



Proyecto de Graduación

Control de Nivel implementado en la estación de
entrenamiento GUNT RT 450 del Laboratorio de
Instrumentación Industrial

Subdecano de la Fiec:
Director del proyecto:
Vocales principales:

Ing. Jorge Aragundi R.
Ing. Holger Cevallos U.
Ing. Alberto Larco G.
Ing. Cesar Martin M.

Realizado por :

Richard Gudiño Padilla



Objetivos

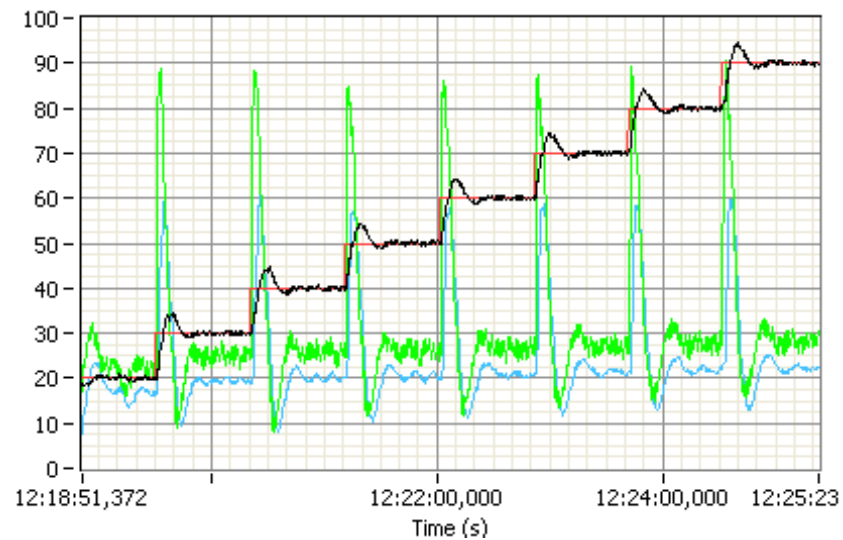
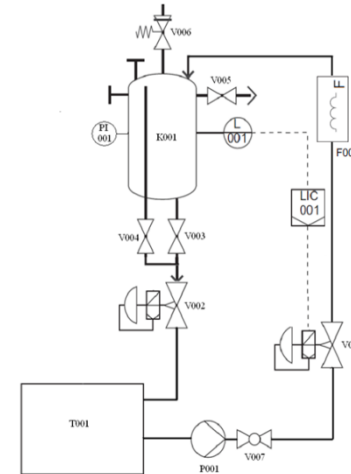
- Utilizar los equipos y herramientas del laboratorio para controlar una planta de nivel.
- Establecer la comunicación entre la planta, el PLC y el controlador, con Labview.
- Generar un aporte al contenido didáctico del Laboratorio de Instrumentación industrial.

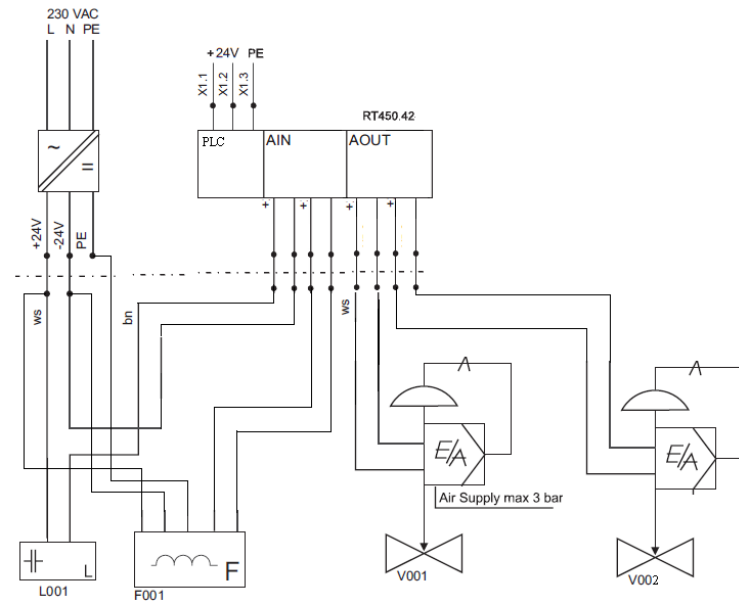
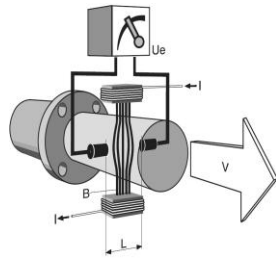
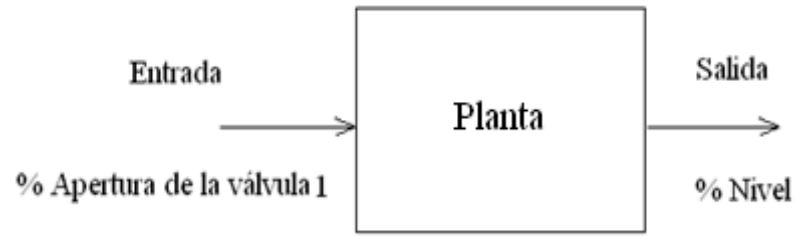
Estación RT 450

Montaje anterior

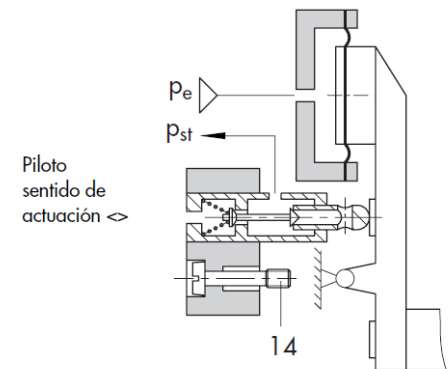
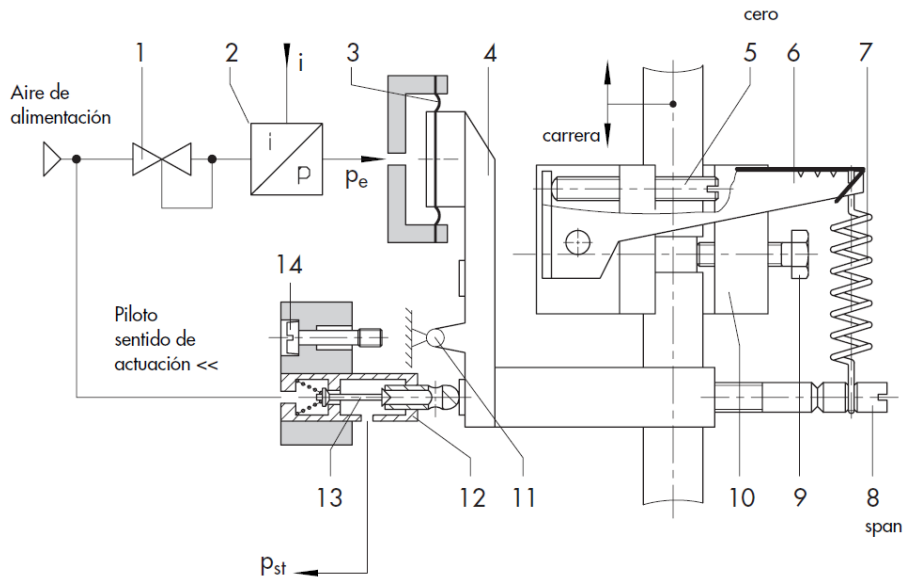
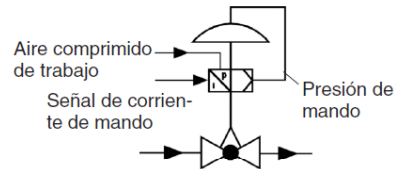
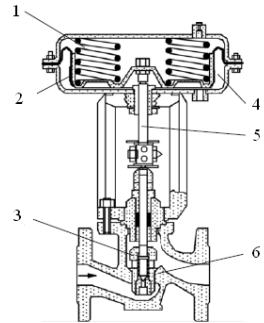
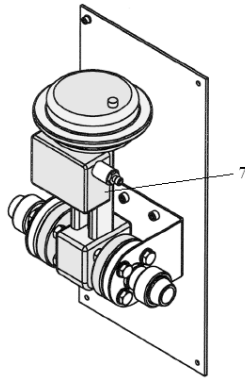


Montaje final



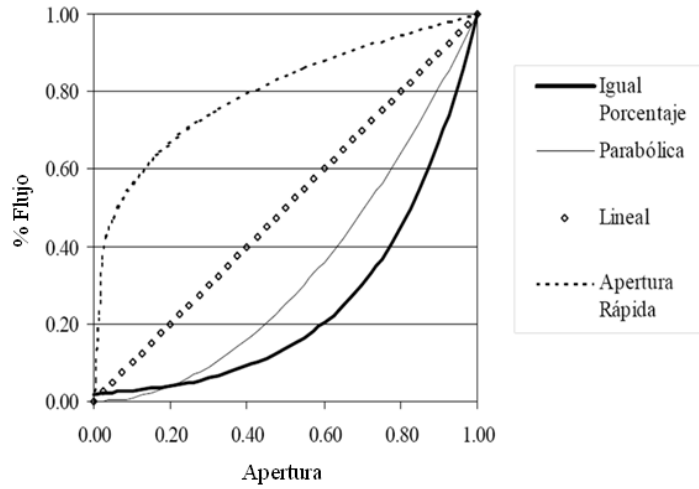


Válvula de Control con posicionador electroneumático



Esquema de funcionamiento del posicionador

Característica de Flujo



Apertura rápida

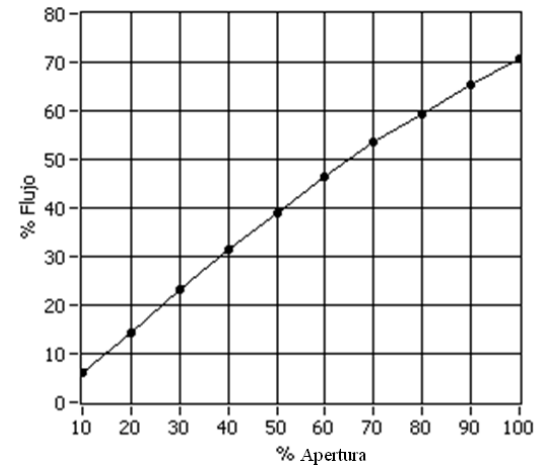


Lineal



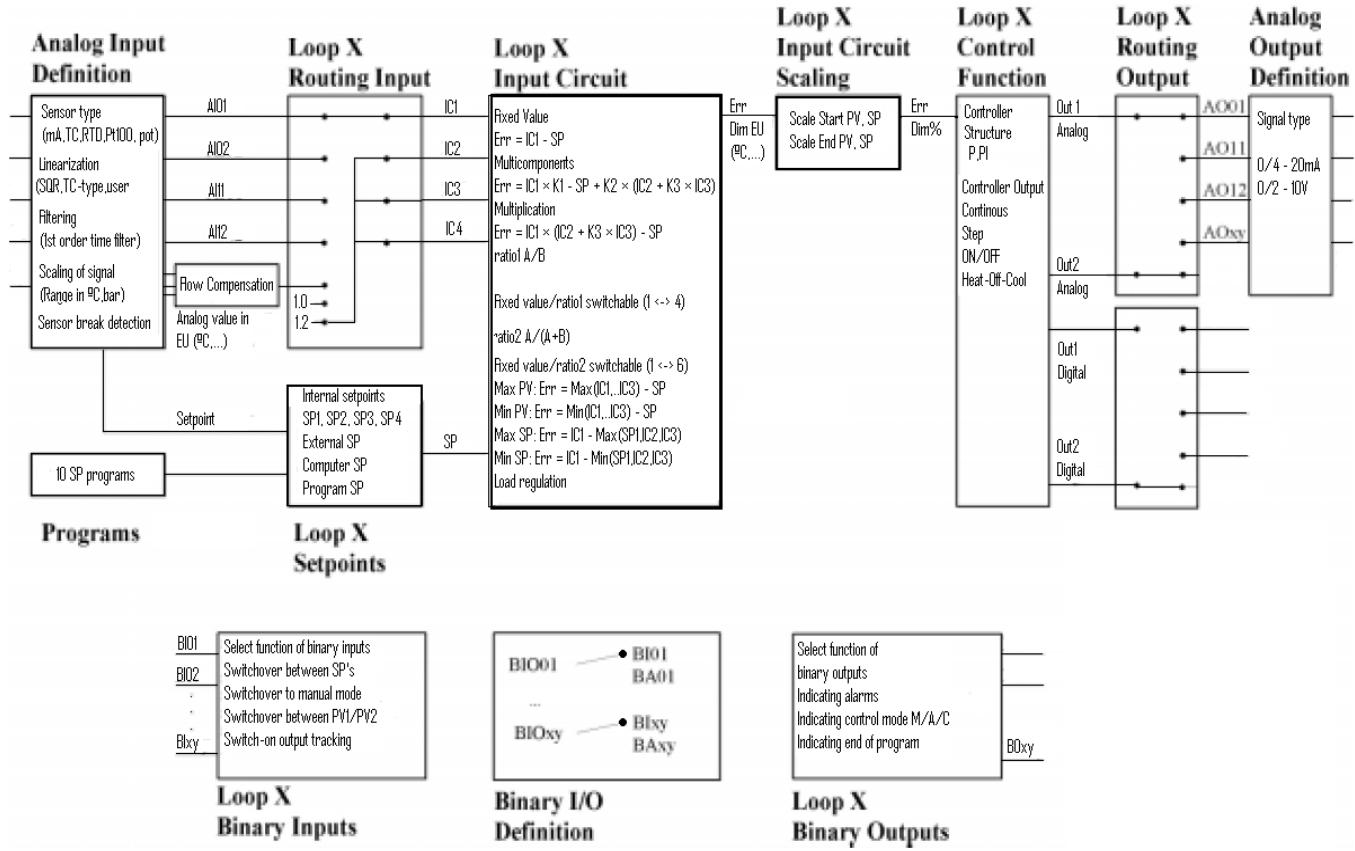
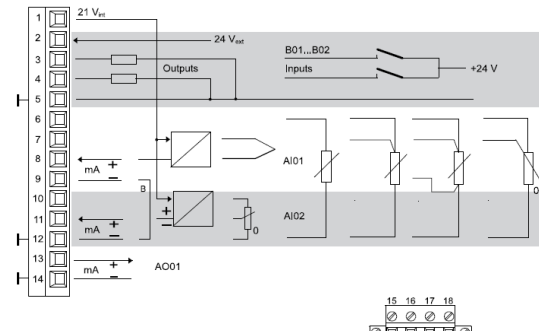
Equiporcentual

$$Q = C_v f(x) \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$$

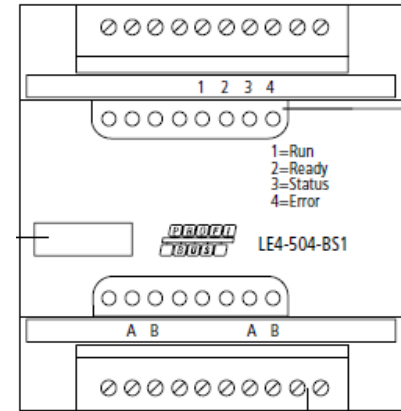
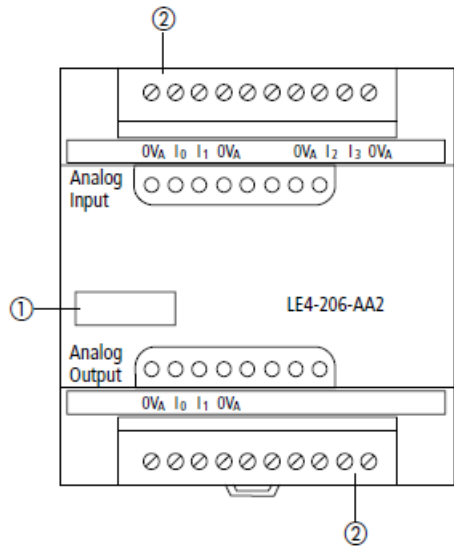
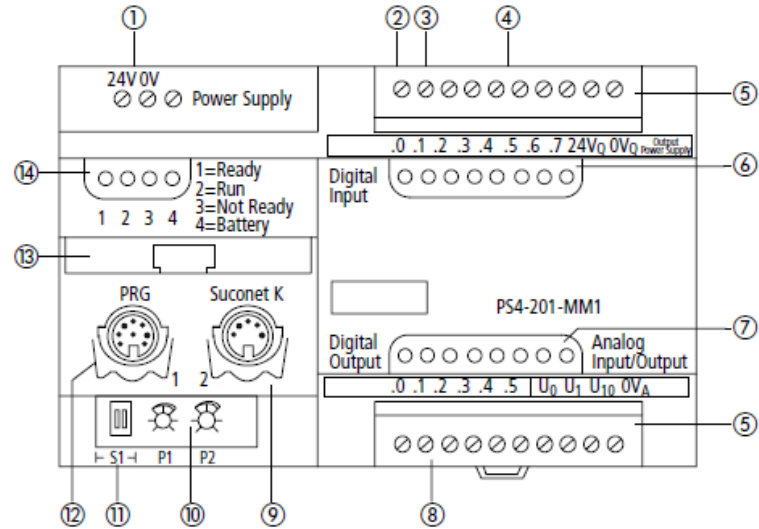


