



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“Servidor web embebido en Controlador Lógico Programable para la supervisión y análisis remoto de datos de proceso del sistema de secado hood y motores eléctricos de la Máquina de Papel MP5 de la empresa Productos Familia Sancela del Ecuador S.A.”



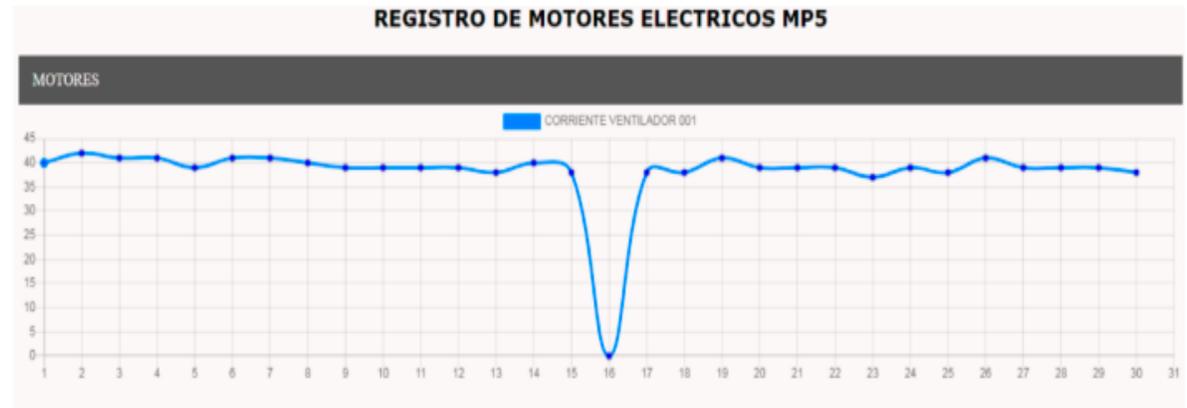
Resumen

- ✓ En la industria, es cada vez mayor la necesidad de incorporar nuevas tecnologías que permitan el acceso remoto a la supervisión y el monitoreo de los procesos.
- ✓ En la actualidad los PLC, incorporan entre sus capacidades servidores web que permiten el acceso a la operación y monitoreo remoto de la planta.
- ✓ Las industrias buscan constantemente la reducción de costos de producción y la disminución de tiempos perdidos debido a paros no planeados que les permitan ser más competitivos.
- ✓ Siendo necesario la implementación del monitoreo remoto de variables de procesos críticas para la producción, cuyo análisis permite el desarrollo de acciones de mantenimiento.



Resumen

- ✓ En este proyecto, se realiza la adquisición de los datos de proceso por medio de sensores y transmisores ubicados en el nivel de campo y de variadores de frecuencia conectados por redes industriales a controladores lógicos programables.
- ✓ Esta información será monitoreada y analizada de manera remota por medio de navegadores web.
- ✓ Permitiendo, por un lado planificar actividades de mantenimiento antes de averías de motores; y por otro, verificar que las variables del sistema de secado hood trabajen dentro los límites permitidos, evitando de esta manera defectos de calidad que la desviación de estas variables producen.



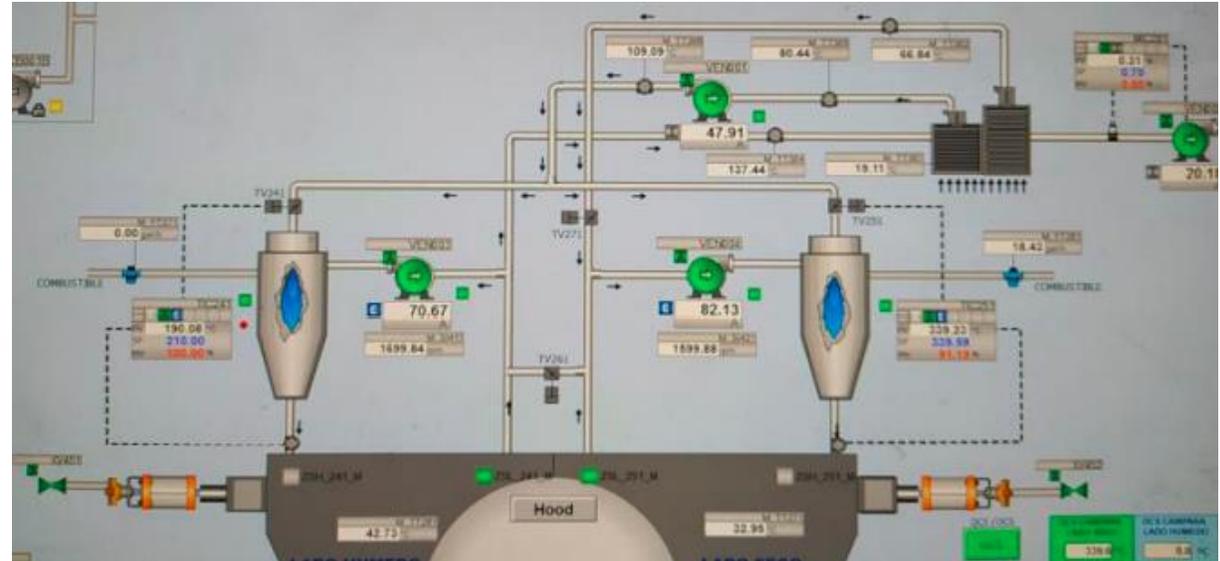
Máquina de Papel MP5 – Motores Eléctricos

- ✓ La MP5 es una máquina diseñada para la fabricación de papel Jumbo, está formada por una serie de procesos que permiten el secado de la pasta y la formación del papel.
- ✓ Cada uno de estos procesos cuenta con motores eléctricos de corriente alterna, que permiten: la circulación de pasta y agua por las tuberías, movimiento de tendidos que transportan la pasta desde la head box hasta el reel.
- ✓ Esto con el objetivo de secar la pasta y formar el Jumbo.
- ✓ La mayoría de motores eléctricos son manejados por variadores de frecuencia de la serie Sinamics de Siemens.
- ✓ Los valores de corriente y velocidades son monitoreados mediante la programación de un servidor web embebido en un PLC S7 1500.



Máquina de Papel MP5 – Sistema de Secado por Quemador

- ✓ La máquina MP5 cuenta con una serie de sistemas que permiten secar la pasta: tendidos, rodillo prensa succión, secado por vapor y el sistema de secado por aire caliente.
- ✓ El sistema de secado Hood o de aire caliente está formado por campanas, una Campana en la Zona Húmeda que calienta el aire a 350 grados centígrados y una Campana en la Zona Seca cuyo valor de Set Point es variable y proviene de un sistema de medición de humedad en la hoja de papel conocido como QCS.
- ✓ El aire caliente es soplado desde cada uno de los quemadores hacia la zona en donde se encuentra el papel por medio de ventiladores de suministro.
- ✓ Todas las variables de procesos son monitoreadas en un servidor web.



Justificación, importancia y alcance del proyecto

- ✓ Con el presente proyecto, se pretende monitorear y analizar de manera remota en navegadores web, tanto las variables que intervienen en el sistema de secado hood, como los valores de corriente y velocidad de los motores eléctricos de la Máquina de Papel MP5 de la Empresa Productos Familia Sancela del Ecuador S.A.
- ✓ El proyecto, por un lado, reducirá la carga de trabajo en el personal de turno encargado actualmente de tomar estos datos de manera manual y también permitirá que la información adquirida del sistema de secado hood y de los motores eléctricos sea fiable y en tiempo real.
- ✓ Permitiendo realizar un análisis eficiente de la información, coordinando actividades de mantenimiento preventivo y predictivo que contribuyan a la reducción de costos por tiempos perdidos debido a paros no planeados y al mejoramiento de la calidad del producto

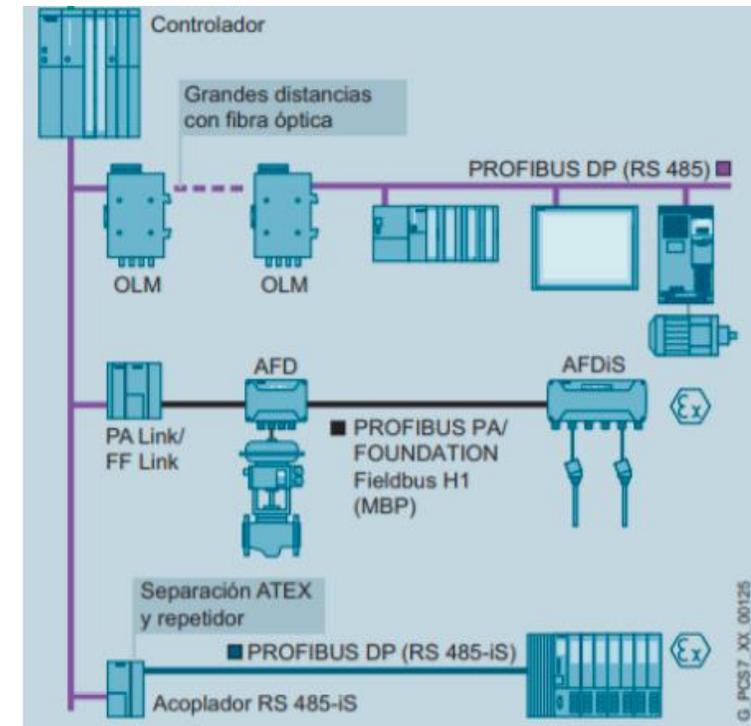
Hipótesis

- ✓ El monitoreo remoto de variables de proceso, disminuye los defectos de calidad y aumenta la disponibilidad en la Máquina de Papel MP5 de la Empresa Productos Familia Sancela del Ecuador S.A.

MARCO TEÓRICO

Red Profibus DP

- ✓ Red de comunicación industrial diseñada para la comunicación de elementos ubicados en el nivel de campo y control: periféricas descentralizadas ET, transmisores, accionamientos, variadores de frecuencias, controladores lógicos programables.
- ✓ Permite la comunicación de datos en tiempo real.
- ✓ Utiliza una topología tipo bus y árbol, puede instalarse en zonas seguras y en zonas de peligro de explosión, la integración puede realizarse con equipos de diferentes fabricantes.



MARCO TEÓRICO

Red Profibus DP

- ✓ El medio físico de mayor utilización es RS485 que comprende la utilización de cable par trenzado apantallado y conectores DB9.
- ✓ Al utilizar el estándar RS485 es necesario la utilización de resistencias terminadoras en los extremos del bus con el objetivo de evitar reflexiones en las señales y pérdida de la información, en la mayoría de conectores la resistencia terminadora viene ya incorporada.
- ✓ Profibus DP también utiliza fibra óptica como medio físico para instalaciones con interferencias electromagnética, la fibra óptica además permite aumentar la velocidad y la longitud del segmento de red.



MARCO TEÓRICO

Red Profibus DP

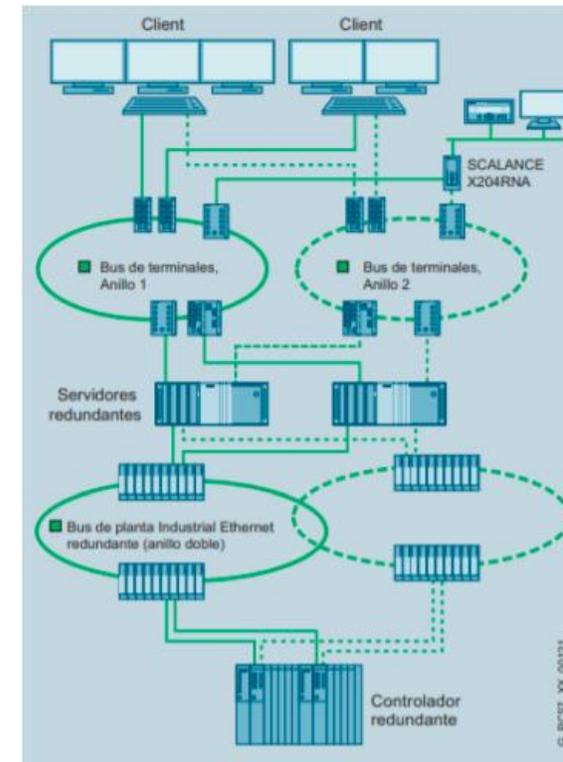
Transmisión de datos	RS485	RS485 -IS	Fibra Óptica
Velocidad de transferencia	9,6 kbits.... 12 Mbits/s	9,6 kbits.... 1,5 Mbits/s	9,6 kbits.... 12 Mbits/s
Cable	2 hilos apantallado	2 hilos apantallado	Plástico y fibra de vidrio multimodo o monomodo.
Modo de protección	No aplica	EEx(ib)	No aplica.
Topología	Línea, árbol.	Lineal.	Anillo, estrella, lineal.

