

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

"Diseño y análisis de un sistema de instrumentación y automatización industrial aplicado al proceso de pasteurización de una planta de elaboración de cerveza"

INFORME DE

PROYECTO DE GRADUACION

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD ESPECIALIZACIÓN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Presentada por:

Jorge Gabriel Bonilla Rodríguez
Edison Xavier Cordero Loor

GUAYAQUIL - ECUADOR
2010

AGRADECIMIENTO

A Dios, a nuestros padres por estar tantas noches pendientes de nuestros avances. A las personas que de una u otra manera nos ayudaron con la realización de este proyecto y especialmente al Ing. Cesar Martin y al Ing. Mario Ortiz por su apoyo invaluable.

DEDICATORIA

A nuestros padres,

Familiares, amigos

y a todas las

personas que

creyeron que esto

podría ser posible.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Jorge Aragundi R.

PRESIDENTE

Ing. César Martin M.

DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Damián Larco G.

MIEMBRO PRINCIPAL

Ing. Fuad Manzur H.

MIEMBRO PRINCIPAL

Escaneado con CamScanner

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Edison Cordero Loor

Jorge Bonilla Rodríguez

Escaneado con CamScanner

RESUMEN

En el proceso de pasteurización, los microorganismos que son utilizados para la fermentación y putrefacción de la cerveza son mayoritariamente eliminados mediante temperaturas elevadas. Por temas de coste y funcionalidad, este proceso se lo realiza con un pasteurizador flash, para la cerveza del tipo Pilsner envasada en barril de acero inoxidable, la cual permite que la cerveza fluya a una temperatura entre 60 a 75°C, durante un tiempo promedio de 30 segundos para lograr la pasteurización.

En un sistema industrial se deben considerar dos procesos, el de pasteurización y el de limpieza de los equipos e instrumentos del sistema. El fin de este trabajo es que la pasteurización se lo realice de forma automática obteniendo así ventajas en costes, producción y sobre todo calidad del producto final. Para esto se considera un Controlador Lógico Programable para la adquisición, tratamiento y procesamiento de las señales generadas por los instrumentos de campo. El proceso estará monitoreado y supervisado continuamente, por lo que se desarrolla un sistema SCADA para monitoreo en sala de control, y para el campo se opta por una Interfaz Hombre Maquina.

Se realizará un diseño integral de la automatización de este proceso basándose en un pasteurizador flash típico utilizado en una industria cervecera, en el cual se procederá a realizar un análisis de factibilidad en la realización del proyecto, análisis de costos y rentabilidad.

Se tomara en cuenta las diferentes normas y reglamentos vigentes en nuestro país al momento del diseño. Finalmente se presentará la calibración de los instrumentos y equipos necesarios, que se deben seguir como norma para el correcto desempeño del sistema.

INDICE GENERAL

RESUMEN..... I
INDICE GENERAL..... III
INDICE DE TABLAS..... VI
INDICE DE FIGURAS..... VIII
ABREVIATURAS..... X
INTRODUCCION..... XIII

CAPITULO 1

I. DESCRIPCION DE PROCESOS..... 1

1.1 Proceso de Pasteurización de la Cerveza..... 1
1.1.1 Recepción de la Cerveza Filtrada..... 2
1.1.2 Detalle de Equipos de Pasteurización..... 3
1.1.3 Descripción de Funcionamiento..... 8
1.1.4 Medición de Grados UP..... 11
1.1.5 Despacho..... 12
1.2 Proceso de Limpieza..... 12
1.2.1 Detalle de Equipos de CIP..... 13
1.2.2 Descripción de Funcionamiento..... 14

CAPITULO 2

II. DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DE CONTROL Y MONITOREO..... 17

2.1 Consideraciones Preliminares de Diseño..... 17
2.1.1 Requerimientos del Proceso..... 18
2.1.2 Inventario de Señales de Campo..... 20
2.1.3 Compatibilidad con nuevos equipos de control..... 21
2.1.4 Dimensionamiento de variables de visualización..... 22
2.1.5 Dimensionamiento de Unidades de Proceso..... 24
2.1.6 Arquitectura de Control..... 25
2.2 Selección de Instrumentación..... 26
2.2.1 Selección de sensores de nivel..... 27
2.2.2 Selección de sensores de temperatura..... 29
2.2.3 Selección de sensores de flujo..... 31
2.2.4 Selección de sensores de presión..... 33

2.2.5 Selección de sensores de conductividad..... 35
2.2.6 Selección de sensores inductivos..... 36
2.3 Selección de controlador lógico programable PLC..... 37
2.3.1 Capacidad de memoria..... 39
2.3.2 Capacidad de Entradas Salidas..... 40
2.3.3 Comunicación..... 44
2.4 Selección de Equipos de mando..... 47
2.4.1 Selección de Válvulas..... 47
2.4.2 Selección de Actuadores Neumáticos..... 50
2.5 Criterios Para la Instalación..... 51
2.5.1 Dimensionamiento del Panel..... 51
2.5.2 Selección de cables, tuberías y canales..... 61
2.5.3 Recorridos, cantidades y materiales..... 64
2.6 Selección del sistema de monitoreo y supervisión..... 64
2.6.1 Selección de la tarjeta de Comunicación..... 64
2.6.2 Selección del PC de supervisión..... 65
2.6.3 Selección del Software SCADA de Supervisión..... 66
2.6.4 Selección del Sistema de monitoreo en campo..... 69

CAPITULO 3

III. PROGRAMACION DEL PLC..... 72

3.1 Programación Estructurada..... 72
3.2 Estructura del Programa..... 74
3.3 Bloques de Organización..... 78
3.4 Bloques de Seguridad..... 81
3.5 Bloques de Control Visual..... 83
3.6 Bloques de Proceso..... 86

CAPITULO 4

IV. SIMULACION..... 88

4.1 Diseño de pantallas de proceso de Pasteurización..... 88
4.2 Diseño de pantallas de proceso de limpieza (CIP)..... 90
4.3 HMI..... 92

CAPITULO 5

V. COSTOS DE IMPLEMENTACION Y RETORNO DE LA INVERSION..... 95

5.1 Costos de Equipos..... 95
5.2 Costos de Materiales..... 96
5.3 Costos de Mano de obra..... 97
5.4 Costo Final..... 97
5.5 Análisis del Retorno de la Inversión..... 100

CAPITULO 6

VI. PROTOCOLOS DE CALIBRACION..... 107

6.1 Parámetros para la calibración de nivel..... 107
6.2 Parámetros para la calibración de temperatura..... 111
6.3 Parámetros para la calibración de presión..... 114
6.4 Parámetros para la calibración de conductividad..... 116
6.5 Ajuste de tiempos..... 120
6.6 Ajustes Finales..... 121

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	TABLA DE DEFINICION DE SENALES.....	22
Tabla 2.2	DATOS DE OPERACIÓN DE ELEMENTOS.....	23
Tabla 2.3	TIPOS DE DATOS DE CONTROL VISUAL.....	23
Tabla 2.4	PARAMETROS DE SELECCIÓN DE SENSORES.....	26
Tabla 2.5	TABLA COMPARATIVA ENTRE SENSORES DE NIVEL.....	27
Tabla 2.6	TEMPERATURAS DE OPERACIÓN.....	30
Tabla 2.7	TABLA COMPARATIVA ENTRE SENSORES TEMPERATURA	30
Tabla 2.8	CLASIFICACION DE SENSORES DE FLUJO.....	32
Tabla 2.9	TIPOS DE SENSORES DE PRESION.....	34
Tabla 2.10	CAPACIDAD DE MEMORIA DEL CPU315C-2 DP.....	39
Tabla 2.11	MODELO OSI.....	45
Tabla 2.12	MEDIOS DE TRANSMISION DE INDUSTRIAL ETHERNET...	46
Tabla 2.13	CARACTERISTICAS DEL DISYUNTOR PRINCIPAL.....	55
Tabla 2.14	SELECCIÓN DE BARRAS DE COBRE.....	56
Tabla 2.15	CARACTERISTICAS DE TARJETA DE COMUNICACIÓN.....	65
Tabla 2.16	DIFERENCIAS ENTRE PLATAFORMAS DE TRABAJO.....	69
Tabla 4.1	COMPATIBILIDADES ENTRE HMI Y PLCS.....	94
Tabla 5.1	COSTOS INVERSION.....	97
Tabla 5.2	COSTO PRODUCCION.....	98
Tabla 5.3	GASTOS.....	99

Tabla 5.4	ANALISIS COSTOS……	100
Tabla 5.5	PROYECCION COSTOS……	100
Tabla 5.6	BENEFICIOS MATERIA PRIMA……	101
Tabla 5.7	GANANCIA POR PRODUCCION……	102
Tabla 5.8	GANACIA TOTAL ANUAL……	102
Tabla 5.9	VALOR ACTUAL NETO……	104
Tabla 5.10	TASA INTERNA DE RETORNO……	105
Tabla 5.11	RELACION BENEFICIO COSTO……	105
Tabla 6.1	RANGO DE INSERCION DE RTDS……	111
Tabla 6.2	TIEMPOS DE PROCESO……	120

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	INTERCAMBIADOR DE PLACAS.....	4
Figura 1.2	SERPENTIN.....	4
Figura 1.3	SISTEMA DE REFRIGERACION DIRECTO.....	5
Figura 1.4	INTERCAMBIADOR DE CALOR DE VAPOR.....	6
Figura 1.5	DISPOSICION DE FLUJOS.....	7
Figura 1.6	CIRCUITO DE PASTEURIZACION.....	9
Figura 1.7	ELEMENTOS DE PROCESO DE LIMPIEZA.....	14
Figura 2.1	SISTEMA ABIERTO.....	25
Figura 2.2	SENSOR DE NIVEL.....	28
Figura 2.3	SENSOR DE FLUJO.....	33
Figura 2.4	SENSOR DE PRESIÓN.....	35
Figura 2.5	SENSOR DE CONDUCTIVIDAD.....	36
Figura 2.6	CPU 315-2DP.....	38
Figura 2.7	MODULO SM-321.....	41
Figura 2.8	MODULO SM-322.....	42
Figura 2.9	MODULO SM-331.....	43
Figura 2.10	MODULO SM-332.....	44
Figura 2.11	DISPOSITIVOS EN INDUSTRIAL ETHERNET.....	44
Figura 2.12	MODELO OSI.....	45
Figura 2.13	VALVULA DE CONTROL TIPICA.....	48

Figura 2.14	POSICIONADOR NEUMATICO……	51
Figura 2.15	DISTANCIA ENTRE AISLADORES PARA BARRAS……	58
Figura 2.16	ESQUEMA DE RED NAD……	68
Figura 3.1	ESQUEMA DE PROGRAMACION……	73
Figura 3.2	BLOQUES DE PROGRAMACION……	78
Figura 3.3	BLOQUE DE ORGANIZACIÓN OB1……	79
Figura 3.4	SUBRUTINAS……	82
Figura 4.1	SISTEMA DE MONITOREO EN PASTEURIZACION……	88
Figura 4.2	SISTEMA DE MONITOREO EN LIMPIEZA (CIP)……	90
Figura 4.3	PANEL TP 277……	92
Figura 6.1	TEMPERATURA Y PRESION DE OPERACIÓN, NIVEL…	108
Figura 6.2	CONEXIÓN DE SENSOR DE NIVEL……	109
Figura 6.3	ESTADOS DE FALLA DE SENSOR DE NIVEL……	109
Figura 6.4	INSTALACION DE SENSORES DE NIVEL……	110
Figura 6.5	DATOS DE CONSTRUCCION DE RTD……	112
Figura 6.6	INSTALACION DE RTD……	113
Figura 6.7	DIAGRAMA DE CONEXIONES DE RTD……	113
Figura 6.8	DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE SENSOR DE PRESION	114
Figura 6.9	CURVA DEL SENSOR DE PRESION……	115
Figura 6.10	CURVA DEL SENSOR DE PRESION……	116
Figura 6.11	CONEXIÓN SENSOR-TRANSMISOR CONDUCTIVIDAD……	117
Figura 6.12	INSTALACION DE SENSOR DE CONDUCTIVIDAD……	117
Figura 6.13	TABLA DE CONEXIONES CONDUCTIVIDAD……	118
Figura 6.13	CURVA DE OPERACIÓN VALVULA DE EXPANSION……	122

ABREVIATURAS

°C	Grados centígrados
A	Amperios
AWG	Dimensión de cables (American Wire Gauge)
AWL	Lista de instrucciones (Anweisungsliste)
CAT	Categoría
CIP	Limpieza en sitio (Cleaning in Place)
cm	Centímetros
CPU	Unidad central de procesos (Central Process Unit)
Cu	Cobre
Cv	Coeficiente de válvula (Sistema americano)
d.c.	Corriente directa
DB	Base de datos (Data Base)
DIN	Instituto Alemán de Estandarización (Deutsches Institut für
DN	Diámetro nominal
E/S	Entradas y salidas
EEUU	Estados Unidos de América
EPROM	Memoria de solo lectura eléctricamente programable (Electrical
FB	Bloque de funciones (Function Block)
FC	Función de control (Function Control)
FUP	Diagrama de funciones
Gb	Gigabytes
Ghz	Gigaherzios

gpm	Galones por minuto
HMI	Interfaz hombre máquina (Human machine interface)
HTTP	Protocolo de transferencia de Hipertexto (Hiper Text Transfer
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical
INEN	Instituto ecuatoriano de normalización
INT	Enteros (Integer)
IP	Protocolo de internet (Internet Protocol)
kg	Kilogramos
km	Kilómetros
KOP	Diagrama de contactos
Kv	Coeficiente de válvula (Sistema Internacional)
kΩ	Kiloohmios
LAN	Acceso de red local (Local Access Network)
m	Metros
mA	Miliamperios
MAX	Máximo
Mbps	Megabits por segundo
MIN	Mínimo
mm	Milímetros
MPI	Interfaz de paso de mensajes
MΩ	Megaohmios
NA	Normalmente abierto
NAD	Red de desarrollo de aplicaciones (Network aplications developer)
NC	Normalmente cerrado
NEC	Código Eléctrico (National Electrical Code)
NEMA	Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos de los Estados
OB	Bloque de organización (Organitional Block)
OSI	Interconexión de Sistemas Abiertos (Opened System
PC	Computadora personal (Personal computer)
PLC	Controlador Lógico Programable (Programmable Logic Controller)

PSI	Libras por pulgada cuadrada (pound square inch)
PVC	Policroruro de vinilo
RAM	Memoria de acceso aleatorio (Random Access Memory)
RTD	Resistencia dependiente de temperatura
SCADA	Sistema de control y adquisición de datos
SQL	Lenguaje de consultas estructurado
TCP	Protocolo de Control de Transmisión (Transmission Control
TIR	Tasa de retorno de inversión
UP	Unidades de pasteurización
V	Voltaje
VA	Voltios amperio
Vac	Voltaje de corriente alterna
VAN	Valor actual neto
Vdc	Voltaje de corriente directa
µm	Micrómetros
Ω	Ohmios

INTRODUCCION

El presente proyecto consiste en el diseño y análisis de un sistema de instrumentación y automatización industrial aplicado al proceso de pasteurización de una planta de elaboración de cerveza.

Se realizará un estudio sistemático del proceso de pasteurización de la cerveza, analizando las variables físicas del proceso para poder realizar el control respectivo, haciendo uso de instrumentos de medición en las variables de nivel, flujo, conductividad, presión y temperatura. De esta forma se considerará presentar al final del desarrollo del proyecto una propuesta de elaboración del sistema para implementar.

Para lograr estos objetivos se realizaron visitas de campo a una planta de elaboración de cerveza la cual tenía un sistema de pasteurización no automatizado. Con la ayuda de los datos recolectados en el campo, los planos técnicos del sistema facilitados por la persona encargada y la forma de trabajo que se desea del sistema, se procedió a recoger los datos de funcionamiento del sistema para poder realizar una lista de los equipos e instrumentos que se van a necesitar implementar para realizar el control del sistema. Los equipos, materiales e instrumentos que se han escogido cumplen con los requerimientos de las normas para la instalación en una industria en nuestro país. También se presentará un resumen de la calibración de algunos instrumentos y equipos los cuales se deberán considerar al momento de realizar la implementación.

Al ser un proceso automatizado las decisiones del desarrollo del proceso se las realizará mediante un Controlador Lógico Programable, el cual se lo definió según las necesidades de capacidad, comunicación con la red industrial de la planta y los requerimientos y facilidades de la empresa.

Al final se presentará un análisis de factibilidad económica del estudio realizado y las ventajas que nos brinda el proceso operado de forma automática ante el convencional antes instalado, realizando análisis de costos de la inversión y recuperación del capital en el futuro.

CAPÍTULO I

1. DESCRIPCION DE PROCESOS

1.1 PROCESO DE PASTEURIZACION DE LA CERVEZA

Para garantizar la calidad de la cerveza es importante impedir la presencia de elementos patógenos y de alterantes indeseables. La pasteurización es una operación de estabilización de alimentos que persigue la reducción de la población de microorganismos presentes en éstos de forma que se prolongue el tiempo de vida útil del alimento ([1]).

La pasteurización consigue disminuir la población de microorganismos mediante la elevación de la temperatura durante un tiempo determinado, lo que implica la aplicación de calor. Se la considera una

[1] Concepto obtenido del libro Ingeniería Industrial Alimentaria Volumen 1: Procesos Físicos de conservación, por Mafart.

operación básica que consiste en un tratamiento térmico relativamente suave (temperaturas inferiores a 100°C).

El proceso de pasteurización puede ser llevado a cabo por distintos métodos industriales. En este proyecto se realizará un estudio al proceso utilizando un pasteurizador flash. Con este método se toma el caso de la cerveza, por ser un tipo de alimento líquido a granel, la pasteurización se la realizaría entre 72 y 85°C y tiempos cortos que pueden ir desde 15 a 60 segundos. Un diagrama de funcionamiento de un pasteurizador flash antes de realizar el proyecto de automatización se encuentra en el Anexo1. Los cálculos se realizaran asumiendo que los periodos de calentamiento y enfriamiento son lo suficientemente rápidos como para no causar efectos, considerando a este como un caso de ciclo ideal.

1.1.1 RECEPCION DE LA CERVEZA FILTRADA

Como primer paso para la eliminación de sólidos de la cerveza se puede utilizar una centrífuga que permite eliminar hasta un 99% de la levadura presente. Para la filtración de la cerveza se utilizan filtros a presión de acero inoxidable, especialmente diseñados, con indicadores y registradores de presión, temperaturas, ciclos de filtración, medidores de flujo, etc.

La cerveza llega al depósito regulador, desde donde es bombeada para ingresar al proceso de pasteurización.

1.1.2 DETALLE DE EQUIPOS DE PASTEURIZACION

Los equipos que conforman el proceso de la pasteurización son los siguientes:

Tanque de cerveza filtrada: Se encuentra instalado en el cuarto frio, y se encarga de recibir la cerveza que sale del proceso de filtración.

Bomba de cerveza: Se encuentra instalada a la entrada del intercambiador de calor y es la encargada de extraer la cerveza del tanque de cerveza filtrada hacia el proceso de pasteurización.

Intercambiador de calor de placas: elemento el cual sirve para realizar la pasteurización. En él se realizan los procesos de intercambio de calor. Su modelo básico se lo puede apreciar en la figura 1.1.

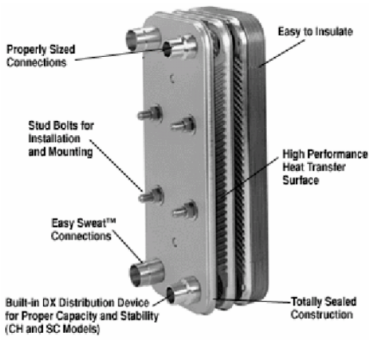


Fig. 1.1

Serpentín: es una tubería donde se mantiene la cerveza a temperatura elevada durante un intervalo de tiempo fijo determinado para la esterilización de la cerveza, como se puede observar en la figura 1.2.

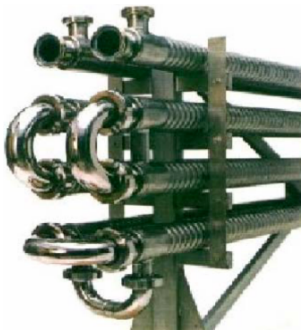


Fig. 1.2

El serpentín de tubos proporciona uno de los medios más baratos de obtener superficie para transferencia de calor.

Sistema de refrigeración directo: Se encuentra al final del proceso. Consiste en provocar la expansión del gas refrigerante (amoniaco) en una cámara cerrada concéntrica al tanque, realizando su compresión en un equipo exterior.

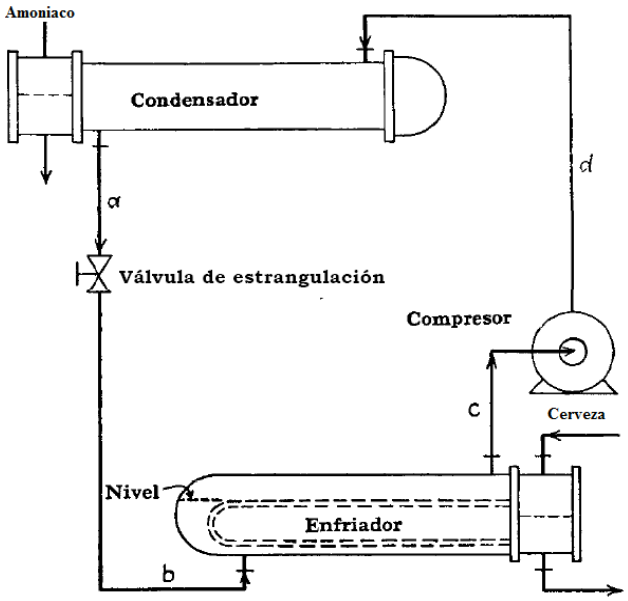


Fig. 1.3

Los enfriadores se usan en los procesos de refrigeración del tipo compresión de vapor, como se muestra en la figura 1.3. El ciclo de refrigeración comienza en el punto a, donde el líquido refrigerante a temperatura mayor que la del agua del

condensador y a alta presión, pasa por una válvula de estrangulamiento de entalpía constante donde se reduce su presión. Por supuesto, la presión y la temperatura del líquido después de la válvula son menores que en el lado de la alta presión

Intercambiador de calor por vapor: se encuentra ubicado en el circuito de calentamiento. Es el encargado de calentar agua por medio de vapor de agua realizando una transferencia de calor de tipo tubular (figura 1.4). Es el más común de los medios de calentamiento.

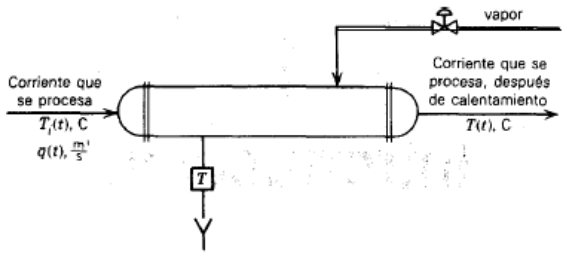


Fig. 1.4

Como medio de calentamiento el vapor introduce algunas dificultades:

(1) El condensado caliente es muy corrosivo, y se debe tener cuidado para evitar que el condensado se

acumule dentro del intercambiador donde el contacto con las partes metálicas causa daños.

(2) Las líneas de condensado deben conectarse con bastante cuidado.

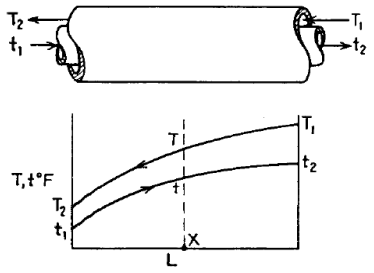


Fig. 1.5a

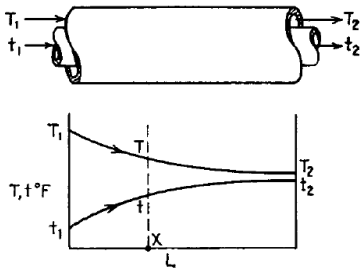


Fig. 1.5b

En la figura 1.5a se puede apreciar que la temperatura del vapor disminuye con respecto a la temperatura del fluido a calentar al final del tubo cuando la disposición de los flujos es en contracorriente, en cambio en la figura 1.5b la disposición de los flujos es en paralelo y al final del tubo las temperaturas del vapor y del fluido a calentar tienden a igualarse.

Recipiente de balance: se encuentra ubicado en el circuito de calentamiento del agua que va a ser

usada como medio de calentamiento para la cerveza en el intercambiador de placas paralelas.

Bomba de agua: se encuentra ubicado en el circuito de calentamiento. Es la encargada de mantener en constante circulación el agua a través del circuito mientras sea necesario.

Aire comprimido: se lo encuentra en los dispositivos neumáticos para el accionamiento de válvulas. Trabajan con una presión de 60 psi.

Energía eléctrica: se lo encuentra en los paneles de fuerza y control. Para el panel de fuerza (motores de las bombas) se trabaja con un suministro de 440Vac. Para los paneles de control se trabaja con un suministro de 110Vac y 24Vdc según lo que se necesite.

1.1.3 DESCRIPCION DE FUNCIONAMIENTO

El pasteurizador flash tiene como característica principal de operación usar un intercambiador de placas con tres zonas de temperaturas específicas:

- Zona de intercambio
- Zona de calentamiento
- Zona de enfriamiento

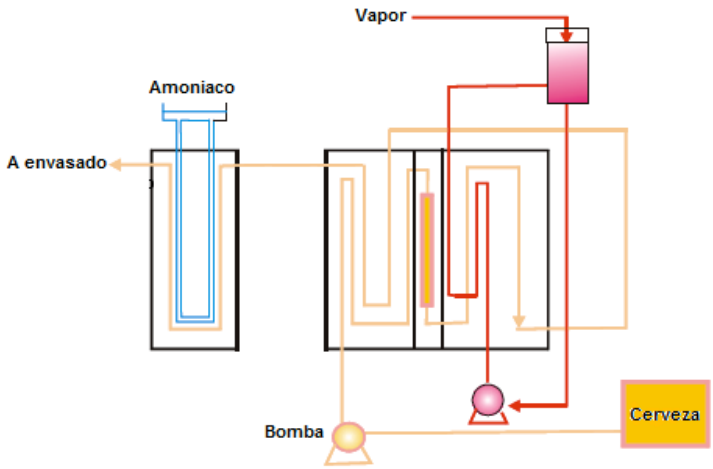


Fig. 1.6

En el gráfico 1.6 se puede apreciar un circuito básico para un pasteurizador flash. La cerveza se mantiene en el tanque de cerveza filtrada, desde donde es bombeada al pasteurizador de placas por las tres secciones.

La primera sección, llamada regenerativa, de intercambio o ahorro energético, donde la cerveza entrante se encuentra en contracorriente con la ya pasteurizada que cede calor a la primera. Esta sección se puede calcular con unos coeficientes de recuperación energética del 80 – 95%.

La segunda sección, es la pasteurización propiamente dicha, donde la cerveza se calienta hasta unos 72°C. Esto se lo realiza con un circuito secundario cerrado donde se mantiene circulando vapor de agua externo. Como el parámetro físico a controlar es la temperatura, por sus características, la regulación es lenta por lo que los cambios a realizar deben ser pequeños, de esta forma no se cometerá errores de desviación con respecto al valor nominal requerido.

La tercera sección, es la de enfriamiento, donde la cerveza se enfría a 0°C con amoniaco. Esta etapa final es de gran importancia debido a que la cerveza por ser un producto de obtenido de material orgánico y de forma natural, si se la deja durante un tiempo largo expuesta a altas temperaturas, tenderá a fermentarse y por consecuente con dañarse. Además el cambio extremo de temperatura no es propicio para algunos microorganismos por lo que colabora con el proceso de eliminación de los mismos.

En el tubo de mantenimiento la cerveza está a 72°C durante unos 30 segundos. El tratamiento total en el pasteurizador lleva sólo dos minutos, con lo que las cualidades organolépticas de la cerveza no se ven afectadas.

El circuito lleva unas válvulas de seguridad de forma que si no se alcanza la temperatura de pasteurización, la cerveza no pasa al tanque de mantenimiento, recirculándose hasta que se restablecen las condiciones de funcionamiento normal.

1.1.4 MEDICION DE GRADOS UP

Generalmente se utiliza la siguiente fórmula para el cálculo de las unidades de pasteurización:

$$UP = tiempo * 1.393^{(t-60)}$$

La medición de grados UP, se basa en una regulación de temperatura para la cual se determina el tratamiento térmico en forma previa y luego se calculan las temperaturas correspondientes. Pero como este proyecto se basa en la automatización de una instalación ya estructurada, se tomarán los datos con los que se ha venido trabajando de forma manual. Para el cálculo de las UP generalmente se considera sólo la zona de mantenimiento a alta temperatura, ya que el efecto germicida, según Louis Pasteur, comienza a los 60°C. No obstante, esa temperatura ya se alcanza en la zona de calentamiento durante un breve período. El pasteurizador flash

es un equipo que mantiene altas temperaturas en un tiempo cercano a los 30 segundos, con esto se alcanza valores UP de 15 a 20 para el rango comprendido dentro de los primeros 60°C. Para el rango de temperatura restante, por la exposición de tiempo se consigue alcanzar de 1 a 2.5 grados UP adicionales.

1.1.5 DESPACHO

En la parte final del sistema, cuando se ha realizado un correcto proceso en la pasteurización de la cerveza, la cual va ha ser verificada por los instrumentos de campo, el producto obtenido de la misma será llevado a un tanque de almacenamiento, el cual es el que contiene la cerveza en la línea de envasado. En este tanque se realizará control de nivel, para poder saber la cantidad de cerveza pasteurizada que puede recibir.

1.2 PROCESO DE LIMPIEZA

La determinación de puntos críticos de contaminación dentro del proceso y una buena programación son fundamentales desde el punto

de vista medioambiental, no solo debido a que en esta operación se producen unos consumos de agua, energía y productos de limpieza muy elevados, sino porque una limpieza inadecuada puede acarrear que cantidades importantes de materia prima se contaminen y se conviertan en residuo.

1.2.1 DETALLE DE EQUIPOS DE CIP

Los equipos que conforman el proceso de la pasteurización son los siguientes:

Tanque de agua: recipiente donde se almacena agua para la limpieza del proceso de pasteurización. Tiene como entrada agua reciclada y recirculada y como salida el producto a ser mezclado con el producto de limpieza.

Tanque de producto de limpieza: recipiente donde se almacena el producto de limpieza, en este caso soda cáustica, la cual debe mantener una concentración ideal para realizar su función.

Bomba de CIP: es la encargada de mantener en constante circulación el producto de limpieza a través del circuito mientras se requiera el proceso.



Fig. 1.7

En la figura 1.7 se puede apreciar los elementos básicos de un proceso de CIP.

1.2.2 DESCRIPCION DE FUNCIONAMIENTO

El ingreso de producto de limpieza es a consecuencia de la mezcla del agua caliente con la soda cáustica ([2]) que se tienen almacenadas en los tanques. El producto de limpieza pasa a través de todos los equipos del proceso de pasteurización,

[2] Nombre con el que se lo conoce en el mercado al hidróxido de sodio (NaOH) mezclado con agua en concentraciones del 0.2 al 2%.

debido a que la entrada de cerveza filtrada es cambiada con la entrada de CIP, y la salida de la cerveza pasteurizada es reemplazada con el ingreso al tanque de almacenamiento de agua, de esta forma se tiene que el proceso de limpieza se mantenga en lazo cerrado, el cual va a estar recirculando el tiempo necesario gracias a la bomba que se tiene.

Los tres pasos básicos para el procedimiento del CIP son los siguientes:

- **Aclarado inicial:** durante un tiempo establecido en los parámetros se introducirá agua limpia en el circuito
- **Circulación con soda:** se eleva la temperatura del intercambiador al valor establecido en los parámetros y luego se hace circular la soda
- **Aclarado intermedio:** cuando se haya terminado la limpieza con la soda, esta es purgada del sistema.
- **Aclarado final:** nuevamente se ingresa agua al sistema durante un tiempo ya establecido. Con este paso se logra eliminar cualquier residuo de soda que haya quedado en el sistema. Una vez culminado el tiempo esta agua es purgada del sistema.

Se debe tener en cuenta que en este proceso todos los elementos del sistema en su superficie interior, deben mojarse, haciendo fluir a la soda hacia afuera continuamente. No se debe permitir que el líquido se acumule en ningún sector del sistema ya que este al permanecer por un tiempo determinado dentro pierde su propiedad como limpiador y el lavado sería un desperdicio.

Cuando un sistema CIP se implementa en una planta se deben tener los siguientes puntos en consideración:

- La disposición de las tuberías debe permitir un drenado completo
- Se debe tener un alto grado de turbulencia de la soda en todas las superficies a limpiar
- Se debe instalar instrumentos adecuados en puntos críticos de control
- Se debe asegurar que no exista posibilidad de fallo por contaminación cruzada entre el CIP y la pasteurización
- Tener instalado un punto de drenaje

CAPÍTULO II

2. DISEÑO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DE CONTROL Y MONITOREO

2.1 CONSIDERACIONES PRELIMINARES DE DISEÑO

Los cuatro componentes básicos de todo sistema de control son los siguientes:

- **Sensor:** que también se lo conoce como elemento primario.
- **Transmisor:** el cual se lo conoce como elemento secundario.
- **Controlador:** que es el cerebro del sistema de control.
- **Elemento final:** elementos como las válvulas de control, motores eléctricos para las bombas.

La importancia de estos componentes se debe a que realizan las tres operaciones básicas que deben estar presentes en todo sistema de control, las cuales son:

- **Medición:** de la variable que se controla se hace generalmente mediante la combinación de sensor y transmisor.
- **Decisión:** con base en la medición, el controlador decide qué hacer para mantener la variable en el valor que se desea.
- **Acción:** como resultado de la decisión del controlador se debe efectuar una acción en el sistema, generalmente ésta es realizada por el elemento final de control.

2.1.1 REQUERIMIENTOS DEL PROCESO

En el proceso de limpieza se usa la soda cáustica como producto principal para realizar dicho proceso. Para que la soda pueda cumplir la labor de agente limpiador debe encontrarse en un rango de valor adecuado. Uno de los problemas que se tiene en un proceso que no se encuentra automatizado es que la capacidad de limpieza de la soda no se la mide por medio del parámetro físico de que tan efectiva es su conductividad, sino que se lo hace con tiempos, que ya es decisión del operario por datos que se han obtenido por

experimentos y/o experiencia. Al realizar este procedimiento se puede encontrar con problemas tales como que la soda no tenga la suficiente capacidad conductiva para realizar la limpieza, ya sea por descuido del encargado de realizar el reabastecimiento o porque el producto entró al tanque CIP en condiciones no adecuadas. Otro problema que se puede presentar es el desperdicio de material, ya que al momento de realizar el cambio puede ser que la soda que se va a retirar aún se encuentra en un nivel de calidad aceptable y esto se repercute en un gasto para la empresa.

En el proceso de pasteurización se van a manejar parámetros físicos los cuáles van a intervenir en la calidad del producto final. Siendo en este proceso de alta importancia debido a que aquí se eliminarán los agentes patógenos que pueden ser perjudiciales para el consumidor final. Teniendo un sistema automatizado se pueden controlar estos parámetros físicos para que la cerveza que se vaya a obtener al final del proceso a desarrollar se encuentre en excelente estado y que cumpla con las normas de calidad que la empresa y el mercado requiere.

Es de gran importancia un sistema automatizado en este tipo de procesos debido a que al momento de existir un problema se va a tomar una decisión para corregirlo al instante que éste ocurra, que puede ser desde variar alguna entrada de material al sistema hasta el paro general del proceso. Con esto se logra optimizar recursos y producto para la empresa, ya que no se va a depender de la suerte de que una persona se dé cuenta de que algo anda mal durante el transcurso del proceso cuando ya el problema puede ser muy significativo.

2.1.2 INVENTARIO DE SEÑALES DE CAMPO

En este proyecto se realizó un análisis de las variables a controlar y los resultados que se esperan de estas acciones. Con esto se podrá realizar un debido proceso de selección y dimensión de las señales de campo que se requieren, las cuales están detalladas en el Anexo 2, que son de los siguientes tipos:

- Entradas Digitales
- Salidas Digitales
- Entradas Analógicas

- Salidas Analógicas

Una vez realizada la identificación de las señales de campo requeridas se podrá tener una identificación del tipo de parámetros físicos a medir. Con esto se podrá realizar una selección de la instrumentación necesaria.

2.1.3 COMPATIBILIDAD CON NUEVOS EQUIPOS DE CONTROL

Al momento de realizar un proyecto de cualquier índole se debe conocer los equipos que se encuentran ya instalados en la industria, debido a que en un futuro, en caso de ser necesario una relación entre el proceso a automatizar con los ya instalados no se ocasionen conflictos.

Entonces uno de los problemas a solucionar es el de comunicación entre las partes. Como se va a realizar un proceso automatizado de forma independiente, es decir que se contará con un controlador principal propio, una de las formas de comunicación que existen en la industria es el Industrial Ethernet. Este protocolo de comunicación industrial será escogido para realizar las conexiones entre los demás PLC y los periféricos de control en la sala de operación.

Se debe tomar en cuenta con el software disponible en la industria por el problema de los derechos de autor, además de la estandarización de la misma. Se escogerá el mismo siempre y cuando el desempeño del proceso no se vea afectado.

Por último se debe tener una estandarización con respecto a las señales que se van a controlar. Se ha tomado las siguientes definiciones:

Señales	Ajustes
Entradas Discretas	24Vdc
Salidas Discretas	A relés de aislamiento
Entradas Analógicas	4 a 20 mA.
Salidas Analógicas	4 a 20 mA.

Tabla 2.1

2.1.4 DIMENSIONAMIENTO DE VARIABLES DE VISUALIZACION

Este proyecto va a cumplir con la labor de realizar una interfaz hombre máquina, de tal forma que el operador pueda ver en tiempo real el estado de cada uno de los elementos e instrumentos que se encuentran en el campo.

Cada uno de los elementos de salida posee datos que pueden ser verificados por el operario en cualquier momento. Existen

10 elementos de salida en el sistema. Los datos de operación de los elementos son apreciados en la tabla 2.2.

Designación	Tipo	Comentario
EQ_boQPC	BOOL	Estado en el PLC
EQ_boEE	BOOL	Estado ON u OFF
EQ_boEF	BOOL	Falla de elemento
EQ_boEB	BOOL	Elemento bloqueado
EQ_boCE	BOOL	Confirmación ON
EQ_boCA	BOOL	Confirmación OFF

Tabla 2.2

Además se tendrá un control visual de otros parámetros que se los ha agrupado en otra categoría por ser de otro tipo de datos. Estos datos se los puede visualizar en la tabla 2.3.

Designación	Tipo	Comentario
ES_OnTime	INT	Tiempo estimado ON
ES_OffTime	INT	Tiempo estimado OFF
Es_Type	INT	Configuración
ES_CntTime	INT	Tiempo estimado control
ES_CntRTime	INT	Tiempo real control
ES_Unit	INT	Unidad

Tabla 2.3

Existen otras variables que se van a monitorear las cuales se las han agrupado como variables de control de proceso. Estas variables se encargaran de recolectar los datos de los parámetros físicos presentes en el sistema. Se les dará un

espacio en memoria a cada una de estas variables para que puedan estar presentes en pantalla. Existen un total de 18 variables de control en el proceso.

Con estos valores ya se puede determinar el número de variables a visualizar y que se deben generar en la memoria del PLC. Son 60 variables de datos de operación de elementos de salida, además 60 variables de datos de estado de elementos de salida, y por último 18 variables de control de proceso. Entonces en este proyecto se trabajarán con 138 variables para el desarrollo del mismo.

2.1.5 DIMENSIONAMIENTO DE UNIDADES DE PROCESO

La unidad de proceso es un subsistema que se encarga de realizar una tarea específica. Se ha realizado una división en unidades de proceso con el fin de reconocer cuales son los procesos más críticos con los que se compone el proyecto. Se han identificado dos unidades de proceso, las cuáles van a ayudar con la simplificación de la resolución del mismo:

- CIP (U1)
- Pasteurización (U2)

2.1.6 ARQUITECTURA DE CONTROL

Un sistema de comunicación debe permitir al usuario unir en una misma aplicación los componentes de hardware y software de distintos fabricantes, como se muestra en la figura 2.1. Además, debe imponer muy pocas restricciones de diseño al usuario y, al contrario, facilitarle la más amplia gama posible de opciones ([3]).



Fig. 2.1 ([4])

Este tipo de arquitectura es posible cuando se lleva a cabo un alto grado de estandarización, en la forma de comunicación y la selección de la familia de los instrumentos a trabajar.

[3] OPC Unified Arquitecture de Wolfgang, Steffan y Matthias pg 43.
[4] Tomado del libro OPC Unified Arquitecture de Wolfgang, Steffan y Matthias.

.

2.2 SELECCIÓN DE INSTRUMENTACION

La automatización es solo posible a través de elementos que sensen lo que sucede en el ambiente del proceso, para luego tomar una acción de control pre-programada que actúe sobre el sistema para obtener el resultado previsto. Se deben considerar los siguientes parámetros a la hora de seleccionar un sensor:

Características de alimentación	Características de entrada/salida
Tensión	Sensibilidad
Corriente	Tipo: tensión, corriente, frecuencia
Potencia disponible	Forma de la señal: unipolar, flotante, diferencial
Frecuencia (si es alterna)	Impedancia de entrada y salida
Estabilidad	Destino: presentación analógica, digital, telemedida

Características ambientales	Otros factores
Margen de temperatura	Peso
Humedad	Dimensiones
Vibraciones	Vida media
Agentes químicos	Coste de adquisición
Atmósfera explosiva	Disponibilidad
Entorno electromagnético	Tiempo de instalación
	Situación en caso de fallo
	Coste de Verificación
	Coste de mantenimiento
	Coste de sustitución

Tabla 2.4

2.2.1 SELECCIÓN DE SENSORES DE NIVEL

Instrumento	Campo de medida	Precisión % escala	Presión máxima BAR	Temperatura máxima del fluido °C	Desventajas	Ventajas
Sonda	Limitado	0.5mm	Atm	60	Manual, sin olas. Tanques abiertos	Barato, preciso
Cristal	Limitado	0.5mm	150	200	Sin transmisión	Seguro, preciso
Flotador	0 - 10m	±1 - 2%	400	250	Posible agarrotamiento	Simple, independiente, naturaleza líquida
Manométrico	Altura tanque	±1%	Atm	60	Tanques abiertos, fluidos limpios	Barato
Membrana	0 - 25m	±1%	Atm	60	Tanques abiertos	Barato
Vibración	Limitado	±1%	40	150	Posible agarrotamiento	Barato, simple, fácil limpieza, todo tipo de tanques y líquidos
Presión diferencial	0.3m	±0.15 - ±0.5%	150	200	Posible agarrotamiento	Interface líquido
Desplazamiento	0 - 25m	±0.5%	100	170	Expuesto a corrosión	Fácil limpieza, robusto, interfaces
Conductivo	Ilimitado		80	200	Líquido conductor	Versátil
Capacitivo	0.6m	±1%	80 – 250	200 - 400	Recubrimiento electrodo	Resistencia corrosión
Ultrasónico	0.3m	±1%	400	200	Sensible a densidad	Todo tipo de tanques y líquidos
Radiación	0 - 2.5m	±0.5 - ±2%		150	Fuente radiactiva	Todo tipo de tanques y líquidos y sin contacto líquido
Láser	0 - 2m	±0.5 - ±2%		1500	Láser	Todo tipo de tanques y líquidos y sin contacto líquido

Tabla 2.5 ([5])

[5] Según datos encontrados en http://www.sapiens.itgo.com/documents/doc60.htm

Los sensores de nivel son los elementos de medición en línea más utilizados en una planta ya que nos indican el nivel de los materiales con los que se están trabajando. Existen varios tipos de sensor de nivel con características de funcionamiento diferentes.

Con los datos que nos muestra la tabla comparativa 2.5, para el caso de los tanques del proceso se procederá a utilizar los sensores de nivel tipo de funcionamiento por vibración, debido a que sólo requerimos conocer el estado de los líquidos en los tanques, si está vacío o lleno. Este tipo de sensores se ajustan al requerimiento debido a que funcionan como switch en tanques de almacenamiento, con agitadores y tuberías donde se trata de mantener estándares de higiene como productos alimenticios. Se pueden apreciar este sensor en la figura 2.2.



Fig. 2.2

El principio de funcionamiento de este tipo de sensores se basa en resonancia de vibración. Cuando las paletas del sensor son sumergidas en un líquido esta frecuencia cambia indicando que existe presencia de producto. Este cambio se registra electrónicamente por medio de un switch en la salida.

Para los tanques que intervienen en el proceso se necesitan 7 sensores que determinaran nivel alto y bajo con las características antes especificadas, para mayor detalle del tipo de sensor a utilizar se puede apreciar en el Anexo 3.

2.2.2 SELECCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA.

La medición de la variable temperatura es una de las más importantes dentro de este proyecto y en la industria en general, el criterio de selección de los sensores de temperatura se basara principalmente en el fluido al que le vamos a medir dicha variable, en nuestro caso tenemos 3 clases de fluidos en el proceso: agua, soda para la limpieza y cerveza en pasteurización, cada uno con diferentes rangos de temperaturas de trabajo que se detallan en la tabla 1, por lo antes expuesto el sensor de temperatura a usar debe cumplir

los requerimientos de medida de los 3 fluidos, como se puede apreciar en la tabla 2.6.

	AGUA	SODA	CERVEZA
TEMPERATURA DE PROCESO	80 °C	82 - 85 °C	72 °C
TEMPERATURA AMBIENTE	30 °C	30 °C	30 °C
PRESION DE TRABAJO	6 BAR	6 BAR	3 BAR
LONGITUD DE INSERCION	20 cm	20 cm	20 cm

Tabla 2.6

Características	Sensor				
	RTD de platino de película	RTD de platino bobinada	Termocupla	Terrmistor	Silicio
Costo del sensor	Moderado a bajo	Moderado	Bajo	Bajo a moderado	Bajo
Campo de medida	-200 a 750°C (560°C máx.típ.)	-200 a 850 (600°C máx.típ.)	-270 a 1800 °C	-100 a 500 (125°C máx.típ)	-40 a 125°C
Intercambiabilidad	±0.1%. ±0.3°C	±0.06%. ±0.2°C	±0.5%. ±0.2°C	±10%. ±0.2°C	±1%. ±0.3°C
Estabilidad	Excelente	Excelente	Pobre	Moderada	Moderada
Sensibilidad	±0.39%/°C	±0.39%/°C	±40µV/°C	-4%/°C	10mV/°C
Sensibilidad relativa	Moderada	Moderada	Baja	Muy elevada	Moderada
Linealidad	Excelente	Excelente	Moderada	No es lineal	Moderada
Pendiente	Positiva	Positiva	Positiva	Negativa	Positiva
Susceptibilidad a ruido	Baja	Baja	Alta	Baja	Baja

Tabla 2.7 ([6])

En la tabla 2.7 se muestra una comparación de los distintos sensores de temperatura existentes. Generalmente en la Industria los sensores de temperatura más usados son los termopares o termocuplas y las RTD's, las sondas de platino como también son conocidas las RTD's se fabrican

[6] Tomada del libro Instrumentación Industrial de Antonio Creus Solé

básicamente en dos formas: las de hilo o bobinadas (un alambre fino enrollado y encapsulado en vidrio o cerámica) y las de película (una película delgada depositada sobre un substrato) estas últimas, por su menor masa, ofrecen tiempos de respuesta más pequeños, mientras que las primeras ofrecen menor deformación a esfuerzos mecánicos.

En base a los criterios expuestos anteriormente el sensor de temperatura usado es una Pt100 la cual pertenece a la familia de las RTD's y cumple con todos los requerimientos del sistema a diseñar y cuyas especificaciones se encuentran en el Anexo 3.

2.2.3 SELECCIÓN DE SENSORES DE FLUJO.

Los caudalímetros son instrumentos que miden el caudal en una tubería, están compuestos por dos elementos: el elemento primario, el que genera la señal que permite la medición del caudal según el principio de funcionamiento, y el secundario o transmisor que se encarga de tratar, visualizar, registrar y transmitir la señal que proveniente del elemento primario, si el elemento primario y el secundario se encuentran acoplados mecánicamente formando una sola pieza se dice que el sensor

es compacto, caso contrario si el elemento primario y el secundario se encuentran separados se dice que el sensor es remoto.

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	SENSOR	¿INVASIVO?	VOLUMETRICO/MASICO
PRESION DIFERENCIAL	PLACA DE ORIFICIO	SI	VOLUMETRICO
	TUBO VENTURI	SI	VOLUMETRICO
	TOBERA	SI	VOLUMETRICO
	TUBO PILOT	SI	VOLUMETRICO
	TUBO ANNUBAR	SI	VOLUMETRICO
AREA VARIABLE	ROTAMETRO	SI	VOLUMETRICO
VELOCIDAD	TURBINA	SI	VOLUMETRICO
	ULTRASONIDO	NO	VOLUMETRICO
TENSION INDUCIDA	MAGNETICO	NO	VOLUMETRICO
TEMPERATURA	TERMICO	SI	MASICO
DESPLAZAMIENTO POSITIVO	DISCO OSCILANTE	SI	VOLUMETRICO
	PISTON OSCILANTE	SI	VOLUMETRICO
	PISTON ALTERNATIVO	SI	VOLUMETRICO
VORTICES	VORTICES	SI	VOLUMETRICO
OTROS	TORBELLINO	SI	VOLUMETRICO
	PLACA DE IMPACTO	SI	VOLUMETRICO
	ACELERACION DE CORIOLIS	SI	MASICO
	MOMENTO ANGULAR	SI	MASICO

Tabla 2.8 ([7])

En nuestro caso optamos por escoger un sensor de características no invasivas, esto quiere decir que el sensor no va a estar en contacto directo con el producto garantizando

[7] Tomada del libro Instrumentación Industrial de Antonio Creus Solé

con esto que la calidad del mismo no se vea afectado por ningún agente extraño.

En la tabla 2.8 se hace una clasificación de los sensores según su principio de funcionamiento.

Para la realización del proyecto se escogió un sensor de flujo magnético, mostrado en la figura 2.3, ya que se necesitaba que el método de medida sea no invasivo y su precio es mucho más bajo que un sensor ultrasónico que también aplica un método no invasivo de medición. Las especificaciones del sensor escogido se encuentran en el Anexo 3.



Fig. 2.3

2.2.4 SELECCIÓN DE SENSORES DE PRESION.

En el proceso de pasteurización la medida de la presión juega un papel muy importante especialmente en el sistema de enfriamiento de la cerveza puesto que esta medida está directamente relacionada con el control de la válvula de regulación de amoniaco, de allí es de vital importancia escoger

un transmisor de presión que cumpla con los requerimientos del sistema y aparte que su funcionamiento no se vea afectado por las bajas temperaturas y por el fluido refrigerante que como se menciono anteriormente es el R-717 (amoniaco).

En la tabla 2.9 se puede apreciar los distintos tipos de sensores de presión con los que se cuenta en el mercado.

	Margen en bar	*Precisión en % de toda la escala*	*Estabilidad en el tiempo*	*Sobrecarga*	*Temp. máx. de servicio °C*	*Nivel señal salida*	*Impedancia salida*	*Error de cero por influencia temperat. ambiente*	*Resolución*	*Sensibilidad a vibraciones*
Equilibrio de fuerzas	2-6000	0,5	Media a mala	150 %	65	10 V	600 Ω	0,9-2,3 %	Continua	Alta
Resistivos	0-0,1 a 0-300	1	Mala	150 %	80	Variac. res.	0-Res. total	0,7-3 %	0,25 %	↓
Magnéticos: Inductancia variable	↓	0,5	Media	150 %	↓	0-5 V	2 kΩ	0,9-2,3 %	Continua	
Magnéticos: Reluctancia variable		1	Media	150 %		0-5 V	2 kΩ	0,6-2,4 %	↓	
Capacitivos	0,05-5 a 0,05-600	1	Media a buena	150 %	150	↓	5 kΩ	0,5-1,9 %		Media
Galgas extensométricas: Cementadas	0-0,5 a 0-3000	0,5	Mala	↓	120	35 mV	350 Ω	0,5-2,4 %		Alta
Galgas extensométricas: Sin cementar	0-0,01 a 0-600	1	Mala	200 %	↓	↓	350 Ω	↓		↓
Galgas extensométricas: Silicio difundido	0-2 a 0-600	0,3	Muy buena	200 %	107	2-10 V	600 Ω	0,4-1 %	↓	Despreciable
Piezoeléctricos	0,1-600	1	Mala	↓	90	600 mV/bar	1000 MΩ	1-4,8 %	1/5000	Baja

Tabla 2.9 ([8])

Por las ventajas que ofrece, se ha escogido el sensor de presión tipo piezoeléctrico (figura 2.4). Este tipo de sensor está diseñado para poder realizar la lectura de presión de gas vapores y líquidos, por lo que sirve para la medición de la presión de salida del amoniaco del sistema de refrigeración.

[8] Tomada del libro Instrumentación Industrial de Antonio Creus Solé



Fig. 2.4

Otra de las ventajas que tienen es que trabaja en el rango de temperatura del R-717 y son sensibles a los cambios de la misma. Las características del sensor de presión escogido son se encuentran con más detalle en el Anexo 3.

2.2.5 SELECCIÓN DE SENSORES DE CONDUCTIVIDAD.

La medición de conductividad se la realiza de la siguiente forma: el conducímetro mide la conductividad eléctrica de los iones en una sustancia. Por lo que se procede a aplicar un campo eléctrico entre dos electrodos y mide la resistencia eléctrica de la disolución. Para evitar cambios en las sustancias, efecto de capas sobre los electrodos, entre otros factores, se aplica una corriente alterna como se muestra en la figura 2.5.

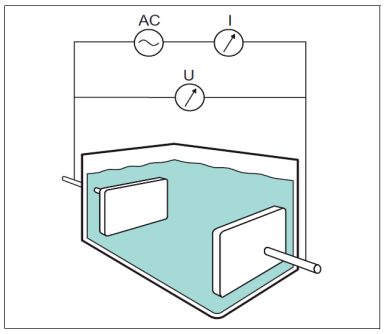


Fig. 2.5

La conductividad de una sustancia tiene gran dependencia de la temperatura. La conductividad de la sustancia aumenta con el cambio de temperatura. Este aumento se expresa en %/°C que se denomina coeficiente de temperatura. Para poder aplicar esta compensación se contará con un sensor el cuál contenga células de conductividad que alberguen en su interior un sensor de temperatura.

Los detalles de selección del sensor adecuado para obtener la conductividad, y por lo tanto la calidad de los productos se encuentra en el Anexo3.

2.2.6 SELECCIÓN DE SENSORES INDUCTIVOS.

Los sensores inductivos son instrumentos que detectan el cambio de inductancia debido a la presencia de un objeto, especialmente metálico.

Estos sensores son muy versátiles ya que debido a su aplicación pueden montarse sobre cualquier espacio reducido debido a sus tamaños.

Se usa como detector de presencia de metales, conteo de piezas metálicas, como final de carrera, etc.

En nuestro proyecto vamos a utilizarlos para poder conocer como se tiene conectado al sistema para que opere, si está listo para operar la pasteurización o realizar la limpieza.

El sensor escogido se muestra en el Anexo 3.

2.3 SELECCIÓN DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

Se debe considerar cuales son las necesidades definidas para la solución de nuestro proyecto y revisar los beneficios que un PLC otorga, y con esto buscar cuál será el producto adecuado a utilizar:

- Escalabilidad y flexibilidad en cuanto a configuración para el control de 138 variables que requiere el proceso.
- Facilidad de integración con la red de gestión para “process management” que se encuentra configurada en Industrial Ethernet.
- Debe existir gran flexibilidad para la implementación de un sistema SCADA programado en InTouch y posibilitar la

interacción con un panel de control, es decir que posea los drivers de comunicación.

- Posibilidad de implementar redundancias que facilitan su aplicación en sistemas de enclavamientos y seguridad.

Para poder controlar el número de variables que se han determinado en el proyecto, y por tema de confiabilidad para la industria se ha escogido de la familia SIEMENS el modelo S7-200. El CPU como mínimo deberá ser el 224 ya que este permite comunicación vía Ethernet con la ayuda de una tarjeta de comunicación CP243-1.

Sin embargo, en base a los criterios de selección antes mencionados se escogió el PLC S7 300 de la marca SIEMENS con CPU 315 2DP con una tarjeta de comunicación CP343. El CPU se lo escogió principalmente por motivos económicos ya que en planta existe uno en stock con estas características.



Fig. 2.6

2.3.1 CAPACIDAD DE MEMORIA

MEMORIA CENTRAL	CPU 315C-2 DP
*INTEGRADA	64 KB instrucciones RAM
*AMPLIABLE	NO
MEMORIA DE CARGA	
*INTEGRADOS	96Kbytes de RAM
*CON FLASH-EPROM	MAXIMO 4 Mbyte
RESPALDO DE DATOS	
*CON PILA TAMPON	Todos los bloques de datos
*SIN PILA	4 Kbyte (marcas, contadores, temporizadores y datos)
TEMPORIZADORES/CONTADORES	
*CONTADORES S7	64
*TEMPORIZADORES S7	128
AREAS DE DATOS	
*MARCAS	2048
BLOQUES	
*CANTIDAD	1024 (DBs, FCs, FBs)
*TAMAÑO MAXIMO	16 Kbytes
Áreas de direcionamento I/O	
*AREA TOTAL DE DIRECCIONAMIENTO	2048/2048 bytes (de libre direccionamiento)
*IMAGEN DE PROCESO	128/128 bytes
*CANALES DIGITALES	16384 MAX
*CANALES ANALOGICOS	1024 MAX

Tabla 2.10

La memoria total de un PLC se divide en distintas zonas de almacenaje de datos:

- Área de programa
- Tabla de E/S discretas.
- Tabla de E/S análogas

- Registros de temporizadores y contadores
- Registros de variables.
- Registros de memoria auxiliar.
- Firmware.

En nuestro caso la CPU usada tiene una capacidad de memoria que se resume en la Tabla 2.10.

2.3.2 CAPACIDAD DE ENTRADAS SALIDAS

Las tarjetas de entradas salidas se las selecciono en base a un estudio de campo en la que se realizo una inspección que se resume en el Anexo 2 en los que se detalla un listado de entradas y salidas tanto discretas como análogas.

Con el CPU del PLC previamente seleccionado y la tabla de entradas salidas se procedió a buscar las respectivas tarjetas para entradas salidas adicionales tanto discretas como análogas que cumplan con los requerimientos del diseño y que se ajusten al CPU seleccionado. Las tarjetas seleccionadas son las que se describen a continuación:

Modulo de entradas digitales SM 321 (6ES7321-1BL00-0AA0)

- 32 entradas, con separación galvánica en grupos de 16
- Tensión nominal de entrada 24 V d.c.



Fig. 2.7

Modulo de salidas digitales SM 322 (6ES7322-1BL00-0AA0)

- 32 salidas, con separación galvánica en grupos de 8
- Intensidad de salida 0,5 A
- Tensión nominal de carga 24 V d.c.
- Adecuado para electroválvulas, contactores de d.c. y lámparas de señalización



Fig. 2.8

Módulo de entradas analógicas SM 331(6ES7331-7KF02-0AB0)

- entradas formando 4 grupos de canales
- Tipo de medición ajustable por grupo de canales

  — Resistencia

  — Temperatura
- Resolución ajustable por grupo de canales (9/12/14 bits + signo)
- Selección del rango de medición discrecional por cada grupo de canales
- Diagnóstico parametrizable y alarma de diagnóstico
- Supervisión de valores límite ajustable para 2 canales
- Alarma de proceso ajustable al rebasarse el valor límite
- Con separación galvánica frente a la CPU

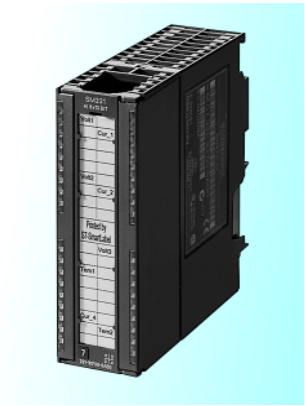


Fig. 2.9

Módulo de salidas analógicas SM 332(6ES7332-5HF00-0AB0)

- ocho salidas en un grupo
- Las salidas se pueden seleccionar por cada canal como se indica a continuación:

  — Salida de tensión

  — Salida de intensidad
- Resolución 12 bits
- Diagnóstico parametrizable y alarma de diagnóstico
- Alarma de diagnóstico parametrizable
- Con separación galvánica respecto a la conexión del bus posterior y a la tensión de carga



Fig. 2.10

2.3.3 COMUNICACIÓN

Los primeros sistemas fueron implementados para Siemens Simatic NEC (SINEC- H1). En la fig. 2.11 se muestra la ubicación de industrial Ethernet y los dispositivos que se pueden comunicar bajo este protocolo.

