



ESPE
ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA



CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN HMI PARA CONTROLAR EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN RELACIONADO CON EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS EN LA EMPRESA THE TESALIA SPRINGS COMPANY – MACHACHI.”

DARWIN ISRAEL TOAPANTA VIRACOCHA

Febrero 2013



OBJETIVO GENERAL



Diseñar e implementar un HMI para controlar y supervisar el proceso de refrigeración por amoníaco en el área sala de máquinas de la empresa Tesalia



OBJETIVOS ESPECÍFICOS



- Identificar el proceso actual y las oportunidades de mejoramiento.
- Seleccionar los equipos y elementos adecuados que garanticen el proceso automático de refrigeración en el área sala de máquinas.
- Diseñar un programa que permita la correcta operación automática del sistema de amoníaco.
- Implementar un sistema de automatización óptimo de operación.



DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



- El presente proyecto está ubicado en el área de sala de máquinas el mismo que consta con: 3 compresores de amoníaco, 1 condensador evaporativo, 1 trampa de líquido, 1 depósito de amoníaco y 3 carbonatadores de bebidas.





ESTUDIO DEL SISTEMA



- Falta de frío en las bebidas carbonatadas (P_ºT).
- No existía comunicación de red en el área sala de máquinas.
- Ningún monitoreo y control en el sistema de amoníaco.
- No existía características de los compresores y bombas.
- Planos eléctricos desactualizados.





1.-Enfriamiento

+15°C a +0°C(59°F a 32°F),elimina el calor sensible

2.-Refrigeración

superiores de los 0°C a -18°C (32°F a -0.4°F)

3.-Congelación

entre -18°C y -40°C (-0.4°F Y -40°F)

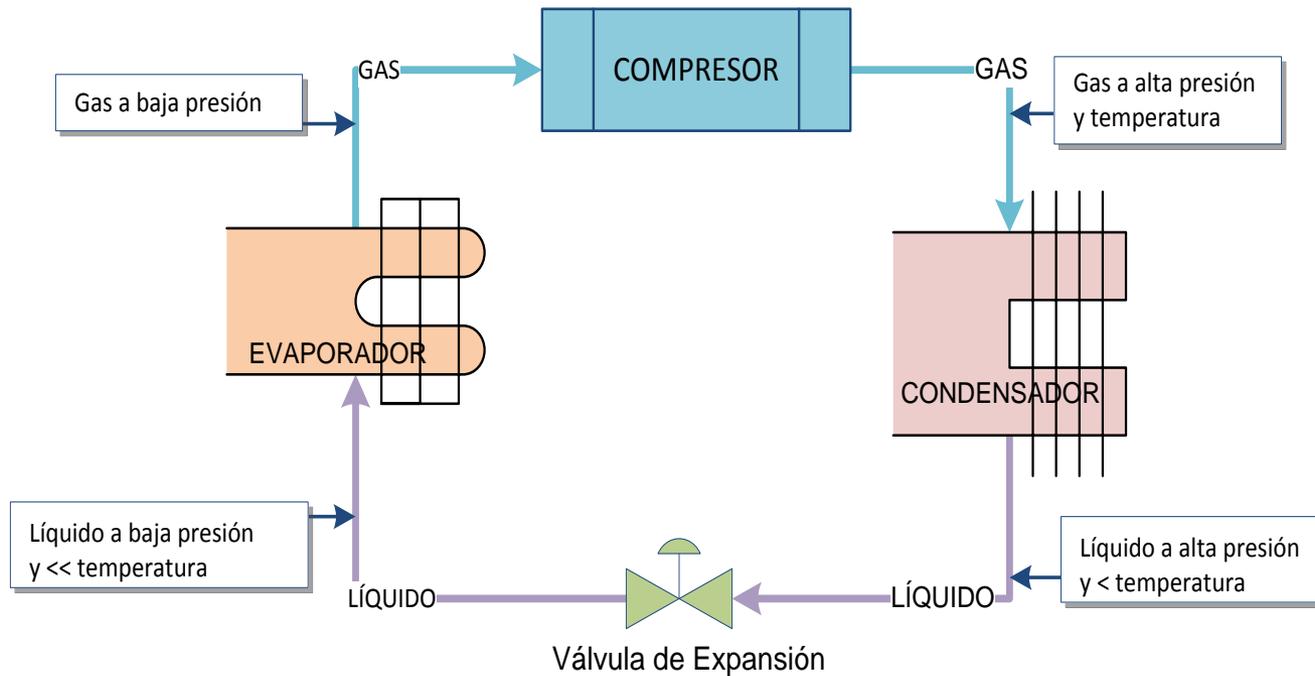
4.-Proceso Criogénico

desde -40°C (-40°F)





COMPONENTES DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN



- Compresor.
- Condensador.
- Evaporador.
- Válvula de Expansión.