Transmisión de datos	RS485	RS485 -IS	Fibra Óptica
Estaciones por segmento	32	32	No aplica.
Estaciones por red	126	126	126
Repetidoras	9	9	No aplica
Longitud del cable por segmento en función de la velocidad de transmisión	1200 m a máx. 93,75 kbits/s 1000 m a 187,5 kbits/s 400 m a 500 kbits/s 200 m a 1,5	1 000 m a 187,5 kbits/s 400 m a 500 kbits/s 200 m a 1,5 Mbits/s	Máx. 80 m (plástico) 2 ... 3 km (fibra de vidrio multimodo) >15 km a 12

MARCO TEÓRICO

Red Industrial Ethernet

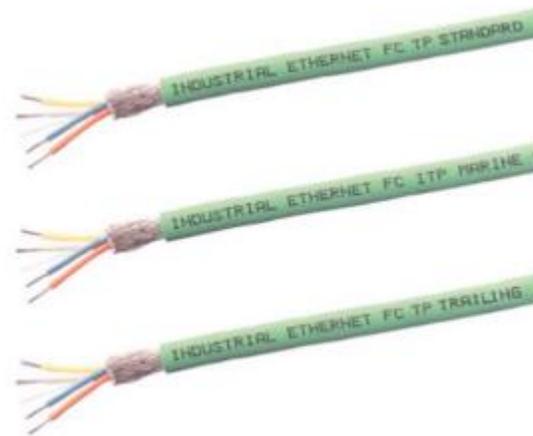
- ✓ Industrial Ethernet es un protocolo de comunicación desarrollado por Siemens basado en las características del estándar Ethernet IEEE 802.3 que garantiza la comunicación de datos entre equipos instalados en ambientes industriales.
- ✓ Transmisión de datos determinista: tiempos de respuesta y velocidades de datos garantizados.
- ✓ Topologías varias: bus, árbol, estrella, redundancia.
- ✓ Los componentes deben cumplir los siguientes requisitos: Equipos diseñados para la industria, por ejemplo, contactos de señalización, cables y conectores protegidos.
- ✓ Capacidad de trabajar en ambientes industriales garantizando el correcto desempeño de la red.



MARCO TEÓRICO

Red Industrial Ethernet

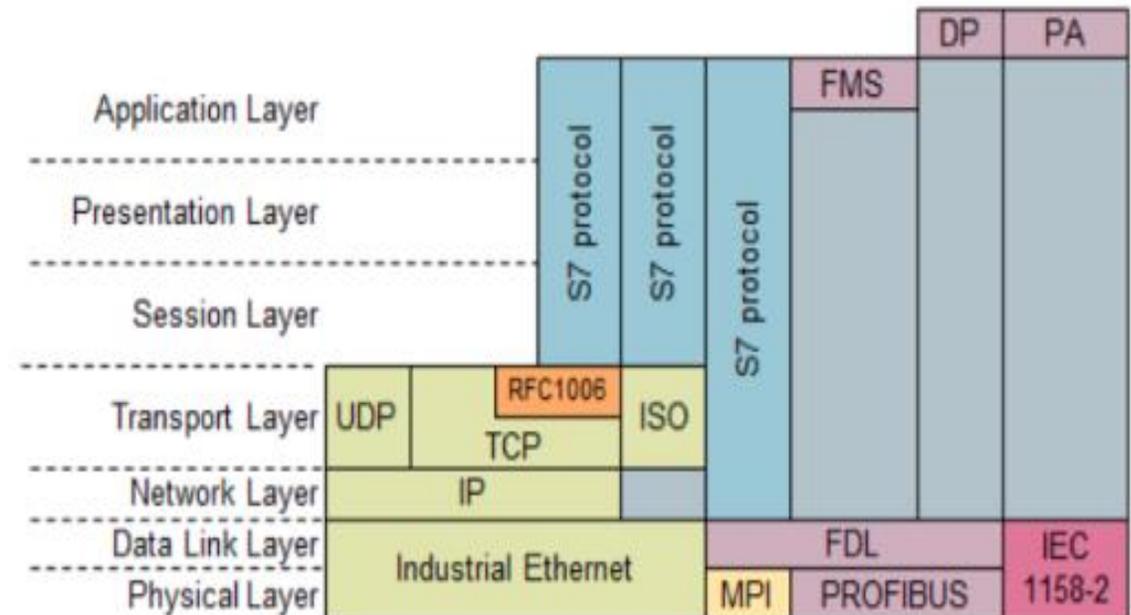
- ✓ El medio físico esta conformado por cables de 4 hilos para velocidades de transmisión de datos de 10/100 Mbits/s.
- ✓ Existen cables de 8 hilos para velocidades de transmisión de datos de 10/100/1000 Mbits/s.
- ✓ Conectores FastConnect RJ45 Plug 180 y Plug 90.



MARCO TEÓRICO

Red Industrial Ethernet

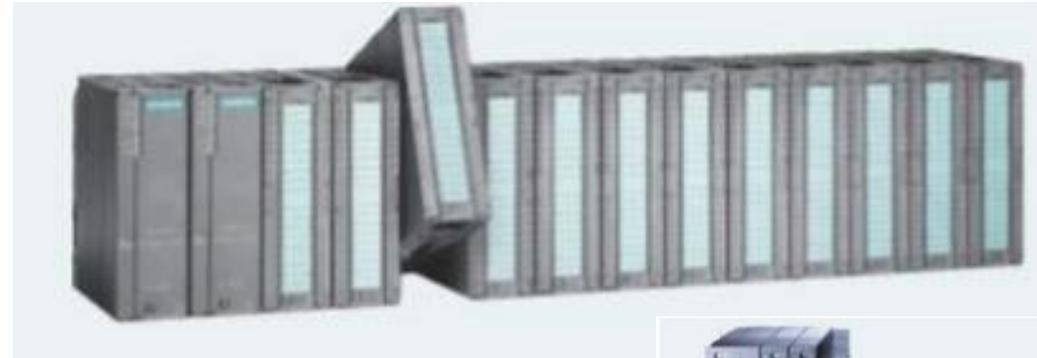
- ✓ En la gráfica se especifican las características de la red Industrial Ethernet en cada una de las capas del modelo OSI.
- ✓ El protocolo UDP se ha desarrollado para transmitir datos de manera rápida y sencilla.
- ✓ El receptor de los datos se direcciona con ayuda de direcciones IP.
- ✓ El paquete de datos a enviar sólo aumenta una mínima información de gestión, de manera que el tráfico de datos es superior a los protocolos TCP e ISO-on-TCP.
- ✓ El protocolo UDP permite que se transmitan datos más rápidamente, pero sólo dispone de funciones básicas.
- ✓ El protocolo UDP no dispone de mecanismos de seguridad, como ocurre con el protocolo TCP o el protocolo ISO-on-TCP.



MARCO TEÓRICO

Periferia Descentralizada ET 200 M

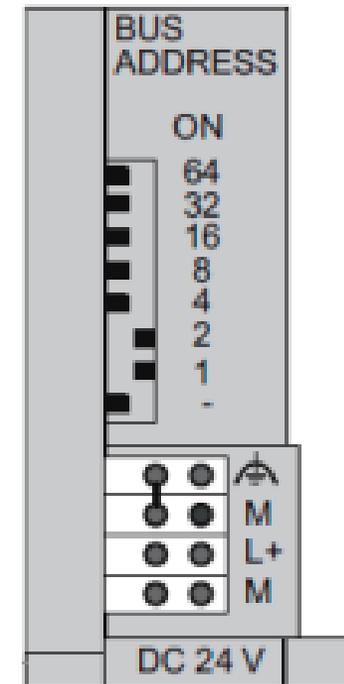
- ✓ La ET 200M es un sistema de periferia modular que permiten conectar las señales de proceso a un controlador ubicado en un nivel superior de la pirámide de automatización mediante redes industriales como Profibus o Profinet.
- ✓ Admite todos los módulos de entradas y salidas del sistema S7 – 300.
- ✓ Permite la integración del equipo a redes Profibus DP y Profinet mediante módulos de interfaz IM.
- ✓ En caso de fallo de un módulo, el mismo puede ser sustituido durante el funcionamiento bajo tensión (en caliente).
- ✓ Permite configuraciones redundantes.
- ✓ Instalación de hasta 12 módulos por rack



MARCO TEÓRICO

Periferia Descentralizada ET 200 M

- ✓ Para la integración en una red Profibus DP, un PLC actúa como Maestro DP e intercambia los datos de proceso con las ET200 M que son sistemas de periferia descentralizada que actúan como esclavos en la red Profibus DP.
- ✓ El ajuste de la dirección Profibus DP debe ser realizado en el equipo como se indica en la figura y en la configuración de Hardware en el software de programación Step 7.



MARCO TEÓRICO

Variadores de Frecuencia Sinamics

- ✓ Siemens ofrece tres modelos de variadores de frecuencia que permiten el control de la velocidad en motores de AC.
- ✓ Estos tres modelos son: Sinamics V para aplicaciones básicas, Sinamics G para aplicaciones de propósito general y Sinamics S para aplicaciones de alto desempeño como los requeridos en control de movimiento.



MARCO TEÓRICO

Variadores de Frecuencia Sinamics

- ✓ Para cualquier aplicación, este tipo de variadores posee dos componentes básicos: El módulo de potencia o PM en donde se encuentra integrada la etapa de rectificación y la etapa inversora. La Unidad de Control o CU, en donde se cablean todas las conexiones para el control del variador y en donde se ejecuta la lógica de control por medio de su programación y configuración.
- ✓ Dependiendo del modelo de la Unidad de Control del Sinamics G puede ser incorporado a redes industriales.

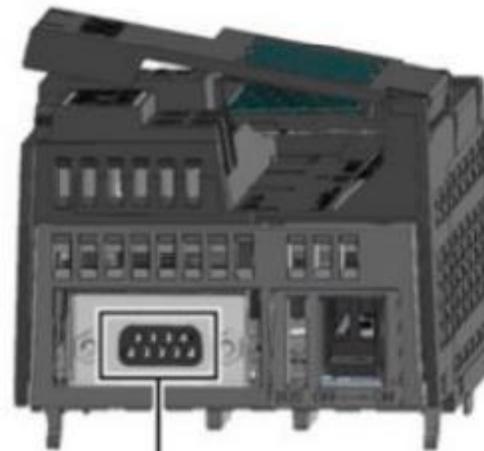


MARCO TEÓRICO

Variadores de Frecuencia Sinamics

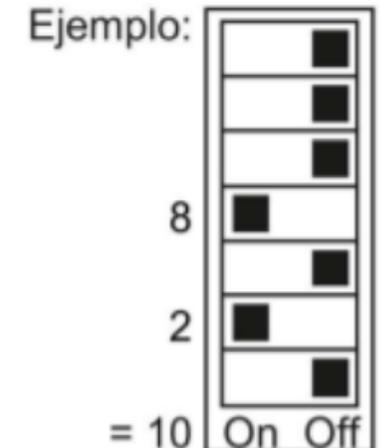
- ✓ Las unidades de control 2DP poseen la capacidad de integrarse a este bus de campo por medio de una interfaz RS485.
- ✓ No existe la variante para fibra óptica, por lo tanto, el medio físico necesariamente tiene que ser par trenzado apantallado.
- ✓ La unidad de control posee un bloque de interruptores de dirección para configurar la dirección Profibus DP.

