

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**“DESARROLLO DE UN SISTEMA SCADA EN LAS ETAPAS DE
SEGUNDA DILUCION, PREFERMENTACION Y
FERMENTACION DEL PROCESO DE ELABORACION DE
ALCOHOL”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

Especialización

ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACION INDUSTRIAL

Presentado por

EDUARDO ALTAMIRANO OCHOA

Y

LUIS SALTOS FIGUEROA

Guayaquil – Ecuador

2008

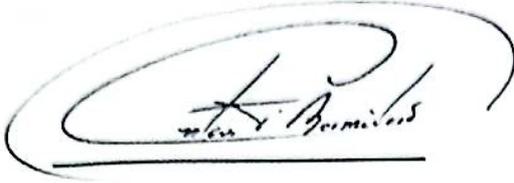
Agradecimiento

Agradecemos primeramente a Dios por habernos dado la fortaleza y sabiduría para vencer todas las dificultades que se nos han presentado, a nuestros padres y hermanos por su apoyo incondicional, a nuestro director de tesis por ayudarnos en la realización y dirección de este proyecto, y a todas las personas que de alguna u otra forma nos han ayudado en nuestra carrera universitaria o a la realización del proyecto de tesis.

Dedicatoria

A Dios,
nuestros padres,
nuestros hermanos,
y amigos en general
por haber sido el pilar fundamental de nuestras vidas.

Tribunal de Graduación



Ing. Gustavo Bermúdez.

Presidente



Ing. Raúl Barriga.

Director de Tesis



Ing. Alberto Larco.

Miembro Principal



Ing. Holger Cevallos U.

Miembro Principal.

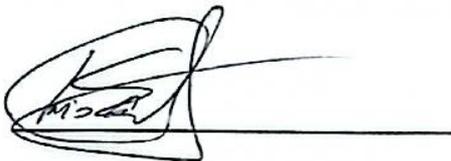
Declaración Expresa

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



Eduardo Altamirano Ochoa.

Autor de Tesis



Luís Saltos Figueroa.

Autor de Tesis

Resumen

Para la obtención del alcohol etílico se pueden utilizar como materia prima la melaza (miel final), arroz, papa entre otros; en la presente tesis se considerara a la melaza debido a que la planta de alcohol a tratar se encuentra físicamente ubicada en una zona azucarera que permitirá costos más bajos en la producción. La melaza es el principal subproducto en la industria azucarera. El alcohol etílico es la base fundamental para la elaboración de los licores y otros productos, esto se obtiene por medio del proceso de destilación de los líquidos azucarados, la cual aprovechara la capacidad que tienen algunos microorganismos como los hongos o microbios de metabolizar el azúcar.

Para obtener un alto grado de concentración alcohólica al final del proceso de destilación, es necesario que la melaza de caña llegue antes de entrar al proceso de destilación con un grado alcohólico no menor a 7, por lo cual la melaza debe pasar por varias etapas previas conocidas comúnmente como: Preparación de Mostos o Segunda Dilución, Prefermentación y Fermentación Continua.

Cada una de las etapas antes mencionadas tiene como objetivo principal controlar la concentración de melaza en grados Brix y temperatura del mosto

(melaza diluida); para que cuando éste llegue a la etapa de Fermentación el proceso químico sea el mas optimo posible. Para llegar al objetivo ante mencionado en las etapas previas a la Fermentación se utilizan varios elementos como el agua, levadura, urea, ácido fosfórico, etc.; por lo cual la automatización de estas etapas producirá un manejo eficiente de los elementos anotados y se logrará un producto final que cumpla los parámetros requeridos en la producción.

Índice General

PORTADA	I
AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	III
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	IV
DEDICATORIA EXPRESA	V
RESUMEN	VI
ÍNDICE GENERAL	XVI
ABREVIATURAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
ÍNDICE DE TABLAS	XVIII
INTRODUCCION	1
CAPITULO 1.....	3
1. Proceso de elaboración de Alcohol.	3

1.1. Revisión general de la elaboración general de alcohol	3
CAPITULO 2.....	8
2. Proceso de Segunda Dilución, Prefermentación y Fermentación en la elaboración del alcohol.	8
2.1. Fundamentos del proceso de Segunda Dilución.	8
2.2. Fundamentos del proceso de prefermentación.	10
2.3. Fundamentos del proceso de fermentación.	15
2.4. Equipos involucrados en el proceso de segunda dilucion, prefermentación y fermentación.	21
CAPITULO 3.....	30
3. Sistema de control actual en los procesos de segunda dilución, Prefermentación y fermentación.	30
3.1. Sistema de control actual en el proceso de segunda dilución.	30
3.2. Sistema de control actual en el proceso de prefermentación.	32
3.3. Sistema de control actual en el proceso de fermentación.	34
CAPITULO 4.....	36
4. Consideración en el diseño de control y monitoreo de los procesos de segunda dilución, prefermentación y fermentación.	36
4.1. Descripción de los problemas actuales.	36

4.2. Secuencia lógica de los procesos.	38
CAPITULO 5.....	74
5. Diseño de los sistemas de control para los procesos de segunda Dilución, Prefermentación y Fermentación.	74
5.1. Configuración del sistema de control	74
5.2. Lazos de control involucrados en los sistemas.	78
CAPITULO 6.....	106
6. Instrumentación para los procesos de Segunda Dilución Prefermentación y Fermentación.	106
6.1. Generalidades	106
6.2. Análisis de la instrumentación necesaria.....	113
6.3. Selección de los Sensores.	131
6.4 Selección de las válvulas	140
CAPITULO 7.....	142
7. Controlador lógico programable para los procesos de segunda dilución, prefermentación y fermentación.....	142
7.1. DESCRIPCION DEL PLC.....	144
7.2. Distribución de las señales a ser controladas por el PLC.....	171
7.3. Condiciones de programación.....	178

CAPITULO 8.....	180
8. Interfase Hombre – Máquina para segunda Dilución, Prefermentación y Fermentación.	180
8.1. Generalidades de una interfase Hombre – Máquina.....	180
8.2. Intouch como una interfase Hombre – Máquina para el monitoreo de los procesos.	182
8.3. Descripción de las pantallas de la interfase Hombre – Maquina en los procesos.....	184
8.4. Simulación de los procesos.....	188
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	197
BIBLIOGRAFIA	199
ANEXO A: MANUALES DE INSTRUMENTACION	
ANEXO B: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE	
ANEXO C: PANTALLAS DE VISUALIZACION DE INTOUCH	
ANEXO D: TEORIA DE LAZOS DE CONTROL	

**ANEXO E: PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR LÓGICO
PROGRAMABLE**

ANEXO F: NORMAS Y ESTANDARES UTILIZADOS

Abreviaturas

HMI	Interfase Hombre Maquina
SCADA	supervisión, control y adquisición
ISA	sociedad americana de instrumentación
ISFET	Ion Sensitive Field Effect Transistor
PH/ORP	Potencial de oxidación
E/S	Entrada Salida
API	Autómata programable industrial
CO2	Dióxido de carbono
AC/DC	Corriente Alterna/ Corriente Continua
C (t)	Variable controlada
Cm	Centímetros
C	Controlador
CPU	Unidad Central de proceso
I/O	Entrada/Salida
m	Metros
mA	Miliamperios
Gl	galones
Kg	kilogramos
Cal	Calorías
Kcal	Kilocalorías

S	segundos
P	proporcional
PI	proporcional integral
PID	proporcional integral derivativo
Vol	volumen
F	flujo
NA	Normalmente Abierto
NC	Normalmente Cerrado
On/Off	Encendido/Apagado
PC	Computadora Personal
PLC	Controlador Lógico Programable
RTD	Termómetros de Resistencias
Valv	Válvula
VDC	Voltios de Corriente Continua
°C	Grados Centígrados
°Brix	Grados Brix
CT-xxx	Sensor de grados Brix
TK-xxx	Tanque de almacenamiento
TE-xxx	torre de enfriamiento
P-xxx	Bomba
MIX-xxx	mezclador
E-xxx	enfriador de placas

BM-xxx	balanza melaza
TT-xxx	sensor de temperatura
ph-xxx	sensor de PH
TV-xxx	válvula proporcional
LT-xxx	sensor de nivel
P-xxx	sensor de presión

Índice de Figuras

Figura	Página
2.1. Layout área recepción materia prima.....	22
2.2. Layout área segunda dilución	23
2.3. Layout área prefermentación.....	24
2.4. Layout área fermentación.....	25
4.1. Control actual del área de segunda dilución.....	66
4.2. Control actual del área de prefermentación.....	67
4.3. Control actual del área de fermentación.....	68
4.4. Control automático del proceso de segunda dilución.....	71
4.5. Control automático del proceso de prefermentación.....	72
4.6. Control automático del proceso de fermentación.....	73
5.1. Sistema de lazo abierto.....	79
5.2. Sistema de lazo cerrado.....	79
5.3. Enfriador de placas y variables.....	81
5.4. Diagrama de bloques de un intercambiador de calor.....	87
5.5. Diagrama de bloques del enfriador de placas de la fabrica.....	90
5.6. Oscilación del enfriador de placas.....	92
5.7. Diagrama de control de un enfriador de placas con control PI.....	93

5.8. Mezclador de melaza con agua	95
5.9. Diagrama de bloques del mezclador MIX-205.....	97
5.10. Diagrama de control linealizado del MIX-205.....	100
5.11. Diagrama de control de lazo cerrado.....	100
5.12. Oscilación del mezclador MIX-205.....	103
5.13. Diagrama del mezclador MIX-205 con control PID.....	104
7.1. Diagrama de PLC en un control de procesos.....	143
7.2. Unidades funcionales del PLC.....	145
7.3. PLC modular "MOMENTUM" con sus accesorios.....	152
7.4. Adaptadores de comunicación.....	153
7.5 Momentum I/O Bases.....	154
7.6 Momentum I/O y procesador.....	155
7.7 Momentum I/O, procesador y adaptador opcional.....	157
7.8. Agrupación de nodos en una red MBPLUS.....	160
7.9. Descripción de un Terminal I/O.....	162

Índice de Tablas

Tabla 5.1 Entradas discretas de los procesos de segunda dilución, prefermentación y fermentación.....	75
Tabla 5.2 Salidas discretas de los procesos de segunda dilución, prefermentación y fermentación.....	75
Tabla 5.3 Entradas analógicas de los procesos de segunda dilución, prefermentación y fermentación.....	77
Tabla 5.4 Salidas analógicas de los procesos de segunda dilución, prefermentación y fermentación.....	77
Tabla 5.5 Dimensión del PLC	78
Tabla 6.1 Tipos sensores de Temperatura	114
Tabla 6.2 Tipos de Termocuplas.....	115
Tabla 6.3 Tabla de medidores de nivel de líquidos.....	119
Tabla 6.4 Tabla de medidores de nivel de sólidos	121
Tabla 6.5 Tipos de sensores de presión	122
Tabla 6.6 Características del sensor CT-218.....	133
Tabla 6.7 Características de los sensores CT-210 y CT-213.....	134
Tabla 6.8 Características de los sensores LSH-218 y LSL-218b.....	135
Tabla 6.9 Características de los sensores LT-210, LT-213, LT-303A, LT-303B, LT303C, LT-303D	137
Tabla 6.10 Características de los sensores ph-210 y ph-213	138

Tabla 6.11 Características de los sensores TT-206A, TT-206B, TT-210, TT-213, TT-301A, TT-301B, TT-301C, TT-301D	139
Tabla 7.1 Tipo De Variables Del Concept 6.5	169
Tabla 7.2. Modulo cabezal de la red dirección de la red 1	172
Tabla 7.3. Modulo remoto 2 de entradas analógicas	173
Tabla 7.4 Modulo remoto 3 de entradas y salidas discretas	174
Tabla 7.5 Modulo remoto 4 de salidas analógicas	175
Tabla 7.6 Modulo remoto 5 de salidas analógicas	175
Tabla 7.7 Modulo remoto 6 de entradas analógicas	176
Tabla 7.8 Modulo remoto 7 de entradas y salidas discretas	177

INTRODUCCION

El crecimiento físico de las empresas además del requerimiento de ser más competitivas, optimizando los costos en la producción para ofrecer un producto de alta calidad con precios diversos en el mercado, ha hecho que sea necesaria la automatización de las etapas de producción para lograr tales propósitos.

La automatización está diseñada con el fin de utilizar al máximo la capacidad de las máquinas realizando controles más eficientes en los flujos de producción tanto en procesos secuenciales como en los no secuenciales.

El Sistema de control propuesto en este tema de tesis está compuesto por varios elementos como son: la instrumentación de campo, el controlador lógico programable y el software de interfase (HMI); con los cuales se podrá operar de forma remota el proceso en tiempo real.

Este proyecto de tesis consiste en el desarrollo de un sistema SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) en las etapas de Segunda Dilución, Prefermentación y Fermentación del proceso de elaboración de alcohol, utilizando un Controlador Lógico Programable (PLC) con su

respectivo software de programación y un software para realizar la interfase hombre – maquina (HMI), el mismo que será instalado en una computadora. Tanto el Hardware como el Software utilizados son de fácil manejo y también ofrecen mucha flexibilidad ya que pueden ser ajustados en caso de que se precise reacondicionar el sistema para que realice una nueva función o se añada una nueva etapa de proceso.

CAPITULO 1

1. Proceso de elaboración de Alcohol.

1.1. Revisión general de la elaboración general de alcohol

La materia prima o melaza utilizada para la obtención del alcohol es proveniente de los Ingenios Azucareros y debe tener como mínimo una concentración con valor igual a 80 grados Brix, este producto es depositado en dos tanques de almacenamiento, en los cuales la temperatura de la melaza es elevada.

La melaza que sale de los tanques de almacenamiento antes de que se la dirija a la primera etapa del proceso de elaboración de alcohol se la lleva a una balanza para poder contabilizar los consumos de melaza que se realiza en el día, luego de lo cual a través de bombas es enviada por tuberías a los tanques de clarificación; la clarificación consiste en la realización de un proceso físico – químico sobre la melaza con el fin de brindar un mosto limpio a una siguiente etapa, por la parte inferior de los tanques clarificadores se eliminan los lodos, inyectándoles agua a una temperatura cercana a la de ebullición; a través de una bomba que es controlada por un flujómetro; estos

lodos ingresan un tanque donde se realiza el proceso de desendulzado, recuperándose por la parte superior el agua dulce y por la parte inferior de este tanque se elimina el lodo desendulzado.

El mosto clarificado que sale de la parte superior de los tanques de clarificación va por gravedad a la etapa de Segunda Dilución que consta de un mezclador en el cual se ajusta la concentración a un valor igual a 20 grados Brix con el ingreso de agua fresca, que es controlada por una válvula manual, y sale de este equipo por la parte superior hacia un tanque.

El mosto a 20° Brix es enviado a unos intercambiadores de calor tipo placas por medio de una bomba o su auxiliar con la finalidad de bajar un poco la temperatura del mosto diluido para que pueda ser enviado a los tanques de Prefermentación, así como a los tanques de Fermentación.

En los tanques Prefermentadores se realiza la reproducción celular en presencia de aire, ya que este es un proceso aeróbico y exotérmico, razón por la que es necesario enfriar el mosto que sale de la etapa anterior.