REFRIGERANTES

REFRIGERANTES SEGÚN SU FUNCIÓN

PRIMARIOS

SECUNDARIOS

Freones



Aire



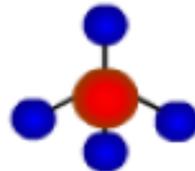
Amoníaco



Agua



Hidrocarburos



Aceite



Gases especiales



Salmueras





DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN



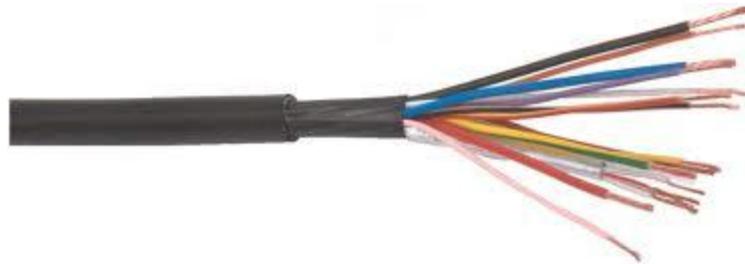
- **DISEÑO DE HARDWARE.-** PLC, CPU 1214C
módulos de E/S digitales y análogas
- **DISEÑO DEL EQUIPO.-** Dibujo de los esquemas
- **DISEÑO ELECTRÓNICO/ ELECTRICO.-**
Protecciones, instalaciones de sensores



SELECCIÓN DEL CONDUCTOR



- Para el cableado del circuito de control se utilizó el conductor # 18 AWG ya que las conexiones interna y externa del tablero no requieren más de 2A





SELECCIÓN DE COMPONENTES

- El ambiente de trabajo.
- El Software de programación.
- Tipo de comunicación a estaciones externas.
- El número de entradas y salidas requeridas.
- Tipo de señales de sensores o transductores del sistema.





DESIGNACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC S7-1200



Procedencia Señal	Input PLC	RELE 1	RELE 2
Glicol Guar_mtr 1	I0.0	110 VAC	24VDC
Glicol Guar_mtr 2	I0.1	110 VAC	24VDC
Glicol Guar_mtr 3	I0.2	110 VAC	24VDC
Glicol Guar_mtr 4	I0.3	110 VAC	24VDC
NH3_6P_ETAPA 1	I0.4	110 VAC	24VDC
NH3_6P_ETAPA 2	I0.5	110 VAC	24VDC
NH3_6P_ETAPA 3	I0.6	110 VAC	24VDC
NH3_8P_ETAPA 1	I0.7	110 VAC	24VDC
NH3_8P_ETAPA 2	I1.0	110 VAC	24VDC
NH3_8P_ETAPA 3	I1.1	110 VAC	24VDC
NH3_8P_ETAPA 4	I1.2	110 VAC	24VDC

The screenshot shows the 'Variables PLC' table in the SIMATIC Manager software. The table lists 19 variables, each with a name, a data type (Bool), and a direction (%M46.x). The variables are:

Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección
48 Glicol_marca Guarda_Q3	Tabla de variables ...	Bool	%M46.2
49 Glicol_Guada_Q4	Tabla de vanab...	Bool	%I0.2
50 Glicol_marca Guarda_Q4	Tabla de variables ...	Bool	%M46.3
51 Glicol_Guada_Q5	Tabla de variables ...	Bool	%I0.3
52 Glicol_marca Guarda_Q5	Tabla de variables ...	Bool	%M46.4
53 NH3_6P_ETAPA_1	Tabla de variables ...	Bool	%I0.4
54 NH3_6P_marca_ETAPA_1	Tabla de variables ...	Bool	%M46.5
55 NH3_6P_marca_ETAPA_2	Tabla de variables ...	Bool	%M46.6
56 NH3_6P_ETAPA_2	Tabla de variables ...	Bool	%I0.5
57 NH3_6P_ETAPA_3	Tabla de variables ...	Bool	%I0.6
58 NH3_6P_marca_ETAPA_3	Tabla de variables ...	Bool	%M46.7
59 NH3_8P_marca_ETAPA_1	Tabla de variables ...	Bool	%M47.0
60 NH3_8P_ETAPA_1	Tabla de variables ...	Bool	%I0.7
61 NH3_8P_ETAPA_2	Tabla de variables ...	Bool	%I1.0
62 NH3_8P_marca_ETAPA_2	Tabla de variables ...	Bool	%M47.1
63 NH3_8P_ETAPA_3	Tabla de variables ...	Bool	%I1.1
64 NH3_8P_marca_ETAPA_3	Tabla de variables ...	Bool	%M47.2
65 Tag_31	Tabla de variables ...	Bool	%I1.4
66 NH3_8P_ETAPA_4	Tabla de variables ...	Bool	%I1.2
67 NH3_8P_marca_ETAPA_4	Tabla de variables ...	Bool	%M47.3
68 <Agregar>			



DESIGNACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC S7-1200



Procedencia Señal	Input PLC	RELE 1	RELE 2
NH3_8P_SELECTOR ENCENDIDO	I1.3	110 VAC	24VDC
NH3_8P_PULSADOR EMERG	I2.6	110 VAC	24VDC
NH3_8P_ENCENDER_COMPRESOR	Q0.3		24VDC
NH3_8P_ON_ETAPA_1	Q0.4		24VDC
NH3_8P_ON_ETAPA_2	Q0.5		24VDC
NH3_8P_ON_ETAPA_3	Q0.6		24VDC
NH3_8P_ON_ETAPA_4	Q0.7		24VDC
GUARDAMTR BA_H2O_ENFRIT	I1.4	110 VAC	24VDC
GUARDAMOTOR VEN 1	I1.5	110 VAC	24VDC
GUARDAMOTOR VEN 2	I2.0	110 VAC	24VDC
GUARDAMOTOR VEN 3	I2.1	110 VAC	24VDC
"NH3_8P_DUAL BAJO."	I2.2	110 VAC	24VDC
NH3_8P_PRESOSTATO ACEITE	I2.3	110 VAC	24VDC
NH3_8P_PRESOSTATO AGUA	I2.4	110 VAC	24VDC
BOMBA AGUA VERIFI_ON OFF	I2.5	110 VAC	24VDC
NH3_8P_ARRANCA_SUAVE	I2.7	110 VAC	24VDC