CU230P-2 DP



X126
Conector hembra

Bit 6 (64)	<input type="checkbox"/>
Bit 5 (32)	<input type="checkbox"/>
Bit 4 (16)	<input type="checkbox"/>
Bit 3 (8)	<input type="checkbox"/>
Bit 2 (4)	<input type="checkbox"/>
Bit 1 (2)	<input type="checkbox"/>
Bit 0 (1)	<input type="checkbox"/>
On	Off



MARCO TEÓRICO

Variadores de Frecuencia Sinamics

- ✓ El tipo de telegrama estándar 1 contiene 2 palabras tipo word de entrada y 2 palabras tipo word de salida.
- ✓ Además de las palabras de entrada y salida del telegrama estándar tipo 1, estándar, el tipo de telegrama 20 contiene 4 palabras de salida adicionales (PZDIn3 a PZDIn6), que proporcionar los mensajes de corriente, par, potencia y Namur del motor.

Palabras de entrada y salida Telegrama 20.

WORD	OUTPUT WORD	INPUT WORD
1	Control Word.	Palabra de estado.
2	RPM setpoint.	RPM.
3		Corriente.
4		Torque.
5		Potencia.
6		Configurable.

MARCO TEÓRICO

Servidor web embebido en PLC S7 1500

- ✓ El servidor web de la CPU S7-1500 y de la ET 200SP permite la visualización de los datos de un proceso industrial mediante páginas web, además del acceso a datos de diagnóstico e información de la CPU.
- ✓ Acceso a la siguiente información de la CPU: Información general de la CPU. Diagnóstico y capacidad de las memoria. Información del módulo. Avisos. Comunicaciones. Observar la topología de red. Estado de variables. Tablas de observación. Páginas de usuario. Explorador de archivos. Páginas web básicas, programadas en lenguaje HTML, CSS y Javascript.



Desarrollo

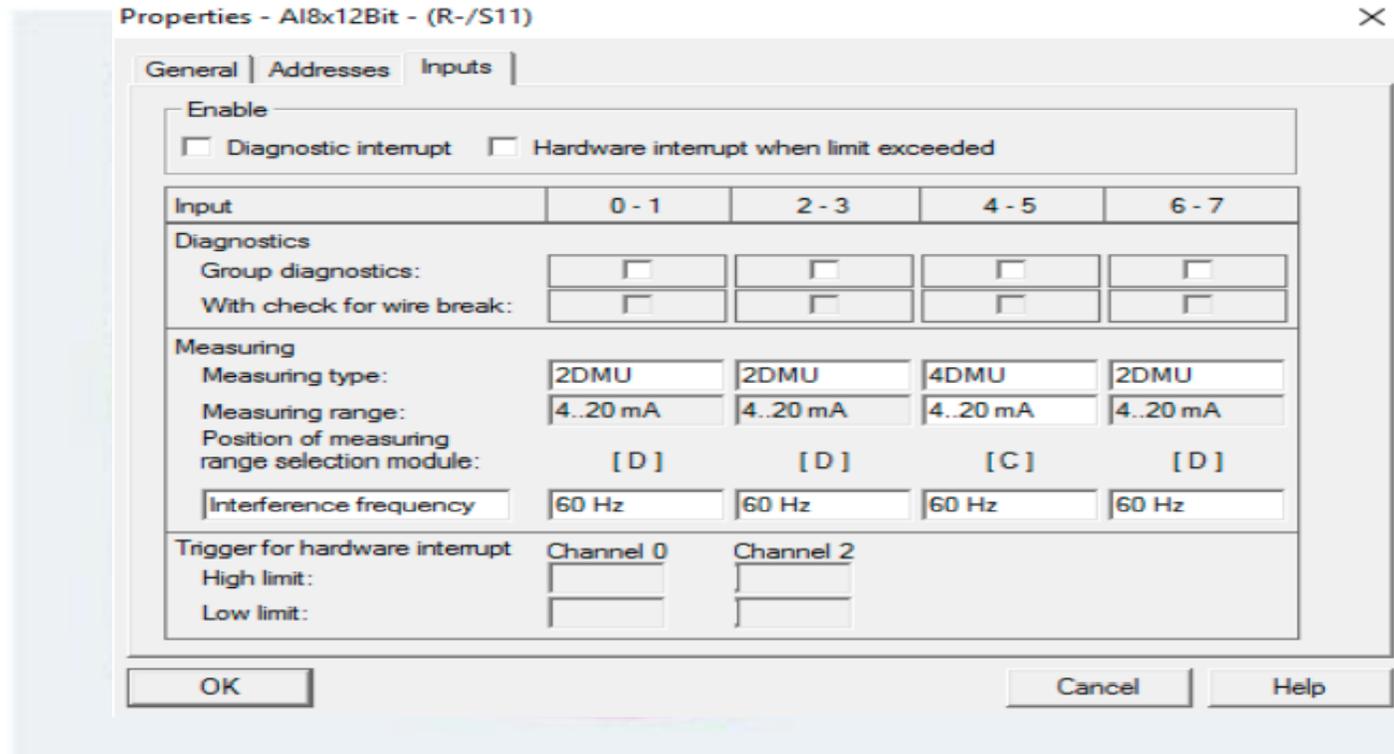
Conexión y parametrización de Instrumentos

- ✓ Los instrumentos del sistema Hood permiten medir las variables: temperatura, flujo, presión, nivel.
- ✓ Son transmisores con una señal de 4 – 20 mA, que se conectan a una periferia descentralizada ET 200M de la marca Siemens.

Desarrollo

Programación de la ET 200 M

- ✓ La ET 200 M es una sistema de periferia descentralizada.
- ✓ Permite la conexión de señales digitales y análogas a sus módulos.
- ✓ Se incorpora al Controlador Lógico Programable por medio del bus de campo Profibus DP.
- ✓ La conexión de la capa física es por medio del cable de cobre de dos hilos diseñado para profibus DP y conectores RS485.
- ✓ La configuración del nodo se lo realiza por medio de dip switches en la ET 200M y por medio de la configuración de Hardware en Step 7 en el PLC S7 400.

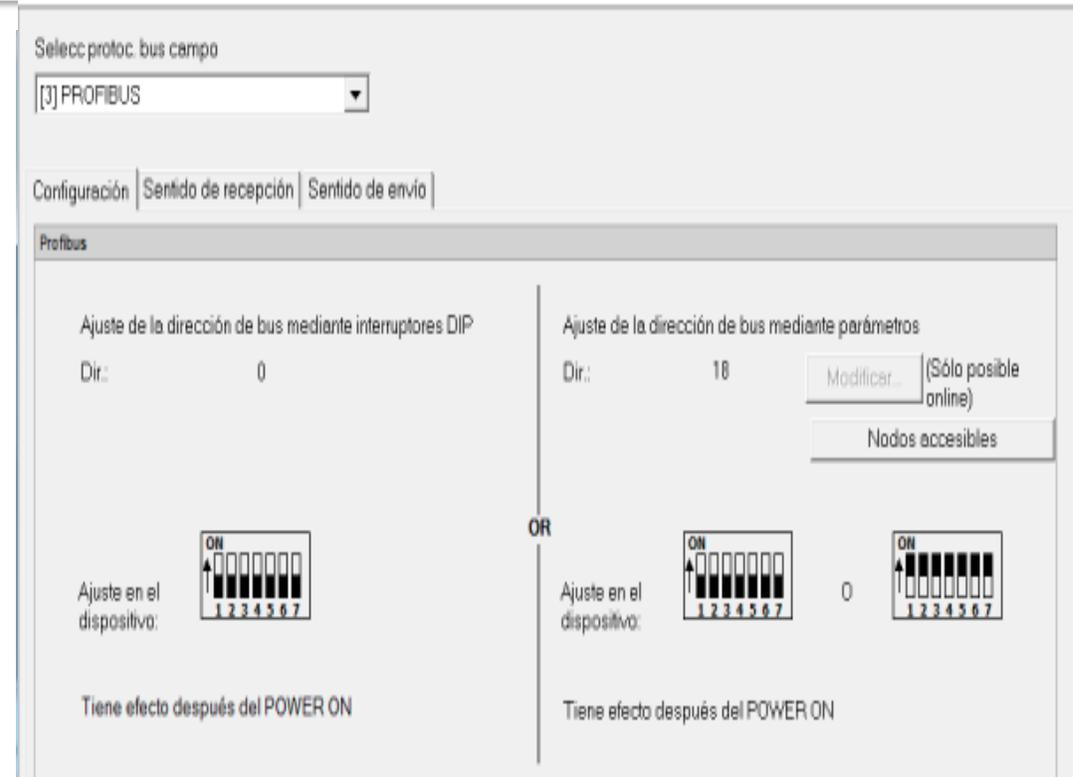


Input	0 - 1	2 - 3	4 - 5	6 - 7
Diagnostics				
Group diagnostics:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
With check for wire break:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Measuring				
Measuring type:	2DMU	2DMU	4DMU	2DMU
Measuring range:	4..20 mA	4..20 mA	4..20 mA	4..20 mA
Position of measuring range selection module:	[D]	[D]	[C]	[D]
Interference frequency	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz
Trigger for hardware interrupt	Channel 0	Channel 2		
High limit:	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
Low limit:	<input type="text"/>	<input type="text"/>		

Desarrollo

Programación de los Variadores de Frecuencia Sinamics

- ✓ El variador de frecuencia es programado en el software Starter.
- ✓ Se debe configurar inicialmente la Unidad de Control y posteriormente la Unidad de Potencia.
- ✓ Seguidamente las configuraciones de arranque y variación de velocidad.
- ✓ Finalmente la configuración del nodo Profibus DP, especificando la dirección del nodo y el telegrama de comunicación.
- ✓ El telegrama define la cantidad de datos que se intercambian con el nodo maestro Profibus DP.
- ✓ En la aplicación se utiliza el telegrama 20, que actualmente es un estándar de planta.



Selecc protoc: bus campo
[3] PROFIBUS

Configuración | Sentido de recepción | Sentido de envío

Profibus

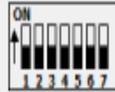
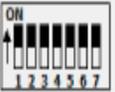
Ajuste de la dirección de bus mediante interruptores DIP
Dir: 0

Ajuste en el dispositivo: 

Tiene efecto después del POWER ON

OR

Ajuste de la dirección de bus mediante parámetros
Dir: 18 (Sólo posible online)

Ajuste en el dispositivo:  0 

Tiene efecto después del POWER ON

Desarrollo

Programación de los Variadores de Frecuencia Sinamics

- ✓ El variador de frecuencia es programado en el software Starter.
- ✓ Se debe configurar inicialmente la Unidad de Control y posteriormente la Unidad de Potencia.
- ✓ Seguidamente las configuraciones de arranque y variación de velocidad.
- ✓ Finalmente la configuración del nodo Profibus DP, especificando la dirección del nodo y el telegrama de comunicación.
- ✓ El telegrama define la cantidad de datos que se intercambian con el nodo maestro Profibus DP.
- ✓ En la aplicación se utiliza el telegrama 20, que actualmente es un estándar de planta.

Selecc protoc. bus campo
[3] PROFIBUS

Configuración | Sentido de recepción | **Sentido de envío**

El telegrama PROFIsafe utilizado no se puede determinar unívocamente.
Seleccione un telegrama PROFIsafe en la parte superior.