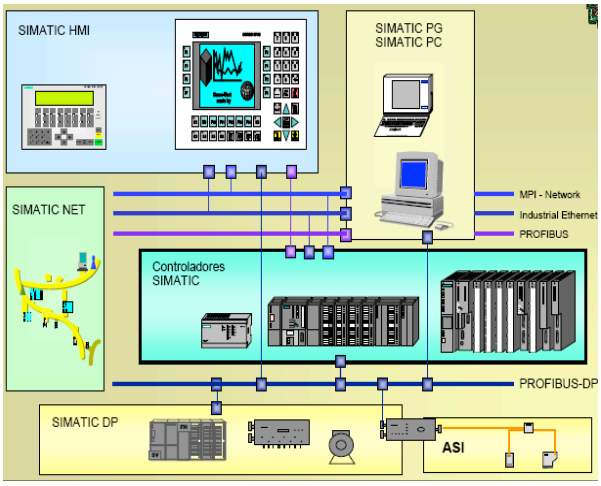


Fig. 2.11

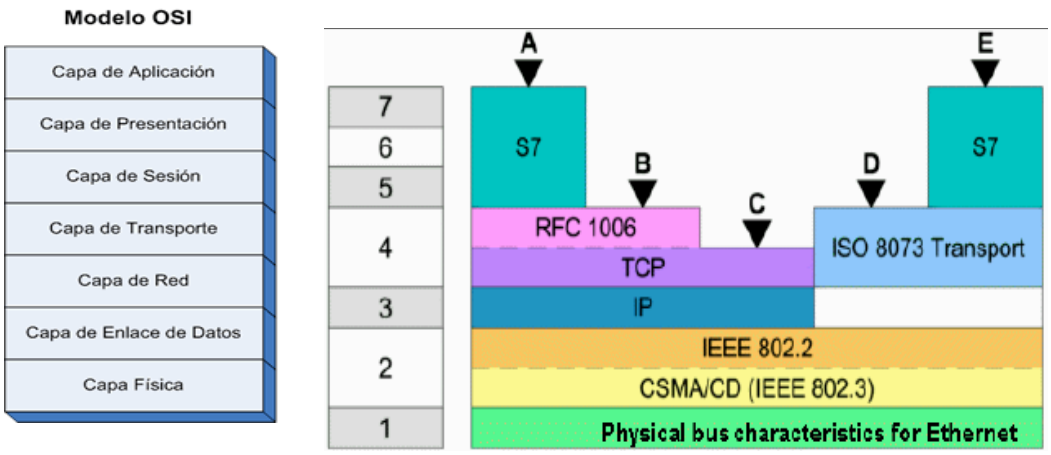


Fig. 2.12

En la figura 2.12 y la tabla 2.11 se hace una comparación entre el modelo OSI y los diferentes protocolos usados para cada capa de dicho modelo ([9]).

SIMBOLO	PROTOCOLO	DESCRIPCION
A,E	Comunicación S7	*Interfaz de usuario uniforme para TCP/IP (A) e ISO (E) empleando funciones S7*
B,D	Comunicación compatible S5 (Send/Receive)	*Servicios de comunicación basados en el interfaz de transporte ISO para intercambio de datos con dispositivos S5 y S7. Con TCP/IP, es necesario un adaptador (RFC 1006). Esto hace un interfaz uniforme Send/Receive para TCP/IP (B) e ISO (D).*
C	TCP/IP nativo	*Servicios de comunicación simple basados en TCP/IP (C) para intercambio de datos con dispositivos con TCP/IP.*

Tabla 2.11

[9] Según Referencia: Practical industrial networks, de Mackay

Para trabajar con Industrial Ethernet se puede transmitir por 2 medios el uno eléctrico y el otro óptico, la tasa de transmisión, longitud de cable y el estándar empleado se resumen en la tabla 2.12.

	Transmission medium	Transmission rate	Cable length	Standard		
Electrical	Coaxial (thick)	10 Mbps	up to 500 m	10Base5	802.3	-1985
	Coaxial (thin, RG58)	10 Mbps	up to 185 m	10BASE2	802.3a	-1988
	Twisted pair (UTP CAT3, 2 pairs)	10 Mbps	up to 100 m	10BaseT	802.3i	-1990
	Twisted pair (UTP/STP CAT5, 2 pairs)	10/100 Mbps	up to 100 m	100BaseT	802.3u	-1995
	Twisted pair (UTP CAT5, 4 pairs)	10/100/1000 Mbps	up to 100 m	1000BaseT	802.3ab	-1999
Optical	Glass FO 62,5 µm, BFOC connector	10 Mbps	up to 2 km	10BaseFL	802.3j	-1993
	Glass FO 62.5 µm or 50 µm, BFOC or SC connector	100 Mbps	up to 2 km	100BaseFX	802.3u	-1995
	Glass FO 62.5 µm or 50 µm, e.g. SC connector	1 Gbps	2 m - 550 m (50 µm)	1000BaseSX	802.3z	-1998
	Glass FO 62.5 µm, 50 µm or 10 µm, e.g. SC connector	1 Gbps	2 m - 5 km (10 µm)	1000BaseLX	802.3z	-1998

Tabla 2.12 ([10])

La CPU 315-2DP que tiene el PLC tiene dos puertos de comunicación, uno para Profibus DP y otro para MPI, pero los requerimientos de comunicación de nuestro proyecto son de un puerto para conectarse con la red industrial, un puerto para el control del operador en cuarto de control y uno para el panel de control. Por lo que se ha optado por usar dos puertos de comunicación Profibus DP para conectarse a la red industrial y panel de control y el puerto MPI para el cuarto de control.

[10] Datos de la tabla están basados en el estándar IEEE 802.3

Profibus DP es un sistema de bus rápido y estandarizado para el nivel de campo. Está normalizado según EN 50170 y IEC 61158-3 Ed, sirve para transmitir datos entre equipos Simatic S7 y diversos dispositivos de campo.

MPI es una interfaz multipunto. Puede utilizarse para interconexiones simples en red. Permite la conexión simultánea de varios equipos S7 y la transmisión de datos globales.

2.4 SELECCIÓN DE EQUIPOS DE MANDO

2.4.1 Selección de válvulas

En el control automático de los procesos industriales la válvula de control juega un papel muy importante en la operación de regulación. Realiza la función de variar el caudal del fluido de control que modifica a su vez el valor de la variable medida comportándose como un orificio de área continuamente variable.

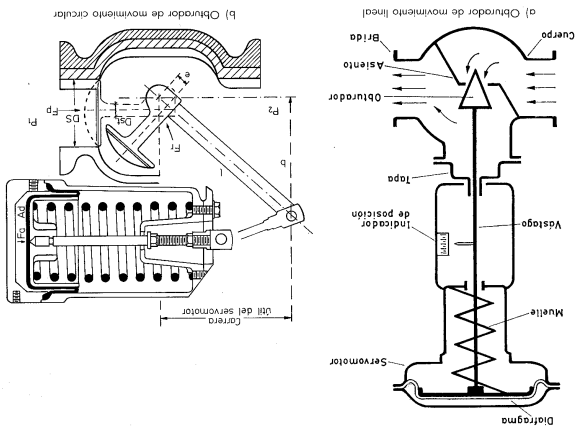


Fig. 2.13

En la figura 2.13 puede verse una válvula de control típica. Se compone básicamente del cuerpo y del servomotor.

Debido a la necesidad de normalizar el cálculo de las válvulas de control no solo en cuanto al tamaño sino también a la cantidad de paso de fluido a través de ella se han adoptado dos coeficientes:

Coeficiente (Cv): El Cv fue adoptado inicialmente en EEUU y se define de la siguiente manera "Caudal de agua en galones por minuto que pasa a través de la válvula en posición completamente abierta y con una pérdida de carga de una libra por pulgada o psi ([11]).

[11] Según referencia: CONTROL VALVE HANDBOOK de Emerson Fisher Valves.

Coeficiente (Kv): El coeficiente Kv es más utilizado por los países que usan unidades métricas y su definición es la siguiente “Caudal de agua (5°C a 40°C) en m3/h que pasa a través de la válvula a una apertura dada y una pérdida de carga de 1 bar”. La relación entre los coeficientes Kv y Cv cuando la válvula está completamente abierta es la siguiente:

Kv=0,86Cv [m3/h]

CV=1,16Kv [gpm]

Datos requeridos para el cálculo:

Q: Flujo de trabajo

q: densidad relativa del fluido (cerveza = 1.045)

Δp : Diferencia de presión en la válvula ([12])

$$Cv = Q\sqrt{\frac{q}{\Delta p}}$$

$$Cv = Q\sqrt{\frac{q}{\Delta p}}$$

$$Cv = 26.4172\sqrt{\frac{1.045}{43.51132}}$$

$$Cv = 4.0939$$

$$Kv = 0.86Cv = 0.86 * 4.0939 = 3.520754$$

[12] Fórmula tomada del libro Instrumentación Industrial de Antonio Creus Solé

2.4.2 Selección de actuadores neumáticos.

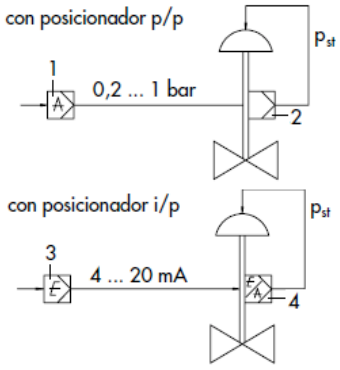
En esta sección trataremos sobre un actuador neumático llamado posicionador para válvulas neumáticas, el fin de usar este posicionador es asegurar una relación preestablecida entre la posición de la válvula y la magnitud de referencia, para lo cual estos dispositivos comparan la señal de mando procedente de un artefacto de automatización neumático o eléctrico (regulador, estación de mando, estación reguladora de proceso) con la carrera o respectivo ángulo de giro de la válvula y envían como señal de salida una presión de mando.

Los posicionadores neumáticos generalmente actúan como amplificadores ya que convierten las pequeñas señales de control en una gran magnitud de presión hasta la máxima presión de trabajo que nos da el compresor (6 bar / 90 psi).

En la figura 2.14 se muestran los dos posicionadores acoplados a una válvula neumática con sus respectivas señales de control.

Para el presente proyecto se ha escogido un posicionador con características de p/p e i/p esto nos asegura de que existirá otro medio de activación de la válvula y no solo depende del

sistema de control eléctrico sino que se la puede activar externamente por medio de una señal de aire comprimido normalizada, para mas detalles ver la hoja técnica en Anexo 5.



1	REGULADOR NEUMATICO
2	POSICIONADOR P/P
3	REGULADOR ELECTRICO CONTINUO
4	POSICIONADOR I/P

Fig. 2.14

2.5 CRITERIOS PARA LA INSTALACIÓN

2.5.1 Dimensionamiento del panel

Para la resolución de este proyecto se ha realizado los planos eléctricos del sistema para poder determinar cuáles van a ser los elementos que se necesiten, de ésta forma se podrá tener una perspectiva al momento de buscar dichos elementos en el mercado y poder dimensionar el panel de control. Los planos eléctricos del sistema automatizado se pueden apreciar en el Anexo 6.

La construcción del tablero eléctrico responderá a lo siguiente:

- Seguridad para el personal de operación y mantenimiento
- Seguridades y protecciones a todos los equipos.
- Seguridad contra incendios
- Facilidad de montaje y conexión
- Facilidad de operación, inspección y mantenimiento

Para determinar la capacidad del breaker principal se debe calcular cuál es la corriente nominal de todo el sistema. Para esto nos basamos en la estandarización de conexiones eléctricas elaboradas por el NEC, y con la ayuda de sus tablas y fórmulas podremos obtener los valores individuales de los elementos que se van a conectar hacia el circuito principal.

Para comenzar se tienen los motores para las tres bombas:

$$I_f = I_{placa} + f_{CT^\circ} + f_{C\#C}$$

$$In = I_f \; x \; f_{Icontinua}$$

Donde:

I_f : Corriente corregida por factores físicos

I_{placa} : Corriente de motor en placa según fabricante

f_{CT°: Factor de corrección por temperatura en sitio

$f_{C\#C}$: Factor de corrección número de cables en tubería

$f_{Icontinua}$: Factor de corrección horas de trabajo (1.25)

- Bomba de cerveza:

$$V = \frac{420}{725} V$$

$$I = 34.5A$$

$$P = 18.5KW$$

Entonces se tiene que $In_{\mathbf{1}} = 40.538A$

- Bomba de agua:

$$V = 440\ V$$

$$I = 5.5A$$

$$P = 3KW$$

Entonces se tiene que $In_{\mathbf{2}} = 6.463A$

- Bomba de CIP:

$$V = 440\ V$$

$$I = 13.8A$$

$$P = 7.5KW$$

Entonces se tiene que $In_{\mathbf{3}} = 16.215A$

Además de las bombas en el sistema principal se tiene conectado los transformadores de control y fuentes de alimentación para los elementos de campo:

- Un transformador de 120V en secundario para conectar los siguientes equipos:
  - Alimentación del PLC
  - Alimentación de sensor de flujo
  - Alimentación de transmisor de sensor de conductividad
  - Alimentación de siete sensores de nivel

  Por los datos de fabricante obtenidos de cada uno de los elementos, se ha determinado una corriente $In_4 = 0.34A$, por lo que se usará un transformador de control, que se puede observar en el Anexo 7, con una capacidad de 80VA.
- Una fuente DC de 24V continua para la conexión de los siguientes elementos:
  - Alimentación de sensor de presión
  - Alimentación de dos inductivos
  - Alimentación de tres sensores de temperatura
  - Alimentación para estabilizador ferroresonante, que se observa en el Anexo 7, para el panel de control con una capacidad de 0.8A

Considerando los datos de fabricante de los elementos antes mencionados, se necesitará una corriente $In_5 = 1.15A$, por lo

que se procederá a adquirir una fuente de alimentación de capacidad de 1.2 A

$$I_N = I_{n1} + I_{n2} + I_{n3} + I_{n4} + I_{n5}$$

$$I_N = 64.706A$$

Se debe recalcular la corriente de trabajo principal debido a los factores de corrección siguientes:

$$I_S = I_N x\ f_C x\ f_S$$

I_S: Corriente corregida a seleccionar

f_C : Factor de corrección

f_S: Factor de corrección de seguridad del fabricante

$$I_S = 64.706\ x\ 0.5\ x\ 2.5$$

$$I_S = 80.8825\ A$$

Con estos valores podemos escoger un breaker principal con las siguientes características:

Marca	Siemens
Modelo	3LD2714-0TK53
Tensión asignada de empleo Ue	400 V (NEMA)
Tensión asignada al impulso Vimp	10 KV
Rango de Operación	hasta 100 A
Rango de Temperatura	-25 a 70°C

Tabla 2.13

Debido a que tenemos algunos equipos que se alimentan a 440V, se ha considerado instalar barras de alimentación. Las barras a utilizar en el tablero será de cobre electrolítico de pureza no inferior a 99.9% y de alta conductividad. Serán pintadas y plateadas en todas las superficies de contacto, las cuales soportarán la solicitación térmica originada por cada una de las corrientes nominales antes mencionadas, además de las corrientes de cortocircuito de cada subsistema. Dichas barras irán montadas sobre aisladores.

Las barras estarán identificadas según a la fase a la cual corresponde, con una secuencia de fases R, S, T de arriba hacia abajo.

Ancho x Grueso	Sección Transversal	Peso	Material	Intensidad de Corriente permanente hasta 60 Hz			
				Barras Desnudas - Número y Disposición			
mm x mm	mm²	kg/m	Flat – Cu	1	2	3	4
				I	II	III	II II
12 x 2	23.5	0.21	E-CU F37	108	182	325	
15 x 2	29.5	0.26	E-CU F37	128	212	354	
15 x 3	44.5	0.40	E-CU F37	162	282	387	
20 x 2	39.5	0.35	E-CU F37	162	264	366	
20 x 3	59.5	0.53	E-CU F37	204	348	399	
20 x 5	99.1	0.88	E-CU F37	274	500	690	
20 x 10	199	1.77	E-CU F30	427	825	1180	
25 x 3	74.5	0.66	E-CU F37	245	412	423	

Tabla 2.14

Para la selección de las barras de alimentación nos guiaremos de la norma DIN 43 671/11.64 ([13]) para una temperatura ambiente de 35°C y una temperatura de la barra de hasta 65°C para longitudes menores a 2m que se observa en la tabla 2.14.

Por lo que hemos seleccionado las barras de dimensiones 12mm x 2mm para las tres líneas. Además el tablero contará con una barra de puesta a tierra general. Dicha barra de puesta a tierra será de cobre electrolítico de sección no inferior a 250mm², por lo que se usará una barra de 30mm x 10mm.

Las uniones de las barras se realizarán mediante terminal abulanado con arandela plana y Grover, los terminales a emplear deberán de ser de tubo enterizo de cobre estañado y protegidos en el extremo de unión por un material especial. Los aisladores a utilizar serán de resina epoxi del tipo interior, sin fisuras ni excoriaciones, como se puede apreciar en la figura 2.15.

[13] Criterios de selección de aparatos de maniobra e indicación para instalaciones y distribución SIEMENS.

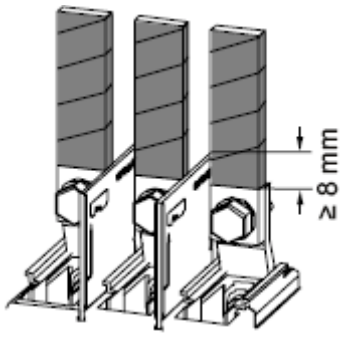


Fig. 2.15

Como ya se han determinado los elementos de distribución principal, se procederá a determinar los elementos de control para cada una de las partes, de esta forma se podrá distribuir estos elementos en el tablero. Estos elementos serán los encargados de realizar las funciones de control y seguridad física primaria de cada uno de los instrumentos de campo. Entre estos elementos que se van a incluir en el panel se tienen los siguientes:

- Elementos de control para cada uno de los motores de las bombas (breakers, contactor y térmico) los cuáles serán determinados a partir de la corriente nominal de cada uno de ellos que ya han sido determinadas. En total serán tres breakers, tres contactores y tres térmicos.

- Fuentes de alimentación para el control principal autónomo y para alimentación de instrumentos de campo. En total serán dos fuentes de 24V continua con sus respectivos breakers de protección, dos en total.
- PLC y dispositivos de expansión para aumentar capacidad de entradas y salidas. Será un CPU, una tarjeta de entradas digitales, una tarjeta de salidas digitales, una tarjeta de entradas analógicas y una tarjeta de salidas analógicas, las cuales ya fueron determinadas en el punto 2.3.
- Dispositivos de conexión entre el PLC y los instrumentos de campo, SIMATIC TOP connect y SIMATIC TOP connect TPA, una para entradas digitales, una para salidas digitales las cuales van a actuar con relés, una para entradas analógicas y una para salidas analógicas, como se pueden apreciar en el Anexo 7.
- Borneras para conexión entre el transformador y los dispositivos de control intermedio y alimentación de dispositivos de campo.

- El panel de control será montada sobre el panel frontal de la puerta principal.

Para facilitar la posible inspección interior del tablero, todos los componentes eléctricos estarán fácilmente accesibles por el frente mediante una puerta abisagrada que permitirá una apertura mínima de 90°.

Todas las uniones estarán atornilladas formando un conjunto rígido y de esta manera asegurar la perfecta puesta a tierra de las masas metálicas y la equipotencialidad de todos sus componentes. Los tornillos tendrán un tratamiento anticorrosivo en base de zinc. Debido a las masas metálicas del tablero estarán eléctricamente unidas entre sí y al conductor principal de protección de tierra.

Todos los componentes eléctricos se montarán sobe rieles específicos para sujeción.

El sistema de ventilación será por convección natural permitiendo el funcionamiento de los componentes de maniobra y control dentro de los límites de temperatura recomendada por la norma.

2.5.2 SELECCIÓN DE CABLES, TUBERIAS Y CANALES

Los conductores a utilizar en el cableado interno serán de cobre con aislamiento de PVC VN2000 antillama deslizante, para 1000V.

La dimensión de los cables a utilizar deberán seguir los criterios de capacidad dados por la norma. Para los motores se deberá tomar en cuenta la corriente nominal a la cual están sometidos. Entonces se debe encontrar el valor a operar según la norma, por lo que se debe tomar en cuenta que

$$I_{cable} = 1.25 I_n$$

Con esto se podrá realizar el dimensionamiento respectivo, por lo que:

- Para el motor de la bomba de cerveza se tendrá una $I_{cable} = 50.673A$ con esto se utilizará cable de calibre 6AWG.
- Para el motor de la bomba de agua se tendrá una $I_{cable} = 8.079A$ con esto se utilizará cable de calibre 14AWG.

- Para el motor de la bomba para limpieza se tendrá una $I_{cable} = 20.269A$ con esto se utilizará cable de calibre 14AWG.

Para los circuitos de comando y de interfaz hombre máquina se respetarán las siguientes reglas:

- Circuitos que trabajan con señales de 24V corriente continuo, para el tipo digital, utilizarán cables de calibre 3x18AWG.
- Circuitos que trabajan con señales de 4 a 20 mA., para el tipo analógico, utilizarán cables de calibre 3x18AWG apantallados.
- Para el circuito del panel de control utilizarán cables de calibre 16AWG.

Todos los conductores estarán individualizados por un mismo número colocado en ambos extremos mediante anillos numerados indelebles. Esta numeración se corresponderá con la indicada en los respectivos esquemas unifilares y funcionales.

Todas las conexiones a borneras de comando, se realizarán mediante terminales del tipo a compresión aislados.

Todas las conexiones de entrada y/o salida del tablero, se harán a través de borneras componibles de poliamida montadas sobre riel DIN de capacidad acorde con la del cable que conecta, en sección y diámetro.

Se debe tomar en cuenta que los cables que transportan la energía hacia las bombas tienen un problema de interferencia por lo que se deben aislar de los cables que transportan los datos para los instrumentos de campo. Se debe cumplir la norma, la cual indica que deben poseer un espaciamiento entre sí no menor al 1% de la longitud del recorrido paralelo. Se va optar por instalar una canaleta para los cables de datos y los cables de motor ingresarán directamente al panel por otra apertura independiente al grupo anterior. Para la instalación de las canaletas se respetará la norma NTA INEN 2 486:2009, la cual es una estandarización en nuestro país. Los detalles más importantes de esta norma se pueden apreciar en el Anexo 8.

Se usarán tuberías para proteger los cables de alimentación de los motores de las bombas, cumpliendo con la norma, la cual indica que se debe pasar los cables por tuberías con un espaciamiento adicional no menor al 20%, pero según el NEC

se debe dimensionar la tubería con un 40% adicional de espacio extra.

Para llevar los cables que van desde los instrumentos hasta la canaleta se ha optado por usar tubería del tipo flexible, para esto se usará fundas flexibles del tipo bx de ½".

2.5.3 RECORRIDOS, CANTIDADES Y MATERIALES

El listado de los elementos eléctricos utilizados, además de los materiales que se utilizan para su interconexión y las cantidades específicas de cada uno de ellos se especificará en el Anexo 9.

2.6 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO Y SUPERVISION

2.6.1 SELECCIÓN DE LA TARJETA DE COMUNICACIÓN

Para el proyecto se ha escogido una tarjeta CP 343-1 (S/N 6GK7343-1EX21-0XE0) la cual es compatible con el touch panel TP 277 y el CPU 315C-2DP.

Característica	Explicación / Valores
Cantidad de conexiones para comunicación S7 vía Industrial Ethernet	respectivamente hasta • 16 Funciones de manejo y visualización (HMI) • 16 conexiones S7 configuradas unilateralmente • 16 conexiones S7 configuradas bilateralmente la cantidad depende del tipo de CPU utilizado; consulte los valores válidos /1/. Observe además la cantidad máxima de enlaces Ethernet que se indica en el cap. 5.1.
	max. 16 recursos Para cada función de comunicación S7 ejecutada se necesita un recurso de servicio, es decir, si una CP dispone de 16 recursos de servicio, en un enlace S7 se pueden ejecutar un servicio PUT o un servicio GET simultáneamente (ou BSEND/BRECV ou USEND/URECV).
Interfaz LA – longitud de bloque de datos generada por el CP por cada unidad de protocolo • para emisión • para recepción	 240 Byte / PDU 240 Byte / PDU

Tabla 2.16

En la tabla 2.16 se aprecia las características de comunicación de la tarjeta, esta posee además dos conectores RJ-45 hembra, la tarjeta tiene la capacidad de protección de acceso IP, limitando la comunicación a direcciones IP muy concretas.

2.6.2 SELECCIÓN DEL PC DE SUPERVISION

Un PC de supervisión típico tiene las siguientes características:

- ❖ Monitor de 17”
- ❖ Procesador Intel Core 2 Duo de 2Ghz
- ❖ Tarjeta de video de 2 Gb
- ❖ Disco duro de 500 Gb para almacenamiento de los datos de alarmas e históricos y registros.

- ❖ Memoria RAM de 2 Gb
- ❖ Sistema operativo Windows XP operación a 32 Bits
- ❖ Tarjeta LAN
- ❖ Acceso a internet

Las especificaciones anteriores son para una correcta operatividad de los elementos de software, tales como SCADA, software de programación, comunicaciones, etc.

2.6.3 SELECCIÓN DEL SOFTWARE SCADA DE SUPERVISION

La plataforma de desarrollo que vamos a usar para el sistema de monitoreo es INTOUCH las razones por las cuales se tomo la decisión de usarlo fueron muchas entre otras que ya nos encontrábamos familiarizados con esta aplicación debido a que durante nuestra etapa estudiantil lo usamos en una gran variedad de proyectos de automatización, pero el principal motivo de esta elección fue debido a que en la empresa utilizan este programa para monitoreo de los procesos y por cuestión de adquisición de licencias en su costo y disponibilidad se procedió a utilizar esta herramienta.

Según el manual de usuario de INTOUCH, posee las siguientes características:

- Provee una serie de herramientas que hacen la labor de administradores, operadores, supervisores e ingenieros más amigable y fácil al desarrollar u operar las aplicaciones de control de procesos automatizados.
- Permite visualizar (sin alterar) datos del área de producción de una planta o un proceso en tiempo real desde una PC conectada en una red de área local (LAN), también ofrece una herramienta útil que es la de permitir a los desarrolladores poder crear sus propios objetos pre configurados (Wizards).
- INTOUCH permite realizar interfaces finales fáciles de usar, no solo para el diseñador sino para cualquier persona que requiera operar el sistema, otra de las ventajas que ofrece InTouch es la de que se puede conectar con módulos SQL que permiten satisfacer las necesidades de requerimientos de una gran variedad de reportes en la industria especialmente a un nivel gerencial.
- INTOUCH dispone de múltiples herramientas de dibujo, enlaces de conexión, un generador de programas SCRIPTS. INTOUCH funciona bien en aplicaciones

para una sola estación de trabajo pero aparte es completamente escalable para aplicaciones en entorno de red NAD que van desde unos pocos nodos, hasta cientos de nodos. Un sistema NAD facilita el mantenimiento desde una sola estación de trabajo máster de una aplicación de INTOUCH desde un servidor de red.

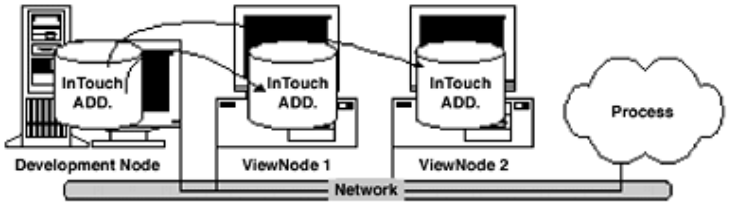


Fig. 2.16

En la figura 2.16 se puede ver un esquema de una central NAD en la que los usuarios clientes son avisados de los cambios ocurridos en la aplicación que se encuentra alojada en el servidor pudiendo los clientes aceptar o no los cambios generados en el servidor a conveniencia de estos con la ventaja de no parar el curso de la aplicación, una vez aceptados los cambios se transfieren únicamente los componentes que han sufrido variación, en el caso de no ser aceptados los cambios la aplicación continuara con su versión

actual hasta que se reinicie el sistema, de esta manera los clientes pueden estar seguros de estar usando siempre la última versión de la aplicación disminuyendo así perdidas en el tiempo de visualización del proceso.

2.6.4 Selección del sistema de monitoreo en campo HMI.

Lo primero que hay que hacer en el diseño de una HMI es escoger una plataforma de trabajo, en el mercado los fabricantes ofrecen dos clases de plataformas: las dedicadas y las multipropósito o de plataforma abierta las diferencias entre una y otra se ilustran en la tabla 2.15.

PLATAFORMA	
DEDICADA	**MULTIPROPOSITO**
SIMPLICIDAD	FLEXIBILIDAD
OPTIMIZADO PARA NIVEL OPERADOR	HMI MULTIUSOS
SEGURO/PROPOSITO ENFOCADO	POSIBILIDADES DE ESCALABILIDAD
LONGEVIDAD/ESTABILIDAD EN EL TIEMPO	ULTIMA TECNOLOGIA
APAGADO INSTANTANEO	APAGADO DESPUES DE DESCONEXION DE ENERGIA
INHERENTEMENTE RESISTENTE A VIRUS	PROTECCION ANTIVIRUS RECOMENDADA

Tabla 2.16

Para el presente proyecto y basándonos en la tabla anterior hemos escogido una plataforma dedicada ya que no necesitamos que la interfaz hombre maquina sea multiusos porque va a estar dedicada a una tarea especifica: el control de monitoreo y supervisión en campo del sistema de

pasteurización, esto nos permite ahorrar costos en los equipos, materiales y mano de obra, puesto que un equipo dedicado a una función específica es mucho más económico que un equipo multipropósito.

Una vez determinado el tipo de plataforma a usar es necesario escoger un producto adecuado de visualización basado en los requerimientos de la aplicación, las directrices para escoger un HMI son las siguientes:

- Tamaño de la pantalla.
- Selección de modo de ingreso (teclado, touch, teclado/touch).
- Requerimientos de memoria.
- Comunicación.
- Tipo de alimentación.
- Tipo de sistema operativo.
- Características de firmware.
- Programa de ejecución.
- Software de configuración.
- Tiempo de ejecución.
- Accesorios adicionales.

Para nuestro proyecto necesitamos un panel de usuario que se ajuste a las siguientes características:

- Alimentación de 24 Vcc.
- Pantalla táctil para facilidad de uso por parte del operador de 6”.
- Pantalla a colores.
- Permitir un acceso remoto al terminal, y que el terminal pueda accesar a otros terminales en forma remota.
- Comunicación Profibus a través de Ethernet, es decir, que cuente con un puerto de comunicaciones Ethernet.
- Que soporte la utilización de proyectos con Scripts o ficheros.
- Poder establecer comunicaciones con diversos sistemas HMI.

El panel de usuario escogido que se ajusta a los requerimientos antes descritos es el TP277 de 6” de la marca SIEMENS que son los modelos con los que la empresa utiliza como paneles de control.

CAPÍTULO III

3. PROGRAMACION DEL PLC.

Es trabajo del programador elegir el método por el cual va a realizar la solución de una tarea. Cuando se tienen problemas, el cual la solución demanda un gran número de órdenes, el trabajo de programación se vuelve un trabajo difícil y engorroso. Por lo que es recomendable clasificar las órdenes según el problema que estos resuelvan en secciones o módulos. Para el caso de este trabajo se ha escogido el método de programación estructurada.

3.1 PROGRAMACION ESTRUCTURADA.

La programación estructurada se basa en la modularidad de los programas, como se muestra en la figura 3.1. Esto quiere decir que los programas se dividen en módulos más pequeños, que realizan una tarea específica manteniendo una independencia funcional entre ellos. Se obtiene la gran ventaja a la hora de revisar, modificar o realizar

pruebas debido a que en el momento en que se identifica la tarea a evaluar, el programador se dirigirá al o los módulos donde se encuentre en vez de tener que revisar todo el programa.

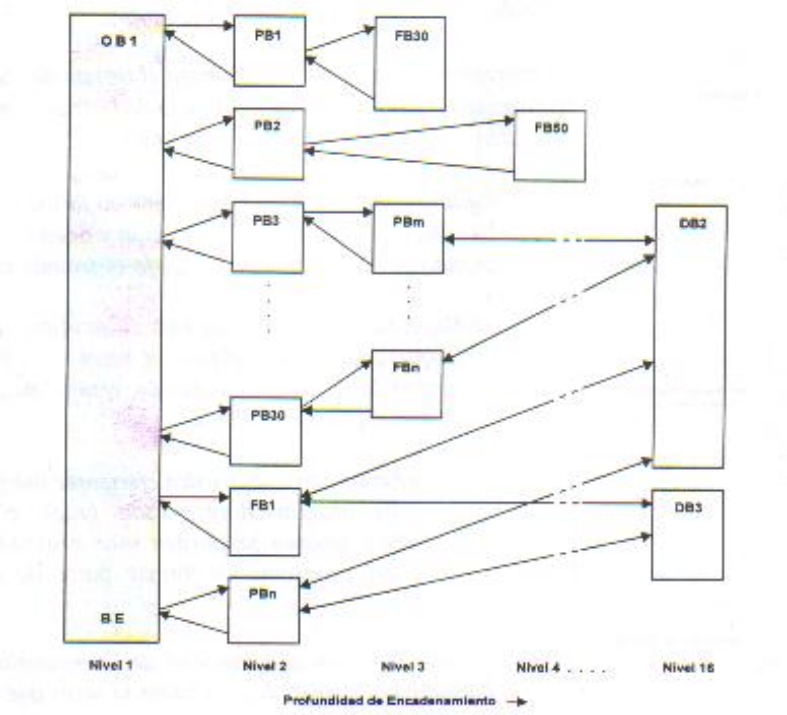


Fig. 3.1

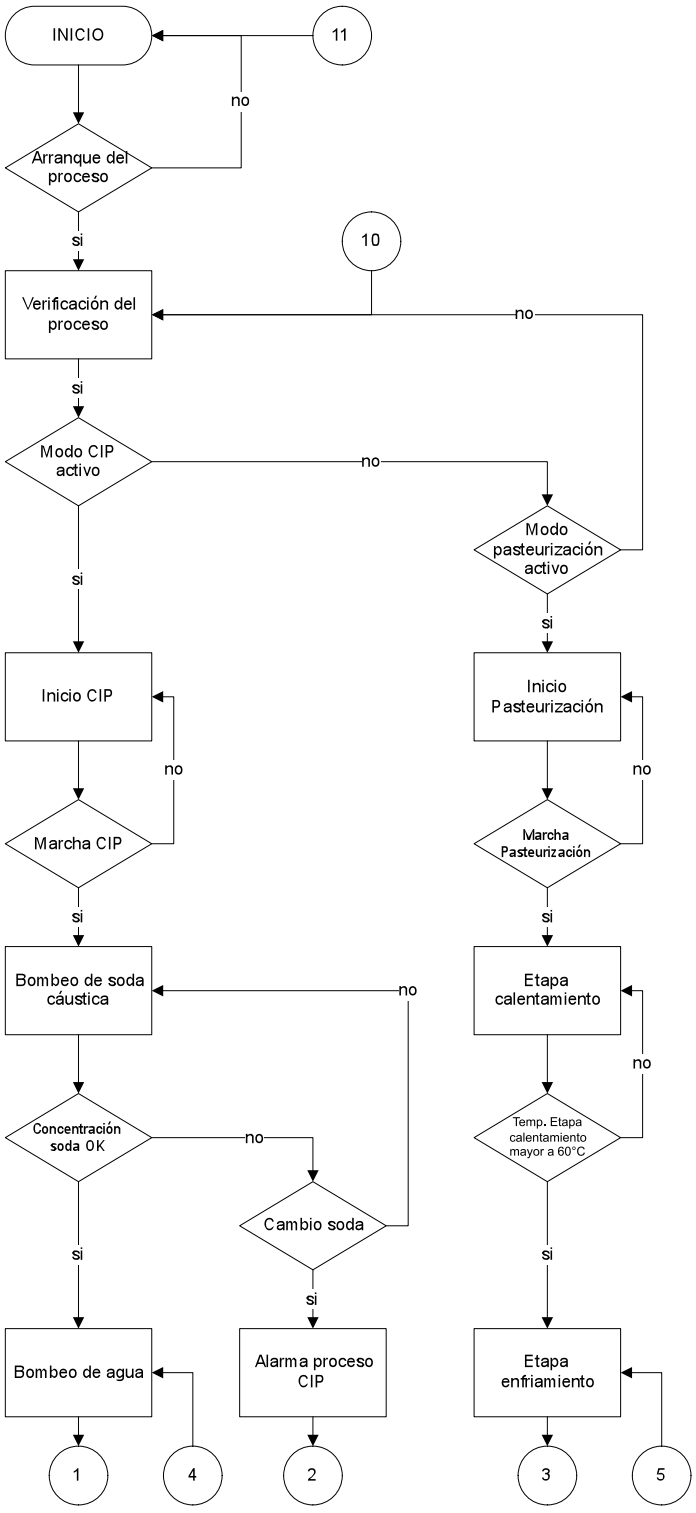
Este tipo de programación se caracteriza por poseer un procedimiento central, que es el encargado de llamar y controlar el correcto funcionamiento de cada módulo que compone la aplicación. Los ciclos de ejecución se suceden uno a continuación del otro.

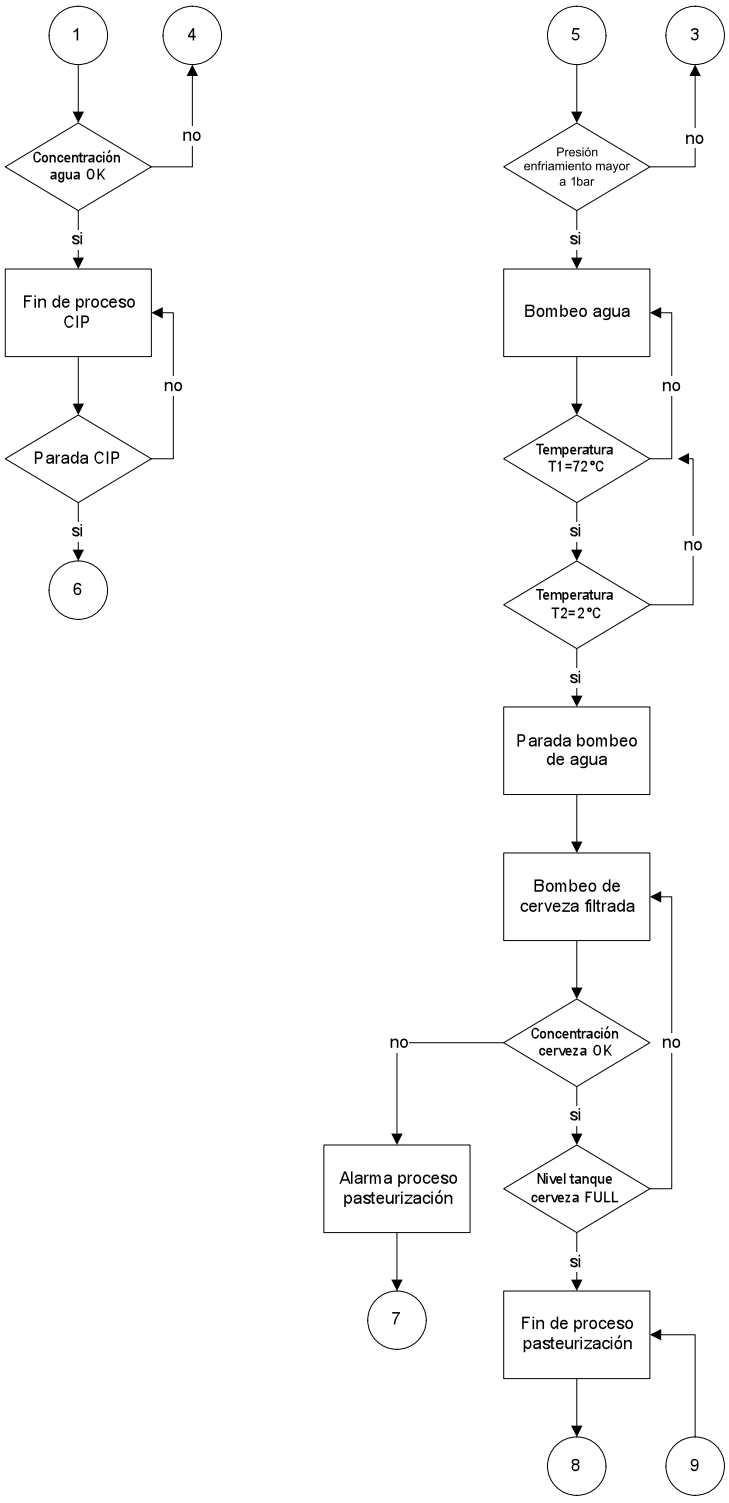
Por lo que se puede resumir que llevando una programación estructurada se obtienen las siguientes ventajas:

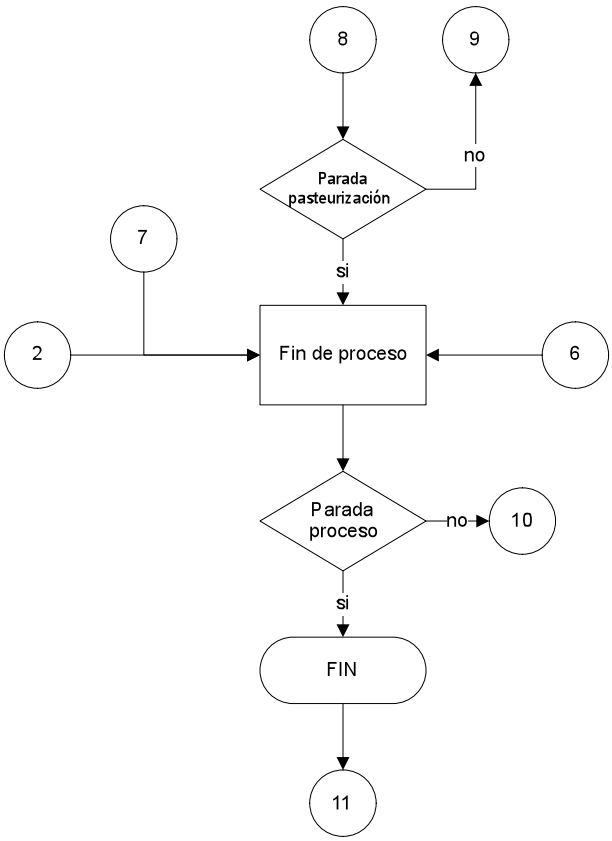
- Programación más simple y clara
- Posibilidad de acceder a partes determinadas del programa sin afectar a las otras
- Facilidad para realizar modificaciones
- Prueba del programa más sencilla de realizar
- Facilidad de puesta en marcha del programa

3.2 ESTRUCTURA DEL PROGRAMA.

Para la solución del proyecto se ha procedido a elaborar el siguiente diagrama de flujo de trabajo.


INICIO
11
no
Arranque del proceso
si
10
Verificación del proceso
no
si
Modo CIP activo
no
Modo pasteurización activo
si
si
Inicio CIP
Inicio Pasteurización
no
no
Marcha CIP
Marcha Pasteurización
si
si
Bombeo de soda cáustica
no
Etapa calentamiento
no
Concentración soda OK
no
Temp. Etapa calentamiento mayor a 60°C
Cambio soda
si
si
si
Bombeo de agua
Alarma proceso CIP
Etapa enfriamiento
1
4
2
3
5


1
4
Concentración agua OK
no
si
Fin de proceso CIP
Parada CIP
no
si
6
5
3
Presión enfriamiento mayor a 1bar
no
si
Bombeo agua
Temperatura T1=72°C
no
si
Temperatura T2=2°C
no
si
Parada bombeo de agua
Bombeo de cerveza filtrada
Concentración cerveza OK
no
no
si
Alarma proceso pasteurización
Nivel tanque cerveza FULL
si
7
Fin de proceso pasteurización
8
9



La programación del proceso de pasteurización de cerveza se lo ha elaborado en distintos tipos de bloques que cumplirán una acción específica, entre los que están:

- Módulos de organización (OB)
- Módulos de función de proceso (FB específicos)
- Módulos de función para seguridad (FC especiales)
- Módulos de función para control visual (FC especiales)

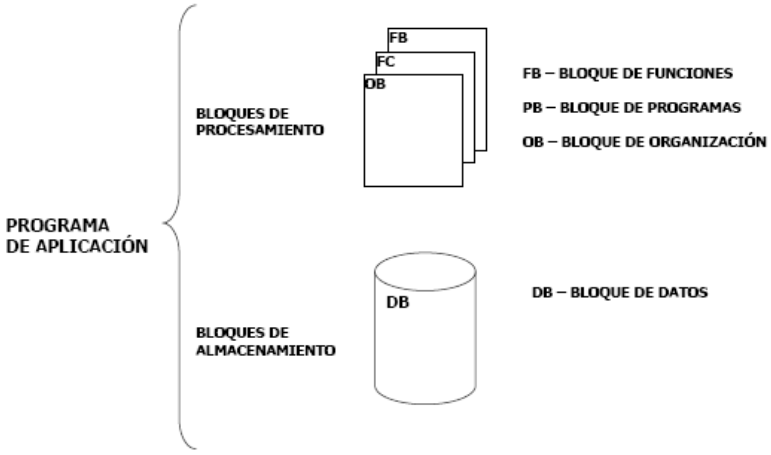


Fig. 3.2

3.3 BLOQUES DE ORGANIZACIÓN.

Existen tres tipos de bloques o módulos de organización que se encargan de tareas primordiales los cuales son:

- OB ciclo libre: parte central del programa de usuario.
- OB de error y alarma: donde se tienen las acciones a realizar en el momento de encontrar una falla específica
- OB de arranque: bloque donde se guarda los valores definidos al momento de arranque inicial o tras fallo de alimentación

Para la realización del programa a controlar el proceso de pasteurización se han utilizado los siguientes bloques de organización:

- **OB1:** es el bloque de organización de ciclo libre. El CPU es el encargado de ejecutar a este bloque en forma cíclica, por lo que cada vez que se recorre un ciclo, el sistema operativo llama al bloque OB1 en el programa principal. Todo esto inicia en el momento que el arranque del CPU haya culminado. El bloque OB1 es la subrutina principal en la que empieza el ciclo del programa y por la que finaliza.

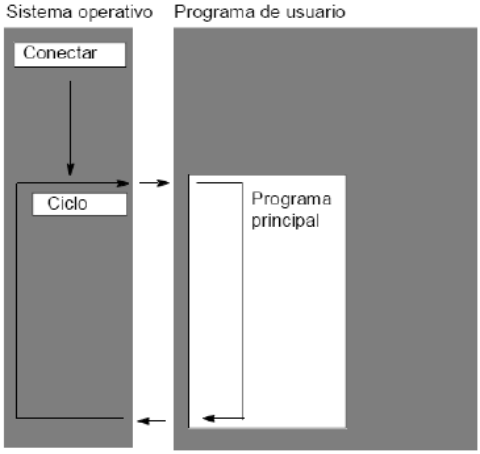


Fig. 3.3

En este bloque realizamos los llamados a las distintas etapas del proceso de pasteurización, en las cuales están el arranque del proceso (FB1), la verificación de proceso en puesta en marcha (FB2), el proceso de CIP (FB3), el proceso de pasteurización (FB4) y la finalización del proceso (FB5).

El ciclo que cumple el bloque principal puede ser interrumpido debido a factores de errores de arranque, por lo que se debe tener en cuenta que al presentarse uno de estos, se interrumpe el bloque que estaba trabajando e inmediatamente comienza a ejecutarse el bloque de organización que está asociado con dicho problema de arranque.

- **OB100 y OB101:** bloques de operación de alarma de re-arranque completo y alarma de re-arranque respectivamente. Son los bloques de operación que funcionan una vez se haya puesto en marcha el CPU del PLC, es decir instante después de que se conecta la alimentación, o el instante en que se pasa del modo STOP a RUN. Estos bloques sólo se ejecuta una sola vez, luego da paso al bloque OB1. Como son unos bloques los cuales se ejecutan en cada arranque del CPU, pueden ser muy útiles para guardar datos de inicialización de parámetros para el programa como contadores, acumuladores y temporizadores.
- **OB81:** es el bloque de organización de fallo de alimentación. Interrumpe al OB1 cuando se detectan fallos en la alimentación del CPU del PLC.

- **OB84:** es el bloque de organización de fallo de CPU. Interrumpe el proceso cuando se detecta un error de funcionamiento del CPU.
- **OB 87:** es el llamado al producirse un error de comunicación.
- **OB121:** es el bloque de error de programación. Interrumpe al OB1 cuando el programa cargado tiene errores de compilación o lógicos.
- **OB122:** es el bloque de error de acceso a la periferia. Interrumpe al OB1 en el momento que se detecta un error al acceder a los datos de un módulo.

3.4 BLOQUES DE SEGURIDAD.

Las seguridades que se van a implementar en estos bloques van a ser un complemento al bloqueo que se realizó en la fase de cableo. Sirven como bloqueos lógicos los cuales no van a permitir que el proceso siga a menos que se corrija el error detectado, o de ser necesario la paralización y/o reiniciación total del proceso que se esté realizando según sea el caso en el que se esté operando.

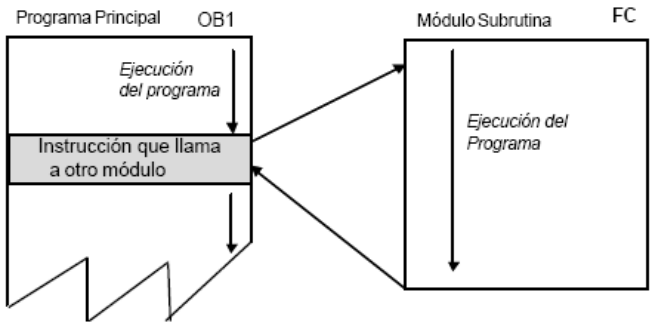


Fig. 3.4

Para la elaboración de este proyecto, se han desarrollado dos funciones para asegurar los elementos de salidas, como se ve en la figura 3.4, según los tipos de elementos con los que trabajamos.

- Seguridad válvulas (FC1)
- Seguridad motores (FC2)

Con el módulo de seguridad de válvulas, se va a asegurar las secuencias de apertura, que se cumplan todos los parámetros requeridos para el funcionamiento de las mismas, además se va a controlar que estos elementos estén listos para el correcto funcionamiento y que siempre exista una comunicación directa con el módulo de salida del PLC. Se procederá a tener en cuenta tiempos de apertura para la válvulas de tipo ON/OFF, y rangos de valores de normal funcionamiento para las válvulas de tipo proporcional, de esta

forma se asegura que la válvula opera de forma correcta y en el tiempo requerido.

En el módulo de seguridad para los motores se va a controlar los parámetros de correcto funcionamiento de los elementos de arranque como los contactores y térmicos, realizando este procedimiento nos aseguramos que en el programa también halla un paro de operación hasta que se solucione el problema aparte de la protección física que estos elementos presentan, y de esta forma no exista problemas con la correcta forma de operación de las bombas. También se han realizado controles para la secuencia de funcionamiento de los mismos, es decir que en estos bloques se asegura que la bomba se active cuando se la requiere en el proceso, además de que se tiene un rango de tiempos de trabajo para la activación de funcionamiento ideal de las bombas y de no cumplirse los requerimientos apagar la alimentación de la misma para que deje de funcionar y controlar que el programa regrese al estado de proceso anterior.

3.5 BLOQUES DE CONTROL VISUAL.

El control visual es una manera de poder realizar un control en la pantalla del panel con anuncios y alarmas, de esta forma se puede

conocer el estado de cada uno de los elementos en campo. Este control es muy importante ya que es de gran ayuda para el operador en campo y los que se encuentren en la sala de control debido a que por medio de una señal podrá saber cuál es el estado de los elementos que se encuentran en el campo.

Entre las principales señales se encuentran:

- Activado
- Desactivado
- Problemas de sobrecarga
- Problemas de sobre corriente
- No comunicación con CPU
- Cantidad de material
- Medidas de los instrumentos

Se debe tomar en cuenta que estos bloques no son bloques de alarma, bloqueos o corrección, simplemente anuncian los sucesos que están ocurriendo en momento real en campo.

De esta forma se han creado cuatro funciones que se encargan de realizar este trabajo:

- **Función de estado de elemento (FC11):** con esta función se trata de asignarle una marca diferente a cada estado operacional de los instrumentos de campo para poder identificar su estado y al momento de implementar la interfaz hombre máquina poder asignarle valores o datos que sean identificables para los operadores.
- **Función de estado entrada (FC12):** es una función donde se guardan en marcas, registros, y datos de tipo numérico, booleano o palabra los parámetros de entrada de los elementos con los que se va a operar, como son el estado de los tanques, posiciones de las válvulas, si el sistema está listo para operar como CIP o pasteurización.
- **Función de estado proceso (FC13):** función en la que se relacionan datos donde van a contener los valores importantes que se adquieren de campo, por ejemplo nivel, temperatura, presión conductividad de los materiales que van pasando por el sistema.
- **Función de estado salida (FC14):** es la función en que se van a relacionar los datos finales que se adquieren después de realizar el proceso, como nivel, calidad de cerveza, temperatura.

3.6 BLOQUES DE PROCESO.

Para el desarrollo del programa que va a controlar el proceso de trabajo de un pasteurizador flash en una planta cervecera se han identificado tres subprocesos específicos, los cuáles van a ser elaborados en tres bloques de funciones para la creación del programa en forma estructurada.

- **Verificación de proceso en puesta en marcha (FB2):** como cada uno de los bloques de función, opera de forma independiente, y en esta se ha determinado la tarea de verificar el estado de operación de arranque en que se encuentra el proceso, es decir si está listo para realizar el CIP o el proceso de pasteurización. Esto es determinado por el estado en que se encuentran conectadas la entrada y salida del sistema, la cual se puede apreciar en el Anexo 6 en donde se encuentra graficado el diagrama principal de control.

  Proceso del CIP (FB3): es un bloque de función independiente donde se controla el proceso de la limpieza industrial del sistema.

  Este proceso se desarrolla en varios pasos por lo que se ha procedido a dividirlos en varios subprocesos:

- Inicio (FB11)
- Alarmas de proceso (FB12)
- Bombeo de soda caústica (FB13)
- Bombeo de agua (FB14)
- Fin (FB15)

- **Proceso de Pasteurización (FB4):** función que al ser invocada por el bloque principal comienza el proceso de pasteurización de la cerveza, el cual ha sido dividido en los siguientes submódulos:
  - Inicio (FB21)
  - Alarmas de proceso (FB2)
  - Bombeo de agua (FB23)
  - Encendido de proceso de calentamiento (FB24)
  - Encendido de proceso de enfriamiento (FB25)
  - Parada de bombeo de agua (FB26)
  - Bombeo de cerveza filtrada (FB27)
  - Fin (FB28)

CAPÍTULO IV

4. SIMULACION

4.1 DISEÑO DE PANTALLAS DE PROCESO DE PASTEURIZACION

El sistema de monitoreo en el proceso de pasteurización deberá encargarse de controlar las variables de dicho proceso y ajustarse al plano general de control del sistema (Anexo 6)

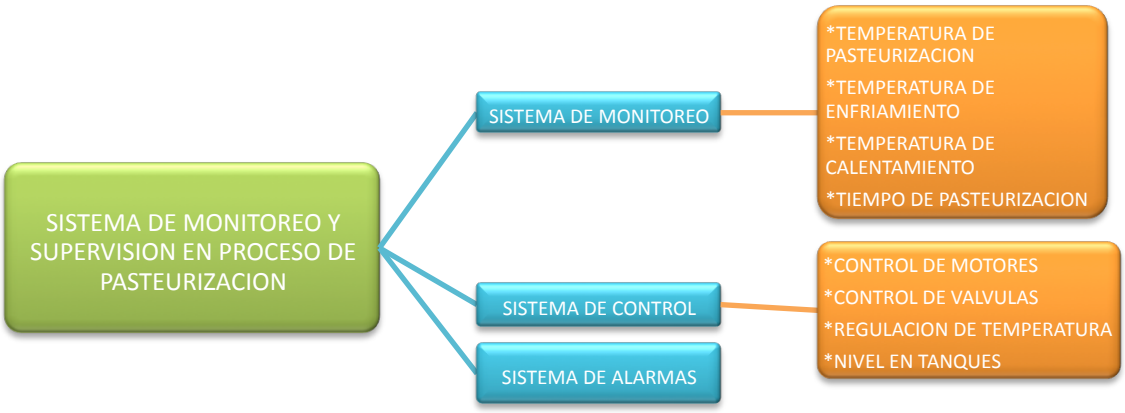


Fig. 4.1

El sistema de monitoreo y supervisión, se lo ha dividido en tres partes como se observa en la figura 4.1 y las cuales se detallan a continuación:

SISTEMA DE MONITOREO: Estas pantallas deberán diseñarse para la correcta supervisión de la temperatura de pasteurización, la de enfriamiento, la de calentamiento y el tiempo de pasteurización; deben ser capaces de mostrar los valores actuales de dichas variables, por medio de indicadores, sliders, diales, etc.

SISTEMA DE CONTROL: En estas pantallas deben constar básicamente de elementos para insertar los datos de setpoints de las distintas variables que intervienen en el proceso además de los pulsadores, botones y gráficos de tendencia requeridos por el departamento de producción.

La secuencia de arranque y parada del proceso se debe mostrar de manera simplificada y visualmente se deben observar cómo cambian los atributos de los dispositivos para indicar el estado de la secuencia de operación.

SISTEMA DE ALARMAS: En el sistema existen distintas alarmas, su formato permite al usuario obtener información detallada de las fallas ocurridas a lo largo del proceso permitiendo al usuario una fácil

ubicación de la falla y su pronta corrección.

En el sistema se han establecido lo siguientes tipos de alarmas:

- Sobre y sub temperatura.
- Niveles críticamente alto y bajo.
- Sobre presión en la línea de amoniaco.
- Conductividad crítica de soda caustica.
- Congelamiento de válvula de expansión.
- Accionamientos de relés térmicos, confirmación de contactores y breakers de protección de motores

Todas estas alarmas deberán mostrarse en una pantalla con un reporte histórico de alarmas y debe estar accesible en todo momento para el operario o usuario.

4.2 DISEÑO DE PANTALLAS DE PROCESO DE LIMPIEZA

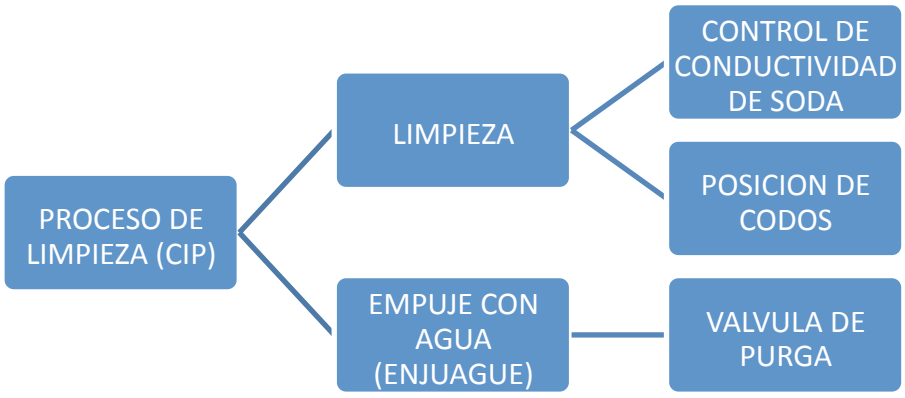


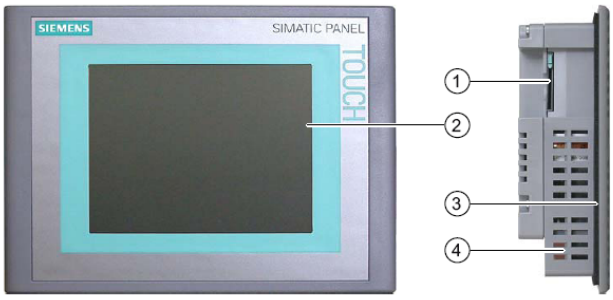
Fig. 4.2

La etapa de limpieza, figura 4.2, comienza con el cambio de los codos correspondientes a cerveza y soda, en esta etapa entran intervienen los tanques de agua y soda, el cambio de los codos (esta operación se la realiza manualmente por lo tanto no debe mostrarse en la pantalla) es detectado por los sensores inductivos, una vez que los sensores inductivos hayan detectado este cambio el operario podrá empezar con el proceso de limpieza, el tiempo de limpieza dependerá del estado de la soda caustica empleada, la concentración de esta y el tiempo de funcionamiento del pasteurizador, todos estos parámetros deben constar en la pantalla respectiva al proceso de limpieza, con el control de conductividad de la soda se logra un ahorro entre un 30 y 50% de la misma, disminuyendo así los costos de producción asociados.

Cuando termina la fase de limpieza, entra en funcionamiento la etapa de empuje con agua la cual requiere que se encuentre cerrada la válvula del tanque de soda inmediatamente se enciende la bomba de agua durante el tiempo de enjuague mostrado en la pantalla a continuación se abre la válvula de purga, finalizando así el proceso de limpieza.

4.3 HMI

En esta sección se tratara acerca de la interfaz hombre maquina, la cual es un panel TP 277 de 6” de la marca Siemens (P/N 6AV6643-0AA01-1AX0), este se muestra en la figura 4.3



① Slot for a memory card
② Display / Touch screen
③ Mounting seal
④ Recesses for mounting clamps

Fig. 4.3

El TP277 tiene entre otras características las siguientes:

- ✓ 4000 alarmas discretas
- ✓ 200 alarmas análogas
- ✓ El largo de texto en alarmas es de 80 caracteres.
- ✓ Hasta 8 tags en una alarma.
- ✓ Reconocimiento de varias alarmas simultáneamente.
- ✓ Edición de alarmas
- ✓ Hasta 2048 tags.
- ✓ Capacidad de hasta 500 pantallas

- ✓ Hasta 200 tags por pantalla.
- ✓ Capacidad de conexión a internet vía Ethernet incorporado.

En la planta existen diversos sistemas HMI, el sistema a diseñar deberá tener capacidad para comunicarse con otros sistemas HMI de diferentes marcas esta capacidad de comunicación es conocida como Smart Access (Acceso Inteligente).

Además de la comunicación entre HMI, este debe no solo tener conectividad con PLCs de la marca SIEMENS sino con equipos de otras marcas, esta es una característica indispensable para cualquier sistema de monitoreo y supervisión en campo debido a que de esta forma se garantiza la versatilidad del sistema a diseñar, en la tabla 4.1 se muestra la gama de PLCs con los que se puede comunicar el TP277 y además los protocolos de comunicación entre estos.

Los dispositivos de HMI son adecuados para manejar volúmenes relativamente pequeño de datos por lo cual es recomendable no exceder las capacidades dadas por el fabricante.