SELECCIÓN DE HMI (INTERFAZ HOMBRE -MÁQUINA)

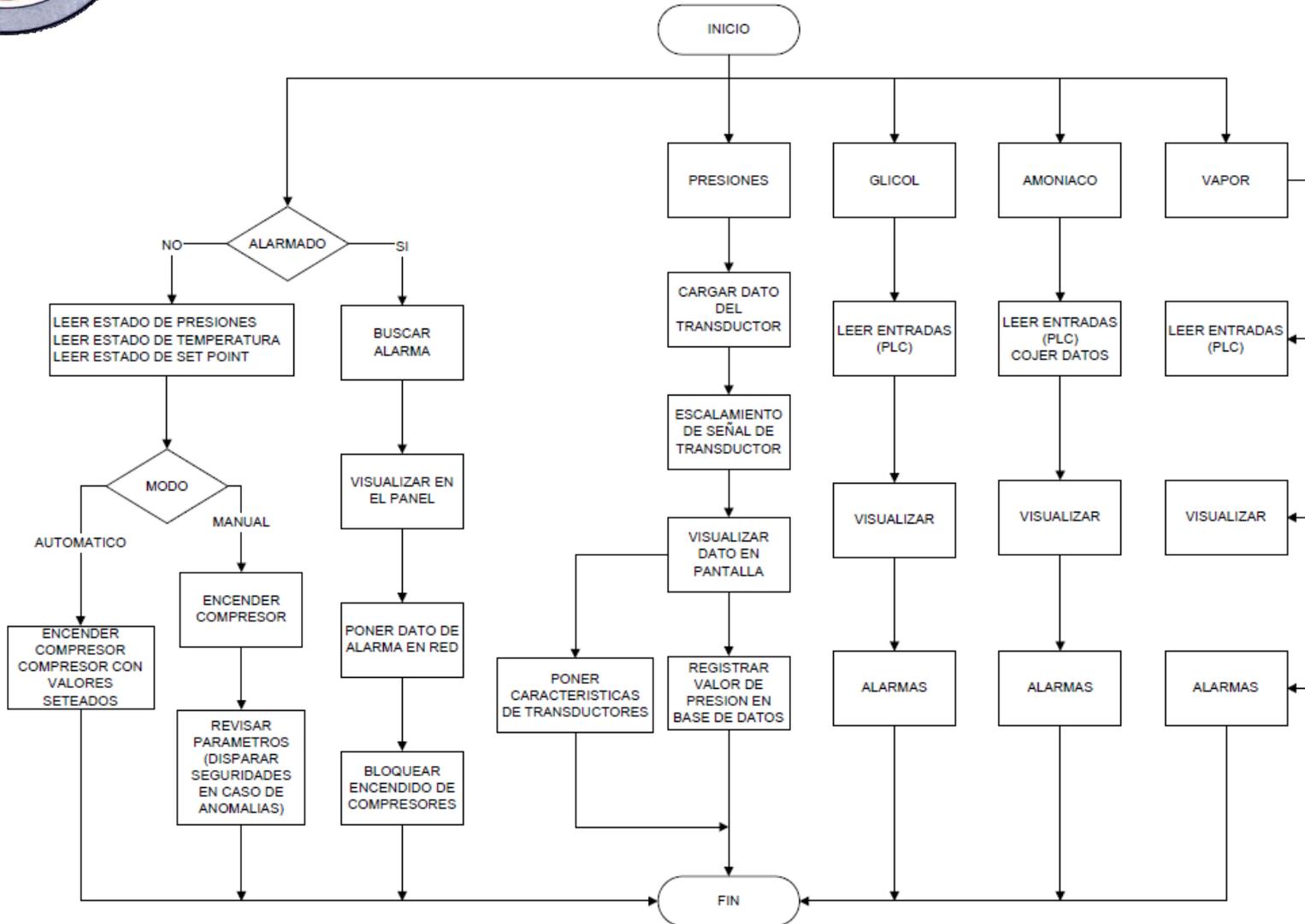


- Para la selección del visualizador HMI se determinó el ambiente de trabajo, la facilidad de manejo del equipo, el medio de comunicación con el PLC y su costo.
- Se seleccionó el visualizador DOP-B (Panel Operador Delta, serie B) de visualización en escala de grises.





ALGORITMO DE PROGRAMACIÓN GENERAL





PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA

- El programa TIA PORTAL V11 utiliza una configuración gráfica que permite crear una imagen del hardware actual.
- Los módulos hardware se seleccionan de un catálogo de hardware y se arrastran a un rack.
- Se selecciona el conector PROFINET de la CPU

Hardware Actual

RACK

Conector PROFINET

Módulo	Slot	Dirección I	Dirección Q
PLC_1	1		
DI14/DO10_1	1.1	0...1	0...1



BLOQUES DE PROGRAMA



- ❖ Bloques de organización
- ❖ Bloque de función
- ❖ Función
- ❖ Bloque de datos





PROGRAMACIÓN DEL PLC



Las condiciones de funcionamiento que se establecieron para la programación fueron:

- Condición paro
- Condición alarma
- Condición manual
- Condición automático
- Condición Etapas