Característica instalada

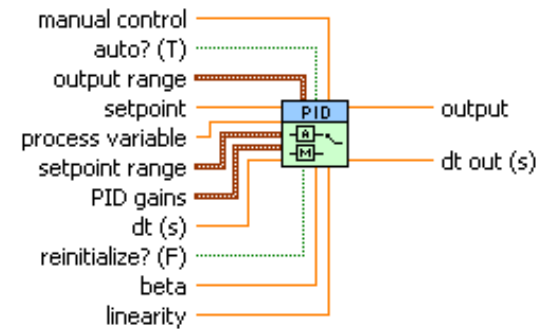
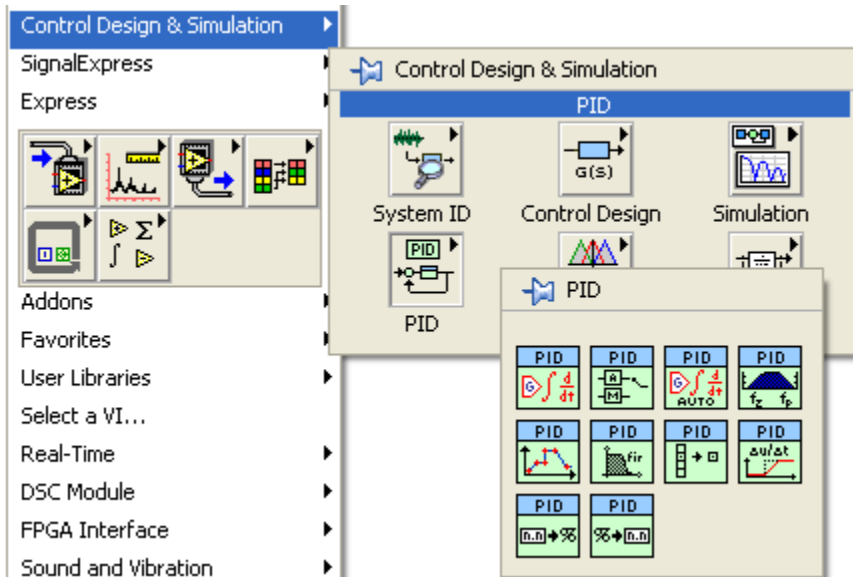
Controlador industrial ABB



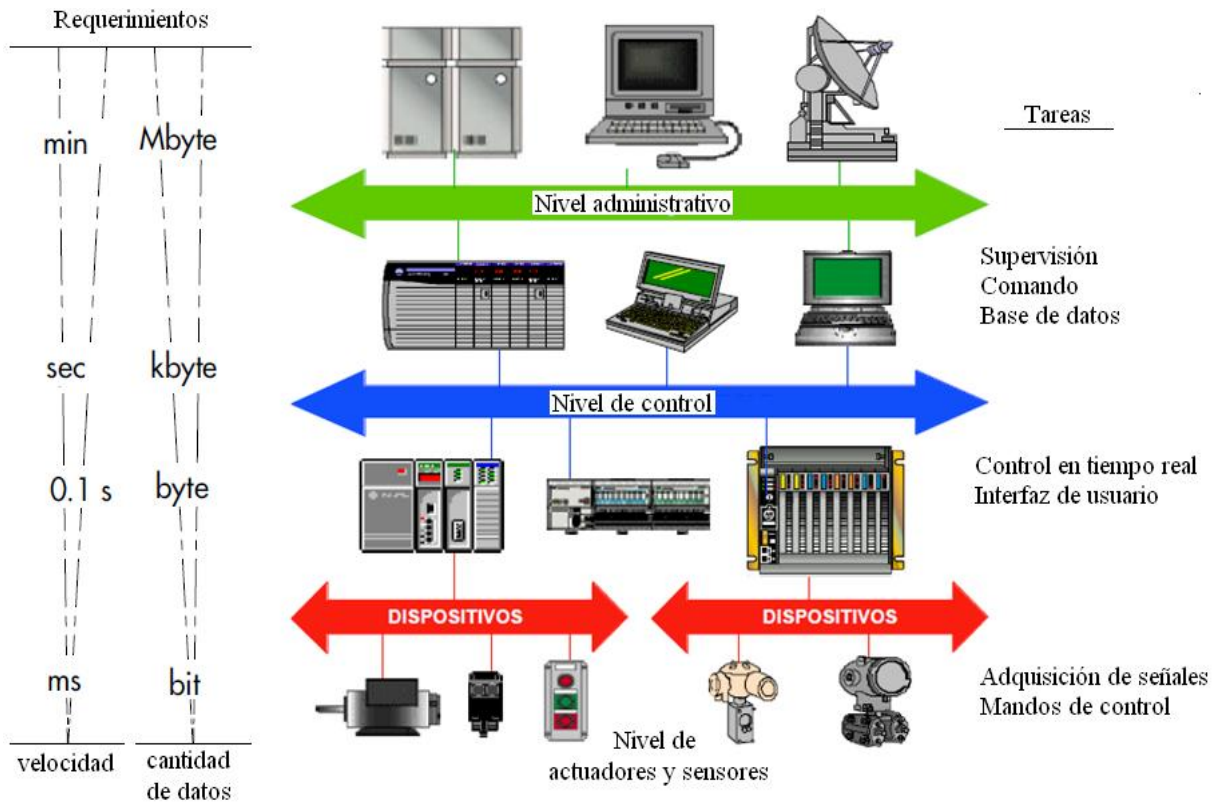
PLC Klockner Moeller



Labview Control Toolkit

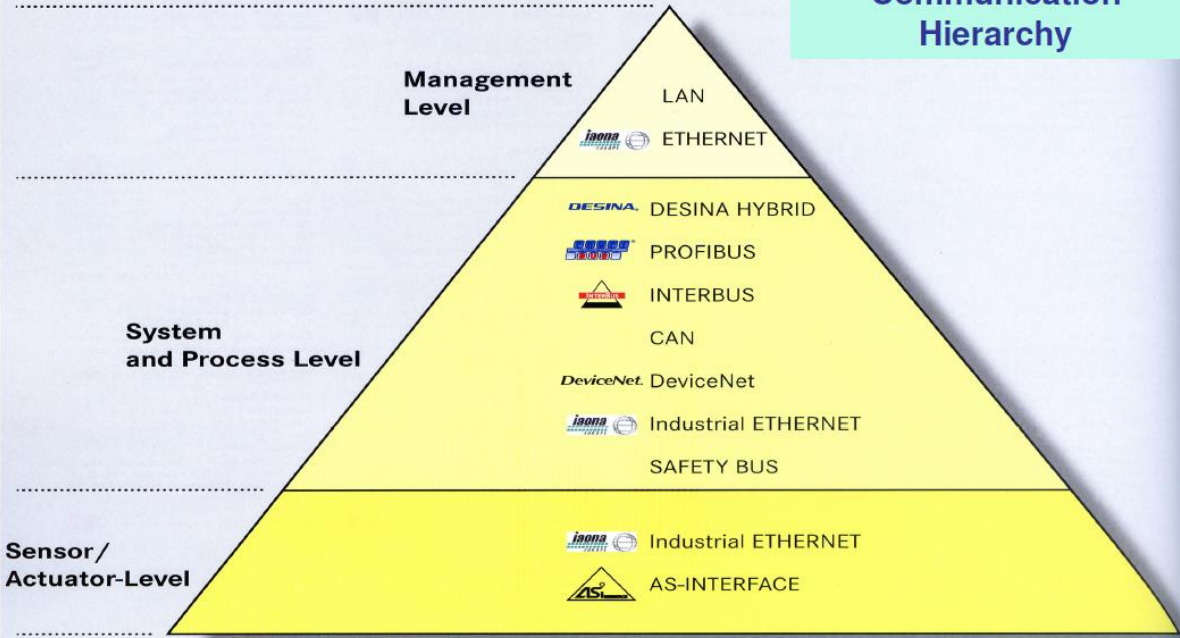


Comunicación en la industria



BUS Cables For Automation

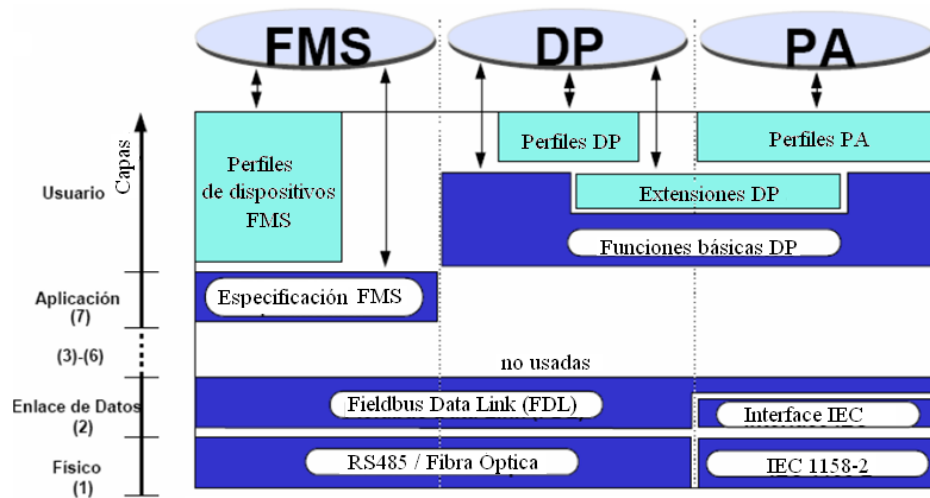
Communication Hierarchy



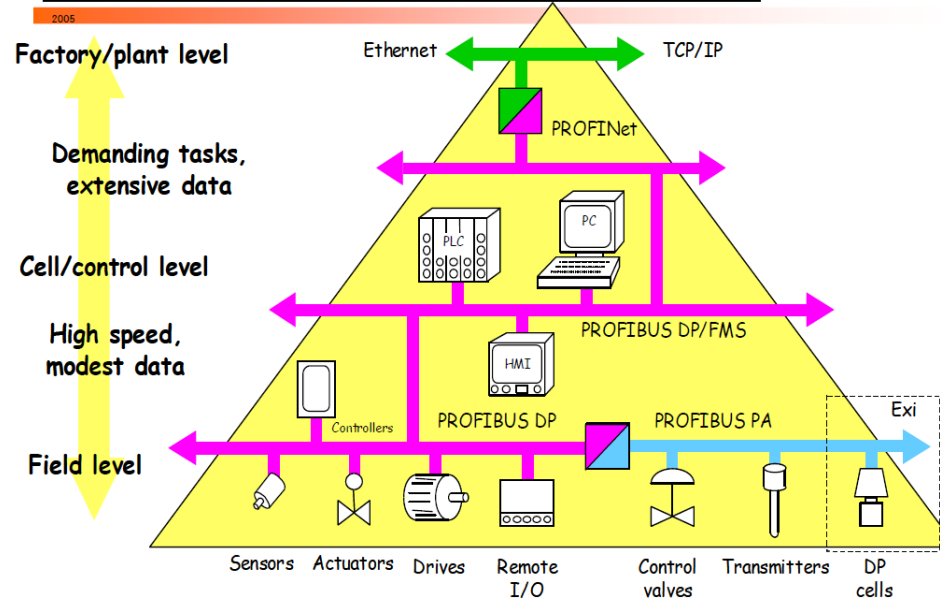
Modelo OSI y Profibus

Emisor	Receptor	Designación y función de las capas	
7	7	Aplicación	Servicios para el programa de usuario
6	6	Presentación	Representación y sintaxis de la información
5	5	Sesión	Sincronización y reglas para el diálogo
4	4	Transporte	Transferencia de mensaje de forma confiable, empaquetado
3	3	Red	Enrutamiento de mensajes
2	2	Enlace de datos	Tipo de acceso al medio y seguridad de los datos
1	1	Física	Conectores, Medio de comunicación, Patrón eléctrico, etc

