16#02	Set transmission type	16#01
9	16#1600:16#00	Clear pdo mapping	16#0
10	16#1600:16#01	Set Mapping	16#20000010
11	16#1600:16#02	Set Mapping	16#20010010
12	16#1600:16#03	Set Mapping	16#20030010
13	16#1600:16#04	Set Mapping	16#20040010
14	16#1600:16#00	Set number of mappings	16#04
15	16#1400:16#01	Set and enable COB-ID	16#40000205
16	16#1401:16#01	Disable PDO	16#C0000305
17	16#1800:16#01	Disable PDO	16#C0000185

CANopen

- Codesys PDO

16#1400: Receive PDO 1 Parameter	**16#205 ($NODEID+16#200)**
Control Command Register	16#2000:16#00
Speed Reference	16#2001:16#00
User Ramp	16#2003:16#00
Speed Ref (Internal)	16#2004:16#00

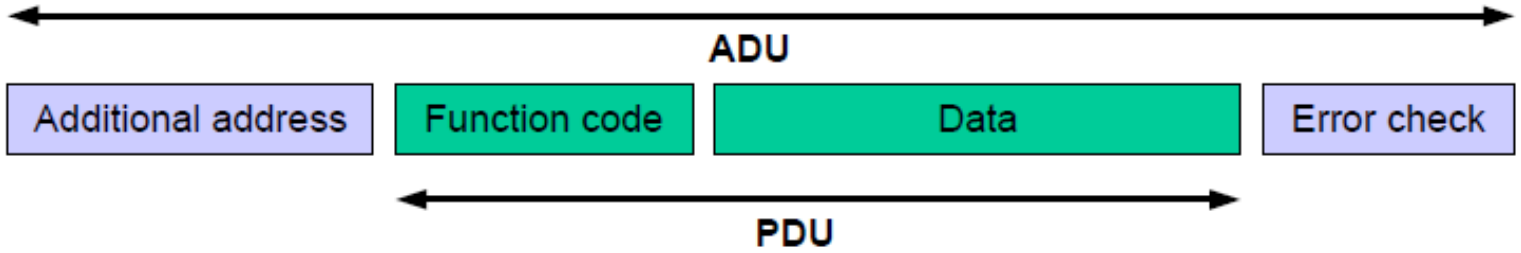
Variable	Asignación	Canal	Dirección	Tipo
		Control Command Register	%QW2	UINT
		Speed Reference	%QW3	INT
		User Ramp	%QW4	UINT
VB11_Ref		Speed Ref (Internal)	%QW5	INT
		Drive Status Register	%IW2	UINT
VB11_LecturaFrecuencia		Motor Speed	%IW3	INT
VB11_Corriente		Motor Current	%IW4	UINT
VB11_Temperatura		Drive Temperature	%IW5	INT
VB11_Tensión_DC		DC Bus Voltage	%IW6	UINT
		Digital Input Status	%IW7	UINT
LS11		Analog Input 1	%IW8	INT
		Analog Input 2	%IW9	INT

Modbus

- Protocolo desarrollado por Schneider
- Nivel físico: RS-232 o RS-485
- Hasta 30 nodos con RS-485
- Nivel de enlace y dirección
  - Único maestro de red que solicita los datos
  - Paquetes con dirección datos y checksum
  - Modificaciones a configuración cliente/servidor
- Posibilidad de TCP/IP
- Nivel presentación: RTU (binario) o ASCII (texto)

Nivel Transmisión Modbus

- Encapsulado mensajes



- El function code tiene el tamaño de un Byte y contiene una acción predefinida.
- El tamaño de los datos varía en función del function code.