A la salida de los tanques de Prefermentación el mosto pasa por intercambiadores de calor tipo placas para controlar que el mosto esté a una temperatura adecuada y de esa manera alimentar en forma continua a los

tanques de Fermentación donde se transformará, por acción de la levadura, los azúcares en alcohol.

La fermentación alcohólica es de dos tipos: anaeróbica es decir se realiza en ausencia de aire y exotérmica pues hay la necesidad de mantener el mosto frío, por esta razón cada fermentador debe tener su propio intercambiador de calor tipo placas su propia bomba, para la recirculación del mosto.

Después de un tiempo de residencia del mosto en los fermentadores de 17 a 22 horas se obtiene un vino con un contenido de alcohol de 6.5 a 8.5 grados Gay Lussac (GL), el mismo que es transferido a los tanques de vino, por medio de las bombas de recirculación.

El vino es enviado a la destilería para la producción de alcohol. En el proceso de destilación se cuenta con cuatro columnas: Columna de Agotamiento, Columna Depuradora, Columna Hidroselectora y Columna Rectificadora. En la primera columna el vino es enviado por medio de una bomba a un intercambiador de calor en donde se condensa parte de los vapores alcohólicos producidos en la segunda columna, el calor cedido por estos vapores es tomado por el vino alcanzando una temperatura aproximada de 65 a 85 °C, a esta temperatura ingresa a la primera columna por el tope de la misma. En la base de esta columna ingresa vapor a una presión de 20 Psig,

la corriente de vapores alcohólicos dentro de la columna es ascendente y va enriqueciéndose en alcohol, mientras que la corriente líquida es descendente y se va empobreciendo en alcohol. A cierta altura de la primera columna sale una corriente de vapores alcohólicos a 45 °GL hacia la segunda columna denominada depuradora y una fracción de estos vapores van al condensador y éste a su vez refluja al tope de la misma columna, el agua que absorbe el calor de estos vapores alcohólicos es tomada de la torre de enfriamiento por medio de una bomba.

Los vapores alcohólicos que ingresan a la columna depuradora suben a los platos superiores enriqueciéndose en alcohol hasta llegar al tope de la misma alcanzando una graduación de 65° GL, en igual forma la corriente líquida se va agotando gradualmente hasta su base, la corriente líquida agotada abandona la columna depuradora, los vapores alcohólicos salen por el tope de la columna y son encaminados a condensadores de los cuales unos realizan la función de intercambiar calor con el vino mientras que los otros reflujan a la parte superior de la columna para después ser encaminado al tanque de flegma. Una fracción del alcohol condensado en los intercambiadores antes mencionados, es encaminada al tanque de almacenamiento llamado alcohol de segunda. En el tanque de almacenamiento de flegma existe un intercambiador cuya función es la de condensar los vapores alcohólicos producidos en éste, el agua que ingresa a

este intercambiador es captada desde el tanque de agua de proceso por medio de una bomba. La flegma producida en la columna rectificadora es enviada a la columna hidroselectora vía bomba, con el fin de diluir la flegma y poder hacer así la hidroselección. En la base de la columna hidroselectora ingresa vapor, la concentración alcohólica en la base de esta columna es aproximada de 15° GL y ésta es encaminada a la columna rectificadora por medio de una bomba. Los vapores alcohólicos producidos en el tope de esta columna ingresan a los condensadores, los que se reflujan al tope de la misma columna y una fracción es encaminada al tanque de fusel.

El alcohol procedente de la columna hidroselectora vía bomba ingresa a la columna rectificadora a cierta altura en donde los vapores alcohólicos suben a los platos superiores enriqueciéndose hasta alcanzar una graduación de 96° GL en el tope de la columna, mientras que la corriente líquida se va agotando hasta su base para de ahí ser encaminada a la columna hidroselectora por medio de una bomba, con la finalidad de diluir las flegmas. Los vapores alcohólicos abandonan esta columna en el tope y son encaminados a los condensadores, los que reflujan a la misma columna y de ahí son encaminados a la columna de rectificación.

CAPITULO 2

2. Proceso de Segunda Dilución, Prefermentación y Fermentación en la elaboración del alcohol.

2.1. Fundamentos del proceso de Segunda Dilución.

2.1.1. Dosificación de Melaza.

La melaza que llega del Ingenio Azucarero se almacena en dos tanques (TK-103) y el (TK-105) en el periodo de cosecha dado que ésta solo se realiza en seis meses al año.

Por medio de una bomba de engranaje (P-104) la melaza es transportada a una balanza donde se realiza el control de consumo de melaza diario, a través de una bomba principal (P – 115 A) o una auxiliar (P – 115 B) es enviada al mezclador (MIX – 205) donde se pondrá en contacto con el agua, todo esto se realiza en la denominada etapa de Segunda dilución.

Por motivo de elaboración y propiedades de la melaza que se obtiene en esta zona geográfica no se pasa dicha melaza por la etapa de clarificación.

2.1.2. Dosificación de Agua.

El agua fresca que se utiliza en las etapas de segunda dilución y prefermentación proviene de un tanque de almacenamiento (TK –101) mientras que para la etapa de fermentación el agua que se utiliza debe estar a una temperatura debajo de los 10° C la misma que proviene de las torres de enfriamiento (TE-1) que se encuentran ubicados a un lado de la planta como se la puede ver en la figura 2.1.

2.1.3. Obtención de mosto diluido.

La melaza se mezcla con el agua fresca que viene del tanque (TK – 101) diluyéndose, lo cual se realiza para bajar la concentración inicial medida en grados Brix, obteniendo el llamado mosto diluido, el cual tendrá un valor de 20 grados Brix aproximadamente, éste se mide en el laboratorio de control de calidad cada hora por medio de la toma de muestras que realiza el operador. El mosto diluido que sale del (MIX-205) por la parte superior pasa al tanque (TK-218) por medio de la gravedad, este tanque se encuentra abierto debido a que en el proceso se necesitará alcanzar una temperatura óptima para que sucedan los procesos químicos requeridos para obtener el grado alcohólico.

2.1.4. Despacho de mosto Diluido.

El mosto que se encuentra en el tanque (TK-218) es bombeado por medio de la bomba (P-217 A) o la auxiliar (P-217 B) hasta el área de prefermentación y fermentación. El mosto pasa a través de 2 enfriadores de placas (E-206 A) y el (E-206 B) donde se enfriará. Este bombeo se realiza al área de prefermentación donde cada tanque se llena en aproximadamente 11 horas y al área de fermentación donde cada uno de los tanques se llena en aproximadamente 12 horas.

2.2. Fundamentos del proceso de prefermentación.

2.2.1. Dosificación de levadura.

La Levadura que se encuentra en el laboratorio pueden ser de diferentes tipos como son: Levapan, Allteck y Braslena las cuales después de ser inspeccionadas, son aprobadas para su utilización. Se procede a obtener 15 Kg de uno de estos tipos para preparar un colchón que se colocará en los tanques de Prefermentación (TK – 210) o (TK – 213).

Para la preparación del colchón se utilizan tres tanques, en el primero se coloca cantidades suministradas por el laboratorio de mosto diluido a un valor de 12 grados Brix, úrea, ácido fosfórico y nutrientes.

Una vez que se tiene la mezcla de los cuatro productos antes descritos se procede a controlar la concentración medida en grados Brix y la temperatura en grados centígrados de la reacción, en el momento en que se encuentren en los rangos apropiados se procede el traspaso de este producto al segundo tanque donde se encuentra un volumen de mosto diluido igual al que se colocó al primer tanque, después de su mezcla se lo traspasa al último tanque donde igual que en los dos anteriores tanques se tiene colocado un volumen igual de mosto diluido.

El traslado del colchón de levadura por los tres tanques descritos en el párrafo anterior se lo realiza para ver la reacción que ha tenido la levadura en el momento de sus traslados a los diferentes tanques; si todos los parámetros están dentro de los rangos apropiados se tiene un colchón óptimo para que la levadura cumpla su proceso químico para lo cual se traslada a los tanques de Prefermentación para su reacción con el mosto diluido que se envía de la etapa de Segunda Dilución.

2.2.2. Dosificación de mosto diluido.

El mosto diluido que se encuentra en segunda dilución con una concentración igual a 20 grado Brix es bombeado a través de la bomba centrífuga principal (P – 217 A) o su auxiliar (P – 217 B) al enfriador principal de placa (E - 206 A) o a su auxiliar (E – 206 B) para bajar la temperatura del mosto diluido a un valor adecuado antes de llegar a las áreas de Prefermentación y Fermentación, estos enfriadores de placas no realizan el proceso de recirculación por lo cual no se realiza un control de temperatura tan estricto.

Antes de realizar el bombeo desde segunda dilución el operador debe verificar si es que ya se encuentra el colchón de la mezcla madre que se menciona en el punto anterior en los dos tanques de Prefermentación, cuando se realiza la verificación el operador procede a realizar la apertura de todas las válvulas manuales necesarias para que la melaza llegue al tanque (TK – 210) o al (TK – 213).

El llenado de los tanques se lo realiza en secuencia, es decir primero uno y luego otro, no a la vez y mientras se realiza el llenado de estos tanques que

aproximadamente se demora 11 horas continuas en cada tanque, al mismo tiempo se realiza el monitoreo del volumen de ingreso, que es visual.

2.2.3. Obtención de la mezcla (Mosto Diluido) - (Levadura).

La mezcla obtenida entre el mosto diluido a un grado Brix de 20 y el colchón madre de levadura con nutrientes descrito en el ítem 2.2.1. permitirá que comience el proceso de Prefermentación en donde la levadura empezará a consumir el azúcar presente en esta mezcla para reproducirse y estar químicamente óptimo para el traslado de la mezcla a la etapa de Fermentación.

Para que la levadura realice dicho proceso se le realiza la dosificación de una cierta cantidad de nutrientes, la cual el operador agrega manualmente, estos nutrientes son la úrea y el ácido fosfórico en proporciones especificadas por el laboratorio.

La reacción que se produce al mezclar estos elementos es exotérmica y aeróbica para lo cual existe la presencia de un soplador que permite ingresar el aire necesaria para ayudar a la reacción.

En todo el proceso es necesario mantener la temperatura en aproximadamente 33 °C para lo cual se utiliza un enfriador de placas, por el cual se realiza la recirculación de la mezcla ayudado por la bomba (P – 210) para el tanque (TK – 210) y la bomba (P – 213) para el tanque (TK - 213) en conjunto con las válvulas manuales que permiten la recirculación del producto o la salida del mismo hacia el área de Fermentación.

Para el control de temperatura el operador cuenta con displays locales de temperatura colocados en la tubería de recirculación a la salida del enfriador de placa y una válvula manual para el ingreso de agua fresca la misma que se encuentra ubicada en la tubería de agua fresca que ingresa al enfriador de placas.

Además del control de temperatura se realiza un control de PH en la mezcla el mismo que deben estar entre 3.5 a 4 para que ayude a la reproducción de la levadura, dicho monitoreo se lo realiza con la ayuda del operador el cual toma una muestra cada cierto tiempo para que en laboratorio sea analizado y se tome las correcciones necesarias del ser el caso, es decir añadiendo ácido clorhídrico a los tanques prefermentados en forma manual por parte del operador.

2.2.4. Dilución de la mezcla (Mosto Diluido) – (Levadura)

En el proceso de Prefermentación se obtiene una mezcla con una concentración de 12 a 15 grados Brix dentro de los tanques, antes de ser enviada al área de Fermentación, se necesita que la concentración se encuentre en el rango de 8 a 9 grados Brix por lo cual se procede a dosificar la mezcla con agua fresca la misma que viene del tanque (TK – 101).

En el momento de la dilución que se realiza con un flujo moderado de agua el operador toma una muestra de la mezcla cada hora y la lleva al laboratorio para verificar que la mezcla se encuentre en el rango antes mencionado.

2.3. Fundamentos del proceso de fermentación.

2.3.1. Dosificación de mosto diluido.

La dosificación de mosto diluido que viene de la etapa de segunda dilución es igual a la dosificación de mosto diluido al área de Prefermentación, la cual se explico en el ítem 2.2.2. debido a que se utilizan los mismos elementos para realizar dicho traslado con la única diferencia que el operador en el

momento de proceder al bombeo desde Segunda Dilución debe abrir las válvulas manuales que permitirán que el producto mencionado se dirija al área de Fermentación.

El proceso de dosificación de mosto diluido a las áreas de fermentación y prefermentación se la realiza simultáneamente con la diferencia que la una es durante 12 horas (Fermentación) mientras que la otra etapa es en 11 horas (Prefermentación), debido a que los tanques de Fermentación tienen mayor volumen que los de Prefermentación.

El proceso de llenado se lo realiza a un tanque que el operador seleccione en el área de Fermentación mientras que como ya se lo mencionó en el área de Prefermentación se llenan los dos tanques que se encuentran en dicha área.

2.3.2. Dosificación de la mezcla (Mosto Diluido) – (Levadura).

La dosificación de la mezcla (mosto diluido) – (levadura) se la realiza desde los tanques (TK – 210) y (TK – 213) que se encuentran en el área de prefermentación.

La mezcla sale desde los tanques ayudados por las bombas que se encuentran en la parte inferior de los mismos, cada tanque tiene su propia

bomba como es el tanque (TK – 210) utiliza la bomba centrífuga (P- 210) para que cumpla la función de recirculación de la mezcla o para enviar la mezcla a la siguiente etapa que es la de fermentación, el otro tanque (TK – 213) utiliza la bomba centrífuga (P- 213) para realizar la mismas funciones de la anterior bomba arriba descrita.

El bombeo de la mezcla se la realiza en forma continua hasta que se encuentren vacíos los tanques de prefermentación para lo cual estos cuentan con una manguera transparente de nivel que le permite al operador tener una referencia para apagar la bomba de descarga.

La mezcla (mosto diluido) – (levadura) proveniente de los prefermentados es alimentada en forma continua a los fermentadores y en estos por acción de la levadura se transformará los azúcares en alcohol etílico después de 24 horas que se encuentre totalmente la mezcla en el tanque de fermentación.

Siendo la fermentación alcohólica una fermentación anaeróbica, esta se la realizara en ausencia de aire por lo cual los cuatro tanques de fermentación (TK – 301 A – B – C – D) se encuentran herméticamente sellados y solo cuentan con una tapa superior para realizar la inspección de la reacción o agregar nutrientes necesarios para mejorar el proceso de fermentación; es decir la transformación de los azúcares a alcohol etílico.

También es una reacción exotérmica por lo que hay la necesidad de mantener el mosto diluido a una temperatura adecuada para que la reacción con la levadura sea la mas óptima, por lo que mientras se está realizando la fermentación la mezcla mosto diluido – levadura se debe recircular para mantener una temperatura adecuada por lo que se utiliza intercambiadores de placa (E 301 A – B – C – D) y para recircular el mosto se utiliza las bombas (P 301 A – B – C – D).

Los tanques de fermentación, como los tanques de prefermentación cuentan con indicadores de temperatura ubicados en la tubería de la mezcla a la salida de los intercambiadores de placa, una válvula manual en la tubería de agua fresca la cual viene de la torre de enfriamiento la misma que ayudará a aumentar o reducir la cantidad de agua necesaria para mantener la temperatura y una manguera transparente para tener una referencia del nivel de los tanques.