Medio de transmisión

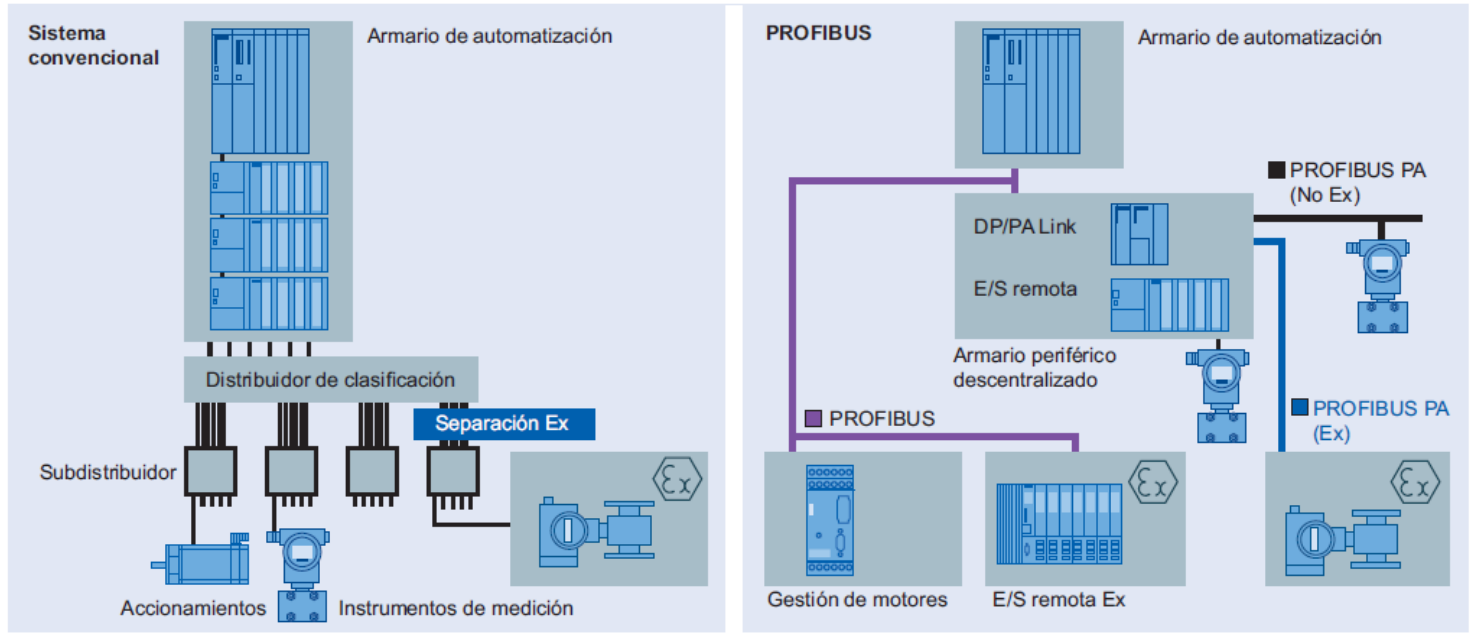


PROFIBUS is applicable at all levels of automation



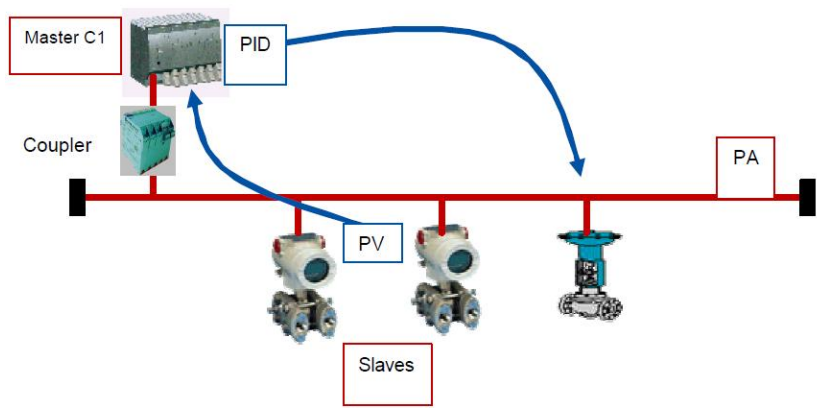
Perfiles de Profibus (Familia Profibus)

EN 50170 Volume 2		
<p>PROFIBUS-FMS Automatización de Propósito General</p> <ul style="list-style-type: none"> - Amplio rango de aplicaciones - Nivel de célula - Flexibilidad - Tareas de comunica. complejas - Comunicación Multi-maestro 	<p>PROFIBUS-DP Automatización de planta</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alta velocidad. Rápida - Plug & Play - Eficiente y barato - Comunicación de sistemas de control y E/S distribuidas a nivel de dispositivo 	<p>PROFIBUS-PA Automatización de procesos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Orientado a la aplicación - Alimentación de los dispositivos a través del bus - Seguridad intrínseca



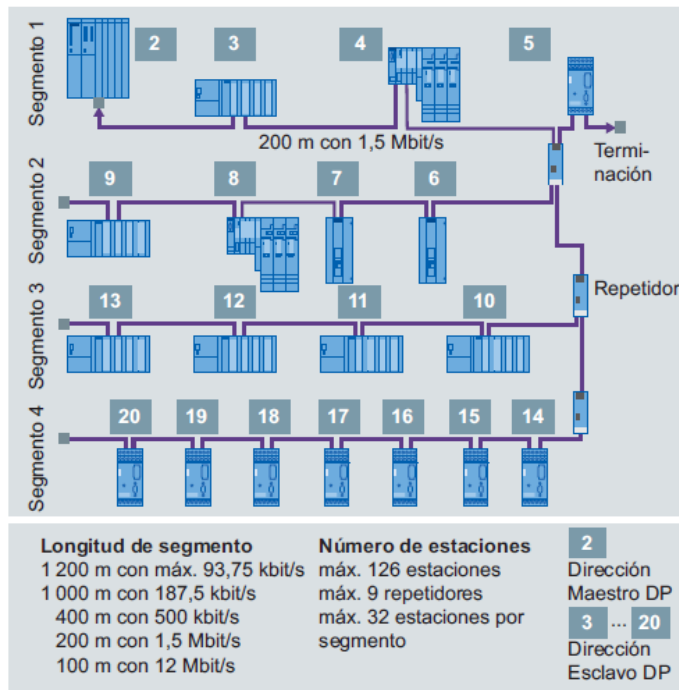
Diseño de PROFIBUS en comparación con la transmisión convencional de señales

Profibus PA

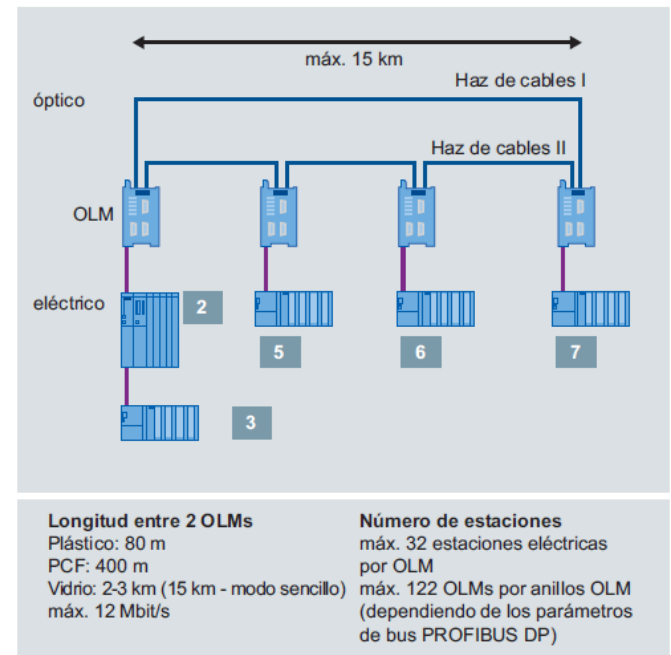


Profibus DP

Capa física

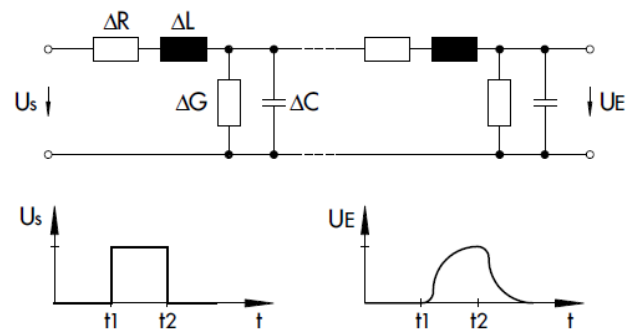


Red RS 485 eléctrica con topología en línea/árbol



Ejemplo de configuración de un anillo óptico combinado con una red eléctrica

Velocidad de transmisión (Kbits/s)	9.6	187.5	500	1500	12 000
Longitud de la red (m)	1200	1000	400	200	100



Equivalent circuit diagram of a transmission cable

bits	level [volt]
00	0 V
01	5 V
10	10 V
11	15 V

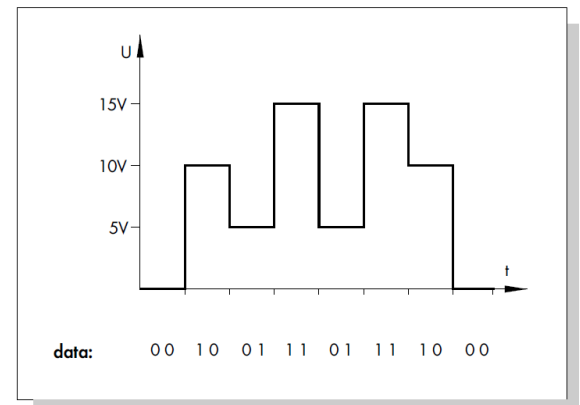
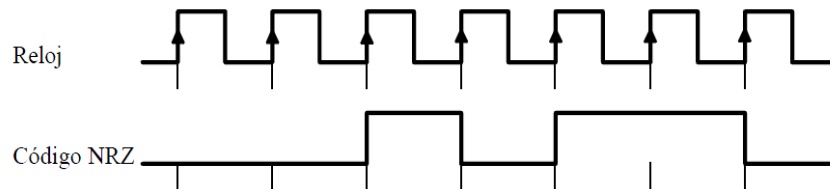
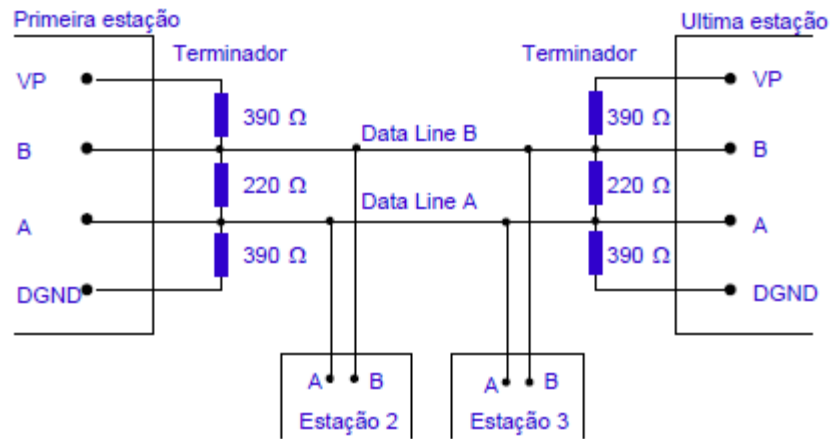
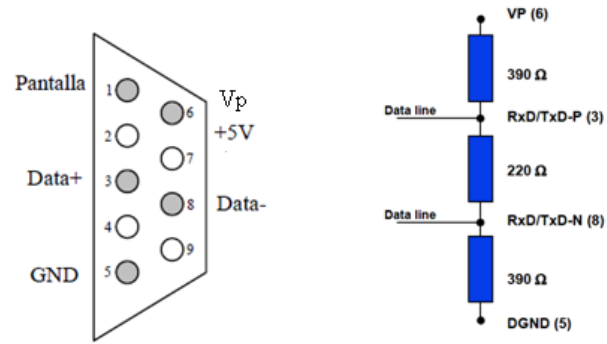


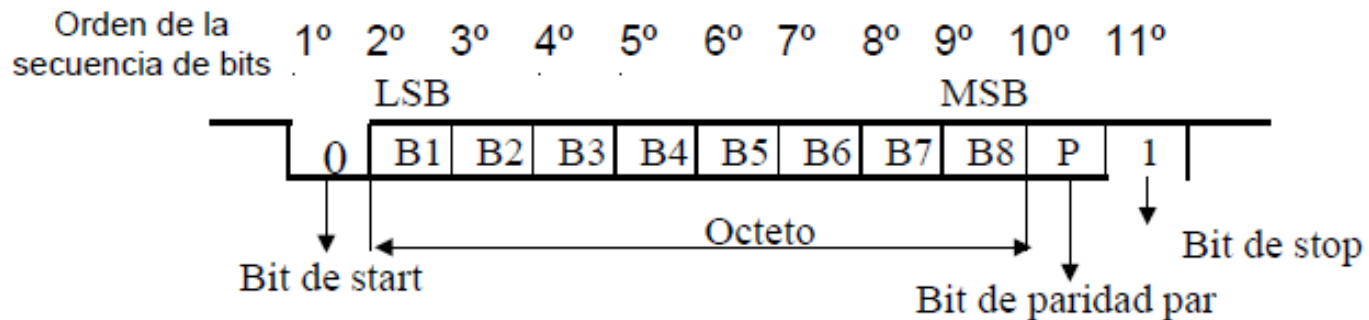
Fig. 5: More complex encoding reduces transmission frequency





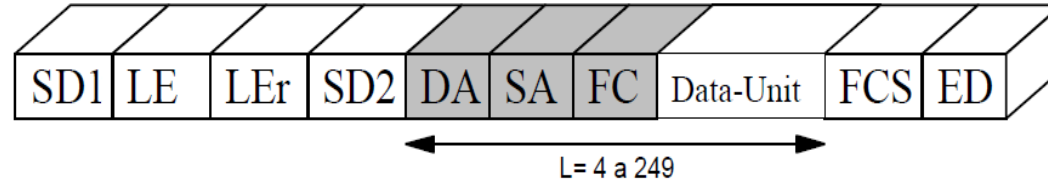
- ✓ Cada trama consta de un número de **caracteres de trama**, caracteres UART (UC).