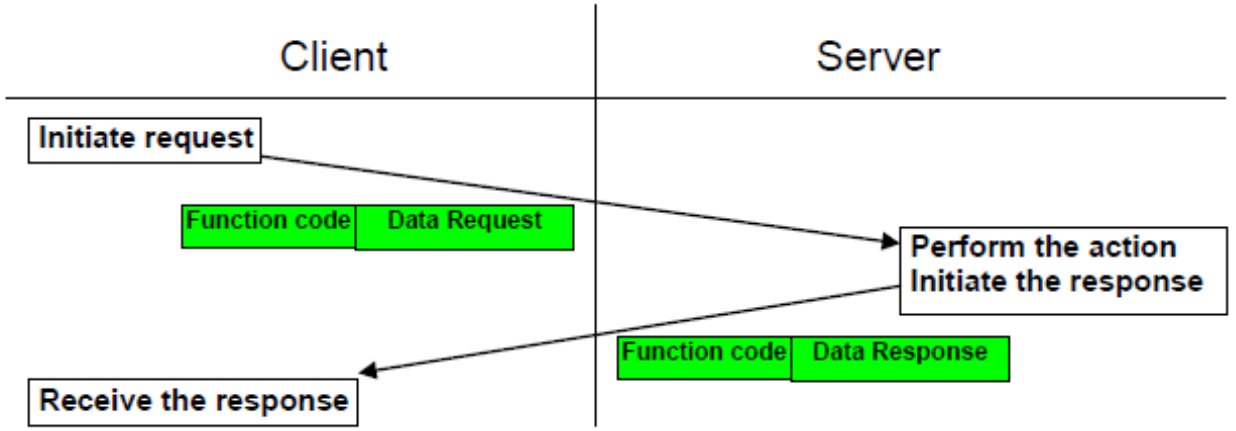
Nivel de aplicación Modbus

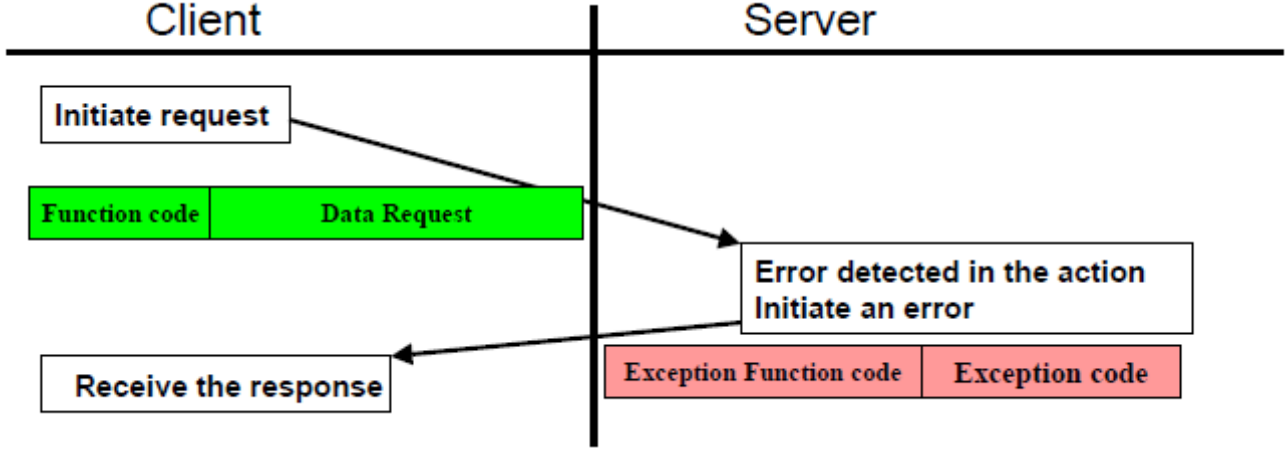
- Valores del function code y su significado

				Function Codes			
				code	*Sub code*	*(hex)*	*Section*
Data Access	**Bit access**	Physical Discrete Inputs	Read Discrete Inputs	**02**		**02**	6.2
		Internal Bits Or Physical coils	Read Coils	**01**		**01**	6.1
			Write Single Coil	**05**		**05**	6.5
			Write Multiple Coils	**15**		**0F**	6.11
	16 bits access	Physical Input Registers	Read Input Register	**04**		**04**	6.4
		Internal Registers Or Physical Output Registers	Read Holding Registers	**03**		**03**	6.3
			Write Single Register	**06**		**06**	6.6
			Write Multiple Registers	**16**		**10**	6.12
			Read/Write Multiple Registers	**23**		**17**	6.17
			Mask Write Register	**22**		**16**	6.16
			Read FIFO queue	**24**		**18**	6.18
	File record access		Read File record	**20**		**14**	6.14
			Write File record	**21**		**15**	6.15
Diagnostics			Read Exception status	**07**		**07**	6.7
			Diagnostic	**08**	**00-18,20**	**08**	6.8
			Get Com event counter	**11**		**OB**	6.9
			Get Com Event Log	**12**		**0C**	6.10
			Report Server ID	**17**		**11**	6.13
			Read device Identification	**43**	**14**	**2B**	6.21
Other			Encapsulated Interface Transport	**43**	**13,14**	**2B**	6.19
			CANopen General Reference	**43**	**13**	**2B**	6.20

Nivel de aplicación Modbus

- Conexión a un paso.