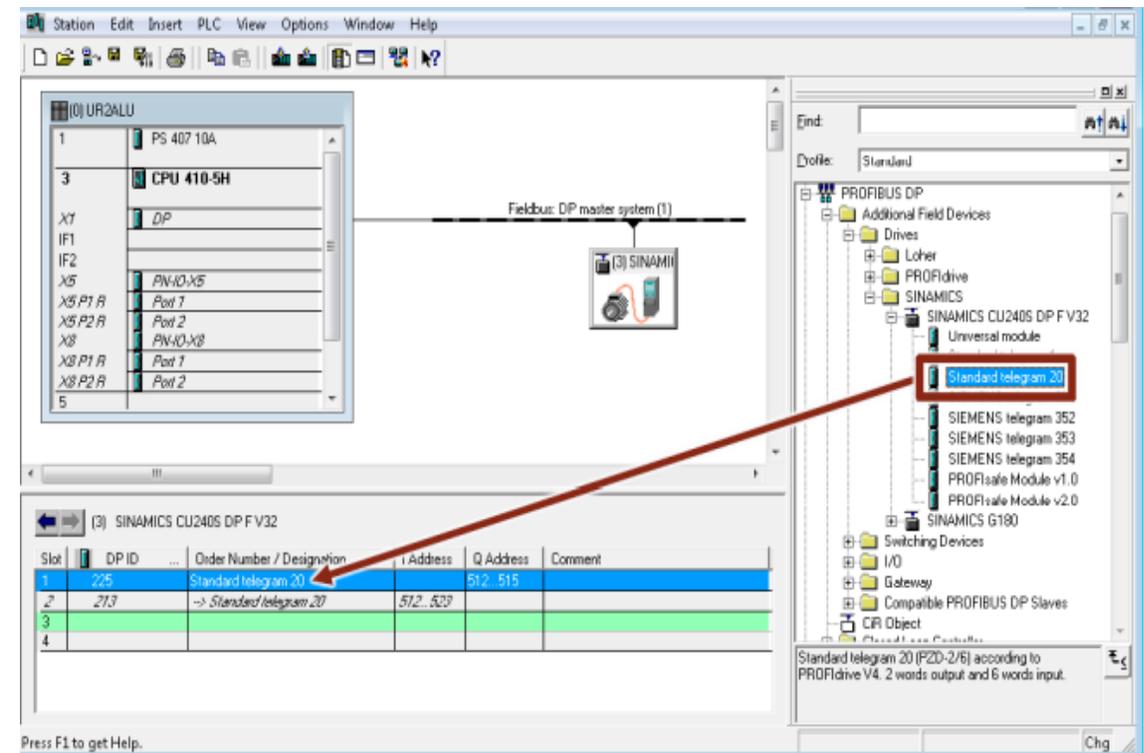
PROFIsafe	>	r2089[0] : CO: Convertidor bi	ZSW1	EB58	hex	[1]
	>	r63[1] : CO: Velocidad real	NIST_A_GLATT	0000	hex	[2]
	>	r68[1] : CO: Intensidad real	IAIST_GLATT	000B	hex	[3]
	>	r80[1] : CO: Par real, Filtrada	MIST_GLATT	0000	hex	[4]
	>	r82[1] : CO: Potencia activa	PIST_GLATT	0000	hex	[5]
	>	r3113 : CO/BO: Bits señaliz	MELD_NAMUR	0000	hex	[6]

PROFIdrive

Desarrollo

Programación de los Variadores de Frecuencia Sinamics

- ✓ En la parte del Controlador Lógico Programable, se utiliza el programa Step 7, en la configuración de hardware se define el número de nodo del variador de frecuencia, la velocidad de transmisión y el telegrama de comunicación.
- ✓ En el mismo software Step7 en la Plant View se programa el bloque CFC que permite comandar el variador de frecuencia, y el envío y recepción de datos entre el PLC y el accionamiento.



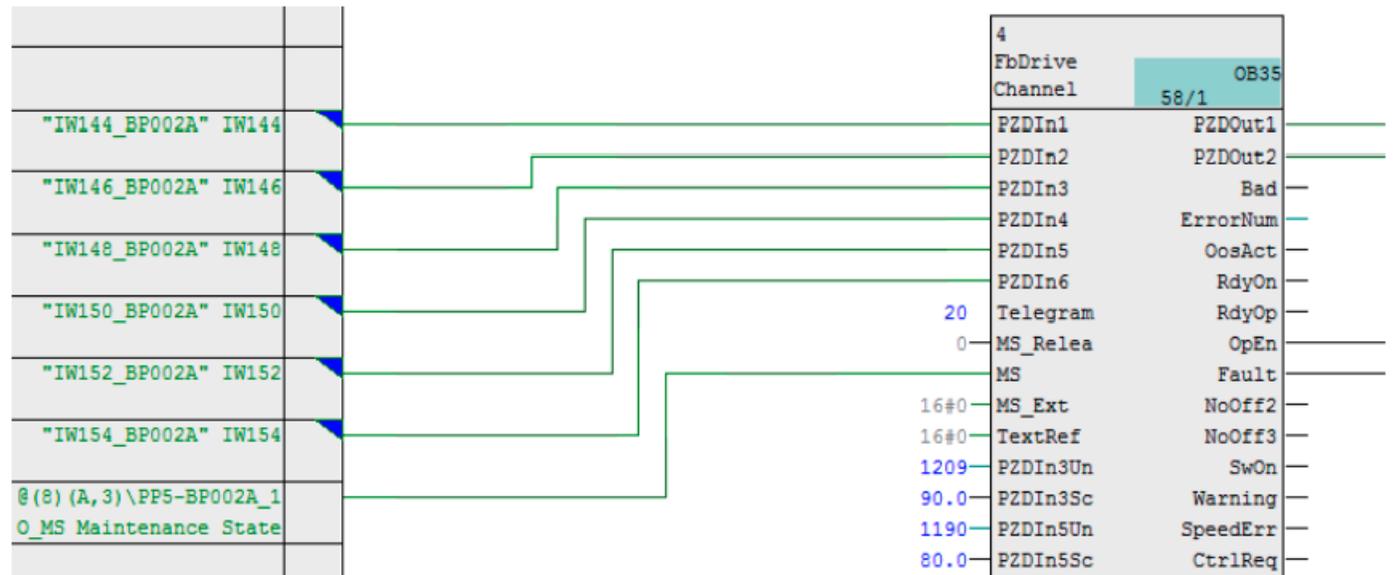
Slot	DP ID	Order Number / Designation	I Address	Q Address	Comment
1	225	Standard telegram 20	512..515	512..515	
2	273	-> Standard telegram 20	512..515		
3					
4					

Standard telegram 20 (P2D-2/6) according to PROFIdrive V4. 2 words output and 6 words input.

Desarrollo

Programación de los Variadores de Frecuencia Sinamics

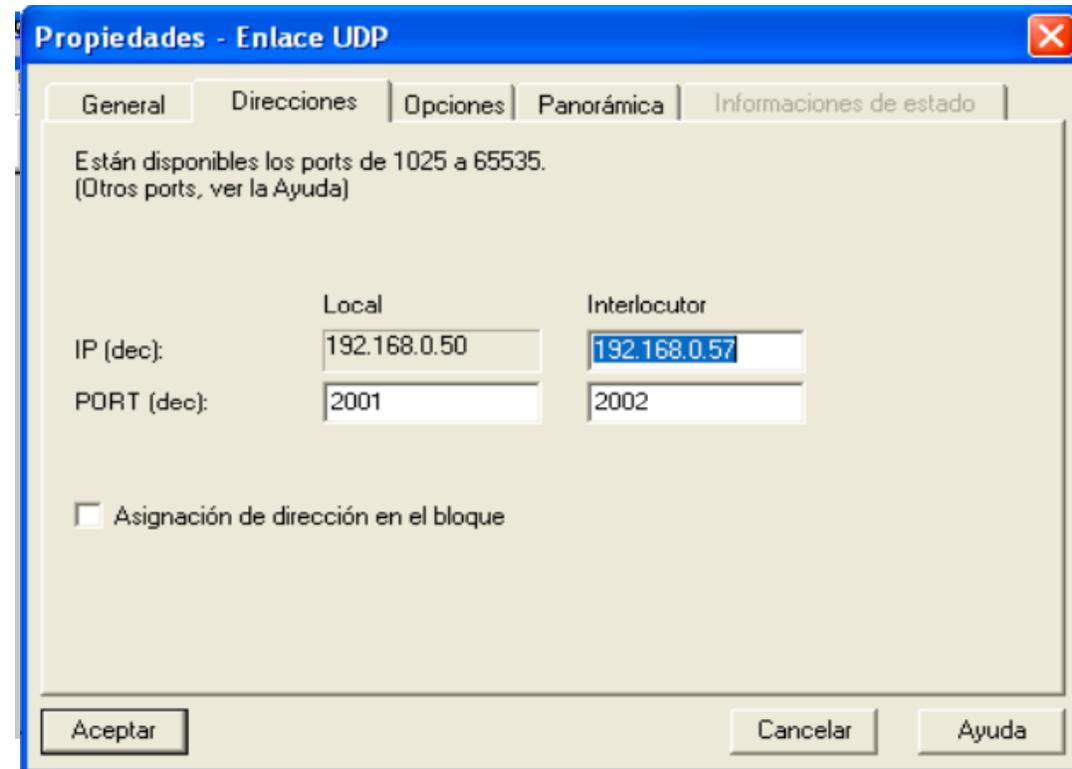
- ✓ En la parte del Controlador Lógico Programable, se utiliza el programa Step 7, en la configuración de hardware se define el número de nodo del variador de frecuencia, la velocidad de transmisión y el telegrama de comunicación.
- ✓ En el mismo software Step7 en la Plant View se programa el bloque CFC que permite comandar el variador de frecuencia, y el envío y recepción de datos entre el PLC y el accionamiento.



Desarrollo

Comunicación Industrial Ethernet entre el PLC S7 400 y el PLC S7 1500

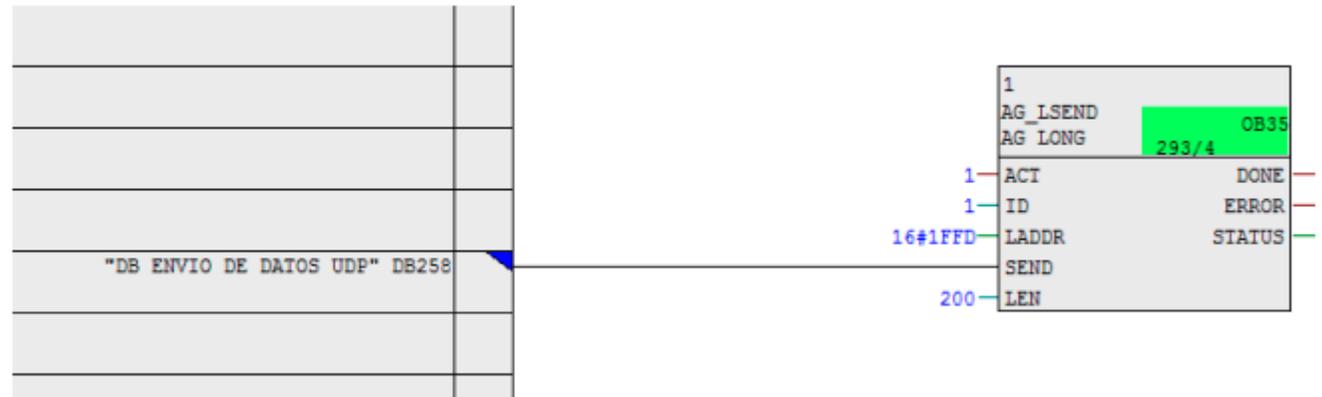
- ✓ En el PLC S7 400, en la configuración de hardware del Step7 se debe especifica, el protocolo de comunicación (UDP), la ID y las direcciones IP de los nodos.
- ✓ En la Plant View, en los bloques CFC se programa el bloque de datos en donde se almacenan todas las variables que se envían al PLC S7 1500.
- ✓ Y el bloque FC70 AG_LSEND, bloque que permite la comunicación Industrial Ethernet con el protocolo UDP.