2.3.3. Recuperación de CO₂.

La recuperación del dióxido de carbono se la realiza en la etapa de fermentación debido a que en esta etapa la levadura comienza su

reproducción total, puesto que el proceso de fermentación dura aproximadamente 24 horas, la obtención de dióxido de carbono (CO₂) se realiza a la sexta hora con una pureza del 99,99 % de los tanques de fermentadores.

El proceso comienza al abrir la válvula que permitirá el paso del CO₂ de los fermentadores por medio de la presión en la parte superior del tanque a una trampa de espuma que es un tanque que contiene agua, el cual le da un especie de lavado a la espuma que se produce en fermentación de aquí pasa a un compresor (booster) para luego pasar a la primera torre lavadora que eliminara los condensables (sustancias que se condensa con el agua).

Después irá a la segunda torre que hará la misma función de la primera torre, pasando luego para la torre de permanganato de potasio que posee también agua, aquí se elimina así las sustancias que atrape el permanganato, luego pasa a las dos torres de carbón activado que trabajan secuencialmente y finalmente pasa luego por un filtro que se encarga de absorber el agua.

2.3.4. Obtención de la vinaza.

Terminada la fermentación, el mosto es transferido a cuatro tanques de vino usando las mismas bombas que sirvieron para la recirculación de la melaza diluida fermentada con los intercambiadores de calor.

Los tanques de vino se encuentran equipados con mangueras de nivel para tener una referencia, este vino es enviado por una bomba a las columnas de destilación.

En los tanques de vino además del almacenamiento se realiza la purga de lodos (sales de calcio y magnesio) para evitar que estas sales se peguen a las paredes de los tanques y taponen dichos tanques.

La dosificación de ácido clorhídrico que se realizó en la etapa de prefermentación además de ayudar al proceso de reproducción de la levadura permitirá en esta etapa de almacenamiento de vino, que los lodos se coloquen en la parte inferior para ser purgados por el operador.

2.4. Equipos involucrados en el proceso de segunda dilución, prefermentación y fermentación.

2.4.1. Layout de los procesos de segunda dilución prefermentación y fermentación.

Las figuras 2.1., 2.2., 2.3. y 2.4. muestran cada una de los equipos que están involucrados en las etapas de segunda dilución, prefermentación y fermentación para la elaboración de alcohol. Estas figuras detallan la ubicación y el uso de los equipos del proyecto.

Figura 2.1. Recepción de materia Prima.

Figura 2.2 Proceso de segunda dilución.

Figura 2.3. Proceso de prefermentación.

Figura 2.4. Proceso de fermentación.