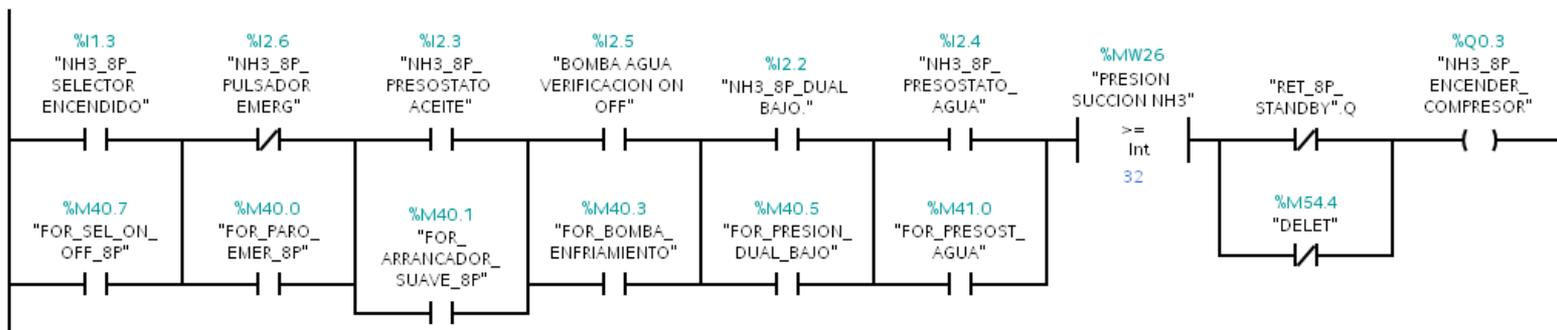
PROGRAMACIÓN DEL PLC S7-1200



Segmento 1: ENCENDIDO COMPRESOR (MODO SINCR)

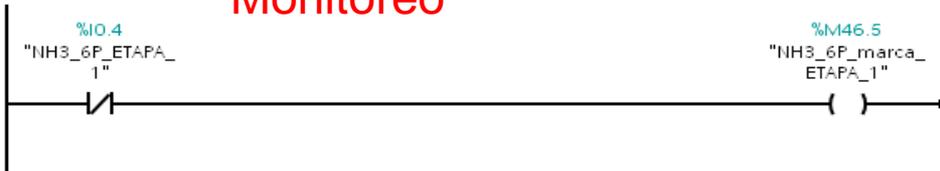
► PRESION DUAL BAJO => DA LA SEÑAL PARA ENCENDER

Condiciones para el encendido



Comentario

Monitoreo



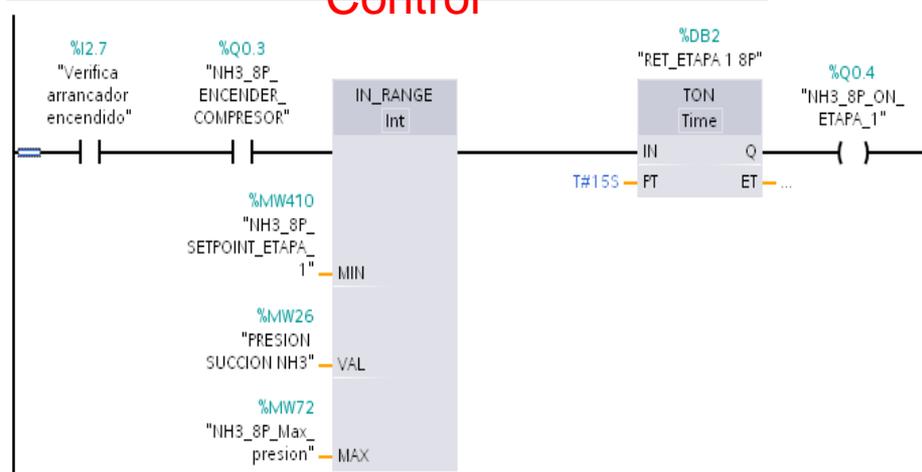
Segmento 3: CONTROL "NH3_6P_marca_ETAPA_2"

Comentario



Comentario

Control





PROGRAMACIÓN DEL HMI

- Se programó una visualización conformada por imágenes o ventanas, en las cuales, se pueden navegar y visualizar los elementos necesarios tanto para la visualización como para el control.





VENTANAS



TESALIA **MENÚ PRINCIPAL** **GÜITIG** 11/23/2012 15:47:22
Un milagro de la naturaleza

	MENÚ PRINCIPAL		PRESIONES		Tanque 9
	ALARMAS		GLICOL		libre
	STATUS PLC		VAPOR		libre
	AMONIACO		AIRE BAJA		libre
	CO2		SALA JARABES		ENLACES
	SALA DE AGUAS		HISTORICO		ACERCA DE