PLC	Protocol	TP 277
SIMATIC S7	• PPI • MPI [1] • PROFIBUS DP • TCP/IP (Ethernet)	Yes
SIMATIC S5	• PROFIBUS DP	Yes
SIMATIC 500/505	• NITP • PROFIBUS DP	Yes
SIMATIC HMI HTTP Protocol	• HTTP/HTTPS (Ethernet)	Yes
Allen-Bradley	PLC series SLC500, SLC501, SLC502, SLC503, SLC504, SLC505, MicroLogix and PLC5/11, PLC5/20, PLC5/30, PLC5/40, PLC5/60, PLC5/80 • DF1 [2] [6] • DH+ via KF2 module [3] • DH485 via KF3 module [4] • DH485 [4]	Yes
GE Fanuc Automation	PLC series 90–30, 90–70, VersaMax Micro • SNP	Yes
LG Industrial Systems (Lucky Goldstar) / IMO	PLC series GLOFA GM (GM4, GM6 and GM7) / Series G4, G6 and G7 • Dedicated communication	Yes
Mitsubishi Electric	PLC series MELSEC FX and MELSEC FX0 • FX	Yes
Mitsubishi Electric	PLC series MELSEC FX0, FX1n, FX2n, AnA, AnN, AnS, AnU, QnA and QnAS • Protocol 4	Yes
OMRON	PLC series SYSMAC C, SYSMAC CV, SYSMAC CS1, SYSMAC alpha and CP • Hostlink/Multilink (SYSMAC Way)	Yes
Modicon (Schneider Automation)	PLC series Modicon 984, TSX Quantum and TSX Compact • Modbus RTU [5] PLC series Quantum, Momentum, Premium and Micro PLC series Compact and 984 via Ethernet bridge • Modbus TCP/IP (Ethernet)	Yes

Tabla 4.1

CAPÍTULO V

5. COSTOS DE IMPLEMENTACION Y RETORNO DE LA INVERSION

5.1 COSTO DE EQUIPOS.

En la futura implementación del proyecto se tomaran en cuenta los siguientes equipos:

- CPU marca Siemens S7 300.
- Tarjetas de entradas discretas y analógicas Siemens.
- Tarjetas de salidas discretas y analógicas Siemens.
- Instrumentos de medición de temperatura.
- Instrumentos de medición de presión.
- Instrumentos de medición de nivel.
- Instrumentos de medición de flujo.

- Instrumentos de medición de conductividad.
- Elementos finales de control (válvulas, posicionadores).
- Interfaz hombre maquina.
- Computador
- Licencias de programación.

Los precios de cada uno de los ítems se encuentran detallados en el Anexo 10.

5.2 COSTO DE MATERIALES.

Los materiales que se usaran en la implementación son los siguientes:

- Panel de control.
- Cajas de uniones.
- Borneras.
- Elementos de protección (fusibles, seccionadores, relés térmicos).
- Electrocanales, tuberías rígidas y tuberías flexibles.
- Cable de control #16 y #18 AWG shielded, y de fuerza #6 y #14 AWG.
- Cable de compensación para RTD's (si la distancia entre la RTD y el transmisor lo amerita).
- Elementos de marcación de cables.

Los costos de materiales se encuentran detallados en el Anexo 10.

5.3 COSTO DE MANO DE OBRA.

Entre los costos de mano de obra están implicados los siguientes rubros:

- Cableado de instrumentación.
- Cableado de control y fuerza
- Nuevas acometidas a motores y válvulas.

Los costos de mano de obra están detallados en el Anexo 10.

5.4 COSTO FINAL

Primero se obtiene el costo del servicio. Este costo está representado por los valores gastados en equipos, materiales e insumos directos e indirectos necesarios para la ejecución del proyecto, lo que refiere a los factores técnicos, humanos y materiales utilizados, que ya fueron descritos. El desglose de este costo se lo aprecia en la tabla 5.1.

Equipos	$ 65.747,04
Materiales	$ 11.296,92
Mano de obra	$ 15.229,99
Total costo inversión	$ 92.273,95

Tabla 5.1

Ahora se procederá a realizar un análisis de costos de operación del proyecto. Primero se considerará los valores del costo de producción, donde se incluyen los materiales e insumos de la instalación de los equipos y la mano de obra de ingeniería adicional a la realizada, lo que se puede apreciar en la tabla 5.2.

COSTO DE PRODUCCION	C/ANUAL
MATERIALES E INSUMOS	
Conexionado de señales de campo al sistema e instalación de equipos de automatización	$ 6.500,00
Repuesto de equipos	$ 9.200,00
Conexión de red y accesorio de anillo redundante de fibra óptica, Patchcord de 2 hilos en fibra óptica multimodo	$ 3.500,00
Conexión de red y accesorios para red	$ 2.700,00
Total material e insumos	**$ 21.900,00**
MANO DE OBRA INDIRECTA	
Diseño de redes	$ 5.000,00
Diseño de esquemas	$ 5.000,00
Diseño de software	$ 5.000,00
Diseño de planos	$ 7.500,00
Total de mano obra indirecta	**$ 22.500,00**
MANO DE OBRA DIRECTA	
Operación Anual	$ 2.500,00
Mantenimiento Anual	$ 3.550,00
Operadores	$ 9.600,00
Total de mano obra directa	**$ 15.650,00**
TOTAL COSTO DE PRODUCCION	**$ 60.050,00**

Tabla 5.2

Luego se encontrarán los valores por gastos de fabricación. Primero se debe considerar la depreciación de los equipos que se calcula en 6

años y la de bienes que está en 4 años, además un porcentaje del valor residual de 5% en razón de los adelantos tecnológicos y de la incorporación de nuevas funcionalidades a los elementos de fabricación futura. Se puede apreciar en el Anexo 10.

Como gasto también entra los activos diferidos y el costo operativo. En activos diferidos se considera los precios debido a las pruebas de funcionamiento y la capacitación al personal de operación, el cual se le ha asignado **$1,300.00**.

El desglose de los gastos se lo puede apreciar en la tabla 5.3.

DEPRECIACION	**$ 9,921.38**
ACTIVO DIFERIDO	**$ 1,300.00**
TOTAL COSTO	**$ 11,221.38**

Tabla 5.3

Por último se considera un costo operativo donde se encuentran incluido precios por imprevistos al momento de realizar la puesta en marcha del proyecto, debido a calibración de instrumentos o programación para corregir algún parámetro que al momento de la implementación se necesite tener en cuenta. Se ha asignado un valor correspondiente al 5% del costo de operación y gastos de funcionamiento, por lo que es **$ 3,386.07**.

En la tabla 5.4 se muestra la clasificación de los costos total del proyecto.

CONCEPTO	COSTO FIJO	COSTO VARIABLE	TOTAL
COSTO DEL SERVICIO			
Materiales e insumos	$ 21.900,00		**$ 21.900,00**
Mano de obra indirecta	$ 22.500,00		**$ 22.500,00**
Mano de obra directa		$ 15.650,00	**$ 15.650,00**
GASTOS DE FABRICACION			
Depreciación	$ 9.921,38		**$ 9.921,38**
Activo diferido	$ 1.300,00		**$ 1.300,00**
COSTO OPERATIVO	$ 3.563,57		**$ 3.563,57**
COSTO TOTAL	$ 59.184,95	$ 15.650,00	**$ 74.834,95**

Tabla 5.4.

Los costos se proyectan con una tasa de crecimiento del 4.31% por razones de inflación ([14]).

AÑOS	COSTO VARIABLE	COSTO FIJO	COSTO TOTAL
1	$ 15.650,00	$ 59.184,95	**$ 74.834,95**
2	$ 16.324,52	$ 11.221,38	**$ 27.545,90**
3	$ 17.028,10	$ 11.221,38	**$ 28.249,49**
4	$ 17.762,01	$ 11.221,38	**$ 28.983,40**
5	$ 18.527,56	$ 11.221,38	**$ 29.748,94**
6	$ 19.326,09	$ 11.221,38	**$ 30.547,48**
7	$ 20.159,05	$ 11.221,38	**$ 31.380,43**
8	$ 21.027,90	$ 11.221,38	**$ 32.249,29**
9	$ 21.934,21	$ 11.221,38	**$ 33.155,59**
10	$ 22.879,57	$ 11.221,38	**$ 34.100,95**

Tabla 5.5

5.5 ANÁLISIS DEL RETORNO DE LA INVERSIÓN.

Una vez ya identificado los costos que implica la instalación del sistema que se ha planteado en el proyecto se procederá a realizar

[14] Registros del Banco Central del Ecuador a diciembre del 2009.

un análisis para poder obtener la ganancia que se obtendrá según el estudio realizado y los datos estimados.

Se tomo datos de la materia prima utilizada en el proceso de pasteurización. Estos datos son tomados del registro de trabajo a noviembre del 2009. Se ha estimado que después de la realización del proyecto se van a obtener los beneficios de la tabla 5.6.

ITEM	MATERIA	% RECUPERACION
1	SODA CAUSTICA	15
2	AGUA SUAVE PROCESO PASTEURIZACION	5
3	AGUA PARA CONSUMO SOCIAL CIP	0
4	AGUA PARA CONSUMO SOCIAL LIMPIEZA	0
5	VAPOR PARA SISTEMA CIP	0
6	VAPOR PARA PASTEURIZACION	0

Tabla 5.6

En el anexo 10 se han determinado cuales son las pérdidas debido a la materia prima, y según la recuperación que se observa en la tabla 5.6, se obtuvo cuál sería la ganancia debido a la inversión.

Además se aprovechará la reducción del tiempo en el proceso de CIP y se proyecta aumentar la producción en un 5% anual y un aumento en el costo de un 4.31% debido a la inflación. A noviembre del 2009 se tiene el precio del barril en $26 por lo que se proyecta lo que se observa en la tabla 5.7.

AÑO	PROYECCION ANUAL	AUMENTO CAPACIDAD	GANANCIA BARRILES VENDIDOS	PRECIO BARRIL POR INFLACION	GANANCIA BARRILES
1	6300	300	600	**$ 27,12**	**$ 16.272,36**
2	6615	300	615	**$ 28,29**	**$ 17.398,04**
3	6946	300	631	**$ 29,51**	**$ 18.612,66**
4	7293	300	647	**$ 30,78**	**$ 19.923,90**
5	7658	300	665	**$ 32,11**	**$ 21.340,14**
6	8041	300	683	**$ 33,49**	**$ 22.870,53**
7	8443	300	702	**$ 34,93**	**$ 24.525,05**
8	8865	300	722	**$ 36,44**	**$ 26.314,58**
9	9308	300	743	**$ 38,01**	**$ 28.251,01**
10	9773	300	765	**$ 39,65**	**$ 30.347,32**

Tabla 5.7

En la tabla 5.8 se presentan los valores de la ganancia anual que rinde el proyecto por su implementación.

AÑO	GANANCIA BARRILES	GANANCIA POR MATERIA PRIMA	GANACIA TOTAL
1	$ 16.272,36	$ 156.890,82	**$ 173.163,18**
2	$ 17.398,04	$ 156.890,82	**$ 174.288,86**
3	$ 18.612,66	$ 156.890,82	**$ 175.503,48**
4	$ 19.923,90	$ 156.890,82	**$ 176.814,72**
5	$ 21.340,14	$ 156.890,82	**$ 178.230,96**
6	$ 22.870,53	$ 156.890,82	**$ 179.761,35**
7	$ 24.525,05	$ 156.890,82	**$ 181.415,87**
8	$ 26.314,58	$ 156.890,82	**$ 183.205,40**
9	$ 28.251,01	$ 156.890,82	**$ 185.141,83**
10	$ 30.347,32	$ 156.890,82	**$ 187.238,14**

Tabla 5.8

Obtenido los datos anteriores ya se puede plantear un flujo de caja, visto en el Anexo 10. El flujo de caja muestra una diferenciación de todos los valores de ingresos y egresos proyectados actualizados para los 10 años que se han tomado para el análisis. Cabe resaltar que el tiempo de análisis no es el tiempo de vida útil completo del

sistema de automatización; sino que, se han prorrateado los valores como gastos e ingresos a este tiempo debido a que la rentabilidad del proyecto permite que mucho antes de cumplirse la vida útil del equipamiento se recuperen los valores de depreciación total.

Para el análisis del retorno de la inversión se van a usar dos parámetros conocidos como VAN y TIR:

VAN o VNA: Valor actual neto o valor neto actual de una inversión, es un criterio de evaluación que permite aceptar o rechazar el proyecto y se lo define como la sumatoria de los beneficios netos descontados a la tasa correspondiente del inversionista.

$$\text{VAN}=\text{i}=1\text{nvalores}(1+\text{tasa})\text{i}-\text{inversión}$$

El factor de actualización del 10% ([15]) toma en cuenta el costo de oportunidad considerando un promedio de las tasas de interés bancario. Este factor también está referido al valor del dinero en el tiempo. El flujo de estos valores en el tiempo analizado se lo observa en la tabla 5.9.

VAN > 0; financiamiento conveniente.

VAN = 0; financiamiento indiferente.

VAN < 0; financiamiento inconveniente.

AÑOS	FLUJO NETO	FACTOR	VALOR

[15] Valor obtenido del Banco Central del Ecuador

		10%	ACTUAL
	-$ 92.273,95		
1	$ 98.328,23	0,90909	**$ 89.389,21**
2	$ 146.742,96	0,82645	**$ 121.275,72**
3	$ 147.253,99	0,75131	**$ 110.633,40**
4	$ 147.831,32	0,68301	**$ 100.970,27**
5	$ 148.482,02	0,62092	**$ 92.195,46**
6	$ 149.213,87	0,56447	**$ 84.226,76**
7	$ 150.035,43	0,51316	**$ 76.992,18**
8	$ 150.956,11	0,46651	**$ 70.422,53**
9	$ 151.986,24	0,42410	**$ 64.457,36**
10	$ 153.137,19	0,38554	**$ 59.040,51**

VALOR ACTUAL PROYECTADO	**$ 869.603,41**
VALOR ACTUAL NETO	**$ 777.329,46**

Tabla 5.9

TIR: Tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad, es un método para valorar inversiones, en general la regla para aceptar o no un proyecto de inversión, es aceptar aquel que tenga un valor de TIR mayor que la tasa de descuento empleada en el cálculo del VAN que para nuestro caso es del 10%, es decir, es la tasa de descuento que hace que la actualización de los flujos netos de caja sean igual al valor actual de los flujos de inversión.

Inicialmente se encuentran valores críticos que hagan posible que los ingresos se iguales a los gastos. Estos valore resultaron entre el 54% y 58%. Esto se lo puede apreciar en la tabla 5.10.

AÑOS	FLUJO NETO	FACTOR 54%	VALOR ACTUAL	FACTOR 58%	VALOR ACTUAL

	-$ 92.273,95	1	-$ 92.273,95	1	-$ 92.273,95
1	$ 98.328,23	0,46000	**$ 45.230,98**	0,42000	**$ 41.297,86**
2	$ 146.742,96	0,21160	**$ 31.050,81**	0,17640	**$ 25.885,46**
3	$ 147.253,99	0,09734	**$ 14.333,11**	0,07409	**$ 10.909,75**
4	$ 147.831,32	0,04477	**$ 6.619,08**	0,03112	**$ 4.600,06**
5	$ 148.482,02	0,02060	**$ 3.058,18**	0,01307	**$ 1.940,53**
6	$ 149.213,87	0,00947	**$ 1.413,70**	0,00549	**$ 819,04**
7	$ 150.035,43	0,00436	**$ 653,88**	0,00231	**$ 345,89**
8	$ 150.956,11	0,00200	**$ 302,63**	0,00097	**$ 146,17**
9	$ 151.986,24	0,00092	**$ 140,16**	0,00041	**$ 61,81**
10	$ 153.137,19	0,00042	**$ 64,96**	0,00017	**$ 26,16**
			$ 10.593,55		**-$ 6.241,23**

TIR **56,44225%**

Tabla 5.10

La tasa interna de retorno es de 56.44%. Se observa que es mayor que el factor de actualización del 10% por lo que se concluye que el proyecto, de acuerdo con este método, es económicamente conveniente.

La relación beneficio costo compara a base de razones, el valor actual de las entradas de efectivo futuras con el valor actual del desembolso original y de cualquier otro que se haga con el futuro dividiendo.

ACTUALIZACION GANANCIAS			
AÑOS	**INGRESO ORIGINAL**	**FACTOR 10%**	**VALOR ACTUAL**
1	$ 173.163,18	0,90909	$ 157.420,92
2	$ 174.288,86	0,82645	$ 144.041,03
3	$ 175.503,48	0,75131	$ 131.857,52
4	$ 176.814,72	0,68301	$ 120.766,22
5	$ 178.230,96	0,62092	$ 110.667,17
6	$ 179.761,35	0,56447	$ 101.469,89
7	$ 181.415,87	0,51316	$ 93.095,37
8	$ 183.205,40	0,46651	$ 85.467,15
9	$ 185.141,83	0,4241	$ 78.518,65
10	$ 187.238,14	0,38554	$ 72.187,79
			$ 1.095.491,70

ACTUALIZACION GASTOS			
AÑOS	**COSTO ORIGINAL**	**FACTOR 10%**	**VALOR ACTUAL**
1	$ 74.834,95	0,90909	$ 68.031,71
2	$ 27.545,90	0,82645	$ 22.765,31
3	$ 28.249,49	0,75131	$ 21.224,12
4	$ 28.983,40	0,68301	$ 19.795,95
5	$ 29.748,94	0,62092	$ 18.471,71
6	$ 30.547,48	0,56447	$ 17.243,13
7	$ 31.380,43	0,51316	$ 16.103,18
8	$ 32.249,29	0,46651	$ 15.044,61
9	$ 33.155,59	0,4241	$ 14.061,29
10	$ 34.100,95	0,38554	$ 13.147,28
			$ 225.888,30

Tabla 5.11

De la tabla 5.11 se pueden obtener los valores para obtener la relación beneficio costo la cual es de valor 4.85 la cual supera significativamente el valor de 1, por lo que este método confirma también la factibilidad de la realización del proyecto.

El periodo de recuperación de capital se ha realizado tomando en cuenta el método que se obtiene de la relación de la inversión inicial con el flujo neto del penúltimo mes, por los datos obtenidos la relación es de 0.61 por lo que la inversión se la recuperará en 8 meses.

CAPÍTULO VI

6. PROTOCOLOS DE CALIBRACION

6.1 PARAMETROS PARA LA CALIBRACION DE NIVEL

La medición de los parámetros de nivel se la realizan en el interior de los tanques de almacenamiento y regulación dentro del sistema de pasteurización. Como ya se lo ha mencionado en la sección 2.2.1.

Los datos a considerar para el sensor según su fabricante son los siguientes:

- Son elementos que se deben de emplear únicamente como elementos de medición de nivel para fluidos en zonas sin peligro de explosión.

- Se debe de trabajar dentro del rango de temperatura y presión indicadas en la figura 6.1, las cuales están dentro del rango del proceso.

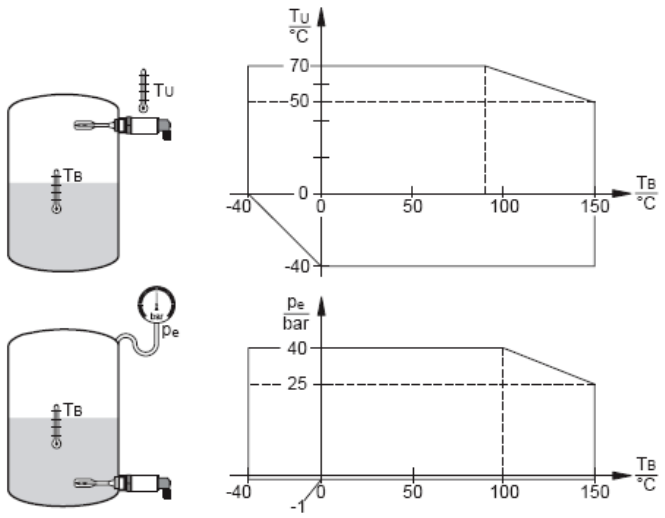


Fig. 6.1

En la calibración de nivel hay que tener en cuenta que los sensores son switch de nivel es decir nos van a entregar una señal discreta, en esta clase de sensores la calibración y posterior funcionamiento adecuado se limita a definir los puntos de apertura y cerrado por falla, y a una correcta instalación dentro de los tanques de agua y de CIP.

Para definir los puntos de apertura y cierre por falla (es decir los puntos en los cuales el switch estará en un valor lógico alto o bajo en caso de falla o corte de la fuente de alimentación), el fabricante nos da el diagrama de conexiones mostrado en la figura 6.2.

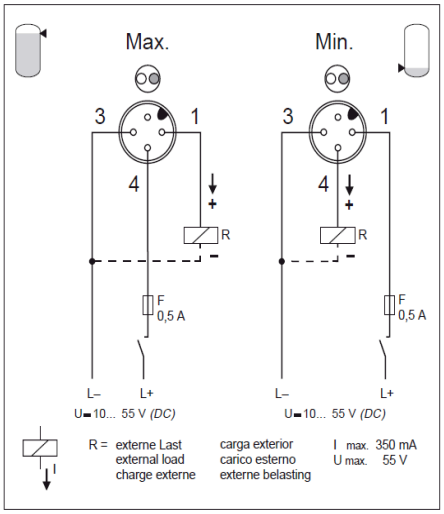


Fig. 6.2

En esta grafica R es una carga externa que para nuestro caso es una entrada discreta del PLC, pero puede ser un contactor, un relay o una luz piloto, en la figura 6.3 se muestra los diferentes estados del sensor en caso de falla y el estado de los leds de identificación.

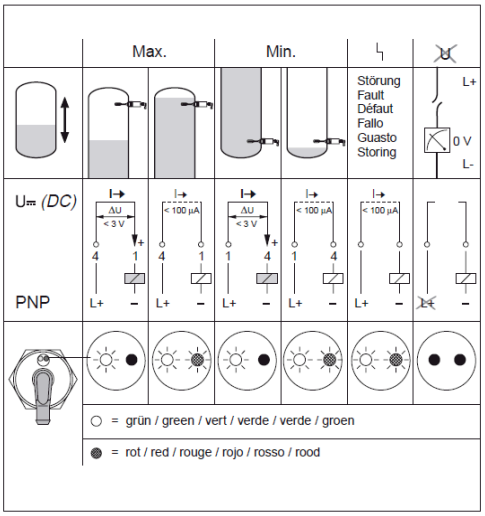


Fig. 6.3

En la figura 6.4 se muestra la forma de instalación correcta de los switch de nivel.

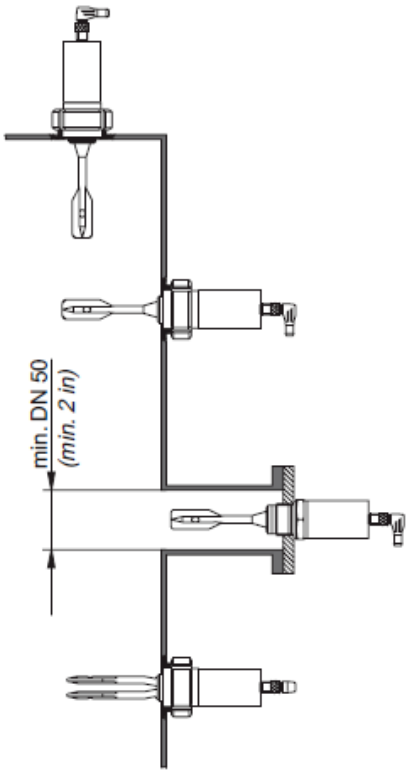


Fig. 6.4

Cabe recalcar que la calibración de los switch de nivel se debe hacer con el fluido a sensar y considerando una distancia mínima entre sensores de 15 cm que es lo recomendado por el fabricante, esta distancia puede variar de fabricante en fabricante.

6.2 PARAMETROS PARA CALIBRACION DE TEMPERATURA.

Los sensores de temperatura, en una cantidad de tres, que se han instalado en el campo, se encargan de obtener los parámetros físicos de temperatura en proceso de calentamiento y enfriamiento en el sistema.

Los parámetros de operación de estos instrumentos se describen a continuación:

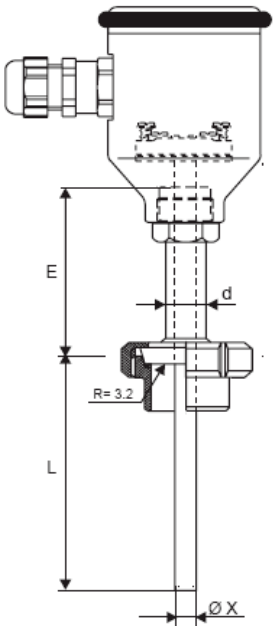
- Por ser una Pt100, cumple con la propiedad de ser una RTD la cual posee una resistencia de 100Ω cuando se encuentra en 0°C.
- El fabricante se maneja con la siguiente relación de longitud de sumersión para alcanzar el rango de temperatura requerido que se puede observar en la tabla 6.1.

TR44 (without replaceable insert)	Minimum standard immersion length L in mm (inch)
Temperature range	
-80 °C to -40 °C (-110 °F to -40 °F)	200 (7.9)
-40 °C to 0 °C (-40 °F to 32 °F)	160 (6.3)
0 °C to 250 °C (32 °F to 480 °F)	120 (4.7)
250 °C to 400 °C (480 °F to 752 °F)	300 (11.8)

Tabla 6.1

Por los datos que recomienda el fabricante se procederá a instalar el Pt100 con una profundidad de 120mm ya que los rangos de temperatura a medir en los tres sectores trabajan con temperaturas ideales de 100°C (para medición de temperatura de vapor de agua), de 72°C (temperatura de cerveza en etapa de calentamiento) y 2°C (temperatura de cerveza en etapa de enfriamiento).

En el gráfico ilustrado en la figura 6.5 se puede apreciar los datos de construcción del instrumento.



Donde:

E: longitud del tubo del cuello

d: diámetro del cuello del tubo

L: longitud de inmersión

ØX: diámetro de la protección del tubo

Fig. 6.5

- Se recomienda instalar el instrumento siguiendo las siguientes posiciones que se aprecian en la figura 6.6, cumpliendo siempre el parámetro de que h $< \frac{d}{2}$.

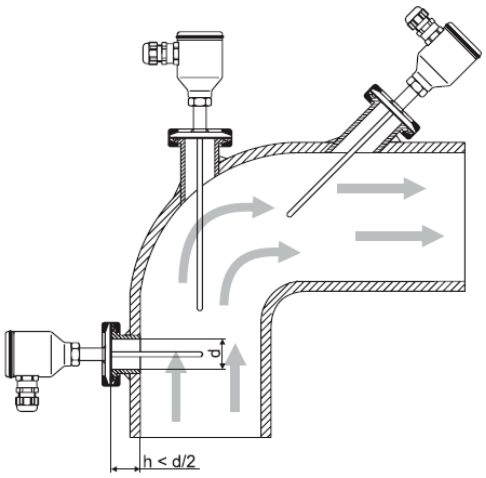


Fig. 6.6

- En la figura 6.7.se puede apreciar el diagrama de conexión que se debe emplear para este instrumento.

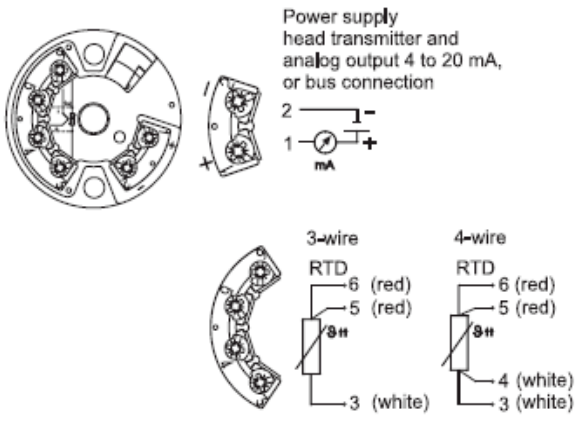


Fig. 6.7

6.3 PARAMETROS PARA LA CALIBRACION DE PRESION.

El sensor de presión que se utilizará en este proyecto deberá cumplir primero con el requisito de poder medir productos de carácter gaseoso ya que se va a trabajar con amoniaco, por lo que además deberá poder trabajar a bajas temperaturas.

Los parámetros de operación básicos se podrán apreciar en los siguientes puntos:

- El diagrama de conexión básico está ilustrado en la figura 6.8.

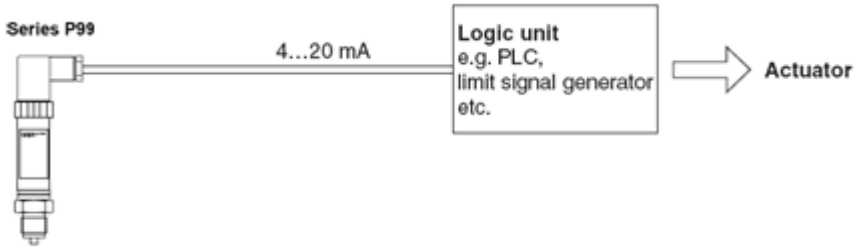


Fig. 6.8

- El sensor que se ha escogido es un sensor electrónico es decir que tiene un chip acondicionador de señal el cual se encarga directamente de transformar la señal de presión en una señal eléctrica de 4 a 20 mA. o de 0 a 10 V según el modelo como se ve en la figura 6.9

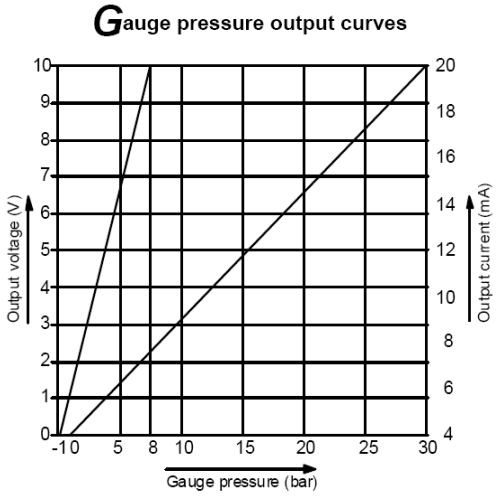


Fig. 6.9

- El transductor de presión puede ser colocado en cualquier posición siempre y cuando la temperatura ambiente este entre -20 y 65 °C.
- Cuando no existen pulsaciones o vibraciones graves, los modelos con una conexión hembra pueden ser conectados directamente en la tubería, caso contrario en condiciones de vibraciones extremas se debe colocar el modelo con una conexión macho, para nuestro caso el sensor deberá tener un tipo de conexión macho debido a que las líneas de amoniaco están sometidas a grandes presiones haciendo que estas vibren regularmente.

6.4 PARAMETROS PARA CALIBRACION DE CONDUCTIVIDAD

Para la adquisición de la calidad del material que va a pasar por el sistema se va a utilizar un equipo que va a medir la conductividad del producto que esté recorriendo por las tuberías.

Se debe tomar en cuenta ciertos requerimientos de instalación y mantenimiento de los equipos para su correcto desempeño:

- El intervalo en que el instrumento va a trabajar. En la figura 6.10 se puede apreciar los valores aproximados de conductividad eléctrica de los productos que se encuentran en el sistema.

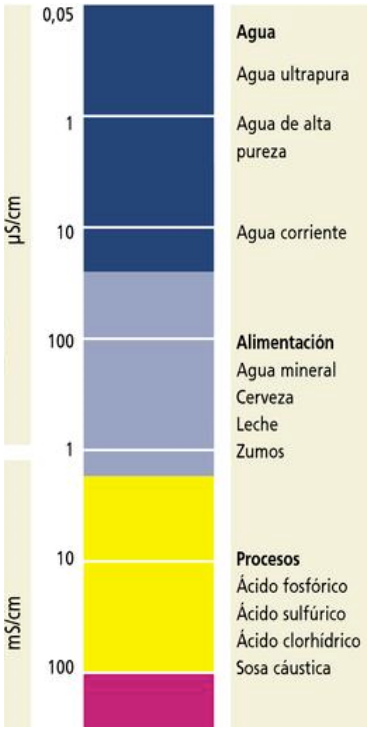


Fig. 6.10

- El esquema básico de conexión que se tiene se presenta en la figura 6.11.

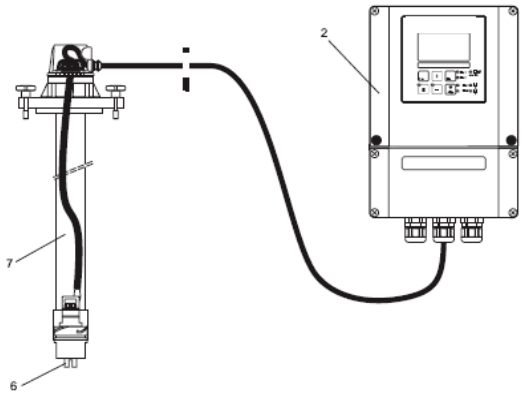


Fig. 6.11

- El modo en que se debe instalar el elemento en la tubería se lo puede observar en el gráfico 6.12.

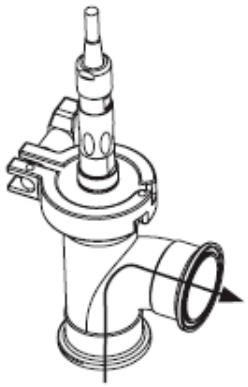


Fig. 6.12

- En el gráfico 6.13 se puede apreciar la disposición de conexión del sensor y del transmisor como unidades independientes.

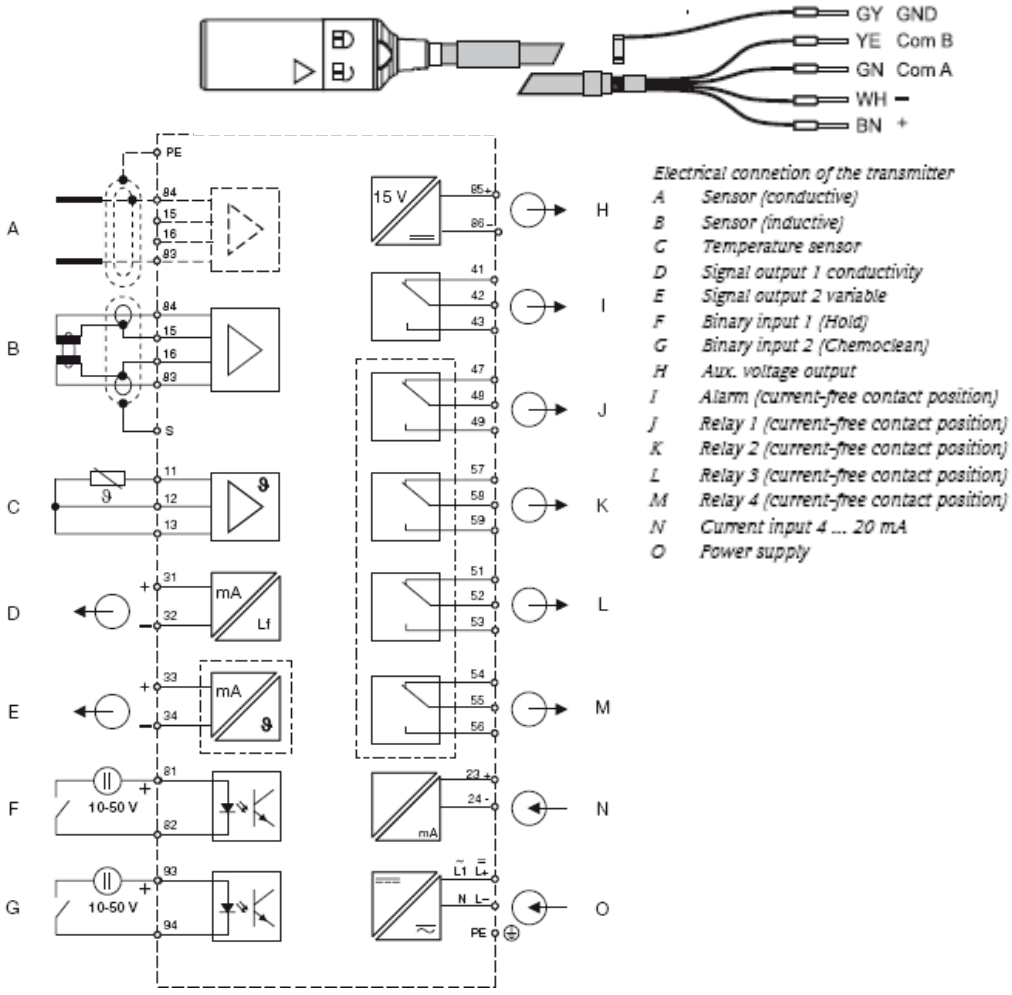


Fig. 6.13

Este tipo de sensor cuenta con tecnología Memosens, la cual posee la característica de guardar datos de operación importantes tales como valores de calibración, información de trabajo como total de horas en operación y horas de operación bajo condiciones extremas. Cuando el

sensor es conectado, los datos de calibración son inmediatamente transferidos al transmisor y usado para calcular el valor de corriente medida. Guardar el valor de calibración en el sensor permite que la calibración y ajusten estén en el punto de medición, obteniendo los siguientes resultados:

- En un laboratorio puede ser calibrado un sensor, pero este tendrá valores óptimos con el ambiente externo que es diferente al que se va a encontrar operando.
- Se puede realizar de manera más rápida y sencilla la pre calibración del instrumento.
- Los intervalos de mantenimiento son definidos en base a los datos de la carga de trabajo y valores de calibración del sensor, permitiendo también realizar mantenimiento predictivo.
- Los datos de calibración que se encuentran almacenados son los siguientes
    - Fecha de calibración
    - Constante de célula de conductividad
    - Cambio en constante de célula de conductividad
    - Número de calibraciones
    - Número de serie del transmisor usado para la calibración

6.5 AJUSTE DE TIEMPOS.

En esta sección se detallarán los valores en los que se deberá a proceder en la realización del proceso. Se detallan las etapas principales en las que se encuentra elaborado el proyecto y su tiempo de duración tomado en campo con datos del sistema antes de ser actualizado, para la realización de cada uno de ellos. Estos datos se ven reflejados en la tabla 6.2.

Máscara	**No.**	**Subproceso**				
Pasteuriz.			**Valores**			
	1	Inicio	Tmáximo	1.5 min	Tiempo	1.2 min
	2	Alarmas	Tmáximo	0.5 min	Tiempo	0.5 min
	3	BombAgua	Tmáximo	10 min	Tiempo	5 min
	6	PaBombAg	Tmáximo	1 min	Tiempo	0.5 min
	8	Fin	Tmáximo		Tiempo	
CIP		**Valores**				
	1	Inicio	Tmáximo	5 min	Tiempo	1.5 min
	2	Alarmas	Tmáximo	0.5 min	Tiempo	0.5 min
	3	BombSoda	Tmáximo	50 min	Tiempo	30 min
	4	BombAgua	Tmáximo	20 min	Tiempo	15 min
	5	Fin	Tmáximo		Tiempo	

Tabla 6.2

Al momento de realizar la actualización del sistema implementando la automatización del mismo, se deberán realizar pruebas para poder verificar si los tiempos establecidos no han sufrido variación alguna. De ser así se deberá realizar los cambios respectivos para optimizar el proceso de la manera requerida. Además estos cambios, de ser necesarios se los podrá realizar por el operario en cualquier momento que se crea apropiado, haciendo así flexible el programa. Aunque éste último punto no es recomendado ya que se están tomando valores los cuales certifican el optimo proceso de pasteurización, y por ser un proceso de duración corta, los cambios que se realicen a ellos serán significativos.

6.6 AJUSTES FINALES.

En esta etapa del proyecto se tomará en cuenta los ajustes para los instrumentos finales de campo como las bombas y las válvulas.

- Para las bombas se debe observar que el eje este bien alineado con relación al motor.
- Al momento del arranque se debe realizar un análisis de vibración y ruido a los elementos que generan este efecto, principalmente bombas e intercambiadores de calor, ver su

efecto global en todo el sistema y tomar las medidas correctivas como cambiar tuberías rígidas de control por fundas selladas.

- Con respecto a las válvulas solenoides verificar resistencia eléctrica en la bobina esto nos dará una idea de cuál es el estado de dichas válvulas, si es nueva de verificar con el dato del fabricante y si está instalada según este dato se puede decidir si aun sirve o si necesita ser reemplazada.
- Con respecto a la válvula de expansión en el circuito de refrigeración lo que se quiere es mantener la presión y eso se logra ejerciendo un control sobre la válvula de expansión, en la figura 6.14 se aprecia la función característica de la válvula considerando que se tiene como refrigerante amoniaco.

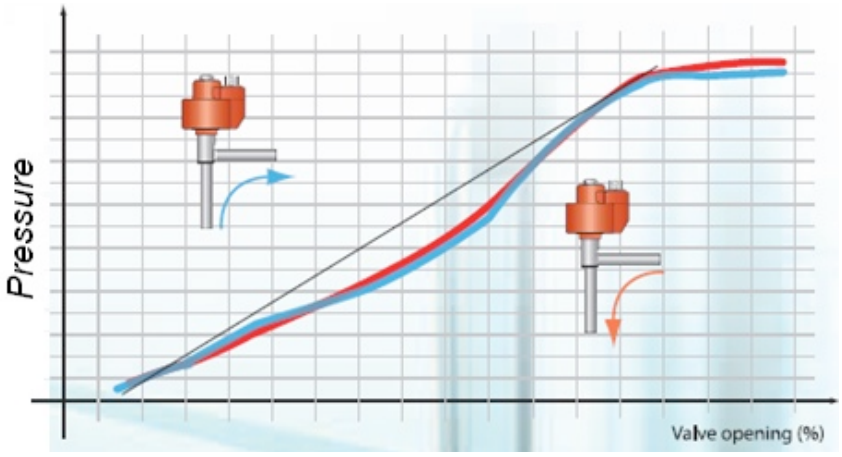


Fig. 6.14

CONCLUSIONES

1. En el proyecto planteado se diseñó un sistema de pasteurización de la cerveza en una planta industrial de forma automática el cual tiene dos maneras de ser operado, en un cuarto de control por medio de una PC y/o en el campo por medio de un panel de control. Ambos métodos son desarrollados por medio de software especializado utilizado dentro de la planta y serán diseñados con el fin de otorgar la mayor información acerca de los parámetros físicos y facilidad para la identificación de los mismos mediante gráficos de las instalaciones para las personas encargadas de la operación.
2. Con la implementación de control por medio de un PLC se logra minimizar el cableado de control presente y centralizar el control del sistema.
3. El sistema de control instalado se encuentra sobredimensionado con el fin de posibilitar en un futuro a la empresa añadir otros elementos para el control del sistema según lo encuentren conveniente.
4. Al momento de realizar el estudio factibilidad del sistema a implementar se encontró que existirá un ahorro de alrededor del 15% de soda cáustica y de 5% de agua suave por año.

5. Con la implementación del sistema se produce una recuperación del 5% de cerveza a despechar anual que se tenía como desperdicio debido al funcionamiento del mismo.
6. Tomando en cuenta los puntos anteriores este proyecto se vuelve rentable económicamente ya que la inversión es muy pequeña en comparación de los beneficios que esta traería. Económicamente nos valemos de los valores de VAN que es de USD$777.329,46 y un TIR superior al 56%, los cuales nos indican que el proyecto es muy factible y se ha calculado un retorno de la inversión del sistema para unos 8 meses desde su puesta en marcha.
7. Para la futura implementación del sistema se otorga planos de control para facilitar el trabajo de los instrumentistas, disminuyendo así la posibilidad de fallas en la puesta en marcha.

RECOMENDACIONES

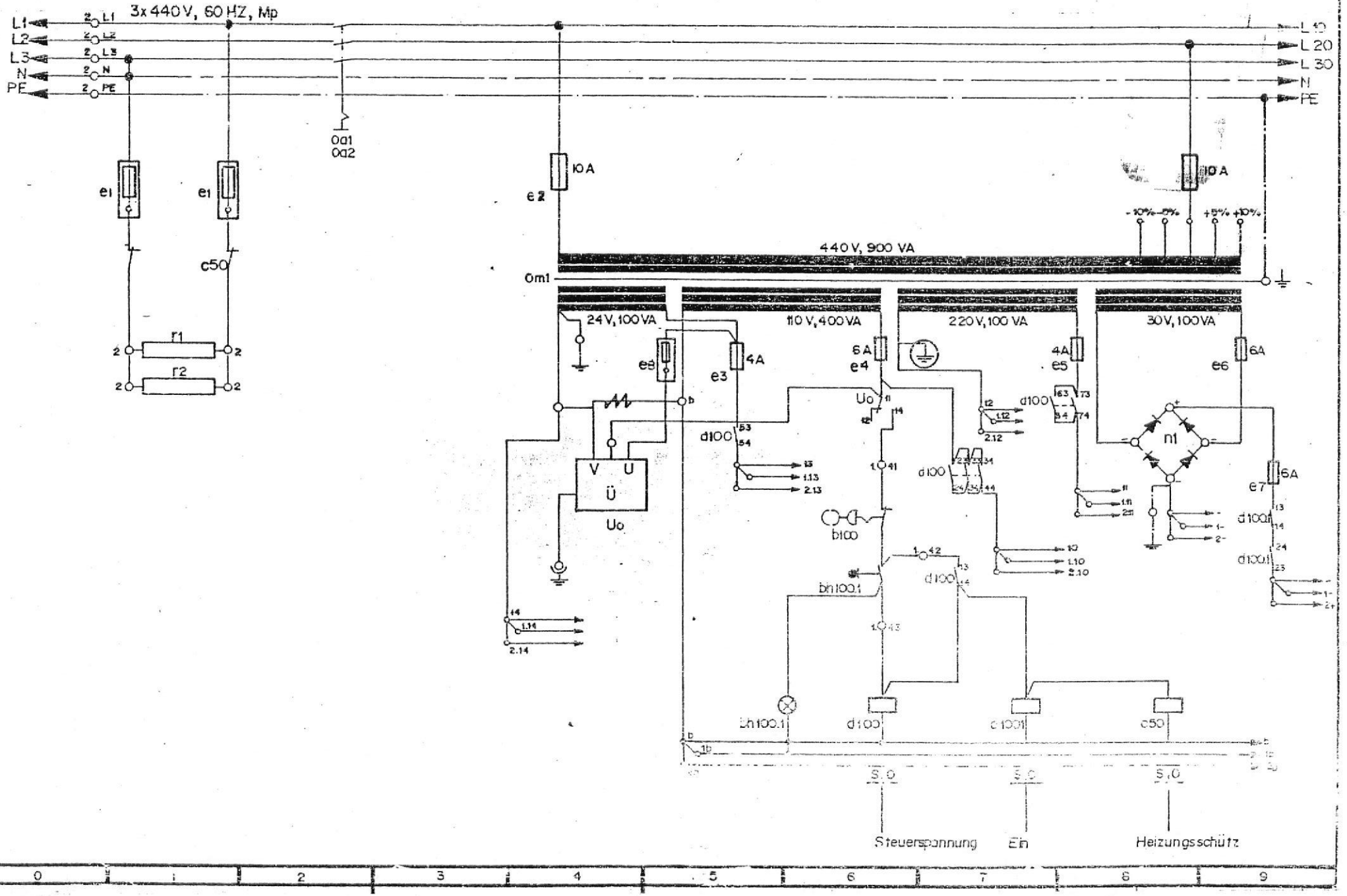
1. Al momento de realizar la implementación se recomienda que se sigan las normas de instalación de cada uno de los elementos según lo especifican los fabricantes y tomando en cuenta la calibración que se ha presentado en el proyecto con el fin de evitar algún problema en la puesta en marcha.
2. Para el correcto desempeño a la hora de realizar el cableado del tablero se recomienda que se asignen dos instrumentistas.
3. Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo de los equipos e instrumentos al menos dos veces al año, además de un seguimiento de los valores que analizan de forma periódica al menos una vez al día para asegurar el correcto desempeño de los mismos.
4. Se recomienda utilizar los equipos de interconexión entre los instrumentos de campo y el PLC, debido a que en ellos se han considerado todas las normas específicas de protección necesarias para la instrumentación, además de brindar un correcto y organizado espacio para la conexión de estos equipos hacia el PLC facilitando así el cableado en el tablero.
5. Para los motores se recomienda la instalación con funda sellada para asegurar la protección de las tuberías aledañas debido a la vibración de los mismos.

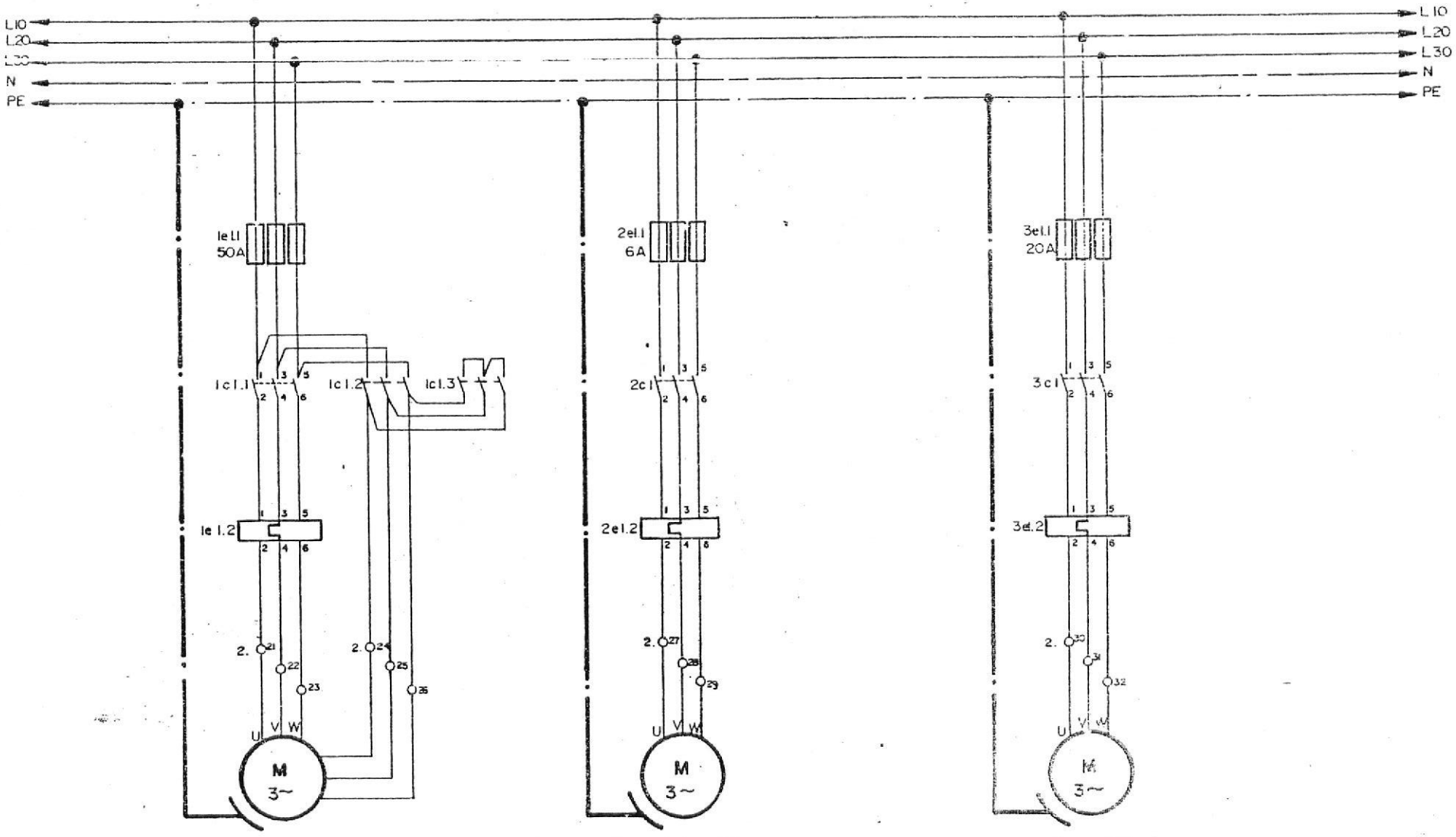
BIBLIOGRAFIA

- Romeo J, Díaz L, González-Gross M, Wärnberg J y Marcos A. 2006. Contribución a la ingesta de macro y micronutrientes que ejerce un consumo moderado de cerveza.
- Satokari R, Juvonen R, Mallison K, von Wright A, Haikara A. 1998. Detection of beer spoilage bacteria Megasphaera and Pectinatus by polymerase chain reaction and colorimetric microplate hybridization.
- Mafart, P. Ingeniería Industrial Alimentaria Volumen 1: Procesos Físicos de conservación. Ed. Acribia: Zaragoza, 1994.
- Ordoñez J., Cambero M., Fernández L., García M. Tecnología de los Alimentos. Volumen I: Componentes de los alimentos y procesos. Eds, Ordoñez J., Ed. Síntesis: Madrid, 1998.
- Beer pasteurization: (manual of good practice) Prepared by the EBC Technology and Engineering Forum. Nürnberg: Getränke – Fachverlag Hans Carl, 1995.
- Biotecnología de la cerveza y la malta. J. S. Hough. Zaragosa Acribia, 1990.
- Procesos de transferencia de calor DONALD Q. KERN ,1999
- Dufour M, Simmonds RS, Bremer PJ. 2004. Development of a laboratory scale clean-in-place system to test the effectiveness of "natural" antimicrobials against dairy biofilms.
- Practical industrial networks: design, installation and troubleshooting; mackay, park, wright, reynders, 2004
- SIMATIC NET White Paper Basics of Industrial Ethernet, Siemens
- CONTROL VALVE HANDBOOK de Emerson Fisher Valves
- OPC Unified Arquitecture de Wolfgang, Steffan y Matthias.
- Instrumentación Industrial de Antonio Creus Solé

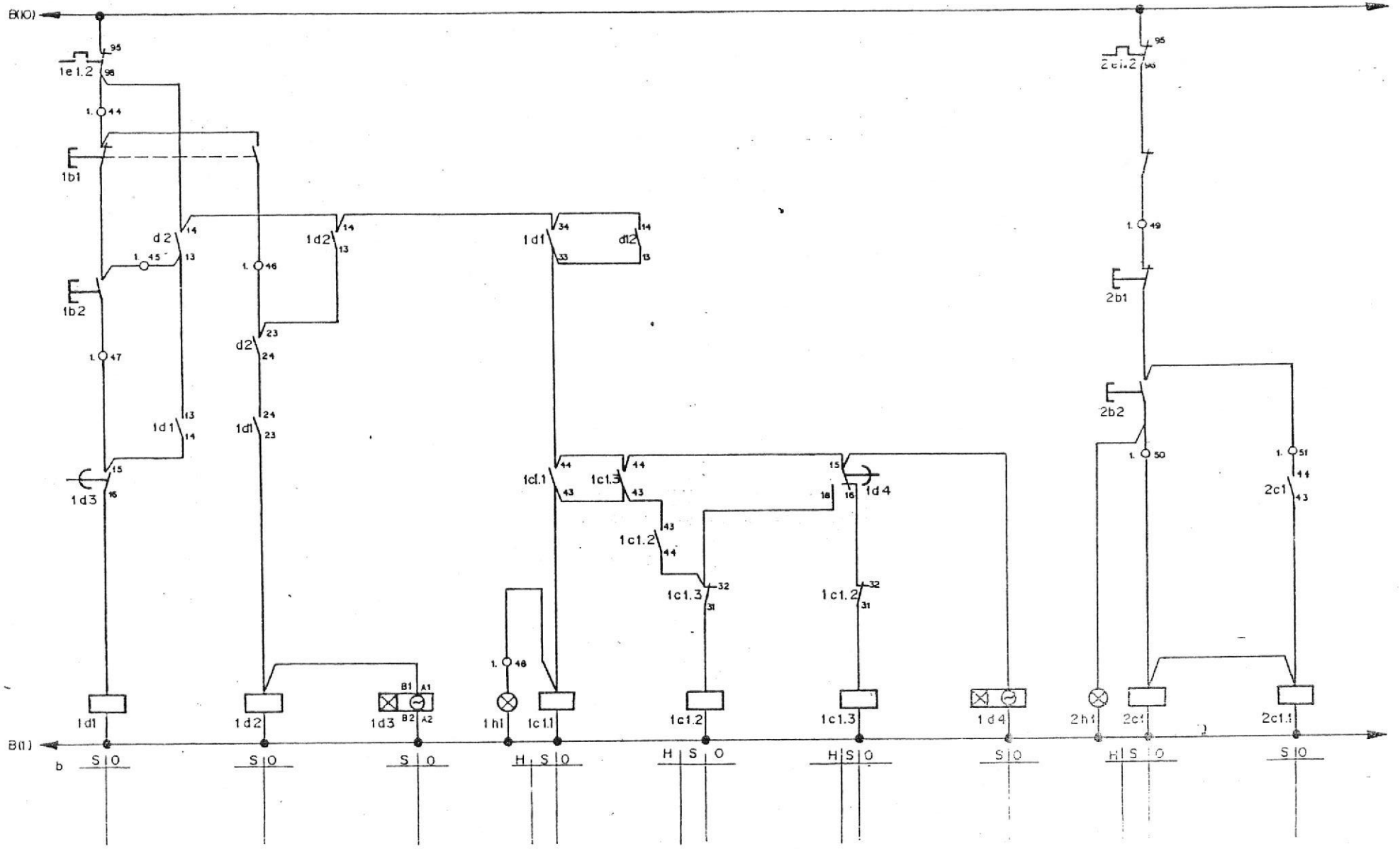
ANEXO 1

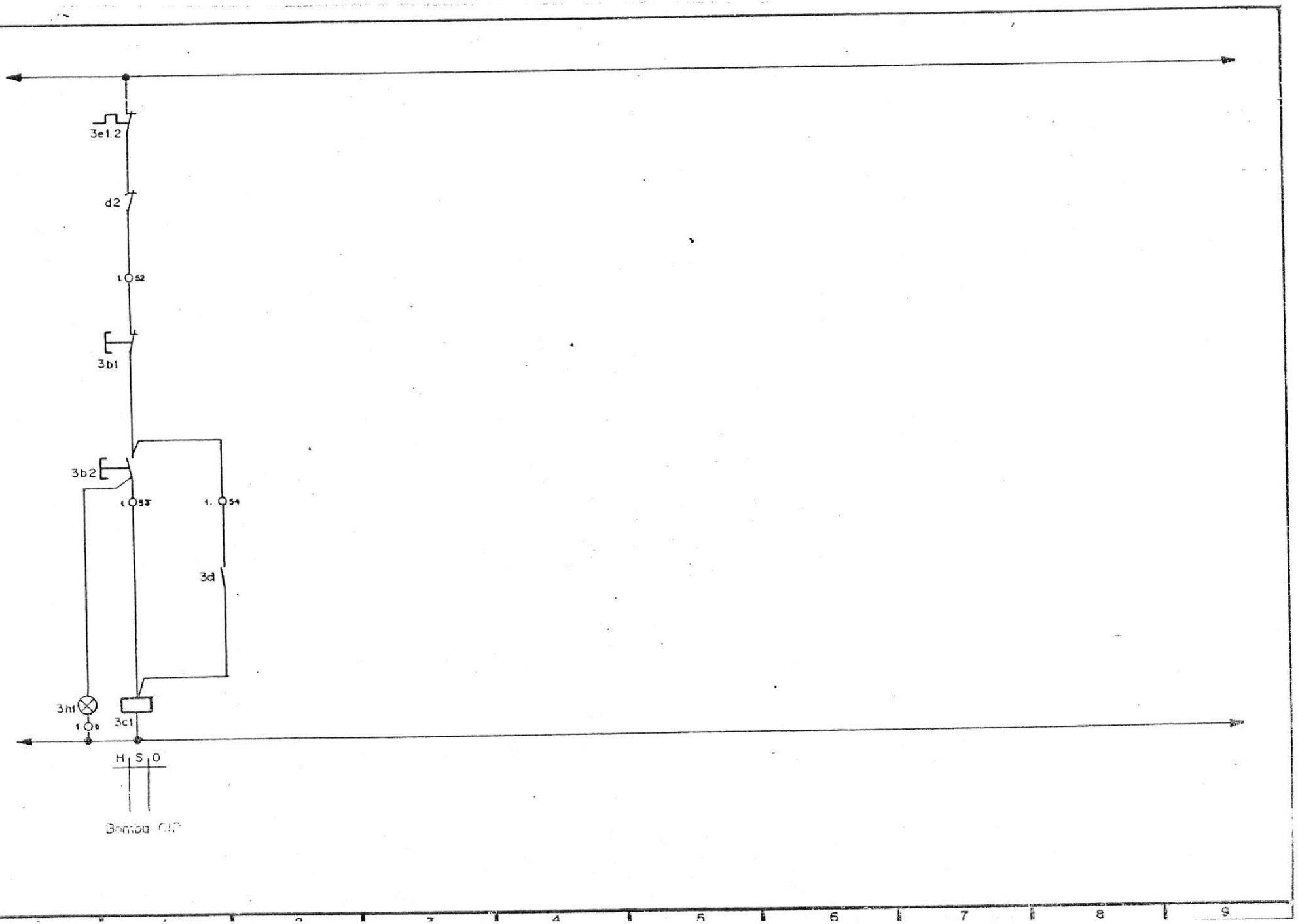
PLANOS INICIALES

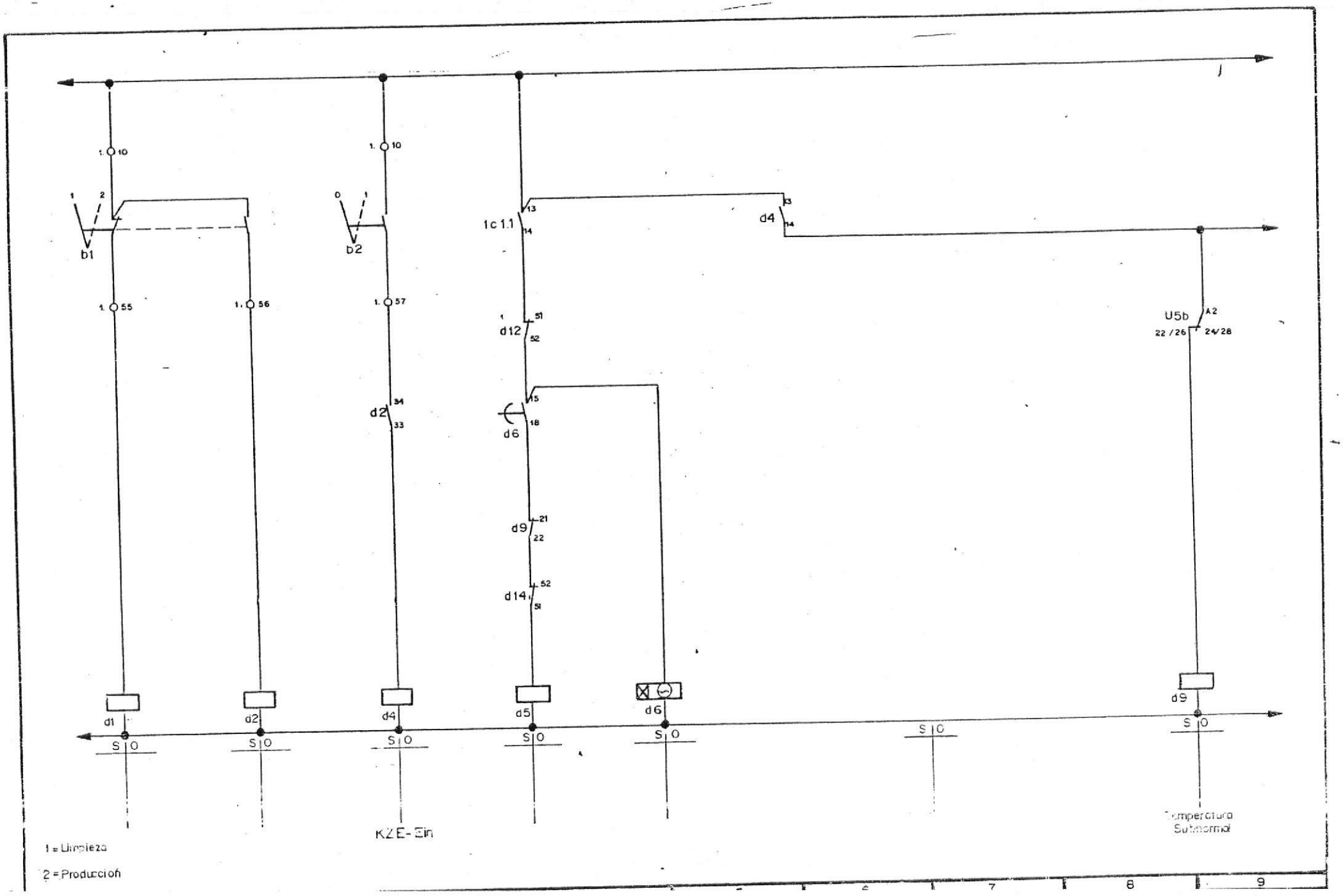

3x440V, 60HZ, Mp
L1
L2
L3
N
PE
0a1
0a2
e1
e1
c50
r1
r2
10A
e2
440V, 900 VA
0m1
10A
-10% -5% +5% +10%
L10
L20
L30
N
PE
24V, 100VA
110V, 400VA
220V, 100VA
30V, 100VA
e8
e3
4A
6A
e4
4A
e5
6A
e6
6A
e7
Uo
V U
Ü
Uo
d100
b100
bh100.1
d100
d100
n1
d100.1
d100.1
Lh100.1
d100
d100.1
c50
S.0
S.0
S.0
Steuerspannung
Ein
Heizungsschütz