RECEPCION DE MATERIA PRIMA

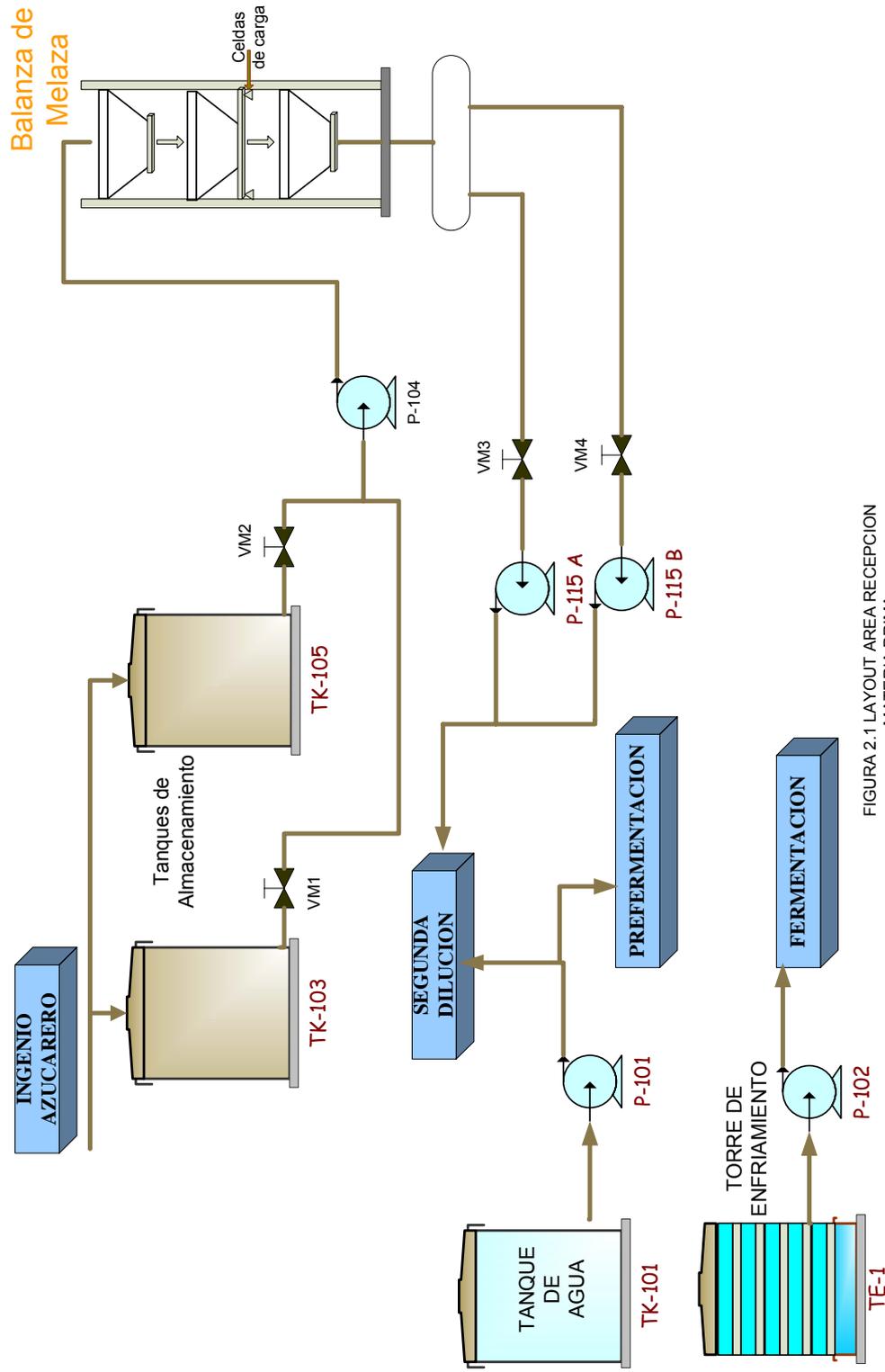


FIGURA 2.1 LAYOUT AREA RECEPCION
MATERIA PRIMA

PROCESO DE SEGUNDA DILUCION

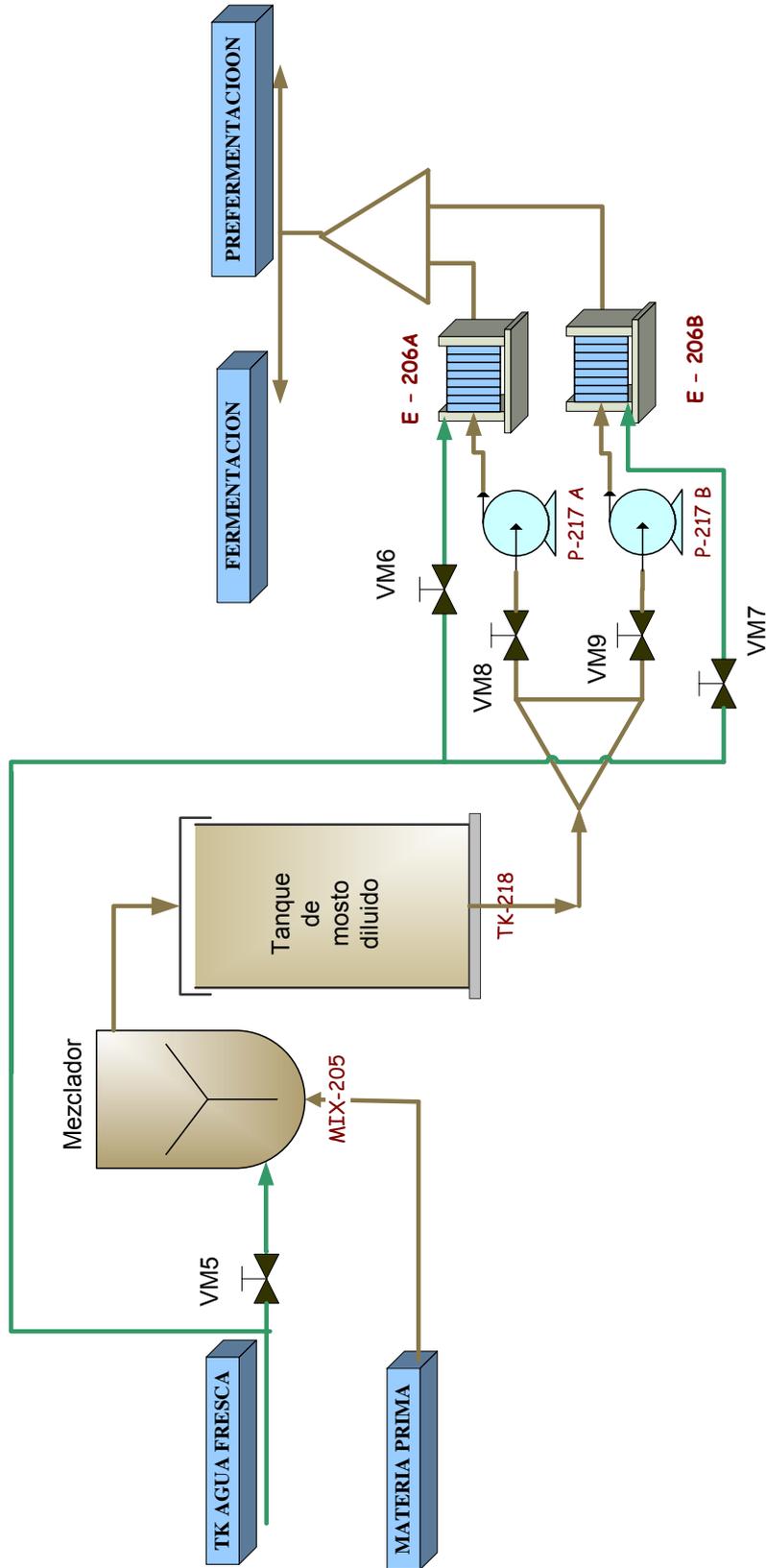


FIGURA 2.2 LAYOUT AREA SEGUNDA DILUCION

PROCESO DE PREFERMENTACION

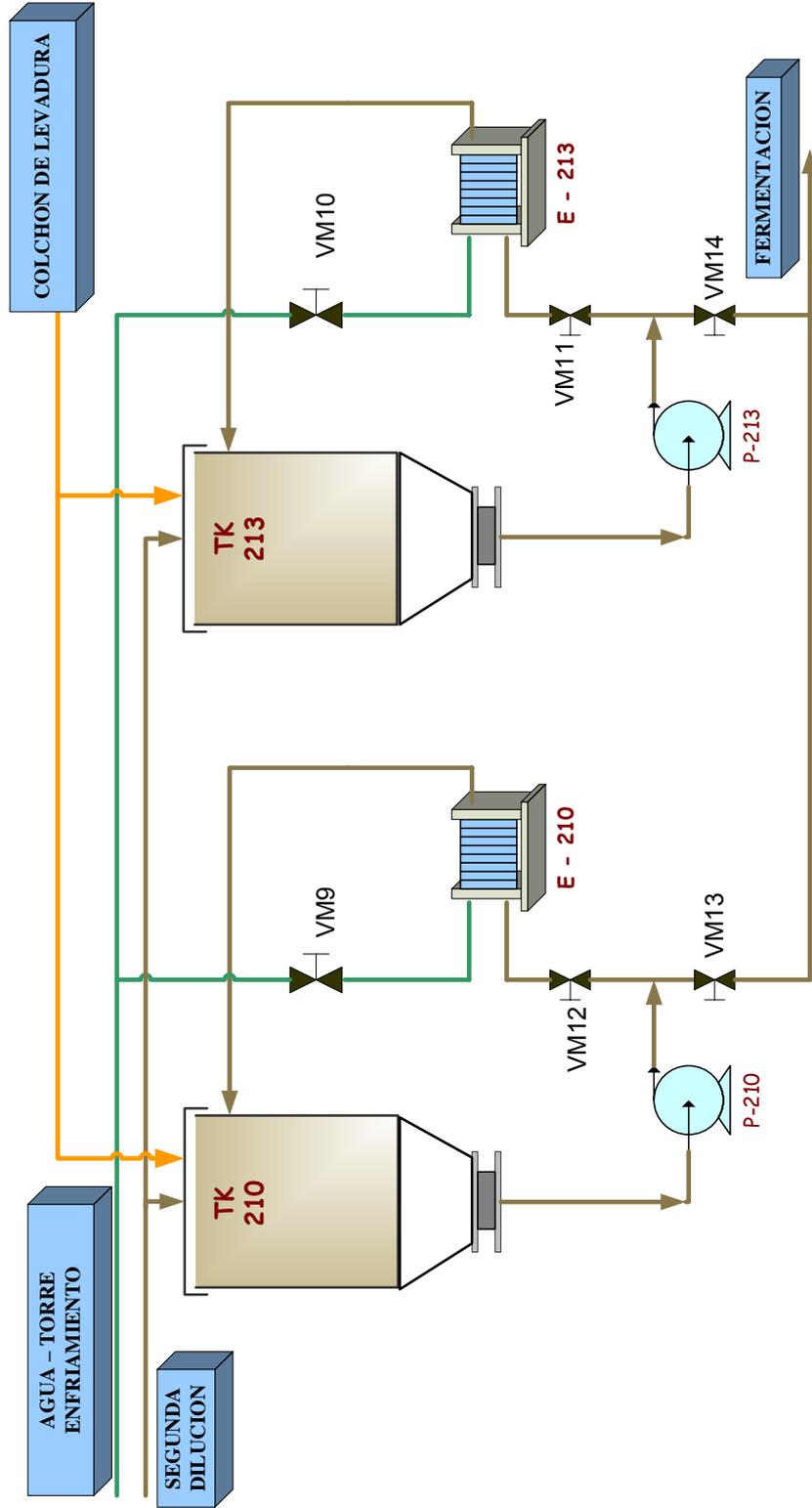


FIGURA 2.3 LAYOUT AREA PREFERMENTACION

PROCESO DE FERMENTACION

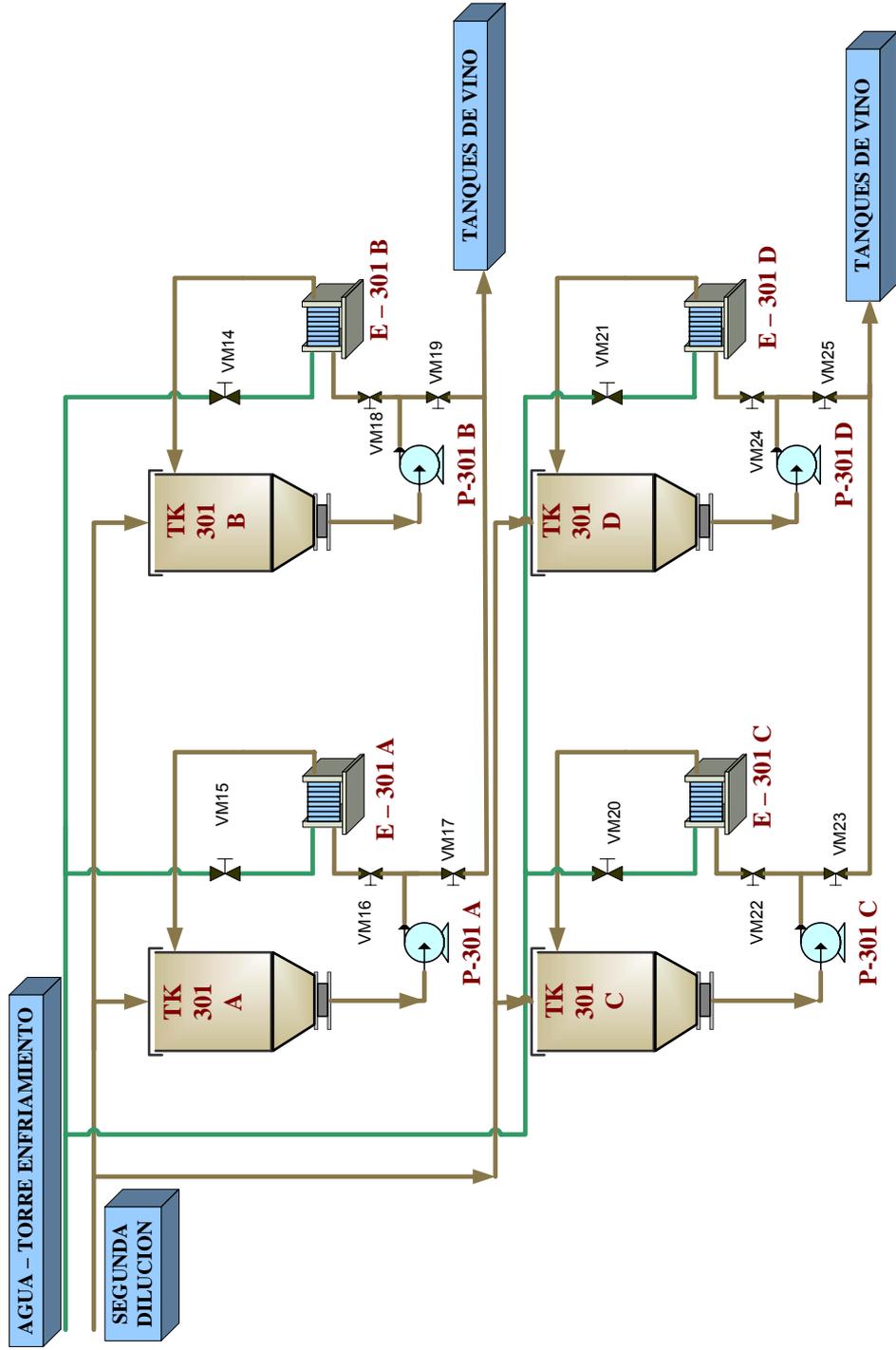


FIGURA 2.4 LAYOUT AREA FERMENTACION

2.4.2. Equipos involucrados en el sistema de alimentación de la melaza.

Los equipos involucrados en el sistema de alimentación de melaza a la etapa de segunda dilución son los siguientes:

1. Tanque de almacenamiento (TK – 105).
2. Tanque de almacenamiento (TK –103).
3. Bomba de engranaje (P – 104).
4. Balanza de Melaza (BM-1)
5. Bomba Principal descarga de la Balanza (P – 115 A)
6. Bomba auxiliar descarga de la Balanza (P –115 B).

2.4.3. Equipos involucrados en el sistema de alimentación de agua.

Los equipos involucrados para la alimentación de agua a las diferentes etapas de elaboración de alcohol son los siguientes:

7. Reservorio de almacenamiento (TK – 101).
8. Bomba de agua fresca (P – 101).
9. Torre de Enfriamiento (TE-1).
10. Bomba de agua helada (P – 102).

2.4.4. Equipos involucrados en el sistema de alimentación de mosto diluido.

Los equipos involucrados para la alimentación de mosto diluido son.

11. Tanque (TK – 218).
12. Bomba Principal dosificación de mosto diluido (P – 217 A).
13. Bomba Auxiliar dosificación de mosto diluido (P – 217 B).
14. Enfriador de Placas Principal (E – 206 A).
15. Enfriador de Placas Auxiliar (E – 206 B).

2.4.5. Equipos involucrados en la dosificación de la mezcla (Mosto diluido) – (Levadura)

Los equipos involucrados para la dosificación de la mezcla.

16. Tanque Prefermentación (TK – 210).

17. Tanque Prefermentación (TK – 213).

18. Bomba descarga (P – 210).

19. Bomba descarga (P – 213).

20. Enfriador de Placas (E – 210).

21. Enfriador de Placas (E – 213).

CAPITULO 3

3. Sistema de control actual en los procesos de segunda dilución, Prefermentación y fermentación.

3.1. Sistema de control actual en el proceso de segunda dilución.

La melaza luego que es pesada se la traslada a la etapa de segunda dilución por medio de dos bombas de engranaje que se encuentran a la salida de la balanza, estas bombas se las controla por medio de un panel de operación que se encuentra en el área de Segunda Dilución.

El operador tiene la opción de arrancar cualquiera de las dos bombas pero solo una se utiliza para el proceso de dosificación de melaza y la otra siempre queda de respaldo para el proceso, es decir que para la dosificación de melaza a esta etapa tiene un sistema redundante de bombas.

En el momento que se presiona la botonera de arranque para cualquiera de las dos bombas se realiza un enclavamiento electro – mecánico que permite el funcionamiento de la misma con lo cual la melaza se traslada al (MIX –

205) donde el operador en el momento que verifica el ingreso de melaza deberá realizar la apertura de una válvula manual tipo bola que permite el ingreso del agua fresca proveniente del reservorio (TK-101); en el proceso de la dilución de la melaza el operador toma varias muestras que se lleva al laboratorio para la verificación de los grados Brix que contiene la mezcla, luego de que se tiene los resultados se toman las correcciones de la apertura de la válvula para poder tener una mezcla con un Brix aproximado de 20, este paso de muestreo y correcciones tiene un tiempo aproximado de 15 minutos.

El mosto diluido que sale del (MIX – 205) pasa al tanque de segunda dilución (TK – 218) por medio de gravedad.

En el momento que el tanque de segunda dilución se llena, el operador apagará la bomba de dosificación de melaza que previamente se arrancó, dicha botonera de paro también se encuentra ubicada en el panel de operación y la válvula que permite el ingreso de agua fresca se procede a su cierre.

Luego que el mosto diluido que se encuentra en el tanque se dosifica a las otras etapas se realiza el llenado del mismo por lo cual el operador realiza la operación de dosificación de melaza anteriormente descrita y así se realiza

la misma operación por varias horas hasta que se llena el tanque de fermentación seleccionado.

3.2. Sistema de control actual en el proceso de prefermentación.

El mosto diluido que se encuentra en el tanque de segunda dilución es bombeado al área de prefermentación para lo cual el operador realiza la apertura de la válvula manual que permitirá el paso de la melaza a esta área.

Antes de realizar la dosificación de mosto diluido a los tanques (TK – 210) y (TK – 213) el operador ingresa el colchón de levadura que se prepara en el laboratorio y fue mencionado en el ítem 2.2.1. Para el llenado de los tanques de prefermentación el operador puede utilizar dos bombas que se encuentran a la salida del tanque (TK – 218) que son (P-217A) o (P-217B).

El arranque de estas bombas se lo realiza a través de las botoneras que se encuentran en el panel de operación y como en el proceso de arranque de la anterior etapa aquí también se encuentra un sistema redundante de bombas por lo cual el arranque es similar.

Luego que se realiza el arranque de una de las dos bombas el operador deberá controlar que los grados Brix de la mezcla (mosto diluido) – (levadura) estén aproximadamente en 9 grados Brix por lo cual se realizan muestreos de la mezcla que se entregan en el laboratorio para su análisis. Después del mismo se realizan las correcciones necesarias, para estas correcciones el operador puede manipular el ingreso del agua fresca a estos tanques por medio de una válvula manual que permitirá que ingrese más agua fresca al enfriador de placas de cada tanque por el cual pasa la mezcla en el momento de su recirculación.

Además de realizar el control ya antes mencionado el operador toma una muestra cada media hora para que se analice en el laboratorio, en estas muestras se verifican los grados de PH y nutrientes que tiene la mezcla.

El operador para ayudar al crecimiento de la levadura ingresa por la parte superior del tanque el mismo que está abierto, varios nutrientes y ácidos que le son entregados por el personal de laboratorio luego de ver los resultados de las muestras.

En el proceso de llenado de los tanques de esta área se realiza la recirculación de la mezcla para que tenga una homogeneidad óptima, a la salida de cada uno de estos tanques se tiene una bomba que cumplen dos

funciones: descarga y recirculación; dependiendo en la etapa o necesidad que se encuentre el operador manipula dos válvulas, para poder tener la recirculación y bloquear la salida de la mezcla a la siguiente etapa

El encendido de estas bombas también se encuentra en el panel de operación ya antes mencionado.

3.3. Sistema de control actual en el proceso de fermentación.

El mosto diluido proveniente de la etapa de Segunda Dilución y la mezcla (mosto diluido) – (levadura) que proviene de la etapa de prefermentación se dosifica a uno de los cuatros tanques del área de fermentación, la elección del tanque a utilizarse corresponderá al itinerario que maneja el personal de producción al mes.

Para el llenado del tanque el operador procederá a realizar la apertura de la válvula que permite la salida del mosto diluido del tanque (TK – 218) y la apertura de las válvulas manuales que permitirán la salida de la mezcla del área de prefermentación.

En el momento que el operador realiza el llenado del mosto diluido a los tanques de prefermentación también se realiza el ingreso del mosto diluido al

tanque de fermentación, es decir que se dosifica a las dos áreas utilizando una misma bomba, para poder tener una optimización del tiempo de producción.

Luego se cumple el tiempo de crecimiento de la levadura en el área de prefermentación el operador apaga las bombas de recirculación para poder manipular las válvulas y dejar la vía libre para que las bombas realicen la operación de descarga de estos tanques al tanque de fermentación.

En la etapa de fermentación se debe mantener la temperatura de la mezcla por lo cual cada tanque tiene su propia bomba y enfriador de placas.

Estas bombas como en la etapa de prefermentación cumplen dos funciones la de descarga de los tanques como la de recirculación de la mezcla para mantener su homogeneidad y su temperatura, estas bombas se encienden por medio de las botoneras que se encuentran en el panel de operación que se ha mencionado en este capítulo.

Para controlar la temperatura se tiene un medidor visual en la tubería de recirculación que permite al operador manipular la válvula de ingreso de agua helada a 10 °C que viene de las torres de enfriamiento (TE-1), esta

agua ingresa al enfriador de placas que tiene cada tanque, a los mismos que ingresa la mezcla que tiene el tanque de fermentación.

CAPITULO 4

4. Consideración en el diseño de control y monitoreo de los procesos de segunda dilución, prefermentación y fermentación.

4.1. Descripción de los problemas actuales.

Los problemas actuales que se presentan en las etapas de Segunda Dilución, Prefermentación y Fermentación para el proceso de la elaboración de alcohol son los siguientes:

- Demasiado tiempo perdido en correcciones de dilución de la melaza que perjudica la producción en tiempo y dinero. Debido a que para verificar los grados de Brix de la melaza en las etapas de Segunda Dilución y Prefermentación se toman muestras de los tanques de las áreas mencionadas que luego deben ser llevados al laboratorio de la

fábrica para su respectivo análisis, después de lo cual el operador toma las acciones correctivas pertinentes.

- Falta de un control automático de la temperatura que permita mantener a la melaza en las diferentes etapas que se mencionan en esta tesis a un valor fijo, por lo que el operador debe estar movilizándose por todas estas áreas realizando el respectivo reajuste manipulando válvulas manuales.
- Control del llenado del tanque de segunda dilución, ya que tiene que ser supervisado por un operador para que no se tenga una pérdida de producto en la planta con lo cual no se tiene una optimización del personal de la planta como también de la producción.
- La ausencia de visualización de los problemas que se puedan producir en las diferentes áreas mencionadas anteriormente.
- El no contar con la centralización de la información en un equipo que permita llevar registros en tiempo real y poder ser mostrados en un tiempo posterior para su revisión.

4.2. Secuencia lógica de los procesos.

4.2.1. Operación Bajo condiciones normales en los procesos de segunda dilución, prefermentación y fermentación.

En los siguientes puntos de este capítulo se expone de manera general los arranques y paradas de los tres procesos mencionados para la elaboración de alcohol, basándose en el requerimiento del personal de producción de la planta para cubrir todos los pasos necesarios.

4.2.1.1. Arranque y parada del proceso de segunda dilución.

ARRANQUE DEL PROCESO

La puesta en marcha del proceso de segunda dilución y su correcta supervisión se realizara por medio de un controlador lógico programable (PLC) en conjunto con la interfase Hombre-Máquina (Intouch). Para el arranque el operador deberá seleccionar algunas condiciones necesarias en el Intouch para que el PLC pueda realizar

una secuencia automática en este proceso, estas condiciones son las siguientes:

- **Selección de las bombas de ingreso y salida de melaza al área de segunda dilución.** Con esta condición excluyente el PLC a través de su lógica de programación sabrá que bombas manejar el encendido y apagado en forma automática.
- **Ingreso del grado Brix en el cual la melaza se deberá mantener en el mezclador (MIX – 208).** Durante todo el proceso el PLC realizará la corrección necesaria a la apertura de la válvula que permite el ingreso de agua para mantener a la melaza en el valor de grados Brix escogido.
- **Verificar la apertura y cierre de las válvulas manuales que se encuentran en la línea de producción.**
- **Inicio del proceso automático desde el Intouch.** Durante el arranque se encenderán los equipos en forma secuencial.
- **Arranque de la bomba de ingreso de melaza.** La bomba seleccionada por el operador se energizará al inicio del proceso

o durante el mismo cuando el sensor puntual de nivel bajo colocado en el tanque (TK – 218) envíe una señal al PLC, esta bomba se mantendrá encendida hasta que el sensor puntual de nivel alto que se encuentra en el mismo tanque mande una señal al PLC.

- **Arranque de la bomba de salida de melaza.** La bomba seleccionada para esta función se energizará en el momento que el sensor puntual de nivel alto mande una señal al PLC y se apagará en el momento que el sensor puntual de nivel bajo mande una señal al PLC.

Durante todo el proceso los grados Brix de la melaza se mantendrán u oscilarán cercanamente al valor fijado por el operador. El sensor de Brix colocado en el mezclador (MIX – 205) alimentará con la variable de proceso al PLC, el mismo que dependiendo del set point o valor requerido que tenga el proceso, tomará las correcciones necesarias manipulando la válvula proporcional que controla el flujo de agua que ingresa al mezclador.