Compresores de Amoniaco

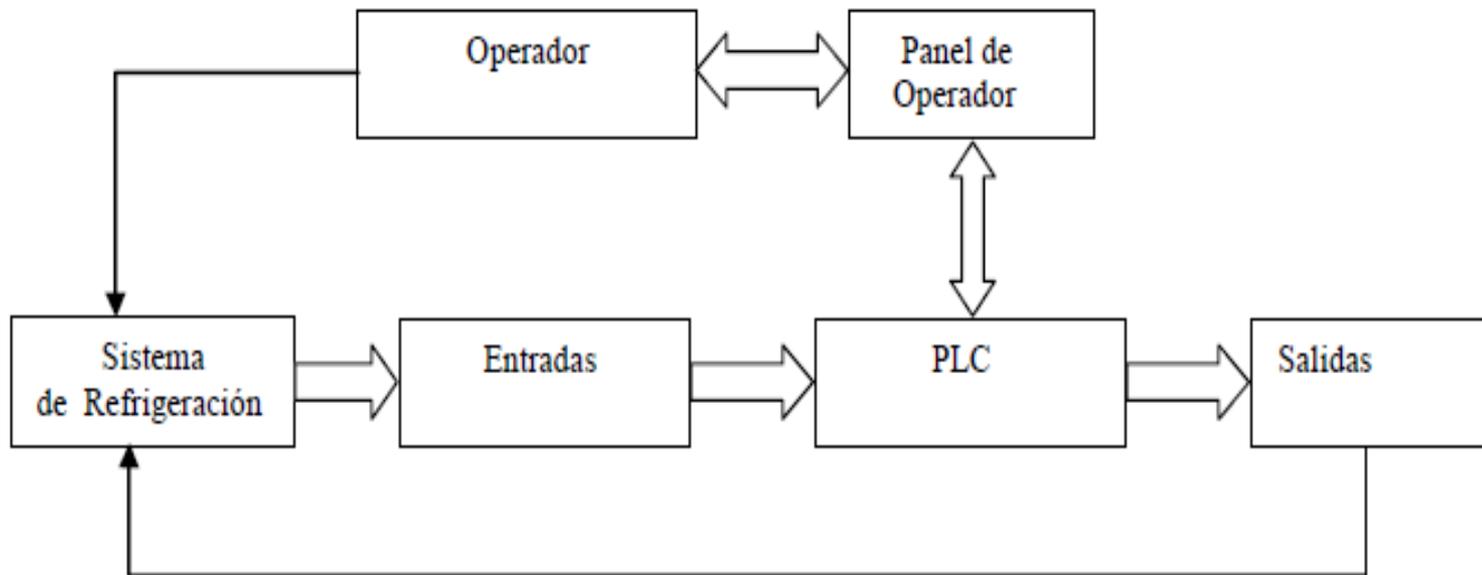
Servicios auxiliares

Sistema de Vapor



ADQUISICIÓN

- Para la adquisición de datos, se utilizó el software de programación DOP_eServer1.00.16

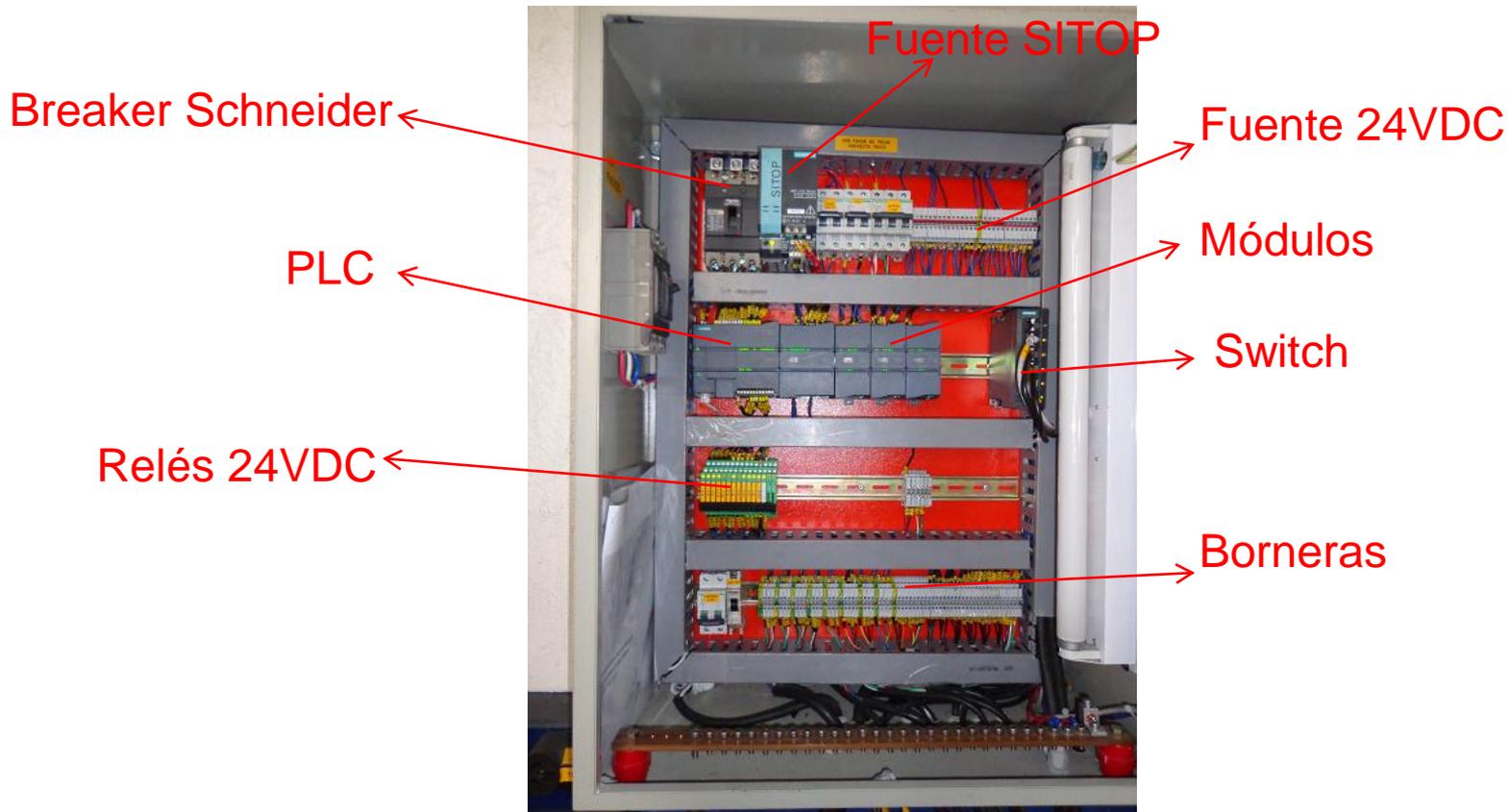




MONTAJE DE DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS



- Se utilizó elementos como rieles dim, canaletas, borneras y demás elementos necesarios.