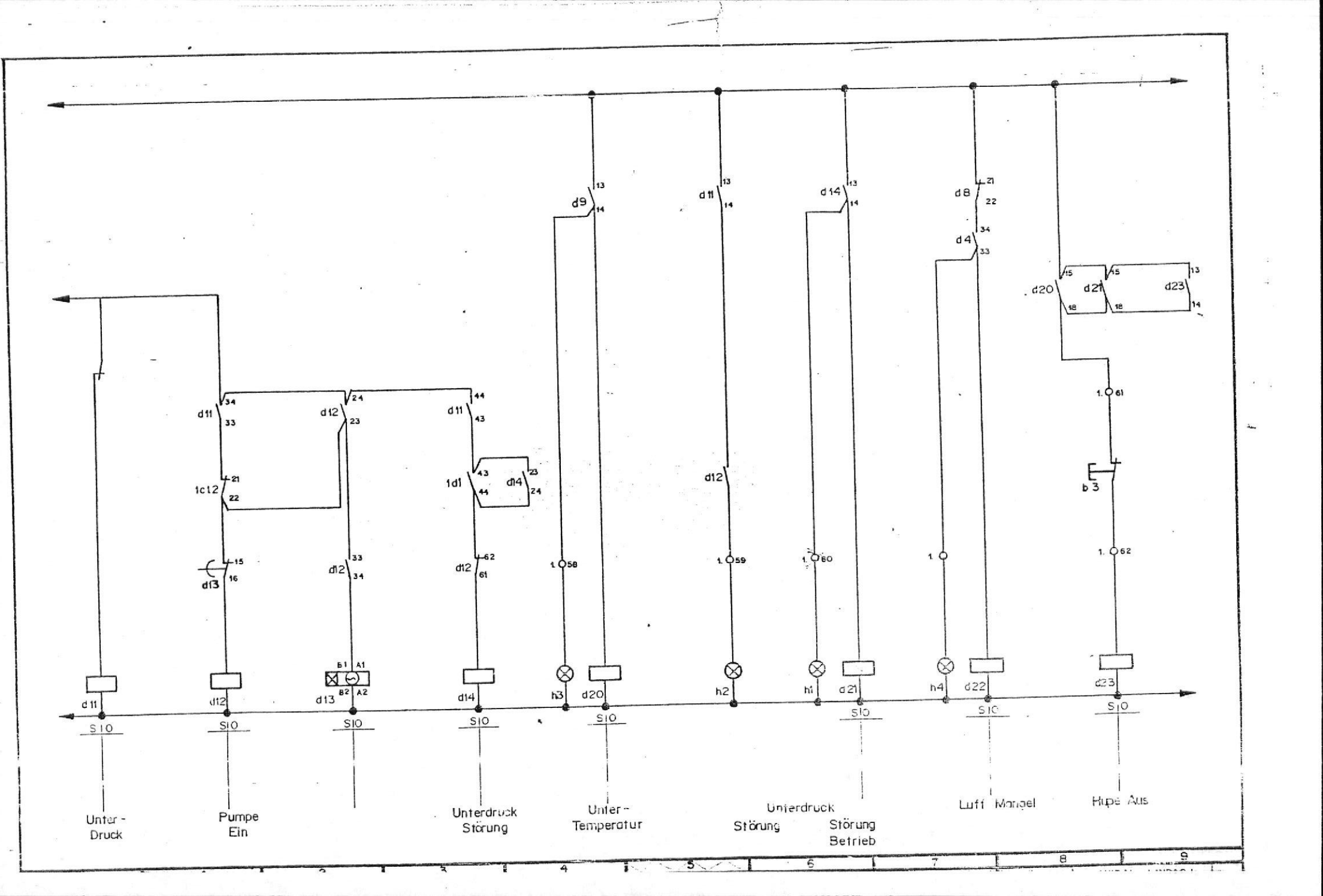

L10
L20
L30
N
PE
1e.l1
50A
1c1.1
1c1.2
1c1.3
1e.1.2
2.21
22
23
2.24
25
26
U
V
W
M
3~
Bomba de cerveza
2e.l.1
6A
2c1
2e1.2
2.27
28
29
M
3~
Bomba de Agua Caliente
3e.l.1
20A
3c1
3e1.2
2.33
34
32
M
3~
Bomba CIP

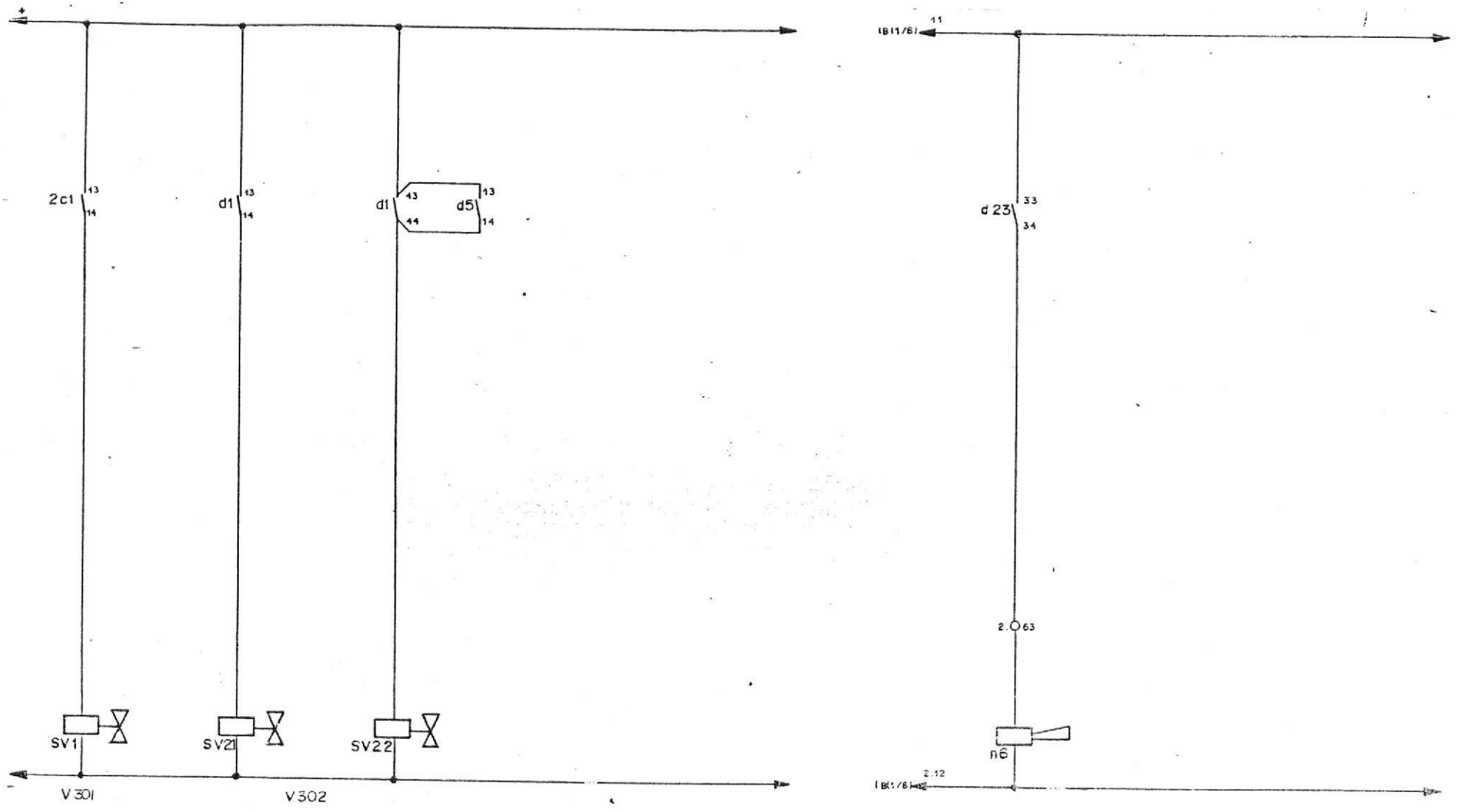
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

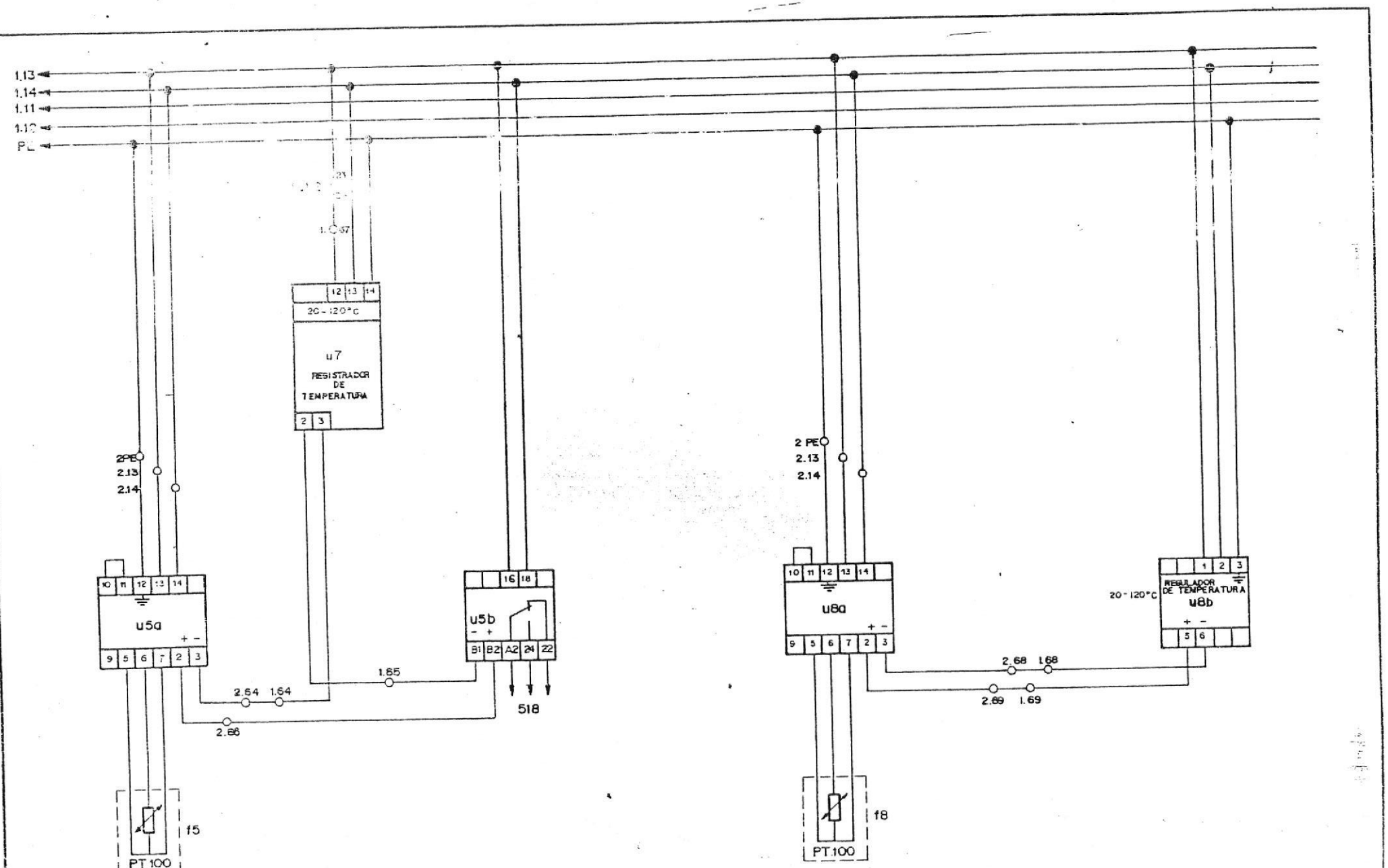

B(10)
1e1.2
95
98
1.
44
1b1
d2
14
13
45
1d2
14
13
46
1d1
34
33
d12
14
13
1b2
47
d2
23
24
1d1
13
14
1d1
24
23
15
16
1d3
1d1
44
43
1c1.3
44
43
1c1.2
43
44
1c1.3
32
31
1c1.2
32
31
15
16
18
1d4
1d2
B1
A1
B2
A2
1d3
1.
48
1h1
1c1.1
1c1.2
1c1.3
1d4
2h1
2c1
2c1.1
B(1)
b
S O
S O
S O
H S O
H S O
H S O
S O
H S O
S O
2e1.2
95
98
1.
49
2b1
2b2
1.
50
1.
51
2c1
44
43
Bomba de cerveza
Bomba de agua caliente


3e1.2
d2
1
52
3b1
3b2
1
53
1.
54
3d
3h1
1
6
3c1
H
S
O
Bomba


1. 10
1
2
b1
1. 55
1. 56
1. 10
0
1
b2
1. 57
d2
34
33
1c 1.1
13
14
d12
51
52
d6
15
18
d9
21
22
d14
52
51
d4
13
14
U5b
A2
22 / 26
24 / 28
d1
d2
d4
d5
d6
d9
S 0
S 0
S 0
S 0
S 0
S 0
S 0
KZE-Ein
Temperatura
Subnormal
1 = Limpieza
2 = Producción


d11
d12
d13
d14
h3
d20
h2
h1
d21
h4
d22
d23
S10
Unter-
Druck
Pumpe
Ein
Unterdruck
Störung
Unter-
Temperatur
Unterdruck
Störung
Störung
Betrieb
Luft Mangel
Hupe Aus


+
2c1
13
14
d1
13
14
d1
43
44
d5
13
14
SV1
SV21
SV22
V301
V302
Heißwasser
Bier - Regelventil
vor auf
regeln
11
(B11/6)
d 23
33
34
2.063
nö
2.12
(B1/6)
Störung


1.13
1.14
1.11
1.12
PE
1.57
12 13 14
20 - 120°C
u7
REGISTRADOR DE TEMPERATURA
2 3
2PE
2.13
2.14
10 11 12 13 14
u5a
+ -
9 5 6 7 2 3
16 18
u5b
- +
B1 B2 A2 24 22
2.64 1.64
1.65
2.66
518
f5
PT 100
Registro de Temperatura
2 PE
2.13
2.14
10 11 12 13 14
u8a
+ -
9 5 6 7 2 3
2.68 1.68
2.69 1.69
1 2 3
REGULADOR DE TEMPERATURA
20 - 120°C
u8b
+ -
5 6
f8
PT 100
Regulación del Agua Caliente

ANEXO 2

LISTADO DE ENTRADAS Y SALIDAS

ANEXO 2

LISTADO DE ENTRADAS / SALIDAS

TARJETA ENTRADAS DISCRETAS

No.	TIPO	CODIGO	ESTADO	DESCRIPCION / UBICACIÓN
1		L1	I	Sensor de nivel de amoniaco dentro de tanque de enfriamiento
2		L6	I	Sensor de nivel alto en el tanque de cerveza pasteurizada
3		L7	I	Sensor de nivel bajo en el tanque de cerveza pasteurizada
4		L8	N	Sensor de nivel bajo en el tanque de etapa de calentamiento
5		Y1	N	Sensor de presencia inductivo de tubería de entrada de cerveza
6		Y2	N	Sensor de presencia inductivo de tubería de salida de cerveza
7		MQ01	N	Confirmación de encendido de motor de cerveza
8		MT01	N	Guardamotor de motor de cerveza
9		MQ02	N	Confirmación de encendido de motor de etapa de calentamiento
10		MT02	N	Guardamotor de motor de etapa de calentamiento
11		MQ03	N	Confirmación de encendido de motor de CIP
12		MT03	N	Guardamotor de motor de CIP

TARJETA DE SALIDAS DIGITALES

No.	TIPO	CODIGO	ESTADO	DESCRIPCION / UBICACIÓN
1		VLV04	I	Electrovalvula entrada de agua en etapa de calentamiento
2		VLV07	I	Electroválvula de entrada de amoniaco en etapa de enfriamiento
3		VLV01	N	Electroválvula de entrada de agua de proceso de pasteurización
4		VLV03	N	Electroválvula de purga de proceso de pasteurización
5		MC01	N	Contactor de bomba de cerveza
6		MC02	N	Contactor de bomba de agua en etapa de calentamiento
7		MC03	N	Contactor de bomba de CIP

TARJETA DE ENTRADAS ANALOGAS 4 - 20 mA

No.	TIPO	CODIGO	ESTADO	DESCRIPCION / UBICACIÓN
1	4 - 20 mA	T1	I	Sensor de temperatura de agua en etapa de calentamiento
2	4 - 20 mA	T2	I	Sensor de temperatura de cerveza en serpentín
3	4 - 20 mA	T3	I	Sensor de temperatura de salida de cerveza
4	4 - 20 mA	P1	N	Sensor de presión de salida de amoniaco en etapa de enfriamiento
5	4 - 20 mA	D1	N	Sensor de conductividad en proceso de pasteurización
6	4 - 20 mA	F1	N	Sensor de flujo a la salida de la cerveza

TARJETA DE SALIDAS ANALOGAS

No.	TIPO	CODIGO	ESTADO	DESCRIPCION / UBICACIÓN
1	4 - 20 mA	VLV01	I	Electrovalvula en salida de cerveza
2	4 - 20 mA	VLV05	N	Pocisionador válvula entrada de vapor en etapa calentamiento
3	4 - 20 mA	VLV08	N	Electroválvula en salida de amoniaco en etapa de enfriamiento

I	EQUIPO INSTALADO
N	EQUIPO NUEVO

ANEXO 3

ESPECIFICACIONES DE SENSORES

ANEXO 3

SENSOR DE FLUJO

Se requiere la instalación e integración de un nuevo sensor de flujo para la salida del proceso, su característica es la siguiente:

Tipo de Medición	FLUJO
Sustancia a medir	Cerveza y Agua
Marca	Endress+Hausser
Modelo	Promag 10H22, DN25 1"
Alimentación	85 – 250 VAC; 2 líneas
Salida	4 a 20 mA HART
Rango de Operación	2.5 a 80gal/min
Rango de Temperatura	20 a 130°C
Presión Máxima	16 bar con cualquier tipo de conexión
Tipo de conexión	Tres grapas, 316L/1.4404
Protección	IP67 , Nema 4x

SENSOR DE CONDUCTIVIDAD

Se requiere la instalación e integración de dos sensores de conductividad, uno para poder determinar el producto que está circulando en el circuito principal de pasteurización y el otro para determinar la calidad de la soda utilizada para el CIP, sus características son las siguientes:

Tipo de Medición	CONDUCTIVIDAD SENSOR DE 2 ELECTRODOS
Sustancia a medir	Cerveza y Agua
Marca	Endress+Hausser
Modelo	Condumax H: CLS16D-4C1S1
Rango de Operación	0.04 a 500 uS/cm, c=0.1
Rango de Temperatura	-5 a 120°C
Presión Máxima	12 bar a 20°C y 4 bar a 120°C
Tipo de conexión	Una abrazadera
Protección	IP68

Tipo de Medición	TRANSMISOR DE CONDUCTIVIDAD
Sustancia a medir	Cerveza y Agua
Marca	Endress+Hausser
Modelo	LIQUISYS M: CLM253-CD8110
Alimentación	24V AC/DC
Salida	4 a 20 mA
Rango de Operación	0.001 a 1999 uS/cm, k>=0.05
Rango de Temperatura	-10 a 55°C
Presión Máxima	12 bar a 20°C y 8 bar a 120°C
Tipo de conexión	Montaje en campo
Protección	IP54, IP65

SENSOR DE PRESION

Se requiere la instalación e integración de un nuevo sensor de presión para medir la salida del amoniaco en forma de gas, su característica es la siguiente:

Tipo de Medición	PRESION
Sustancia a medir	Amoniaco en forma de gas
Marca	Johnson Controls
Modelo	PD-P99A-9300
Alimentación	15 a 28 Vdc
Salida	4 a 20 mA
Rango de Operación	-1 a 8 bar
Rango de Temperatura Ambiente	-40 a 125°C
Protección	Con shielded cable L=2m

SENSOR INDUCTIVO

Se requiere la instalación e integración de dos nuevos sensores de presencia inductivos para detectar presencia de codos para conectar el proceso de pasteurización, su característica es la siguiente:

Tipo de Medición	PRESENCIA SWITCH INDUCTIVO
Sustancia a medir	Metal
Marca	SIEMENS
Modelo	BERO 3RG40110AG00
Salida	24Vdc
Rango de Temperatura	-25 a 85°C
Tipo de conexión	Cable
Protección	IP67

SENSOR NIVEL

Se requiere la instalación e integración de siete nuevos sensores de nivel para detectar presencia de producto a nivel alto y bajo, su característica es la siguiente:

Tipo de Medición	SWITCH NIVEL
Sustancia a medir	Líquido: cerveza, agua y soda cáustica
Marca	Endress+Hausser
Modelo	FTL 330 L-RMS2C
Salida	0...55V, máx. 15mA
Rango de Temperatura	-40 a 150°C
Tipo de conexión	Conector o cable
Protección	IP66/IP68

SENSOR DE TEMPERATURA

Se requiere la instalación e integración de un nuevo sensor de presión para medir la salida del amoniaco en forma de gas, su característica es la siguiente:

Tipo de Medición	TEMPERATURA
Sustancia a medir	Cerveza y vapor de agua
Marca	Endress+Hausser
Modelo	TR44-CH9F3T3H33GA0
Salida	4 a 20 mA
Rango de Operación	Hasta los 40bar
Rango de Temperatura	0 a 150°C
Protección	IP 68

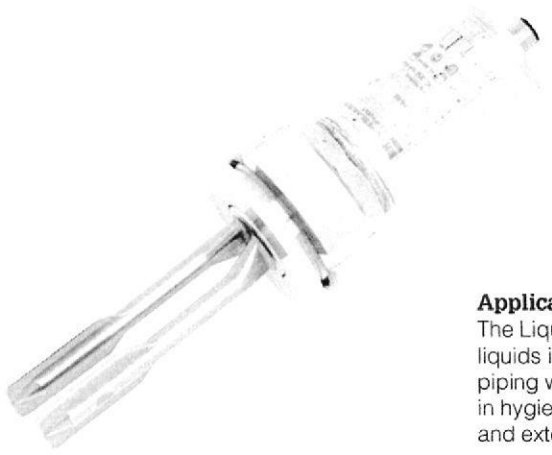
ANEXO 4

HOJAS TÉCNICAS DE SENSORES

Technical
Information
TI 282F/00/en

Level Limit Switch
liquiphant FTL 330 H

Vibration limit switch for liquid foodstuffs and pharmaceuticals Compact design with welded housing in stainless steel

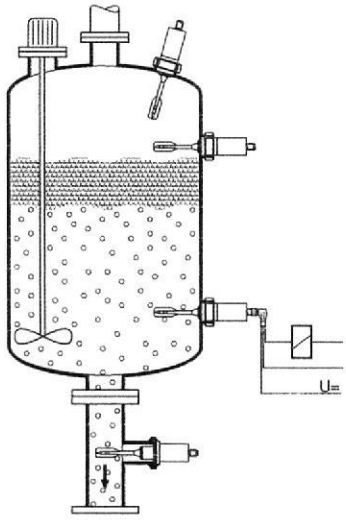


Application
The Liquiphant is a limit switch for liquids in storage tanks, agitators and piping where especially high standards in hygiene are demanded both internally and externally.

It can also be used in systems where other measuring principles cannot be used:
e.g. for pastes, build-up, turbulence, liquid flow, gas bubbles and rapid temperature variations when cleaning.

Features and Benefits
- Stainless steel housing, welded, with M 12x1 round plug connector, ingress protection IP 66/68: always water-tight even when submerged for many hours or after intensive cleaning
- Small slender design: low space requirement, easy mounting in places with limited access
- Large selection of process connections: easy to install in existing plants
- Switching status and external testing: simple control

Measuring system
The Liquiphant FTL 330 H compact limit switch: programmable logic controllers (PLC), contactors or magnetic valves can be directly connected



Endress+Hauser
The Power of Know How

Function
Dimensions
Product Structure
Connection

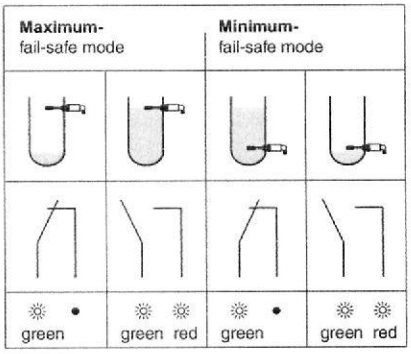
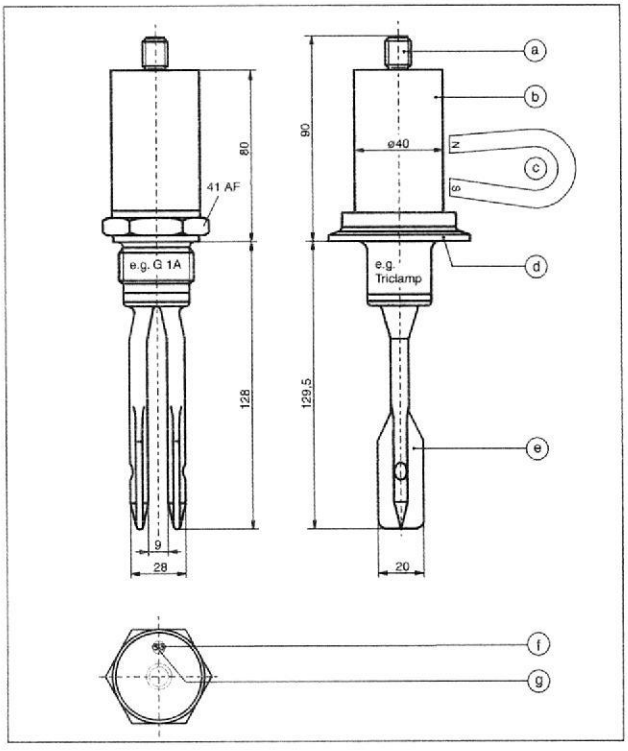


Diagram showing function of the switching transistor and LEDs

The symmetrical vibrating fork is excited to its resonance frequency which changes when the fork is submerged in liquid. The change is registered by the electronics, which actuate an electronic switch at the PNP output.

The Liquiphant FTL 330 H can be operated in both minimum and fail-safe mode, i.e. the switching transistor blocks on reaching the limit value, in cases of fault or a loss of power.



a) Electrical connection with M 12x1 round plug connection (IP 66/68).

b) Welded housing in stainless steel

c) A magnet (directly on the housing) enables the switching function to be checked from outside the unit

d) Process connection versions, all in stainless steel
see Page 3

e) Vibrating fork in solid stainless steel

f) Red LED to indicate switching "circuit open"

g) Green LED "stand-by"

100 mm = 3.94 in

FTL 330 H **Level limit switch** Product Structure

Certificate **Weigth**

R Standard

Process Connection

1	Threaded boss 1 - 1½ NPT (tapered)	0,23 kg
G	Threaded boss G 1 A (parallel)*	0,23 kg
F	Flush-mounted for weld-in adapter*	0,50 kg
U	Tri-clamp 1½"	0,22 kg
T	Tri-clamp 2"	0,31 kg
M	Sanitary thread DN 50	0,73 kg

* see accessories

Sensor Surface

A Standard finish (with process connection 1, G only)
B Polished, surface finish < 1.5 µm
S Highly polished, surface finish < 0.5 µm
(with process connections F, U, T, M only)

Electronics

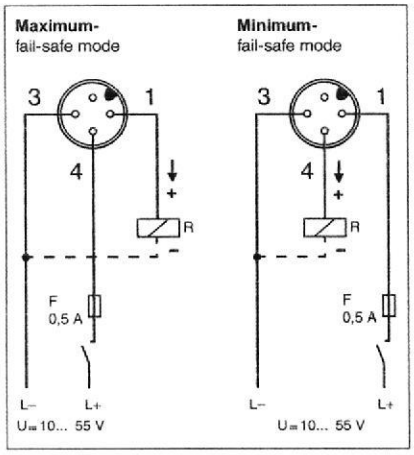
2 Three-wire DC connection (PNP) 10 ... 55 V
Switching delay 0.5 / 1.0 s
3 Three-wire DC connection (PNP) 10 ... 55 V
Switching delay 0.5 / 0.5 s

Version

0 Standard
9 Others

FTL 330 H- [ ][ ][ ][ ][ ][ ] Full product designation

1 kg = 2.2 lbs



Electrical connection depending on fail-safe mode

Seen on the pins of the round plug connector

R = external load, e.g. PLC or contactor

No ground connection; protection with indirect contact according to EN 60204-1 and EN 61010-1 ⧈

Series P99
Electronic pressure Transducer

Introduction

The P99 Series Pressure Transducers are solid-state electronic devices suitable for use with air, water, non-corrosive refrigerants and ammonia. The P99 Series features rugged stainless steel construction in a lightweight and compact housing. The 1/4" male and female flare fitting speeds installation and provides easy pressure port mounting. They can be used with controllers that can provide a supply voltage between 15 and 28 V dc, and accept an input voltage of 0 to 10 V dc, or 4 to 20 mA.



P99 Electronic Pressure Transducer

Typical applications include:
-computer room air conditioning
-commercial refrigeration fixtures
-compressor rack controllers
-food service equipment

Feature and Benefits	
❑ **Direct mount**	Speeds installation and reduces cost
❑ **Lightweight and Compact**	Allows for mounting by pressure port alone; no additional hardware required
❑ **Rugged stainless steel construction**	Provides durability for use with water, ammonia and most non-corrosive refrigerants
❑ **Environmentally sealed transducer electronics**	Prevents problems due to condensation
❑ **No O-ring seals**	No parts which are susceptible to leakage
❑ **SMD technology**	Shock and vibration resistant electronics
❑ **Piezo resistive principle pressure sensitive chip**	Great longtime stability and highly reliable

© 1997 Johnson Controls Inc.

Description

Within the P99, a pressure-sensitive chip, (located in a oil-filled cavity between the stainless steel pressure diaphragm and the solid base), converts the sensed pressure to an electrical signal.
A signal conditioning chip, also inside the transducer, converts the electrical signal produced by the pressure sensitive chip to an output signal of 0 to 10 V dc or 4 to 20 mA. This linear output signal is proportional to the sensed pressure within the range of the transducer (see page 2 output curves).

Mounting

The pressure transducers may be mounted in any convenient location provided that ambient temperature is within -20 to +65 °C. When there are no severe pulsations and/or vibrations the models with a female connection may be mounted directly to the machine. When this is not the case, use models with male connectors. These should be connected using a capillary having a minimum length of 90 cm with a maximum inside diameter of 1.6 mm.

Important:

All P99 Series Transducers are designed for use only in conjunction with operating controls Where an operating control failure would result in personal injury and/or loss of property, it is the responsibility of the installer to add devices or systems that protect against, or warn of, control failure.

Wiring

The standard models have 2 m shielded cable. Terminal and wiring identification

P99 wire colour	P99V models	P99A models
Brown	VDC (+)	VDC(+)
Green	COM(-)	COM(-)
White	sensor output	

The shield has to be connected to the - (or common) terminal of the control.

Gauge pressure output curves

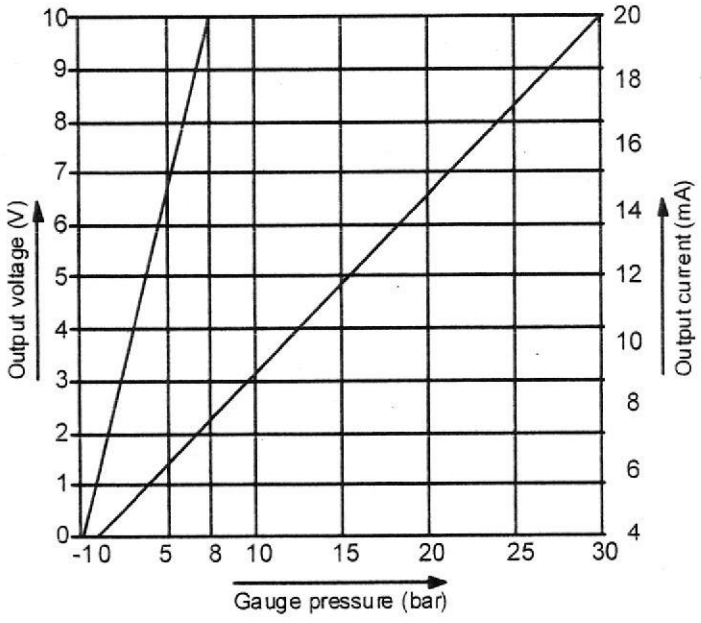


Fig. 1
P99 models
Gauge pressure VS output curve

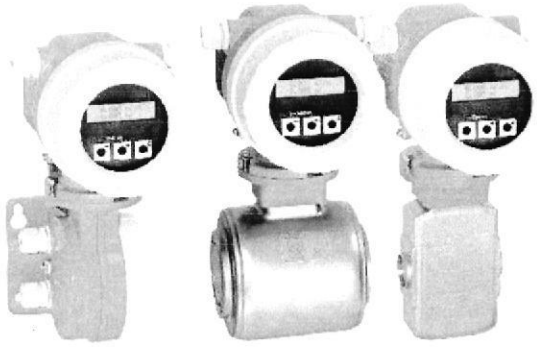
© 1997 Johnson Controls Inc.

Füllstand | Druck | Durchfluss | Temperatur | Flüssigkeits-analyse | Registrierung | Systeme Komponenten | Services | Solutions

Technical Information

Proline Promag 10H

Electromagnetic Flow Measuring System
Flow measurement of liquids in hygienic, food or process applications



Application
Electromagnetic flowmeter for bidirectional measurement of liquids with a minimum conductivity of ≥ 50 µS/cm:

- Beverages, e.g. fruit juice, beer, wine
- Dairy products, fruit mixes
- Saline solutions
- Acids, alkalis, etc.

- Flow measurement up to 4,700 m³/h
- Fluid temperature up to +150 °C
- Process pressures up to 40 bar
- CIP-/SIP cleaning

Approvals in food sector/hygiene sector:
- 3A approval, EHEDG-tested, conform to FDA

Application-specific lining material:
- PFA

Your benefits
Promag measuring devices offer you cost-effective flow measurement with a high degree of accuracy for a wide range of process conditions.

The uniform Proline transmitter concept comprises:
- High degree of reliability and measuring stability
- Uniform operating concept

The tried-and-tested Promag sensors offer:
- No pressure loss
- Not sensitive to vibrations
- Simple installation and commissioning

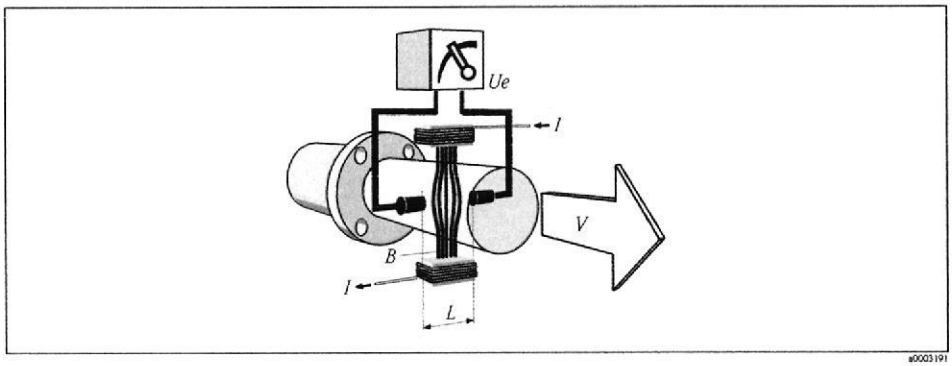
TI095D/06/en/06.05
50104876

Endress+Hauser
People for Process Automation

Function and system design

Measuring principle

Following *Faraday's law of magnetic induction*, a voltage is induced in a conductor moving through a magnetic field.
In the electromagnetic measuring principle, the flowing medium is the moving conductor.
The voltage induced is proportional to the flow velocity and is supplied to the amplifier by means of two measuring electrodes. The flow volume is calculated by means of the pipe cross-sectional area. The DC magnetic field is created through a switched direct current of alternating polarity.



$Ue = B \cdot L \cdot v$
$Q = A \cdot v$

Ue	*Induced voltage*
B	*Magnetic induction (magnetic field)*
L	*Electrode spacing*
v	*Flow velocity*
Q	*Volume flow*
A	*Pipe cross-section*
I	*Current strength*

Measuring system

The measuring system consists of a transmitter and a sensor.
Two versions are available:
- Compact version: Transmitter and sensor form a mechanical unit.
- Remote version: Sensor is mounted separate from the transmitter.

Transmitter:
- Promag 10 (key operation, two-line, unilluminated display)

Sensor:
- Promag H (DN 2...100)

Input

Measured variable

Flow velocity (proportional to induced voltage)

Measuring ranges

Measuring ranges for liquids

Typically v = 0.01...10 m/s with the specified accuracy

Operable flow range

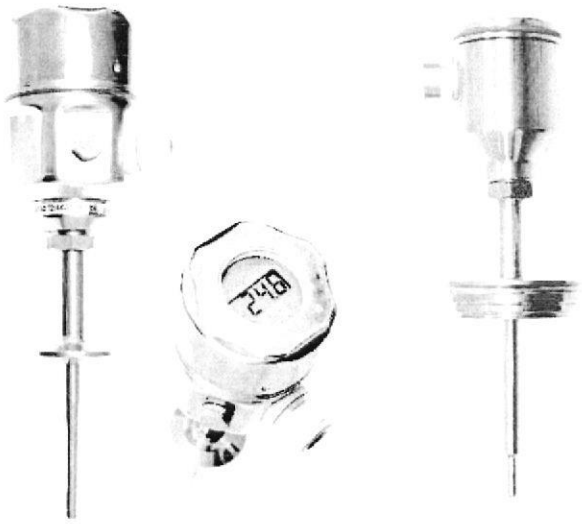
Over 1000 : 1

Level | Pressure | Flow | Temperature | Liquid Analysis | Registration | Systems Components | Services | Solutions

Technical Information

omnigrad M TR 44, TR 45

Hygienic RTD temperature sensor assembly
With or without thermowell and M.I. replaceable insert
PCP (4...20 mA), HART® or PROFIBUS-PA® electronic safety



The Omnigrad M type TR 44 and TR 45 temperature sensors are resistance thermometers especially designed for hygienic applications (food, pharmaceutical and fine chemicals industry).
They consists of a measurement probe with (TR 45) or without (TR 44) a protection well, and a housing, which may contain the transmitter for the conversion of the measured variable.
Due to their modular design, TR 44 and TR 45 fit to all sanitary industrial processes

3-A® 74-02

CERTIFIED EHEDG TYPE EL

Features and benefits

- 3-A® and EHEDG certification
- SS 316L/1.4435 for "wetted" parts (BN 2 compliance on request)
- Most common hygienic process connections supplied as standard; other on request
- Customized immersion length
- Small probe diameter or reduced tip for fast response time (TR 44)
- Tapered or reduced tip and thermoconductive paste for fast response time (TR45)
- Surface finishing down to Ra < 0.4 mm, with or without electropolishing
- Stainless steel, aluminum or plastic housing, all of which are easily cleanable and IP65 to IP67
- Replaceable mineral insulated insert (TR 45), which is installed inside the thermowell, avoids plant shut down during the substitution or the verification of the instrument
- PCP (4...20 mA, also with enhanced accuracy), HART® and PROFIBUS-PA® 2-wire transmitters
- Pt100 sensing element with class A accuracy (DIN EN 60751) or 1/3 DIN B
- Double Pt100, for redundancy purposes
- Pt100 with 4 wires connection, double Pt100 with 3 wires
- ATEX 1 or 1/2 GD EEx ia certification (TR 45)
- Material certification (3.1.B, ...)
- EA calibration certificate
- Ferrite content determination
- Sensor matching calibration

TI244T/02/en
N° 60018846

Endress+Hauser

People for Process Automation

Electronics

The required type of output signal can be obtained by choosing the right head-mounted transmitter.
Endress + Hauser supplies state-of-the-art transmitters (iTEMP® series) built in 2-wire technology and with 4...20 mA, HART® or PROFIBUS-PA® output signal. All the transmitters are easily programmable with a personal computer through the ReadWin® 2000 public domain software (for 4...20 mA and HART® transmitters) or CommuWin II software (for PROFIBUS-PA® transmitters).
HART® transmitters can be programmed also with the DXR 275 (Universal HART® Communicator) hand-held operating module.
A PCP (4...20 mA) model (TMT 180) with enhanced accuracy is available and is particularly suitable for hygienic applications.
E+H recommends the use of PROFIBUS dedicated connectors in the case of PROFIBUS-PA® transmitters. The Weidmüller type (Pg 13.5 - M12) is provided as standard option.
For detailed information regarding transmitters, please refer to the relevant documentation (see TI codes at the end of this document).
If a head-mounted transmitter is not employed, the sensor probe can be connected through the terminal block to a remote converter (i.e. DIN rail transmitter).

Performance

Operating conditions

Ambient temperature (housing without head-mounted transmitter):
- metal housings -40÷130°C
- plastic housings -40÷85°C

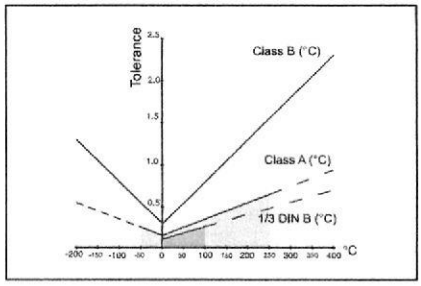
Ambient temperature (housing with head-mounted transmitter) -40÷85°C
Ambient temperature (housing with display) -20÷70°C
Process temperature
The measurement range (see below) can be limited due to the the gasket employed in the process connection.
Maximum process pressure:
- TR 44, TR 45 5 MPa (50 bar) at 20°C
- TR 44, TR 45 3.3 MPa (33 bar) at 250°C
- TR 45 2.4 MPa (24 bar) at 400°C

Lower maximum pressures can be due to the process connection (i.e. clamp, ...).
Maximum flow velocity
The highest flow velocity tolerated by the sensor stem diminishes with increasing lengths of the well/probe exposed to the stream of fluid.
Shock and vibration resistance
According to DIN EN 60751 3 g peak / 10÷500 Hz

Accuracy

Probe maximum error
- cl. A
  - 3σ = 0.15+0.0020|t| -50...250°C
  - 3σ = 0.30+0.0050|t| 250...400°C
- cl. 1/3 DIN B
  - 3σ = 0.10+0.0017|t| 0...100°C
  - 3σ = 0.15+0.0020|t| -50...0 / 100...250°C
  - 3σ = 0.30+0.0050|t| 250...400°C

(|t| = absolute value of temperature in °C)



Transmitter maximum error See relevant documentation (codes at the end of this document)
Display maximum error 0.1% of the set span + 1 digit
The "4 wires" configuration ensures no additional errors in case of long connecting cables (without head-mounted transmitter). Generally speaking, there is a higher guarantee of accuracy in the "4 wires" configuration.

Measurement range

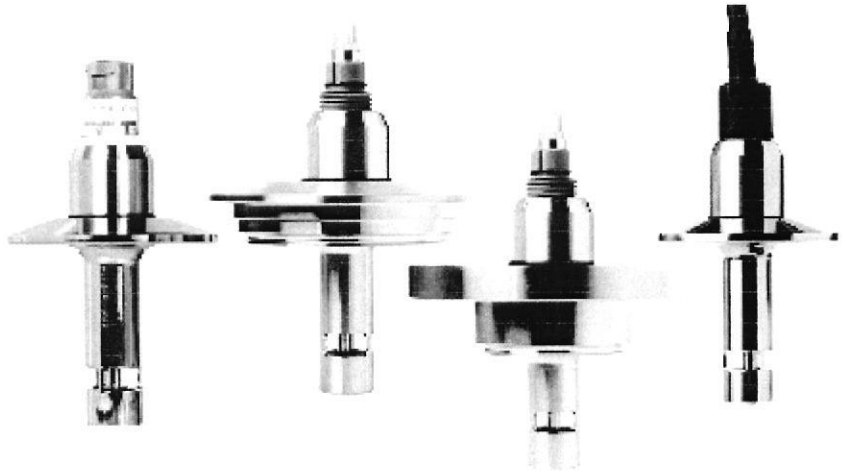
- TR 44 -50...250°C
- TR 45 -50...400°C

Level | Pressure | Flow | Temperature | Liquid Analysis | Registration | Systems Components | Services | Solutions

Technical Information

Condumax H CLS16 and CLS16D

Hygienic conductivity sensor, analog or digital with Memosens technology, cell constant k = 0.1 cm^{-1}



Application

Measurement in pure and ultrapure water:
- Monitoring ion exchangers
- Reverse osmosis
- Distillation
- Electro-deionizing
- WFI (Water for Injection) in the pharmaceutical industry

The cell constant k of the sensor is 0.1 cm^{-1}. The measuring range reaches from 0.04 to 500 µS/cm.

Sensors with integrated temperature sensors are used with transmitters with automatic temperature compensation:
- Liquiline M CM42
- Mycom S CLM153
- Liquisys M CLM223/253

For measurement of resistivity, MΩ · cm measuring ranges are available in the menus of these transmitters.

Your benefits

- High measuring accuracy as cell constant is individually measured
- Hygienic process connections for installation in pipes or flow chambers
- Plug-in head (IP 68) / fixed cable (IP 67)
- Easy to clean thanks to electro-polished measuring surfaces
- Can be sterilized up to 150 °C (302 °F)
- Stainless steel 1.4435 (AISI 316L), meets the highest demands of the pharmaceutical industry
- Quality certificate stating the individual cell constant
- 3-A certificate
- Certified according to EHEDG Document 8
- Available with biological reactivity test certificate according to USP (United States Pharmacopeia) Part 87 and 88 Class VI
- Available with inspection certificate according to EN 10204-3.1

Further benefits offered by Memosens technology

- Maximum process safety through contactless inductive signal transmission
- Data safety through digital data transmission
- Easy handling thanks to storage of sensor-specific data
- Predictive maintenance possible thanks to registration of sensor load data

TI227C/07/en/05.07
51503431

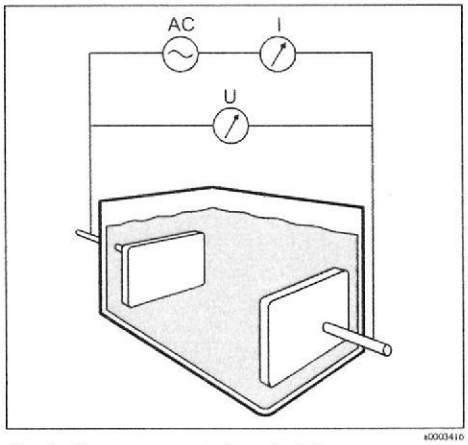
Endress+Hauser

People for Process Automation

Function and system design

Measuring principle

Conductive measurement of conductivity



Conductive measurement of conductivity

AC *Power supply*
I *Current meter*
U *Voltage meter*

The conductivity of liquids is measured with the following measurement setup: Two electrodes are immersed in the medium. An AC voltage is applied to these electrodes which generates a current in the medium.
The electric resistance or its reciprocal value, the conductance G, is calculated according to Ohm's law. The specific conductivity κ is determined using the cell constant k that is dependent on the sensor geometry.

General properties

- **Electrodes**
  The sensor has coaxially arranged measuring electrodes made of electro-polished, stainless steel 1.4435 (AISI 316L).
- **Temperature measurement**
  A temperature sensor is installed in the inside electrode to measure the medium temperature.
- **Durable and sterilizable**
  - The sensors are pressure-proof up to 12 bar at 20 °C (180 psi at 68 °F).
  - They are underpressure-proof down to 0.1 bar at 20 °C (1.5 psi at 68 °F).
  - They are suitable for continuous operation at the following temperatures:
    CLS16: up to 120 °C at 8 bar (248 °F at 116 psi)
    CLS16D: up to 100 °C at 8 bar (212 °F at 116 psi)
  - The sensors are sterilizable up to 150 °C at 5 bar (302 °F at 72.5 psi), 45 min.

Important properties CLS16D

Maximum process safety

The inductive and non-contacting measured value transmission of Memosens guarantees maximum process safety and offers the following benefits:

- All problems caused by moisture are eliminated.
  - The plug-in connection is free from corrosion.
  - Measured value distortion from moisture is not possible.
  - The plug-in system can even be connected under water.
- The transmitter is galvanically decoupled from the medium.
- EMC safety is guaranteed by screening measures for the digital measured value transmission.

Data safety through digital data transfer

The Memosens technology digitalizes the measured values in the sensor and transfers them to the transmitter contactlessly and free from interference potential. The result:

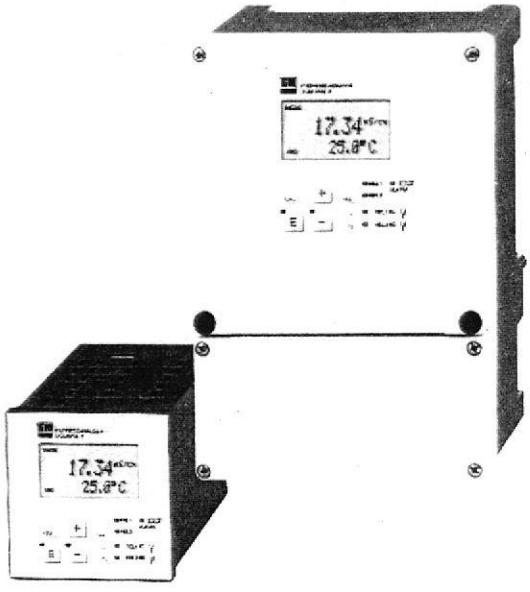
- An automatic error message is generated if the sensor fails or the connection between sensor and transmitter is interrupted.
- The availability of the measuring point is dramatically increased by immediate error detection.
- Application in hazardous areas is unproblematic; the integrated electronics are intrinsically safe.

Level | Pressure | Flow | Temperature | Liquid Analysis | Registration | Systems Components | Services | Solutions

Technical Information

Liquisys M CLM223/253

Conductivity/Resistivity Measurement
Transmitter for conductive and inductive sensors



Application

The modular design of the Liquisys M CLM223/253 allows easy adaption of the transmitter to a variety of customer requirements. Starting with the basic version for "measurement and alarm generation", the transmitter can be equipped with additional software and hardware modules for special applications. These modules can also be retrofitted as required.

Application

- Ultrapure water
- Water treatment
- Ion exchanger, reverse osmosis
- Cooling water desalinisation

Your benefits

- Field or panel-mounted housing
- Universal application
- Simple handling
  - Logically arranged menu structure
  - Ultrasimple two-point calibration
- Safe operation
  - Overvoltage (lightning) protection
  - Direct access for manual contact control
  - User-defined alarm configuration

The basic unit can be extended with:

- 2 or 4 additional contacts for use as:
  - Limit contacts (also for temperature)
  - P(ID) controller
  - Timer for simple rinse processes
  - Complete cleaning with Chemoclean
- Plus package:
  - User defined current output characteristics
  - Automatic cleaning trigger on alarm or limit violation
  - Ultrapure water monitoring acc. to USP (United States Pharmacopeia) and EP (European Pharmacopoeia) (conductive)
  - Polarisation detection (conductive)
  - Concentration measurement
  - Temperature compensation via table
  - Process Check System (PCS): live check of the sensor
  - Adaptive calibration with installation factor (inductive)
- HART® or PROFIBUS-PA/-DP
- 2nd current output for temperature, main measured value or actuating variable
- Current input for flow rate monitoring with controller shut off or for feedforward control

TI193C/07/en/09.05
51500279

Endress+Hauser

People for Process Automation

Function and system design

Features of the basic version

Conductive or inductive

Two instrument versions for measurement with conductive (two electrode) sensors or inductive sensors are available. The use of inductive sensors that are less sensitive to soiling than conductive sensors is recommended for high conductivity measurement, concentration measurement or adhering media.

Measuring of conductivity and resistivity (conductive)

This is selected via the menu. During measurement, the value measured can be displayed in the other measuring mode. The temperature is displayed at the same time or, if desired, not shown at all.

Temperature compensation

The following temperature compensation selections are available:

- Linear
- NaCl curve according to IEC 746
- Ultrapure water NaCl (neutral compensation)
- Ultrapure water HCl (acid compensation, also ammonia)

The **reference temperature** is user defined, the standard value is 25 °C (77 °F).

Configuration

Different alarms are required depending on application and operator. Therefore the transmitter permits independent **configuration of the alarm contact and error current** for each individual error. Unnecessary or undesirable alarms can be suppressed in this manner. **Up to four contacts** can be used as limit contacts (also for temperature), to implement a P(ID) controller or for cleaning functions.
Direct **manual operation of the contacts** (bypassing the menu) provides quick access to limit, control or cleaning contacts, permitting speedy correction of deviations.
The **serial numbers** of the instrument and modules and the order code can be called up on the display.
The cell constant can be edited and even **calibrated** for demanding special applications.

Additional functions of the plus package

Current output configuration

In order to output wide measuring ranges while still achieving a high resolution in specific ranges, the **current output** can be configured as required via a table. This permits **bilinear** or **quasi-logarithmic** curves, etc.

Polarisation detection

Polarisation effects in the boundary layer between the sensor and the medium to be measured limit the measuring range of conductive conductivity sensors.
The transmitter can detect polarisation effects using an innovative, intelligent signal evaluation process.

Process Check System (PCS)

This function checks the measuring signal for stagnation. If the measuring signal does not change for some time (several measured values), an alarm is triggered. Soiling, blockage or similar could be the cause of such behaviour.

Ultrapure water monitoring acc. to USP (United States Pharmacopeia) and EP (European Pharmacopoeia)

Ultrapure water monitoring according to USP <645> and EP means that the uncompensated conductivity and the temperature are measured and compared to a table.
The transmitter (conductive with additional contacts) comes with the following functions:

- Monitoring of "Water for Injection" (WFI) according to USP and EP
- Monitoring of "Highliy Purified Water" (HPW) according to EP
- Monitoring of "Purified Water" (PW) according to EP

The **user-adjustable pre-alarm** indicates undesirable operating values in due time. Full compliance with USP or EP requires the use of a precisely calibrated sensor, for example, the CLS16.

Concentration measuring

The conversion from conductivity to concentration is effected using four user-definable **concentration curves.** This permits concentrations to be displayed in %, ppm, mg/l or TDS (total dissolved solids).

Adaptive calibration for determination of the installation factor (inductive)

Inductive measuring sensors must normally be installed in pipes at a required minimum distance from the pipe wall. If this minimum distance is not observed, the measured value changes. The built-in adaptive calibration using the **installation factor** allows you to compensate for this once the sensor is installed.

Second current output

The second current output can be configured for temperature, main measured value (conductivity, resistivity, concentration) or actuating variable.

Current input

The current input of the transmitter allows two different applications: controller shut-down in case of lower flow rate violation or total failure in the main flow as well as feedforward control. Both functions are also combinable.

Explosion proof versions for zone 2

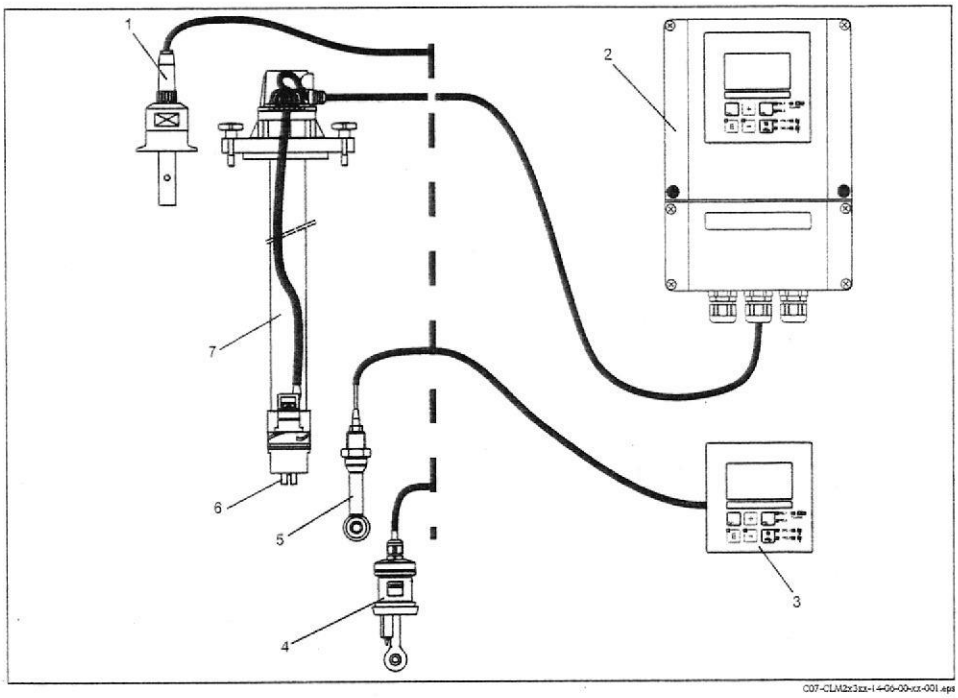
Application of transmitter and sensor in hazardous area zone 2	Field housing CLM253 with power supply 24 V
Application of transmitter as related electrical equipment in non-hazardous area or in simple pressurised apparatus; application of sensor in hazardous area zone 2	Field housing CLM253 with power supply 230 V or Panel mounted housing CLM223 with power supply 230 V or 24 V

Remarks:
- Permissible sensors: all conductive conductivity sensors, inductive sensors CLS50 (Non-Ex version) and CLS52.
- Do not use blue sensor cables. Electric circuits are not intrinsically safe according to EN 50039.