Nivel de aplicación Modbus

- Ejemplo:
  - El cliente quiere leer ciertos registros y escribir sobre otros, esta es la estructura de los mensajes

Request

Function code	1 Byte	**0x17**
Read Starting Address	2 Bytes	0x0000 to 0xFFFF
Quantity to Read	2 Bytes	0x0001 to 0x007D
Write Starting Address	2 Bytes	0x0000 to 0xFFFF
Quantity to Write	2 Bytes	0x0001 to 0X0079
Write Byte Count	1 Byte	2 x **N***
Write Registers Value	**N***x 2 Bytes	

***N** = Quantity to Write

Response

Function code	1 Byte	**0x17**
Byte Count	1 Byte	2 x **N'***
Read Registers value	**N'*** x 2 Bytes	

***N'** = Quantity to Read

Error

Error code	1 Byte	**0x97**
Exception code	1 Byte	01 or 02 or 03 or 04

Nivel de aplicación Modbus

- En la conexión en el laboratorio vamos a realizar esa solicitud: leer los registros 45392 y el siguiente, y escribir sobre los registros 40001 y el siguiente un valor de 123. Este es el mensaje a enviar en hexadecimal (RTU):

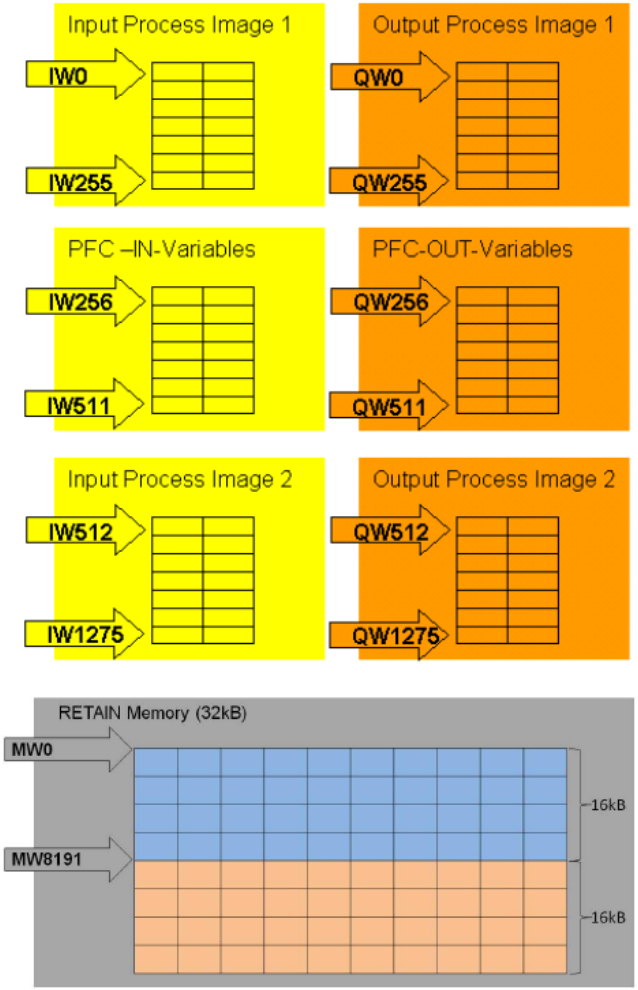
0x17 0xB150 0x0002 0x9C41 0x0002 0x007B 0x007B

Direcciones Registros MODUS

- La dirección de los registros a leer y escribir dependen del dispositivo MODBUS
- Manual Fabricante
- Tablas para la conversión direcciones IEC61131 – direcciones registro MODBUS
- HMIs con la posibilidad de utilizar dichas tablas (Vijeo – Designer)