Es un carácter start-stop para **transmisión asíncrona**

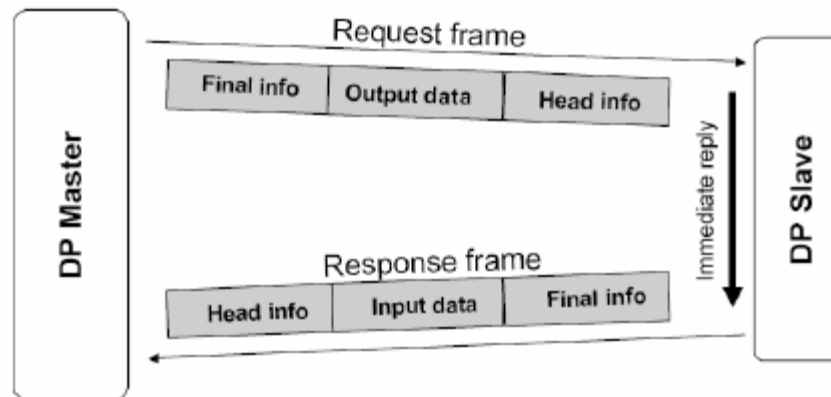


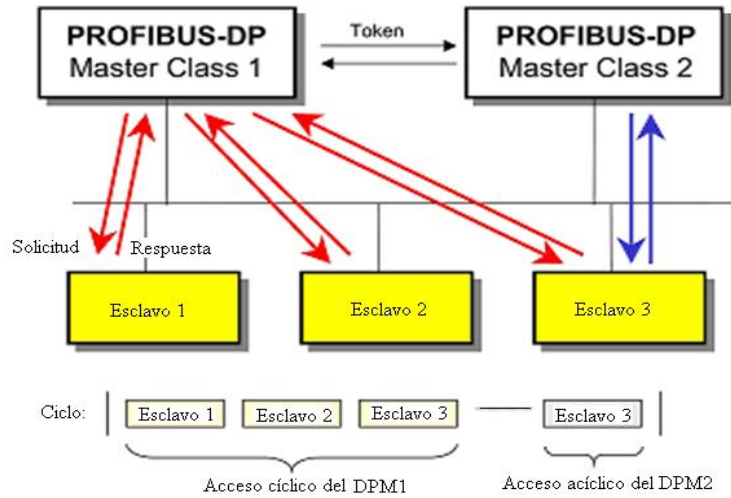
- ✓ La **sincronización** de bit del receptor siempre empieza con el flanco descendente del **bit de start**.
- ✓ Todos los bits se muestrean en la mitad del tiempo de bit

Capa de Enlace – FDL Fieldbus data link

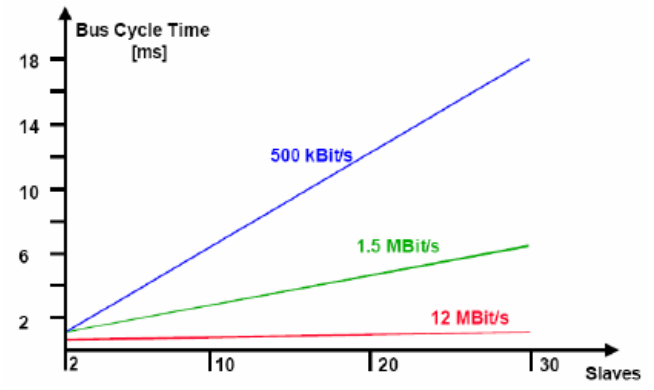
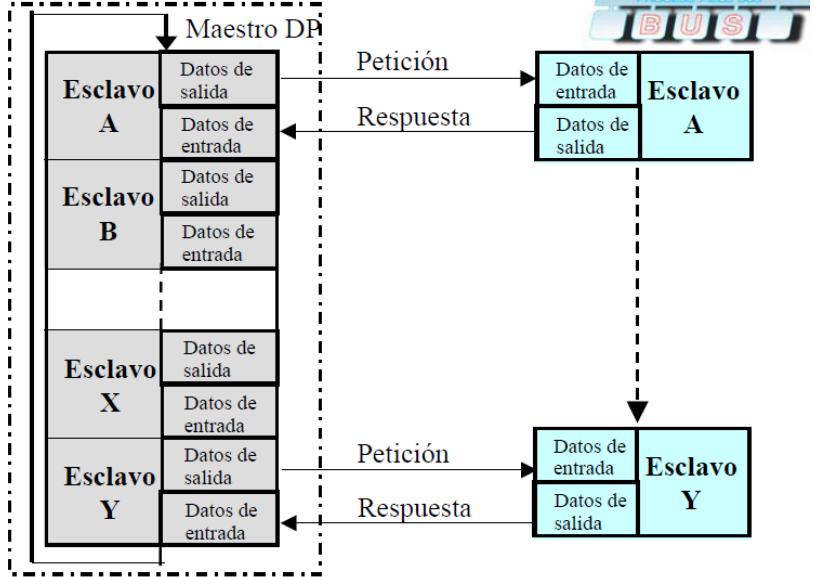


- SD: Start Delimiter (byte de inicio)
- LE, LEr: Length byte (byte de longitud)
- DA: Destination Address byte (byte de dirección de destino)
- SA: Source Address byte (byte de dirección de origen)
- FC: Frame Control byte (byte de control del mensaje)
- Data-Unit:
- FCS: Frame Check Sequence (byte de chequeo)
- ED: End Delimiter (byte final)
- L: Longitud del campo de información





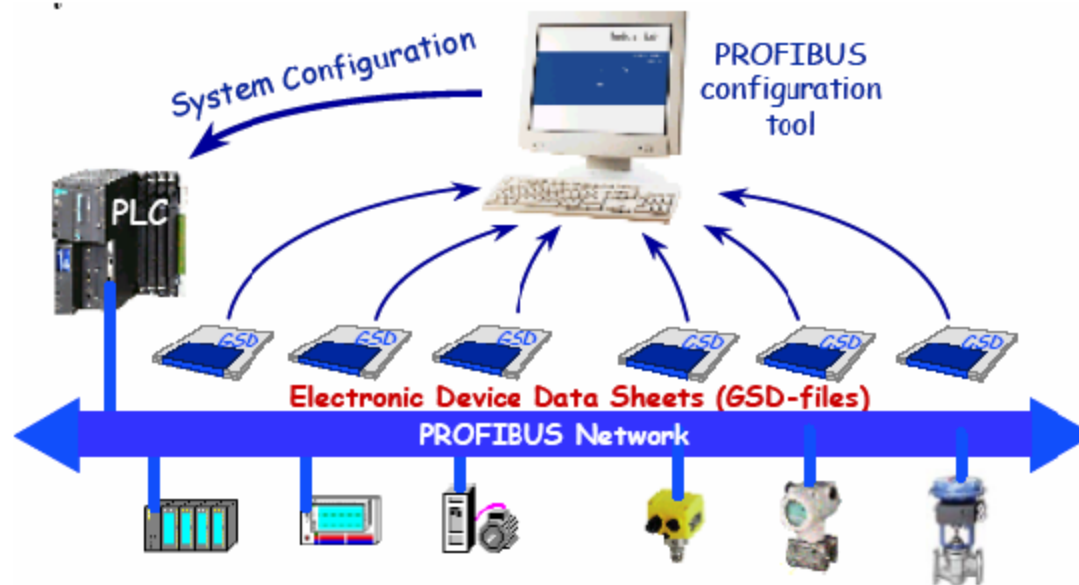
Procesado Lista de Sondeo



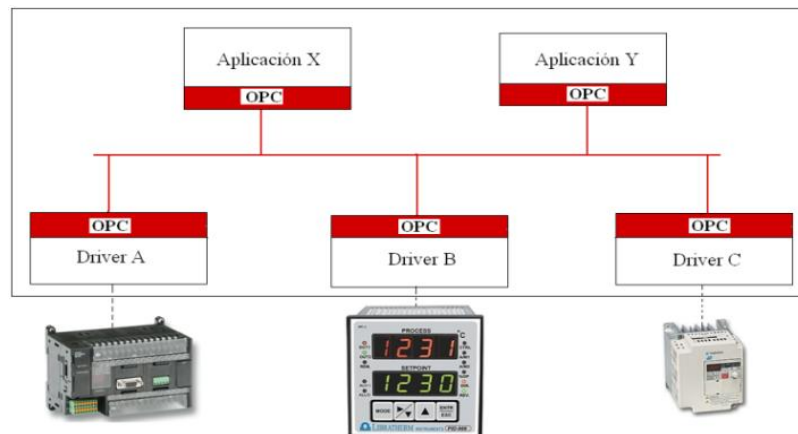
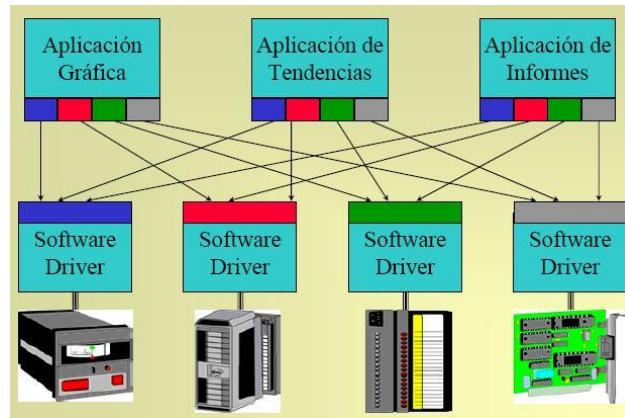
DP-V0. Transferencia cíclica de datos, diagnóstico de estaciones, soporte de interrupciones, ficheros GSD.

DP-V1. Agrega comunicación acíclica de datos.

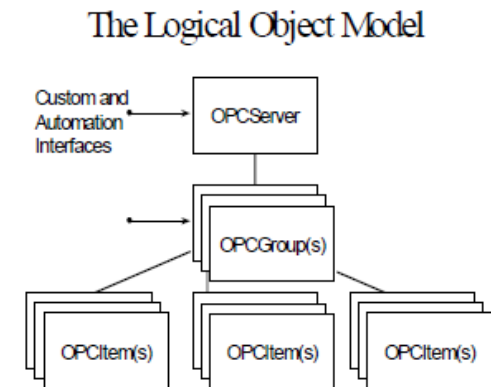
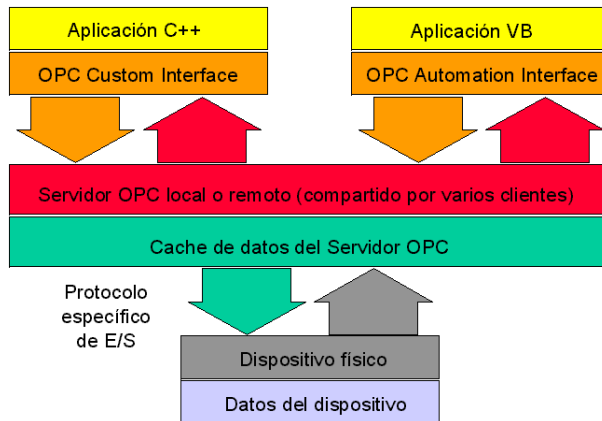
DP-V2. Permite comunicación entre esclavos.



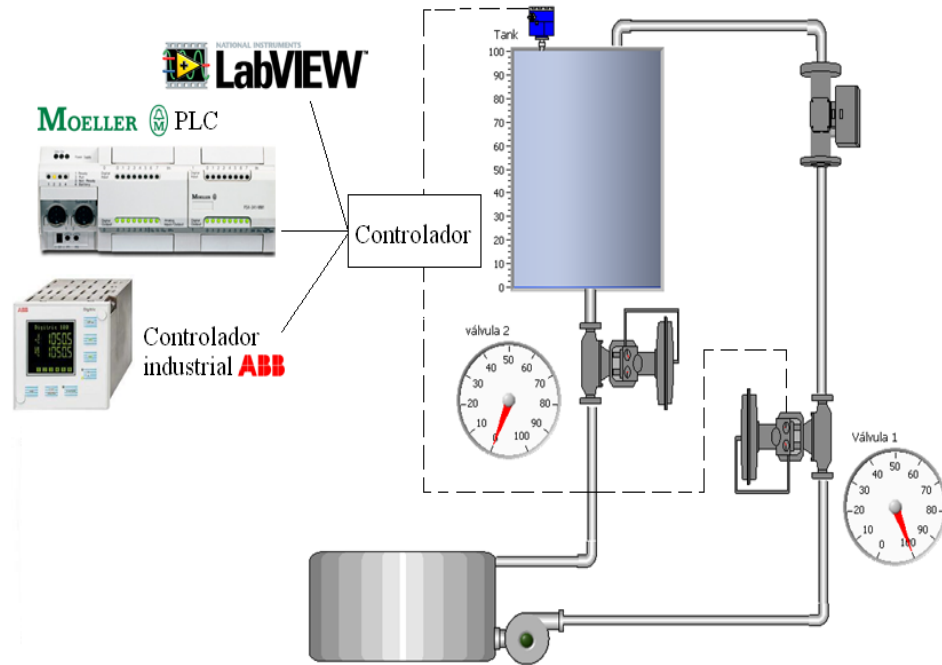
OPC (Ole for Process Control)



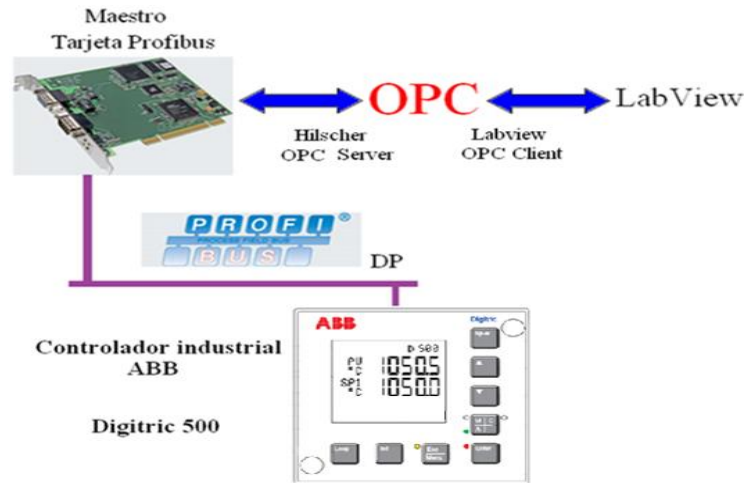
La tecnología OPC se implementa en base a la arquitectura cliente/servidor. El cliente solicita o llama al servidor, y el proceso de comunicación básicamente consiste en la codificación y decodificación de los datos para el traspaso de datos entre el cliente y el servidor.



Implementación



Controlador Industrial



```

Indication 2
Incl. Param.
In/Outputs
act. PID-Par.
Identification
Lib.ver:3.4.0
Fu.Vers:00.000

```

```

1 PU... 61.3 °C
2 SP2... 54.0 °C
3 Out... 61.3 %

```

```

Indication 2
Incl. Param.
In/Outputs
act. PID-Par.
Identification
Lib.ver:3.4.0
Fu.Vers:00.000

```

See manual 42/62-50013

Indication2

Operation2

```

Selftune
no Selftune
Selftune
Start Selft.?
Selftune
Cancel Selft.?
Selftune
Selftune > Kp
2.2000

```

Selftune

```

Indication 2
Operate 2
Selftune
Parameter
Configuration
Service
Supervisor

```

Password:00000

Parameter

```

Parameter
INSTRUMENT
0000
PROGRAMM 1
PROGRAMM 2
PROGRAMM 3
PROGRAMM 4
PROGRAMM 5
PROGRAMM 6
PROGRAMM 7
PROGRAMM 8
PROGRAMM 9
PROGRAMM 10

```

Configuration

```

Configuration
INSTRUMENT
AI-DEFINITION
00/0101
BIO-DEFINIT.
LOOP 1
LOOP 2
LOOP 3
LOOP 4
PROGRAMMER
STATE CORR1
STATE CORR2

```

Password:00000

```

Configuration
AI-DEFINITION
00/0101
02 AI 02
11 AI11
12 AI12
13 AI13
14 AI14
23 AI21
23 AI22
23 AI23
24 AI24
31 AI31

```

Service

```

Indication 2
Operate 2
Selftune
Parameter
Configuration
Service
Supervisor

```

Password:00000

```

Service
Information
Info Hardw.
Info Latcom
Dislar Unit
Adjustment
Calibration

```

Supervisor

```

Indication 2
Operate 2
Selftune
Parameter
Configuration
Service
Supervisor

```

Password:00000

```

Supervisor
WATER RESET
Fisibility
Memorycard

```

Loop 1					Function
Module	Query Param.	Response			
01	<i>CONTROLLER FUNCTION</i>				
Q01	D	1	5	fc	
	•	•	•	+	1 SINGLE LOOP
	•	•	•		3 SLAVE CONTR.
	•	•	•		4 OVERR.M.MIN
	•	•	•		5 OVERR.M.MAX
	•	•	•		8 MANUALSTATION
	•	•	•		9 SETPT.STATION
	•	•	•		10 RATIO STATION
	•	•	•		11 POSITIONER
					Single-channel controller
					Slave controller in cascade
					Min. override adjustment Master controller
					Max. override adjustment Master controller
					Single-channel manual station
					Single-channel set point station
					Single-channel ratio station
					Single-channel positioner

TABLA INSTRUMENTO

Operación Remota
 Asignación automática de los módulos
 Comunicación a través de Profibus
 Dirección de Profibus esclavo

TABLA AI DEFINITION

AI01 es una señal de corriente de 4 a 20 mA.
 Correspondencia lineal entre la señal de 4 a 20 mA y el canal de entrada.
 Dimensión de AI01 %.
 Rango = 0 a 100

TABLA AO DEFINITION

Q01 es una señal de 4 – 20 mA

TABLA LOOP 1

Se configura al controlador como tipo lazo simple, de salida continua y característica manual directa.
 Se define al controlador como tipo PI, en donde la variable controlada es la entrada.
 Se define una sola señal de entrada, el error y el Set point, y el número de decimales.
 Ruteo de señal de entrada y salida.
 Definimos un solo setpoint local.
 Se configura el tipo de Operación Manual y automática.