Measuring system

A complete measuring systems comprises:
- The transmitter Liquisys M CLM223 or CLM253
- A sensor with or without an integrated temperature sensor
- A measuring cable CYK71 (conductive), CPK9 for Condumax H CLS16 or CLK5 (inductive)

Options: extension cable, junction box VBM



Complete measuring system Liquisys M CLM223/253

1 Conductive sensor CLS15
2 Liquisys M CLM253
3 Liquisys M CLM223
4 Inductive sensor CLS52
5 Inductive sensor CLS50
6 Conductive sensor CLS21
7 Immersion assembly CLA111

Input

Measured variables	Conductivity, resistivity, temperature	
Measuring range	Conductivity (conductive):	0 ... 60 mS/cm (uncompensated)
	Conductivity (inductive):	0 ... 2000 mS/cm (uncompensated)
	Resistivity:	0 ... 200 MΩ·cm
	Concentration:	0 ... 9999 (%, ppm, mg/l, TDS)
	Temperature:	-35 ... +250 °C (-31 ... +482 °F)
Cable specification	Cable length (conductive):	conductivity: max. 100 m (328.1 ft) (CYK71) resistivity: max 15 m (49.22 ft) (CYK71)
	Cable length (inductive):	max 55 m (180.46 ft) (CLK5)
	Cable resistance CYK71:	165 Ω/km (conductivity measurement)
Cell constant	Adjustable cell constant:	k = 0.0025 ... 99.99 cm^{-1}
Temperature sensors	Pt 100, Pt 1000, NTC 30K	
Measuring frequency	Conductivity, resistivity (conductive):	170 Hz ... 2 kHz
	Conductivity (inductive):	2 kHz
Binary inputs	Voltage:	10 ... 50 V
	Power consumption:	max. 10 mA
Current input	4 ... 20 mA, galvanically separated Load: 260 Ω at 20 mA (voltage drop 5.2 V)	

Output

Current range	0/4 ... 20 mA, galvanically separated, active	
Error current	2.4 or 22 mA in case of an error	
Load	maximum 500 Ω	
Linearisation transmission behaviour	Conductivity:	adjustable
	Resistivity:	adjustable
	Concentration:	adjustable
	Actuating variable:	adjustable
	Temperature:	adjustable
Resolution	max. 700 digits/mA	

Min. distance for 0 / 4 ... 20 mA signal	Conductivity:	
	Measured value 0 ... 1.999 µS/cm	0.2 µS/cm
	Measured value 0 ... 19.99 µS/cm	2 µS/cm
	Measured value 20 ... 199.9 µS/cm	20 µS/cm
	Measured value 200 ... 1999 µS/cm	200 µS/cm
	Measured value 2 ... 19.99 mS/cm	2 mS/cm
	Measured value 20 ... 2000 mS/cm	20 mS/cm
	Resistivity	
	Measured value 0 ... 199.9 kΩ·cm	20 kΩ·cm
	Measured value 200 ... 1999 kΩ·cm	200 kΩ·cm
	Measured value 2 ... 19.99 MΩ·cm	2.0 MΩ·cm
	Measured value 20 ... 200 MΩ·cm	20 MΩ·cm
	Concentration	no minimum distance
	Temperature	15 °C
Isolation voltage	max. 350 V_{RMS}/500 V DC	
Overvoltage protection	according to EN 61000-4-5	
Auxiliary voltage output	Output voltage:	15 V ± 0.6
	Output current:	max. 10 mA
Contact outputs	Switching current with ohmic load (cos φ = 1):	max. 2 A
	Switching current with inductive load (cos φ = 0.4):	max. 2 A
	Switching voltage:	max. 250 V AC, 30 V DC
	Switching power with ohmic load (cos φ = 1):	max. 500 VA AC, 60 W DC
	Switching power with inductive load (cos φ = 0.4):	max. 500 VA AC, 60 W DC
Limit contactor	Pickup/dropout delay:	0 ... 2000 s
Controller	Function (adjustable):	pulse length/pulse frequency controller
	Controller response:	PID
	Control gain K_p:	0.01 ... 20.00
	Integral action time T_n:	0.0 ... 999.9 min
	Derivative action time T_v:	0.0 ... 999.9 min
	Period for pulse length controller:	0.5 ... 999.9 s
	Frequency for pulse frequency controller:	60 ... 180 min^{-1}
	Basic load:	0 ... 40% of max. set value
Alarm	Function (selectable):	Latching/momentary contact
	Alarm threshold adjustment range:	Conductivity, resistivity, concentration, temperature, USP, EP: complete measuring range
	Alarm delay:	0 ... 2000 s (min)

Technical data: Inductive proximity switch BERO 3RG4

3RG40110AG00	Normally open Schließer	Cable Kabel (eingegossen)
3RG40113AG00	Normally open Schließer	Connector M12 Stecker M12
3RG40117AG00	Normally open Schließer	Connector M8 Stecker M8
3RG40110AF00	Normally closed Öffner	Cable Kabel (eingegossen)
3RG40113AF00	Normally closed Öffner	Connector M12 Stecker M12
3RG40117AF00	Normally closed Öffner	Connector M8 Stecker M8

Size/Bauform		:	cylindrical M8/zylindrisch M8
Mounting/Einbau		:	embeddable/bündig
Operating distance/Schaltabstand			
Rated operating distance/ Bemessungsschaltabstand	sn	:	1,0 mm
Effective operating distance/ Realschaltabstand	sr	:	0,90 ... 1,40 mm
Assured operating distance/ Gesicherter Schaltabstand	sa	:	0,81 mm
Standard target mild steel/ Meßplatte Stahlfahne St 37		:	8 x 8 x 1 mm
Repeat accuracy/Reproduzierbarkeit	R	:	0,10 mm
Hysteresis/Hysterese	H	:	0,01 ... 0,28 mm
Reduction factors/Reduktionsfaktoren		:	Al: 0,38 Cu: 0,20 Ms: 0,45 Stainl. steel/Edelst.: 0,80
Power supply voltage/ Versorgungsspannung			
Rated operational voltage/ Bemessungsbetriebsspannung	Ue	:	24 V DC
Operating voltage range/ Betriebsspannungsbereich	UB	:	15... 34V DC
No-load supply current/Leerlaufstrom	Io	:	17 mA (24 V DC); 30 mA (34 V DC)
max. ripple content/zul. Restwelligkeit		:	10%
Output/Ausgang			
Output/Ausgangsart		:	3 wire DC pnp/3Leiter DC pnp
Rated operational current/ Bemessungbetriebsstrom	Ie	:	200 mA (to/bis 50 Cel); 150 mA (to/bis 85 Cel)
Output voltage drop/Spannungsfall max.	Ud	:	2,5 V
Off-state current/Reststrom		:	0,01 mA
Short-circuit strength/Kurzschlußfestigkeit		:	built-in/eingebaut
Overload withstand capability/ Überlastfestigkeit		:	built-in/eingebaut
Times/Zeiten			
Frequency of operating cycles/ Schaltfrequenz	f	:	1500 Hz
Time delay before availability/ Bereitschaftsverzug	tv	:	40 ms

CIB - ESPOL

Temperatures/Temperaturen

Rated temperature/ Bemessungstemperatur	Tu	:	25 Cel
Ambient temperature range/ zul. Umgebungstemperatur	Ta	:	-25...+85 Cel
Storage temperature range/ zul. Lagertemperatur	Ts	:	-40...+85 Cel

Electrical protections/ Elektrische Schutzmaßnahmen, EMV

Reverse voltage protection/ Verpolungsschutz	:	built-in/eingebaut
Wire breakage protection/ Drahtbruchsicherheit	:	built-in/eingebaut
Inductive overvoltage/Induktionsschutz	:	built-in/eingebaut
Spurious switch-on pulse/ Einschaltfehlimpuls	:	suppressed/unterdrückt

IEC 61000-4-2	4 kV
ENV 50140	20 V/m
IEC 61000-4-4	4 kV
IEC 60255-5	1 kV
IEC 61000-4-4 (coupled directly/direkt aufgekoppelt)	2 kV

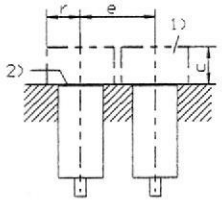
Mechanical protections/ Mechanische Schutzmaßnahmen

Degree of protection/Schutzart	:	IP 67
Shock/Schockbeanspruchung	:	30 x g; 18 ms duration/Einwirkdauer
Vibration/Schwingbeanspruchung	:	10 bis 55 Hz, 1mm amplitude/Amplitude
Max. tightening torque/ max.Anzugsdrehmoment	:	5 Nm

Indicators/Anzeigen : LED (switching status/Schaltzustand)

Mounting conditions/ Einbaubedingungen

Side-by-side mounting possibility/ Aneinanderreihbarkeit	e>	12 mm
	r>	4 mm
Influence metallic surroundings/ Einfluß metallischer Umgebung	g>	--
	w>	--
	c>	3 mm



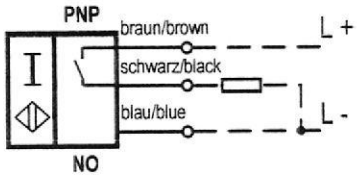
Max. Cable length/
max. zulässige Leitungslänge : 300 m

Constructive characteristics/ Konstruktive Merkmale

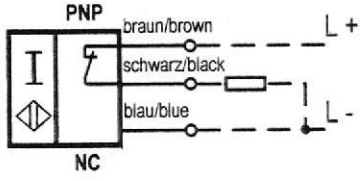
Housing material/Gehäuse	:	stainless steel/Edelstahl 1.4305
Cable type/Leitungstyp	:	3 x 0,25 qmm, PUR LiYY11Y
Cable length/Leitungslänge, eingegossen	:	2 m
Sensing face/Ansprechfläche	:	front side/stirnseitig
Weight/Gewicht	:	Cable/Kabel: 0,07 kg, Connector/Stecker: 0,02 kg

Remarks/Bemerkungen:
1) free space/Freiraum
2) sensing face/aktive Fläche

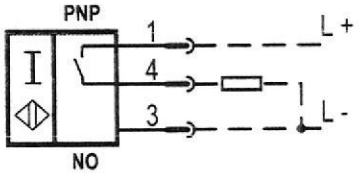
3RG40110AG00:



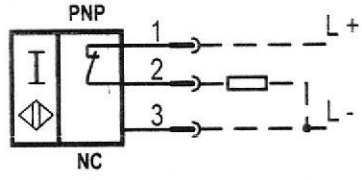
3RG40110AF00:



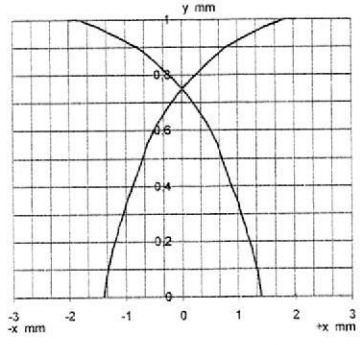
3RG40113AG00 / 3RG40117AG00:



3RG40113AF00 / 3RG40117AF00:



Response characteristics / Ansprechkennlinie:



ANEXO 5

HOJAS TECNICAS DE VALVULAS Y POSICIONADORES

E²V - Valvola di espansione elettronica / Electronic expansion valve / Soupape à détente électrique / Elektronisches Expansionsventil / Válvula de expansión electrónica

CAREL

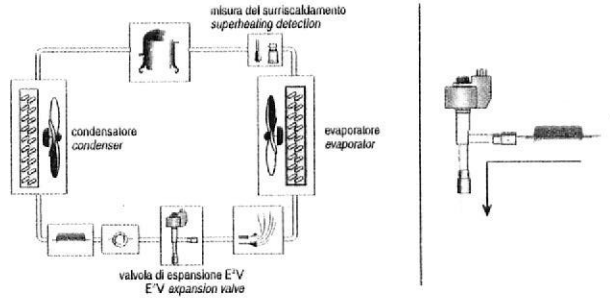


LEGGI E CONSERVA QUESTE ISTRUZIONI
READ AND SAVE THESE INSTRUCTIONS

Per ulteriori informazioni, consultare la "Guida al sistema EEV" (codice +0302208I0) disponibile sul sito www.carel.com, alla sezione "documentazione".

For more information, read the "EEV systems operating manual (code +0302208I1) before installing this product. The manual is available in the "documentation" download area at www.carel.com.

Posizionamento / Positioning



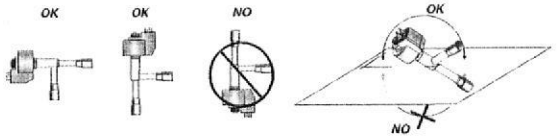


Fig.1

Saldatura e manipolazione / Welding and handling

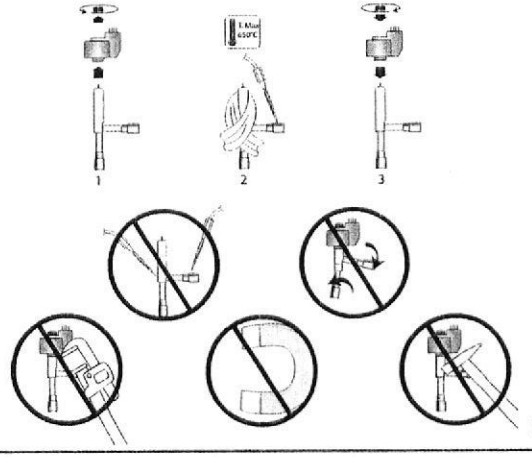


Fig 2

(ITA) Caratteristiche generali

La valvola elettronica E²V è destinata all'installazione in circuiti frigoriferi come dispositivo di espansione per il fluido refrigerante utilizzando come segnale di regolazione il surriscaldamento calcolato tramite una sonda di pressione ed una di temperatura poste entrambe all'uscita dell'evaporatore. Per il pilotaggio delle E²V è raccomandato l'uso di strumenti CAREL.

Non utilizzare le valvole E²V al di fuori delle condizioni operative riportate di seguito.

Posizionamento

Le valvole E²V essendo bidirezionali possono essere installate con l'ingresso del refrigerante dalla connessione laterale (vedi Fig. 1) o dal basso.

Installare sempre un filtro meccanico prima dell'ingresso del refrigerante sia con valvole a saldare (E2V*S*) che con valvole a raccordare (E2V*R*). In questo caso il filtro viene fornito all'interno della confezione.

L'orientamento spaziale è possibile in ogni configurazione tranne che con lo statore rivolto verso il basso (valvola capovolta).

La posizione consigliata della valvola E²V è la stessa della valvola termostatica di tipo tradizionale ossia a monte dell'evaporatore e dell'eventuale distributore. I sensori di temperatura e pressione (non forniti con le E²V) devono es sere posizionati immediatamente a valle dell'evaporatore e curando in particolar modo che:

- il sensore di temperatura sia installato con pasta conduttiva e adeguatamente isolato termicamente;
- entrambi i sensori siano installati PRIMA di eventuali dispositivi che alterino la pressione (es. valvole) e/o temperatura (es. scambiatori).

Installazione e manipolazione

Le valvole E²V sono a saldare (E2V*S*) o raccordare (E2V*R*).

Per le valvole a saldare seguire le successione indicate in figura procedendo in questo modo:

1. se lo statore è già assemblato, rimuoverlo svitando il dado di fissaggio e sfilandolo;
2. **avvolgere uno straccio bagnato** sulla valvola e procedere alla saldatura senza surriscaldarla orientando la fiamma verso l'estremità dei raccordi (per una brasatura saldatura senza alterare la tenuta della zona di saldatura utilizzare **lega con temperatura di fusione inferiore a 650 °C** o con tenore d'argento superiore al 25%);
3. a valvole fredda reinserire lo statore e riavviare il dado di fissaggio;
4. collegare il connettore già cablato al motore passo passo nel relativo alloggiamento e serrare la vite con una coppia massima di 1,5 Nm seguendo le indicazioni in Fig. 3. Collegare a questo punto l'estremità quadripolare del cavo nei relativi morsetti del Driver CAREL EVD*** o relativo controllo omologato CAREL ed impostare i parametri secondo il set riportato nella tabella sottostante.

Model	Step min	Step max	Step close	Step/s speed	mA pk	mA hold	% duty
CAREL	50	480	500	50	450	100	50

I controllori Carel per valvola elettronica prevedono l'incremento del duty cycle dal 50% al 100% in fase di chiusura allo scopo di diminuire i tempi d'arresto; per accelerare ulteriormente questa fase è possibile pilotare la valvola ad una frequenza massima di 150 passi/sec.

Per ulteriori informazioni dei parametri da impostare nel driver, fare riferimento al manuale del controllo.

Per le valvole a raccordare è necessario avvitare gli attacchi al circuito mediante bocchettoni della misura opportuna; poi procedere col punto 4.

Non esercitare torsioni o deformazioni sulla valvola o sui tubi di collegamento.
Non colpire la valvola con martelli o altri oggetti.
Non utilizzare pinze o altri strumenti che potrebbero deformare la struttura esterna o danneggiare gli organi interni.
Non orientare mai la fiamma verso la valvola.
Non avvicinare la valvola a magneti, calamite o campi magnetici.
Non procedere all'istallazione o all'uso in caso di:

- **deformazione o danneggiamento della struttura esterna;**
- **forte impatto dovuto per esempio a caduta;**
- **danneggiamento della parte elettrica (statore, portacontatti, connettore,...).**

CAREL non garantisce il funzionamento della valvola in caso di deformazione della struttura esterna o danneggiamento delle parti elettriche.

ATTENZIONE: la presenza di particelle dovute a sporcizia potrebbe causare malfunzionamenti della valvola.

Connessioni elettriche

Collegare un cavo quadripolare al connettore a cablare IP65 (E2VCON*) secondo lo schema sotto riportato: il connettore è di tipo standard DIN 43650. Eventualmente collegare direttamente un connettore costampato IP67 (E2VCAB0*) la cui mappatura è 1 Verde, 2 Giallo, 3 Marrone, 4 Bianco.

Per le fasi motore si consigliano conduttori **AWG18-22** mentre il cavo quadripolare deve avere in diametro esterno da 4 a 6 mm per consentire un'adeguata presa della guarnizione esterna.

Successivamente collegare le quattro fasi motore al vostro dispositivo driver in modo che la fase n°1 della E²V corrisponda al morsetto n°1 del driver e così via.

Attenzione: la fase n°4 è indicata sullo statore valvola con il simbolo di terra.

È disponibile un connettore costampato schermato opzionale (E2VCABS*) per applicazioni con particolari disturbi elettromagnetici, in riferimento alla normativa vigente 89/336/CEE e successive modifiche.

Specifiche operative CAREL E²V

Compatibilità	R22, R134a, R404A, R407C,R410A, R744, R507A, R417A
Massima Pressione di Lavoro (MOP)	fino a 45 bar (653 psi)
Massimo DP di Lavoro (MOPD)	35 bar (508 psi)
P.E.D.	Gr. 2, art. 3, par. 3
Temperatura refrigerante	-40T65 °C (-40T149 °F)
Temperatura ambiente	-30T50 °C (-22T122 °F)
Contattare CAREL per condizioni operative diverse o refrigeranti alternativi.	

Statore CAREL E²V

Statore bipolare in bassa tensione (2 fasi - 24 espansioni polari)

Corrente di fase	450 mA
Frequenza di pilotaggio	50 Hz (fino a 150 Hz nel caso di chiusura d'emergenza)
Resistenza di fase (25 °C)	36 Ohm ± 10%
Indice di protezione	IP65 con E2VCON*, IP67 con E2VCAB*
Angolo di passo	15 °
Avanzamento lineare/passo	0,03 mm (0,0012 inch)
Connessioni	4 fili (AWG 18/22)
Passi di chiusura completa	500
Passi di regolazione	480

(ENG) General characteristics

The E²V electronic valve is designed to be installed in refrigerant circuits. The E²V uses the superheat as the control signal which is calculated by a pressure and temperature probe located at the evaporator outlet.

Only Carel controllers or controllers officially accredited by CAREL are recommended to be used with the E²V valve.

Do not use the E²V outside the normal operating conditions, shown below.

Positioning

The double acting E²V valve can be installed with the refrigerant inlet connected to the side or from the bottom (see the Fig. 1).

Always install a mechanical filter before the refrigerant inlet, both with welded valves (E2V*S*) and valves with fittings (E2V*R*). In this case, the filter is supplied in the package.

The valve can be oriented in any direction, with the exception of the stator pointed downwards, (valve upside down)

The recommended position for the E²V valve is the same as for a traditional thermostatic valve, that is, upstream of the evaporator and any distributor.

The temperature and pressure sensors (not supplied with the E²V) must be positioned downstream of the evaporator, making sure that:

- the temperature sensor is installed with conductive paste and is adequately thermally insulated;
- both sensors are installed BEFORE any devices that may vary the pressure (e.g. valves) and /or temperature (e.g. exchanger).

Installation and handling

The E²V valves have welded connections (E2V*S*) or pipe fittings (E2V*R*).

For the valves with welded connections, follow the steps shown in the figure, proceeding as follows:

1. if the stator is already assembled, remove it by unscrewing the fastening nut and sliding it out;
2. **wrap a wet rag** around on the valve and perform the welding without overheating the valve, aiming the flame at the ends of the fittings (for better braze welding without affecting the seal where welding, use alloys with a fusion temperature less than 650 °C or with a silver content above 25%);
3. when the valve has cooled down insert the stator and retighten the fastening nut.
4. connect the pre-wired connector to the socket on the stepper motor and tighten the screw to a maximum torque of 1.5 Nm following the instructions in Fig. 3. Connect the four-pin end of the cable to the corresponding terminals on the CAREL EVD*** driver or approved CAREL controller and set the parameters as shown in the table below.

Model	Min step	Max step	Close step	Speed step/s	mA pk	mA hold	% duty
CAREL	50	480	500	50	450	100	50

Carel controllers for electronic valves increase the duty cycle from 50% to 100% when closing to reduce stopping time; to further speed up this phase, the valve can be controlled at a maximum frequency of 150 steps/sec.

For further information on the parameters to be set for the driver, see the controller manual.

For valves with compression fittings, tighten the fittings to the circuit using suitably-sized couplings; then proceed from point 4.

Do not twist or strain the valve or the connection pipes.
Do not strike the valve with hammers or other objects.
Do not use pliers or other tools that may deform the external structure or damage the internal parts.
Never point the flame at the valve.
Never bring the valve near magnets or magnetic fields.
Do not install or use the valve in the event of:

- **deformation or damage to the external structure;**
- **heavy impact, for example due to dropping;**
- **damage to the electrical parts (stator, contact carrier, connector,...).**

CAREL does not guarantee the operation of the valve in the event of deformation of the external structure or damage to the electrical parts.

IMPORTANT: the presence of dirt particles may cause valve malfunctions.

Electrical connections

Connect a four-wire cable to the E²V IP65 cable connector (E2VCON*), according to the diagram shown below: the connector used complies with the DIN 43650 standard.

Alternatively, use an IP67 co-moulded connector (E2VCAB*), with the following pin configuration: 1 Green, 2 Yellow, 3 Brown, 4 White.

The outside diameter of the four-wire cable must be between 4 and 6 mm to ensure the grip of the external gasket.

Then connect the four phases of the motor to the driver, so that phase 1 of the E²V valve corresponds to terminal 1 on the driver, and so on.

Warning: phase no. 4 is indicated on the valve stator by the ground symbol.

An optional shielded co-moulded connector is available (E2VCABS*) for applications with considerable electromagnetic disturbance, in reference to the European directive in force 89/336/EEC and subsequent amendments.

Operating specifications CAREL E²V

Compatibility	R22, R134a, R404A, R407C,R410A, R744, R507A, R417A
Maximum Operating Pressure (MOP)	up to 45 bars (653 psi)
Maximum Operating DP (MOPD)	35 bars (508 psi)
P.E.D.	Gr. 2, art. 3, par. 3
Refrigerant temperature	-40T65°C (-40T149°F)
Room temperature	-30T50°C (-22T122°F)
Contact CAREL for other normal operating conditions or alternative refrigerants.	

CAREL stator E²V

Two pole low voltage stator (2 phases - 24 polar shoes)

Phase current	450 mA
Drive frequency	50 Hz (up to 150 Hz for emergency closing)
Phase resistance (25°C / 77°F)	36 Ohm ± 10%
Index of protection	IP65 with E2VCON*, IP67 with E2VCAB*
Step angle	15 °
Linear advance/step	0.03 mm (0.0012 inches)
Connections	4 wires (AWG 18/22)
Complete closing steps	500
Control steps	480

Connessioni elettriche / Electrical connections

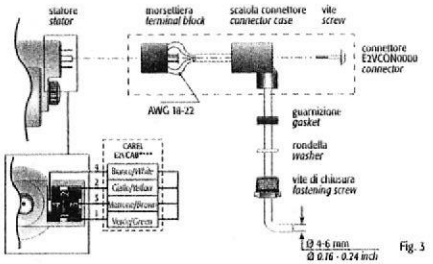


Fig. 3

Dimensioni in mm (inch)/ Dimensions in mm (inch)

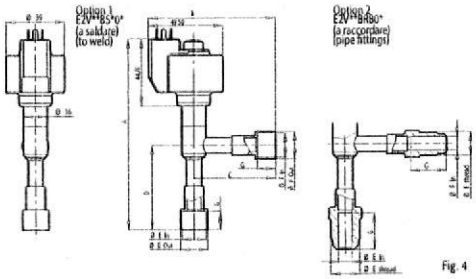


Fig. 4

	Tipo valvola / Valve type	A	B	C	D
Option 1	E2V**85F0* rame/copper 12-12 mm ODF	124.5 mm (4.87 inch)	82.5 mm (3.28 inch)	52.2 mm (2.06 inch)	55,5 mm (2,11 inch)
	E2V**85M0* rame/copper 16-16 mm ODF	126.3 mm (4.95 inch)	84.5 mm (3.32 inch)	54.2 mm (2.14 inch)	55,5 mm (2,19 inch)
Option 2	E2V**8R80* ottone/brass 3/8" - 1/2" SAE	140.3 mm (5.5 inch)	98.3 mm (3.87 inch)	68.3 mm (2.69 inch)	69,5 mm (2,74 inch)

	Tipo valvola / Valve type	E	F	G
Option 1	E2V**85F0* rame/copper 12-12 mm ODF	Int. 12/Est. 14 mm (In 0.47/Out 0.55 inch)	Int. 12/Est. 14 mm (In 0.47/Out 0.55 inch)	10 mm (0.39 inch)
	E2V**85M0* rame/copper 16-16 mm ODF	Int 16/Est.18 mm (In 0.63/Out 0.71 inch)	Int.16/Est.18 mm (In 0.63/Out 0.71 inch)	12 mm (0.47 inch)
Option 2	E2V**8R80* ottone/brass 3/8" - 1/2" SAE	Int.9 mm - filett. 3/4" (In 0.35 inch - thread 3/4")	Int.9 mm - filett. 5/8" (In 0.35 inch - thread 5/8")	24 mm (0.94 inch)

Smaltimento del prodotto

L'apparecchiatura (o il prodotto) deve essere oggetto di raccolta separata in conformità alle vigenti normative locali in materia di smaltimento

Disposal of the product

The appliance (or the product) must be disposed of separately in accordance with the local waste disposal legislation in force.

AVVERTENZE IMPORTANTI

Il prodotto CAREL è un prodotto avanzato, il cui funzionamento è specificato nella documentazione tecnica fornita col prodotto o scaricabile, anche anteriormente all'acquisto, dal sito internet www.carel.com.
Il cliente (costruttore, progettista o installatore dell'equipaggiamento finale) si assume ogni responsabilità e rischio in relazione alla fase di configurazione del prodotto per il raggiungimento dei risultati previsti in relazione all'installazione e/o equipaggiamento finale specifico.
La mancanza di tale fase di studio, la quale è richiesta/indicata nel manuale d'uso, può generare malfunzionamenti nei prodotti finali di cui CAREL non potrà essere ritenuta responsabile. Il cliente finale deve usare il prodotto solo nelle modalità descritte nella documentazione relativa al prodotto stesso. La responsabilità di CAREL in relazione al proprio prodotto è regolata dalle condizioni generali di contratto CAREL editate nel sito www.carel.com e/o da specifici accordi con i clienti

IMPORTANT WARNINGS

The CAREL product is a state-of-the-art product, whose operation is specified in the technical documentation supplied with the product or can be downloaded, even prior to purchase, from the website www.carel.com.
The client (builder, developer or installer of the final equipment) assumes every responsibility and risk relating to the phase of configuration the product in order to reach the expected results in relation to the specific final installation and/or equipment. The lack of such phase of study, which is requested/indicated in the user manual, can cause the final product to malfunction of which CAREL can not be held responsible. The final client must use the product only in the manner described in the documentation related to the product itself. The liability of CAREL in relation to its own products is regulated by CAREL's general contract conditions edited on the website www.carel.com and/or by specific agreements with clients.

(FRE) Caractéristiques générales

Le détendeur électronique E²V est destiné à être installé dans les circuits frigorifiques comme dispositif à détente pour le liquide réfrigérant en utilisant comme signal de réglage la surchauffe calculée au moyen d'une sonde de pression et de température situées à la sortie de l'évaporateur. L'utilisation des instruments CAREL ou bien l'utilisation des instruments approuvés par CAREL même est recommandée pour le pilotage des E²V.
Ne pas utiliser les détendeurs E²V pour d'autres utilisations opérationnelles que celles reportées ci-après.

Positionnement

Les détendeurs E²V, étant bidirectionnelles, peuvent être installés avec l'entrée du réfrigérant du côté du raccord latéral (voir Fig. 1) ou par le bas. Installer toujours un filtre mécanique à l'entrée du fluide de refroidissement autant en présence de soupapes à souder (E2V*S*) qu'avec des soupapes à raccorder (E2V*R*). Dans ce cas, le filtre est en dotation. L'orientation spatiale est possible pour chaque configuration excepté celle avec le stator dirigé vers le bas (détendeur renversé). La position conseillée pour le détendeur E²V est la même que celle pour le détendeur thermostatique de type traditionnel c'est-à-dire placé avant l'évaporateur et avant un éventuel distributeur.
Les capteurs de température et de pression (non fournis avec les E²V) doivent être positionnés immédiatement après l'évaporateur et en faisant particulièrement attention à:

- ce que le capteur de température soit installé avec la pâte conductrice et qu'il soit isolé thermiquement de façon appropriée;
- ce que les deux capteurs soient installés AVANT des dépositifs éventuels pouvant altérer la mesure de pression (ex. soupapes) et/ou température (ex. échangeurs).

Installation et manipulation

Les vannes E²V doivent être soudées (E2V*S*) ou raccordées (E2V*R*).
Pour les vannes à souder respecter l'ordre indiqué sur la figure en procédant comme suit:

1. si le stator est déjà assemblé, le retirer en dévissant l'écrou de fixation et en l'enlevant;
2. **enrouler un chiffon mouillé** et passer à la soudure sans la surchauffer en orientant la flamme vers l'extrémité des raccords (pour effectuer un soudo-brasage sans altérer l'étanchéité de la zone de soudure, utiliser **un alliage avec une température de fusion inférieure à 650 °C** ou une teneur en argent de plus de 25%);
3. réinsérer ensuite le stator une fois que le détendeur est refroidi et revisser l'écrou de fixation.
4. raccorder le connecteur déjà câblé au moteur pas à pas dans le logement correspondant et serrer la vis avec un couple maximum de 1,5 Nm
en suivant les indications de la Fig. 3. Connecter ensuite l'extrémité quadripolaire du câble aux bornes correspondantes du Driver CAREL EVD*** ou du contrôle homologué CAREL et configurer les paramètres selon la valeur reprise au tableau ci-dessous.

Model	Step min	Step max	step close	Step/s speed	mA pk	mA hold	% duty
CAREL	50	480	500	50	450	100	50

Les contrôleurs Carel pour détendeur électronique prévoient l'augmentation du cycle de fonctionnement de 30% à 100% en phase de fermeture dans le but de diminuer les temps d'arrêt pour accélérer davantage cette phase. Il est possible de piloter la vanne à une fréquence maximale de 150 pas/sec.
Pour plus d'informations sur les paramètres à configurer dans le driver, consulter le manuel du contrôle.
Pour les vannes à raccorder, il faut visser les raccords au circuit au moyen de raccords d'une mesure adéquate, puis passer au point 4.

Ne pas exercer de torsions ou de déformations sur la soupape ou sur les tubes d'assemblage - Ne pas taper sur la soupape avec un marteau ou des outils de ce genre - Ne pas utiliser de pinces ou d'autres instruments qui pourraient déformer la structure externe ou endommager les organes internes - Ne jamais orienter la flamme en direction de la soupape.
Ne pas approcher des aimants ou des champs magnétiques de la soupape.
Ne pas installer ou utiliser en présence de:

- **déformation ou endommagement de la structure externe;**
- **fort impact dû à une chute par exemple;**
- **endommagement de la partie électrique (stator, boîtier de contacts, connecteur,...).**

CAREL ne garantit pas le fonctionnement de la soupape en cas de déformation de la structure externe ou en cas d'endommagements des parties électriques.
ATTENTION: La présence de particules dues à des saletés pourrait causer des dysfonctionnements de la vanne.

Connexions Electriques

Connecter un câble quadripolaire au connecteur à câbler IP65 (E2VCON*) E²V suivant le schéma reporté ci-dessous: le connecteur est du type standard DIN 43650.
Éventuellement connecter directement un connecteur co-moulé IP67 (E2VCAB*) dont le schéma correspond à 1 Vert, 2 Jaune, 3 Marron, 4 Blanc. Pour les phases du moteur, les conducteurs **AWG18-22** sont conseillés alors qu'un câble quadripolaire doit avoir un diamètre externe de 4 à 6 mm pour permettre une prise adaptée du joint externe. Puis, relier les quatre phases du moteur à votre dispositif pilote de façon à ce que la phase n°1 de la E²V corresponde à la borne n°1 du pilote et ainsi de suite.
Attention: la phase n°4 est indiquée sur le stator de la soupape avec le symbole de la terre. Un connecteur co-moulé blindé est disponible comme option (E2VCABS*) pour des applications présentant des brouillages électromagnétiques particuliers. Norme référentielle en vigueur tri/ss19/CEE et modifications successives.

Spécifications opérationnelles CAREL E²V

Compatibilité	R22, R134a, R404A, R407C, R410A, R744, R507A, R417A
Pression d'exercice maximale (MOP)	jusqu'à 42 bar (653 psi)
Pression d'exercice maximale (MOPD)	35 bar (508 psi)
P.E.D.	Cat. 2, art. 3, par. 3
Température du réfrigérant	-40165 °C (-40149 °F)
Température ambiante	-30150 °C (-22122 °F)
Contacter CAREL pour des conditions opérationnelles différentes ou réfrigérants alternatifs.	

Stator CAREL E²V

Stator bipolaire en basse tension (2 phases - 24 détentes polaires)

Courant de phase	450 mA
Fréquence de pilotage	50 Hz (jusqu'à 150 Hz dans le cas de fermeture d'urgence)
Résistance de phase (25 °C)	36 Ohm ± 10%
Index de protection	IP65 avec E2VCON*, IP67 avec E2VCAB*
Angle de pas	15°
Avancement linéaire/pas	0,03 mm (0,0012 inch)
Connexions	4 fils (AWG 18/22)
Pas de fermeture complète	500
Pas de réglage	480

(GER) Allgemeine Merkmale

Das elektronische Expansionsventil E²V wird im Kältekreislauf als Entspannungsorgan des Kältemittels installiert; dabei wird die anhand eines Druck- und Temperaturfühlers am Verdampferausgang gemessene Überhitzung als Regelsignal verwendet. Für die Steuerung der E²V werden CAREL-Geräte oder von CAREL offiziell anerkannte Instrumente empfohlen.
Bitte beachten Sie die nachstehend angeführten Betriebsbedingungen.

Positionierung

Die Positionierung des Kältemitteleingangs kann beim bidirektionalen E²V-Ventil von der Seite (siehe Fig. 1) oder von unten erfolgen. Installieren Sie vor dem Kältemitteleingang immer einen mechanischen Filter sowohl bei zu lötenden Ventilen (E2V*S*) als auch Ventilen, die mit einem Anschlussstück verbunden werden.
Der Filter ist bereits in der Packung enthalten.
Die räumliche Ausrichtung ist in jeder Konfiguration, außer mit nach unten gerichtetem Stator, möglich (auf den Kopf gestelltes Ventil). Die für das E²V-Ventil empfohlene Position ist dieselbe eines traditionellen Thermostatventils, d.h. vor dem Verdampfer und dem eventuellen Verteiler.
Die Temperatur- und Druckfühler (nicht im Lieferumfang enthalten) müssen unmittelbar hinter dem Verdampfer angebracht werden. Achten Sie bitte darauf, dass:

- der Temperaturfühler mit Wärmeleitpaste installiert und angemessen thermisch isoliert ist;
- beide Fühler VOR eventuellen Druck- und/oder Temperaturveränderungen Vorrichtungen installiert sind (z. B Ventile, Tauscher).

Installation und Handhabung

Die E²V-Ventile müssen gelötet (E2V*S*) oder mit Anschlussstück verbunden werden (E2V*R*). Befolgen Sie beim Verlöten die in der Abbildung dargestellten und nachstehend angeführten Schritte:

1. Ist der Stator bereits montiert, lockern Sie die Sicherungsmutter und nehmen Sie ihn ab.
2. **Wickeln Sie einen nassen Lappen** um das Ventil und schweißen Sie, ohne das Ventil selbst zu überhitzen; richten Sie die Flamme auf die Enden der Anschlussstücke (für eine bessere Verlötung ohne Beeinträchtigung der Lötstellen sollte eine **Legierung mit Schmelztemperatur unter 650 °C** oder mit Silbergehalt über 25% verwendet werden).
3. Lassen Sie das Ventil abkühlen, setzen Sie anschließend den Stator auf und schrauben Sie die Sicherungsmutter wieder fest.
4. Schließen Sie den vorverdrahteten Steckverbinder an den Schrittmotor an und drehen Sie die Schraube nach den Anleitungen der Fig. 3 mit rund 1,5 Nm Drehmoment zu. Schließen Sie das Vierleiterkabelende an die entsprechenden Klemmen des CAREL-Treibers EVD*** oder an eine andere zulässige CAREL-Steuerung an und stellen Sie die Parameter gemäß nachstehender Tabelle ein.

Modell	Step min	Step max	step close	Step/s speed	mA pk	mA hold	% duty
CAREL	50	480	500	50	450	100	50

Die Carel-Steuerungen für das elektronische Ventil sehen die Erhöhung des Duty Cycle von 30% auf 100% in der Schließungsphase vor, um die Stoppzeiten zu vermindern, für eine zusätzliche Beschleunigung dieser Phase kann das Ventil auf einer max. Frequenz von 150 Schritt/Sek. gesteuert werden.
Für weitere Informationen über die im Treiber einzustellenden Parameter siehe das technische Handbuch der Steuerung.
Für die anzuschließenden Ventile müssen die Anschlüsse an den Kreis mit angemessen großen Stutzen verschraubt werden, fahren Sie mit Punkt 4 fort.

Achten Sie darauf, dass das Ventil oder die Anschlussleitungen nicht Drehungen oder Verformungen ausgesetzt sind. Schlagen Sie auf das Ventil nicht mit Hammer oder anderen Gegenständen ein. Benutzen Sie nicht Zangen oder andere Werkzeuge, welche die Außenstruktur verformen oder die internen Organe beschädigen könnten. Richten Sie die Flamme nie auf das Ventil. Bringen Sie das Ventil nie in die Nähe von Magneten oder Magnetfeldern. Installieren oder benutzen Sie das Ventil nie bei:

- **Verformung oder Beschädigung der Außenstruktur;**
- **starkem Aufprall, z. B. nach einem Fall;**
- **Beschädigung des elektrischen Teils (Stator, Kontakthalter, Steckverbinder,...).**

CAREL haftet im Fall einer Verformung der Außenstruktur oder Beschädigung der elektrischen Teile nicht für den korrekten Betrieb des Ventils.
ACHTUNG: Vorhandene Schmutzteilchen könnten Funktionsstörungen am Ventil hervorrufen.

Elektrische Anschlüsse

Schließen Sie ein vierpoliges Kabel an den Steckverbinder IP65 (E2VCON*) E²V nach dem unten abgebildeten Schema an. Der Steckverbinder besitzt den Standard DIN 43650. Schließen Sie eventuell einen Stecker für Extrembedingungen IP67 (E2VCAB*) direkt an (Farbübersicht: 1 Grün, 2 Gelb, 3 Braun, 4 Weiß). Als Kabelquerschnitt wird **AWG18-22** empfohlen, während das vierpolige Kabel einen Außendurchmesser von 4 bis 6 mm haben muss, damit die externe Dichtung ihre Funktion erfüllen kann. Schließen Sie anschließend die vier Phasen an Ihren Treiber an, damit die Phase 1 des E²V der Klemme 1 des Treibers entspricht etc.
Achtung: die Phase 4 ist auf dem Ventilstator mit dem Erdungssymbol angegeben.
Es ist ein optionaler Stecker für Extrembedingungen mit Schirm (E2VCABS*) für Anwendungen mit besonderen elektromagnetischen Störungen verfügbar. Unter Bezugnahme auf die geltende Gesetzgebung 89/336/CEE und nachfolgende Änderungen.

Betriebsbedingungen CAREL E²V

Kompatibilität	R22, R134a, R404A, R407C, R410A, R744, R507A, R417A
Max. Betriebsdruck (MOP)	bis zu 45 bar (653 psi)
Max. zulässiger DP (MOPD)	35 bar (508 psi)
P.E.D.	Cat. 2, art. 3, par. 3
Temperatur des Kältemittels	-40165 °C (-40149 °F)
Umgebungstemperatur	-30150 °C (-22122 °F)
Kontaktieren Sie CAREL bei hiervon abweichenden Betriebsbedingungen oder verschiedene Kältekreisläufen.	

Stator CAREL E²V

Zweipoliger Niederspannungsstator (2 Phasen - 24 Polschuhe)

Phasenstrom	450 mA
Steuerfrequenz	50 Hz (bis zu 150 Hz im Fall des Notschließens)
Phasenwiderstand 25 °C	36 Ohm ± 10%
Schutzart	IP65 mit E2VCON*, IP67 mit E2VCAB*
Schrittwinkel	15°
Linearer Vorschub/Schritt	0,03 mm (0,0012 inch)
Anschlüsse	4 Drähte (AWG 18/22)
Schritte für vollständige Schließung	500
Regelschritte	480

(SPA) Características generales

La válvula electrónica E²V se ha destinado a la instalación en circuitos frigoríficos como dispositivo de expansión para el fluido refrigerante, utilizando como señal de regulación el recalentamiento calculado mediante una sonda de Presión y una de Temperatura, situadas antes a la salida del evaporador.
Para el control de las E²V se recomienda utilizar instrumentos CAREL o acreditados oficialmente por la misma CAREL.
No utilizar las válvulas E²V fuera de las condiciones operativas que se indican a continuación.

Posicionamiento

Las válvulas E²V, al ser bidireccionales, se pueden instalar con la entrada refrigerante por la conexión lateral (véase la Fig. 1) o desde abajo. Instalar siempre un filtro mecánico antes de la entrada del refrigerante, tanto con válvulas para soldar (E2V*S*) como con válvulas para empalmar (E2V*R*). **En este caso el filtro se suministra en el interior del empalme.**
La orientación espacial resulta posible en cualquier configuración **excepto** con el estátor dirigido hacia abajo (válvula invertida). La posición aconsejada de la válvula E²V es la misma que para una válvula termostática de tipo tradicional; es decir antes del evaporador y del eventual distribuidor. Los sensores de temperatura y presión (que no se entregan con las E²V) se deben posicionar inmediatamente antes del evaporador y cuidando de forma especial que:

- el sensor de temperatura se instale con pasta conductora y se haya aislado térmicamente de forma adecuada;
- ambos sensores se hayan instalado ANTES de cualquier dispositivo que altere la presión (por ejemplo, válvulas) y/o la temperatura (por ejemplo intercambiadores).

Instalación y manipulacion

Las válvulas E²V se deben soldar (E2V*S*) o empalmar (E2V*R*).
Para las válvulas que se deben soldar seguir las instrucciones indicadas en la figura, procediendo de la siguiente forma:

1. Si el Actuador está ya montado, quitarlo desenroscando el dado de liación y soltándolo;
2. Enrollar un trapo mojado y proceder a realizar la soldadura, sin recalentarla, orientando la llama hacia el extremo de las piezas de orión (para una soldadura mejor sin alterar la estanqueidad de la zona de soldadura utilizar aleación con temperatura de fusión inferior a 650 °C o con contenido de plata superior al 25%);
3. Con la válvula fría volver a introducir el Actuador y a atornillar la tuerca de liación.
4. Conectar el conector ya cableado al motor de pasos en el alojamiento correspondiente y apretar el tornillo con un par máximo de 1,5 Nm siguiendo las indicaciones de la Fig. 3. Conectar en este punto el extremo cuadripolar del cable en los terminales correspondientes del Driver CAREL EVD***, u otro control homologado por CAREL, y configurar los parámetros según se indica en la tabla siguiente.

Modelo	Step min	Step max	step close	Step/s speed	mA pk	mA hold	% duty
CAREL	50	480	500	50	450	100	50

Los controladores Carel para válvula electrónica prevén el incremento del duty cycle del 30% al 100% en fase de cierre con el fin de disminuir los tiempos de parada, para acelerar posteriormente esta fase es posible controlar la válvula a una frecuencia máxima de 150 pasos/seg.
Para mas información sobre los parametros a configurar en el, consultar el manual del controlador.
Para las válvulas de roscar es necesario enroscar los adaptadores al circuito mediante boquillas de la medida adecuada; después proceder con el punto 4

No aplicar torsiones o deformaciones en la válvula o en los tubos de conexión - No golpear la válvula con martillos u otros objetos - No utilizar pinzas u otras herramientas que podrían deformar la estructura externa o estropear los componentes internos - Nunca dirigir la llama hacia la válvula.
No acercar la válvula a magnetos, imanes, o campos magnéticos.
No proceder a la instalación o a la utilización en caso de:

- **deformación o daños de la estructura interna;**
- **fuerte impacto debido por ejemplo a caída;**
- **daños de la parte eléctrica (estator, portacontactos, conector,...).**

CAREL no garantiza el funcionamento de la válvula en caso de deformación de la estructura externa o de daños en las partes electricas.
ATENCIÓN: la presencia de partículas debidas a suciedad podrían causar malos funcionamientos de la válvula.

Conexiones eléctricas

Conectar un cable cuadripolar al conector que se debe cablear IP65 (E2VCON*) E²V siguiendo el esquema que se encuentra a continuación: el conector es de tipo estándar DIN 43650. Si necesario conectar directamente un conector compramido IP67 (E2VCAB*) cuyo mapeo es 1 Verde, 2 Amarillo, 3 Marron, 4 Blanco. Para las fases del motor se aconsejan conductores **AWG18-22**, mientras que el cable cuadripolar debe tener un diámetro externo de 4 a 6 mm, para permitir un adecuado agarre de la junta externa. A continuación conectar las cuatro fases del motor al dispositivo controlador con el fin de que la fase número 1 de la E²V corresponda al borne número 1 del controlador, y así sucesivamente.
Atención: la fase número 4 se indica en el estátor de la válvula con el símbolo de toma de tierra.
Hay disponible un conector co-moldeado blindado opcional (E2VCABS*) para aplicaciones con perturbaciones electromagnéticas particulares, en cumplimiento de la normativa vigente 89/336/CEE y modificaciones posteriores.

Especificaciones operativas CAREL E²V

Compatibilidad	R22, R134a, R404A, R407C, R410A, R744, R507A, R417A
Máxima Presión de trabajo (MOP)	hasta los 45 bar (653 psi)
Máximo DP de trabajo (MOPD)	35 bar (508 psi)
P.E.D.	Cat. 2, art. 3, par. 3
Temperatura refrigerante	-40165 °C (-40149 °F)
Temperatura ambiente	-30150 °C (-22122 °F)
Ponerse en contacto con CAREL para diferentes condiciones operativas o refrigerantes alternativos.	

Estátor CAREL E²V

Estátor bipolar de baja tensión (2 fases - 24 expansiones polares)

Corriente de fase	450 mA
Frecuencia de control	50 Hz (hasta 150 Hz en el caso de cierre de emergencia)
Resistencia de fase (25°C)	36 Ohm ± 10%
Índice de protección	IP65 con E2VCON*, IP67 con E2VCAB*
Ángulo de paso	15°
Avance lineal/paso	0,03 mm (0,0012 pulgadas)
Conexiones	4 hilos (AWG 18/22)
Pasos de cierre completo	500
Pasos de regulación	480

CAREL

CAREL INDUSTRIES - HQs
Via dell'Industria, 11 - 35020 Brugine - Padova (Italy) - Tel. (+39) 049.9716611
Fax (+39) 049.9716600 - e-mail: carel@carel.com - www.carel.com

CAREL si riserva la possibilità di apportare modifiche o cambiamenti ai propri prodotti senza alcun preavviso / CAREL reserves the right to modify the features of its products without prior notice

+050000341 - rel.1.4 - 03.06.2009

Posicionador neumático y posicionador electroneumático para accionamientos rotativos

Tipo 3761

Aplicación

Posicionador de simple o doble efecto para montaje en accionamientos rotativos.

Magnitud guía **0,2 a 1 bar (3 a 15 psi) o 4 a 20 mA**

Los posicionadores garantizan una relación prefijada entre la posición de la válvula (magnitud regulada x) y la señal de mando (magnitud guía w). Comparan la señal de mando procedente de un aparato de regulación o de mando con el ángulo de apertura de la válvula y envían como magnitud de salida (y) una presión de mando (p_{st}).

Los posicionadores tienen las siguientes características:

- de fácil operación
- ejecución compacta y exenta de mantenimiento
- sentido de actuación reversible
- bajo consumo de aire
- característica de regulación adaptable para válvulas de mariposa, de obturador rotativo o sector de bola
- montaje en todos los accionamientos según VDI/VDE 3845 nivel 1

Opciones

- segunda salida neumática para accionamientos de doble efecto
- función de cierre hermético
- final de carrera eléctrico con microconmutador
- ejecución intrínsecamente segura para zonas con peligro de explosión con protección Ex II 2 G EEx ia IIC T6

A elección con manómetro para las presiones de alimentación y de mando (escala 0 a 6 bar y 0 a 90 psi); caja del manómetro de acero inoxidable, pieza de conexión niquelada o de acero inoxidable.

Ejecuciones

Datos generales para el Tipo 3761

Aire de alimentación máx. 6 bar

Presión de mando 0 hasta máx. 6 bar

- **Tipo 3761 · Posicionador neumático**
  Magnitud guía 0,2 a 1,0 bar (3 a 15 psi)
- **Tipo 3761 · Posicionador electroneumático** (fig. 1)
  Magnitud guía 4 a 20 mA

Equipamiento adicional

- Función de cierre hermético en 0 o 100 % de la magnitud guía
- Final de carrera eléctrico
- Protección Ex II 2 G EEx ia IIC T6

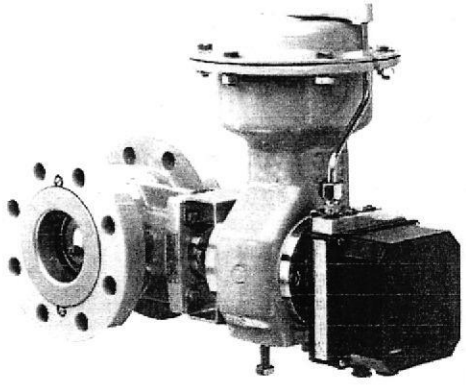


Fig. 1 · Posicionador i/p Tipo 3761 montado en accionamiento neumático rotativo Tipo 3278 con válvula de sector de bola Tipo 3310

Hoja sinóptica correspondiente T 8350 **Edición Noviembre 2002**

Hoja técnica **T 8386 ES**

Tabla 1 · Datos técnicos del posicionador Tipo 3761

Ángulo de apertura		55° · 70° · 75° · 90°	
Magnitud guía w	neumática	0,2 a 1,0 bar (3 a 15 psi)	
	eléctrica	4 a 20 mA · corriente mínima 3,6 mA, sólo para servicio con fuente de corriente resistencia 300 Ω con 20 mA (350 Ω con 20 mA ejecución con función de cierre hermético y Ex) protegido contra inversión de polaridad · límite de destrucción estática 60 mA o 6,4 V (no Ex) y 7,6 V (ejecución Ex)	
Ajuste del span	neumático	ninguno	
	eléctrico	±5 %	
Energía auxiliar (aire de alimentación)		1,4 a 6 bar (20 a 90 psi)	
Presión de mando (salida)		0 a 6 bar (0 a 90 psi)	
Característica	forma básica	lineal	
	desviación	≤ 2 % con ajuste punto fijo	
	a elegir lineal o isoporcentual	90° 75° · para válvula de obturador rotativo VETEC 70° · para válvula mariposa de regulación 90° · para válvula de sector de bola Tipo 3310 70° · para válvula de sector de bola Tipo 3310 con flujo invertido 55° · para válvula de sector de bola Tipo 3310 con ángulo de apertura reducido	
Sentido de actuación		reversible	
Principio de funcionamiento		simple o doble efecto	
Histéresis		≤ 1 %	
Dependencia de la posición		≤ 7 %	
Consumo de aire en régimen estable		con aire de alimentación 1,4 bar	con aire de alimentación 6 bar
	simple efecto	80 l_n/h	200 l_n/h
	doble efecto	150 l_n/h	350 l_n/h
Temperatura ambiente admisible		–20 a 70 °C con rácor de conexión de plástico · –30 a 70 °C con rácor de conexión metálico para equipos Ex son válidos los valores del Certificado UE de prueba de tipo	
Influencias	temperatura	0,5 % / 10 K	
	vibraciones	2 % para 250 Hz y 2g	
Protección Ex		⟨Ex⟩ II 2 G EEx ia IIC T6	
Tipo de protección		IP 54 · IP 65 como ejecución especial	
Peso		aprox. 0,9 kg	
Equipamiento adicional			
Final de carrera eléctrico		250 VAC · 3 A (microconmutador con contacto con baño de oro SPDT)	
Función de cierre hermético (desactivable)		en ≤ 4,08 mA o en ≥ 19,92 mA	

Tabla 2 · Materiales

Caja	poliamida
Bloque neumático	aluminio, anodizado

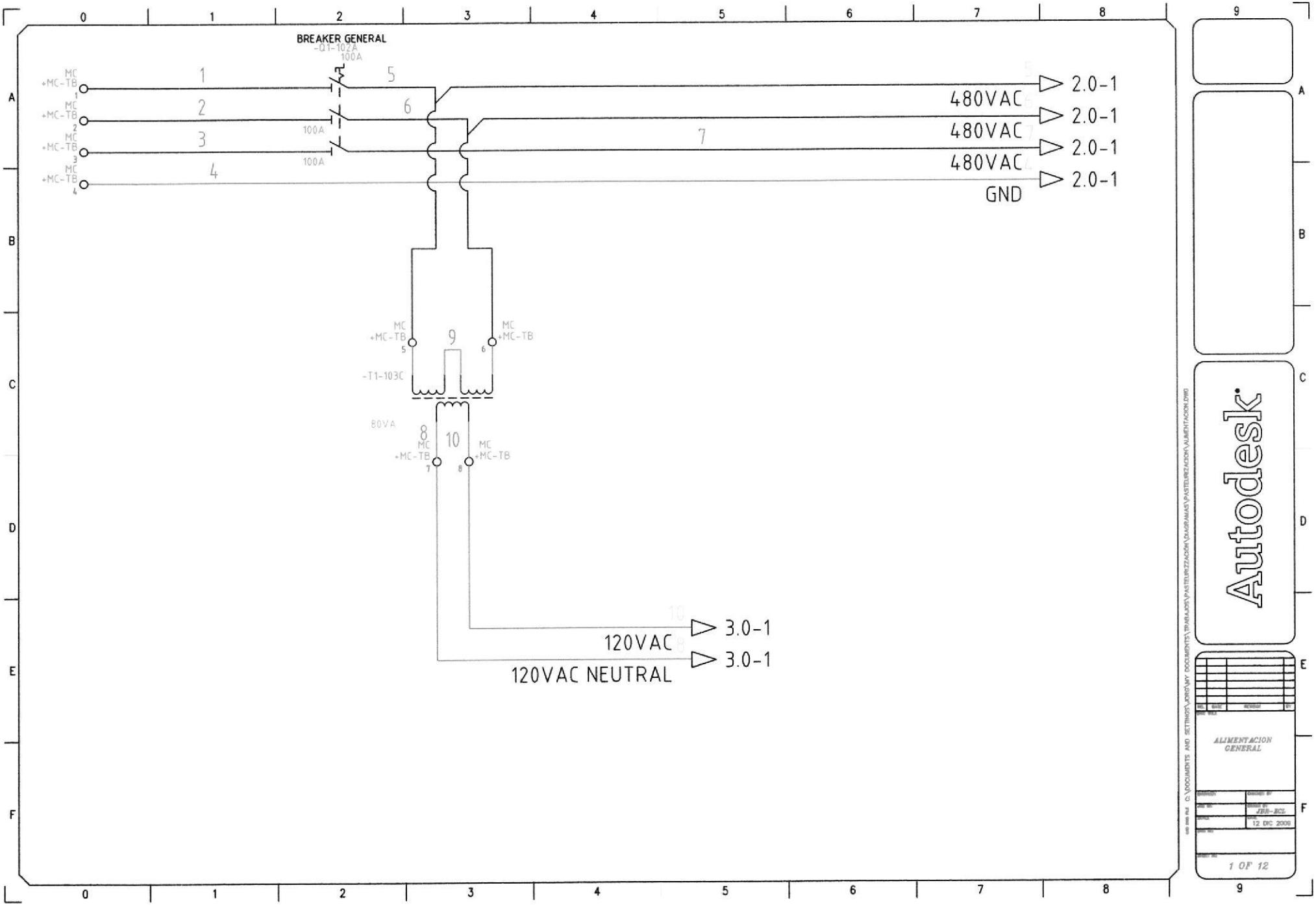
Homologaciones de protección Ex concedidas para el Tipo 3761

Tipo de homologación	Núm. de homologación	Fecha	Observaciones
Certificado UE de prueba de tipo	PTB 00 ATEX 2159	09.01.2001	⟨Ex⟩ II 2 G EEx ia IIC T6
1. apéndice		07.06.2001	electrónica de conexión y desconexión

ANEXO 6

PLANOS ACTUALES

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL ESPOL
CIB - ESPOL



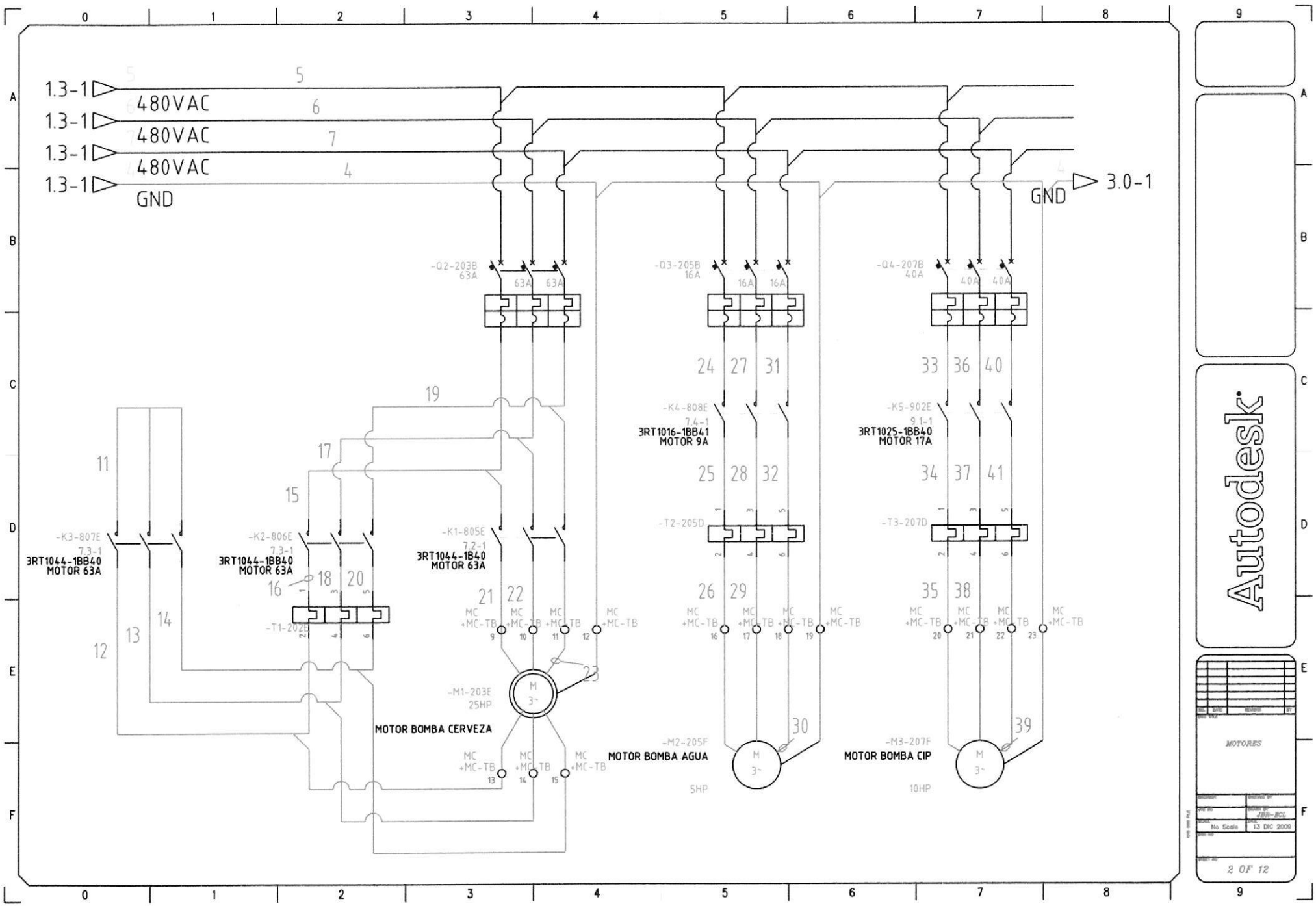
Autodesk

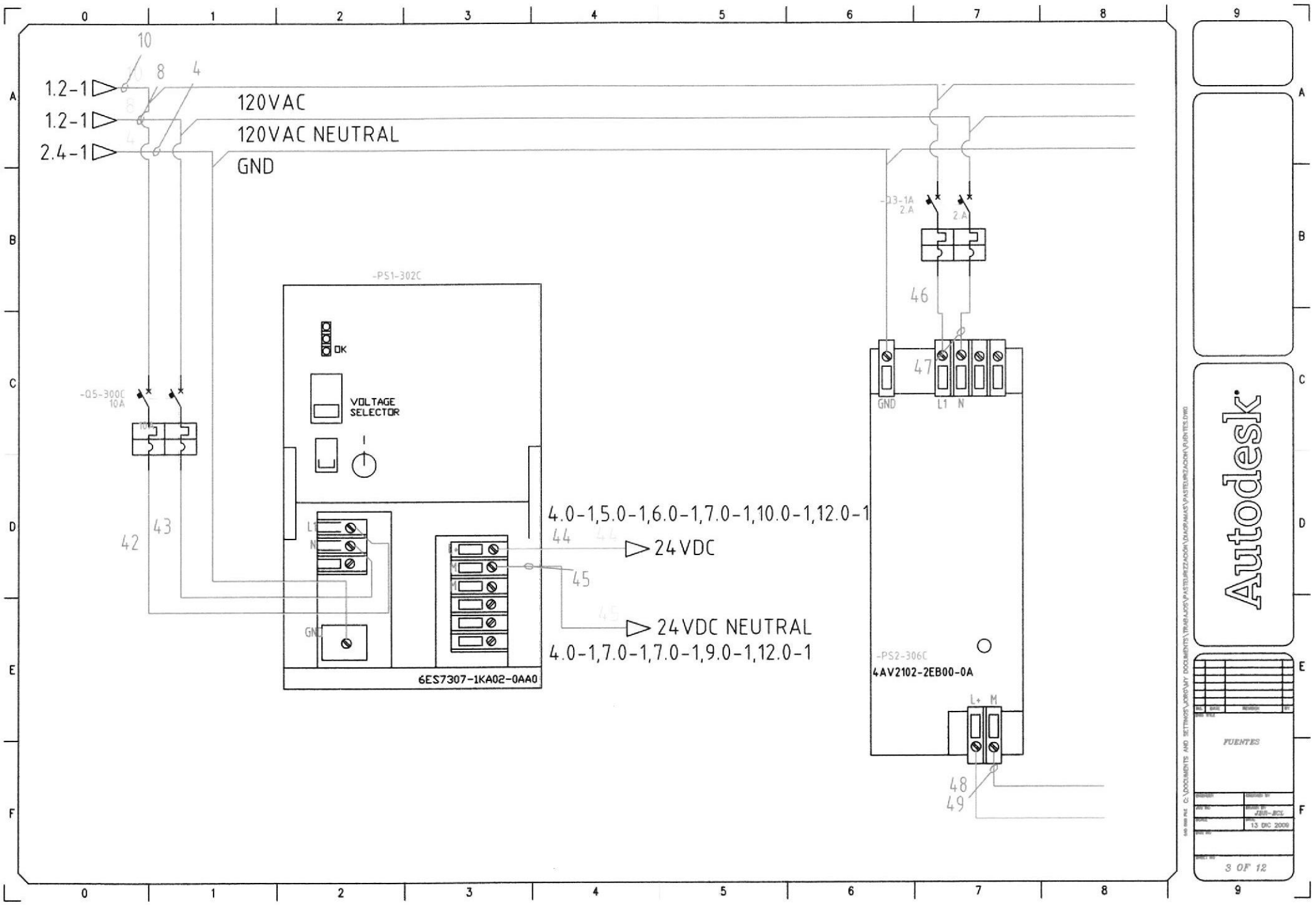
ALIMENTACION GENERAL

JBR-BCL

12 DIC 2009

1 OF 12


1.3-1 480VAC
1.3-1 480VAC
1.3-1 480VAC
1.3-1 GND
GND 3.0-1
-Q2-203B 63A
-Q3-205B 16A
-Q4-207B 40A
-K3-807E 7.3-1 3RT1044-1BB40 MOTOR 63A
-K2-806E 7.3-1 3RT1044-1BB40 MOTOR 63A
-K1-805E 7.2-1 3RT1044-1B40 MOTOR 63A
-K4-808E 7.4-1 3RT1016-1BB41 MOTOR 9A
-K5-902E 9.1-1 3RT1025-1BB40 MOTOR 17A
-T1-202E
-T2-205D
-T3-207D
-M1-203E 25HP MOTOR BOMBA CERVEZA
-M2-205F 5HP MOTOR BOMBA AGUA
-M3-207F 10HP MOTOR BOMBA CIP
MC +MC-TB
Autodesk
MOTORES
No Scale
13 DIC 2009
2 OF 12