Tablas de registros MODBUS

- IEC 61131 WAGO



750-88x: MODBUS vs IEC 61131 Addresses for FC6, FC16, FC22 and FC23			
MODBUS Address [dec]	[hex]	IEC 61131 Address	Description
0 ... 255	0x0000 ... 0x00FF	%QW0 ... %QW255	Physical output area (1) First 256 words of physical output data
256 ... 511	0x0100 ... 0x01FF	%IW256 ... %IW511	PFC IN area Volatile PLC input variables
512 ... 767	0x0200 ... 0x02FF	%QW0 ... %QW255	Physical output area (1) First 256 words of physical output data
768 ... 1023	0x0300 ... 0x03FF	%IW256 ... %IW511	PFC IN area Volatile PLC input variables
1024 ... 4095	0x0400 ... 0x0FFF	-	MODBUS exception: “Illegal data address”
4096 ... 12287	0x1000 ... 0x2FFF	-	Configuration register (see manual for details)
12288 ... 24575	0x3000 ... 0x5FFF	%MW0 ... %MW12287	NOVRAM 8 kB retain memory (max. 24 kB)
24576 ... 25339	0x6000 ... 0x62FC	%QW512 ... %QW1275	Physical output area (2) Additional 764 words physical output data
25340 ... 28671	0x62FD ... 0x6FFF	-	MODBUS Exception: “ Illegal data address”
28672 ... 29435	0x7000 ... 0x72FC	%QW512 ... %QW1275	Physical output area (2) Additional 764 words physical output data
29436 ... 32767	0x72FD ... 0x7FFF		MODBUS Exception: “ Illegal data address”
32768 ...36863	0x8000 ...0x8FFF	%MW12288 ..%MW16383	NOVRAM 8 kB
36864 ...65535	0x9000 ...0xFFFF		MODBUS exception: “Illegal data address”

Tablas de registros MODBUS

- IEC 61131 (M340)

Compact PLC	M340 PLC	M340 PLC using the M340 EGD
0x output bits	%M IO bits	%M output bit memory space
1x input bit		%M input bit memory space (offset)
3x input registers		%MW input register memory space (offset)
4x holding registers	%MW registers	%MW holding register memory space