PARADA DEL PROCESO

Para finalizar el proceso, luego de que ha estado funcionando correctamente el operador seleccionara la opción de parada que se encuentra en el Intouch, después se apagarán los equipos en el orden siguiente:

- **Parada de la bomba seleccionada de ingreso de melaza.**

- **Parada de la bomba seleccionada de salida de melaza.** Esta bomba se apagará cuando se hayan dado las condiciones de finalización del proceso desde Intouch y el sensor puntual de nivel bajo se active.

- **La válvula proporcional de ingreso de agua.** Para el control de los grados Brix de la melaza se mandará a cerrar por completo después de un corto tiempo, el cual será el necesario para que la melaza que haya quedado en el mezclador en el momento de la finalización del proceso ingrese al tanque (TK-218) en sus rangos adecuados.

4.2.1.2. Arranque y parada del proceso de prefermentación.

ARRANQUE DEL PROCESO

La puesta en marcha del proceso de Prefermentación y su correcta supervisión se realizara por medio de un controlador lógico programable (PLC) en conjunto con la interfase Hombre-Máquina (Intouch). Para el arranque el operador deberá seleccionar algunas condiciones necesarias en el Intouch para que el PLC pueda realizar una secuencia automática en este proceso, estas condiciones son las siguientes:

- Ingreso del valor de temperatura en grados centígrados en el cual se debe mantener la melaza en los tanques de esta área. Este valor se lo ingresa desde el Intouch y es en el cual deberá mantenerse el mosto diluido para que la levadura tenga una reproducción óptima.

- Ingreso manual del colchón de levadura a los dos tanques de Prefermentación, además de los nutrientes necesarios como la úrea y el ácido fosfórico.

- Verificar la apertura y cierre de las válvulas manuales que se encuentran en la línea de producción.

- El ingreso de la melaza a esta área está relacionado directamente con la salida de melaza del área de segunda dilución.

- El encendido de las bombas de descarga o de recirculación del mosto diluido de los tanques de Prefermentación se lo realiza a través de un panel manual ubicado en el área de Segunda Dilución, por lo que estará sujeto su funcionamiento a la decisión del operador.

- Durante el proceso de reproducción de la levadura en esta área se tendrá una reacción química que provocará que la temperatura del mosto diluido tenga una tendencia a subir que será controlada por medio de un intercambiador de calor tipo placas.

- El ingreso de flujo de agua al intercambiador de calor tipo placas para controlar la temperatura del mosto diluido de los tanques mencionados se lo realiza a través de una válvula

proporcional manipulada desde el PLC y su apertura o cierre dependerá del valor fijado de temperatura en que la melaza se debe encontrar.

- Supervisión de los valores de PH durante todo el proceso, estos valores se los pueden revisar desde el Intouch o un Display ubicado cerca de los tanques de Prefermentación.

PARADA DEL PROCESO

La parada del proceso, luego de que ha estado funcionando correctamente durante el tiempo necesario para la reproducción de la levadura estará sujeta a la decisión del operador, debido que la manipulación del encendido y apagado de las bombas de descarga de esta área a la de Fermentación se lo realiza por medio de un panel manual que esta ubicado en el área de Segunda dilución.

4.2.1.3. Arranque y parada del proceso de fermentación.

ARRANQUE DEL PROCESO

La puesta en marcha del proceso de Fermentación y su correcta supervisión se realizara por medio de un controlador lógico programable (PLC) en conjunto con la interfase Hombre-Maquina (Intouch). Para el arranque el operador deberá seleccionar algunas condiciones necesarias en el Intouch para que el PLC pueda realizar una secuencia automática en este proceso, estas condiciones son las siguientes:

- Ingreso del valor de temperatura en grados centígrados en el cual se debe mantener la mezcla (mosto diluido – levadura) en los tanques de esta área. Este valor se lo ingresa desde el Intouch y es en el que se debe mantener la melaza para que pueda realizar una fermentación óptima.

- Verificar la apertura y cierre de las válvulas manuales que se encuentran en la línea de producción.

- El ingreso de la mezcla (mosto diluido – levadura) a esta área esta relacionado directamente con la salida del mosto diluido del área de Segunda dilución y de la mezcla (mosto diluido – levadura) de Prefermentación

- El encendido de las bombas de descarga o de recirculación de la mezcla (mosto diluido – levadura) de los tanques de Fermentación se lo realiza a través de un panel manual ubicado en el área de Segunda Dilución, por lo que estará sujeto su funcionamiento a la decisión del operador.

- Durante el proceso de reproducción de la levadura en esta área se tendrá una reacción química que provocará que la temperatura del mosto diluido tenga una tendencia a subir que será controlada por medio de un intercambiador de calor tipo placas.

- El ingreso de flujo de agua al intercambiador de calor tipo placas para controlar la temperatura del mosto diluido de los tanques mencionados se lo realiza a través de una válvula proporcional controladas desde el PLC y su apertura o cierre

del valor fijado de temperatura en que la melaza se debe encontrar.

- Durante el llenado de cualquiera de los tanques de Fermentación se tiene que hacer un monitoreo periódico de nivel, el cual puede realizarse desde la computadora o en la planta.

PARADA DEL PROCESO

La parada del proceso de la etapa de Fermentación se efectúa después que se tengan dos condiciones necesarias como son: la finalización del proceso de dosificación de Mosto Diluido desde los tanques de Segunda Dilución y Prefermentación hacia esta área (lo cual se da después de 31 horas aproximadamente) y la aprobación de la etapa que se da después que el operador haya realizado una inspección al tanque dosificado verificando que la reacción química del producto ha sido eficiente, esto es teniendo CO₂ en la superficie interna del tanque con una presión adecuada para pasarla a la Planta de CO₂.

La parada de esta área está relacionada con las demás áreas antes mencionadas en esta tesis ya que es una continuación de las mismas, pues si se desea pasar a dosificar a otro tanque se deberá realizar los siguientes pasos:

Paradas de las bombas de descarga que se encuentran ubicadas en las áreas de Segunda Dilución y Prefermentación, la cual solo se puede dar desde el panel manual que está en el área de Segunda Dilución.

Parada de las bombas que dosifican la melaza desde los tanques de almacenamiento hacia la etapa de Segunda dilución siempre y cuando no se llene otro tanque de Fermentación previsto para su dosificación ya que en este caso solo se debe mover las válvulas manuales de la línea de producción para que el producto llegue al tanque deseado.

4.2.2. Operación bajo condiciones de falla en los procesos de segunda dilución, prefermentación y fermentación.

4.2.2.1 Arranque y parada del proceso de segunda dilución.

ARRANQUE

Si se debe reiniciar el proceso de Segunda Dilución, luego de haberse presentado alguna falla en algún equipo o equipos de esta área, deberá analizarse previamente el motivo que provocó la falla de el o de los equipos antes de habilitar sus equipos redundante. En esta área solo las bombas y válvulas manejan un similar redundante previniendo retraso en la producción por falla o mantenimiento.

Después del análisis el operador podrá determinar si arranca el sistema en modo automático con los equipos similares redundantes o lo realiza con los equipos que se encontraba trabajando pero en forma manual.

El orden que se deberá seguir para prender los equipos en forma manual, es el siguiente:

Colocar el selector de dosificación de melaza en posición manual, lo cual permitirá que se prenda las bombas tanto de dosificación de melaza al área de segunda dilución como las de descarga de mosto diluido del tanque de esta misma área sin ninguna secuencia que dependa de los sensores puntuales que se encuentra en el tanque de segunda dilución.

Arranque de la Bomba de Dosificación de Melaza, se podrá encender cualquiera de las dos bombas que cumplan esta función tanto la principal (P –115A) como su auxiliar (P – 115B) esto queda a consideración del operador.

Abrir la válvula manual que se encuentra como by-pass de la válvula proporcional (TV – 218) de tal forma que se tenga el valor aproximado de grados Brix a la salida del mezclador, esto se debe realizar si es que la falla del proceso tuvo que ver con la válvula proporcional.

Arranque de la Bomba de descarga de Mosto Diluido del tanque de segunda dilución, se podrá encender cualquiera de las dos bombas que cumplan esta función tanto la principal (P –117A) como su auxiliar (P – 117B) esto queda a consideración del operador.

PARADA

Los pasos a seguir en caso de falla son los siguientes.

Colocar el selector de dosificación de melaza en posición manual, lo cual permitirá que se apaguen las bombas tanto de dosificación de melaza al área de segunda dilución como las de descarga de mosto diluido del tanque de esta misma área sin que cumplan ninguna secuencia que dependa de los sensores puntuales que se encuentra en el tanque de segunda dilución.

Parar la Bomba de Dosificación de Melaza que se encuentre en funcionamiento.

Cerrar la válvula proporcional de ingreso de agua (TV-218).

Parar la Bomba de descarga de Mosto diluido que se encuentre en funcionamiento cuando el tanque de segunda dilución se encuentre en su nivel mínimo, esto permitirá que no se quede ningún producto en esta área para realizar el análisis de los equipos mas detalladamente.

4.2.2.2. Arranque y parada del proceso de prefermentación.

ARRANQUE

Si se debe reiniciar el proceso de Prefermentación, luego de haberse presentado alguna falla en algún equipo o equipos de esta área, deberá analizarse previamente el motivo que provocó la falla de el o de los equipos antes de habilitar sus equipos redundante. En esta área solo las bombas y válvulas manejan un similar redundante previniendo retraso en la producción por falla o mantenimiento.

Después del análisis el operador podrá determinar si arranca el sistema en modo automático con los equipos similares redundantes o lo realiza con los equipos que se encontraba trabajando pero en forma manual.

Además se debe tener en cuenta que en este proceso solo se está automatizando el control de temperatura del producto que se encuentra en los tanques y no la operación de las bombas que permiten el proceso de recirculación del producto y la dosificación a los tanques de Fermentación. Como se mencionó en capítulos

anteriores estas bombas se prenden desde un panel manual ubicado en el área de Segunda Dilución y queda a decisión del operador su funcionamiento.

Por lo que si el motivo de que el proceso de Prefermentación se encuentre en un estado de falla tiene que ver con la válvula proporcional que permite el ingreso de agua fría al enfriador de placas para mantener la temperatura del producto dentro de los tanques de Prefermentación, el orden que se deberá seguir para prender los equipos en forma manual, es el siguiente:

Cerrar las válvulas manuales que permiten el paso del agua fría a través de la válvula proporcional que se encuentra con falla, teniendo en cuenta que cada uno de los dos tanques de esta área tiene su propia válvula proporcional.

Apertura de la válvula manual que se encuentra en by-pass de la válvula proporcional en un porcentaje adecuado para que la temperatura del producto se encuentre en un valor aproximado al óptimo de modo que se realice el proceso de reproducción de la levadura.

Si en cambio el motivo de que el proceso se encuentre en un estado de falla tiene relación con una de las dos bombas que se encuentra en operación de cada uno de los dos tanques, el orden que se deberá seguir para prender los equipos en forma manual, es el siguiente:

Apertura de las válvulas manuales que permiten que el producto realice la recirculación o la dosificación a uno de los tanques de Fermentación.

Prender la bomba que se encuentra en by-pass de la bomba que tiene falla.

PARADA

Los pasos a seguir en caso de falla son los siguientes.

Colocar el selector Manual – Automático en modo manual de la válvula proporcional del tanque donde se dio la falla, si es el caso de que fueran los dos tanques se deberá colocar el selector de cada válvula en modo manual.

Ingresar el valor de cero en el porcentaje de apertura de la válvula proporcional donde se encuentra la falla.

Apagar la bomba que se encuentra en operación del tanque donde se detectó la falla del proceso.

Si la falla se detecta en el momento que se encuentra ingresando el mosto diluido a los tanques de Prefermentación se deberá apagar la bomba que se encuentra realizando la operación de dosificación desde el área de Segunda Dilución.

En el momento que se detiene por completo el proceso se deberá realizar un seguimiento al valor de PH que tiene el producto dentro de los tanques para que la levadura que está reaccionando con el mosto diluido ingresado siga su proceso químico de reproducción.

4.2.2.3. Arranque y parada del proceso de fermentación.

ARRANQUE

Si se debe reiniciar el proceso de Fermentación, luego de haberse presentado alguna falla en algún equipo o equipos de esta área, deberá analizarse previamente el motivo que provocó la falla de el o de los equipos antes de habilitar sus equipos redundante. En esta área solo las bombas y válvulas manejan un similar redundante previniendo retraso en la producción por falla o mantenimiento.

Después del análisis el operador podrá determinar si arranca el sistema en modo automático con los equipos similares redundantes o lo realiza con los equipos que se encontraban trabajando pero en forma manual.

Además se debe tener en cuenta que en este proceso solo se está automatizando el control de temperatura del producto que se encuentra en los tanques y no la operación de las bombas que permiten tanto el proceso de recirculación del producto y la dosificación a los tanques de Vino. Como se mencionó en capítulos anteriores estas bombas se prenden desde un panel manual ubicado

en el área de Segunda Dilución y queda a decisión del operador su funcionamiento.

Por lo que si el motivo de que el proceso de Fermentación se encuentre en un estado de falla tiene que ver con la válvula proporcional que permite el ingreso de agua fría al enfriador de placas para mantener la temperatura del producto dentro de los tanques de Fermentación, el orden que se deberá seguir para prender los equipos en forma manual, es el siguiente:

Cerrar las válvulas manuales que permiten el paso del agua fría a través de la válvula proporcional que se encuentra con falla, teniendo en cuenta que cada uno de los dos tanques de esta área tiene su propia válvula proporcional.

Apertura de la válvula manual que se encuentra en by-pass de la válvula proporcional en un porcentaje adecuado para que la temperatura del producto se encuentre en un valor aproximado al óptimo de modo que se realice el proceso de fermentación de la mezcla (Mosto diluido – levadura).

Si en cambio el motivo de que el proceso se encuentre en un estado de falla tiene relación con una de las bombas que se encuentra en operación de los tanques, el orden que se deberá seguir para prender los equipos en forma manual, es el siguiente:

Apertura de las válvulas manuales que permiten que el producto realice la recirculación o la dosificación a uno de los tanques de Vino.

Prender la bomba que se encuentra en by-pass de la bomba que tiene falla.

PARADA

Los pasos a seguir en caso de falla son los siguientes.

Colocar el selector Manual – Automático en modo manual de la válvula proporcional del tanque donde se dio la falla, si es el caso de que fueran los cuatro tanques de esta área se deberá colocar el selector de cada válvula en modo manual.

Ingresar el valor de cero en el porcentaje de apertura de la válvula proporcional donde se encuentra la falla.

Apagar la bomba que se encuentra en operación del tanque donde se detecto la falla del proceso.

Si la falla se detecta en el momento que se encuentra ingresando la mezcla (mosto diluido – levadura) a los tanques de Fermentación se deberán apagar las bombas que se encuentran realizando la operación de dosificación tanto desde el área de Segunda Dilución como de Prefermentación.

4.2.3. Control entre los sistemas de control actuales y los propuestos.

La comparación de los sistemas de control es la siguiente.

a) Control actual de los procesos de segunda dilución, prefermentación y fermentación.