ELEMENTOS UTILIZADOS EN EL TABLERO DE CONTROL Y MONITOREO



Ítems	Cantidad	Descripción
1	1	GABINETE PESADO 800 X 600 X 300
2	1	Breaker 440V, trifásico a 60A Schneider
3	1	Breaker 440 VAC, Trifásico 30A, Merlin Gerin,
4	1	Breaker de 3 polos 2A, Schneider
5	3	Breaker de 2 polos 2A, Schneider
6	1	Breaker de 1 polos 1A, Schneider
7	1	Breaker de 1 polos 6A, Schneider
8	1	Panel Táctil, Delta, 10"
9	1	Fuente SITOP 220/440 VAC 24 VDC 5A SIEMENS
10	1	PLC SIEMENS S7 1200, CPU 1214C AC/DC/RLY Alimentación 24VDC MARCA: Siemens
11	1	Módulo de Expansión SIEMENS 1223 DC/RLY
12	2	Módulo entradas análogas AI/AQ SM1234, SIEMENS
13	1	Módulo RTD SM1231, SIEMENS
14	1	Módulo SWITCH SCALANCE X005, 5 PUNTOS, SIEMENS
15	27	Micro relés Phonex Contac 24VDC, COM, NO, NC.
16	15	Micro relés Phonex Contac 120VAC, COM, NO, NC.
17	10	Borneras plásticas verdes, conexión a tierra, para cable 18 AWG Marca: Camsoo
18	6	Riel Din
19	2	Lámpara fluorescente con protección de tubo, 110/220 VAC, 20W INCLUYE: Foco Marca: SILVANIA
20	1	Barra de cobre 6mm 30mm de 3m
21	6	Conectores de red RJ-45
22	200	Cable Flexible de Control, 18 AWG
23	134	Borneras plásticas para cable 18 - 20 AWG para riel
24	3	Canaleta plástica 60*40 mm
25	1	Puentes para Borneras Plásticas cable 18-20 AWG
26	100	Cable flexible Concéntrico 4X18 AWG
27	100	Amarras plásticas 15 cm
28	10	Taipes color negro 3M
29	400	Terminales tipo Tubular para cable 20-22 ag.
30	5	Marquillas plásticas para cable núm. 22-20 AWG, numero desde "0" hasta "9"
31	5	Marquillas plásticas para cable núm. 22-20 AWG, letra "A", "B", "C", "E", "M", "G", "Q", "I"
32	5	Marquillas plásticas para cable núm. 22-20 AWG, SIMBOLOS "+", "-"
33	100	Cable de red multipar cat 5E apantallado y blindado 4pares
34	5	Cable UTP
35	4	Pernos de anclaje 1/2"
36	1	Pulsador de emergencia
37	1	Selector de 3 posiciones
38	1	Relés de 120VAC, 60Hz, Schneider
39	30	Cable de cobre desnudo 1 cero (conexión a tierra)
40	1	Herramientas
41	4	Transductor de presión Danfoss series MBS4500, 10-30Vdc, 4-20mA
42	30	Cable Multihilos 18AWG