Desarrollo

Comunicación Industrial Ethernet entre el PLC S7 400 y el PLC S7 1500

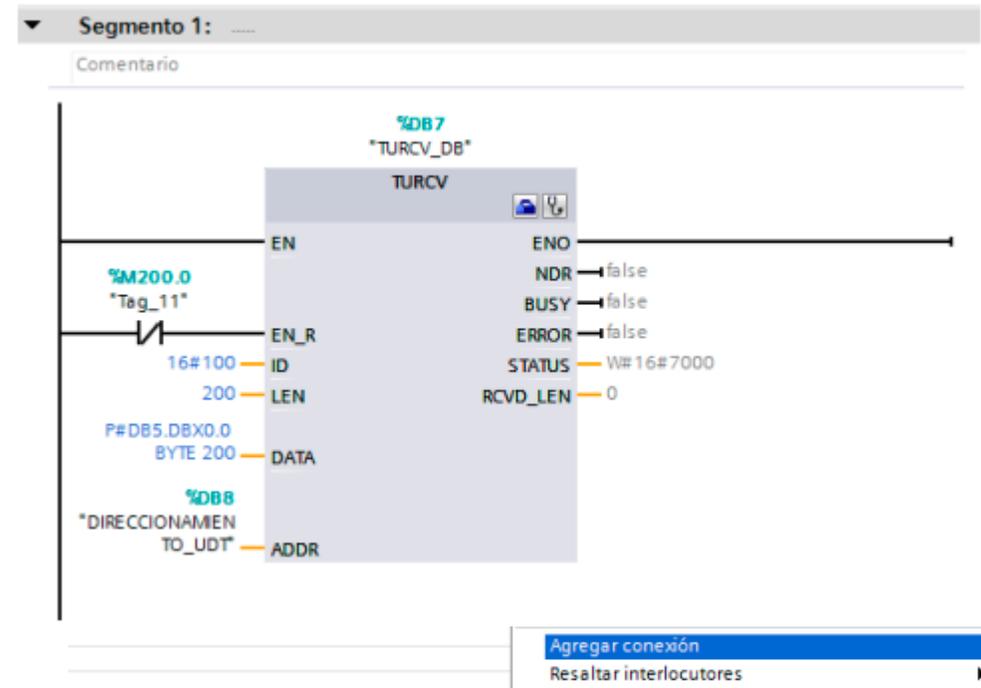
- ✓ En el PLC S7 400, en la configuración de hardware del Step7 se debe especificar el protocolo de comunicación (UDP), la ID y las direcciones IP de los nodos.
- ✓ En la Plant View, en los bloques CFC se programa el bloque de datos en donde se almacenan todas las variables que se envían al PLC S7 1500.
- ✓ Y el bloque FC70 AG_LSEND, bloque que permite la comunicación Industrial Ethernet con el protocolo UDP.



Desarrollo

Comunicación Industrial Ethernet entre el PLC S7 400 y el PLC S7 1500

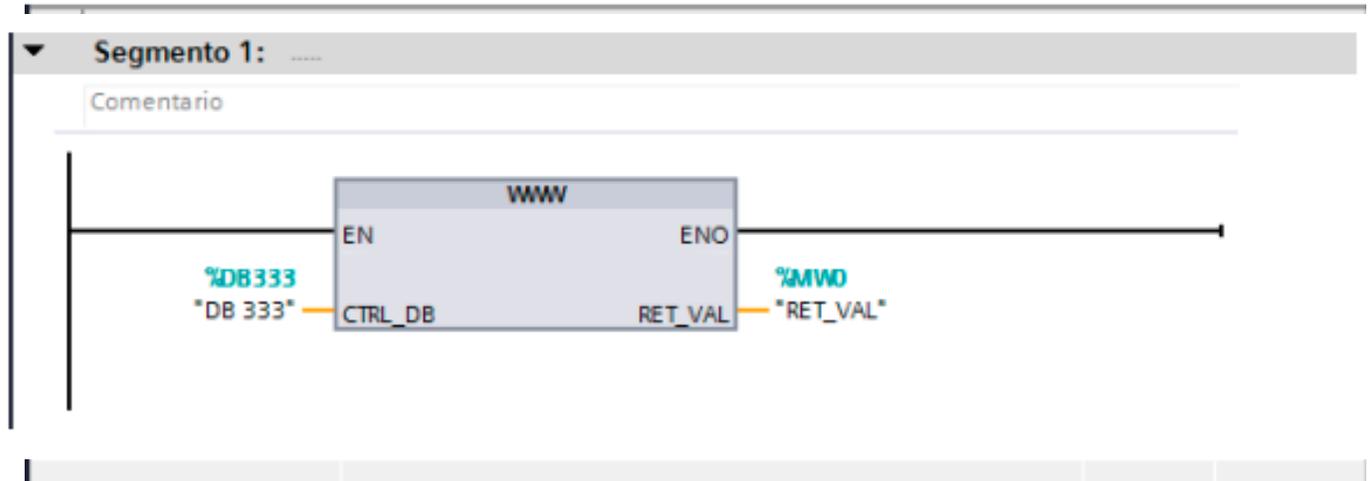
- ✓ En el PLC S7 1500, en la configuración de hardware del software TIA PORTAL se debe especificar, el protocolo de comunicación (UDP), la ID y las direcciones IP de los nodos.
- ✓ En los bloques del programa se utiliza la instrucción TURCV, que permite la recepción de los datos enviados por Industrial Ethernet utilizando el protocolo UDP.



Desarrollo

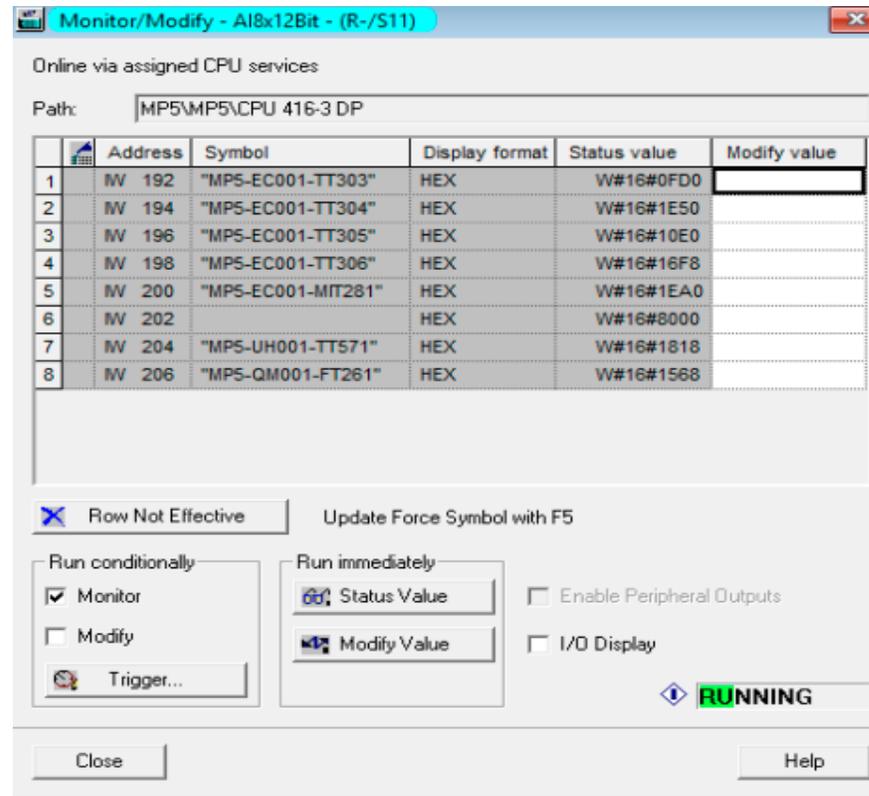
Programación del servidor web en el PLC S7 1500

- ✓ En la configuración del hardware de TIA PORTAL en la sección Servidor WEB, es necesario activar el servidor web, configurar sus características, definir la ubicación en donde se almacenaron los programas HTML, CSS y Java Script en nuestra PC.
- ✓ De esta manera se generan los DB con las configuraciones del servidor web.
- ✓ Posteriormente en los bloques, se programa y configura la instrucción www que permite sincronizar las páginas web definidas por el usuario para que sean visualizadas en un navegador web.



PRUEBAS DE COMUNICACIÓN

Datos enviados por la ET 200 M. Datos de las variables del sistema HOOD



Monitor/Modify - AI8x12Bit - (R-/S11)

Online via assigned CPU services

Path: MP5\MP5\CPU 416-3 DP

	Address	Symbol	Display format	Status value	Modify value
1	W 192	"MP5-EC001-TT303"	HEX	W#16#0FD0	
2	W 194	"MP5-EC001-TT304"	HEX	W#16#1E50	
3	W 196	"MP5-EC001-TT305"	HEX	W#16#10E0	
4	W 198	"MP5-EC001-TT306"	HEX	W#16#16F8	
5	W 200	"MP5-EC001-MIT281"	HEX	W#16#1EA0	
6	W 202		HEX	W#16#8000	
7	W 204	"MP5-UH001-TT571"	HEX	W#16#1818	
8	W 206	"MP5-QM001-FT261"	HEX	W#16#1568	

Row Not Effective Update Force Symbol with F5

Run conditionally
 Monitor
 Modify

Run immediately

Enable Peripheral Outputs
 I/O Display

RUNNING

PRUEBAS DE COMUNICACIÓN

Datos enviados por los Variadores de Frecuencia. Datos de las variables del sistema HOOD

Selecc. protoc. bus campo
[3] PROFIBUS

Configuración | Sentido de recepción | Sentido de envío

Configuración de telegramas: Modo de compatibilidad (como con la versión de firmware) [20] Telegrama estándar 20, PZD-2/6
 Ocultar interconexiones inactivas

PZD

PROFIsafe
El telegrama PROFIsafe utilizado no se puede determinar unívocamente. Seleccione un telegrama PROFIsafe en la parte superior.

PROFIdrive	1	047F	hex	STW1	-	
	2	3602	hex	NSOLL_A	p1070[0], Ct. Consiana princ	

Selecc. protoc. bus campo
[3] PROFIBUS

Configuración | Sentido de recepción | Sentido de envío

Configuración de telegramas: Modo de compatibilidad (como con la versión de firmware) [20] Telegrama estándar 20, PZD-2/6
 Ocultar interconexiones inactivas

PZD

PROFIsafe
El telegrama PROFIsafe utilizado no se puede determinar unívocamente. Seleccione un telegrama PROFIsafe en la parte superior.