Desarrollo de interfaz

- Configuración de Red Profibus
- Enlace a través de OPC



Variable	Descripción	Tipo	Dirección
Level_sensor	Sensor de nivel	Float	0x0001
Flow_sensor	Sensor de Flujo	Float	0x0003
Valve1	Válvula 1	Float	0x0047
Valve2	Válvula 2	Float	0x0059
W	SetPoint	Float	0x0335
Y	Salida del controlador	Float	0x033F
Kp	Constante Proporcional	Float	0X00C7
Tn	Tiempo de acción derivada	Float	0X00CB
Tv	Tiempo de reajuste	Float	0X00CD
Yh	Salida en modo manual	Float	0X00C5
Auto	Modo automático	Bit	0X0722
Manual	Modo manual	Bit	0X0723
Fault_sensor	Falla del sensor	Bit	0X05DE
Fault_v1	Falla de válvula1	Bit	0X0640
Fault_v2	Falla de válvula2	Bit	0X064A

Variables de Red de lectura

Variable	Descripción	Tipo	Dirección
Set_Auto	Conmutación al modo automático	Bit	0xF8CC
Set_Manual	Conmutación al modo manual	Bit	0XF8CD

Variablesde Red de escritura

Slave Configuration

General

Device: Protronic/Digitric Station address: 2

Description: ABB_Controller

Activate device in actual configuration

Enable watchdog control GSD file: ABB_9651.GSD

Max. length of in-/output data: 224 Byte Length of in-/output data: 94 Byte

Max. length of input data: 224 Byte Length of input data: 80 Byte

Max. length of output data: 64 Byte Length of output data: 14 Byte

Max. number of modules: 16 Number of modules: 4

Module	Inputs	Outputs	In/Out	Identifier
1 Wort Eing.	1 Word			0x50
2 Worte Eing.	2 Word			0x51
4 Worte Eing.	4 Word			0x53
8 Worte Eing.	8 Word			0x57
16 Worte Eing.	16			0x5F
32 Worte Eing.	32			0x40, 0x5F

Slot	Idx	Module	Symbol	Type	I	Addr.	I Len.	Type	O	Ad
1	1	32 Worte Eing.	Read	IW	0	32		QW	0	
2	1	1 Wort Ausg.	Set_op					QB	2	
3	1	Azykl Write Bytes	Azywrite	IB	64	6		QB	2	
4	1	Azykl Read Bytes	Azyread	IB	70	10		QB	10	

Assigned master: Station address 0 Master0

Master0 / CIF50-PB

Actual slave: Station address 2 ABB_Controller

2 / Protronic/Digitric

Buttons: OK, Cancel, Parameter Data..., DPV1 Settings..., Append Module, Remove Module, Insert Module, Predefined Modules, Symbolic Names

Parameter Data

Description: All Parameter Data in hex description

Byte	Description	Value
0	1 parameter data byte	0x00
1	2 parameter data byte	0x00
2	3 parameter data byte	0x00
3	4 parameter data byte	0x00
4	5 parameter data byte	0x01
5	6 parameter data byte	0x00
6	7 parameter data byte	0x03
7	8 parameter data byte	0x00
8	9 parameter data byte	0x47
9	10 parameter data byte	0x00
10	11 parameter data byte	0x59
11	12 parameter data byte	0x00
12	13 parameter data byte	0x35

Buttons: OK, Cancel, Parameter Data, Common, Module

Network View

Logical Network View

- abb_pb
 - Master0
 - Diagnostics
 - ABB_Controller
 - Read
 - Set_op
 - Azywrite
 - Azyread

Tag List

Tag Name	Type	Off...	Processing	Value	Description	Last Error
Level_sensor	Float	0 ...	direct	Read Only		
Flow_sensor	Float	4 ...	direct	Read Only		
Valve1	Float	8 ...	direct	Read Only		

Edit Input Tags, Module 'Read'

Array of Word	Long	Word	Byte	Bit	String
#000	1	1	1	1	0
#001					
#002					
#003					
#004					
#005					
#006					
#007					
#008					
#009					
#010					
#011					
#012					
#013					
#014					
#015					
#016					
#017					
#018					
#019					
#020					
#021					
#022					
#023					
#024					
#025					
#026					
#027					
#028					
#029					
#030					
#031					

Tag Details (Long): Tag name: Level_sensor, Tag description: [empty], Set default

Tag Details (Word): Tag name: [empty], Tag description: [empty], Set default

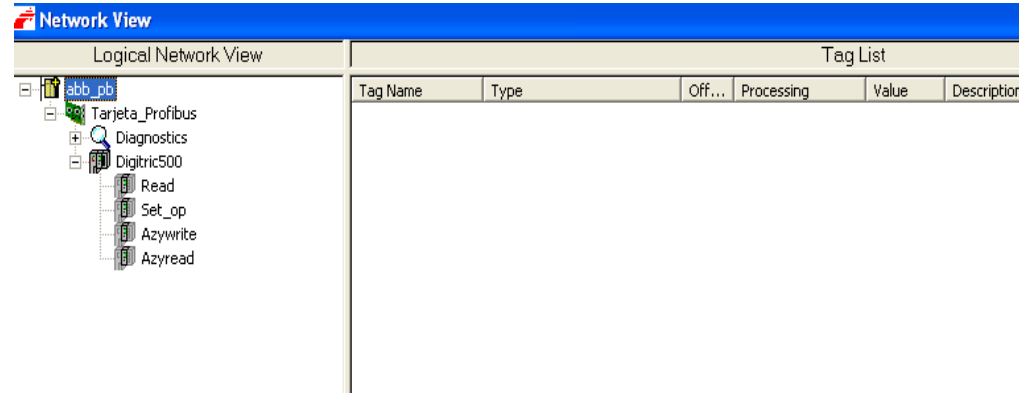
Tag Details (Byte): Tag name: [empty], Type: VT_R4 (float(EEEE)), Set default

Tag Details (Bit): Tag name: [empty], Type: VT_R4 (float(EEEE)), VT_I4 (long), VT_UI4 (unsigned long), Swap: [unchecked], Set default

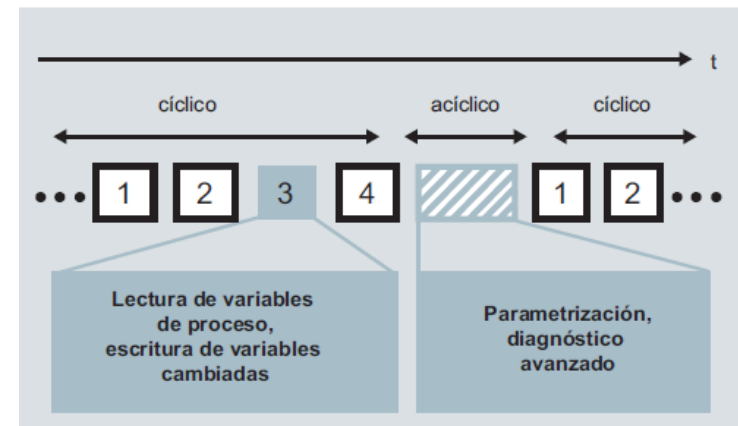
Tag Details (String): Length: 0, Tag name: [empty], Tag description: [empty], Set default

Access Path: [empty]

Comunicación de parámetros



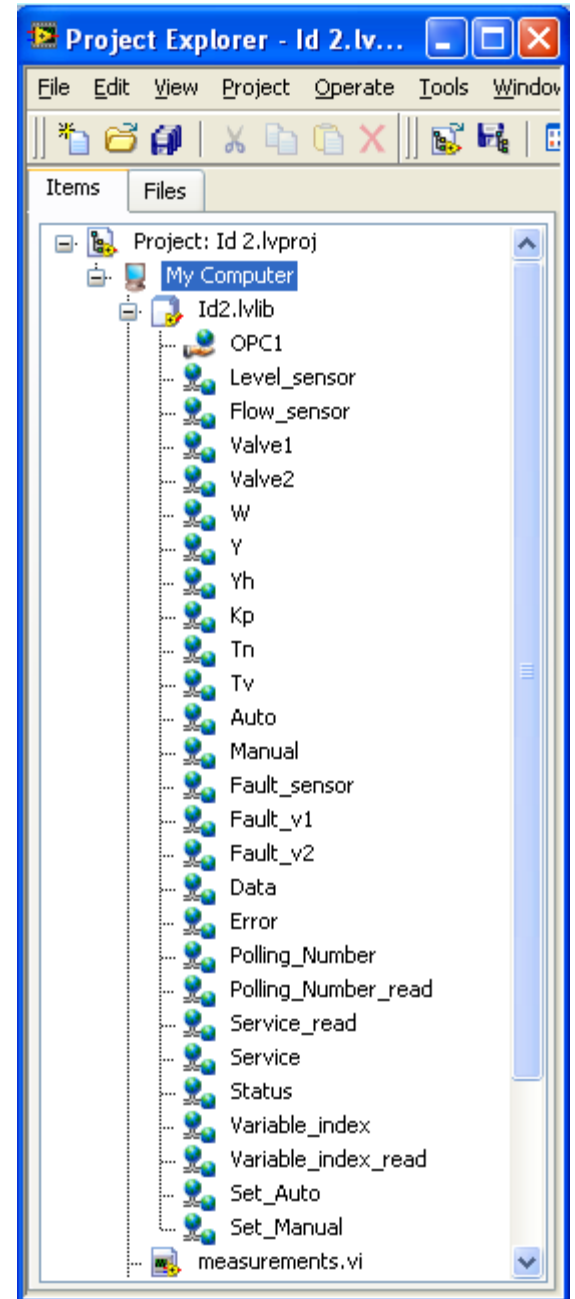
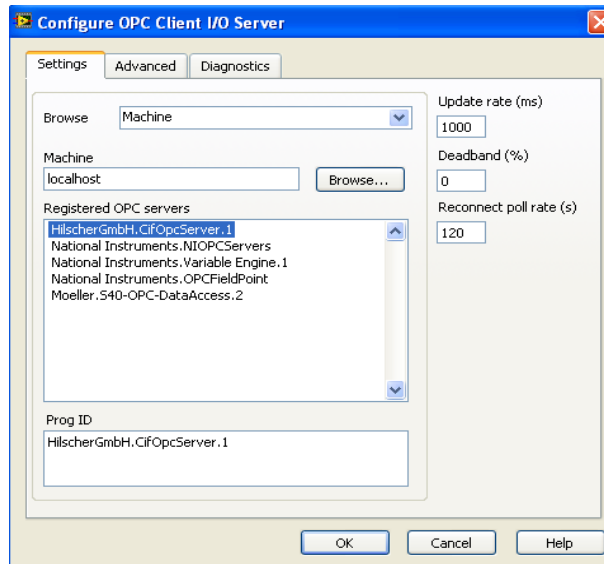
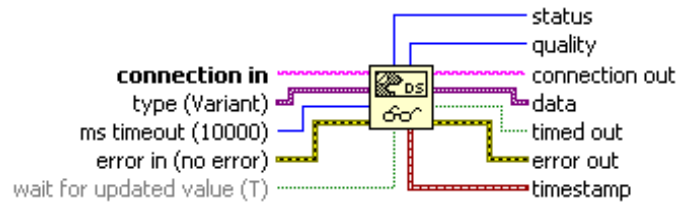
Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7
		Word 1					
Service =0x10	Polling number-	Variable index		1 to 4 data bytes			
Service =0x10	Polling number-	Variable index Lowbyte -	Variable index Highbyte -	1 to 4 data bytes			

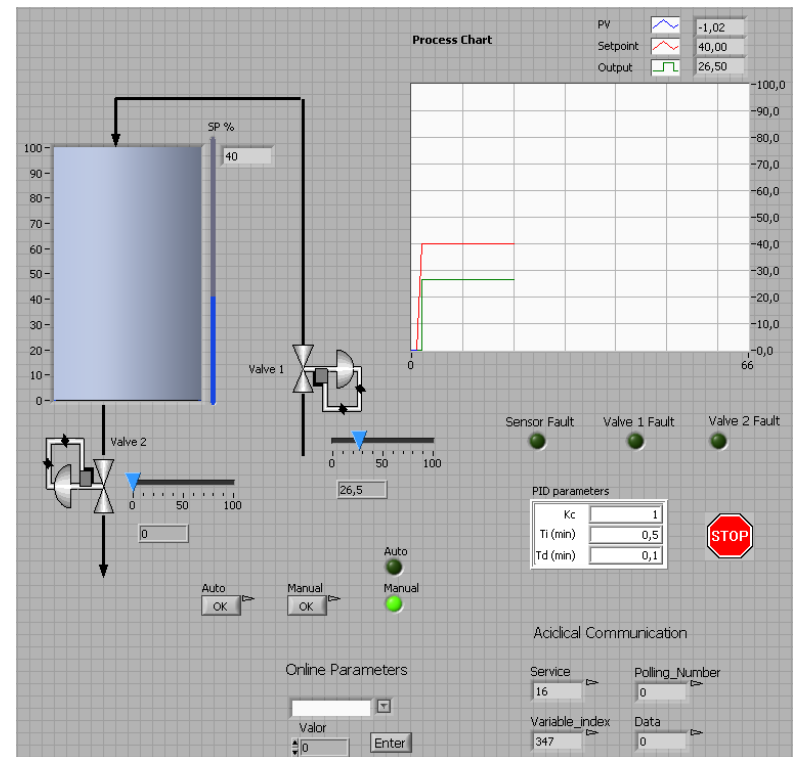
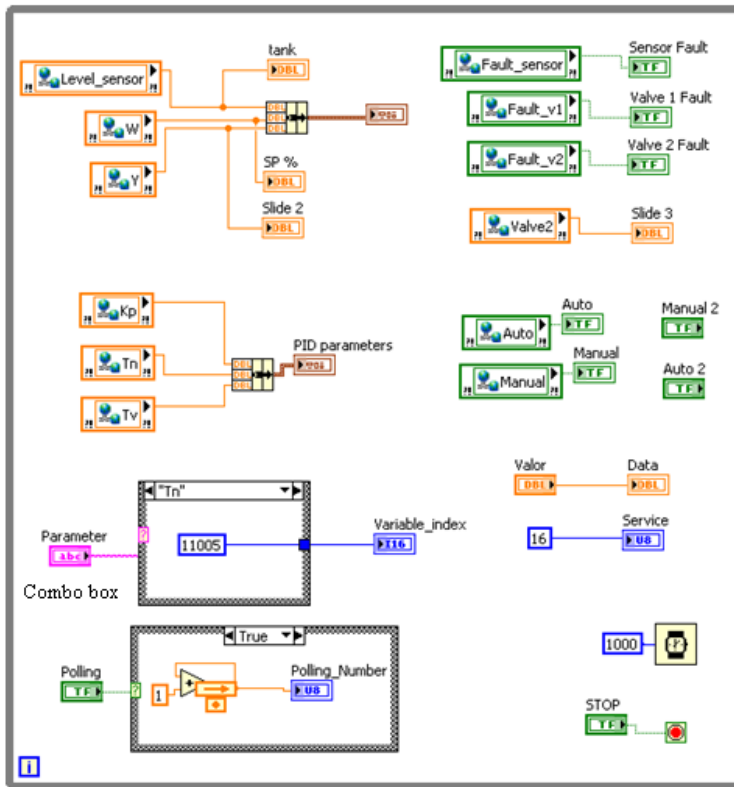