Actualmente, los procesos en las áreas de Segunda Dilución, Pre-Fermentación y Fermentación se realizan en su totalidad en forma manual. Se cuenta con un tablero en la área de Segunda Dilución desde donde, por

medio de botoneras de arranque y parada se comanda el encendido o apagado de cada una de las bombas involucradas en las tres áreas arriba mencionadas. Las secuencias para prender o apagar los motores en las áreas de Segunda Dilución, Prefermentación y Fermentación dependen estrictamente del criterio de la persona que opera el panel. Además por medio de las luces pilotos que se encuentran en este mismo panel puede visualizar que motores se encuentran trabajando.

La melaza que sale de los tanques de almacenamiento es dirigida a una balanza para llevar un control del consumo diario de la materia prima, el control de la balanza así como de la bomba que transporta la melaza de los tanques de almacenamiento a la balanza se la realiza por medio de un panel donde se encuentra un PLC que realiza dicho proceso específico, el operador solo se encarga de dar arranque al proceso de dosificación de melaza a la balanza por medio de botoneras de arranque y parada que se encuentran en el panel antes mencionado, la lógica con la cual se encuentra programado el PLC de esta área permite controlar el encendido o apagado dependiendo el nivel de la tolva de la balanza.

Después que la melaza es pesada se encuentra lista para ser transportada a la primera etapa para su fermentación que es el área de Segunda Dilución.

En el control actual, el llenado del tanque de segunda dilución es realizado por el operador del área que tiene que abrir las válvulas manuales necesarias para que la melaza ingrese primero al mezclador para después llegar al tanque, para ver el nivel del tanque actualmente el operador se basa en la referencia de un visor (manguera de plástico) que se encuentra a un lado del tanque o también si necesita ser más preciso se dirige a la parte superior del tanque el cual no tiene techo donde se podrá apreciar mejor la cantidad de melaza que tiene el tanque.

Una vez abiertas las válvulas manuales de circulación el operador procede a prender una de las dos bombas que se encuentra a la salida de la balanza, la decisión de que bomba utilizar depende del operador, en el momento que se enciende esta bomba el operador se debe dirigir al mezclador del área de segunda dilución para abrir la válvula manual de ingreso de agua fría, como se mencionó en los capítulos anteriores el ingreso de la melaza al mezclador es por la parte inferior del equipo de igual forma que el agua que ingresa por la parte inferior pero por un costado produciendo un torbellino a su ingreso con lo cual la mezcla se realiza de una mejor forma. La salida del mezclador se encuentra conectada con el tanque de segunda dilución y el producto pasa de un equipo al otro por medio de la gravedad y presión que ejerce el flujo del mosto diluido que es la mezcla (melaza – agua).

El control actual de los grados Brix del mosto diluido es realizado por el operador que realiza un muestreo cada cierto tiempo, esta muestra la lleva al laboratorio para ver la cantidad de grados Brix que tiene la melaza, si este valor es superior a los 20 grados el operador procede a abrir lentamente la válvula de ingreso de agua al mezclador para que la concentración de la melaza comience a disminuir, si en cambio el valor de la concentración del mosto diluido es inferior a los 20 grados el operador cierra lentamente la válvula de ingreso de agua para que suba la concentración del mosto diluido.

El llenado del tanque de segunda dilución dura aproximadamente media hora si no se tiene encendida las bombas de descarga del tanque, por lo cual el operador en este tiempo procede a la apertura de las válvulas manuales para que el mosto diluido se pueda dirigir tanto a los tanques de las áreas de Prefermentación como de Fermentación.

Cuando ha comenzado la dosificación de melaza al área de Segunda Dilución, el operador del área de Prefermentación procede a realizar en forma manual el colchón de levadura en los dos tanques de prefermentación, que consiste en ingresar primero una cantidad fija de levadura, segundo una cantidad fija de ácido clorhídrico, la cantidad de estos dos elementos es determinada por el personal de laboratorio.

Al finalizar la elaboración de los colchones en los tanques de prefermentación el operador de esta área coloca la válvula que se encuentra a la salida de cada tanque de tal forma que se realice una recirculación en el momento que se enciendan estas bombas, luego de esto le informa al operador del área de Segunda dilución para que realice el encendido de una de las dos bombas que se encuentra a la salida del tanque de Segunda Dilución, de modo que comience la etapa de dosificación de mosto diluido a las áreas de prefermentación la cual dura aproximadamente 11 horas y a la de Fermentación que dura aproximadamente 22 horas.

Durante el proceso de Dosificación de mosto diluido a los dos tanques del área de prefermentación el operador de esta área realiza la supervisión de diferentes valores de la reacción química que se tiene a la mezcla (mosto diluido – levadura) como son los grados Brix que se deben de mantener a un valor aproximado de 12, el grado de PH que debe ser aproximadamente de 3 – 4 y la temperatura que debe ser de aproximadamente 33 grados centígrados, el valor de los dos primeros solo lo puede tener realizando un muestreo y llevando dicha muestra al laboratorio para su análisis, mientras que el valor de temperatura se lo puede observar en un indicador que se encuentra en la tubería de salida del intercambiador de calor tipo placas que tiene cada tanque, el cual permite realizar al operador las correcciones respectivas sobre la válvula de ingreso de agua fría al enfriador de placas y

así mantener la temperatura deseada en el producto dentro de los tanques de prefermentación mientras se realiza la recirculación.

Después que se cumple el tiempo de recirculación que necesita la levadura para reproducirse en los tanques de prefermentación, el operador procede a modificar la apertura de las válvulas que permiten la recirculación en estos tanques para que la mezcla (mosto diluido - levadura) se traslade al tanque de Fermentación que se ha seleccionado para la producción.

El operador del área de Fermentación realiza la apertura de las válvulas manuales necesarias que permitan el paso del mosto diluido del área de Segunda Dilución y de la mezcla (mosto diluido – levadura) del área de Prefermentación al tanque seleccionado para la fermentación.

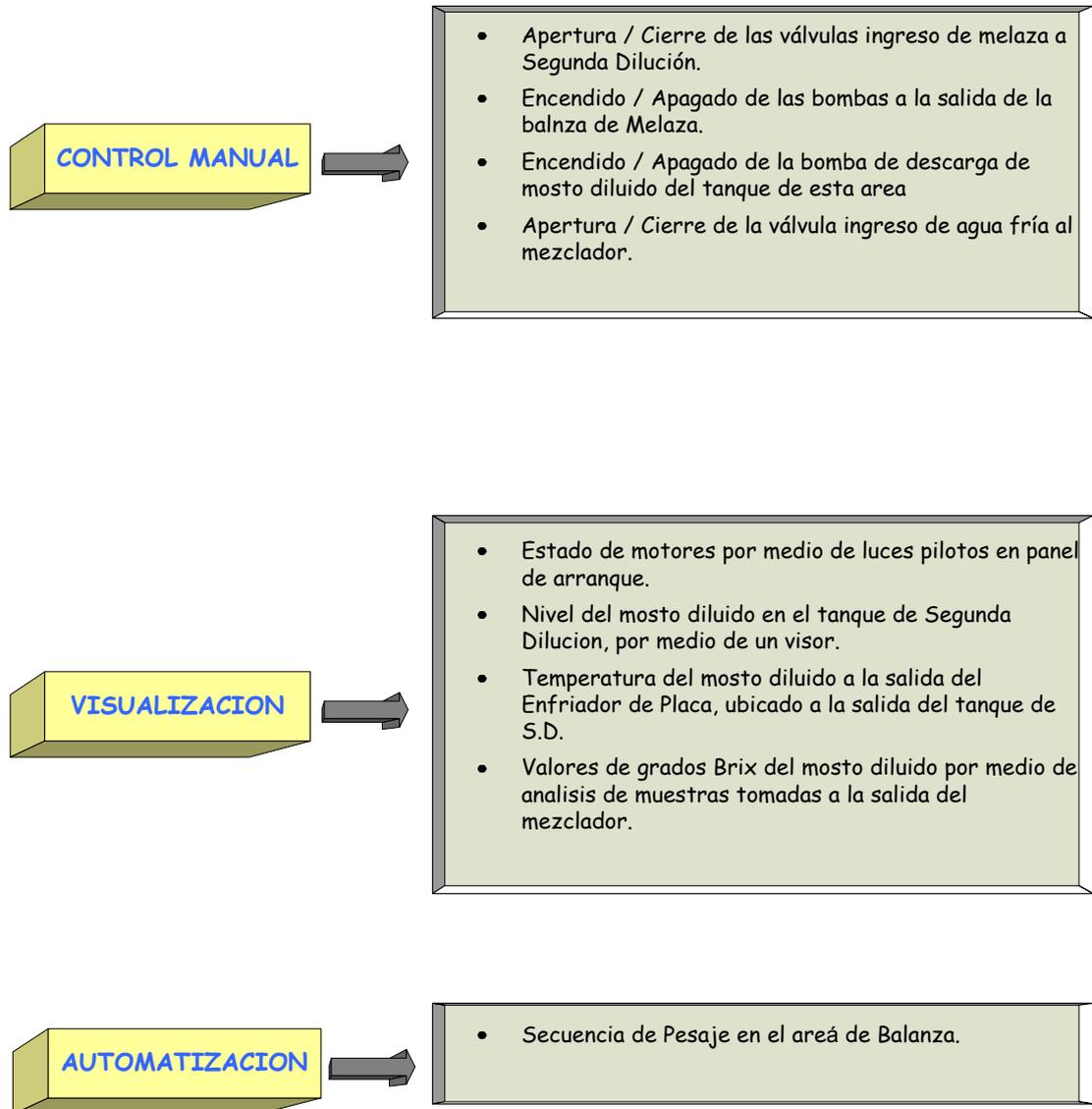
Al momento del ingreso del mosto diluido el operador le indica al operador de segunda dilución para que realice el encendido de una de las dos bombas que contienen los dos tanques para su recirculación y control de la temperatura de la mezcla la cual debe estar aproximadamente a 33 °C, actualmente este control lo realiza el operador con la manipulación de válvulas manuales que permiten el ingreso de flujo de agua fría al intercambiador de calor tipo placas de cada tanque.

Los tanques de Fermentación constan con un visor de plástico donde se lleva una referencia del nivel de producto que tiene el tanque, de modo que en el momento que se llega al nivel óptimo para el proceso químico de la fermentación se realice la apertura de válvulas, y así se comience el llenado de otro tanque y después el cierre de la válvula del tanque que se encuentra en el proceso de fermentación.

El proceso de fermentación dura como se lo menciono antes aproximadamente de 17 a 22 horas, luego del cual se realiza el cambio de apertura de las válvulas para que se termine el proceso de recirculación del producto y comience el de dosificación a los tanques de Vino.

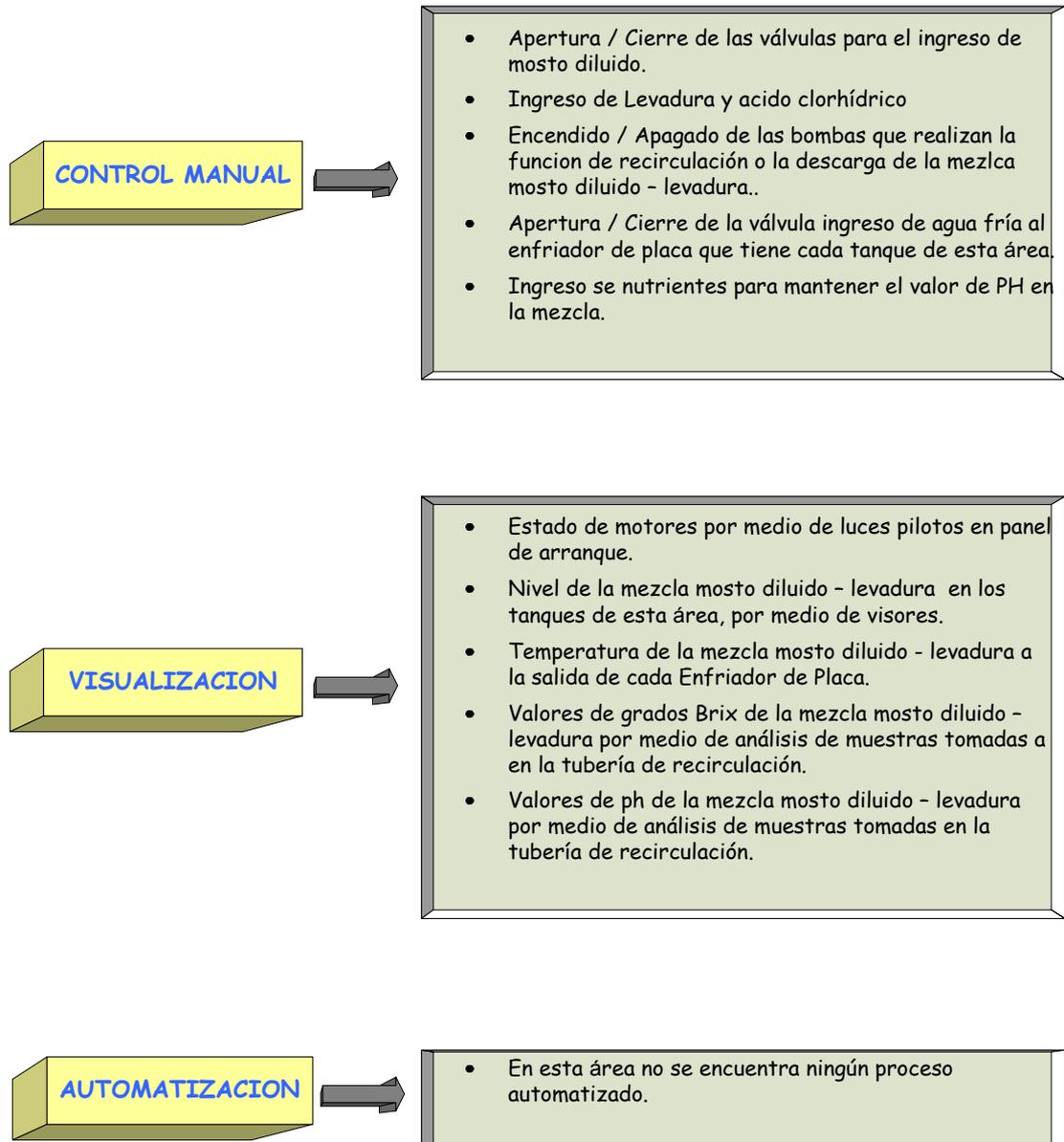
Para una mejor comprensión de lo explicado anteriormente se expone en la figura 4.1., 4.2., 4.3. unos cuadros sinópticos de los controles actuales de las áreas mencionadas.