PROFIdrive	r2089[0]: CO: Convertidor bi	ZSW1	6F37	hex	[1]
	r63[1]: CO: Velocidad real	NIST_A_GLATT	3601	hex	[2]
	r68[1]: CO: Intensidad real	IAIST_GLATT	1AF5	hex	[3]
	r80[1]: CO: Par real, Filtrado	MIST_GLATT	1213	hex	[4]
	r82[1]: CO: Potencia activa	PIST_GLATT	0F41	hex	[5]
	r3113: CO/BO: Bits señaliz.	MELD_NAMUR	0001	hex	[6]

PRUEBAS DE COMUNICACIÓN

Datos enviados por los Variadores de Frecuencia. Datos de las variables del sistema HOOD

Variable	Valor	Variable	Valor
FV_Drive		P2DIn1	
FbDrive		P2DIn2	
Motor VE	OB35	P2DIn3	
	22/7	P2DIn4	0
		P2DIn5	
		P2DIn6	
		Telegram	20
		MS_Relea	
		MS	
		TextRef	1680
		P2DIn2Un	1085
		P2DIn2Sc	1800.0
		P2DIn3Un	1209
		P2DIn3Sc	45.0
		P2DIn4Un	1126
		P2DIn4Sc	201.32
		P2DIn5Un	1190
		P2DIn5Sc	37.95
		SP_Li	
		SP_LiSea	1800.0
		On	1
		EnOp	1
		Actn	
		Local	
		InvSp	0
		Feature	0
		Mode	
		DataXchg	
		DataXchg	
		MS_Xchg	
		P2DOut1	
		P2DOut2	
		Bad	
		CosAct	0
		OpEn	
		Fault	
		Zsw1_14	1
		SpeedLi	1799.88
		SpeedSea	1800.0
		SpeedUni	1085
		CurrentL	
		CurrentS	
		CurrentU	
		Power1Li	
		Power1Un	
		Power2Li	
		Power2Un	
		MS_Req	
		MS_Dev	

PRUEBAS DE COMUNICACIÓN

Datos obtenidos y presentados en el Servidor Web

Address	Declaration	Name	Type	Initial value	Actual value
0.0	in	IN	REAL	0.000000e+000	94.50231
4.0	in	IN_1	REAL	0.000000e+000	190.8901
8.0	in	IN_2	REAL	0.000000e+000	342.4177
12.0	in	IN_3	REAL	0.000000e+000	0.247592
16.0	in	IN_4	REAL	0.000000e+000	3599.78
20.0	in	IN_5	REAL	0.000000e+000	1799.921
24.0	in	IN_6	REAL	0.000000e+000	1699.841
28.0	in	IN_7	REAL	0.000000e+000	1599.878
32.0	in	IN_8	REAL	0.000000e+000	0.1736115
36.0	in	IN_9	REAL	0.000000e+000	0.0
40.0	in	IN_10	REAL	0.000000e+000	100.0
44.0	in	IN_11	REAL	0.000000e+000	190.8884
48.0	in	IN_12	REAL	0.000000e+000	106.3368
52.0	in	IN_13	REAL	0.000000e+000	140.3356
56.0	in	IN_14	REAL	0.000000e+000	1.066332
60.0	in	IN_15	REAL	0.000000e+000	19.13654
64.0	in	IN_16	REAL	0.000000e+000	0.0
68.0	in	IN_17	REAL	0.000000e+000	85.82169
72.0	in	IN_18	REAL	0.000000e+000	342.4177
76.0	in	IN_19	REAL	0.000000e+000	0.0
80.0	in	IN_20	REAL	0.000000e+000	0.0
84.0	in	IN_21	REAL	0.000000e+000	0.0
88.0	in	IN_22	REAL	0.000000e+000	0.0
92.0	in	IN_23	REAL	0.000000e+000	0.0
96.0	in	IN_24	REAL	0.000000e+000	0.0

96.0	in	IN_24	REAL	0.000000e+000	0.0
100.0	in	IN_25	REAL	0.000000e+000	0.0
104.0	in	IN_26	REAL	0.000000e+000	0.0
108.0	in	IN_27	REAL	0.000000e+000	0.0
112.0	in	IN_28	REAL	0.000000e+000	0.0
116.0	in	IN_29	REAL	0.000000e+000	0.0
120.0	in	IN_30	REAL	0.000000e+000	73.54102
124.0	in	IN_31	REAL	0.000000e+000	20.42001
128.0	in	IN_32	REAL	0.000000e+000	317.9207
132.0	in	IN_33	REAL	0.000000e+000	82.26709
136.0	in	IN_34	REAL	0.000000e+000	48.0011
140.0	in	IN_35	REAL	0.000000e+000	275.4299
144.0	in	IN_36	REAL	0.000000e+000	411.2748
148.0	in	IN_37	REAL	0.000000e+000	142.3043
152.0	in	IN_38	REAL	0.000000e+000	183.8125
156.0	in	IN_39	REAL	0.000000e+000	149.8969
160.0	in	IN_40	REAL	0.000000e+000	51.93441
164.0	in	IN_41	REAL	0.000000e+000	7.678154
168.0	in	IN_42	REAL	0.000000e+000	49.09208
172.0	in	IN_43	REAL	0.000000e+000	-0.5623804
176.0	in	IN_44	REAL	0.000000e+000	0.0
180.0	in	IN_45	REAL	0.000000e+000	0.0
184.0	in	IN_46	REAL	0.000000e+000	0.0
188.0	in	IN_47	REAL	0.000000e+000	0.0
192.0	in	IN_48	REAL	0.000000e+000	0.0
196.0	in	IN_49	REAL	0.000000e+000	0.0

PRUEBAS DE COMUNICACIÓN

Datos obtenidos y presentados en el Servidor Web

DB_CARGAR_DATOS_PCS7					
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Valor de observación
1	Static				
2	IN	Real	0.0	0.0	94.47338
3	IN_1	Real	4.0	0.0	190.9284
4	IN_2	Real	8.0	0.0	359.1415
5	IN_3	Real	12.0	0.0	0.2409594
6	IN_4	Real	16.0	0.0	3599.78
7	IN_5	Real	20.0	0.0	1799.921
8	IN_6	Real	24.0	0.0	1699.957
9	IN_7	Real	28.0	0.0	1600.11
10	IN_8	Real	32.0	0.0	0.02893518
11	IN_9	Real	36.0	0.0	0.0
12	IN_10	Real	40.0	0.0	100.0
13	IN_11	Real	44.0	0.0	190.9274
14	IN_12	Real	48.0	0.0	106.9155
15	IN_13	Real	52.0	0.0	139.9067
16	IN_14	Real	56.0	0.0	1.041668
17	IN_15	Real	60.0	0.0	20.31586
18	IN_16	Real	64.0	0.0	0.0
19	IN_17	Real	68.0	0.0	88.69032
20	IN_18	Real	72.0	0.0	359.1415
21	IN_19	Real	76.0	0.0	0.0

23	IN_21	Real	84.0	0.0	0.0
24	IN_22	Real	88.0	0.0	0.0
25	IN_23	Real	92.0	0.0	0.0
26	IN_24	Real	96.0	0.0	0.0
27	IN_25	Real	100.0	0.0	0.0
28	IN_26	Real	104.0	0.0	0.0
29	IN_27	Real	108.0	0.0	0.0
30	IN_28	Real	112.0	0.0	0.0
31	IN_29	Real	116.0	0.0	0.0
32	IN_30	Real	120.0	0.0	73.26416
33	IN_31	Real	124.0	0.0	20.10223
34	IN_32	Real	128.0	0.0	322.0441
35	IN_33	Real	132.0	0.0	81.48779
36	IN_34	Real	136.0	0.0	47.40894
37	IN_35	Real	140.0	0.0	309.942
38	IN_36	Real	144.0	0.0	403.065
39	IN_37	Real	148.0	0.0	142.3239
40	IN_38	Real	152.0	0.0	186.5365
41	IN_39	Real	156.0	0.0	150.263
42	IN_40	Real	160.0	0.0	54.50578

PRUEBAS DE COMUNICACIÓN

Datos obtenidos y presentados en el Servidor Web

DB_CARGAR_DATOS_PCS7					
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Valor de observación
1	Static				
2	IN	Real	0.0	0.0	94.47338
3	IN_1	Real	4.0	0.0	190.9284
4	IN_2	Real	8.0	0.0	359.1415
5	IN_3	Real	12.0	0.0	0.2409594
6	IN_4	Real	16.0	0.0	3599.78
7	IN_5	Real	20.0	0.0	1799.921
8	IN_6	Real	24.0	0.0	1699.957
9	IN_7	Real	28.0	0.0	1600.11
10	IN_8	Real	32.0	0.0	0.02893518
11	IN_9	Real	36.0	0.0	0.0
12	IN_10	Real	40.0	0.0	100.0
13	IN_11	Real	44.0	0.0	190.9274
14	IN_12	Real	48.0	0.0	106.9155
15	IN_13	Real	52.0	0.0	139.9067
16	IN_14	Real	56.0	0.0	1.041668
17	IN_15	Real	60.0	0.0	20.31586
18	IN_16	Real	64.0	0.0	0.0
19	IN_17	Real	68.0	0.0	88.69032
20	IN_18	Real	72.0	0.0	359.1415
21	IN_19	Real	76.0	0.0	0.0

23	IN_21	Real	84.0	0.0	0.0
24	IN_22	Real	88.0	0.0	0.0
25	IN_23	Real	92.0	0.0	0.0
26	IN_24	Real	96.0	0.0	0.0
27	IN_25	Real	100.0	0.0	0.0
28	IN_26	Real	104.0	0.0	0.0
29	IN_27	Real	108.0	0.0	0.0
30	IN_28	Real	112.0	0.0	0.0
31	IN_29	Real	116.0	0.0	0.0
32	IN_30	Real	120.0	0.0	73.26416
33	IN_31	Real	124.0	0.0	20.10223
34	IN_32	Real	128.0	0.0	322.0441
35	IN_33	Real	132.0	0.0	81.48779
36	IN_34	Real	136.0	0.0	47.40894
37	IN_35	Real	140.0	0.0	309.942
38	IN_36	Real	144.0	0.0	403.065
39	IN_37	Real	148.0	0.0	142.3239
40	IN_38	Real	152.0	0.0	186.5365
41	IN_39	Real	156.0	0.0	150.263
42	IN_40	Real	160.0	0.0	54.50578