Comunicación por bus determinista de PROFIBUS

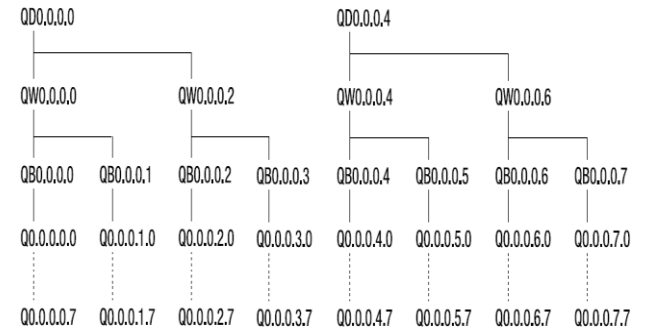
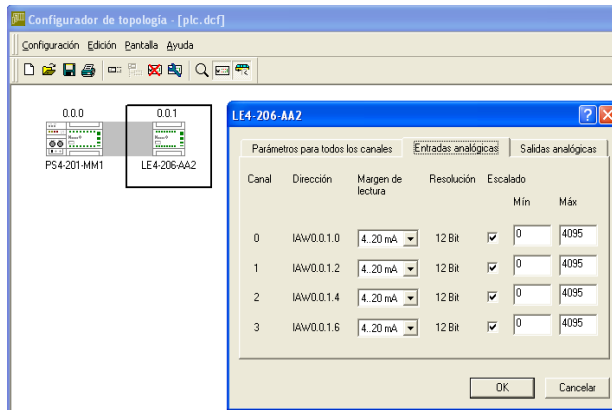
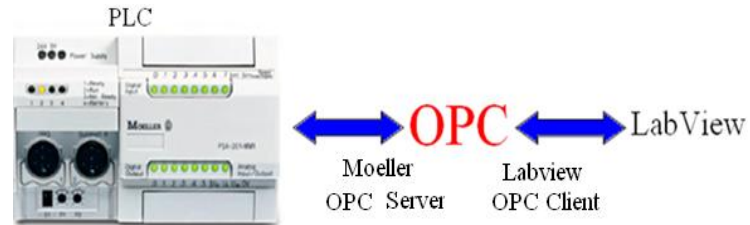
OPC Cliente

DataSocket Read

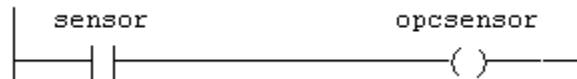
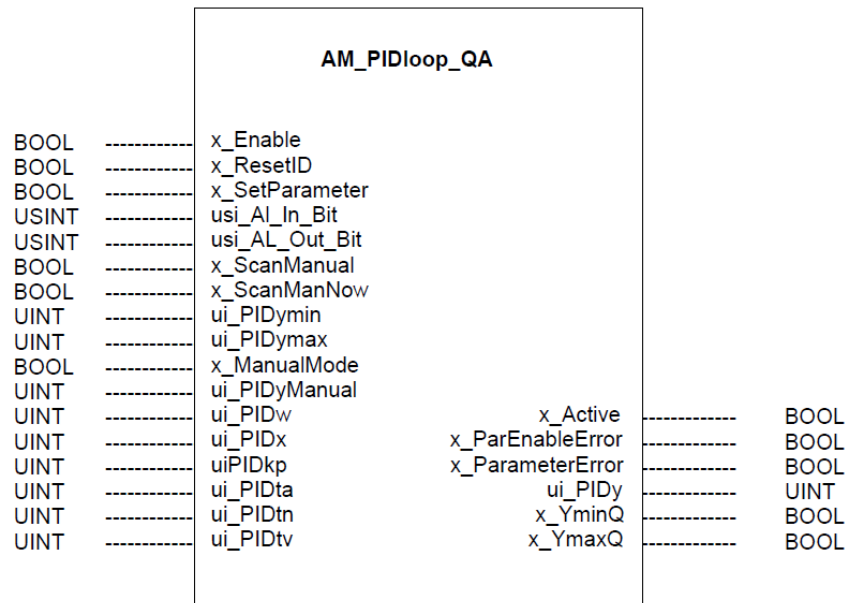




PID en el PLC



	Variable	Tipo	Valor inicial	Dirección
Sensores	sensor	UINT		AT %iaw0.0.1.4
	flow	UINT		AT %iaw0.0.1.6
Válvulas	valve	UINT		AT %qaw0.0.1.0
	valve2	UINT		AT %qaw0.0.1.2
Marcas para las señales físicas	opcsensor	UINT		AT %mw0.0.0.100
	opcvalve	UINT		AT %mw0.0.0.102
	opcflow	UINT		AT %mw0.0.0.104
	opcvalve2	UINT		AT %mw0.0.0.106
Marcas para las variables del bloque de función PID	xEnable_01	BOOL		AT %M0.0.0.50.0
	xResetID_01	BOOL		AT %M0.0.0.50.1
	xSetParameter_01	BOOL		AT %M0.0.0.50.2
	usiAl_In_Bit_01	USINT	12	AT %MB0.0.0.0
	usiAL_OUT_Bit_01	USINT	12	AT %MB0.0.0.2
	xScanManual_01	BOOL		AT %M0.0.0.50.3
	xScanManNow_01	BOOL		AT %M0.0.0.50.4
	uiPIDymin_01	UINT		AT %MW0.0.0.4
	uiPIDymax_01	UINT	1000	AT %MW0.0.0.6
	xManualMode_01	BOOL		AT %M0.0.0.50.5
	uiPIDyManual_01	UINT		AT %MW0.0.0.8
	uiPIDw_01	UINT		AT %MW0.0.0.10
	uiPIDkp_01	UINT	500	AT %MW0.0.0.14
	uiPIDta_01	UINT	200	AT %MW0.0.0.16
	uiPIDtn_01	UINT	3000	AT %MW0.0.0.18
	uiPIDtv_01	UINT	0	AT %MW0.0.0.20
	xActive_01	BOOL		AT %M0.0.0.51.1
	xParEnableError_01	BOOL		AT %M0.0.0.51.2
	xParameterError_01	BOOL		AT %M0.0.0.51.3
	xYminQ_01	BOOL		AT %M0.0.0.51.4
xYmaxQ_01	BOOL		AT %M0.0.0.51.5	



Address Space

- Moeller
 - plant
 - Flow
 - valve2
 - w
 - x
 - y
 - settings
 - Active
 - AL_In_Bit
 - AL_OUT_Bit
 - Enable
 - kp
 - ManualMode
 - ParameterError
 - ParEnableError
 - ResetID
 - ScanManNow
 - ScanManual
 - SetParameter
 - ta
 - tn
 - tv
 - yManual
 - ymax
 - YmaxQ
 - ymin
 - YminQ

Conversions
Simulation Signals
Alarm Definitions

Name: SetParameter RW

Description:

Marker Byte: 50 Type: BOOL

Bit-No: 2

Simulate Manual

Array

Generate

Message

Digital Alarm

Select variable

Variable-name	Abs. Address	Type
Nuevo2		
opcensor	100	UINT
opcvalve	102	UINT
xEnable_01	50.0	Boolean
xResetID_01	50.1	Boolean
xSetParameter_01	50.2	Boolean
usiAL_In_Bit_01	0	USINT
usiAL_OUT_Bit_01	2	USINT
xScanManNow_01	50.3	Boolean
xScanManual_01	50.4	Boolean
uiPIDymin_01	4	UINT
uiPIDymax_01	6	UINT
xManualMode_01	50.5	Boolean
uiPIDyManual_01	8	UINT
uiPIDw_01	10	UINT
uiPIDkp_01	14	UINT
uiPIDta_01	16	UINT

Enable Active

Waveform Chart

Amplitude

Time

1023

ManualMode

Slide

0 2 4 6 8 10

x 0 y 0

kp 0

tn 0

tv 0

yManual 30 40 50 60 70 80 90 100

valve2 0 Flow 0

SetParameter

ResetID

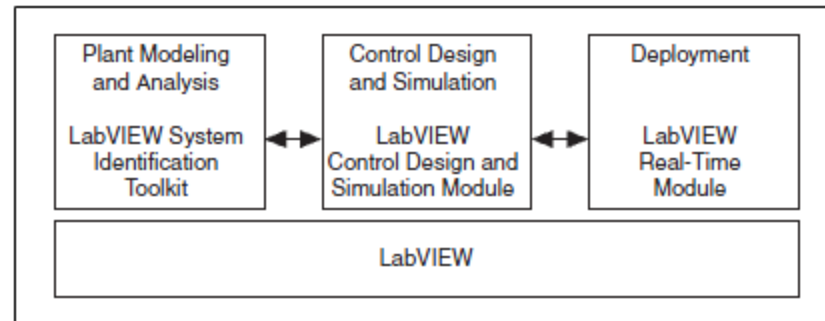
ymax 0 YmaxQ

ymin 0 YminQ

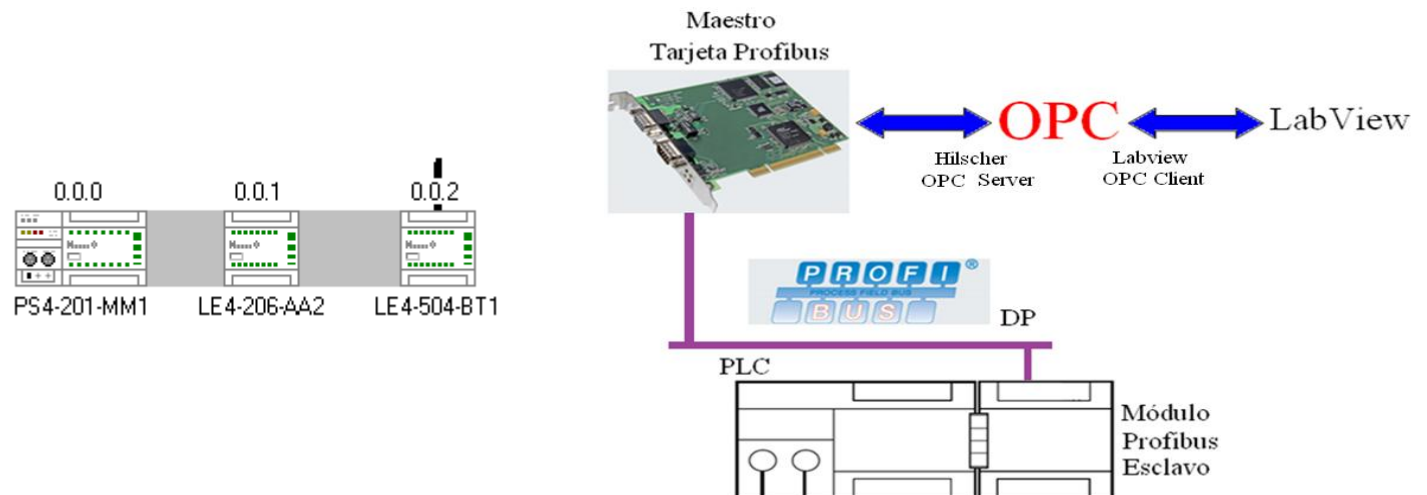
ParameterError

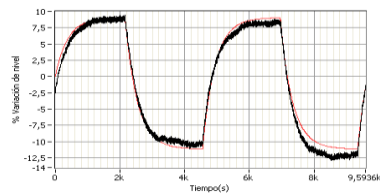
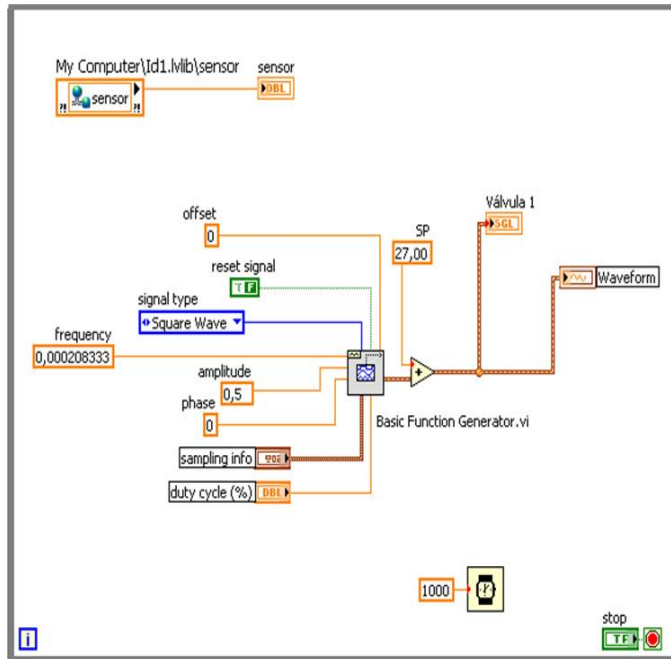
ParEnableError