CONTROL ACTUAL DEL AREA DE SEGUNDA DILUCION



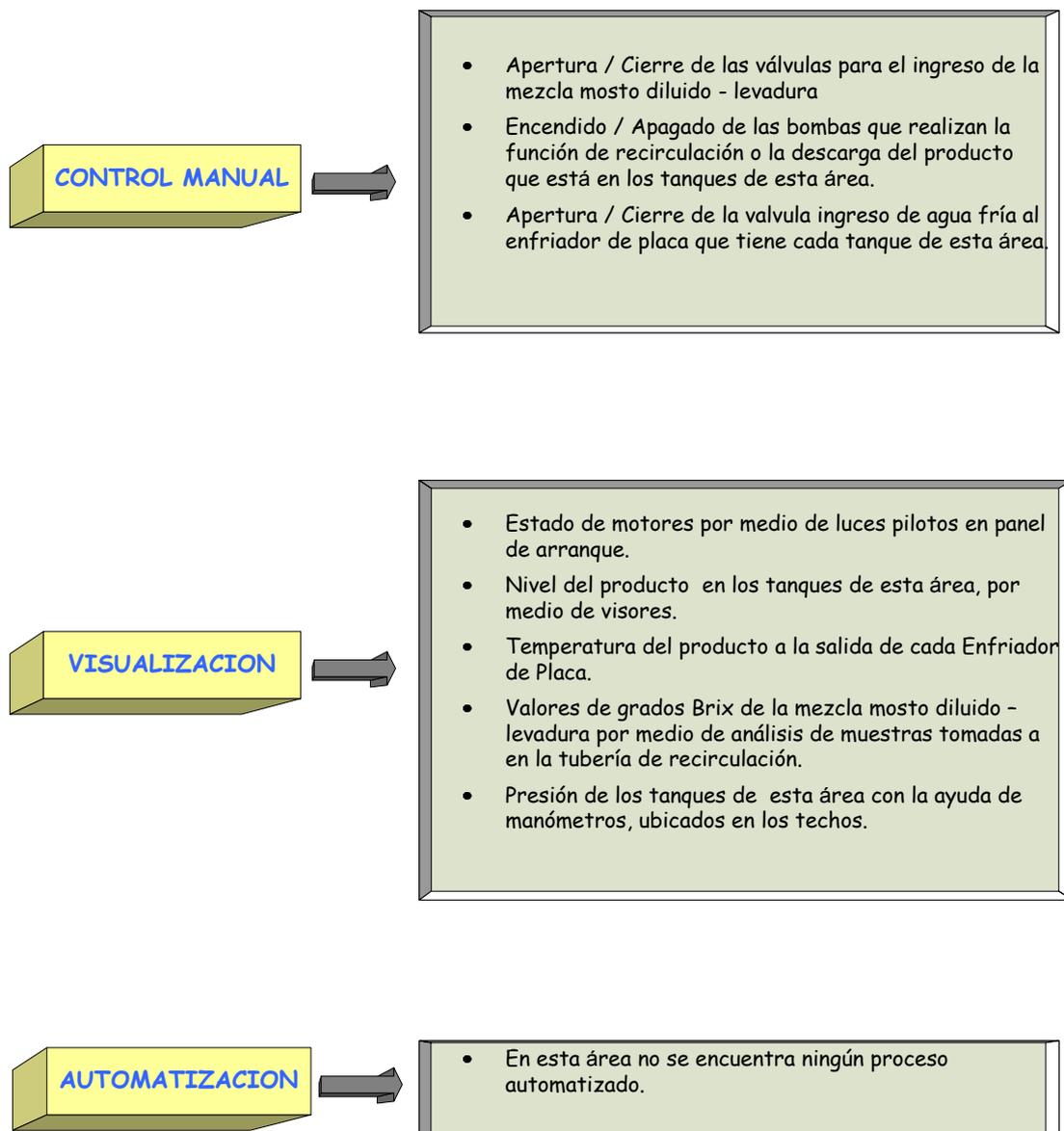
4.1. Control actual del área de segunda dilución.

CONTROL ACTUAL DEL AREA DE PREFERMENTACION



4.2. Control actual del área de fermentación.

CONTROL ACTUAL DEL AREA DE FERMENTACIÓN



4.3 Control actual del área de fermentación.

b) Automatización de los procesos de segunda dilución, prefermentación y fermentación.

Luego de analizar cuales son los problemas que tienen actualmente los operadores de estas tres áreas para mejorar los tiempo de producción, el consumo tanto de la materia prima como los productos secundarios que se utilizan para el proceso de fermentación, y, teniendo en consideración el control actual que se realiza en estas tres áreas, se proponen como parte de la automatización los siguientes puntos:

El sistema que se propone para el control de los procesos que se realizan en las áreas de Segunda Dilución, Prefermentación y Fermentación, es utilizando Controlador Lógico Programables (PLC) con una arquitectura tipo remota que no es mas que un PLC principal como cabezal y varios PLC como base de entrada y salida. La configuración del sistema de control, el número de entradas y salidas que tendrá el controlador, el tipo de cada una de ellas se presenta en el capítulo 6.

Con el software de monitoreo Intouch versión 9.5, se elaborarán pantallas de visualización de cada área, que permitirán a los operadores o supervisores, seguir paso a paso desde un computador, la secuencia con la cual se

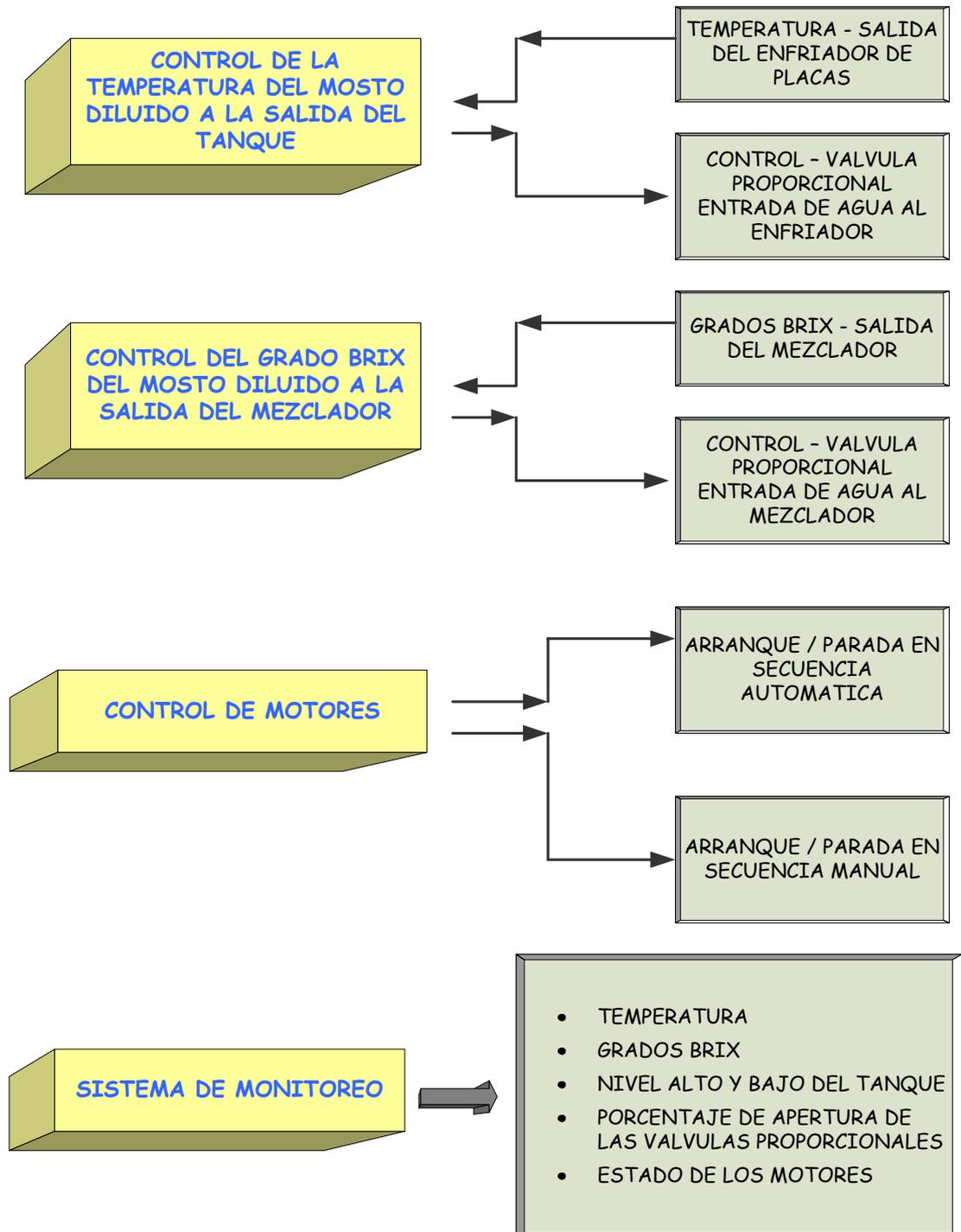
estarán realizando los procesos. Así también monitorear los valores en los que se encuentren las variables críticas como son los grados Brix en el área de Segunda Dilución y la temperatura en las tres áreas nombradas en esta tesis.

El llenado y vaciado del tanque de Segunda Dilución, se realizará en forma automática, mientras que el llenado y vaciado de los tanques de Prefermentación y Fermentación se lo realizará en forma manual pero ahora el operador podrá prender dichas bombas desde la computadora o desde el panel ubicado en Segunda Dilución.

El porcentaje de llenado de los tanques de las áreas de Prefermentación y Fermentación se podrá monitorear continuamente por medio de los sensores de nivel que se colocaron en cada uno de los tanques.

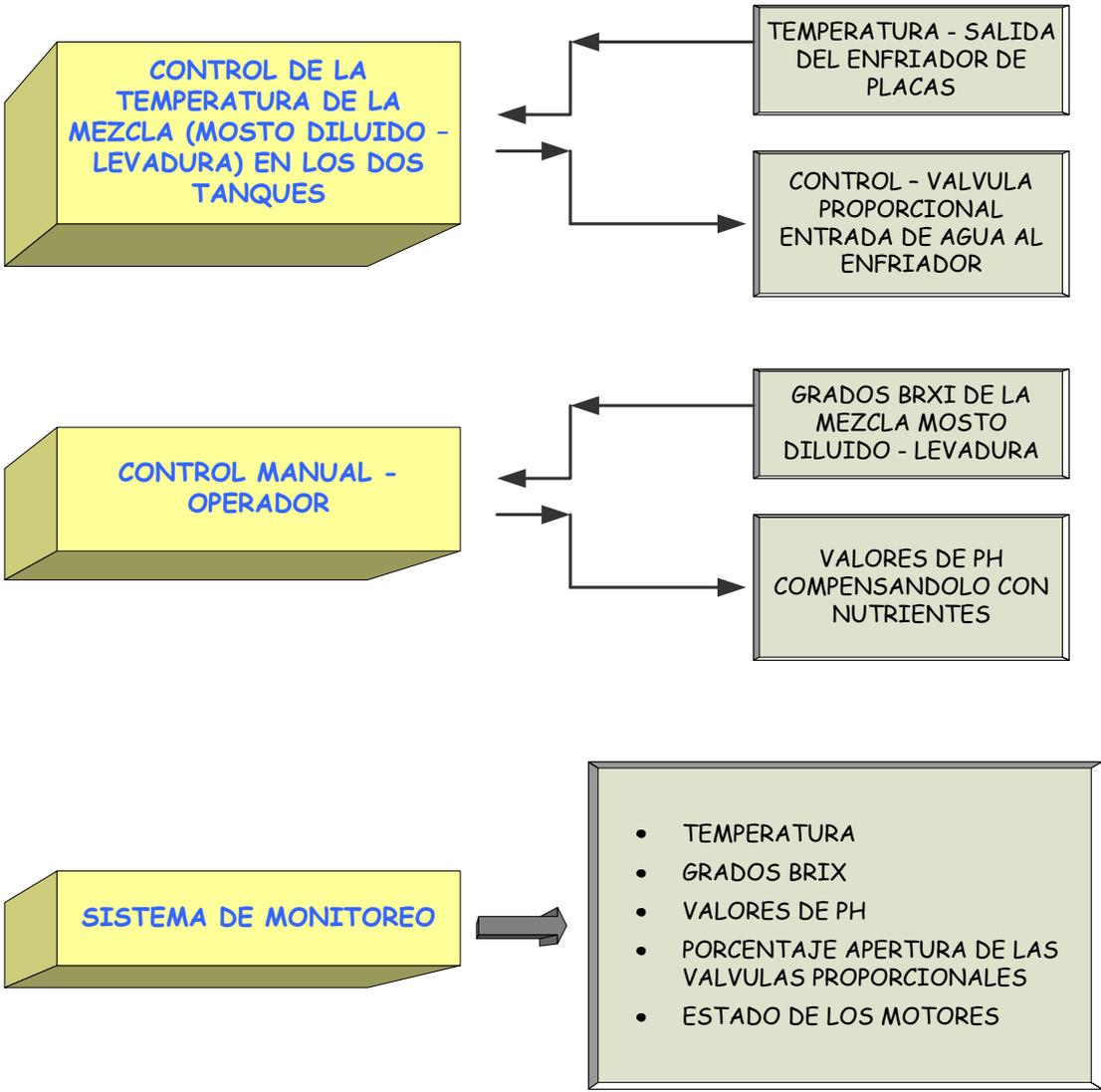
En las Figuras 4.4., 4.5. y 4.6. se muestran cuadros explicativos de cada una de las partes que se proponen en el proyecto de automatización de los procesos de Segunda Dilución, Prefermentación y Fermentación. En este se incluye los controladores expuestos en capítulos anteriores.

CONTROL AUTOMATICO DEL PROCESO DE SEGUNDA DILUCIOIN



4.4. Control automático del proceso de segunda dilución.

**CONTROL AUTOMATICO DEL PROCESO DE
PREFERMENTACION**



4.5 Control automático del proceso de prefermentación.

CONTROL AUTOMATICO DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN



4.6. Control automático del proceso de fermentación.

CAPITULO 5

5. Diseño de los sistemas de control para los procesos de segunda Dilución, Prefermentación y Fermentación.

5.1. Configuración del sistema de control

Considerando todas las señales que forman parte de los procesos de segunda dilución, prefermentación y fermentación para la elaboración de alcohol, se procede a clasificar por su naturaleza, en digitales o analógicas.

Dentro de la clasificación de cada una de las señales se presentará una breve descripción de su papel en el proceso. Utilizando esta información se procede a dimensionar al controlador lógico programable a ser usado en la automatización.

5.1.1. Señales digitales Entradas/Salidas.

Las señales digitales son aquellas que no tienen variación continua, sino que su valor se rige por un determinado conjunto finito de valores posibles.

En las tablas 5.1 y 5.2 se muestra la distribución de las señales digitales de entrada y salida del proceso que serán controladas por el PLC, como parte de la automatización de los procesos de segunda Dilución, Prefermentación y Fermentación.