1.2-1
1.2-1
2.4-1
120VAC
120VAC NEUTRAL
GND
-Q5-300C
10A
-PS1-302C
OK
VOLTAGE SELECTOR
6ES7307-1KA02-0AA0
4.0-1,5.0-1,6.0-1,7.0-1,10.0-1,12.0-1
24VDC
24VDC NEUTRAL
4.0-1,7.0-1,7.0-1,9.0-1,12.0-1
-Q3-1A
2 A
2 A
-PS2-306C
4AV2102-2EB00-0A
GND
L1 N
L+ M
10
8
4
42
43
44
45
46
47
48
49
Autodesk
FUENTES
13 DIC 2009
3 OF 12

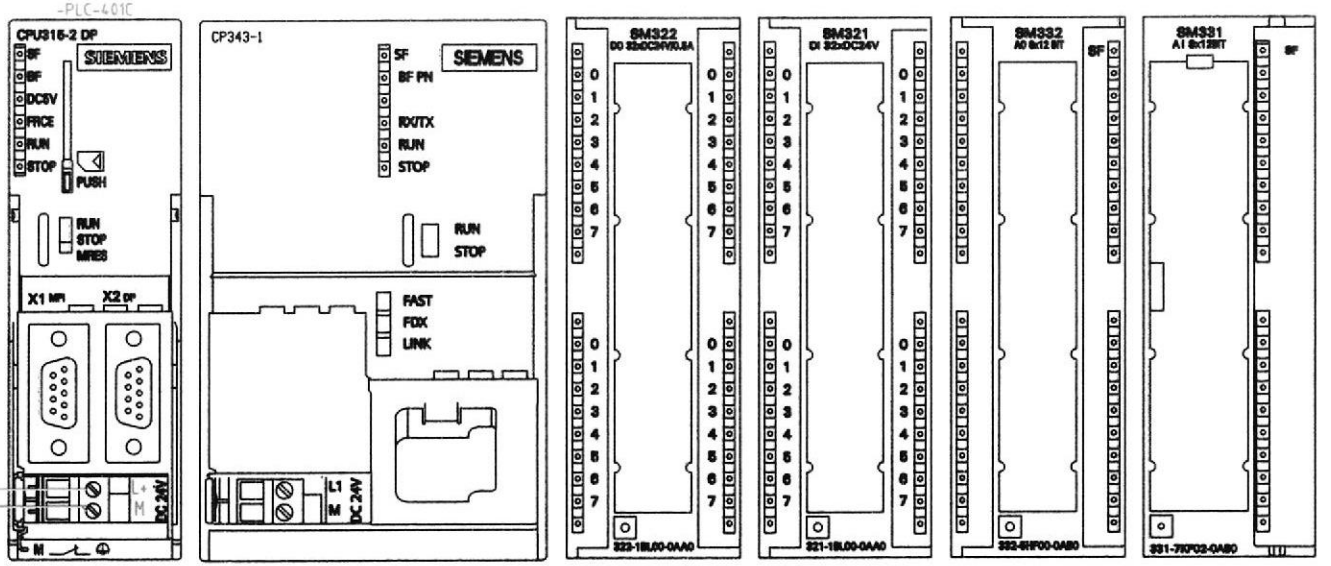
3.2-1 44

3.2-1 45

24VDC

24VDC NEUTRAL

-PLC-401C



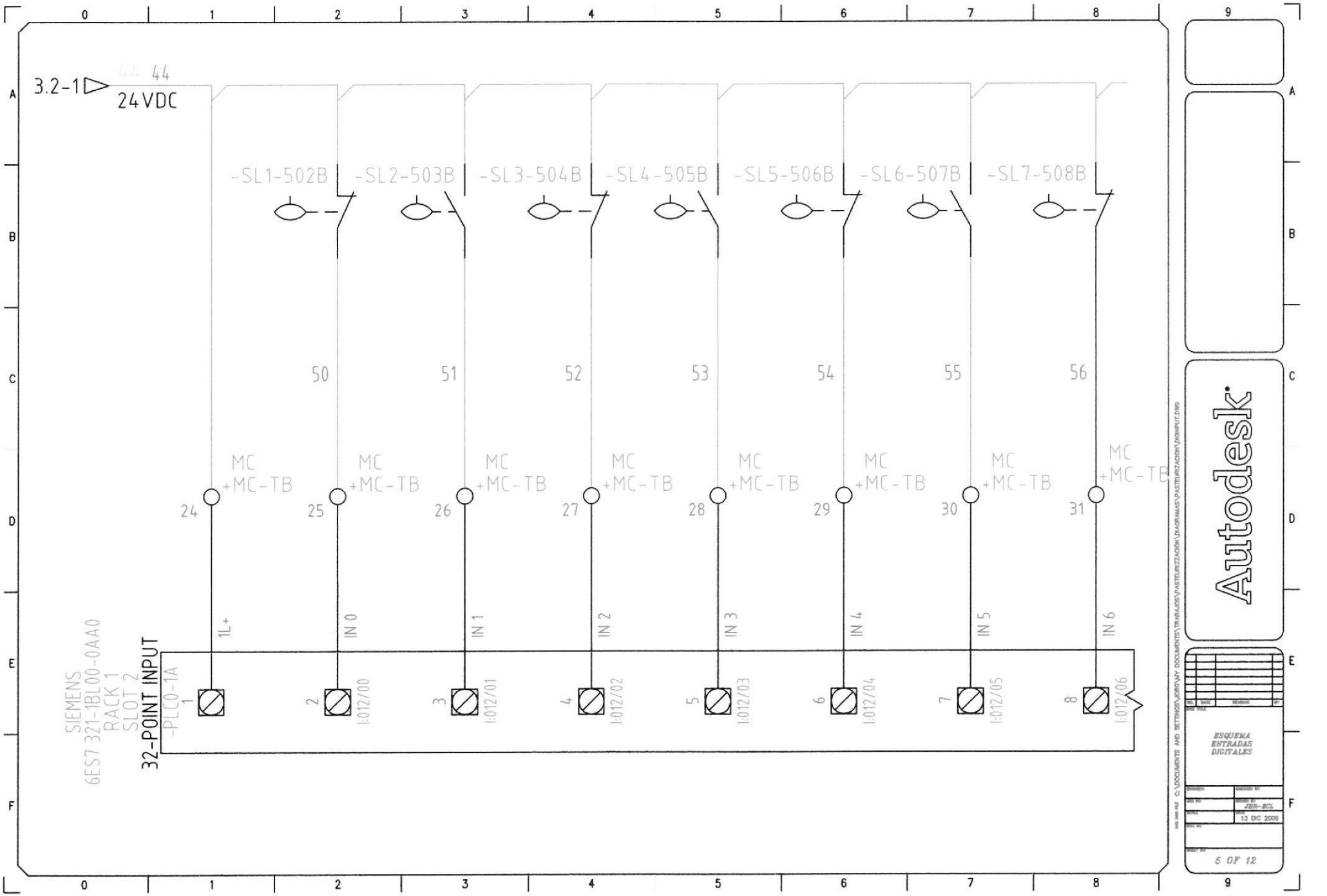
Autodesk

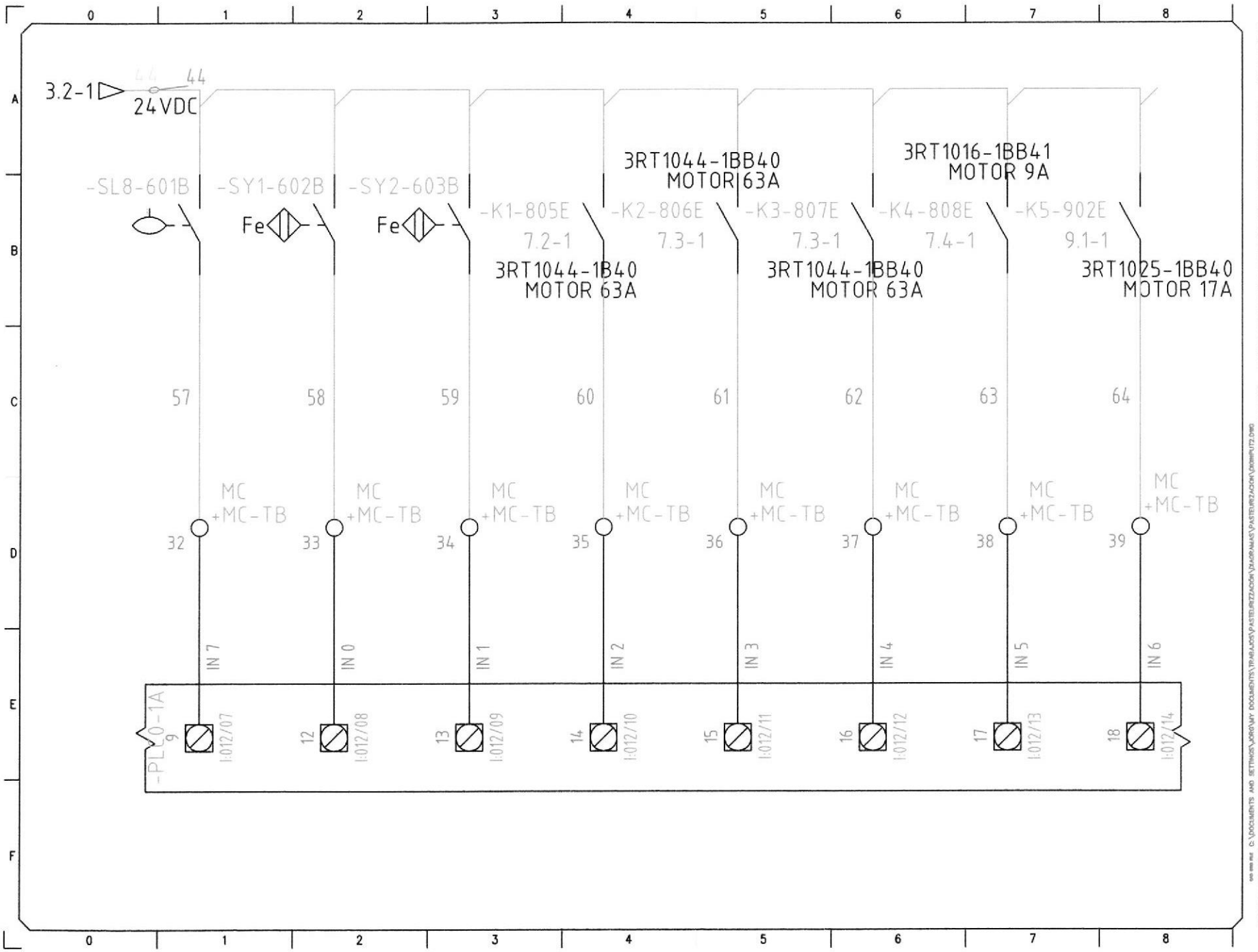
PLC

13 DIC 2006

4 OF 12

C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\JORDI\MY DOCUMENTS\TRABAJOS\PASTEURITZACIÓN\DIAGRAMAS\PASTEURITZACIÓN\PLC.DWG


3.2-1
44 44
24VDC
-SL1-502B
-SL2-503B
-SL3-504B
-SL4-505B
-SL5-506B
-SL6-507B
-SL7-508B
50
51
52
53
54
55
56
MC
+MC-TB
24
25
26
27
28
29
30
31
SIEMENS
6ES7 321-1BL00-0AA0
RACK 1
SLOT 2
32-POINT INPUT
-PLC0-1A
1L+
IN 0
IN 1
IN 2
IN 3
IN 4
IN 5
IN 6
1
2
3
4
5
6
7
8
I:012/00
I:012/01
I:012/02
I:012/03
I:012/04
I:012/05
I:012/06
Autodesk
ESQUEMA
ENTRADAS
DIGITALES
JBR- ECL
13 DIC 2006
5 OF 12



Autodesk

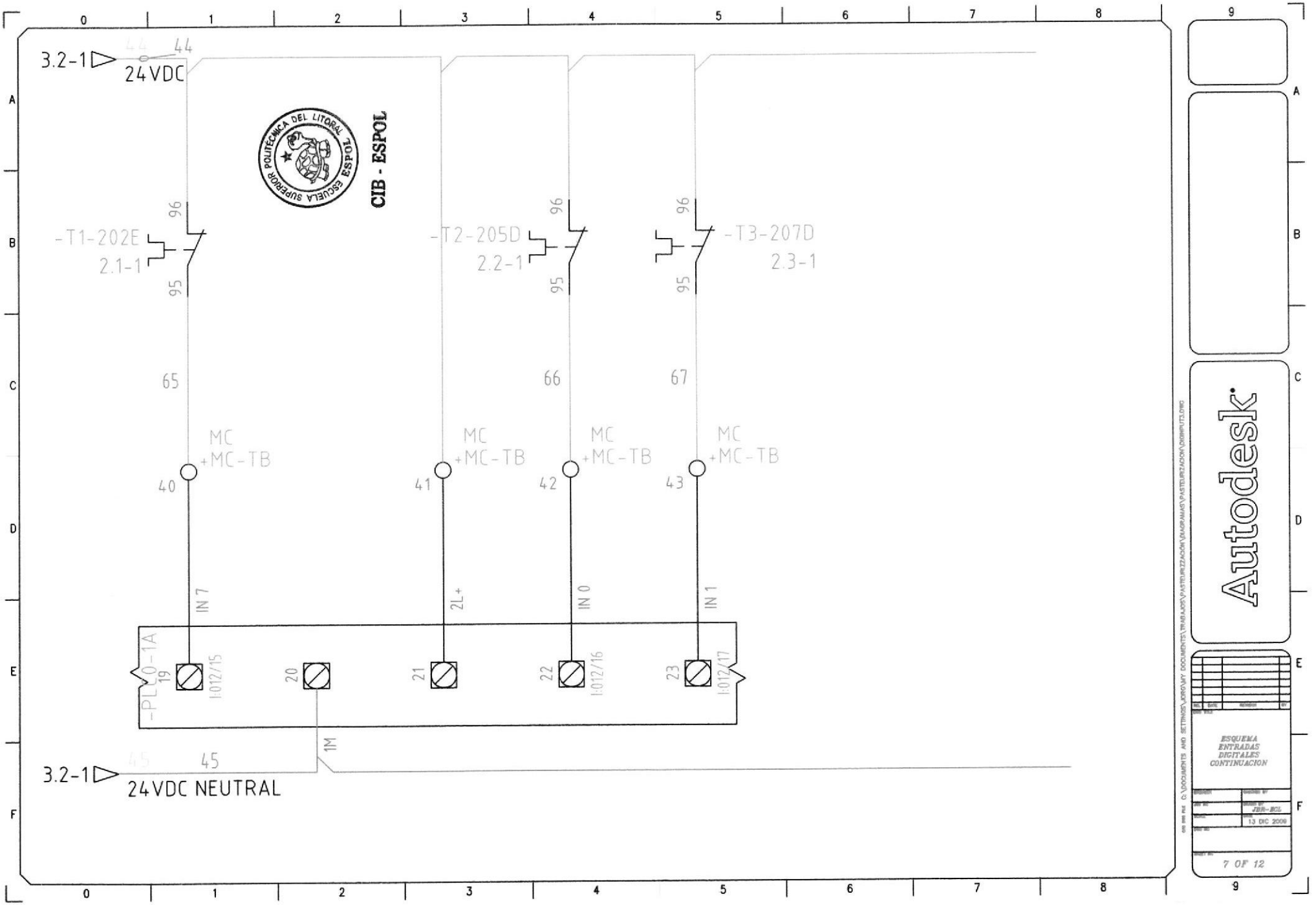
C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\JORDAN\MY DOCUMENTS\TRABAJOS\PASTEURIZACION\DIAGRAMAS\PASTEURIZACION DIAGRAMA1.DWG

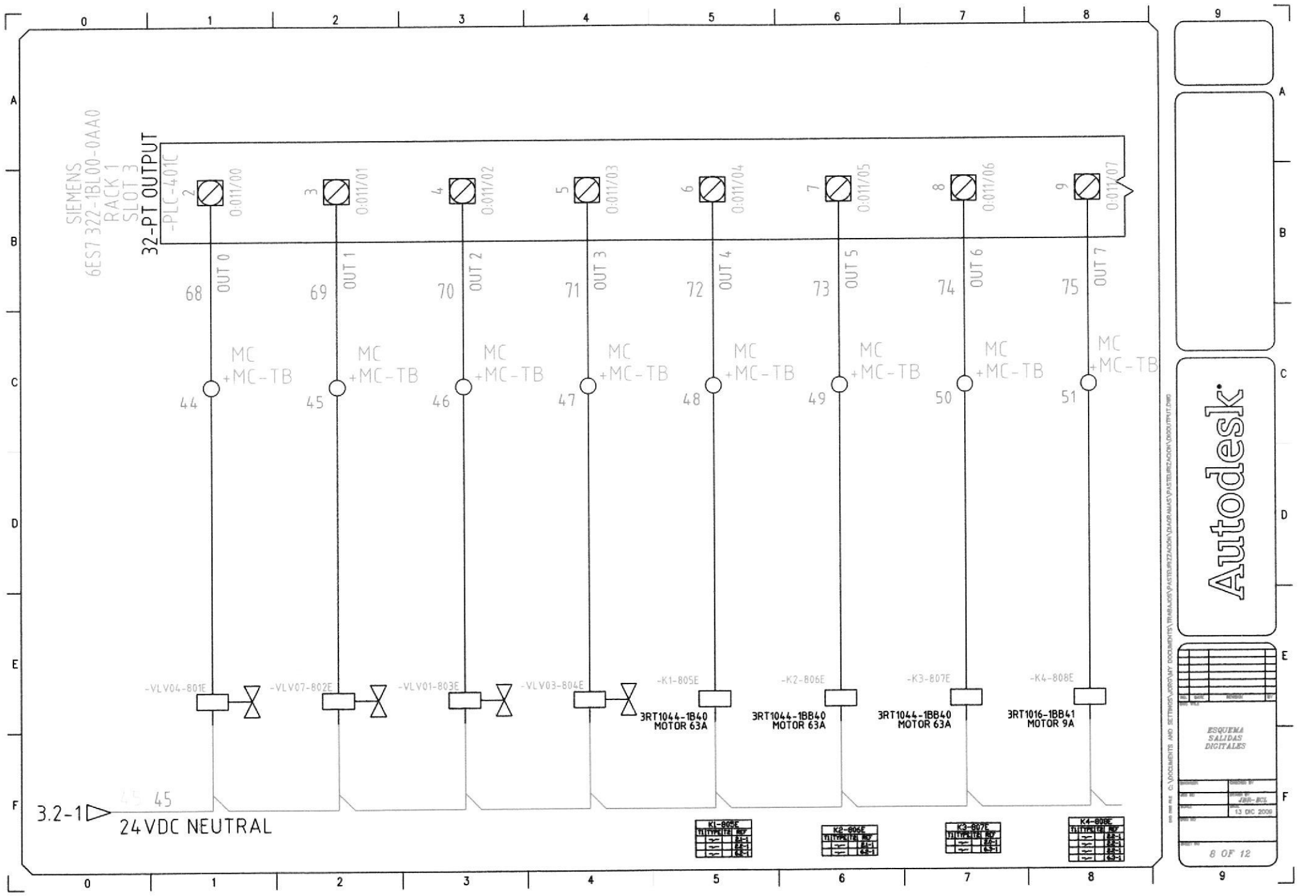
ESQUEMA ENTRADAS DIGITALES CONTINUACION

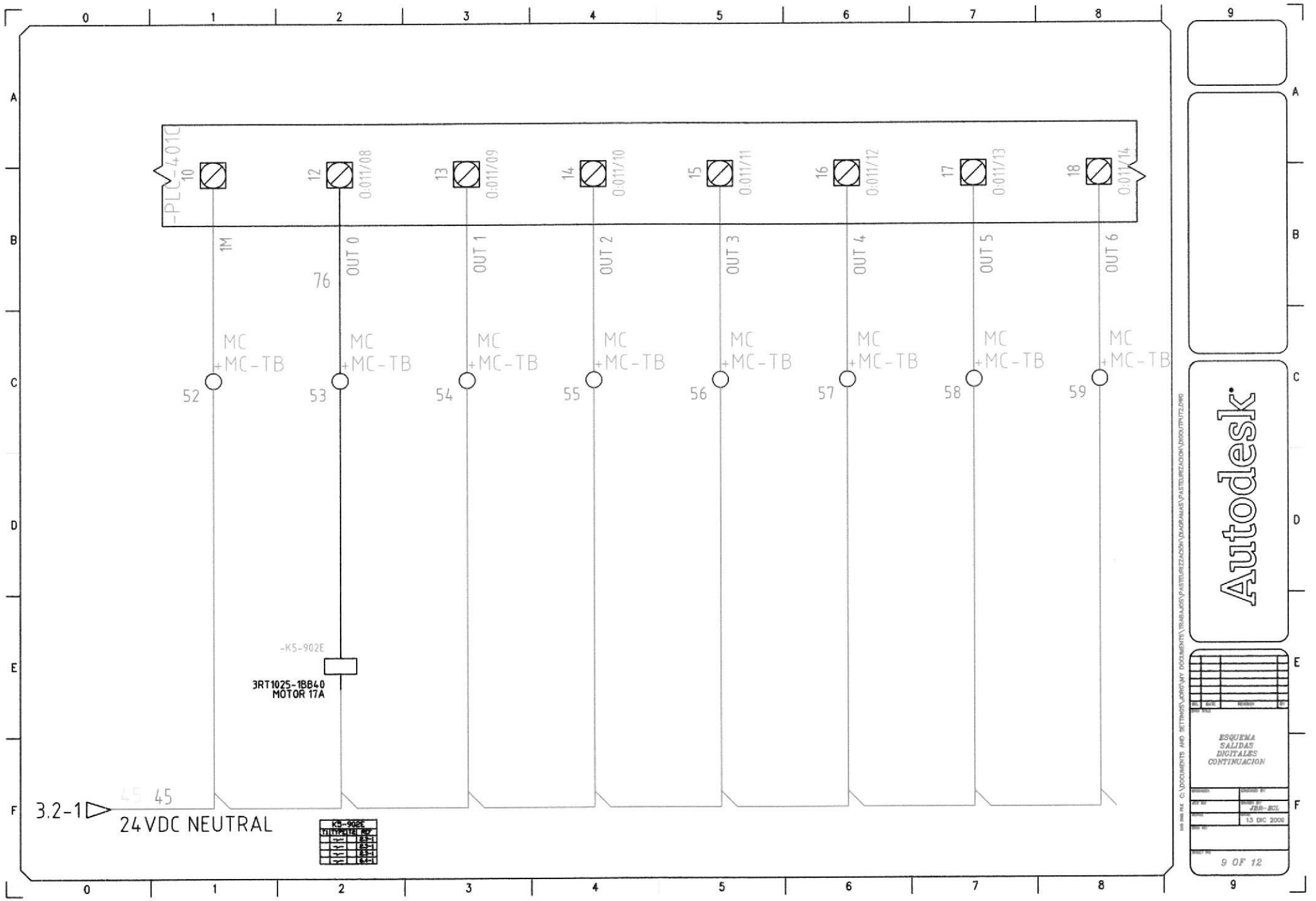
JBR-BCL

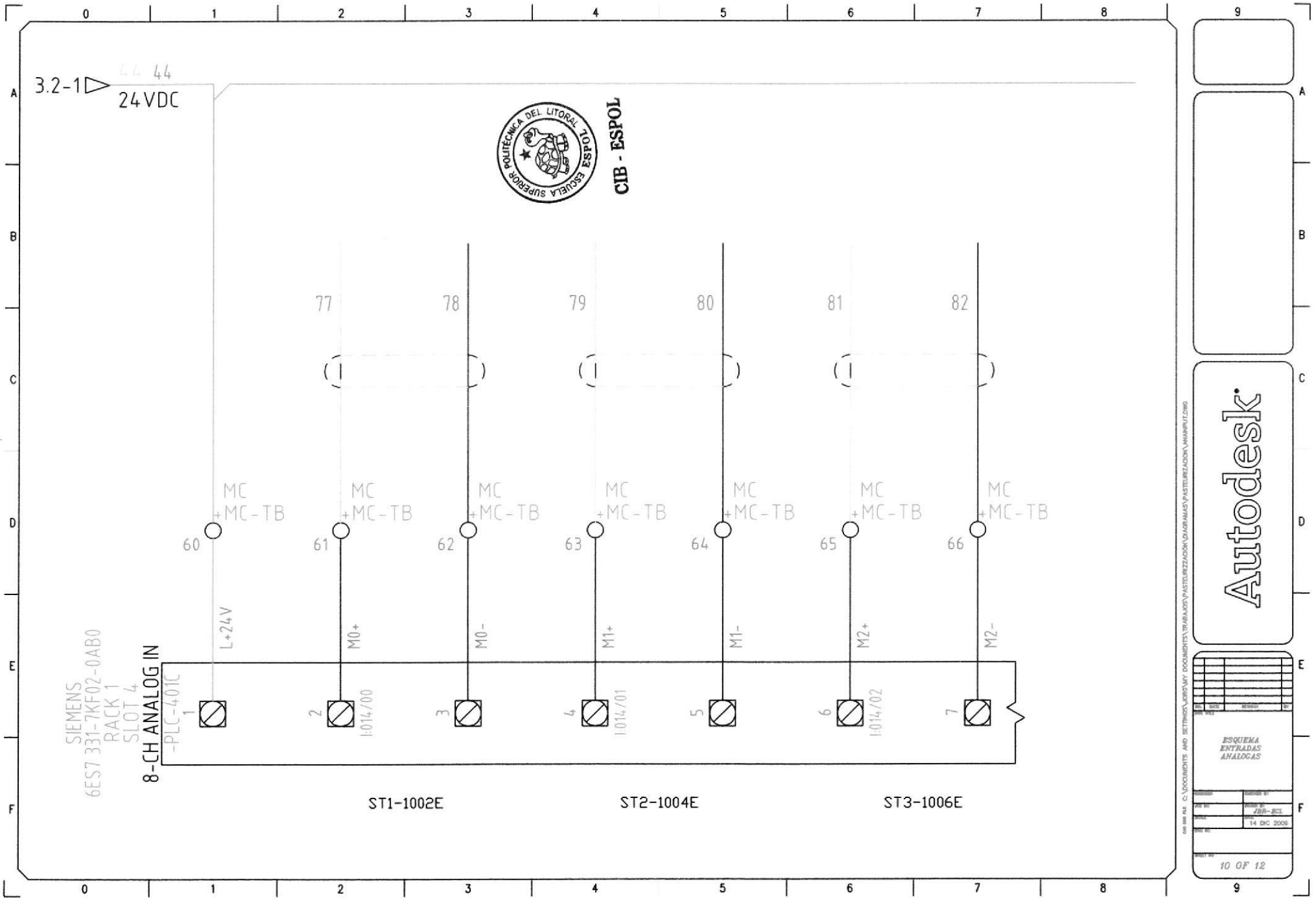
13 DIC 2009

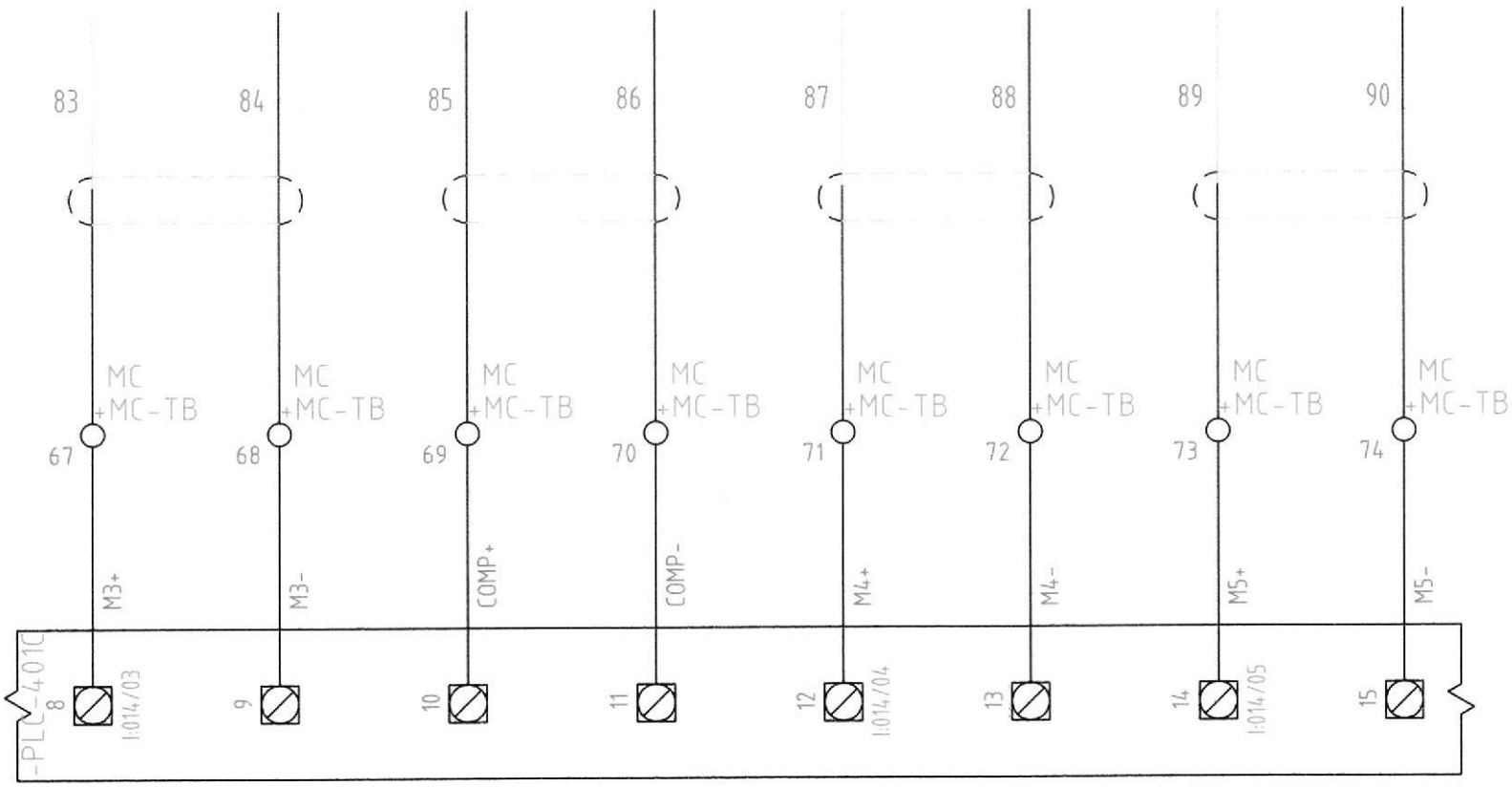
6 OF 12


3.2-1
44
44
24VDC
CIB - ESPOL
-T1-202E
2.1-1
96
95
-T2-205D
2.2-1
96
95
-T3-207D
2.3-1
96
95
65
66
67
MC
+MC-TB
40
MC
+MC-TB
41
MC
+MC-TB
42
MC
+MC-TB
43
IN 7
2L+
IN 0
IN 1
-PLC0-1A
19
I:012/15
20
21
I:012/16
22
I:012/17
23
1M
3.2-1
45
45
24VDC NEUTRAL
Autodesk
ESQUEMA
ENTRADAS
DIGITALES
CONTINUACION
JBR-BCL
13 DIC 2009
7 OF 12


SIEMENS
6ES7 322-1BL00-0AA0
RACK 1
SLOT 3
32-PT OUTPUT
-PLC-401C
2 0:011/00
3 0:011/01
4 0:011/02
5 0:011/03
6 0:011/04
7 0:011/05
8 0:011/06
9 0:011/07
68 OUT 0
69 OUT 1
70 OUT 2
71 OUT 3
72 OUT 4
73 OUT 5
74 OUT 6
75 OUT 7
MC
+MC-TB
44
45
46
47
48
49
50
51
-VLV04-801E
-VLV07-802E
-VLV01-803E
-VLV03-804E
-K1-805E
-K2-806E
-K3-807E
-K4-808E
3RT1044-1B40
MOTOR 63A
3RT1044-1BB40
MOTOR 63A
3RT1044-1BB40
MOTOR 63A
3RT1016-1BB41
MOTOR 9A
3.2-1
45 45
24VDC NEUTRAL
K1-805E
K2-806E
K3-807E
K4-808E
Autodesk
ESQUEMA
SALIDAS
DIGITALES
13 DIC 2009
8 OF 12


-PLC_401C
10
12
0.011/08
13
0.011/09
14
0.011/10
15
0.011/11
16
0.011/12
17
0.011/13
18
0.011/14
1M
OUT 0
OUT 1
OUT 2
OUT 3
OUT 4
OUT 5
OUT 6
76
MC
+MC-TB
52
53
54
55
56
57
58
59
-K5-902E
3RT1025-1BB40
MOTOR 17A
45
3.2-1
24VDC NEUTRAL
K5-902E
Autodesk
ESQUEMA
SALIDAS
DIGITALES
CONTINUACION
JBR-BCL
13 DIC 2006
9 OF 12


3.2-1
24VDC
CIB - ESPOL
77
78
79
80
81
82
MC
+MC-TB
60
61
62
63
64
65
66
L+24V
M0+
M0-
M1+
M1-
M2+
M2-
SIEMENS
6ES7 331-7KF02-0AB0
RACK 1
SLOT 4
8-CH ANALOG IN
-PLC-401C
1
2
3
4
5
6
7
I:014/00
I:014/01
I:014/02
ST1-1002E
ST2-1004E
ST3-1006E
Autodesk
ESQUEMA
ENTRADAS
ANALOGAS
14 DIC 2009
10 OF 12



SP1-1101E

SD1-1105E

SF1-1107E

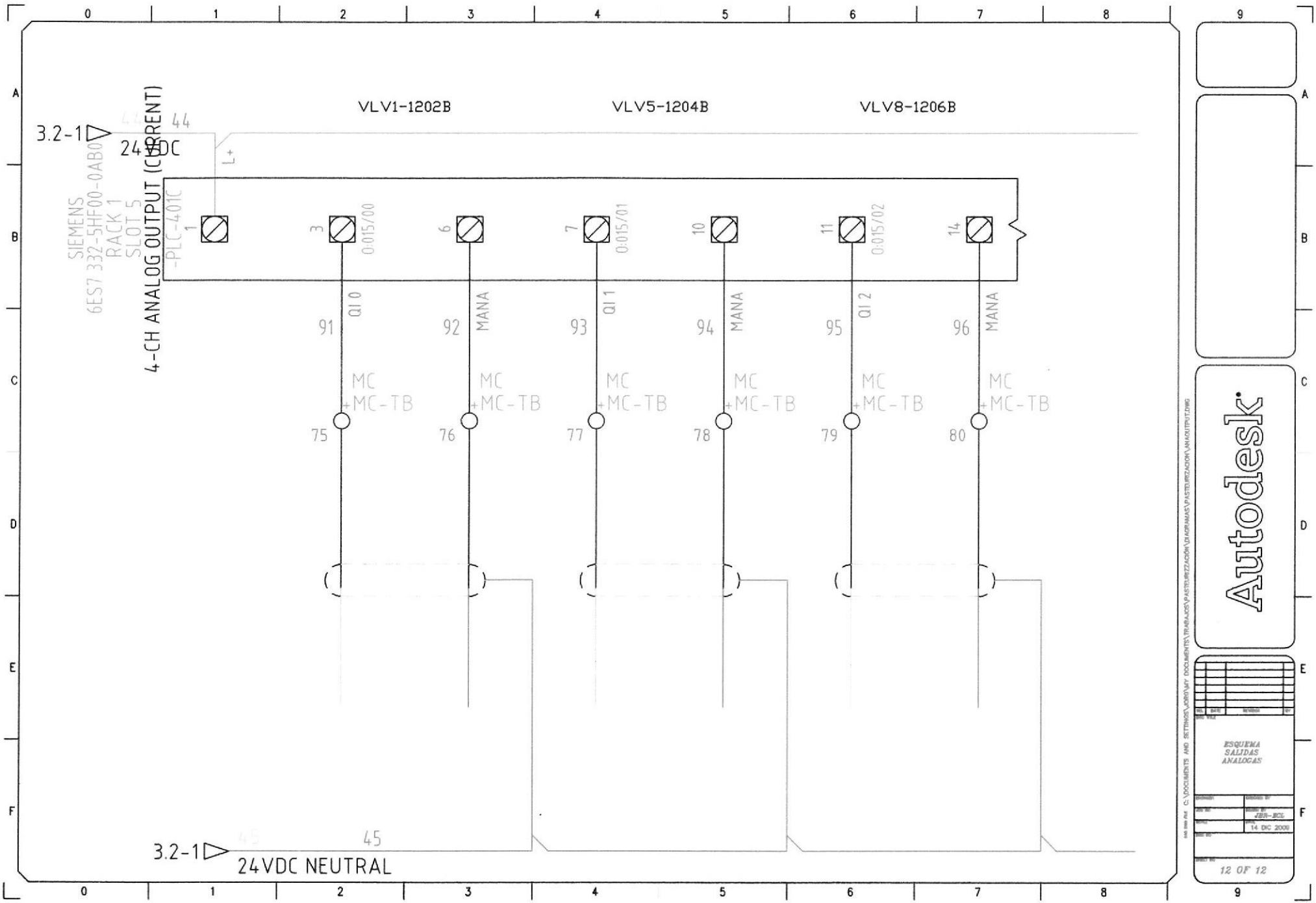
Autodesk

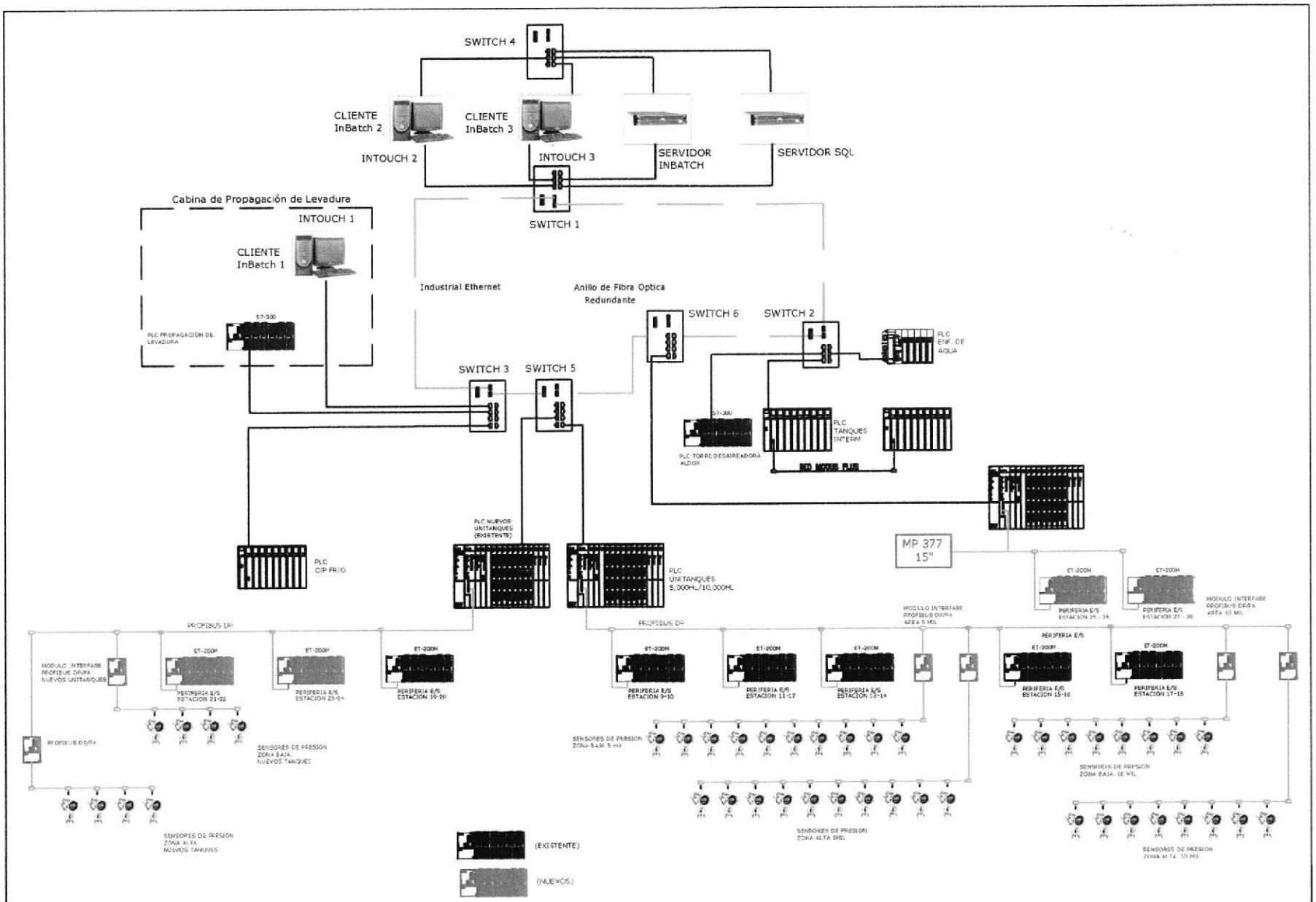
ESQUEMA ENTRADAS ANALOGAS CONTINUACION

JBR-BCL

14 DIC 2009

11 OF 12


VLV1-1202B
VLV5-1204B
VLV8-1206B
3.2-1
24VDC
44
L+
SIEMENS
6ES7 332-5HF00-0AB0
RACK 1
SLOT 5
-PLC-401C
4-CH ANALOG OUTPUT (CURRENT)
1
3
0.015/00
6
7
0.015/01
10
11
0.015/02
14
91
QI 0
92
MANA
93
QI 1
94
MANA
95
QI 2
96
MANA
MC
MC-TB
75
76
77
78
79
80
45
3.2-1
24VDC NEUTRAL
Autodesk
ESQUEMA
SALIDAS
ANALOGAS
JBR-BCL
14 DIC 2009
12 OF 12



ARQUITECTURA DE CONTROL
BODEGA DE FRIO

ANEXO 7

HOJAS TECNICAS DE ELEMENTOS VARIOS

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL ESPOL
CIB - ESPOL

SIEMENS

SIMATIC HMI

Panel de operador TP 277, OP 277 (WinCC flexible)

Instrucciones de servicio

Referencia 6AV6691-1DH01-0AE0

09/2007
A5E00471229-02

Prólogo

1 Vista general

2 Consignas de seguridad e indicaciones generales

3 Planificar el empleo

4 Montaje y conexión

5 Elementos de manejo e indicadores

6 Configurar el sistema operativo

7 Iniciar un proyecto

8 Manejar el proyecto

9 Manejar los avisos

10 Manejar recetas

11 Mantenimiento y puesta a punto

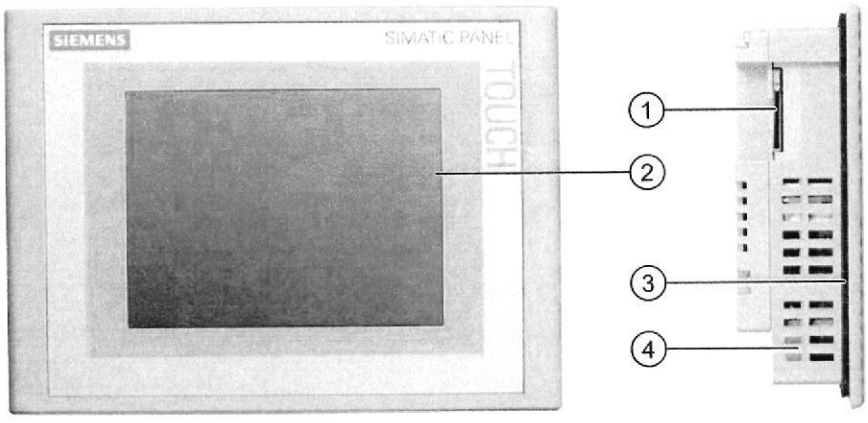
12 Especificaciones técnicas

A Anexo

B Abreviaturas

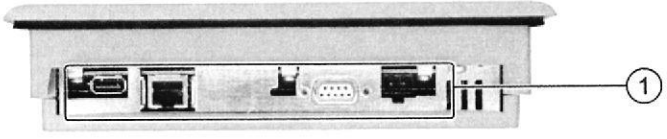
1.2 Estructura del panel de operador TP 277

Vistas frontal y lateral



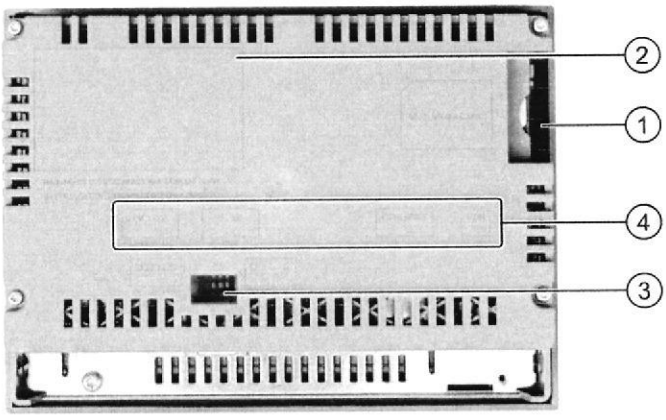
① Ranura para una tarjeta de memoria
② Display/Pantalla táctil
③ Junta de montaje
④ Escotaduras para tensores

Vista inferior



① Puertos

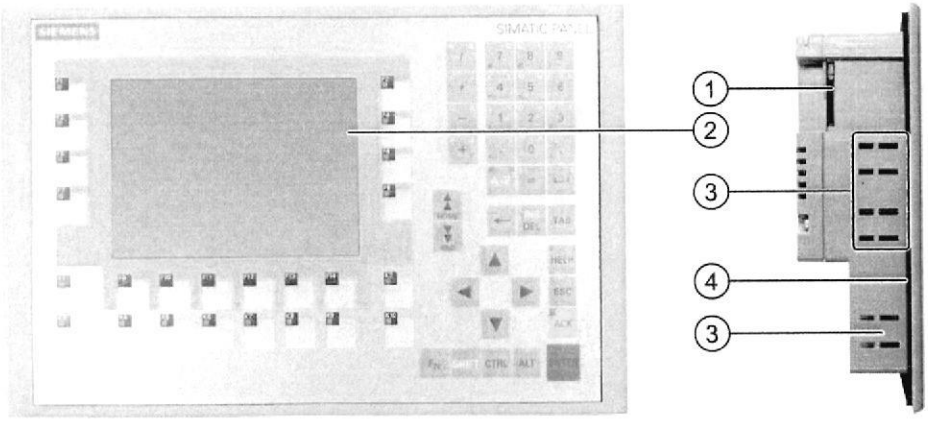
Vista posterior



① Ranura para una tarjeta de memoria
② Placa de características
③ Interruptor DIL
④ Nombre del puerto

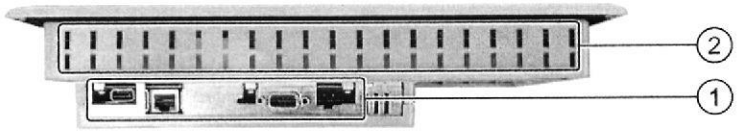
1.3 Estructura del panel de operador OP 277

Vistas frontal y lateral



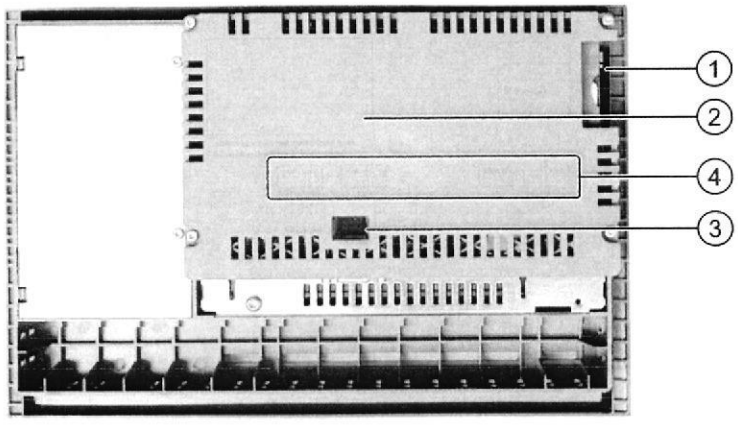
① Ranura para una tarjeta de memoria
② Display
③ Escotadura para tensores
④ Junta de montaje

Vista inferior



① Puertos
② Escotaduras para tensores

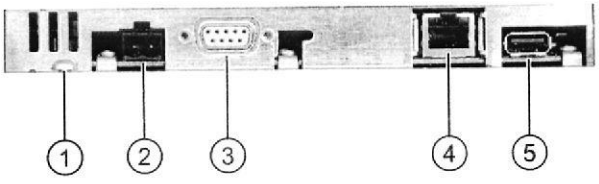
Vista posterior



① Ranura para una tarjeta de memoria
② Placa de características
③ Interruptor DIL
④ Nombre del puerto

4.3.2 Puertos

La figura siguiente muestra los puertos disponibles en el panel de operador.



① Conexión a masa para equipotencialidad
② Conexión para la fuente de alimentación
③ Puerto RS-422/RS-485 (IF 1B)
④ Puerto Ethernet
⑤ Puerto USB

Atención

Conexión de dispositivos externos en el puerto USB

Si desea conectar equipos externos con 230V de alimentación en el puerto USB, deberá garantizar una configuración sin aislamiento galvánico.

Ver también

Suministro de corriente (Página 12-6)

RS 422/RS 485 (IF 1B) (Página 12-6)

Ethernet (Página 12-7)

USB (Página 12-7)

CIB - ESPOL

CONVERTIDORES CC/CC AISLADOS



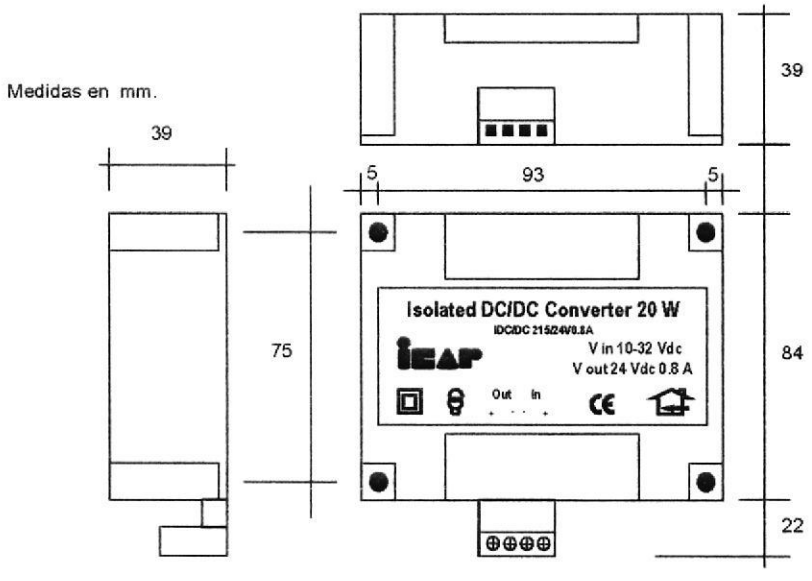
Especialmente pensados para el campo de las telecomunicaciones, control industrial, automoción, navegación, transporte de mercancías y viajeros, ferrocarril, etc., los convertidores aislados de corriente continua ICAR de la serie ISO, proporcionan una tensión de salida estabilizada a partir de la tensión de batería utilizando técnicas de conmutación de alta frecuencia que permiten obtener la máxima potencia con el mínimo volumen y peso, y con el mayor rendimiento.

IDC/DC 215/12V1.7A	10-32Vin	12V 1.7A Out
IDC/DC 215/24V0.8A	10-32Vin	24V 0.8A Out
IDC/DC 215H/12V1.7A	60-130Vin	12V 1.7A Out
IDC/DC 215H/24V0.8A	60-130Vin	24V 0.8A Out

CARACTERISTICAS TECNICAS

- Convertidor conmutado de alta frecuencia.
- Tensión de entrada 10 a 32Vcc/ 60 a130Vcc
- Tensión de salida según modelo 12V/24V
- Potencia 20W
- Rendimiento a máxima potencia >80%.
- Aislamiento entre entrada y salida > 4KV
- Entrada y salida mediante regleta enchufable
- Protecciones contra:
  Sobrecarga por limitación de corriente.
  Inversión polaridad entrada
- Encapsulados en epoxi
- Medidas 103 x 84 x 39 mm (ancho x largo x alto)
- Fijación al chasis mediante cuatro tornillos M3.
- Peso 435 grm

DIMENSIONES FISICAS

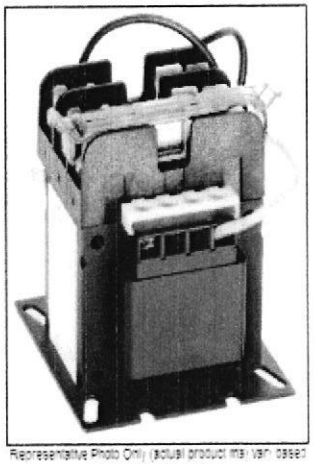


Rockwell Automation

Product Details and Certifications

Product: 1497-B-BASX-0-N

Description: 1497 - CCT Standard Transformer, 80VA, 240/480V 60Hz / 220/440V 50Hz Primary, 110V 60Hz / 120V 60Hz Secondary, 0 Pri - 0 Sec Fuse Blocks, No Cover/ No Sec. Fuse



Representative Photo Only (actual product may vary based on configuration selections)

TRANSFORMER DATA	
Transformer Type	Standard Transformer
Continuous VA (Transformer Rating)	80
Primary Voltage	240/480V 60Hz
Secondary Voltage	110V 50Hz, 120V 60Hz
Fuse Block	0 Pri - 0 Sec
Factory Installed Options	No Cover/ No Sec. Fuse
Bulk Package	No

Certifications and Approvals	
EN	60529
NEC450	
UL508	
For UL Certifications Directory:	http://database.ul.com/cgi-bin/XYV/template/LISEXT/1FRAME/index.htm

Copyright © 2009 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved

Alimentation en courant continu / Fuente de alimentación CC 4AV2102-2EB00-0A

4AV

CE

Instructions de service / Instructivo

Français

Ne pas installer, utiliser ou intervenir sur cet équipement avant d'avoir lu et assimilé les présentes instructions et notamment les conseils de sécurité et mises en garde qui y figurent.



⚠ DANGER

Tension électrique.
Danger de mort ou risque de blessures graves.
Mettre hors tension avant d'intervenir sur l'appareil.

PRUDENCE

La sécurité de fonctionnement de l'appareil n'est garantie qu'avec les composants certifiés.

1 REMARQUE

Pour des raisons de clarté, ces instructions de service ne contiennent pas toutes les informations détaillées pour tous les types de produit. Elles ne peuvent pas non plus prendre en considération toutes les possibilités d'installation, de fonctionnement ou d'entretien envisageables. Si vous désirez d'autres informations ou si des problèmes particuliers, qui n'ont pas été traités suffisamment dans le détail dans les instructions de service, venaient à se produire, vous pouvez demander les renseignements nécessaires auprès de votre succursale Siemens local.
En outre, nous vous faisons remarquer que le contenu de ces instructions de service ne fait pas partie d'une convention, d'un engagement ou d'une relation juridique antérieurs ou existants, qu'il n'est pas destiné à modifier. L'ensemble des obligations de Siemens résulte du contrat de vente respectif qui contient également la réglementation de garantie complète et seule valable. Les présentes instructions de service n'élargit ni ne restreint ces dispositions de garantie contractuelles.



⚠ ATTENTION

Le fonctionnement correct et sûr de cet appareil suppose un transport, un stockage, une mise en place et un montage dans les règles de l'art ainsi qu'une utilisation et un entretien soigneux.

Le non-respect des consignes de sécurité peut entraîner des blessures graves ou des dégâts matériels importants.
Seul un personnel qualifié est autorisé à travailler sur ou à proximité du présent appareil. Ce personnel doit être complètement familiarisé avec l'ensemble des avertissements et des mesures de maintenance conformément à ces instructions de service.

Consignes de sécurité

Les présentes instructions de service contiennent des consignes qu'il convient de respecter pour assurer votre sécurité personnelle et éviter des dommages matériels. Les consignes sont indiquées par un triangle d'avertissement et représentées selon le niveau de risque comme suit.

Español

Leer y comprender este instructivo antes de la instalación, operación o mantenimiento del equipo.



⚠ PELIGRO

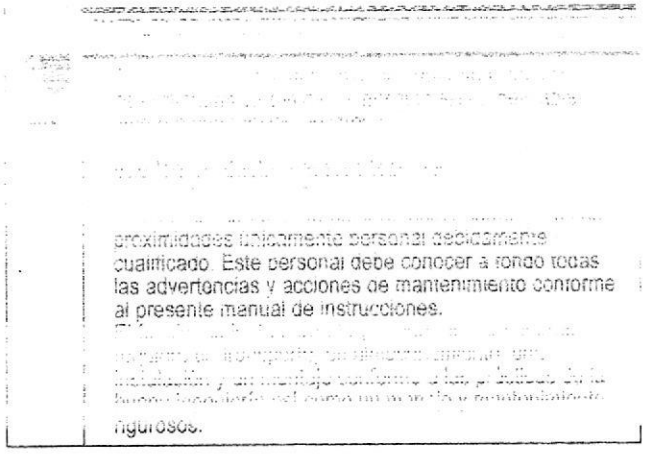
Tensión peligrosa.
Puede causar la muerte o lesiones graves.
Desconectar la alimentación eléctrica antes de trabajar en el equipo.

PRECAUCIÓN

El funcionamiento seguro del aparato sólo está garantizado con componentes certificados.

1 NOTA

El presente manual de instrucciones de empleo, para mayor claridad, no contiene todas las informaciones detalladas sobre todos los modelos del producto y tampoco puede contemplar todos los casos imaginables de instalación, de empleo o de conservación.
Si desease información adicional o surgieran problemas particulares no abordados con suficiente detalle en el presente manual de instrucciones, puede solicitarse la información necesaria a través de la filial local de Siemens.
Además, deseamos hacer hincapié en que el contenido del presente manual de instrucciones no forma parte de ningún acuerdo, promesa o relación legal anterior o existente ni pretende modificarlos. Todas las obligaciones de Siemens se derivan del contrato de compra en cuestión, constituyendo ésta también la totalidad de la normativa de garantía exclusivamente válida. Las disposiciones contractuales de garantía no se verán ampliadas ni limitadas por las manifestaciones contenidas en [illegible]



proximidades únicamente personal adecuadamente cualificado. Este personal debe conocer a fondo todas las advertencias y acciones de mantenimiento conforme al presente manual de instrucciones.

[illegible]

rigurosos.