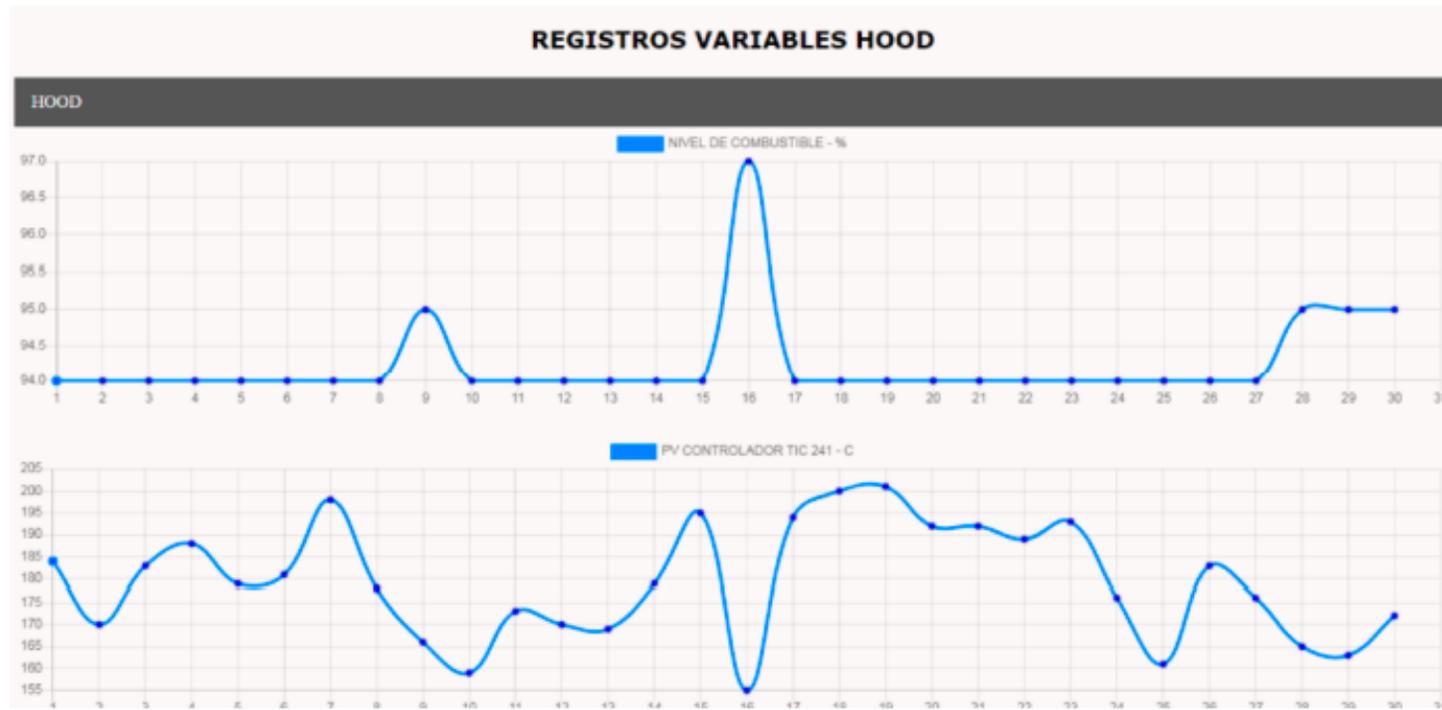
PRUEBAS DE COMUNICACIÓN

Datos obtenidos y presentados en el Servidor Web



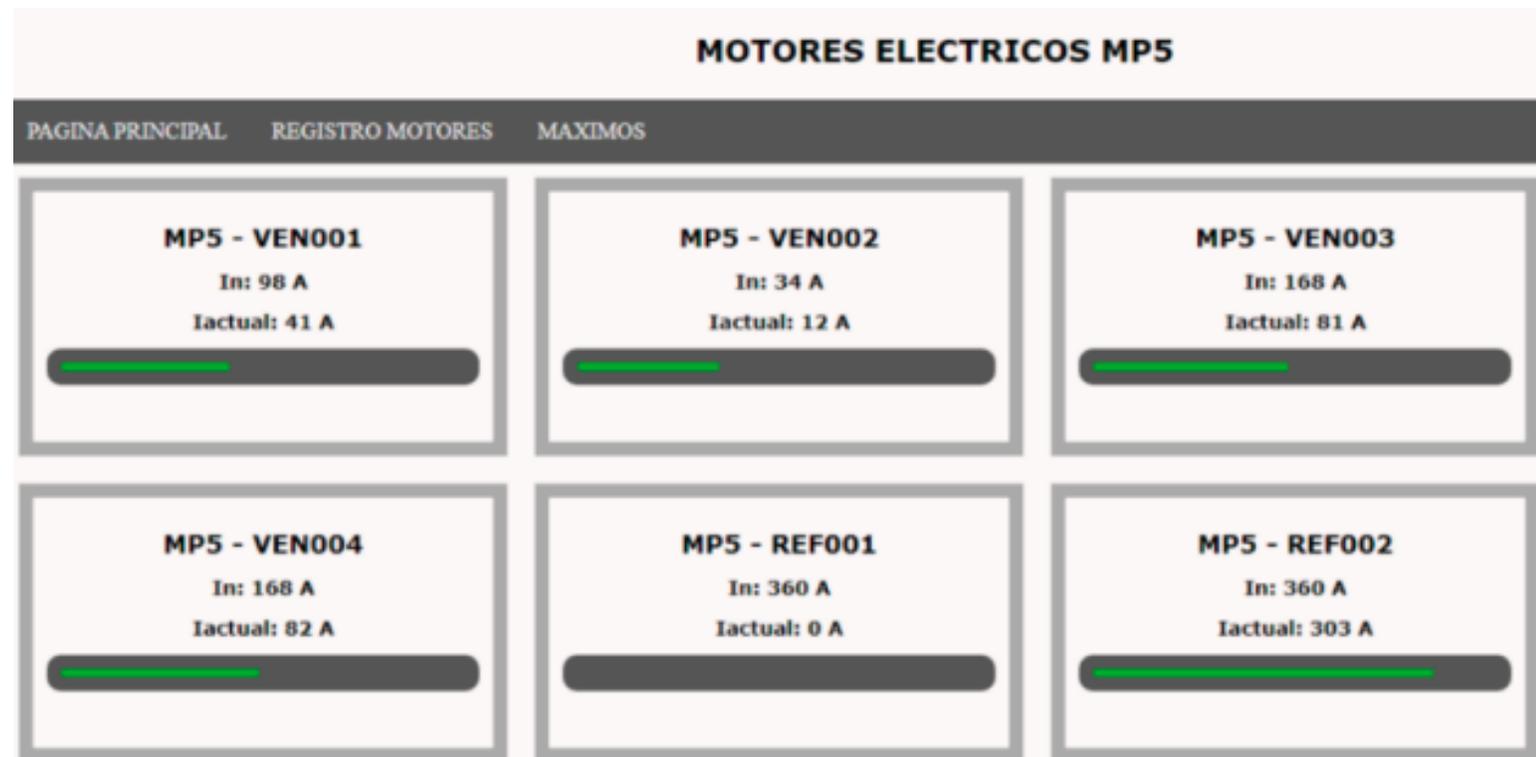
PRUEBAS DE COMUNICACIÓN

Datos obtenidos y presentados en el Servidor Web



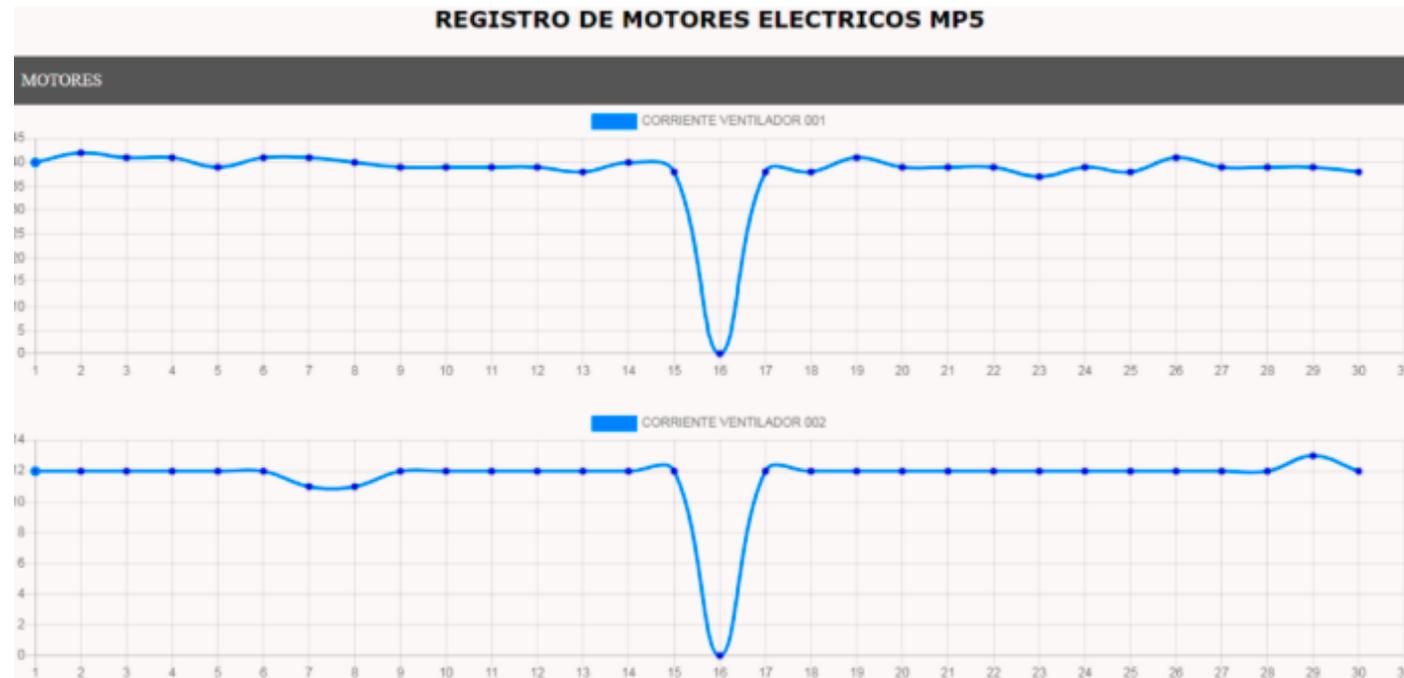
PRUEBAS DE COMUNICACIÓN

Datos obtenidos y presentados en el Servidor Web



PRUEBAS DE COMUNICACIÓN

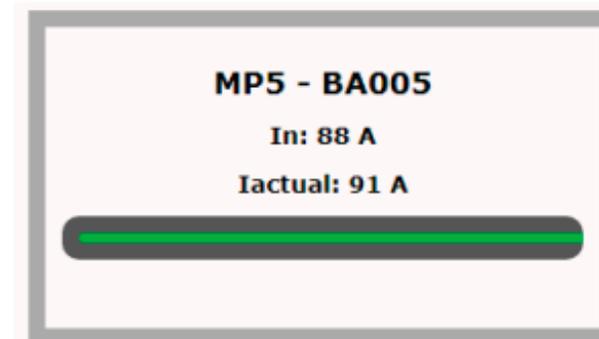
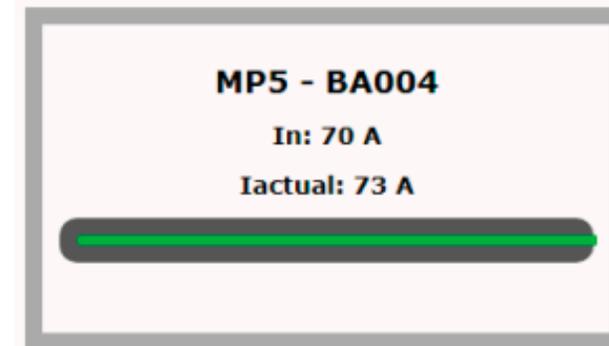
Datos obtenidos y presentados en el Servidor Web



RESULTADOS OBTENIDOS

Motores mal dimensionados

- ✓ Los primeros resultados obtenidos permitieron identificar motores acoplados a bombas de agua mal dimensionados, la figura representa la corriente de trabajo de los motores de las bombas MP5 – BA004 y MP5 – BA005.
- ✓ La barra indicaba que estos motores trabajaban por encima de la corriente nominal.
- ✓ Con los registros de cambios de estos motores se pudo observar que los mismos eran cambiados cada seis meses debido a un sobrecalentamiento en el bobinado del estator.
- ✓ Al revisar las hojas técnicas de las bombas se pudo evidenciar que los motores acoplados eran de una potencia menor a la requerida por la bomba.



RESULTADOS OBTENIDOS

Disminución del tiempo para realizar la ruta de motores

- ✓ Al contar con una herramienta automatizada para el registro de las corrientes de trabajo de los motores de la Máquina de Papel MP5, se ha reducido en un 15% el tiempo de ejecución de la ruta de motores.
- ✓ Durante el desarrollo de este trabajo de titulación se pudo determinar que otras de las variables de motores que pueden ser enviadas desde los variadores de frecuencia hacia las páginas web de una manera automática son temperatura y potencia, lo que permitirá reducir aún más el tiempo de ejecución de las rutas de motores.

Reducción de tiempo en rutas de motores.

MÁQUINA	FORMATO	CANTIDAD MOTORES	TIEMPO AHORRADO minutos
Motores con VFD MP5	EC-FMTE-05 V6	23	69