Tab_Compresores



Tab_contrlo/monitoreo



Tab Bombas



Tab_Glicol

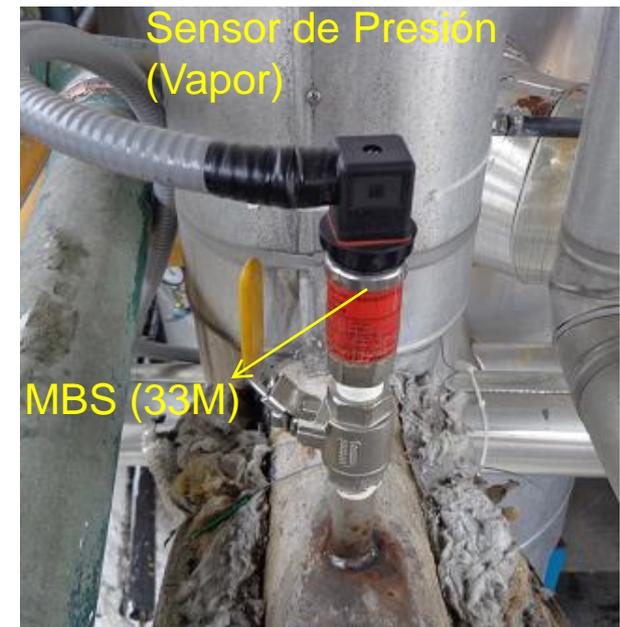
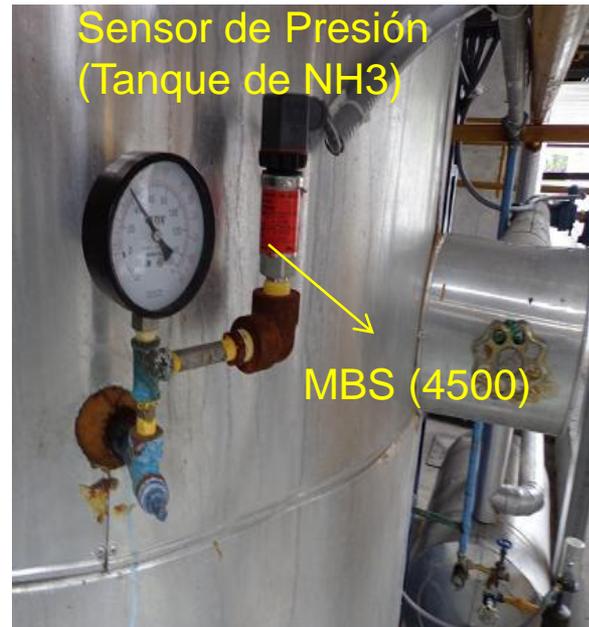
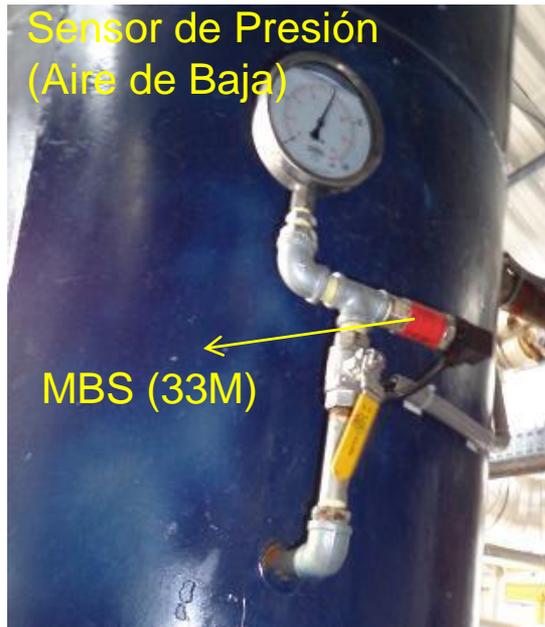




MONTAJE DE SENSORES

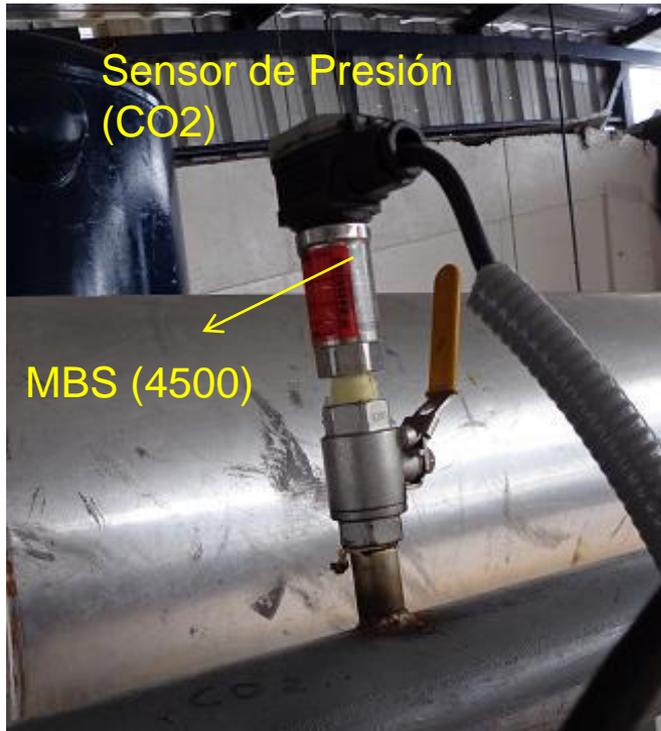


- Para mayor exactitud





MONTAJE DE SENSORES



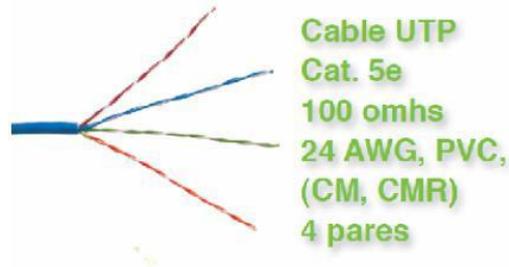


MONTAJE DE DISPOSITIVOS DE COMUNICACIÓN



La implementación se realizó de dos formas:

- Por cable UTP apantallado Ethernet.



- Por router inalámbrico.