Indicaciones de seguridad

El presente manual de instrucciones contiene las indicaciones necesarias para la seguridad personal así como para la prevención de daños materiales. Las indicaciones están realzadas por un triángulo de advertencia y, en función del grado de peligro, se representan de la siguiente manera.

2 Domaine d'application

L'alimentation en courant continu 4AV2102-2EB00-0A est un bloc d'alimentation non stabilisé à transformateur monophasé et redresseurs en aval avec pontage deux impulsions et condensateur filtré. Une varistance et un condensateur à feuille protègent les consommateurs des surtensions en sortie.
L'alimentation en courant continu produit une tension continue non stabilisée de 24 V DC avec un taux d'ondulation < 5 % et répond en particulier aux exigences des alimentations en courant des automates programmables (voir Fig. **01**) et des systèmes SIMATIC.

3 Montage / installation

L'appareil est conçu pour être intégré dans des commandes et des armoires électriques entièrement fermées. Il peut être monté dans toutes les positions et fonctionner en continu à 100% du courant nominal aux températures ambiantes maximales indiquées dans les fiches techniques.
Montage par encliquetage sur rail DIN symétrique 35 mm. Se référer à la figure **03** pour l'encombrement et la taille des éléments de liaison.
Raccordement par bornes à vis / enfichables. Les raccordements sont protégés contre le contact des doigts suivant la norme DIN VDE 0106 partie 100.
Le raccordement est réalisé conformément aux indications de la plaque signalétique.
La taille et l'emplacement des éléments de raccordement ainsi que les longueurs d'isolation des câbles et les couples de serrage des vis de raccordement sont mentionnés au tableau **01**.

4 Fonctionnement

Une diode électroluminescente verte logée dans le couvercle indique l'état de fonctionnement (Power on).
Les seuils de tension d'alimentation exigés pour les commandes SIMATIC sont strictement respectés, et ce indépendamment de la charge, c.-à-d. entre la marche à vide et la charge nominale et dans les limites de - 10 % à + 6 % de la plage de tension d'entrée prescrite par la norme CEI 38 (voir Fig. **01**).

5 Caractéristiques techniques		
• Tension assignée primaire	230 V AC-1 / 115 V	
• Fréquence de réseau	50...60 Hz	
Sortie		
• Courant assigné secondaire	1,0 A DC	1,2 A DC
• Tension assignée secondaire	24 V DC	
• Marche à vide et U_{1N}	DC < 30,0 V	
• Courant nominal et U_{1N}	DC > 20,4 V	
• Taux d'ondulation	< 5 %	
Protection		
• Classe de protection	Classe de protection I	
• Homologations	cULus	
• Degré de protection	IP00	
Conditions relatives à l'exploitation		
• Température ambiante/Classe de temp.	t_u 60 °C / B	t_u 40 °C / B
• Plage de température de transport et de stockage	-25 °C ...+60° C	
• Classe d'humidité	80% max. HR	

2 Campo de aplicación

La fuente de alimentación CC 4AV2102-2EB00-0A es una fuente de alimentación no regulada que consta de un transformador monofásico y rectificadores postconectados como puente de dos pulsos y filtración de condensador. Un varistor y un condensador de hojas protegen a los usuarios de picos de tensión en la salida.
La fuente de alimentación CC genera una tensión continua no regulada de 24 V CC con una ondulación < 5 % y cumple especialmente los requisitos ligados al suministro de energía eléctrica para controladores lógicos programables (ver Figura **01**) y sistemas SIMATIC.

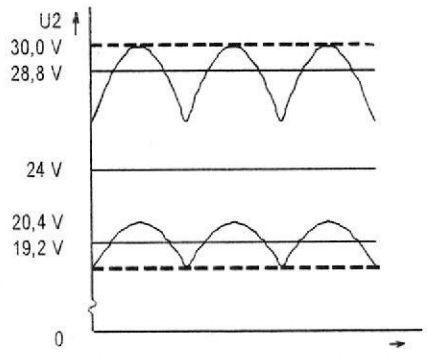
3 Instalación / Montaje

El dispositivo está diseñado para ser instalado en controladores blindados y armarios electrónicos. Puede montarse en cualquier posición y operarse continuamente a plena intensidad nominal hasta el límite de temperatura ambiente indicado en los datos técnicos.
El montaje se realiza mediante fijación por abroche sobre perfil normalizado de 35 mm. La figura **03** muestra el tamaño de los elementos de fijación y las dimensiones del espacio requerido para el montaje.
La conexión se realiza por medio de bornes roscados y enchufables. Las conexiones son a prueba de contacto directo según DIN VDE 0106 Parte 100.
La conexión se debe realizar conforme a las instrucciones en la placa de características.
La tabla **01** indica el tamaño y la posición de los elementos de conexión, así como la longitud a pelar requerida para los cables y los pares de apriete de los tornillos.

4 Funcionamiento

El estado de funcionamiento (Power on) se indica por medio de un LED verde instalado en la cubierta.
Los límites para la tensión de alimentación establecidos para los controladores SIMATIC se cumplen plenamente e independientemente de la carga, es decir, entre la marcha en vacío y la carga nominal y dentro de los límites para la tensión de entrada de - 10 % hasta + 6 % (ver Figura **01**) especificados por la norma IEC 38.

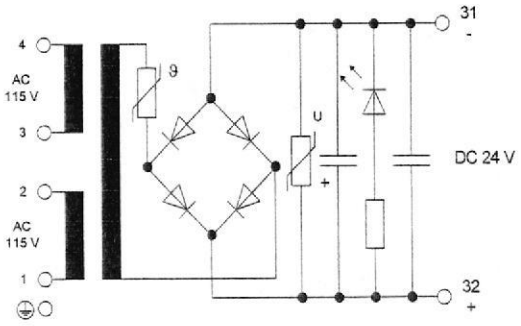
5 Datos técnicos		
• Tensión asignada primaria	1 CA 230 V / 115 V	
• Frecuencia de red	50...60 Hz	
Salida		
• Intensidad asignada secundaria	1,0 A CC	1,2 A CC
• Tensión asignada secundaria	24 V CC	
• Marcha en vacío y U_{1N}	< 30,0 V	
• Carga nominal y U_{1N}	CC > 20,4 V	
• Ondulación	< 5 %	
Protección		
• Clase de protección	Clase de protección I	
• Homologaciones	cULus	
• Tipo de protección	IP00	
Datos de operación		
• Temp. ambiente/Clase de temp.	t_u 60 °C / B	t_u 40 °C / B
• Rango de temperatura para transporte y almacenamiento	-25 °C ...+60° C	
• Clase de humedad	max. 80 % humedad relativa	



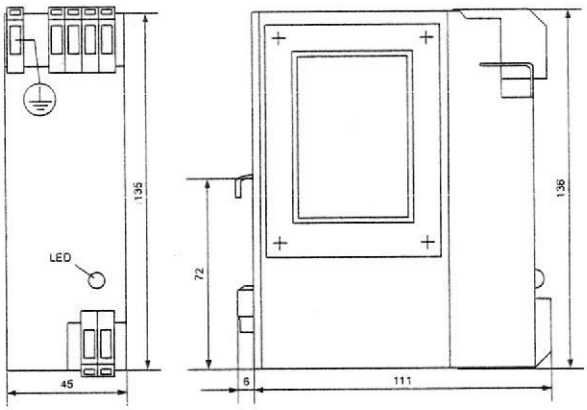
FR	Seuil supérieur lorsque U_{1N} + 6 % et marche à vide
ES	Límite superior para U_{1N} + 6 % y marcha en vacío

FR	Seuil inférieur lorsque U_{1N} - 10 % et courant nominal
ES	Límite inferior para U_{1N} - 10 % e intensidad nominal

FR	**Figure 01** : Tension secondaire Seuils de tension nominale continue 24 V DC suivant EN 61131-2
ES	**Figura 01:** Tensión secundaria Valores límite para la tensión continua nominal 24 V CC según EN 61131-2



FR	**Figure 02** : Schéma électrique
ES	**Figura 02:** Esquema de conexiones



FR	**Figure 03** : Encliquetage sur rail support Encombrement et raccordements
EN	**Figura 03:** Fijación por abroche sobre perfil normalizado Dimensiones del espacio requerido y conexiones

	Type de conducteur	Plage de sections	Longueur d'isolation [mm]	Couple de serrage [Nm]
FR	unifilaire	0,5...6 mm^2	11	0,5
	à âme souple	0,5...4 mm^2	11	0,5
	Connecteur plat	DIN 46244 - A6.3 - 0.8		

Tableau 01 : Raccordements

	Tipo de conductor	Área sección transversal	Longitud a pelar [mm]	Par de apriete [Nm]
ES	Unifilar	0,5...6 mm^2	11	0,5
	De hilos finos	0,5...4 mm^2	11	0,5
	Conector plano	DIN 46244 - A6.3 - 0.8		

Tabla 01: Conexiones

FR	**Remarque** Tenir impérativement compte des longueurs d'isolation indiquées pour éviter que les distances d'isolation et les lignes de fuite ne soient trop faibles.
ES	**Nota:** Las longitudes a pelar que han sido indicadas no se deben rebasar por exceso, de otro modo se rebasarían por defecto las distancias de aislamiento y líneas de fuga requeridas.

ANEXO 8

NORMAS TECNICAS

Lenguajes de Programación

Se definen cuatro lenguajes de programación normalizados. Esto significa que su sintaxis y semántica ha sido definida, no permitiendo particularidades distintivas (dialectos). Una vez aprendidos se podrá usar una amplia variedad de sistemas basados en esta norma.

Los lenguajes consisten en dos de tipo literal y dos de tipo gráfico:

Literales: * Lista de instrucciones (Instruction List, IL).

* Texto estructurado (Structured Text, ST).

Gráficos: * Diagrama de contactos (Diagram Ladder, LD).

* Diagrama de bloques funcionales (Function Block Diagram, FBD).

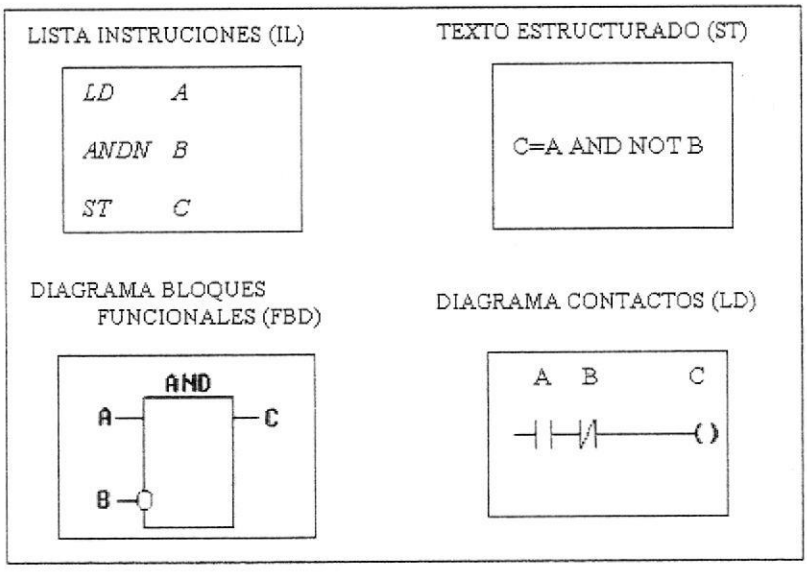


Figura 4. Lenguajes IEC-1131-3

En la figura superior, los cuatro programas describen la misma acción. La elección del lenguaje de programación depende de:

- los conocimientos del programador,
- el problema a tratar,
- el nivel de descripción del proceso,
- la estructura del sistema de control,
- la coordinación con otras personas o departamentos.

Los cuatros lenguajes están interrelacionados y permiten su empleo para resolver conjuntamente un problema común según la experiencia del usuario.

El Diagrama de contactos (LD) tiene sus orígenes en los Estados Unidos. Está basado en la presentación gráfica de la lógica de relés. *Lista de Instrucciones* (IL) es el modelo de lenguaje ensamblador basado un acumulador simple; procede del alemán 'Anweisungliste, AWL.

El *Diagramas de Bloques Funcionales* (FBD) es muy común en aplicaciones que implican flujo de información o datos entre componentes de control. Las funciones y bloques funcionales aparecen

como circuitos integrados y es ampliamente utilizado en Europa. El lenguaje *Texto estructurado* (ST) es un lenguaje de alto nivel con orígenes en el Ada, Pascal y 'C'; puede ser utilizado para codificar expresiones complejas e instrucciones anidadas; este lenguaje dispone de estructuras para bucles (REPEAT-UNTIL; WHILE-DO), ejecución condicional (IF-THEN-ELSE; CASE), funciones (SQRT, SIN, etc.).

Top-down vs. Bottom-up-

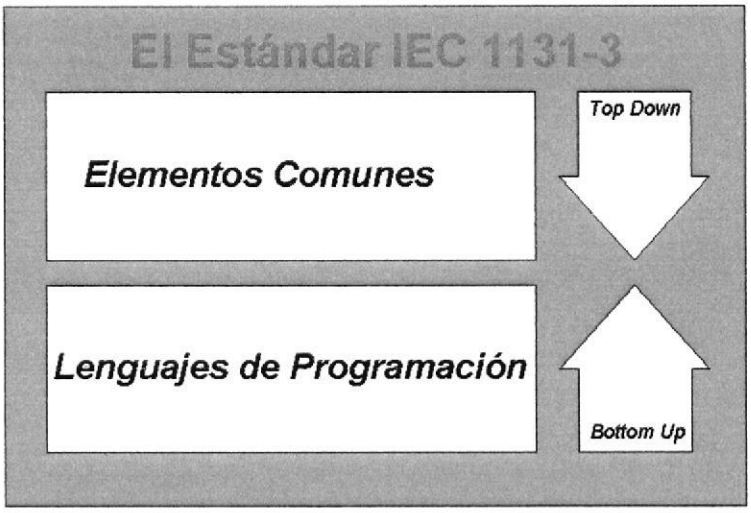


Figura 5. Desarrollo de aplicaciones IEC-1131-3

La norma también permite dos formas de desarrollar tu programa de control (ver figura 5): de arriba a abajo (Top-down) y de abajo a arriba (bottom-up). Puedes especificar inicialmente la aplicación completa y dividirla en partes, declarar las variables y demás. También puedes comenzar la programación desde abajo, por ejemplo, por medio de funciones y bloque funcionales. Por cualquiera de los caminos que elijas, IEC-1131-3 te ayudará durante todo el proceso.

Implementaciones

Cumplir todos los requerimientos de la norma IEC 1131-3 no es fácil, por eso se permiten implementaciones parciales en varios aspectos. Esto hace referencia al número de lenguajes que soportan las herramientas de desarrollo disponibles, y al número de funciones y de bloques funcionales. Con ello se deja libertad al suministrador, pero el usuario debe tener cuidado durante el proceso de selección de la herramienta adecuada. Incluso una actualización del software puede dar lugar a un nivel muy alto de trabajo durante la implementación.

Muchos entornos de programación IEC actuales ofrecen aquello que se espera a nivel de interface de usuario: uso de ratón, menús desplegables, pantallas de programación gráfica, múltiples ventanas, ayuda en línea, verificación durante el diseño, etc. Debe hacerse notar que estos detalles no están especificados en la norma por lo que es una de las partes donde los proveedores pueden diferenciarse (figura 6).

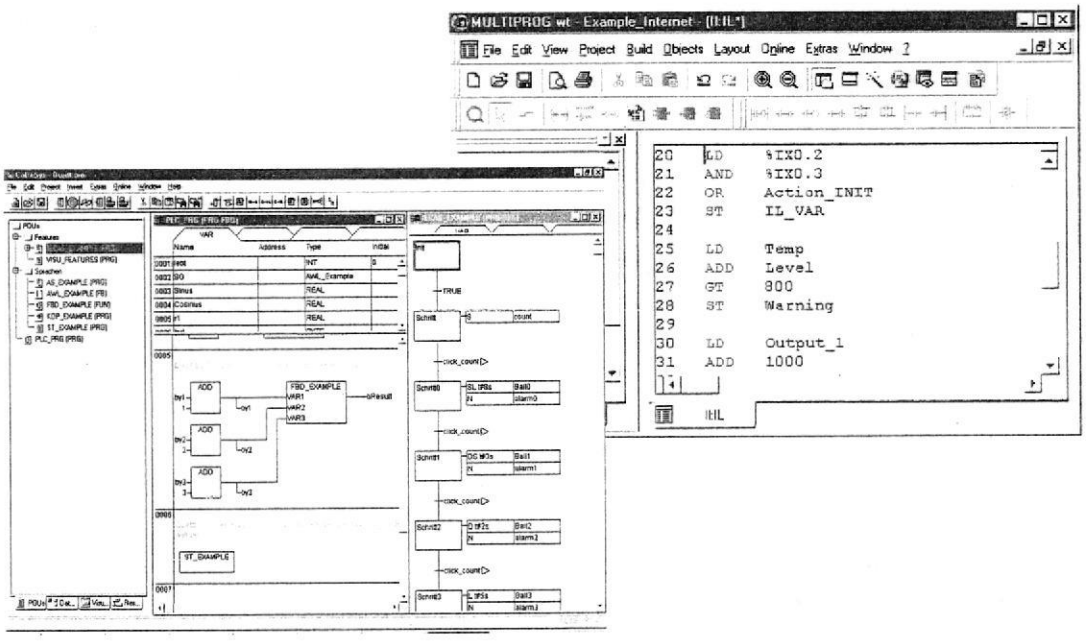


Figura 6. Ejemplos de herramientas de desarrollo IEC 1131-3

Conclusiones

Las implicaciones técnicas de la norma IEC 1131-3 son altas, dejando bastante espacio para el crecimiento y la diferenciación. Esto la hace adecuada para entrar óptimamente en el próximo siglo.

La norma IEC 1131-3 tendrá un gran impacto en el mundo del control industrial y éste no se restringe al mercado convencional de los PLC´s. Ahora mismo, se pueden ver adoptada en aplicaciones para control de movimiento, sistemas distribuidos y sistemas de control basados en PC (SoftPLC), incluyendo los paquetes SCADA. Y las áreas de su utilización siguen creciendo.

El uso de IEC 1131-3 proporciona numerosos beneficios para usuarios/programadores. Los beneficios de la adopción de este estándar son varios, dependiendo de las áreas de aplicación: control de procesos, integrador de sistemas, educación, programación, mantenimiento, instalación, etc. Vamos a nombrar sólo algunos de estos beneficios:

1. Se reduce el gasto en recursos humanos, formación, mantenimiento y consultoría.
2. Evita las fuentes habituales de problemas por el alto nivel de flexibilidad y reusabilidad del software.
3. Las técnicas de programación son utilizables en amplios sectores (control industrial en general).
4. Combinan adecuadamente diferentes elementos que pueden provenir de diferentes fabricantes, programas, proyectos...
5. Incrementa la conectividad y comunicación entre los distintos departamentos y compañías.

El estándar IEC-1131-3 es una realidad en papel. Ahora los usuarios que aprecian los beneficios del estándar deben demandar productos que cubran sus necesidades, de modo que las empresas proveedoras puedan amortizar los gastos de desarrollo de las herramientas adecuadas: *'el problema del huevo y la gallina'.*

INEN

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2 486:2009

SISTEMA DE BANDEJAS METÁLICAS PORTACABLES, ELECTRO-CANALES O CANALETAS. REQUISITOS.

Primera Edición

METAL CABLE TRY SYSTEMS, ELECTROCHANNELS. REQUIREMENTS

First Edition

DESCRIPTORES: Ingeniería eléctrica, accesorios eléctricos, conductos, bandejas, canales, canaletas, requisitos
MC 06.10-401
CDU: 621.315
CIIU: 3813
ICS: 29.120.10

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos Dimensionales

5.1.1 Longitudes de secciones rectas:

Las longitudes típicas son:

a) 2400 ±2 mm
b) 3000 ±2 mm
c) 3050 ±2 mm
d) 6000 ±2 mm
e) 6100 ±2 mm

5.1.2 Ancho para secciones de las bandejas porta-cables (ver nota 1)

a) 75 mm
b) 100 mm
c) 150 mm
d) 200 mm
e) 228 mm
f) 300 mm
g) 400 mm
h) 455 mm
i) 500 mm
j) 510 mm.
k) 600 mm
l) 700 mm
m) 760 mm
n) 800 mm
o) 900 mm
p) 915 mm

5.1.3. Alto del lateral

5.1.3.1 Medidas típicas de alto del lateral para bandejas porta-cables tipo ducto (ver nota 2):

a) 50 mm
b) 80 mm
c) 100 mm
d) 150 mm.

5.1.3.2 Alto del lateral para bandejas porta-cables tipo escalera (ver notas 3 y 4).

a) 50
b) 80
c) 100
d) 105
e) 150
f) 155

NOTA 1. La tolerancia del ancho es de ± 3 mm para las dimensiones exteriores, y el ancho externo (medido entre las partes más sobresalientes del lateral) no excederá el ancho interno por más de 100 mm.

NOTA 2. La tolerancia es de ± 2 mm las dimensiones son medidas exteriormente.

NOTA 3. La tolerancia es de ± 2 mm., las medidas serán tomadas exteriormente.

NOTA 4. La diferencia entre la altura exterior y la altura útil no debe exceder los 27 mm

(Continua)

5.1.4 Espacios entre peldaños.

a) 150 mm
b) 225 mm
c) 300 mm

5.1.5 Radio interior de las secciones curvas.

a) 300 mm
b) 600 mm
c) 900 mm.

5.1.6. Grados de arco para los codos.

a) 30°
b) 45°
c) 60°
d) 90°

5.2. Requisitos Mecánicos

5.2.1 *Capacidad de Carga*

5.2.1.1 Las clases estándar de bandejas porta-cabies, se relacionan con su carga máxima y el espaciamiento de apoyo de diseño para una viga simple, descritas en la tabla 1(ver nota 5)

5.2.1.2 La concentración estática de cargas no se toma en cuenta en la tabla 1, algunas aplicaciones requieren una concentración de carga estática que esta por encima de la carga de trabajo, esta concentración estática de carga representa un peso estático aplicado en el centro de la bandeja porta-cables. Cuando se especifique, la carga estática concentrada puede ser convertida a una carga uniforme equivalente (We) en kilogramos / metro. Utilizando la siguiente formula y añadiendo el peso estático de los cables en la bandeja porta-cables.

$$We = \frac{2 * (c\,\mathrm{arg}\,a \cdot estática \cdot concentrada, Kg)}{Longuitud.entre.soportes, m}$$

Esta combinación de carga puede ser usada para seleccionar una apropiada designación de carga/distancia entre soportes (ver tabla 1). Si la combinación de cargas es superior a la carga de trabajo (ver tabla 1), se debe consultar al fabricante.

TABLA 1. Designación de clases según la carga y distancia entre soportes (ver nota 6)

CARGA	DISTANCIA ENTRE SOPORTES m				
kg/m	2,4	3	3,7	4,9	6
37	****	A	****	****	****
67	****	****	****	****	D
74	8A	****	12A	16A	20A
97	****	C	****	****	****
112	8B	****	12B	16B	E o 20B
149	8C	****	12C	16C	20C
179	****	D	****	****	****
299	****	E	****	****	****

NOTA 5. La carga de calificaciones en la tabla 1 son los más utilizados. Otros rangos de carga también son aceptables.

NOTA 6: 8A/B/C, 12A/B/C, 16A/B/C y 20A/B/C, son designaciones tradicionales NEMA (Nacional Electrical Manufacturers Association), A,C,D y E son designaciones convencionales CSA (Canadian Standards Association)

(Continua)

5.3.2.2 Cuando la pintura o revestimientos adicionales se aplican a las bandejas porta-cables, se deberá garantizar una continuidad del sistema de acuerdo al numeral 6.2

5.3.2.3. Puesta a tierra y conexiones. Las bandejas porta-cables deben ser conectadas a tierra y ser eléctricamente continuas según el artículo NEC 318[1)], para especificaciones de áreas que requieren de unión para la continuidad eléctrica (ver figuras 2 y 3).

5.3.2.4 Bandeja porta-cables utilizada como un equipo conductor de tierra (Ver figuras 1 a 4). La utilización de bandeja porta-cables de aluminio y acero es permitida como conductor a tierra, cuando esta etiquetada y marcada el área de la sección transversal disponible. (Ver tabla 1), si la bandeja porta-cable es usada como equipo conductor de tierra, se utilizan cable puente de unión instalados en los dos laterales (ver figura 1 a 4), a menos que las placas de unión satisfagan la continuidad eléctrica (ver tabla 2) para tamaños mínimos de conductores a tierra (ver nota 11).

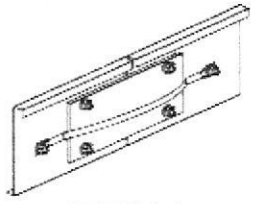


FIGURA 2
Placas de expansión

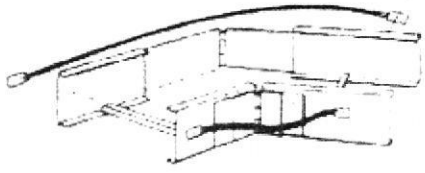


FIGURA 3
Placas de unión horizontal regulables

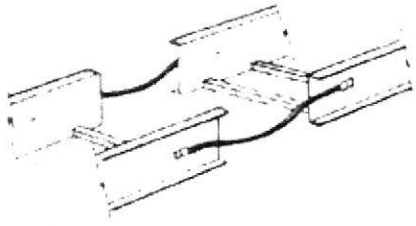


FIGURA 4
Unión discontinua

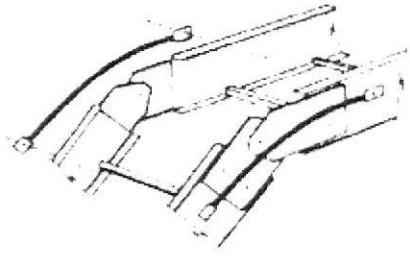


FIGURA 5
Placas de unión vertical regulables

5.3.2.5. Bandeja porta-cables con equipo conductor a tierra instalado por separado (ver figura 6). Cuando un cable conductor a tierra está instalado en el interior o en la bandeja porta-cable, puede ser unido mediante una abrazadera de conexión a tierra, los tipos de abrazadera para puesta a tierra incluyen las atornilladas al lateral, se debe utilizar una abrazadera para cada una de las secciones rectas.

En las bandeja porta-cables de aluminio, no se debe utilizar cable de cobre desnudo para conducir a tierra, y no son necesarios los cables puente de unión en caso de tener el cable conductor de tierra correctamente instalado.



FIGURA 6
Abrazadera de conexión a tierra

[1)] NEC (National Electrical Code)

NOTA 11. Los accesorios fabricados en campo a partir de secciones rectas reducen notablemente la capacidad conductora del sistema por tanto no se recomienda utilizar la bandeja porta-cables tipo malla de alambre para realizar la conexión a tierra.

(Continua)

ANEXO 9

RECORRIDOS CANTIDADES Y MATERIALES

CIB - ESPOL

LISTADO DE MATERIALES Y RECORRIDOS

ITEM	CANT	UNIDAD	DESCRIPCION
1	7,32	mts	CANALETAS METALICAS CERRADAS 12.5x8 cmts
2	1	UNIDAD	CODO HORIZONTAL P/CANALETA DE 12,5 x 8 cmts. C/T
3	1	UNIDAD	CODO VERTICAL P/CANALETA DE 12,5 x 8 cmts. C/T
4	12	UNIDAD	VARILLA ROSCABLE 1/2" X 3 METROS
5	96	UNIDAD	TUERCAS DE 1/2"
6	96	UNIDAD	ANILLOS DE 1/2"
7	60	UNIDAD	PERNOS CADMIADOS DE 1/2x3/4 "
8	7	UNIDAD	CHANEL GALVANIZADO 2.40 mts
9	1	UNIDAD	BREAKER 3F 100A PARADA GENERAL
10	1	UNIDAD	BREAKER 3F 63A MOTOR
11	1	UNIDAD	BREAKER 3F 16A MOTOR
12	1	UNIDAD	BREAKER 3F 40A MOTOR
13	6	UNIDAD	BREAKER 2F 10A CURVA C
14	6	UNIDAD	BREAKER 2F 2A CURVA C
15	1	UNIDAD	TRANSFORMADOR 440V A 110V A 80VA
16	3	UNIDAD	CONTACTOR PARA MOTOR DE 63A
17	1	UNIDAD	CONTACTOR PARA MOTOR DE 9A
18	1	UNIDAD	CONTACTOR PARA MOTOR DE 17A
19	1	UNIDAD	TERMICO PARA MOTOR DE 48-65A
20	1	UNIDAD	TERMICO PARA MOTOR DE 5.5-8A
21	1	UNIDAD	TERMICO PARA MOTOR DE 16-24A
22	1	UNIDAD	FUENTE 24VCC
23	200	mts	CABLE Cu THHN #14 AWG
24	80	mts	CABLE Cu THHN #6 AWG
25	560	mts	CABLE Cu THHN 3X18 AWG
26	10	mts	CABLE DE COMPENSACION PARA RTDS
27	44	UNIDAD	CAJA CUADRADA 4"x 4" C/TAPA USA
28	60	mts	FUNDA SELLADA DE 1/2" USA
29	5	UNIDAD	TUBO EMT DE 1" x 3 mts
30	20	UNIDAD	TUBO EMT DE 1/2" x 3 mts
31	5	lbs	ALAMBRE GALVANIZADO #16
32	50	UNIDAD	UNION EMT 1/2" USA
33	12	UNIDAD	UNION EMT 1" USA
34	30	UNIDAD	GRAPAS CHANEL DE 3/4"
35	7	UNIDAD	GRAPAS CHANEL DE 2"
36	15	UNIDAD	SOPORTES PARA TOMA EN CANALETA
37	2	UNIDAD	ORGANIZADOR DE CABLE
38	3	UNIDAD	CANALETA PLASTICA DE 35X105X2000MM C/TAPA
39	10	UNIDAD	CINTA AISLANTE 3M SUPER 33+
40	1	UNIDAD	AMARRAS VELCRO
41	100	UNIDAD	AMARRAS PLASTICAS 10 CM
42	1	UNIDAD	CAJA DE UNIONES CON BORNERAS
43	1	UNIDAD	TABLERO DE CONTROL PRINCIPAL PRECABLEADO

ANEXO 10

ANALISIS DE COSTOS

COSTOS DE EQUIPOS

ITEM	CANT	UNIDAD	DESCRIPCION	P/UNITARIO	P/TOTAL
1	1	UNIDAD	Promag 10H22, DN25 1"	$ 3.892,15	**$ 3.892,15**
2	1	UNIDAD	Liquisys M CLM253	$ 1.350,90	**$ 1.350,90**
3	1	UNIDAD	Condumax H CLS16	$ 1.124,80	**$ 1.124,80**
4	3	UNIDAD	Rtd omnigrad M TR44	$ 877,80	**$ 2.633,40**
5	7	UNIDAD	Switch de nivel FTL 330 L-RMS2C	$ 357,80	**$ 2.504,60**
6	1	UNIDAD	Johnson Controls PD-P99A-9300	$ 1.362,00	**$ 1.362,00**
7	3	UNIDAD	Sensor inductivo BERO 3RG40110AG00	$ 258,75	**$ 776,25**
8	1	UNIDAD	Válvula de expansión para amoniaco	$ 3.442,80	**$ 3.442,80**
9	3	UNIDAD	Válvulas solenoides on/off monoestable	$ 470,35	**$ 1.411,05**
10	3	UNIDAD	Bobina 100Vac para electroválvula	$ 73,68	**$ 221,04**
11	4	UNIDAD	Caja enchufe para electroválvula	$ 10,11	**$ 40,44**
12	2	UNIDAD	Válvula solenoide de 4 a 20mA	$ 1.875,00	**$ 3.750,00**
13	1	UNIDAD	Posicionador electroneumático tipo 3761	$ 2.589,30	**$ 2.589,30**
14	1	UNIDAD	CPU S7 315-2DP SIEMENS	$ 1.735,30	**$ 1.735,30**
15	1	UNIDAD	Tarjeta de comunicación Ethernet Web Server	$ 3.366,00	**$ 3.366,00**
16	1	UNIDAD	Módulo de entradas discretas	$ 548,50	**$ 548,50**
17	1	UNIDAD	Módulo de salidas discretas	$ 868,00	**$ 868,00**
18	1	UNIDAD	Módulo de entradas analógicas	$ 1.181,25	**$ 1.181,25**
19	1	UNIDAD	Módulo de salidas analógicas	$ 1.365,30	**$ 1.365,30**
20	1	UNIDAD	Fuente de alimentación SITOP	$ 301,70	**$ 301,70**
21	1	UNIDAD	Interfaz hombre maquina Panel SIMATIC TP 277 6"	$ 2.087,80	**$ 2.087,80**
22	35	mts.	Cable para conexión PROFIBUS DP metro	$ 8,38	**$ 293,30**
23	2	UNIDAD	Conector PROFIBUS Fast con conector adicional	$ 74,25	**$ 148,50**
24	10	mts.	Cable Ethernet (paq 20)	$ 31,20	**$ 312,00**
25	4	UNIDAD	Conectores Ethernet	$ 0,83	**$ 3,32**
26	1	UNIDAD	Conector frontal con conductores individuales 40X0.05mm2 (paq. 5)	$ 648,00	**$ 648,00**
27	1	UNIDAD	Conector frontal con conductores individuales 20X0.05mm2	$ 99,00	**$ 99,00**
28	2	UNIDAD	Módulo de conexión frontal 4 X 8 E/S	$ 80,50	**$ 161,00**
29	1	UNIDAD	Módulo de conexión frontal 2 X 8 E/S	$ 57,50	**$ 57,50**
30	1	UNIDAD	Bloque de bornes para conexión a un hilo (paq. 10)	$ 326,50	**$ 326,50**
31	1	UNIDAD	Bloque de bornes para módulos analógicos (paq. 10)	$ 603,50	**$ 603,50**
32	1	UNIDAD	Intel 775 Core 2 Quad Q8400 2.66 Ghz 1333 MHz 4Mb	$ 192,00	**$ 192,00**
33	1	UNIDAD	775 INTEL DG35EC Core2Quad FSB 1333 DDR2 8GB A/V/Gigabit	$ 92,00	**$ 92,00**
34	2	UNIDAD	DDR2 800 2Gb (en caja) Kingston	$ 53,00	**$ 106,00**

35	1	UNIDAD	500 Gb Wester Digital IDE 7200 r.p.m. 16Mb WD5000AAKB	$ 84,00	**$ 84,00**
36	1	UNIDAD	DVD-RW LG 20X SATA GH22NS50	$ 32,00	**$ 32,00**
37	1	UNIDAD	Video PCI Express MSI 9500GT 1Gb HDMI/DVI / DDR2	$ 69,00	**$ 69,00**
38	1	UNIDAD	18,5" LCD LG W1941S	$ 133,00	**$ 133,00**
39	1	UNIDAD	CASE Combo ATX PENT4 COMBO Teclado, mouse, parlantes	$ 42,00	**$ 42,00**
40	1	UNIDAD	Discipador Intel para procesador 775	$ 14,00	**$ 14,00**
41	1	UNIDAD	Licencia de programación SIMATIC S7 Professional	$ 4.158,00	**$ 4.158,00**
42	1	UNIDAD	Programa SOFTNET-PG/Windows 2005 for Industrial Ethernet	$ 1.500,75	**$ 1.500,75**
43	1	UNIDAD	Cable de programación entre PC y PLC	$ 514,00	**$ 514,00**
44	1	UNIDAD	Licencia de programación WinCC Flexible Runtime	$ 6.017,76	**$ 6.017,76**
45	1	UNIDAD	Licencia de programación Wonderware Intouch 10	$ 6.543,00	**$ 6.543,00**

EQUIPOS REQUERIDOS	**USD**	**$ 58.702,71**
12% IVA	**USD**	**$ 7.044,33**
PRECIO TOTAL EQUIPOS REQUERIDOS	**USD**	$ 65.747,04

COSTOS DE MATERIALES ELECTRICOS

ITEM	CANT	UNIDAD	DESCRIPCION	P/UNITARIO	P/TOTAL
1	7,32	mts	CANALETAS METALICAS CERRADAS 12.5x8 cmts	$ 23,85	**$ 174,58**
2	1	UNIDAD	CODO HORIZONTAL P/CANALETA DE 12,5 x 8 cmts. C/T	$ 32,20	**$ 32,20**
3	1	UNIDAD	CODO VERTICAL P/CANALETA DE 12,5 x 8 cmts. C/T	$ 32,20	**$ 32,20**
4	12	UNIDAD	VARILLA ROSCABLE 1/2" X 3 METROS	$ 9,69	**$ 116,28**
5	96	UNIDAD	TUERCAS DE 1/2"	$ 0,15	**$ 14,40**
6	96	UNIDAD	ANILLOS DE 1/2"	$ 0,08	**$ 7,68**
7	60	UNIDAD	PERNOS CADMIADOS DE 1/2x3/4 "	$ 0,31	**$ 18,60**
8	7	UNIDAD	CHANEL GALVANIZADO 2.40 mts	$ 14,09	**$ 98,63**
9	1	UNIDAD	BREAKER 3F 100A PARADA GENERAL	$ 173,00	**$ 173,00**
10	1	UNIDAD	BREAKER 3F 63A MOTOR	$ 219,00	**$ 219,00**
11	1	UNIDAD	BREAKER 3F 16A MOTOR	$ 219,00	**$ 219,00**
12	1	UNIDAD	BREAKER 3F 40A MOTOR	$ 219,00	**$ 219,00**
13	6	UNIDAD	BREAKER 2F 10A CURVA C	$ 11,00	**$ 66,00**
14	6	UNIDAD	BREAKER 2F 2A CURVA C	$ 24,00	**$ 144,00**
15	1	UNIDAD	TRANSFORMADOR 440V A 110V A 80VA	$ 30,00	**$ 30,00**
16	3	UNIDAD	CONTACTOR PARA MOTOR DE 63A 24Vdc	$ 458,00	**$ 1.374,00**
17	1	UNIDAD	CONTACTOR PARA MOTOR DE 9A 24Vdc	$ 67,00	**$ 67,00**
18	1	UNIDAD	CONTACTOR PARA MOTOR DE 17A 24Vdc	$ 134,00	**$ 134,00**
19	1	UNIDAD	TERMICO PARA MOTOR DE 48-65A	$ 107,00	**$ 107,00**
20	1	UNIDAD	TERMICO PARA MOTOR DE 5.5-8A	$ 62,00	**$ 62,00**
21	1	UNIDAD	TERMICO PARA MOTOR DE 16-24A	$ 62,00	**$ 62,00**
22	1	UNIDAD	FUENTE 24Vdc	$ 158,50	**$ 158,50**
23	200	mts	CABLE Cu THHN #14 AWG	$ 0,36	**$ 72,00**
24	80	mts	CABLE Cu THHN #6 AWG	$ 2,04	**$ 163,20**
25	560	mts	CABLE Cu THHN 3X18 AWG	$ 0,75	**$ 420,00**
26	10	mts	CABLE DE COMPENSACION PARA RTDS	$ 16,50	**$ 165,00**
27	44	UNIDAD	CAJA CUADRADA 4"x 4" C/TAPA USA	$ 3,75	**$ 165,00**
28	60	mts	FUNDA SELLADA DE 1/2" USA	$ 2,19	**$ 131,40**
29	5	UNIDAD	TUBO EMT DE 1" x 3 mts	$ 9,56	**$ 47,80**
30	20	UNIDAD	TUBO EMT DE 1/2" x 3 mts	$ 3,56	**$ 71,20**
31	5	lbs	ALAMBRE GALVANIZADO #16	$ 1,33	**$ 6,65**
32	50	UNIDAD	UNION EMT 1/2" USA	$ 0,38	**$ 19,00**
33	12	UNIDAD	UNION EMT 1" USA	$ 0,89	**$ 10,68**
34	30	UNIDAD	GRAPAS CHANEL DE 3/4"	$ 0,18	**$ 5,40**
35	7	UNIDAD	GRAPAS CHANEL DE 2"	$ 0,34	**$ 2,38**
36	15	UNIDAD	SOPORTES PARA TOMA EN CANALETA	$ 4,41	**$ 66,15**
37	2	UNIDAD	ORGANIZADOR DE CABLE	$ 38,21	**$ 76,42**
38	3	UNIDAD	CANALETA PLASTICA DE 35X105X2000MM C/TAPA	$ 25,57	**$ 76,71**
39	10	UNIDAD	CINTA AISLANTE 3M SUPER 33+	$ 3,63	**$ 36,30**
40	1	UNIDAD	AMARRAS VELCRO	$ 22,35	**$ 22,35**
41	100	UNIDAD	AMARRAS PLASTICAS 10 CM	$ 0,06	**$ 6,00**

42	1	UNIDAD	CAJA DE UNIONES CON BORNERAS	$ 578,90	**$ 578,90**
43	4	UNIDAD	BARRA DE COBRE	$ 21,60	**$ 86,40**
44	6	UNIDAD	AISLADOR DE BT 50mm x 50mm 3kV	$ 2,65	**$ 15,90**
45	2	UNIDAD	TERMINAL TALON PARA BT	$ 6,25	**$ 12,50**
46	1	UNIDAD	TABLERO DE CONTROL PRINCIPAL PRECABLEADO	$ 2.589,30	**$ 2.589,30**

MATERIALES REQUERIDOS	**USD**	**$ 8.375,71**
12% IVA	**USD**	**$ 1.005,09**
PRECIO TOTAL MATERIALES REQUERIDOS	USD	$ 9.380,80

COSTOS DE MATERIALES MECANICOS

ITEM	CANT	UNIDAD	DESCRIPCION	P/UNITARIO	P/TOTAL
1	25	UNIDAD	RACORES QS-1/4-8	$ 2,39	**$ 59,75**
2	5	UNIDAD	REGULADORES DE CAUDAL GRE-1/4	$ 15,93	**$ 79,65**
3	1	UNIDAD	FILTRO REGULADOR LFR-1/2-D-MIDI	$ 96,04	**$ 96,04**
4	20	UNIDAD	TUBO POLIURETANO PUN 8 X 1.25BL	$ 1,46	**$ 29,20**
5	2	UNIDAD	LUBRICADOR LOE-1/4-D-MINI	$ 43,49	**$ 86,98**
6	7	UNIDAD	DERIVACION T QST-8	$ 5,40	**$ 37,80**
7	10	UNIDAD	TUBO PARA ACOMETIDA NEUMATICA DE 1/2"	$ 8,05	**$ 80,50**
8	5	UNIDAD	T DE 1/2" PARA ACOMETIDA NEUMATICA	$ 1,61	**$ 8,05**
9	2	UNIDAD	TEFLON	$ 0,69	**$ 1,38**
10	4	UNIDAD	BASE FIJACION PARA SENSORES INDUCTIVOS 18mm	$ 45,78	**$ 183,12**
11	9	UNIDAD	BASE ROSCADA PARA SENSORES DE NIVEL EN TANQUES	$ 57,50	**$ 517,50**
12	3	UNIDAD	BASE ROSCADA PARA SENSOR DE CONDUCTIVIDAD	$ 106,50	**$ 319,50**
13	2	UNIDAD	BASE ROSCADA PARA SENSOR DE PRESION	$ 96,30	**$ 192,60**
14	15	UNIDAD	PERNO DE EXPANSION DE 3/8" X 21/4"	$ 0,96	**$ 14,40**
15	3	lbs.	SOLDADURA 6011	$ 1,45	**$ 4,35**

MATERIALES REQUERIDOS	**USD**	**$ 1.710,82**
12% IVA	**USD**	**$ 205,30**
PRECIO TOTAL MATERIALES REQUERIDOS	**USD**	$ 1.916,12

COSTOS DE MANO DE OBRA

ITEM	CANT	UNIDAD	DESCRIPCION	P/UNITARIO	P/TOTAL
1	1	GBL.	RETIRO DE TODOS LOS EQUIPOS DE CONTROL ACTUALES	$ 1.000,00	**$ 1.000,00**
2	1	GBL.	RETIRO DE CABLEADO DE CONTROL Y FUERZA EXISTENTE	$ 700,00	**$ 700,00**
3	12	UNIDAD	COLOCACION DE SOPORTES PARA CANALETA	$ 12,67	**$ 152,04**
4	7,32	mts	MONTAJE DE CANALETA METALICA	$ 10,12	**$ 74,08**
5	1	GBL.	INSTALACION DE PLC Y MODULOS	$ 1.083,33	**$ 1.083,33**
6	1	GBL.	INSTALACION DE ELECTROVALVULAS ON/OFF	$ 917,50	**$ 917,50**
7	1	GBL.	INSTALACION DE ELECTROVALVULAS 24mA	$ 797,00	**$ 797,00**
8	1	GBL.	INSTALACION SENSORES DE NIVEL	$ 1.245,00	**$ 1.245,00**
9	1	GBL.	INSTALACION SENSORES DE PRESION, CONDUCTIVIDAD	$ 1.857,85	**$ 1.857,85**
10	1	GBL.	INSTALACION SISTEMA NEUMATICO	$ 1.264,67	**$ 1.264,67**
11	1	GBL.	INSTALACION SENSORES DE FLUJO	$ 1.340,00	**$ 1.340,00**
12	1	UNIDAD	INSTALACION DE TABLERO DE CONTROL	$ 850,00	**$ 850,00**

MANO OBRA DIRECTA	**USD**	$ 11.281,47
ADMINISTRACION Y SUPERVISION TECNICA	**USD**	**$ 2.820,37**
COSTOS INDIRECTOS	**USD**	**$ 1.128,15**
TRABAJOS REALIZADOS	**USD**	$ 15.229,99

DEPRECIACION DE EQUIPOS Y BIENES

DESCRIPCION	P/TOTAL	VALOR RESIDUAL	AÑOS	DEP. ANUAL
Promag 10H22, DN25 1"	$ 3.892,15	$ 194,61	5	$ 739,51
Liquisys M CLM253	$ 1.350,90	$ 67,55	5	$ 256,67
Condumax H CLS16	$ 1.124,80	$ 56,24	5	$ 213,71
Rtd omnigrad M TR44	$ 2.633,40	$ 131,67	5	$ 500,35
Switch de nivel FTL 330 L-RMS2C	$ 1.804,60	$ 90,23	5	$ 342,87
Johnson Controls PD-P99A-9300	$ 962,00	$ 48,10	5	$ 182,78
Sensor inductivo BERO 3RG40110AG00	$ 117,50	$ 5,88	5	$ 22,33
Válvula de expansión para amoniaco	$ 3.442,80	$ 172,14	5	$ 654,13
Válvulas solenoides on/off monoestable	$ 340,70	$ 17,04	5	$ 64,73
Bobina 100Vac para electroválvula	$ 47,36	$ 2,37	5	$ 9,00
Caja enchufe para electroválvula	$ 8,22	$ 0,41	5	$ 1,56
Válvula solenoide de 4 a 20mA	$ 875,00	$ 43,75	5	$ 166,25
Posicionador electroneumático tipo 3761	$ 2.589,30	$ 129,47	5	$ 491,97
CPU S7 315-2DP SIEMENS	$ 1.735,30	$ 86,77	5	$ 329,71
Tarjeta de comunicación Ethernet Web Server	$ 3.366,00	$ 168,30	5	$ 639,54
Módulo de entradas discretas	$ 548,50	$ 27,43	5	$ 104,22
Módulo de salidas discretas	$ 868,00	$ 43,40	5	$ 164,92
Módulo de entradas analógicas	$ 1.181,25	$ 59,06	5	$ 224,44
Módulo de salidas analógicas	$ 1.365,30	$ 68,27	5	$ 259,41
Fuente de alimentación SITOP	$ 301,70	$ 15,09	5	$ 57,32
Interfaz hombre maquina Panel SIMATIC TP 277 6"	$ 2.087,80	$ 104,39	5	$ 396,68
Cable para conexión PROFIBUS DP metro	$ 223,30	$ 11,17	5	$ 42,43
Conector PROFIBUS Fast con conector adicional	$ 148,50	$ 7,43	5	$ 28,22
Cable Ethernet (paq 20)	$ 93,60	$ 4,68	5	$ 17,78
Conectores Ethernet	$ 3,32	$ 0,17	5	$ 0,63
Conector frontal con conductores individuales 40X0.05mm2 (paq. 5)	$ 648,00	$ 32,40	5	$ 123,12
Conector frontal con conductores individuales 20X0.05mm2	$ 99,00	$ 4,95	5	$ 18,81
Módulo de conexión frontal 4 X 8 E/S	$ 161,00	$ 8,05	5	$ 30,59
Módulo de conexión frontal 2 X 8 E/S	$ 57,50	$ 2,88	5	$ 10,93
Bloque de bornes para conexión a un hilo (paq. 10)	$ 326,50	$ 16,33	5	$ 62,04
Bloque de bornes para módulos analógicos (paq. 10)	$ 603,50	$ 30,18	5	$ 114,67
Intel 775 Core 2 Quad Q8400 2.66 Ghz 1333 MHz 4Mb	$ 192,00	$ 9,60	2	$ 22,80
775 INTEL DG35EC Core2Quad FSB 1333 DDR2 8GB A/V/Gigabit	$ 92,00	$ 4,60	2	$ 10,93
DDR2 800 2Gb (en caja) Kingston	$ 106,00	$ 5,30	2	$ 12,59
500 Gb Wester Digital IDE 7200 r.p.m. 16Mb WD5000AAKB	$ 84,00	$ 4,20	2	$ 9,98
DVD-RW LG 20X SATA GH22NS50	$ 32,00	$ 1,60	2	$ 3,80
Video PCI Express MSI 9500GT 1Gb HDMI/DVI / DDR2	$ 69,00	$ 3,45	2	$ 8,19

18,5" LCD LG W1941S	$ 133,00	**$ 6,65**	**2**	**$ 15,79**
CASE Combo ATX PENT4 COMBO Teclado, mouse, parlantes	$ 42,00	**$ 2,10**	**2**	**$ 4,99**
Discipador Intel para procesador 775	$ 14,00	**$ 0,70**	**2**	**$ 1,66**
Licencia de programación SIMATIC S7 Professional	$ 4.158,00	**$ 207,90**	**5**	**$ 790,02**
Programa SOFTNET-PG/Windows 2005 for Industrial Ethernet	$ 1.500,75	**$ 75,04**	**5**	**$ 285,14**
Cable de programación entre PC y PLC	$ 514,00	**$ 25,70**	**5**	**$ 97,66**
Licencia de programación WinCC Flexible Runtime	$ 6.017,76	**$ 300,89**	**5**	**$ 1.143,37**
Licencia de programación Wonderware Intouch 10	$ 6.543,00	**$ 327,15**	**5**	**$ 1.243,17**

TOTAL DEPRECIACION	**USD**	$ 9.921,38

SERIE HISTORICA DE LOS DOLARES PERDIDOS POR MATERIA PRIMA UTILIZADA Y GANANCIA

ITEM	MATERIA	UNIDAD	CANTIDAD	C/ UNITARIO	C/TOTAL
1	SODA CAUSTICA	HECTOLITROS	10780	$ 125,30	**$ 1.350.734,00**
2	AGUA SUAVE PROCESO PASTEURIZACION	HECTOLITROS	6180	$ 97,50	**$ 602.550,00**
3	AGUA PARA CONSUMO SOCIAL CIP	HECTOLITROS	11530	$ 93,45	**$ 1.077.478,50**
4	AGUA PARA CONSUMO SOCIAL LIMPIEZA	HECTOLITROS	1750	$ 93,45	**$ 163.537,50**
5	VAPOR PARA SISTEMA CIP	TONELADAS	4763	$ 110,32	**$ 525.454,16**
6	VAPOR PARA PASTEURIZACION	TONELADAS	3450	$ 110,32	**$ 380.604,00**

MATERIA PRIMA UTILIZADA ANUAL	30240	**CANT PRODUCIDA**
COSTO ANUAL TOTAL	$ 4.100.358,16	

ITEM	MATERIA	UNIDAD	CANTIDAD	C/ UNITARIO	C/TOTAL
1	SODA CAUSTICA	HECTOLITROS	9648,1	$ 125,30	**$ 1.208.906,93**
2	AGUA SUAVE PROCESO PASTEURIZACION	HECTOLITROS	6025,5	$ 97,50	**$ 587.486,25**
3	AGUA PARA CONSUMO SOCIAL CIP	HECTOLITROS	11530	$ 93,45	**$ 1.077.478,50**
4	AGUA PARA CONSUMO SOCIAL LIMPIEZA	HECTOLITROS	1750	$ 93,45	**$ 163.537,50**
5	VAPOR PARA SISTEMA CIP	TONELADAS	4763	$ 110,32	**$ 525.454,16**
6	VAPOR PARA PASTEURIZACION	TONELADAS	3450	$ 110,32	**$ 380.604,00**

REDUCCION MATERIA POR SISTEMA	28953,6	**CANT PRODUCIDA**
COSTO ANUAL DESPUES DE IMPLEMENTACION	$ 3.943.467,34	
GANANCIA POR MATERIA	$ 156.890,82	

FLUJO DE CAJA

		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
GANANCIAS											
POR MATERIA PRIMA		$ 156.890,82	$ 156.890,82	$ 156.890,82	$ 156.890,82	$ 156.890,82	$ 156.890,82	$ 156.890,82	$ 156.890,82	$ 156.890,82	$ 156.890,82
POR PRODUCCION		$ 4.881,71	$ 5.614,05	$ 6.148,82	$ 6.734,52	$ 7.376,02	$ 8.078,62	$ 8.848,15	$ 9.690,98	$ 10.614,10	$ 11.625,14
TOTAL GANANCIAS		**$ 161.772,53**	**$ 162.504,87**	**$ 163.039,64**	**$ 163.625,34**	**$ 164.266,84**	**$ 164.969,44**	**$ 165.738,97**	**$ 166.581,80**	**$ 167.504,92**	**$ 168.515,96**
GASTOS											
COSTO FIJO		$ 15.650,00	$ 16.324,52	$ 17.028,10	$ 17.762,01	$ 18.527,56	$ 19.326,09	$ 20.159,05	$ 21.027,90	$ 21.934,21	$ 22.879,57
COSTO VARIABLE		$ 59.184,95	$ 11.221,38	$ 11.221,38	$ 11.221,38	$ 11.221,38	$ 11.221,38	$ 11.221,38	$ 11.221,38	$ 11.221,38	$ 11.221,38
TOTAL GASTOS		**$ 74.834,95**	**$ 27.545,90**	**$ 28.249,49**	**$ 28.983,40**	**$ 29.748,94**	**$ 30.547,48**	**$ 31.380,43**	**$ 32.249,29**	**$ 33.155,59**	**$ 34.100,95**
UTILIDAD BRUTA	-$ 92.273,95	**$ 86.937,57**	**$ 134.958,97**	**$ 134.790,15**	**$ 134.641,95**	**$ 134.517,90**	**$ 134.421,97**	**$ 134.358,54**	**$ 134.332,52**	**$ 134.349,33**	**$ 134.415,01**

ANEXO 11

PROGRAMACION DEL PLC

Simbolo	Dirección	Comentario
TAPON_ALARM	M0.2	Alarma anuncia tanque de amoniaco taponado
FLUJO_SENSOR	AIW0	Valor leido en campo por el sensor de flujo
COND_SENSOR	AIW2	Valor de conductividad de la soda leida por el sensor de conductividad
PRESI_SENSOR	AIW4	Valor de la presion en el tanque leido en campo
PRESI2_SENSOR	AIW8	Valor de la presión en la salida del proceso
TEMP_SENSOR	AIW10	Valor de temperatura en etapa de calentamiento
TEMP2_SENSOR	AIW12	Valor de lectura de campo de la temperatura en el serpentín
TEMP3_SENSOR	AIW16	Valor de campo de la temperatura de tanque de amoniaco
NIVEL_SENSOR	AIW18	Valor de campo de nivel de tanque de amoniaco
VLVP01	AQW0	Valvula proporcional para control de salida de cerveza pasteurizada
Marcha	I0.0	Botonera para dar marcha a la pasteurización
Paro	I0.1	Botonera para paro general del proceso
Presencia1	I0.2	Sensor inductivo de presencia de tubería entrada
Presencia2	I0.3	Sensor inductivo de presencia de tubería salida
HL_AGUA	I0.4	Sensor de nivel alto para el tanque de agua
LL_AGUA	I0.5	Sensor de nivel bajo para tanque de agua
LL_SODA	I0.6	Sensor de nivel bajo para tanque de soda
HL_SODA	I0.7	Sensor de nivel alto para tanque de soda
LL_BEER	I1.0	Detección de presencia de cerveza en el tanque de almacenamiento del producto
LL_VESSEL	I1.2	Sensor de nivel bajo de tanque de vessel etapa de calentamiento
VLV02_ON	I1.4	Confirmación apertura válvula de ingreso de agua en etapa de calentamiento
VLV03_ON	I1.5	Confirmación apertura válvula ingreso vapor en etapa de calentamiento
VLV04_ON	I1.6	Confirmación de apertura de válvula de ingreso de amoniaco a etapa de enfriamie
VLV07	I1.7	Confirmación apertura válvula desfogue de amoniaco del tanque de enfriamiento
VLV08_ON	I2.0	Confirmacion de salida de agua del tanque de almacenamiento
VLV09_ON	I2.1	Confirmación de solenoide de salida de cerveza
VLV10_ON	I2.2	Confirmacion apertura de valvula de purga de agua de limpieza
VLV11_ON	I2.3	Confirmación de cerrado de válvula de retroalimentación de soda
VLV12_ON	I2.4	Confirmación de apertura de la valvula de retroalimentacion del agua
MS01_ON	I2.5	Confirmación del encendido del motor de la bomba de pasteurizacion de cerveza
MS02_ON	I2.6	Confirmación de motor para bomba de etapa de calentamiento
MS03_ON	I2.7	Confirmación de encendido del motor de la bomba de limpieza
Arranque_Sistema	M0.0	Estado del proceso de pasteurización
ALARM_AGUA	M0.3	Alarma visual para tanque de agua FULL
ALARM_SODA	M0.4	Alarma visual para tanque de soda FULL
Mayor8	M0.5	Valor de conductividad mayor al 8%
Menor12	M0.6	Valor de conductividad menor al 12%
ConductividadOK	M0.7	Conductividad en el sensor OK
PARO_CIP	M1.0	Indicador para paro general del proceso de limpieza
MARCHA_CIP	M1.1	Indicador para arranque del proceso de limpieza
ARRANQUE_CIP	M1.3	Estado del proceso de limpieza
TANQUE_TAPON	M1.5	Alarma de tanque de enfriamiento obstruido pos congelamiento
TEMP1_OK	M1.6	Temperatura en etapa de calentamiento OK

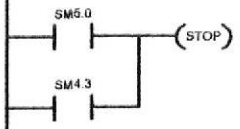
Simbolo	Dirección	Comentario
NIVEL_OK	M1.7	Rango de nivel de amoniaco en el tanque de enfriamiento OK
PRESI2_OK	M2.0	Rango de presión de amoniaco dentro del tanque de enfriamiento OK
PARO_PASTEUR	M2.1	Comando para paro del proceso de pasteurización por medio de consola
MARCHA_PASTEU	M2.2	Comando marcha para proceso de pasteurización por medio de consola
ARRANQUE_PAST	M2.3	Estado del proceso de pasteurización
VLV02	Q0.1	Apertura válvula de ingreso de agua en etapa de calentamiento
VLV03	Q0.2	Apertura de la válvula de ingreso de vapor en etapa de calentamiento
VLV04	Q0.3	Apertura de la válvula de ingreso de amoniaco a etapa de enfriamiento
VLV07_ON	Q0.4	Apertura de válvula de desfoque de amoniaco del tanque de enfriamiento
VLV08	Q0.5	Apertura de valvula de salida del agua del proceso de limpieza
VLV09	Q0.6	Apertura de válvula de salida de soda en etapa limpieza
VLV11	Q0.7	Cierre de válvula de retroalimentación de soda para limpieza
VLV12	Q1.0	Apertura de válvula de retroalimentacion del agua para la limpieza
VLV10	Q1.1	Apertura de válvula de purga de agua para la limpieza
MS01	Q2.0	Encendido del motor de la bomba de cerveza
MS02	Q2.1	Encendido de motor de bomba para etapa de calentamiento
MS03	Q2.2	Encendido de motor para limpieza
FLUJO_IN	VW0	Variable para operar flujo leido en campo
FLUJO_LEIDO	VW15	Valor de flujo en rango leible para el instrumento en m3/h
COND_IN	VW20	Variable para operar conductividad en plc
COND_LEIDO	VW35	Valor de conductividad para el instrumento uS/cm
PRESI_IN	VW40	Variable para operar presión en plc
PRESI_LEIDO	VW55	Valor de la presion para el instrumento en bar
PRESI2_IN	VW60	Variable para controlar presión en plc
PRESI2_LEIDO	VW75	Valor de la presion del instrumento en bar
TEMP_IN	VW80	Variable para controlar temperatura en plc
TEMP_LEIDO	VW95	Valor de la temperatura del instrumento en °C
TEMP2_IN	VW100	Variable para controlar temperatura leida
TEMP2_LEIDO	VW115	Valor de temperatura de intrumento en °C
TEMP3_IN	VW120	Variable a controlar de temperatura en el plc
TEMP3_LEIDO	VW135	Valor de temperatura de intrumento en °C
NIVEL_IN	VW140	Variable a controlar de nivel en el plc
NIVEL_LEIDO	VW155	Valor de nivel del instrumento en porcentaje

Bloque: PRINCIPAL
Autor:
Fecha de creación: 09.07.2009 13:41:56
Fecha de modificación: 17.08.2009 15:45:02

COMENTARIOS DEL PROGRAMA

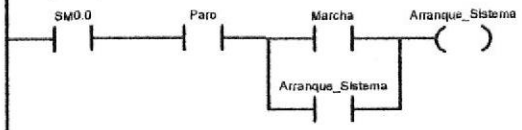
Network 1

Si ocurre un error de entrada/salida o durante el tiempo de ejecución se va a pasar al modo STOP en el programa principal



Network 2

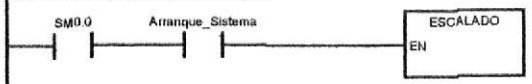
Arranque del proceso de pasteurización



Símbolo	Dirección	Comentario
Arranque_Sistema	M0.0	Estado del proceso de pasteurización
Marcha	I0.0	Botonera para dar marcha a la pasteurización
Paro	I0.1	Botonera para paro general del proceso

Network 3

Escalamiento de los intrumentos analógicos



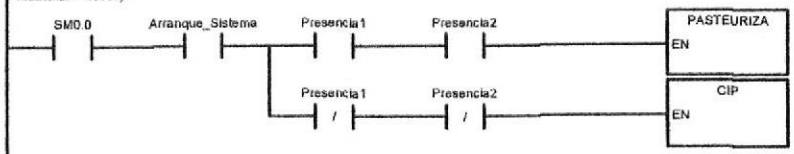
Símbolo	Dirección	Comentario
Arranque_Sistema	M0.0	Estado del proceso de pasteurización

DISEÑO Y ANALISIS DE UN SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN Y AUTOMATIZACION INDUSTRIAL APLICADO AL PROCESO DE PASTEURIZACION DE UNA PLANTA DE ELABORACIÓN DE CERVEZA

Network 4

Proceso de Pasteurización

En esta parte se escogerá cual es el proceso que se llevará a cabo dependiendo de las condiciones de los sensores inductivos de presencia para verificar la posición de las tuberías de conexión del circuito. Si se detecta presencia de ambas tuberías el proceso a ocurrir es el de la pasteurización de la cerveza en caso de darse la orden de marcha de la producción, en cambio si no se detecta ninguna de la presencia de las tuberías entonces el circuito está listo para dar marcha al proceso de limpieza o CIP (Cleaning Industrial Process)



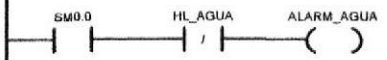
Símbolo	Dirección	Comentario
Arranque_Sistema	M0.0	Estado del proceso de pasteurización
Presencia1	I0.2	Sensor inductivo de presencia de tubería entrada
Presencia2	I0.3	Sensor inductivo de presencia de tubería salida

Bloque: CIP
Autor:
Fecha de creación: 09.07.2009 14:49:03
Fecha de modificación: 17.08.2009 15:27:59

Proceso de CIP (Cleaning Industrial Process)

Network 1 TRulo de segmento

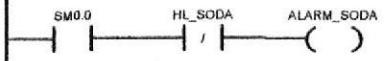
Alarma de aviso de tanque de agua no tiene capacidad para CIP



Símbolo	Dirección	Comentario
ALARM_AGUA	M0.3	Alarma visual para tanque de agua FULL
HL_AGUA	I0.4	Sensor de nivel alto para el tanque de agua

Network 2

Alarma de aviso de tanque de soda no tiene capacidad para CIP

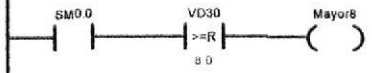


Símbolo	Dirección	Comentario
ALARM_SODA	M0.4	Alarma visual para tanque de soda FULL
HL_SODA	I0.7	Sensor de nivel alto para tanque de soda

Network 3

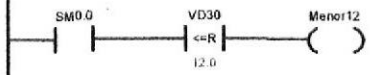
Parametrización del sensor de calidad de la soda

Como se desea que la soda se encuentre en un rago cercano a los 50 uS/cm entonces, se procederá a tomar un rango de medición de entre el 8 al 12% el cual es un rango de conductividad aceptable para que la soda pueda actuar como un agente limpiador. Se tomo este rango debido a que el rango de medición del instrumento es de 0 a 500 uS/cm aproximadamente.