Tablas de registros MODBUS

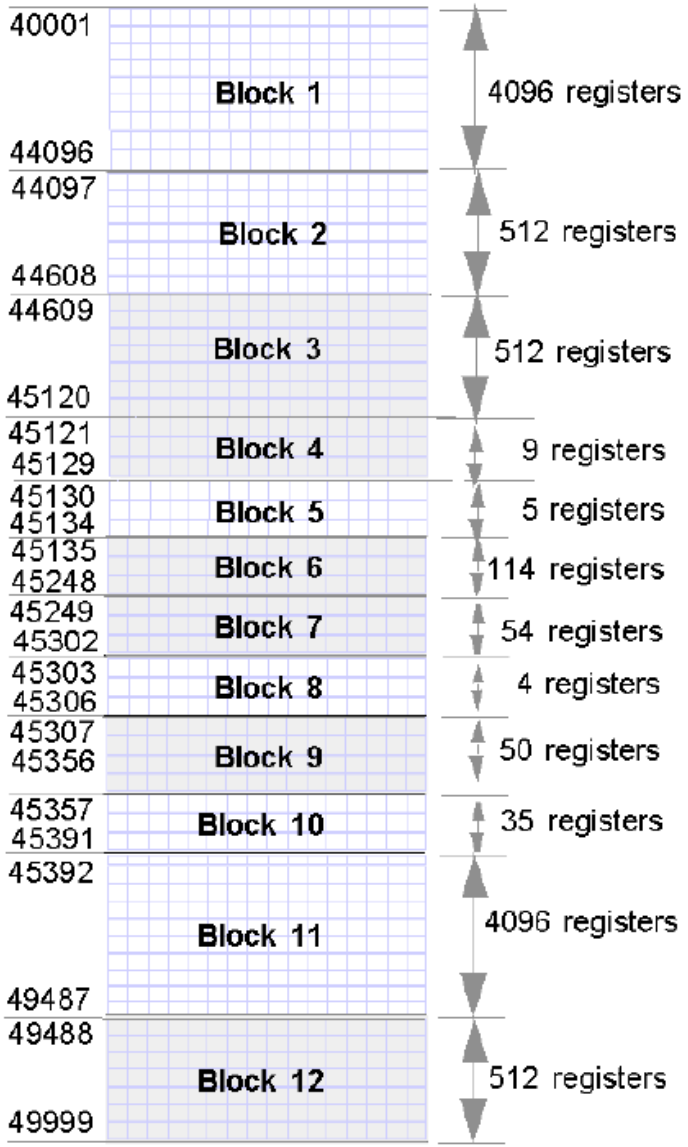
- PID industrial Delta

Address	Content	Definition
1000H	Present value (PV)	Measuring unit: 0.1 scale. The following values read mean error occurs. 8002H: Temperature not yet acquired 8003H: Not connected to sensor 8004H: Incorrect sensor
1001H	Set value (SV)	Measuring unit: 0.1 scale.
1002H	Upper limit of temp. range	Cannot exceed the default value
1003H	Lower limit of temp. range	Cannot fall below the default value
1005H	Control mode	0: PID, 1: ON/OFF, 2: Manual, 3: PID programmable
1006H	Heating/cooling control	0: Heating, 1: Cooling, 2: Heating/cooling, 3: Cooling/heating
1007H	1st heating/cooling control cycle	0 ~ 99 sec. 0: 0.5 sec.
1008H	2nd heating/cooling control cycle	0 ~ 99 sec. 0: 0.5 sec.
1009H	Proportional band (PB)	0.1 ~ 999.9
100AH	Ti value	0 ~ 9999
100BH	Td value	0 ~ 9999
1012H	Read/write Output 1 volume	Unit: 0.1%, only valid in manual control mode
1013H	Read/write Output 2 volume	Unit: 0.1%, only valid in manual control mode
1016H	Regulated temp. value	-99.9 ~ +99.9, Unit: 0.1
102AH	Read/write LED status	b0 : ALM3 、b1 : ALM2 、b2 : F 、b3 : C 、b4 : ALM1 、b5 : OUT2 、b6 : OUT1 、b7 : AT
102BH	Read/write key status	b0: Set, b1: Select, b2: Up, b3: Down, 0: Press it
102CH	Panel lockup status	0: Normal, 1: Fully locked, 11: SV adjustable
102DH	CT value	Unit: 0.1A
1815H	Programmable control Run or Stop	0: Run (default), 1: Stop
1816H	Programmable control Run or Pause	0: Run (default), 1: Pause

Tablas de registros MODBUS

- STB NIP

Block 1 output data process image (4096 registers available)
Block 2 fieldbus master-to-HMI output table (512 registers available)
Block 3 reserved (512 registers available)
Block 4 9-register block reserved for future read/write use
Block 5 5-register RTP Request Block
Block 6 114-register block reserved for future read/write use
Block 7 54-register block reserved for future read/write use
Block 8 4-register RTP Response Block
Block 9 50-register block reserved for future read-only use
Block 10 35 predefined island bus status registers
Block 11 input data/status process image (4096 registers available)
Block 12 HMI-to-fieldbus master input table (512 registers available)



Otros buses

- Profibus DP (http://www.profibus.org)
- DeviceNet (http://www.odva.org)
- AS-I (http://www.as-interface.com)
- Seriplex (http://www.seriplex.org)
- CANOpen (http://www.can-cia.de)
- SDS (http://www.honeywell.com/sensing/prodinfo/sds/)
- Interbus-S (http://www.interbusclub.com/)
- WorldFIP (http://www.worldfip.org)
- ControlNet (http://www.controlnet.org)
- ARCNet (http://www.arcnet.com)
- P-Net (http://www.infoside.de/infida/pnet/p-net_uk.htm)
- Hart (http://www.thehartbook.com/default.asp)
- LonWorks (http://osa.echelon.com/Program/LonWorksIntroPDF.htm)
- BITbus (http://www.bitbus.org)
- Sercos (http://www.sercos.com/technology/index.htm)
- Lightbus (http://www.beckhoff.com/english.asp?lightbus/default.htm)