Control con LabView

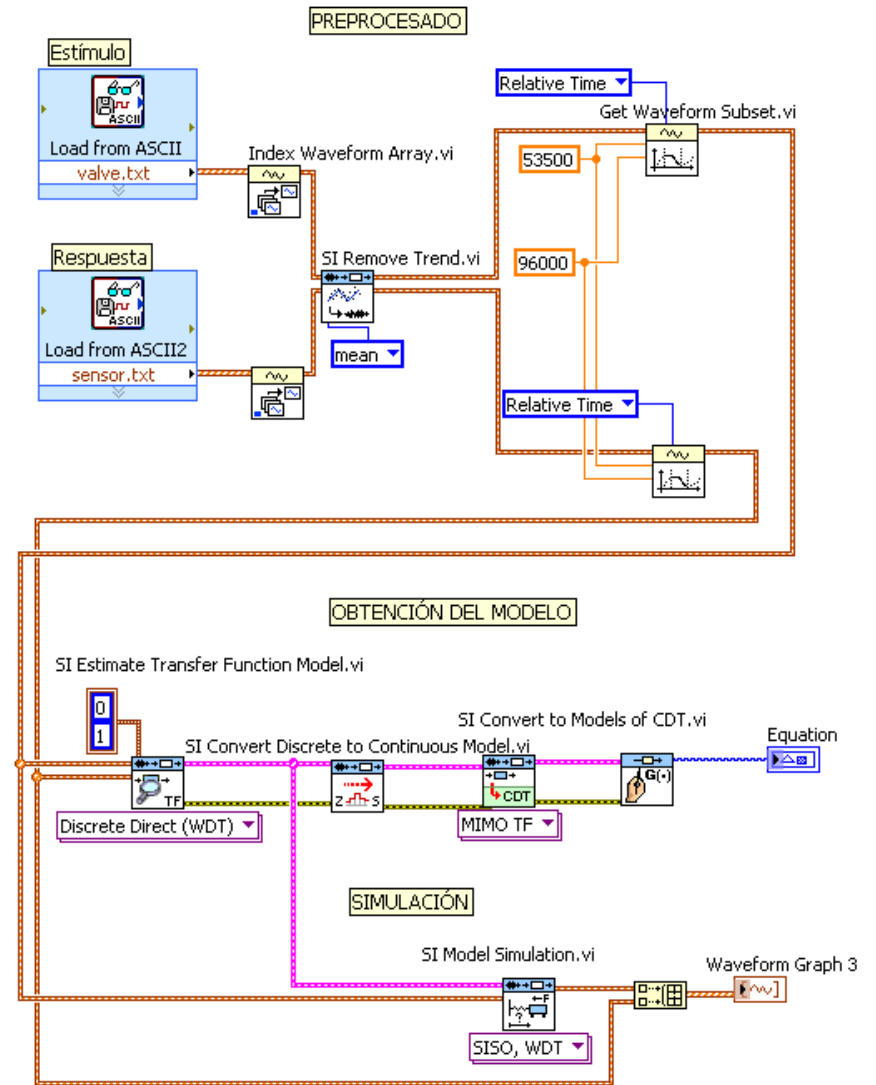


Adquisición de datos



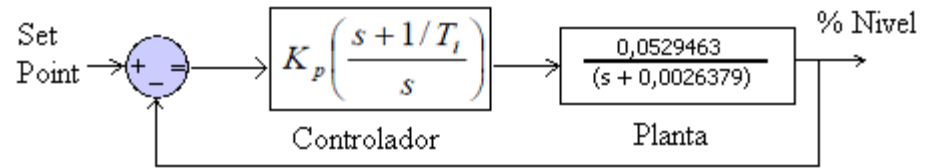


$$\frac{\%Nivel}{\%Apertura de Válvula 1} = \frac{20,0714}{379,089s + 1}$$



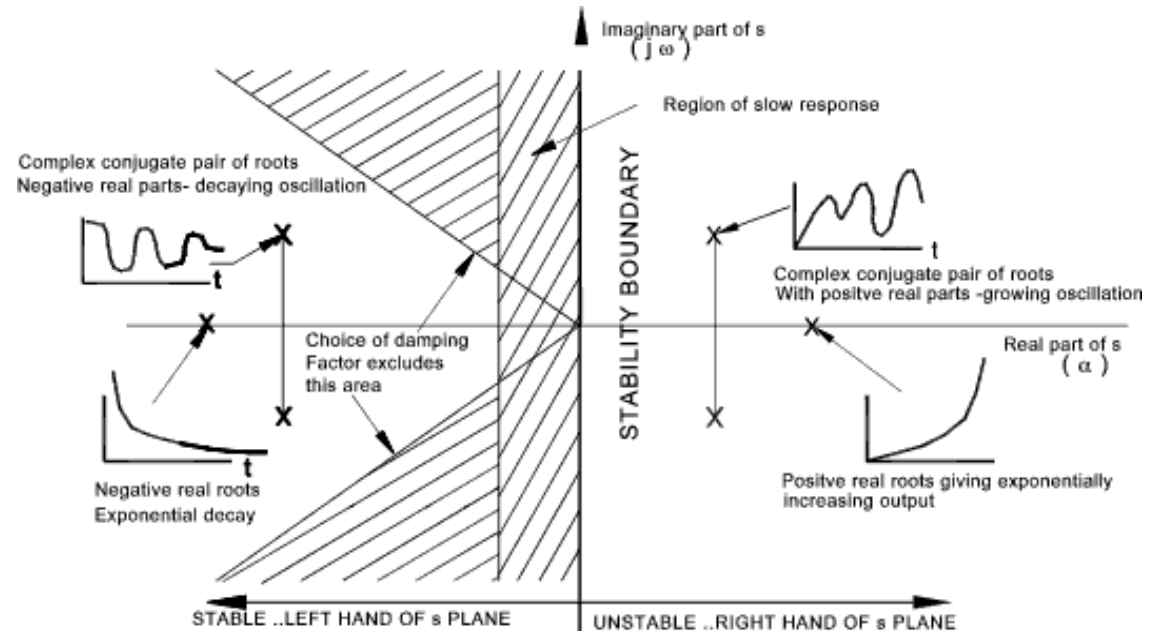
$$\frac{d^2y}{dx^2} + 2\zeta\omega_n \frac{dy}{dx} + 2\omega_n^2 y = 2\omega_n^2 x$$

$$Y(s) = \left[\frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \right] X(s)$$

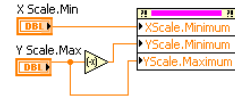


Equation 2

$$\frac{0,264732 (s + 0,0333333)}{s(s + 0,0026379)}$$



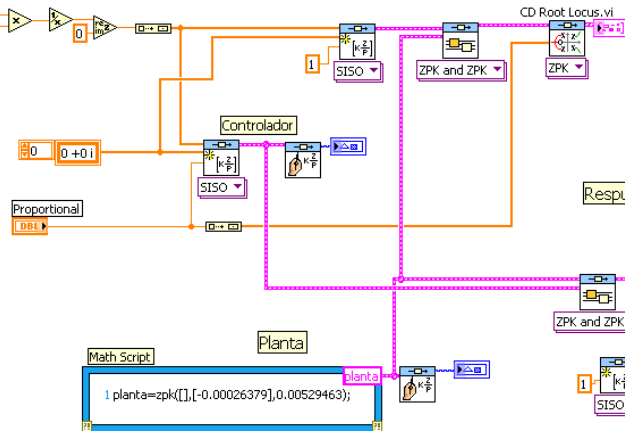
Valores extremos de la gráfica del lugar de raíces



Conversión Ti a segundos



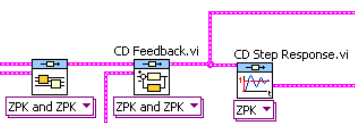
Gráfico del lugar de las raíces



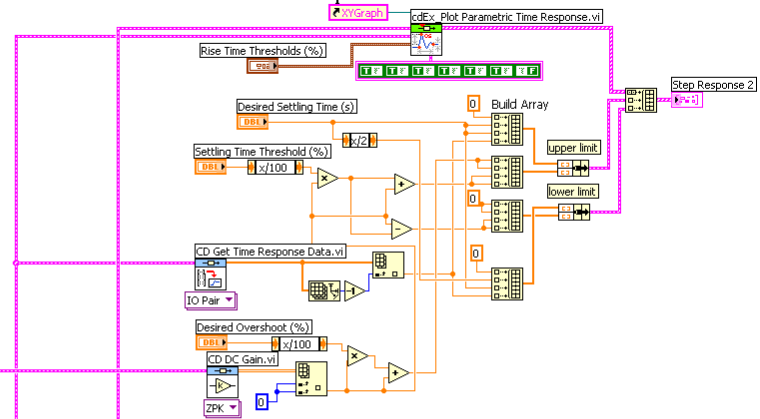
```

1 planta=zpk([],[-0.00026379],0.00529463);
    
```

Respuesta a entrada Escalón



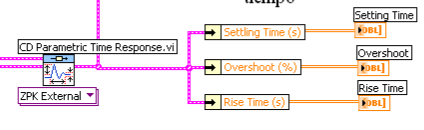
Generación de gráfico con restricción de parámetros

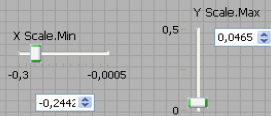
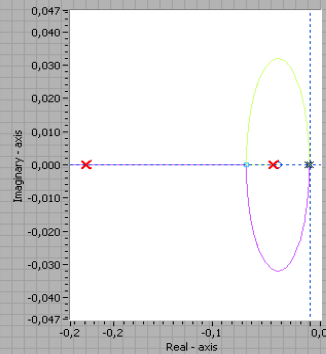
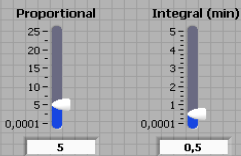
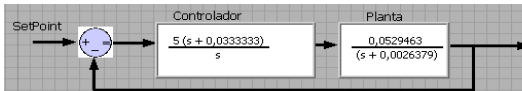


Información paramétrica de la respuesta en el tiempo

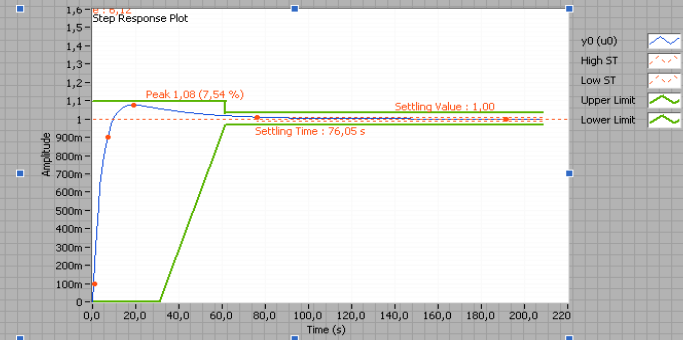
Función de transferencia de lazo cerrado

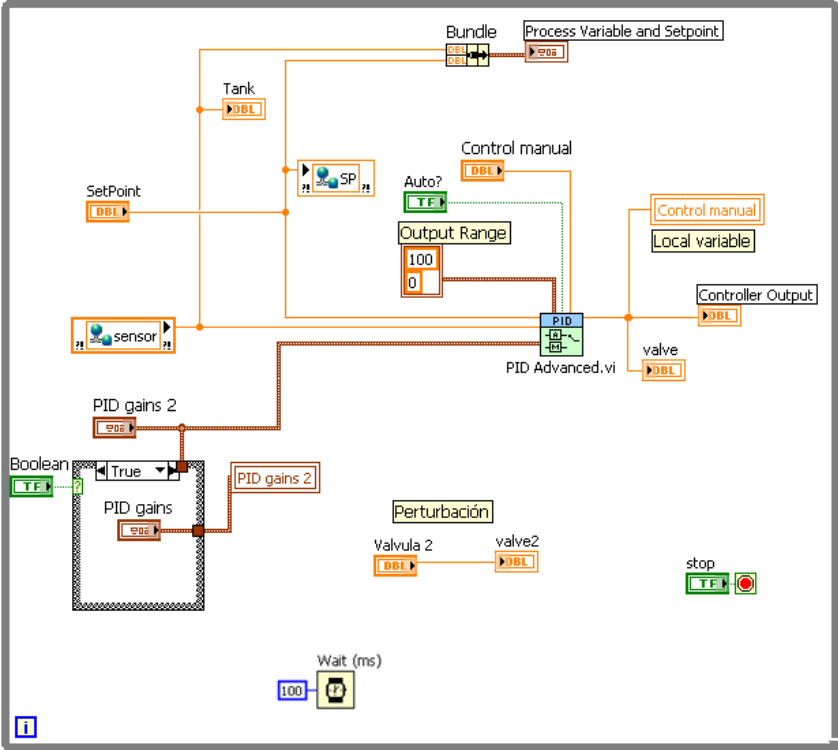
Datos de respuesta a una entrada escalón



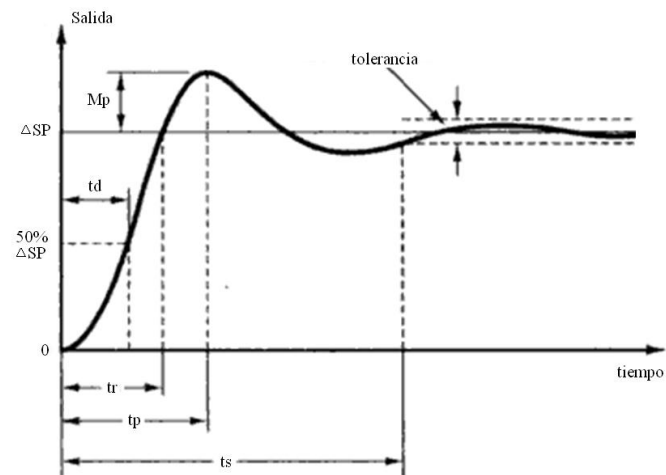


Controller Performance	Setting time (s)	overshoot	Rise Time (s)
		76	7,54

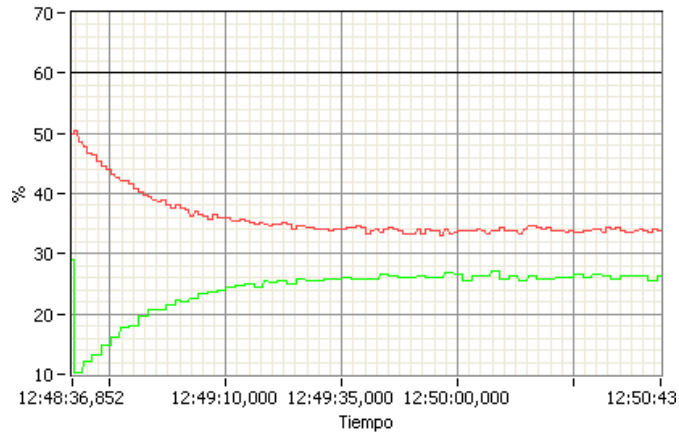




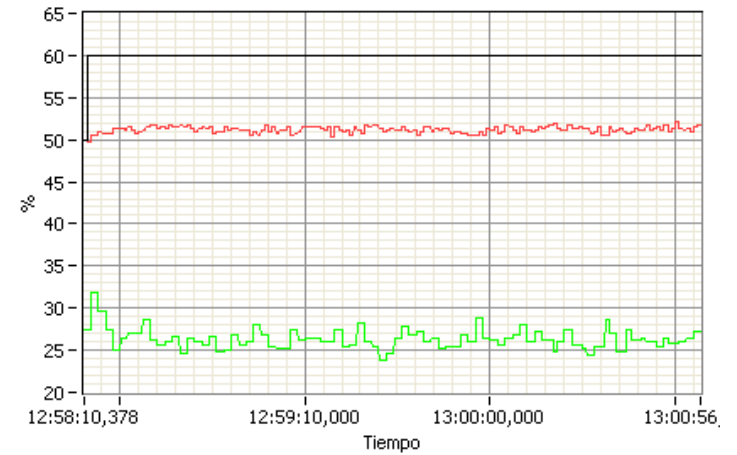
Parámetros de respuesta.