Símbolo	Dirección	Comentario
Mayor8	M0.5	Valor de conductividad mayor al 8%

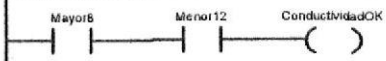
Network 4



Símbolo	Dirección	Comentario
Menor12	M0.6	Valor de conductividad menor al 12%

Network 5

Validando el rango requerido de conductividad de la soda

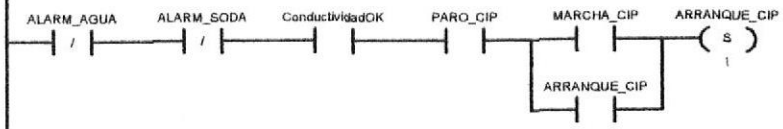


Símbolo	Dirección	Comentario
ConductividadOK	M0.7	Conductividad en el sensor OK
Mayor8	M0.5	Valor de conductividad mayor al 8%
Menor12	M0.6	Valor de conductividad menor al 12%

Network 6

Puesta en marcha del proceso de limpieza

Una vez confirmado los aspectos y requerimientos físicos mínimos necesarios para el arranque del proceso se dispone de encender la bomba de cip para poner a recircular el producto de limpieza

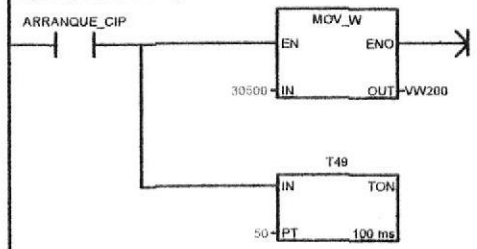


Símbolo	Dirección	Comentario
ALARM_AGUA	M0.3	Alarma visual para tanque de agua FULL
ALARM_SODA	M0.4	Alarma visual para tanque de soda FULL
ARRANQUE_CIP	M1.3	Estado del proceso de limpieza
ConductividadOK	M0.7	Conductividad en el sensor OK
MARCHA_CIP	M1.1	Indicador para arranque del proceso de limpieza
PARO_CIP	M1.0	Indicador para paro general del proceso de limpieza

Network 7

Apertura de la valvula proporcional a la salida del proceso

La valvula queda completamente abierta debido a que en el proceso de limpieza no es necesario tener flujo y presion regulado por lo que se dispone a abrir completamente la vlavula para permitir completamente el paso de la soda en la limpieza



Símbolo	Dirección	Comentario
ARRANQUE_CIP	M1.3	Estado del proceso de limpieza

Network 8

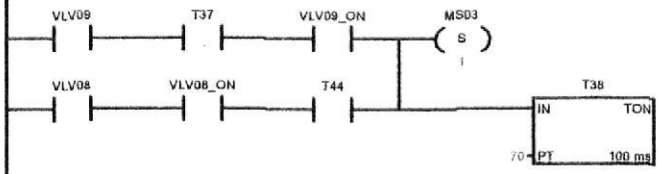
Encendido de la válvula de salida de soda del tanque de almacenamiento.
Valvula 11 es la valvula de retroalimentacion del proceso de soda, es NA debido a que por seguridad se la debe poner para circulacion libre de la soda.



Símbolo	Dirección	Comentario
ARRANQUE_CIP	M1.3	Estado del proceso de limpieza
VLV09	Q0.6	Apertura de válvula de salida de soda en etapa limpieza
VLV11	Q0.7	Cierre de válvula de retroalimentación de soda para limpieza

Network 9

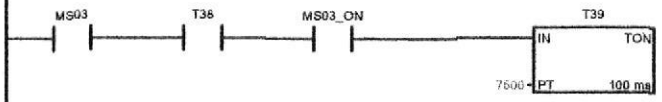
Encendido del motor de la bomba de recirculacion de la soda



Símbolo	Dirección	Comentario
MS03	Q2.2	Encendido de motor para limpieza
VLV08	Q0.5	Apertura de valvula de salida del agua del proceso de limpieza
VLV08_ON	I2.0	Confirmacion de salida de agua del tanque de almacenamiento
VLV09	Q0.6	Apertura de válvula de salida de soda en etapa limpieza
VLV09_ON	I2.1	Confirmación de solenoide de salida de cerveza

Network 10

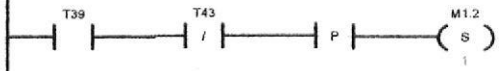
Tiempo promedio de limpieza de las tuberias y elementos principales del circuito
12.5 min aproximadamente



Símbolo	Dirección	Comentario
MS03	Q2.2	Encendido de motor para limpieza
MS03_ON	I2.7	Confirmación de encendido del motor de la bomba de limpieza

Network 11

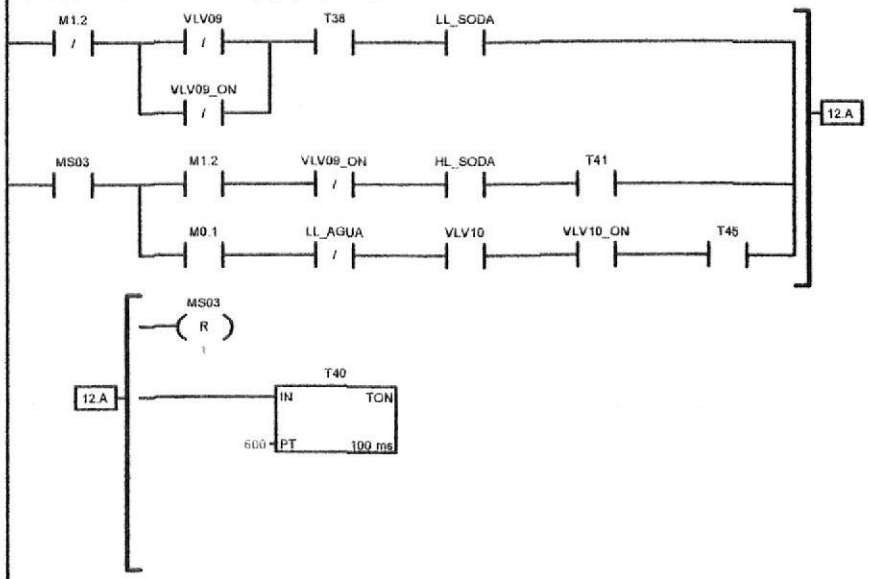
Tiempo de limpieza del circuito de proceso OK



Network 12

Condiciones para apagar el motor de la bomba de circulacion de limpieza

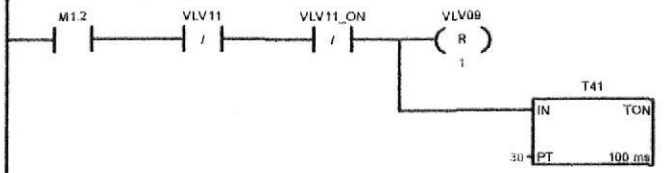
Se consideran dos casos para el apagado del motor:
1) Cuando la valvula 09 (Valvula salida soda de tanque almacenamiento) se abre debido a falla.
2) Cuando se halla cumplido tiempo promedio de limpieza con soda para asegurar calidad del producto tratado.
3) Cuando se halla abierto la válvula de purga y tanque de agua este vacio



Símbolo	Dirección	Comentario
HL_SODA	I0.7	Sensor de nivel alto para tanque de soda
LL_AGUA	I0.5	Sensor de nivel bajo para tanque de agua
LL_SODA	I0.6	Sensor de nivel bajo para tanque de soda
MS03	Q2.2	Encendido de motor para limpieza
VLV09	Q0.6	Apertura de válvula de salida de soda en etapa limpieza
VLV09_ON	I2.1	Confirmación de solenoide de salida de cerveza
VLV10	Q1.1	Apertura de válvula de purga de agua para la limpieza
VLV10_ON	I2.2	Confirmacion apertura de valvula de purga de agua de limpieza

Network 13

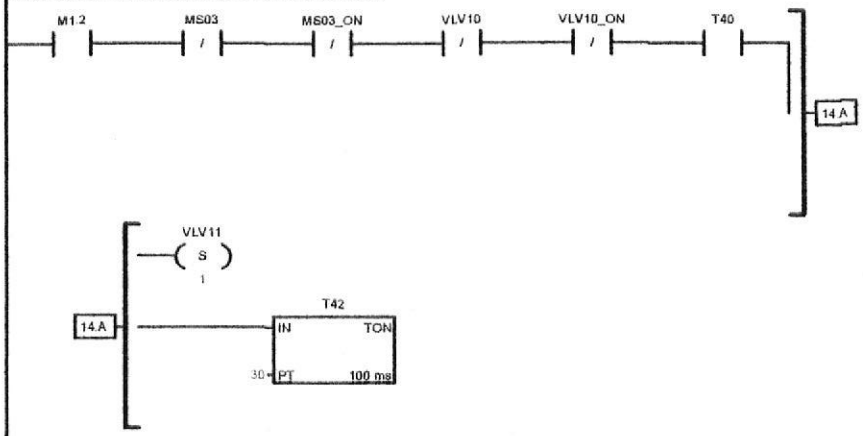
Cerrado de la valvula de salida de soda del tanque de almacenamiento



Simbolo	Dirección	Comentario
VLV09	Q0.6	Apertura de válvula de salida de soda en etapa limpieza
VLV11	Q0.7	Cierre de válvula de retroalimentación de soda para limpieza
VLV11_ON	I2.3	Confirmación de cerrado de válvula de retroalimentación de soda

Network 14

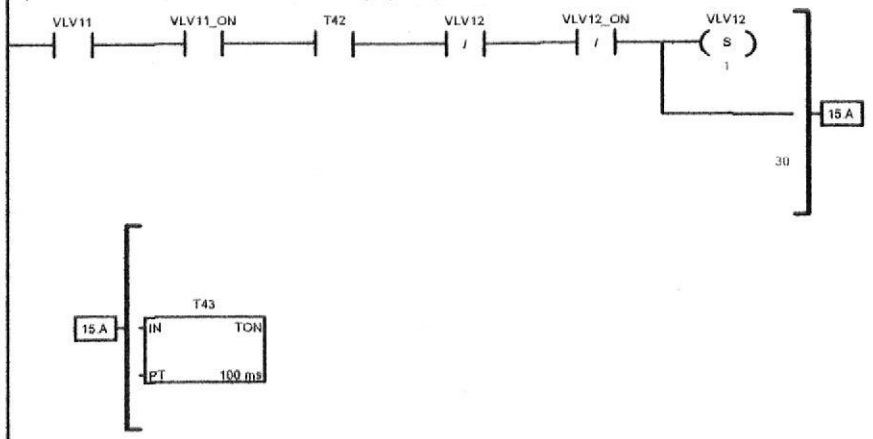
Cierre de la valvula 11 (Valvula de retroalimentacion de la soda)



Simbolo	Dirección	Comentario
MS03	Q2.2	Encendido de motor para limpieza
MS03_ON	I2.7	Confirmación de encendido del motor de la bomba de limpieza
VLV10	Q1.1	Apertura de válvula de purga de agua para la limpieza
VLV10_ON	I2.2	Confirmación apertura de valvula de purga de agua de limpieza
VLV11	Q0.7	Cierre de válvula de retroalimentación de soda para limpieza

Network 15

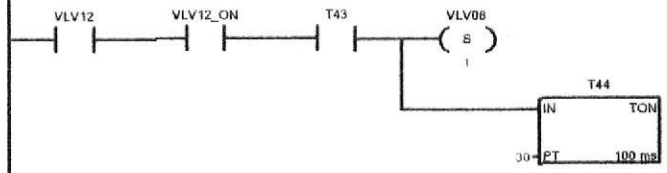
Apertura de la valvula 12 (valvula de retroalimentacion del agua para limpieza)



Simbolo	Dirección	Comentario
VLV11	Q0.7	Cierre de válvula de retroalimentación de soda para limpieza
VLV11_ON	I2.3	Confirmación de cerrado de válvula de retroalimentación de soda
VLV12	Q1.0	Apertura de valvula de retroalimentacion del agua para la limpieza
VLV12_ON	I2.4	Confirmación de apertura de la valvula de retroalimentación del agua

Network 16

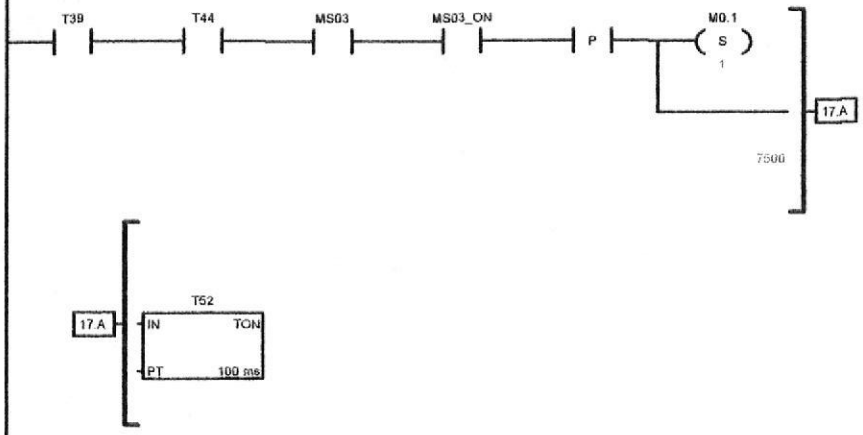
Apertura de la valvula 8 (valvula de salida de agua para limpieza del tanque de almacenamiento)



Simbolo	Dirección	Comentario
VLV08	Q0.5	Apertura de valvula de salida del agua del proceso de limpieza
VLV12	Q1.0	Apertura de valvula de retroalimentacion del agua para la limpieza
VLV12_ON	I2.4	Confirmación de apertura de la valvula de retroalimentacion del agua

Network 17

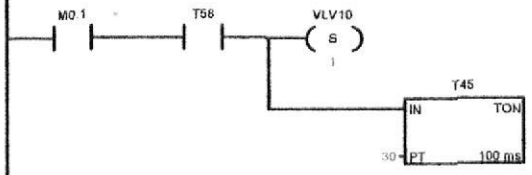
Bandera de espera para segundo proceso de operacion de bomba de CIP
12.5 min aproximadamente



Símbolo	Dirección	Comentario
MS03	Q2.2	Encendido de motor para limpieza
MS03_ON	I2.7	Confirmación de encendido del motor de la bomba de limpieza

Network 18

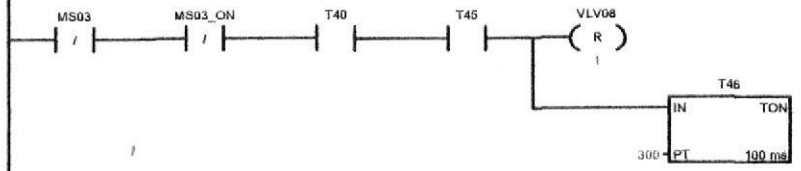
Apertura de valvula 10 (valvula de purga de agua y producto de limpieza remanente en el circuito del proceso)
Posteriormente apagado de motor de CIP



Símbolo	Dirección	Comentario
VLV10	Q1.1	Apertura de válvula de purga de agua para la limpieza

Network 19

Cierre de la valvula 8 (valvula de salida de tanque de agua)



Símbolo	Dirección	Comentario
MS03	Q2.2	Encendido de motor para limpieza
MS03_ON	I2.7	Confirmación de encendido del motor de la bomba de limpieza
VLV08	Q0.5	Apertura de valvula de salida del agua del proceso de limpieza

Network 20

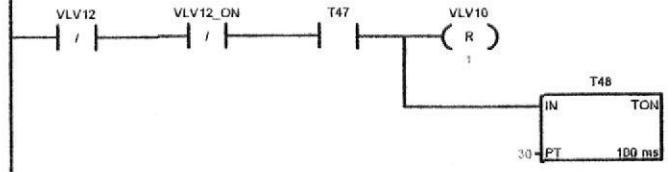
Cierre de valvula 12 (valvula de retroalimentacion para agua de purga)



Símbolo	Dirección	Comentario
VLV08	Q0.5	Apertura de valvula de salida del agua del proceso de limpieza
VLV08_ON	I2.0	Confirmacion de salida de agua del tanque de almacenamiento
VLV12	Q1.0	Apertura de valvula de retroalimentacion del agua para la limpieza

Network 21

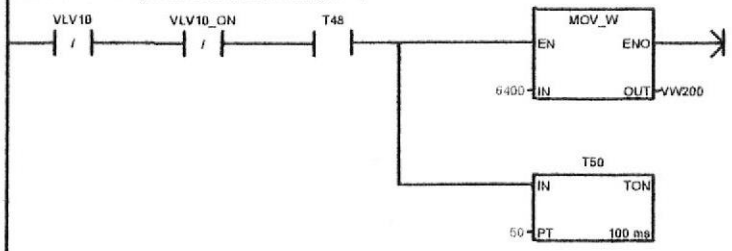
Cierre de valvula 10 (valvula de purga de agua para limpieza)



Símbolo	Dirección	Comentario
VLV10	Q1.1	Apertura de válvula de purga de agua para la limpieza
VLV12	Q1.0	Apertura de valvula de retroalimentacion del agua para la limpieza
VLV12_ON	I2.4	Confirmación de apertura de la valvula de retroalimentacion del agua

Network 22

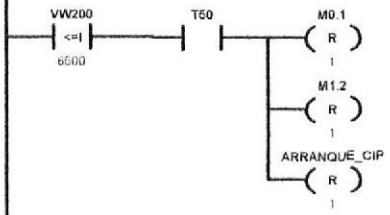
Cierre de la valvula 2 (valvula de salida del proceso general)



Símbolo	Dirección	Comentario
VLV10	Q1.1	Apertura de válvula de purga de agua para la limpieza
VLV10_ON	I2.2	Confirmacion apertura de valvula de purga de agua de limpieza

Network 23

Finalizacion del proceso general de cip



Símbolo	Dirección	Comentario
ARRANQUE_CIP	M1.3	Estado del proceso de limpieza

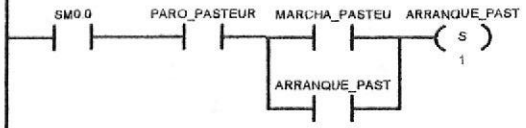
Bloque: PASTEURIZA
Autor:
Fecha de creación: 09.07.2009 13:41:56
Fecha de modificación: 17.08.2009 15:45:02

PROCESO DE PASTEURIZACION DE LA CERVEZA PARA UN PASTEURIZADOR FLASH

Network 1

INICIALIZACION DEL PROCESO DE PASTEURIZACION

PREPARACION DE ETAPAS INICIALES PARA DESAARROLLO DEL PROCESO

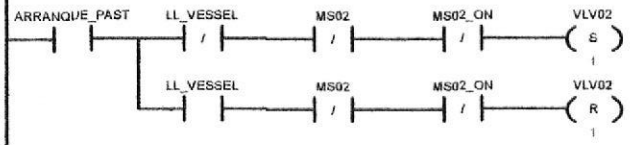


Símbolo	Dirección	Comentario
ARRANQUE_PAST	M2.3	Estado del proceso de pasteurización
MARCHA_PASTEU	M2.2	Comando marcha para proceso de pasteurización por medio de consola
PARO_PASTEUR	M2.1	Comando para paro del proceso de pasteurización por medio de consola

Network 2 Etapa de calentamiento

Puesta en marcha de las etapas iniciales para el arranque para el proceso de pasteurización

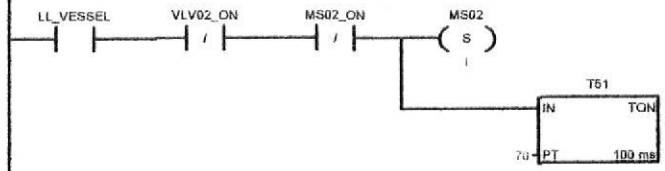
Verificación de presencia de agua en el proceso.



Símbolo	Dirección	Comentario
ARRANQUE_PAST	M2.3	Estado del proceso de pasteurización
LL_VESSEL	I1.2	Sensor de nivel bajo de tanque de vessel etapa de calentamiento
MS02	Q2.1	Encendido de motor de bomba para etapa de calentamiento
MS02_ON	I2.6	Confirmación de motor para bomba de etapa de calentamiento
VLV02	Q0.1	Apertura válvula de ingreso de agua en etapa de calentamiento

Network 3

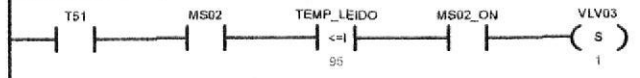
Tiempo de espera para activación para la bomba



Símbolo	Dirección	Comentario
LL_VESSEL	I1.2	Sensor de nivel bajo de tanque de vessel etapa de calentamiento
MS02	Q2.1	Encendido de motor de bomba para etapa de calentamiento
MS02_ON	I2.6	Confirmación de motor para bomba de etapa de calentamiento
VLV02_ON	I1.4	Confirmación apertura válvula de ingreso de agua en etapa de calentamiento

Network 4

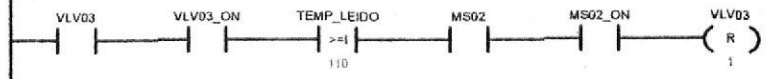
Ingreso de vapor a la etapa de calentamiento



Símbolo	Dirección	Comentario
MS02	Q2.1	Encendido de motor de bomba para etapa de calentamiento
MS02_ON	I2.6	Confirmación de motor para bomba de etapa de calentamiento
TEMP_LEIDO	VW95	Valor de la temperatura del instrumento en °C
VLV03	Q0.2	Apertura de la válvula de ingreso de vapor en etapa de calentamiento

Network 5

Apertura de la válvula de ingreso de vapor de agua a la etapa de calentamiento

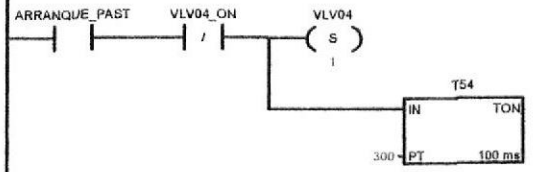


Símbolo	Dirección	Comentario
MS02	Q2.1	Encendido de motor de bomba para etapa de calentamiento
MS02_ON	I2.6	Confirmación de motor para bomba de etapa de calentamiento
TEMP_LEIDO	VW95	Valor de la temperatura del instrumento en °C
VLV03	Q0.2	Apertura de la válvula de ingreso de vapor en etapa de calentamiento
VLV03_ON	I1.5	Confirmación apertura válvula ingreso vapor en etapa de calentamiento

Network 6

Condiciones iniciales para la etapa de enfriamiento

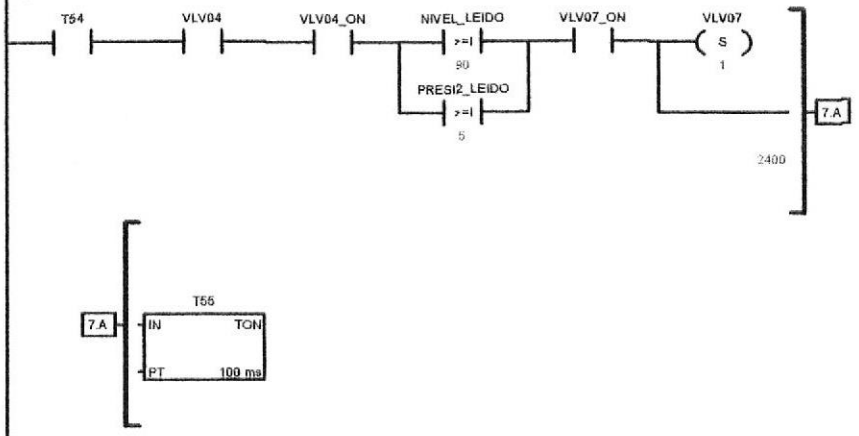
Verificación de presencia de amoniaco en el circuito de enfriamiento



Símbolo	Dirección	Comentario
ARRANQUE_PAST	M2.3	Estado del proceso de pasteurización
VLV04	Q0.3	Apertura de la valvula de ingreso de amoniaco a etapa de enfriamiento
VLV04_ON	I1.6	Confirmación de apertura de válvula de ingreso de amoniaco a etapa de enfriamie

Network 7

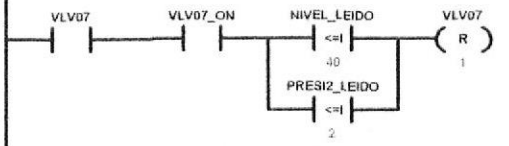
Apertura de valvula de desfogue de amoniaco del tanque de enfriamiento



Símbolo	Dirección	Comentario
NIVEL_LEIDO	VW155	Valor de nivel del instrumento en porcentaje
PRESI2_LEIDO	VW75	Valor de la presion del instrumento en bar
VLV04	Q0.3	Apertura de la valvula de ingreso de amoniaco a etapa de enfriamiento
VLV04_ON	I1.6	Confirmación de apertura de válvula de ingreso de amoniaco a etapa de enfriamie
VLV07	I1.7	Confirmación apertura válvula desfogue de amoniaco del tanque de enfriamiento
VLV07_ON	Q0.4	Apertura de válvula de desfogue de amoniaco del tanque de enfriamiento

Network 8

Cerrado de valvula de desfogue de amoniaco del tanque de enfriamiento

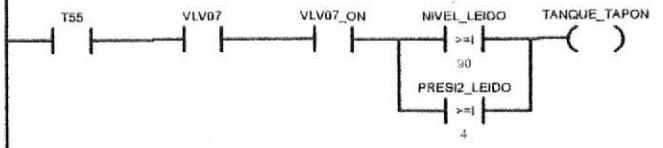


Símbolo	Dirección	Comentario
NIVEL_LEIDO	VW155	Valor de nivel del instrumento en porcentaje
PRESI2_LEIDO	VW75	Valor de la presion del instrumento en bar
VLV07	I1.7	Confirmación apertura válvula desfogue de amoniaco del tanque de enfriamiento
VLV07_ON	Q0.4	Apertura de válvula de desfogue de amoniaco del tanque de enfriamiento

Network 9

Alarma de taponamiento dentro del tanque de enfiamiento

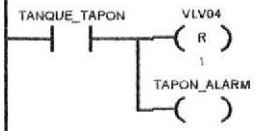
Se envia señal a panel pa q un operario vaya a abrir la válvula de gas caliente el cual ingresará al circuito de enfriamiento y destapará el tanque



Símbolo	Dirección	Comentario
NIVEL_LEIDO	VW155	Valor de nivel del instrumento en porcentaje
PRESI2_LEIDO	VW75	Valor de la presion del instrumento en bar
TANQUE_TAPON	M1.5	Alarma de tanque de enfriamiento obstruido pos congelamiento
VLV07	I1.7	Confirmación apertura válvula desfogue de amoniaco del tanque de enfriamiento
VLV07_ON	Q0.4	Apertura de válvula de desfogue de amoniaco del tanque de enfriamiento

Network 10

Cerrado de la válvula de ingreso de amoniaco al circuito de enfriamiento



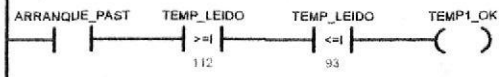
Símbolo	Dirección	Comentario
TANQUE_TAPON	M1.5	Alarma de tanque de enfriamiento obstruido pos congelamiento
TAPON_ALARM	M0.2	Alarma anuncia tanque de amoniaco taponado
VLV04	Q0.3	Apertura de la válvula de ingreso de amoniaco a etapa de enfriamiento

Network 11

PROCESO DE PASTEURIZACION

Rangos de operación de los parámetros físicos leidos por los instrumentos de campo para arranque de la pasteurización

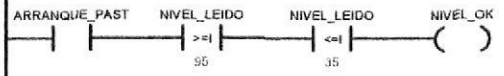
Rango de trabajo de temperatura en la etapa de calentamiento



Símbolo	Dirección	Comentario
ARRANQUE_PAST	M2.3	Estado del proceso de pasteurización
TEMP1_OK	M1.6	Temperatura en etapa de calentamiento OK
TEMP_LEIDO	VW95	Valor de la temperatura del instrumento en °C

Network 12

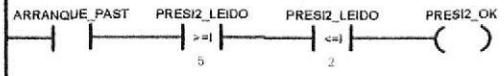
Rango de trabajo de nivel de amoniaco en el tanque de enfriamiento



Símbolo	Dirección	Comentario
ARRANQUE_PAST	M2.3	Estado del proceso de pasteurización
NIVEL_LEIDO	VW155	Valor de nivel del instrumento en porcentaje
NIVEL_OK	M1.7	Rango de nivel de amoniaco en el tanque de enfriamiento OK

Network 13

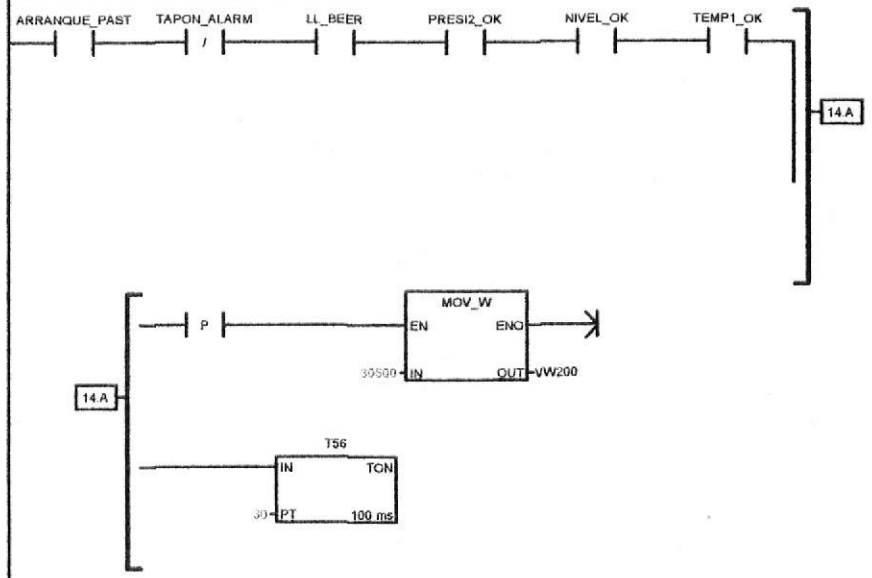
Rango de trabajo de presion en el tanque de enfriamiento



Símbolo	Dirección	Comentario
ARRANQUE_PAST	M2.3	Estado del proceso de pasteurización
PRESI2_LEIDO	VW75	Valor de la presion del instrumento en bar
PRESI2_OK	M2.0	Rango de presion de amoniaco dentro del tanque de enfriamiento OK

Network 14

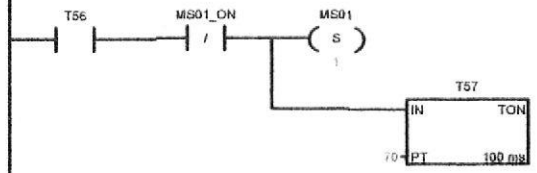
Apertura de la valvula de salida de la cerveza pasteurizada



Símbolo	Dirección	Comentario
ARRANQUE_PAST	M2.3	Estado del proceso de pasteurización
LL_BEER	I1.0	Detección de presencia de cerveza en el tanque de almacenamiento del producto
NIVEL_OK	M1.7	Rango de nivel de amoniaco en el tanque de enfriamiento OK
PRESI2_OK	M2.0	Rango de presion de amoniaco dentro del tanque de enfriamiento OK
TAPON_ALARM	M0.2	Alarma anuncia tanque de amoniaco taponado
TEMP1_OK	M1.6	Temperatura en etapa de calentamiento OK

Network 16

Encendido de bomba de cerveza



Símbolo	Dirección	Comentario
MS01	Q2.0	Encendido del motor de la bomba de cerveza
MS01_ON	I2.5	Confirmación del encendido del motor de la bomba de pasteurizacion de cerveza

Bloque: ESCALADO
Autor:
Fecha de creación: 14.07.2009 22:03:51
Fecha de modificación: 08.08.2009 17:28:28

Subrutina de escalamiento

En esta subrutina se encontraran los comandos para asegurar un correcto escalamiento de los instrumentos de medición que se controlan por medio de controles analógicos.

Network 1 Escalamiento de sensor de flujo de 0 a 470m3/h en 4 a 20mA.

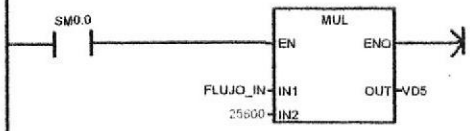
Sensor de flujo a la salida del circuito principal

Lectura de flujo en campo a variable en plc para poder operar



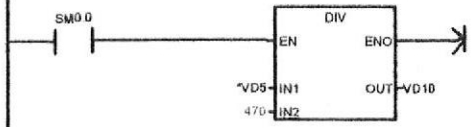
Símbolo	Dirección	Comentario
FLUJO_IN	VW0	Variable para operar flujo leído en campo
FLUJO_SENSOR	AIW0	Valor leído en campo por el sensor de flujo

Network 2

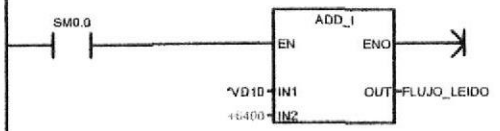


Símbolo	Dirección	Comentario
FLUJO_IN	VW0	Variable para operar flujo leído en campo

Network 3



Network 4

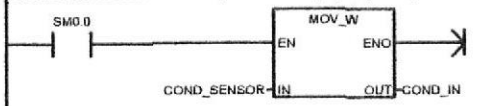


Símbolo	Dirección	Comentario
FLUJO_LEIDO	VW15	Valor de flujo en rango leible para el instrumento en m3/h

Network 5 Escalamiento de sensor de conductividad de dos electrodos de 0 a 500uS/cm en 4 a 20mA.

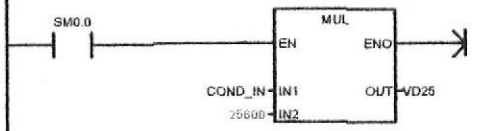
Sensor de conductividad a la salida del tanque de soda

Lectura de la conductividad en campo a variable en plc para poder operar



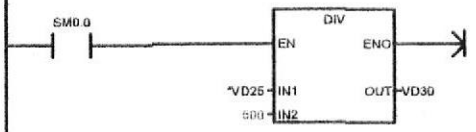
Símbolo	Dirección	Comentario
COND_IN	VW20	Variable para operar conductividad en plc
COND_SENSOR	AIW2	Valor de conductividad de la soda leida por el sensor de conductividad

Network 6

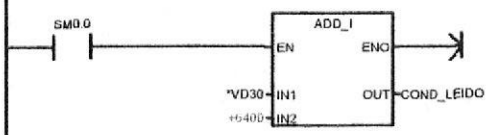


Símbolo	Dirección	Comentario
COND_IN	VW20	Variable para operar conductividad en plc

Network 7



Network 8

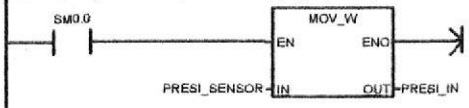


Símbolo	Dirección	Comentario
COND_LEIDO	VW35	Valor de conductividad para el instrumento uS/cm

Network 9 Escalamiento de sensor de presion dentro del tanque de amoniaco.

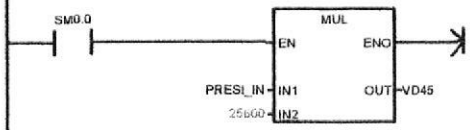
Sensor de presion dentro del tanque de amoniaco de 0 a 400 bar en 4 a 20mA.

Lectura de la presion en campo a variable en plc para poder operar



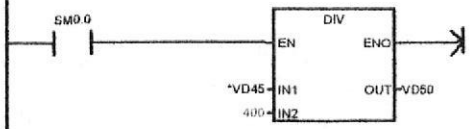
Símbolo	Dirección	Comentario
PRESI_IN	VW40	Variable para operar presión en plc
PRESI_SENSOR	AIW4	Valor de la presion en el tanque leido en campo

Network 10

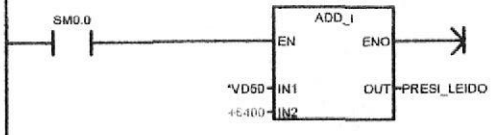


Símbolo	Dirección	Comentario
PRESI_IN	VW40	Variable para operar presión en plc

Network 11



Network 12

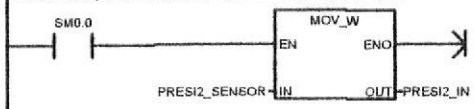


Símbolo	Dirección	Comentario
PRESI_LEIDO	VW55	Valor de la presion para el instrumento en bar

Network 13 Escalamiento de sensor de presión salida del proceso general.

Sensor de presion dentro del tanque de amoniaco de 0 a 400 bar en 4 a 20mA.

Lectura de la presion en campo a variable en plc para poder operar



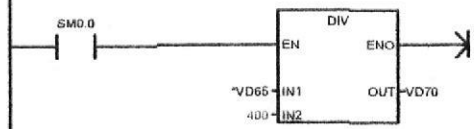
Símbolo	Dirección	Comentario
PRESI2_IN	VW60	Variable para controlar presión en plc
PRESI2_SENSOR	AIW8	Valor de la presión en la salida del proceso

Network 14

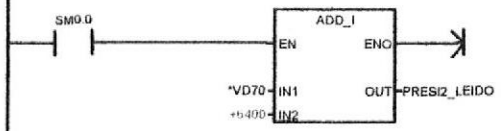


Símbolo	Dirección	Comentario
PRESI2_IN	VW60	Variable para controlar presión en plc

Network 15



Network 16

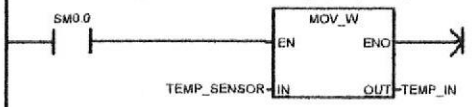


Símbolo	Dirección	Comentario
PRESI2_LEIDO	VW75	Valor de la presion del instrumento en bar

Network 17 Escalamiento de sensor de temperatura PT100 en la etapa de calentamiento.

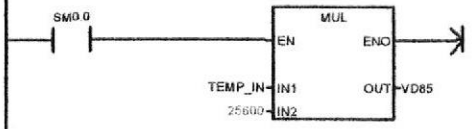
Sensor de temperatura en la etapa de calentamiento de -50 a 400 °C en 4 a 20mA.

Lectura de la temperatura en campo a variable en plc para poder operar



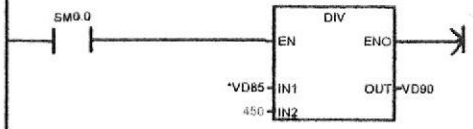
Símbolo	Dirección	Comentario
TEMP_IN	VW80	Variable para controlar temperatura en plc
TEMP_SENSOR	AIW10	Valor de temperatura en etapa de calentamiento

Network 18

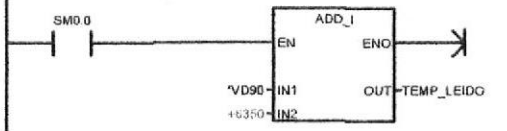


Símbolo	Dirección	Comentario
TEMP_IN	VW80	Variable para controlar temperatura en plc

Network 19



Network 20

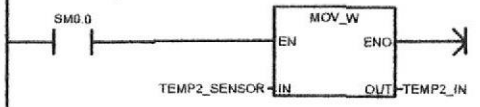


Símbolo	Dirección	Comentario
TEMP_LEIDO	VW95	Valor de la temperatura del instrumento en °C

Network 21 Escalamiento de sensor de temperatura PT100 en el serpentin.

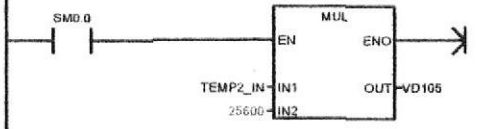
Sensor de temperatura en el serpentin de -50 a 400 °C en 4 a 20mA.

Lectura de la temperatura en campo a variable en plc para poder operar



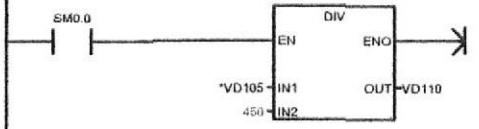
Símbolo	Dirección	Comentario
TEMP2_IN	VW100	Variable para controlar temperatura leida
TEMP2_SENSOR	AIW12	Valor de lectura de campo de la temperatura en el serpent'in

Network 22

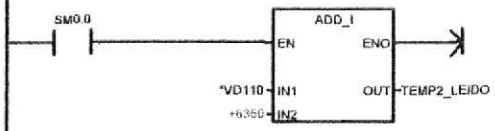


Símbolo	Dirección	Comentario
TEMP2_IN	VW100	Variable para controlar temperatura leida

Network 23



Network 24

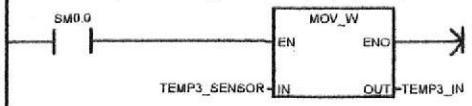


Símbolo	Dirección	Comentario
TEMP2_LEIDO	VW115	Valor de temperatura de intrumento en °C

Network 25 Escalamiento de sensor de temperatura PT100 en el tanque de amoniaco.

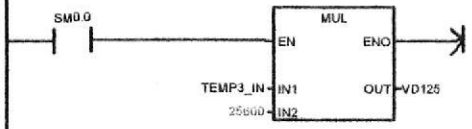
Sensor de temperatura en el tanque de amoniaco de -50 a 400 °C en 4 a 20mA.

Lectura de la temperatura en campo a variable en plc para poder operar



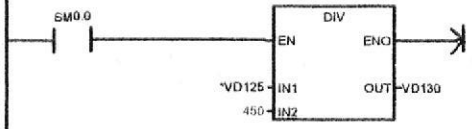
Símbolo	Dirección	Comentario
TEMP3_IN	VW120	Variable a controlar de temperatura en el plc
TEMP3_SENSOR	AIW16	Valor de campo de la temperatura de tanque de amoniaco

Network 26

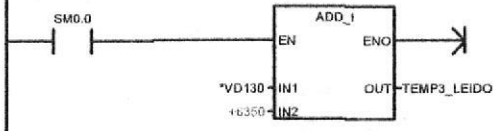


Símbolo	Dirección	Comentario
TEMP3_IN	VW120	Variable a controlar de temperatura en el plc

Network 27



Network 28

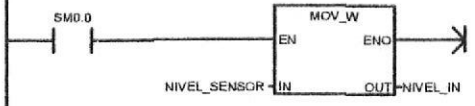


Símbolo	Dirección	Comentario
TEMP3_LEIDO	VW135	Valor de temperatura de intrumento en °C

Network 29 Escalamiento de sensor de nivel de tanque de amoniaco.

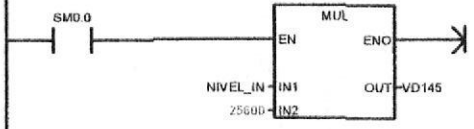
Sensor de nivel en el tanque de amoniaco de 0 a 100% en 4 a 20mA.

Lectura del nivel en campo a variable en plc para poder operar



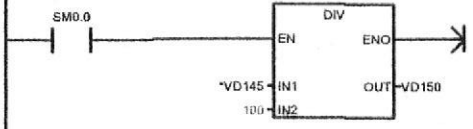
Símbolo	Dirección	Comentario
NIVEL_IN	VW140	Variable a controlar de nivel en el plc
NIVEL_SENSOR	AIW18	Valor de campo de nivel de tanque de amoniaco

Network 30

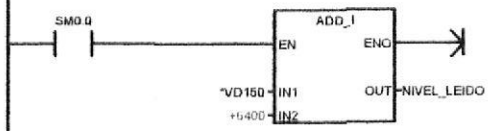


Símbolo	Dirección	Comentario
NIVEL_IN	VW140	Variable a controlar de nivel en el plc

Network 31



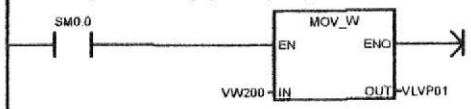
Network 32



Símbolo	Dirección	Comentario
NIVEL_LEIDO	VW155	Valor de nivel del instrumento en porcentaje

Network 33 Escalamiento de valvula 2 (valvula prporcional de salida del proceso general)

Salida analogica de la valvula proporcional para apertura de 0 a 100%



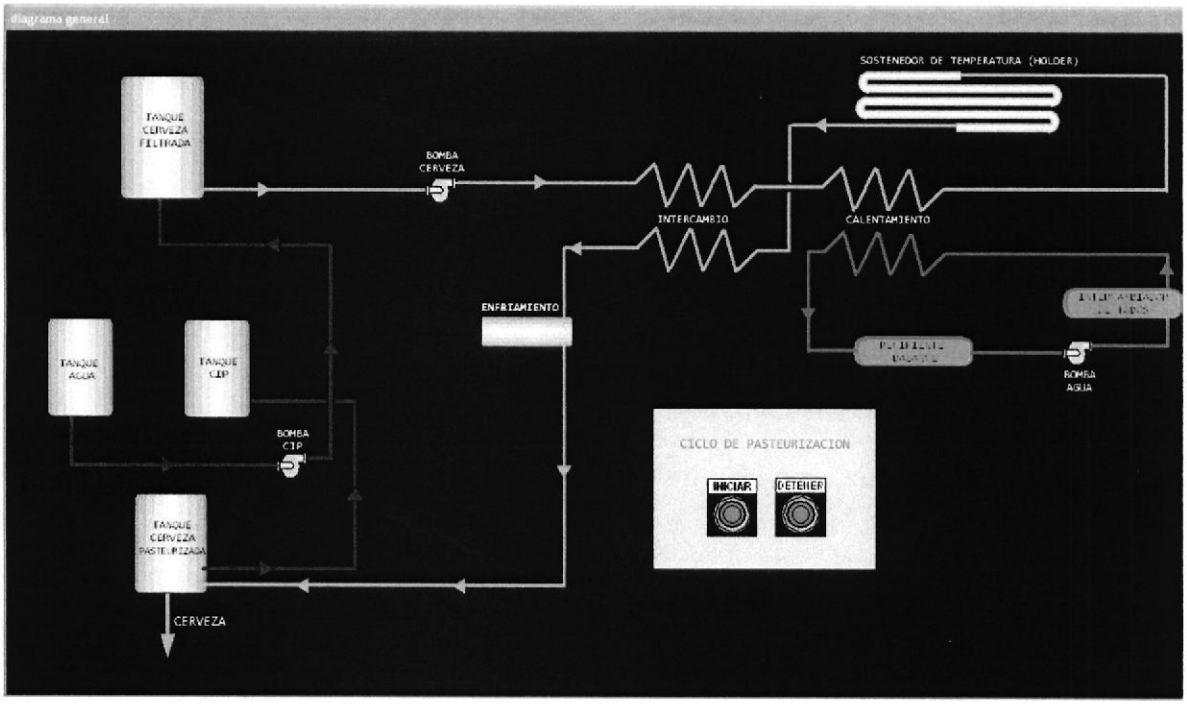
Símbolo	Dirección	Comentario
VLVP01	AQW0	Valvula proporcional para control de salida de cerveza pasteurizada

CIB - ESPOL
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL ESPOL

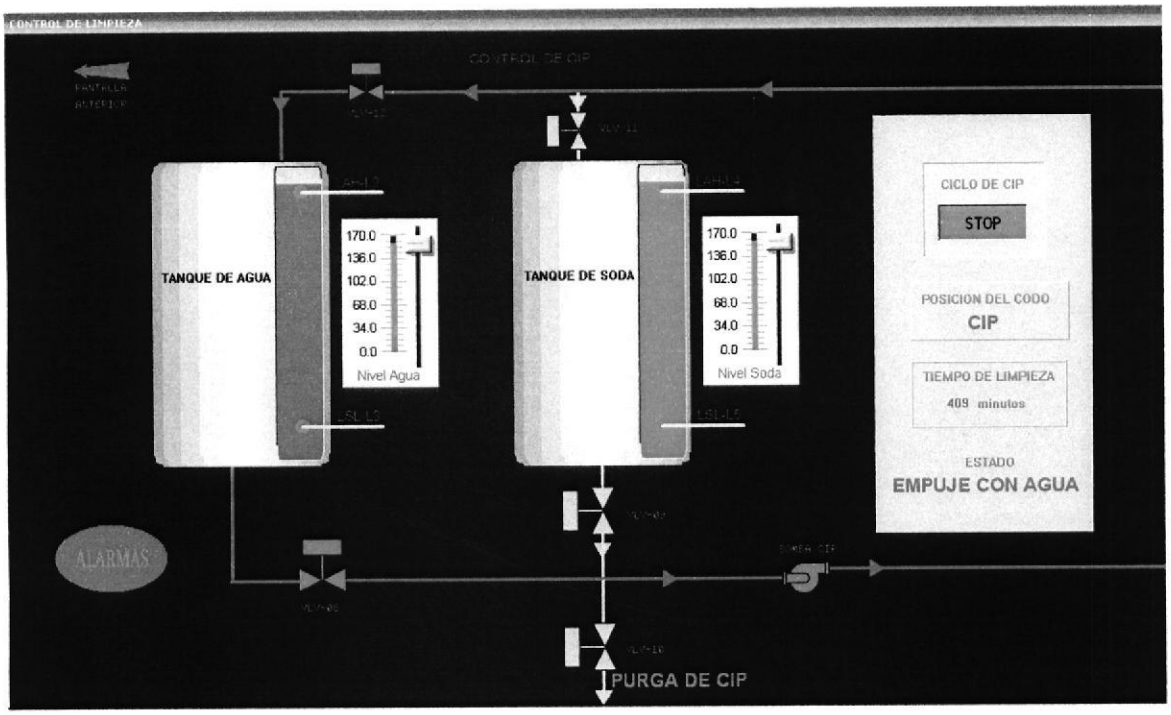
ANEXO 12

PANTALLAS

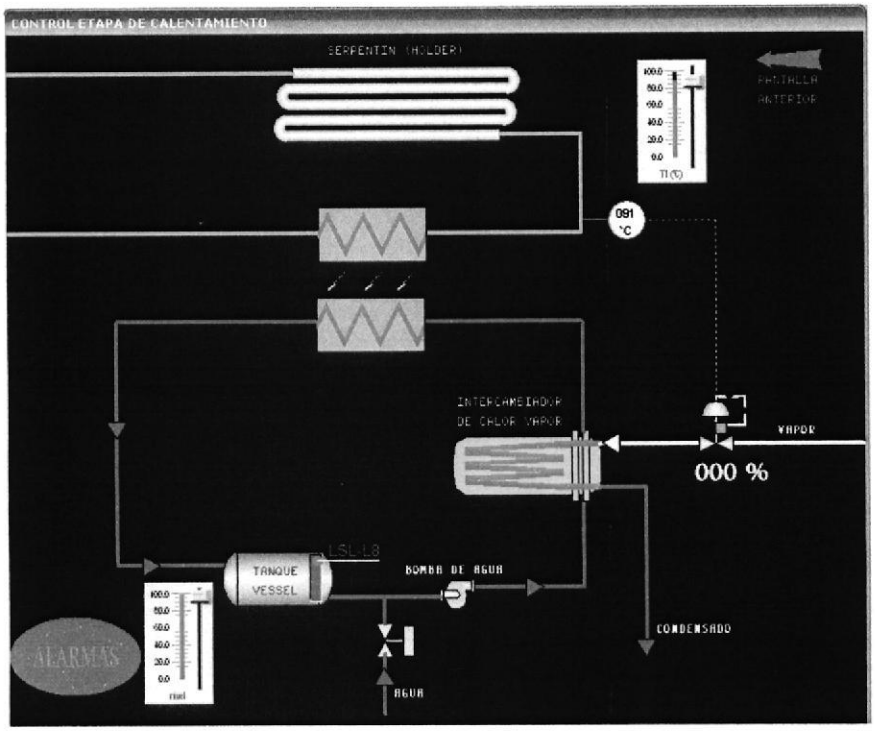
DIAGRAMA GENERAL



CONTROL DE LIMPIEZA



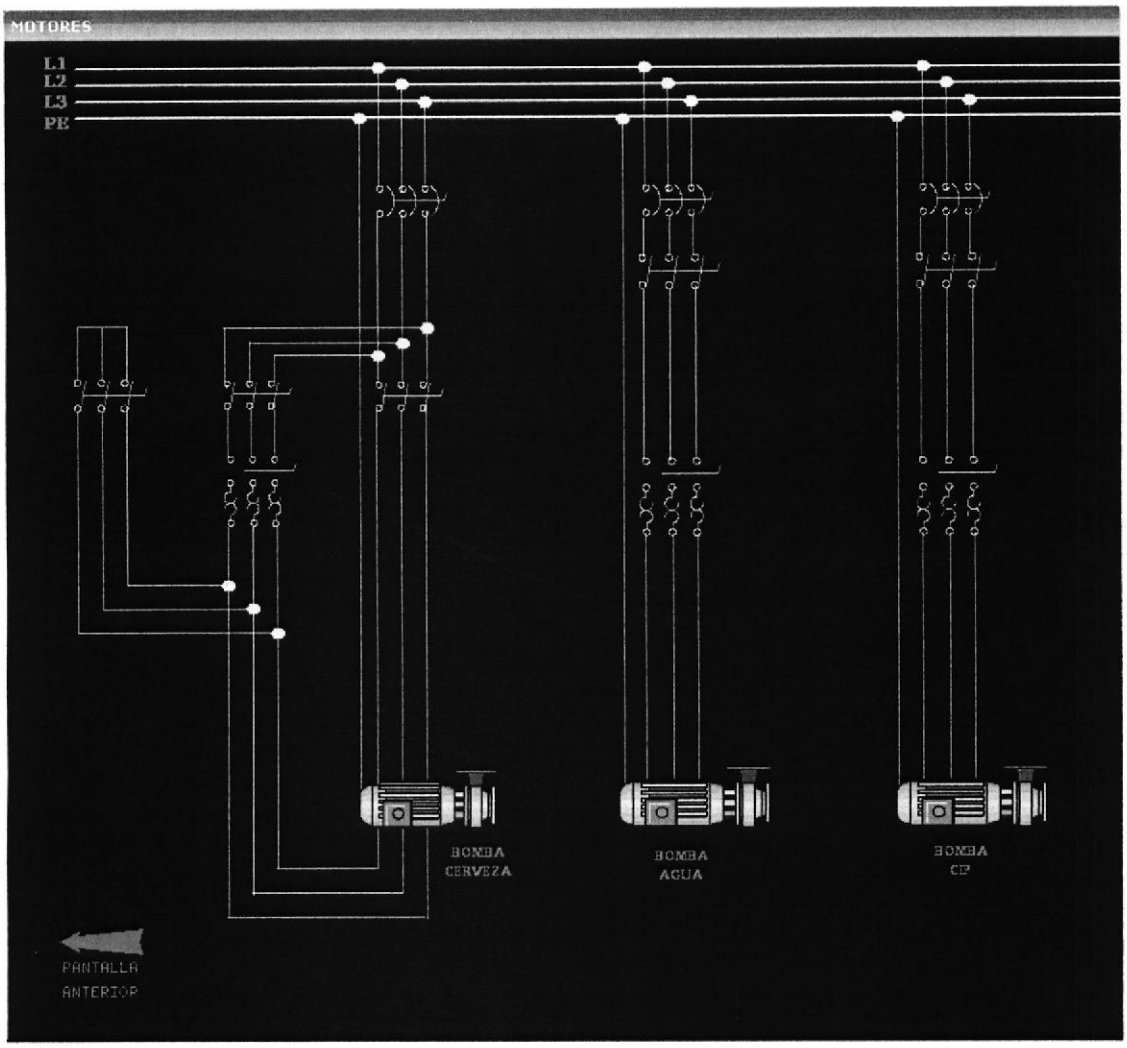
ETAPA DE CALENTAMIENTO



ALARMAS Y AVISOS



CONTROL DE MOTORES



BIBLIOGRAFIA

- Romeo J, Díaz L, González-Gross M, Wärnberg J y Marcos A. 2006. Contribución a la ingesta de macro y micronutrientes que ejerce un consumo moderado de cerveza.
- Satokari R, Juvonen R, Mallison K, von Wright A, Haikara A. 1998. Detection of beer spoilage bacteria Megasphaera and Pectinatus by polymerase chain reaction and colorimetric microplate hybridization.
- Mafart, P. Ingeniería Industrial Alimentaria Volumen 1: Procesos Físicos de conservación. Ed. Acribia: Zaragoza, 1994.
- Ordoñez J., Cambero M., Fernández L., García M. Tecnología de los Alimentos. Volumen I: Componentes de los alimentos y procesos. Eds, Ordoñez J., Ed. Síntesis: Madrid, 1998.
- Beer pasteurization: (manual of good practice) Prepared by the EBC Technology and Engineering Forum. Nürnberg: Getränke – Fachverlag Hans Carl, 1995.
- Biotecnología de la cerveza y la malta. J. S. Hough. Zaragosa Acribia, 1990.
- Procesos de transferencia de calor DONALD Q. KERN ,1999
- Dufour M, Simmonds RS, Bremer PJ. 2004. Development of a laboratory scale clean-in-place system to test the effectiveness of "natural" antimicrobials against dairy biofilms.
- Practical industrial networks: design, installation and troubleshooting; mackay, park, wright, reynders, 2004
- SIMATIC NET White Paper Basics of Industrial Ethernet, Siemens
- CONTROL VALVE HANDBOOK de Emerson Fisher Valves
- OPC Unified Arquitecture de Wolfgang, Steffan y Matthias.
- Instrumentación Industrial de Antonio Creus Solé

CIP
CO_2
Buffer Tank
CIP-Feed
Beer
CIP-Return
Beer Pipe
AMONIACO
COOLING
Transformer
Pressure-regulating Valve
Electrical Valve
Air
BEER PUMP
Flow meter
Cooling Section
Exchange Section
Heating Section
Beer Pump
15818
Tube Hot Holder
PT01
TT01
TT02
Decanter
Jeast
Collecting Vessel
CIP-Feed
CIP-Return
Beer/Jeast
Expansin-Vessel
Tube Heat Exchanger
VZ01
Steam
Balance Vessel
LT01
15819
Water
Condensate
Air-reducing Station
Transformer
TT03
Caustic Concentrate
CIP-Tank
18822
Drain
V202
47804
Heat Exchanger
No existe
Condensate
TT04
Fresh Water
CIP-Pump
Mechanical Part
Electrical Part
Output gauge
Pressure Regulator
Pressure Switch
Temperature Controller
CIP-Switch
Master-Switch
Temperature-Recorder
min.
Temperature-Controller
PID 1: AGUA CAL.
SP: TEM. CERV.
PV: SENSOR TEMP CERV.
OUT: VALV. VAPOR
PID 2:
CIP TANK parte control ya que el tanque es estandar y solido en el CIP por lo que el fluid realizara las conexiones de tuberias
1980
22.10. Wodz.
Holstein und Kappert GmbH
Beer Recovery System
RS 0025