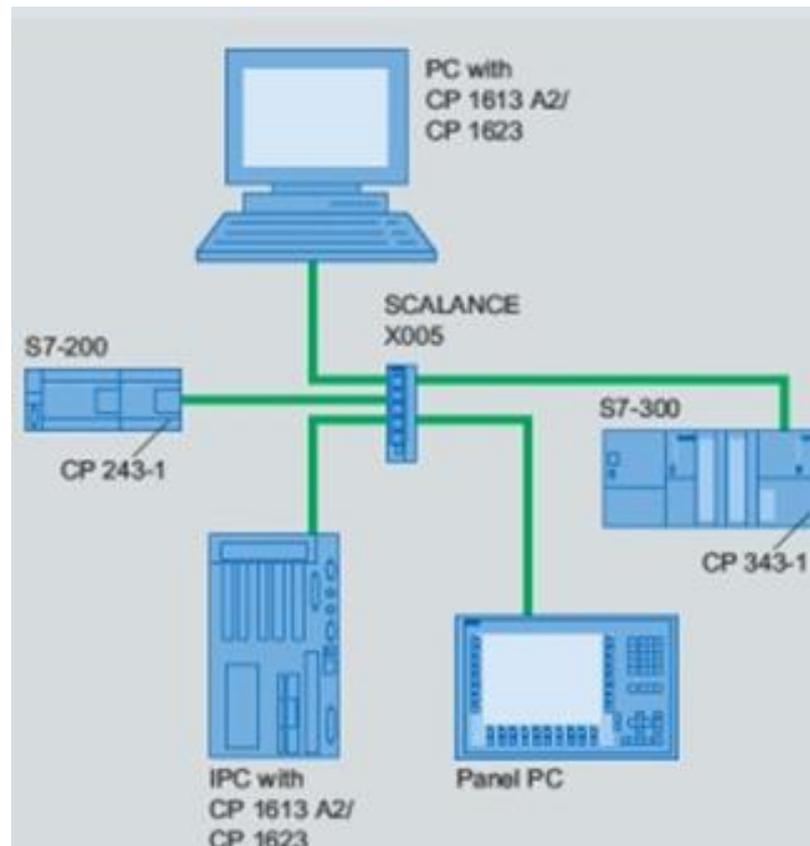




COMUNICACIÓN POR CABLE ETHERNET



- Por medio de un cable Ethernet se establece la interconexión PROFINET entre dos PLC y el HMI





COMUNICACIÓN POR ROUTER INALÁMBRICO



- Fue necesario por el excesivo ruido y el ambiente frío, existente en el área sala de máquinas.





PRUEBAS Y RESULTADOS



Gráfica de Temperatura



Gráfica de Presión



Tamp	Presión		Tamp	Presión
°F	PSIA	PSIG	°C	Kg/Cm²
31	61	46.3	-0.6	3.25
32	62.3	47.6	0.0	3.34
33	63.6	48.9	0.6	3.43
34	64.9	50.2	1.1	3.52
35	66.3	51.6	1.7	3.62
36	67.6	52.9	2.2	3.71
37	69	54.3	2.8	3.81
38	70.4	55.7	3.3	3.91
39	71.9	57.2	3.9	4.01
40	73.3	58.6	4.4	4.11
41	74.8	60.1	5.0	4.22
42	76.3	61.6	5.6	4.32
43	77.8	63.1	6.1	4.43
44	79.4	64.7	6.7	4.54
45	81	66.3	7.2	4.65
46	82.6	67.8	7.8	4.76



APARIENCIA ANTES DE REALIZAR EL PROYECTO



APARIENCIA ACTUAL ÁREA SALA DE MÁQUINAS





CONCLUSIONES

- El sistema de refrigeración de la empresa “The Tesalia Springs Company,” consiste en enfriar bebidas carbonatas a una temperatura de (2,2 a 3) °C con una presión de succión de 40 PSI con el fin de obtener una disolución de CO₂ de 2.8 a 3.2 volgas la misma que depende de cada presentación.
- El diseño e implementación del HMI, consiste en controlar y supervisar la presión y temperatura de acuerdo a la carga requerida por los equipos de carbonatación.
- Los software TIA Portal V11 y DOP eRemote permitieron desarrollar el sistema de control y supervisión de manera local, logrando la visualización de procesos en tiempo real y facilitando la manipulación para operadores, mediante el HMI.



ESPE
ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA



- Mediante la correcta selección de los dispositivos eléctricos y electrónicos se puede diseñar e implementar un HMI para controlar y supervisar el sistema de refrigeración, mejorando el proceso de enfriamiento y alcanzando una óptima operación del mismo.
- Se pueden reemplazar con gran facilidad los transductores de presión debido a la disponibilidad en el mercado local, en caso de presentarse alguna falencia en el funcionamiento.



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA



- El proyecto tiene una inversión de 8567,10 dólares americanos, realizando el análisis financiero se puede concluir que la empresa Tesalia recuperará su inversión en un periodo de “7 meses y 10 días”.
- Para la comunicación entre la unidad máster y una unidad remota se realizó vía ETHERNET, el mismo que servirá en el tiempo de 1 año como base para la implementación de un sistema SCADA entre los demás suministros de líneas, tales como ablandados, transportes neumáticos, termogravil, sala de jarabes, entre otros.



RECOMENDACIONES



- Efectuar un estudio previo antes de realizar modificaciones en el sistema de refrigeración por amoníaco, de tal manera que no exista fallas en el proceso de producción.
- Seguir el manual de operación del sistema, para su eficaz funcionamiento también tener en cuenta las normas de seguridad.
- Colocar las respectivas protecciones eléctricas, para cada uno los diferentes elementos de control, de esta manera evitaremos daños inesperados en el sistema.



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA



- Realizar un mantenimiento programado de los equipos instalados en este proyecto como son los transductores, módulos y PLC, que permitirán tener un funcionamiento al cien por ciento de su capacidad.
- Verificar el funcionamiento de las válvulas solenoides en las líneas de entrada de líquido a los enfriadores. En caso de fuga interna reparar o cambiar la válvula.
- Capacitar al personal, operadores, técnicos de mantenimiento, supervisores, jefes de área. Para el buen uso y manipulación del sistema de control.



ESPE
ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA



THE END

GRACIAS POR SU ATENCIÓN