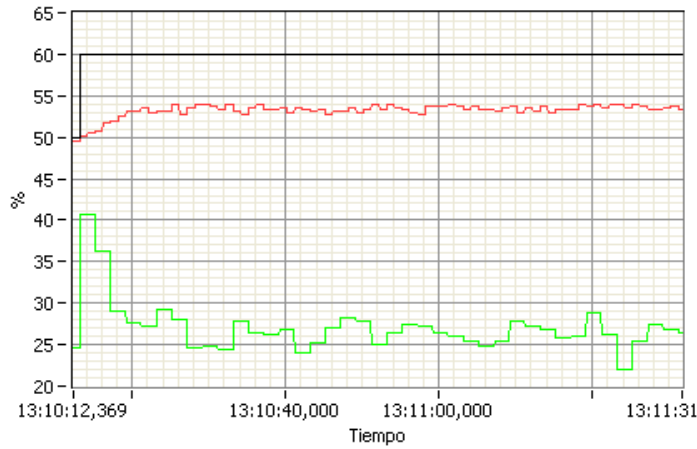
Escalón de SP: 50 a 60%, $K_p=1$,
Ciclo=1.51ms



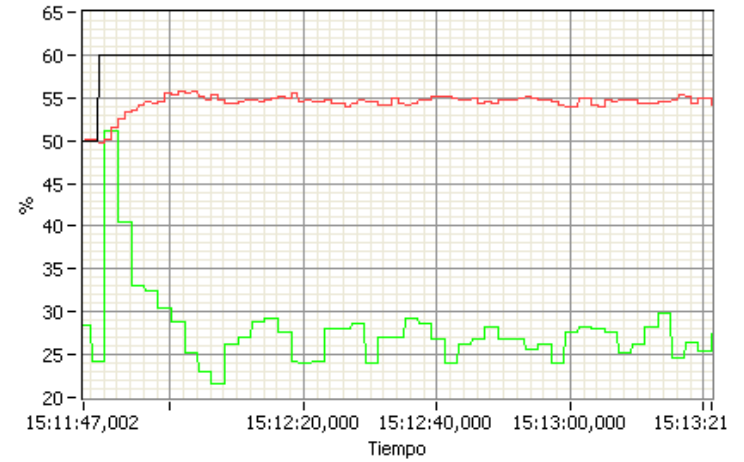
Escalón de SP: 50 a 60%, $K_p=3$



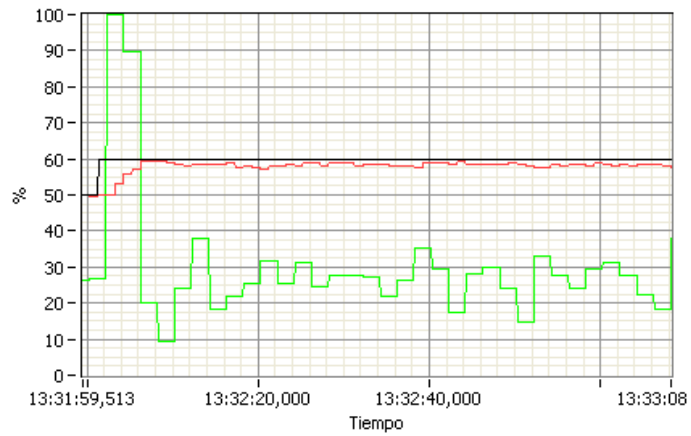
Escalón de SP: 50 a 60%, $K_p=4$



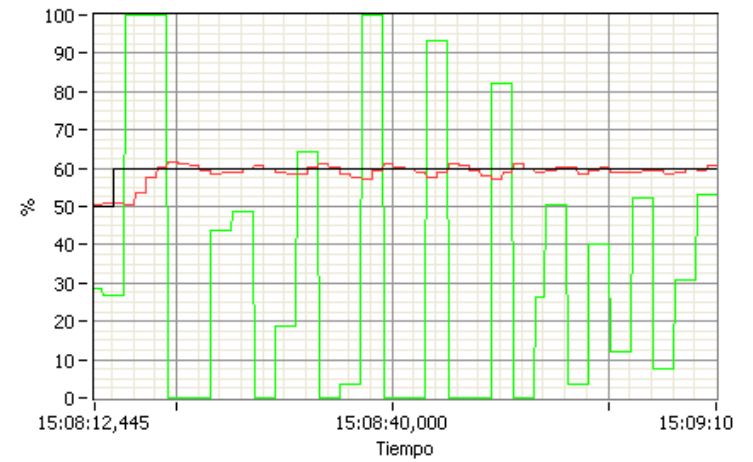
Escalón de SP: 50 a 60%, $K_p=5$



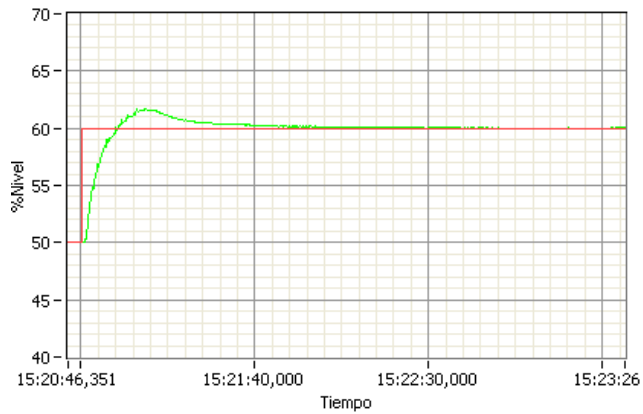
Escalón de SP: 50 a 60%, $K_p=15$



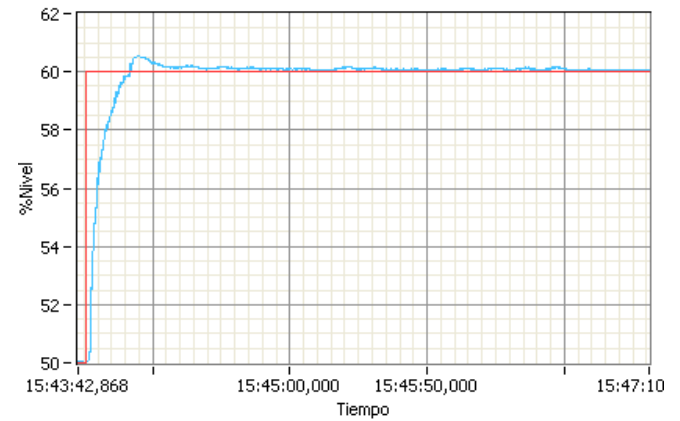
Escalón de SP: 50 a 60%, $K_p=35$



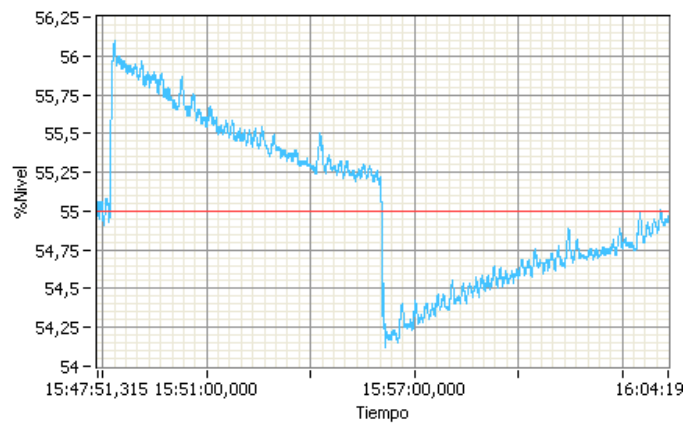
Escalón de $\Delta SP = 10\%$
 $K_p=5$, $T_i=0,5$ min
 $M_p=17,5\%$, $t_s=90s$, tolerancia= $\pm 5\%$



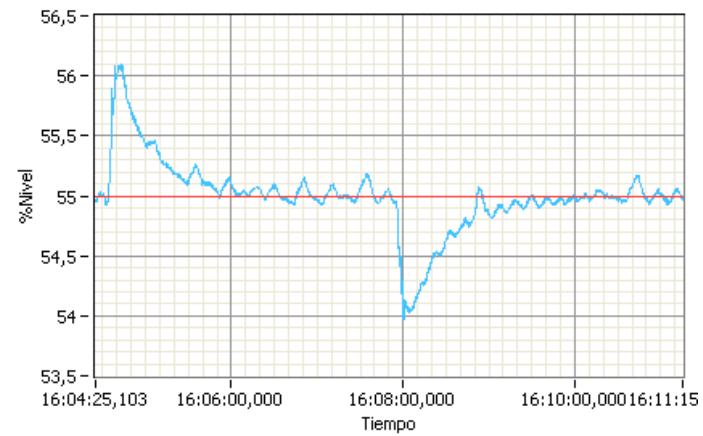
Escalón de $\Delta SP = 10\%$
 $K_p=5$, $T_i=5$ min
 $M_p=5\%$, $t_s=30s$, tolerancia= $\pm 5\%$



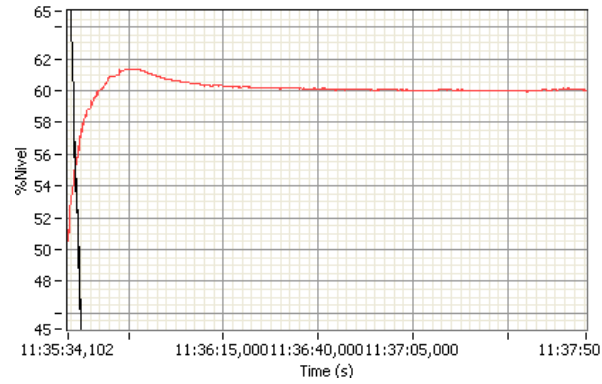
Respuesta con $K_p=5$, $T_i=5$



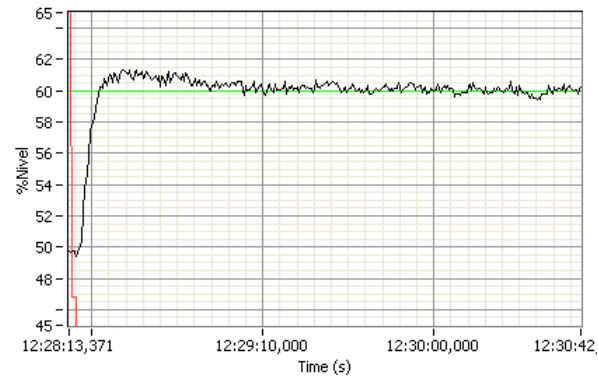
Respuesta con $K_p=5$, $T_i=0,5$



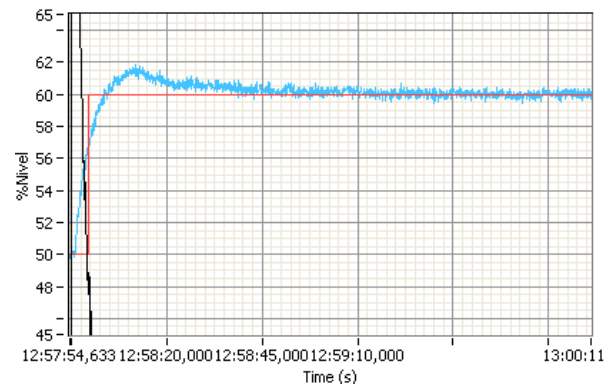
ABB



PLC



Labview



Controlador Industrial:

Tiempo de ciclo de CPU : 50 ms

Control en el PLC:

Tiempo de escaneo de señal de entrada (3ms) + tiempo de ciclo de instrucción (5ms) = 8ms

Control en Labview:

Tiempo de escaneo del PLC (3ms) + tiempo de ciclo de Profibus

(1 esclavo * (317bits de overhead + 11bits/byte*(40 bytes de entrada-salida))/1500Kbits/s = 0.5ms)

+tiempo de update de Labview (1ms)= 5ms

Tiempo de ciclo PROFIBUS DP (DPt):

$$DPt = NbDP \cdot [OvPB + BitDP \cdot (NbE + NbA)] / BdsDP$$

p. ej. para 30 esclavos DP:

$$DPt = 14,2 \text{ ms}$$

$$= 30 \cdot [317 \text{ bits} + 11 \text{ bits/bytes} \cdot (244 \text{ bytes} + 244 \text{ bytes})] / 12 \text{ Mbits/s}$$

	PROFIBUS DP	PROFIBUS PA
Nº de esclavos	NbDP	NbPA
Telegrama Over-head de PROFIBUS	OvPB = 317 bits	OvPB = 317 bits
Formato de datos	BitDP = 11 bits/bytes	BitPA = 8 bits/bytes
Nº de bytes		
típico	–	NbByte = 5 bytes
Entrada	NbE = máx. 244 bytes	–
Salida	NbA = máx. 244 bytes	–
Velocidad de transmisión	BdsDP = 12 Mbits/s	BdsPA = 31,25 kbits/s

CONCLUSIONES

- La planta de nivel utilizada en este proyecto, es un sistema físico en donde se hace necesario un control por realimentación, debido a que un control manual (el cual consistiría en obtener niveles deseados fijando una apertura de válvula predeterminada), posee las limitaciones de vulnerabilidad frente a perturbaciones y una constante de tiempo en lazo abierto muy grande.
- Al finalizar este proyecto se puede verificar que los objetivos comunes de las redes industriales son: la reducción en los costos de cableado, facilidad de expansión de conexiones futuras, opción de mayor transporte de información de los instrumentos, el control descentralizado (el control y procesamiento de señales se reparte entre varios dispositivos), y el monitoreo general de un proceso.
- El uso del OPC ha permitido trabajar con varias herramientas de hardware y software de distintos fabricantes, de una manera transparente y confiable.
- La sintonía de los parámetros PID constituye una tarea que involucra el conocimiento general del comportamiento de la planta y la influencia particular de cada uno de los parámetros en la respuesta del sistema.
- El contenido didáctico de la estación de entrenamiento Gunt RT 450, básicamente abarca tres aspectos: Instrumentación (conexión de sensores, acondicionamiento de señal), Comunicación industrial (Profibus, OPC, tarjetas de adquisición), y Control de procesos (análisis general de sistemas físicos, sintonía de reguladores).

- La comunicación en modo acíclico de Profibus DP, permite disminuir el tiempo de ciclo del bus, puesto que ciertos parámetros sólo se transmitirán cuando el usuario lo requiera, reduciendo así el número de bytes por ciclo que se transportan.
- El software Labview constituye una herramienta completa para el diseño y la implementación del control de un proceso, abarcando todo las etapas involucradas: adquisición de señales, identificación de sistemas, análisis de sistemas, diseño de controlador, simulación y control en tiempo real.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer pruebas a los equipos e instrumentos, para la verificación de los valores de los parámetros indicados en la placa, puesto que los manuales pueden contener errores.
- Cuando se pretende controlar una planta, es indispensable realizar pruebas de la magnitud de los efectos que acarrearán los cambios en las entradas del sistema.
- Se deben plantear aplicaciones que involucren el aprovechamiento de todas las funcionalidades del PLC y el controlador industrial.
- Implementar diferentes formas de comunicación, como por ejemplo:
 - Red de PLC s mediante el protocolo Suconet, propio del PLC Klockner Moeller.
 - Publicación en la Web de un panel frontal de un VI.
 - Configuración de OPC remoto.
- Usar un sensor de presión en la planta de nivel, como una variante de la forma de sensar el nivel; estudiar el control en cascada caudal – nivel.
- Proceder a hacer una limpieza periódica del sistema de tuberías y reservorio del tanque, y hacer una prueba utilizando refrigerante anticorrosivo como líquido de trabajo, para de esa manera evitar el óxido.