RESULTADOS OBTENIDOS

Eliminación de la generación de Hollín

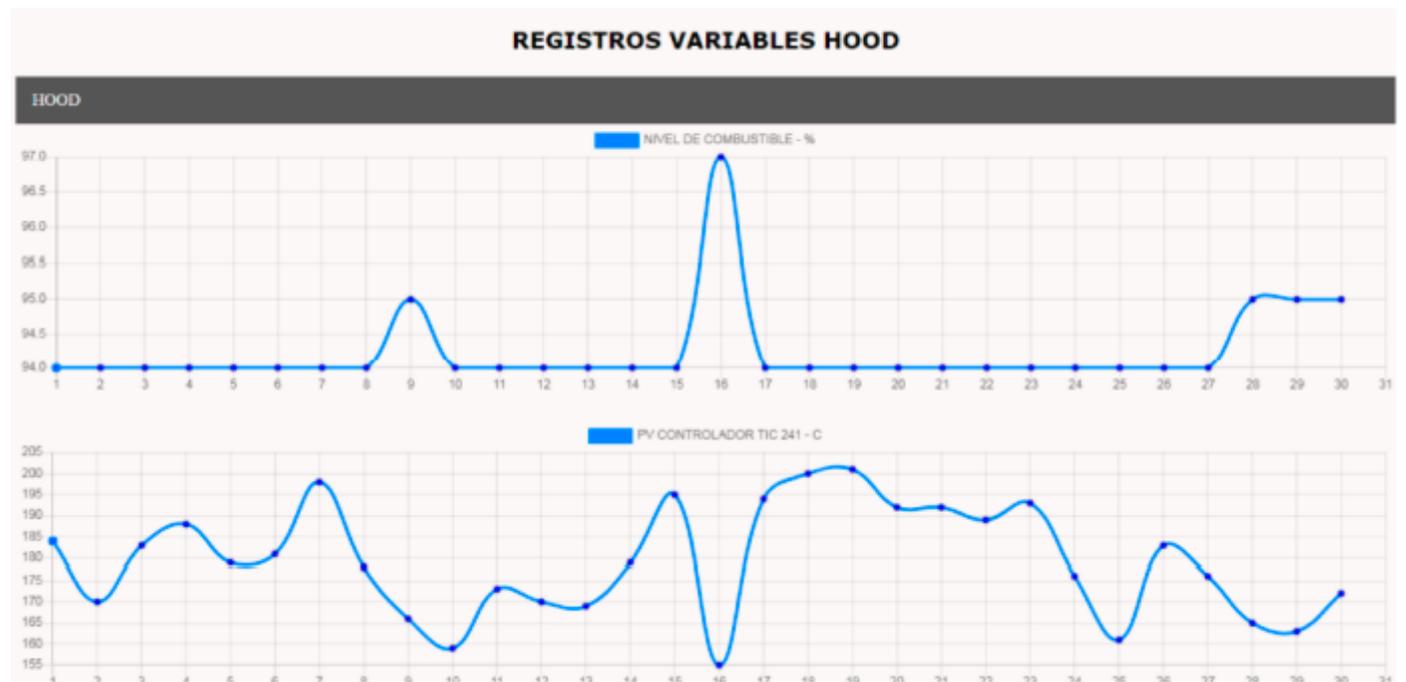
- ✓ El hollín, producido por una mala combustión en los quemadores ha sido uno de los problemas que mayormente han afectado a los indicadores de mantenimiento eléctrico.
- ✓ El último evento producido en el año 2021 fue en el mes de abril en donde por este defecto se perdió un total de 1300 minutos y 60 toneladas de rechazo, la mayor afectación del año 2021.



RESULTADOS OBTENIDOS

Eliminación de la generación de Hollín

- ✓ Desde la puesta en funcionamiento de las páginas web no hemos tenido eventos de caída de hollín.
- ✓ El análisis de las tendencias nos han permitido observar el comportamiento de las variables del sistema de secado por quemadores hood en el tiempo.
- ✓ Analizando la variabilidad de cada uno de los parámetros, determinando de esta manera los factores que producen dicha variabilidad para finalmente tomar decisiones que permitan anticiparnos a la aparición de eventos de este defecto de calidad.
- ✓ En conclusión mantener los parámetros dentro de estándar, permiten que no se generen problemas de combustión en los quemadores.



COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

“El monitoreo remoto de variables de proceso, disminuye los defectos de calidad y aumenta la disponibilidad en la Máquina de Papel MP5 de la Empresa Productos Familia Sancela del Ecuador S.A.”

COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

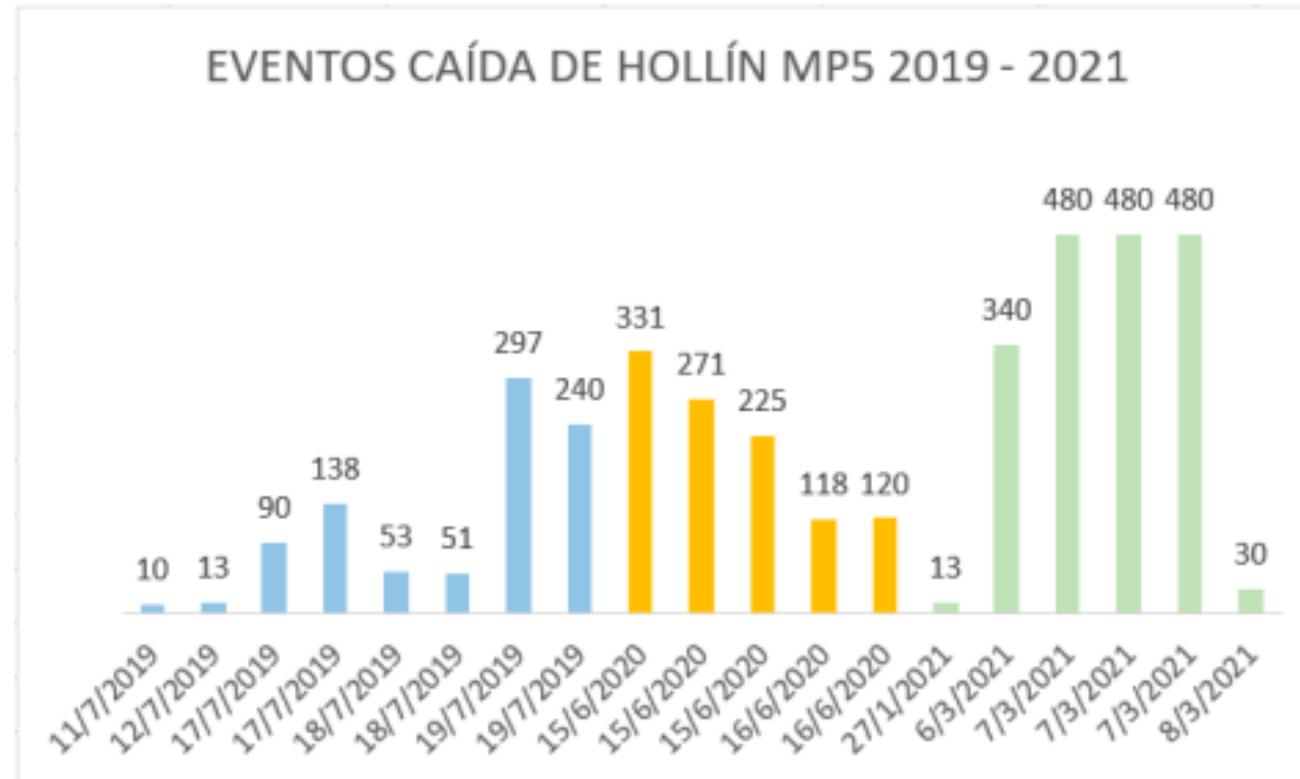
En la tabla se observa que desde el año 2019 han existido un total de 19 eventos por causa de caída de hollín con un tiempo perdido de producción de 3780 minutos.

Puesto de trabajo	Día natural	Tipo de Paro	Texto o Comentarios	Tiempo
MP5	11/7/2019	PARO MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	Caída de hollín.	10
MP5	12/7/2019	PARO MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	Caída de hollín.	13
MP5	17/7/2019	PARO MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	Caída de hollín	90
MP5	17/7/2019	PARO MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	Caída de hollín	138
MP5	18/7/2019	PARO MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	Caída de hollín	53
MP5	18/7/2019	PARO MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	Caída de hollín	51
MP5	19/7/2019	PARO MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	Caída de hollín	297
MP5	19/7/2019	PARO MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	Caída de hollín	240
MP5	15/6/2020	PARO MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	Caída de hollín en la hoja de papel	331

MP5	15/6/2020	PARO MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	en la hoja de papel	225
MP5	16/6/2020	PARO MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	Caída de hollín en la hoja de papel	118
MP5	16/6/2020	PARO MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	Caída de hollín en la hoja de papel	120
MP5	27/1/2021	PARO MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	Seguimiento hollín	13
MP5	6/3/2021	PARO MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	Caída de hollín	340
MP5	7/3/2021	PARO MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	Caída de hollín	480
MP5	7/3/2021	PARO MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	Caída de hollín	480
MP5	7/3/2021	PARO MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	Caída de hollín	480
MP5	8/3/2021	PARO MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	Caída de hollín	30
TOTAL				
TIEMPO (min)				3780

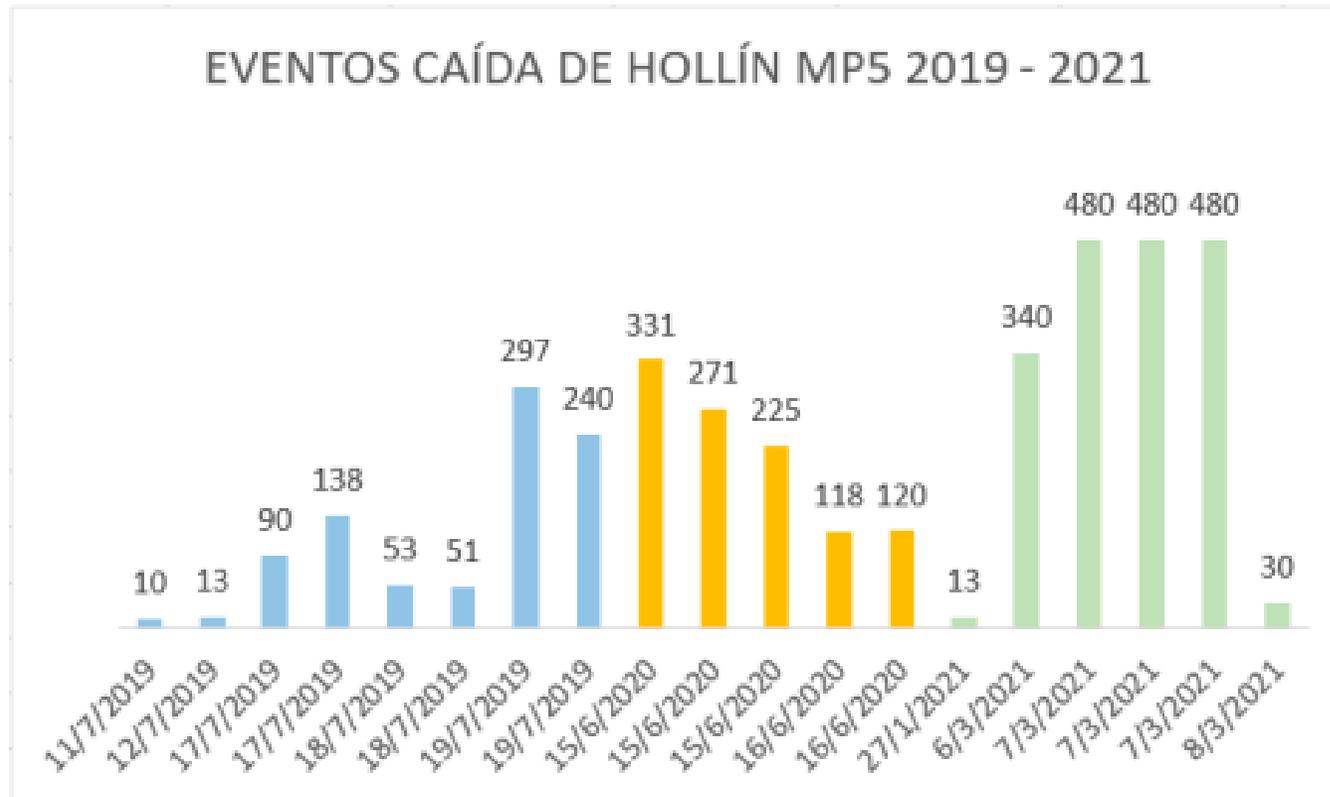
COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

En la figura una representación gráfica de los eventos de caída de hollín entre los años 2019 y 2021.



COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

En la figura una representación gráfica de los eventos de caída de hollín entre los años 2019 y 2021.



COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

- Desde la implementación del monitoreo de las variables del quemador Hood por medio de páginas web, además de la actualización de Center Lines para todas las variables del sistema de secado Hood, no han existido eventos de caída de hollín en el semielaborado, el fácil acceso a las variables que se monitorean en tiempo real permite actuar de una manera ágil cuando un parámetro sale fuera de center line, volviendo los sistemas a condiciones básicas de operación, logrando de esta manera anticiparnos a los problemas de mala combustión y acumulación de hollín en las tuberías del sistema.
- Desde la implementación del monitoreo de variables por medio del servidor web, la generación de hollín no ha generado defectos de calidad en el semielaborado ni a afectado el indicador de Eficiencia de Máquina.

Gracias