Entradas Discretas	
NOMBRE	UBICACIÓN
LSL_SD_TQ1	SEGUNDA DILUSION
LSH_SD_TQ1	SEGUNDA DILUSION
START CONSOLA DEL MOTOR DE MELAZA P-115 B	CONSOLA S.D.
STOP CONSOLA DEL MOTOR DE MELAZA P-115B	CONSOLA S.D.
START CONSOLA DEL MOTOR DE SEGUNDA DILUSION P-217 B	CONSOLA S.D.
STOP CONSOLA DEL MOTOR DE SEGUNDA DILUSION P-217 B	CONSOLA S.D.
START CONSOLA DEL MOTOR DE MELAZA P-115 A	CONSOLA S.D.
STOP CONSOLA DEL MOTOR DE MELAZA P-115 A	CONSOLA S.D.
STOP CONSOLA DEL MOTOR DE SEGUNDA DILUSION P-217 A	CONSOLA S.D.
START CONSOLA DEL MOTOR DE SEGUNDA DILUSION P-217 A	CONSOLA S.D.
CONTACTOR AUXILIAR DE LA BOMBA P-115 A (N. O.)	PANEL FERMEN.
CONTACTOR AUXILIAR DE LA BOMBA P-115 B (N. O.)	PANEL FERMEN.
CONTACTOR AUXILIAR DE LA BOMBA P-217 B (N. O.)	PANEL FERMEN.
CONTACTOR AUXILIAR DE LA BOMBA P-217 A (N. O.)	PANEL FERMEN.
START DE LA BOMBA P-217 A EN EL PANEL DE FER.	PANEL FERMEN.
STOP DE LA BOMBA P-217 A EN EL PANEL DE FER.	PANEL FERMEN.
START DE LA BOMBA P-217 B EN EL PANEL DE FER.	PANEL FERMEN.
STOP DE LA BOMBA P-217 B EN EL PANEL DE FER.	PANEL FERMEN.

Tabla 5.1 Entradas discretas de los procesos de segunda dilución, prefermentación y fermentación

Salidas Discretas	
NOMBRE	UBICACIÓN
ARRANQUE DEL MOTOR DE MELAZA P-115 A	SEGUNDA DILUSION
ARRANQUE DEL MOTOR DE MELAZA P-115 B	SEGUNDA DILUSION
ARRANQUE DEL MOTOR DE SEGUNDA DILUSION P-217 B	SEGUNDA DILUSION
ARRANQUE DEL MOTOR DE SEGUNDA DILUSION P-217 A	SEGUNDA DILUSION

Tabla 5.2 Salidas discretas de los procesos de segunda dilución, prefermentación y fermentación

5.1.2. Señales analógicas Entradas/Salidas.

Las señales analógicas son aquellas cuya variación, tanto en amplitud como a lo largo del tiempo, es continua. Es decir, pueden tomar cualquier valor real, en cualquier instante de tiempo.

En las tablas 5.3 y 5.4 se muestra la distribución de las señales analógicas de entradas y salidas del proceso, a ser controladas por el PLC, como parte de la automatización de los procesos de segunda Dilución, Prefermentación y Fermentación.

Entradas Analógicas.	
NOMBRE	UBICACIÓN
TRANSMISOR DE PRESION #1 (ROMANSEL) TK303A	FERMENTACION
TRANSMISOR DE PRESION #2 (ROMANSEL)	FERMENTACION
TRANSMISOR DE PRESION #3 (ROMANSEL)	FERMENTACION
TRANSMISOR DE PRESION #4 (ROMANSEL)	FERMENTACION
TRANSMISOR DE CONCENTRACION/DENSIDAD(BRIX) TK 218	SEG. DILUCION
TRANSMISOR DE CONCENTRACION/DENSIDAD(BRIX) TK 210	PREFERMENTACION
TRANSMISOR DE CONCENTRACION/DENSIDAD(BRIX) TK 213	PREFERMENTACION
TRANSMISOR DE FLUJO DE CO2(VORTEX) (ROMANSEL)	FERMENTACION
TRANSMISOR DE NIVEL #1 (SODERAL) TK 210	PREFERMENTACION
TRANSMISOR DE NIVEL #2 (SODERAL) TK 213	PREFERMENTACION
TRANSMISOR DE NIVEL #3 (SODERAL) TK 303 A	FERMENTACION
TRANSMISOR DE NIVEL #4 (SODERAL) TK 303 B	FERMENTACION
TRANSMISOR DE NIVEL #5 (SODERAL) TK 303 C	FERMENTACION
TRANSMISOR DE NIVEL #6 (SODERAL) TK 303 D	FERMENTACION
TRANSMISOR DE PH_1 (ROMANSEL) TK 210	PREFERMENTACION
TRANSMISOR DE PH_2 (ROMANSEL) TK 213	PREFERMENTACION
TRANSMISOR DE TEMPERATURA #1 (SODERAL) TK 210	PREFERMENTACION
TRANSMISOR DE TEMPERATURA #2 (SODERAL) TK 213	PREFERMENTACION
TRANSMISOR DE TEMPERATURA #3 (SODERAL) TK 303 A	FERMENTACION
TRANSMISOR DE TEMPERATURA #4 (SODERAL) TK 303 B	FERMENTACION
TRANSMISOR DE TEMPERATURA #5 (SODERAL) TK 303 C	FERMENTACION
TRANSMISOR DE TEMPERATURA #6 (SODERAL) TK 303 D	FERMENTACION
TRANSMISOR DE TEMPERATURA #7 (SODERAL)	SEG. DILUCION
TRANSMISOR DE TEMPERATURA #8 (SODERAL)	SEG. DILUCION
TRANSMISOR DE TEMPERATURA #9 (SODERAL)	SEG. DILUCION

Tabal 5.3 Entradas analógicas de los procesos de segunda dilución, prefermentación y fermentación

Salidas Analógicas.	
NOMBRE	UBICACIÓN
VALVULA PROPORCIONAL TK 210	PREFERMENTACION
VALVULA PROPORCIONAL TK 213	PREFERMENTACION
VALVULA PROPORCIONAL TK 218	SEG. DILUCION
VALVULA PROPORCIONAL	SEG. DILUCION
VALVULA PROPORCIONAL #5 (SODERAL)	SEGUNDA DILUSION
VALVULA PROPORCIONAL #6 (SODERAL) TK AGUA CALIENTE	SEGUNDA DILUSION
VALVULA PROPORCIONAL #7 (SODERAL) TK 303 A	FERMENTACION
VALVULA PROPORCIONAL #8 (SODERAL) TK 303 B	FERMENTACION
VALVULA PROPORCIONAL #9 (SODERAL) TK 303 C	FERMENTACION
VALVULA PROPORCIONAL #10 (SODERAL) TK 303 D	FERMENTACION

Tabla 5.4 Salidas analógicas de los procesos de segunda dilución, prefermentación y fermentación

Utilizando las tablas desde la 5.1 hasta la 5.4 se procede a dimensionar el Controlador Lógico Programable. El número total de entradas/salidas digitales y analógicas necesarias en el proceso. En la tabla 5.5 se ve la cantidad de entrada y salidas del proceso a ser controlado.

DIMENSION DEL PLC.			
Tipo	Numero	15%	total
Entradas			
Digitales	18	2.7	21
Analógicas	25	3.75	29
Total			50
Salidas			
Digitales	4	0.6	5
Analógicas	10	1.5	12
Total			17
Total Entradas/salidas			67

Tabla 5.5 Dimensión del PLC

5.2. Lazos de control involucrados en los sistemas.

Antes de la selección lazos de control es conveniente hablar acerca de los sistemas de lazo control. Estos sistemas dependiendo del control que realiza con la señal de salida, pueden distinguirse en dos topologías: sistemas en lazo abierto y sistemas en lazo cerrado.

Los sistemas de lazo abierto son aquellos, donde la salida no tiene efecto alguno sobre la acción de control.



Figura 5.1. Sistema de lazo abierto

Los sistemas de lazo cerrado son aquellos donde la señal de salida tiene efecto sobre la acción de control. A este efecto se lo denomina retroalimentación.

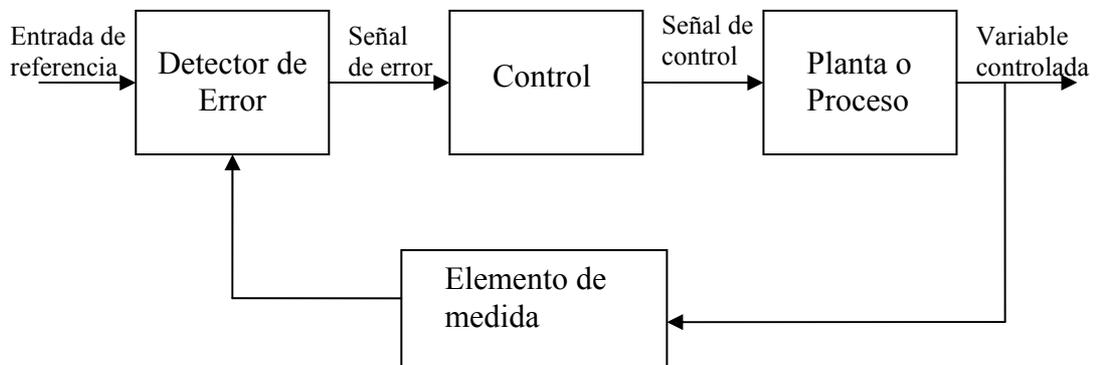


Figura 5.2 Sistema de lazo cerrado

Esta tesis consta de 9 lazos de control y todos con una topología de lazo cerrado; de los cuales 8 lazos son muy parecidos, por que controlan el

descenso de temperatura hasta un valor de Set point por medio de un enfriador de placas, donde la variable a ser controlada es el flujo de agua que entra al enfriador de placas. El noveno lazo nos permite controlar los grados Brix de concentración de la melaza por medio de la mezcla de melaza con agua donde la variable a ser controlada es el flujo de agua que entra a dicha mezcla.

5.2.1. Selección de los lazos de control para la variable de temperatura en los procesos de Segunda disolución, Prefermentación y Fermentación.

Existen 8 lazos de control de temperatura los cuales son muy similares. La única diferencia es la temperatura del agua que puede ser 10 o 23 grados centígrados.

La figura 5.3 muestra el enfriador de placas y sus variables.

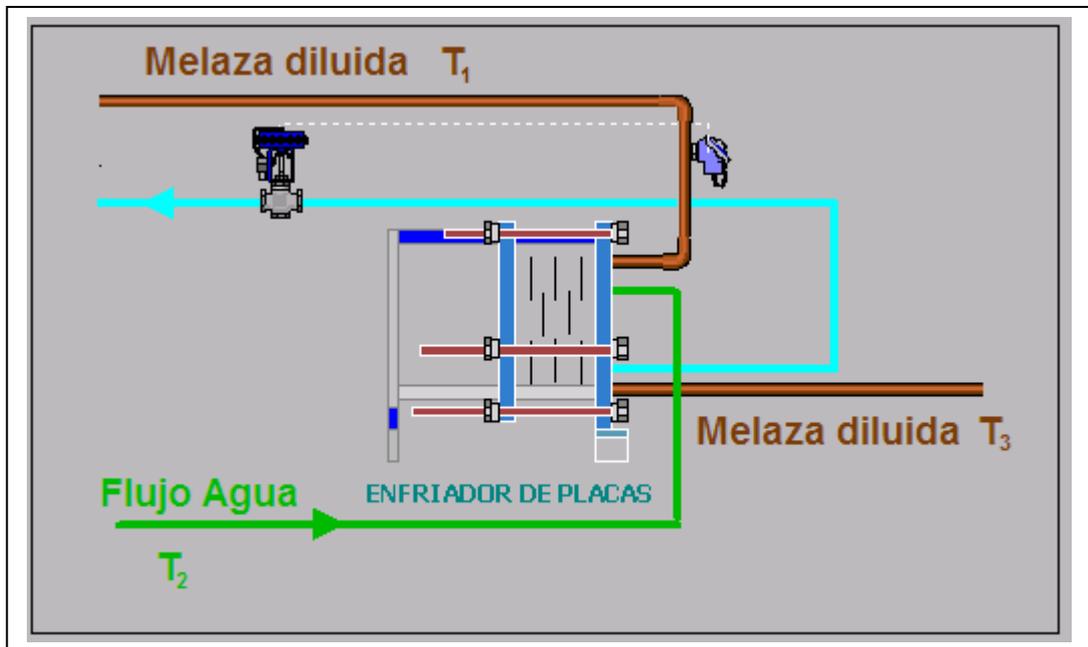


Figura 5.3 Enfriador de placas y variables

Como vemos en este proceso se controla la temperatura de la melaza diluida por un enfriador de placas, el cual depende del flujo de agua que entra en el enfriador de placas. La transferencia de calor se la puede realizar por tres medios conducción, convección y radiación. En este caso la transferencia de calor es por conducción y convección.

Para la transferencia de calor por conducción o convección se tiene.

$$q = K\Delta\theta$$

Donde

q = flujo de calor, en kcal/s

$\Delta\theta$ = diferencia de temperatura, en $^{\circ}\text{C}$

K = coeficiente, kcal/s $^{\circ}\text{C}$

La resistencia térmica R para la transferencia de calor entre dos sustancias, se puede definir del siguiente modo.

$$R = \frac{\text{cambio de temperatura, en } ^{\circ}\text{C}}{\text{Cambio en el flujo de calor, en Kcal/s}}$$

La resistencia térmica para transferencia de calor por conducción o convección esta dada por.

$$R = 1/K$$

La capacitancia térmica C se define por:

$$C = \frac{\text{cambio en el calor almacenado, en Kcal}}{\text{Cambio en la temperatura, en } ^{\circ}\text{C}}$$

O

$$C = mc_p$$

Donde

m = masa de la sustancia considerada, en Kg

c_p = calor específico de la sustancia, kcal/kg °C

El sistema que aparece en el gráfico 5.3. Debemos suponer que el tanque está aislado para evitar pérdida de calor al aire circulante. También se supone que no hay almacenamiento de calor en el aislante y que la melaza diluida y el agua circulante tengan una temperatura uniforme.

Θ_i = temperatura en estado estacionario de melaza diluida que entra, en °C.

Θ_o = temperatura en estado estacionario de melaza diluida que sale, en °C

G = gasto de melaza diluida en estado estacionario kg/s

M = masa de melaza diluida dentro del enfriador de placas, en kg

c = calor específico de melaza diluida, en kcal/kg °C.

R = resistencia térmica de la melaza diluida, en °Cs/kcal.

C = capacitancia térmica, en kcal/°C

H = flujo de calor del agua en estado estacionario en kcal/seg

Cabe recalcar que el flujo de calor del agua en estado estacionario va a depender del flujo de agua controlado por la válvula proporcional.

Para encontrar el modelo matemático de este sistema primero debemos suponer que la temperatura de la melaza diluida que entra al enfriador de placas se mantiene constante, y que si existe un subitito cambio en el flujo de calor de entrada (agua) desde H a $H + h_i$, donde h_i representa una pequeña variación en el flujo de calor de entrada. El flujo de calor saliente varia entonces también gradualmente, de H a $H + h_o$. La temperatura de la melaza diluida que sale también habrá cambiado de Θ_o a $\Theta_o + \theta$. Con esto obtenemos lo siguiente.

$$h_o = G.c.\theta$$

$$C = M.c$$

$$R = \frac{\theta}{h_o} = \frac{1}{G.c}$$

La ecuación diferencial para este sistema es.

$$C \frac{\partial \theta}{\partial t} = h_i - h_o$$

Que puede describirse como:

$$RC \frac{\partial \theta}{\partial t} + \theta = Rh_i$$

La función de transferencia es.

$$\frac{\Theta(s)}{H_i(s)} = \frac{R}{RCs + 1}$$

En la práctica, la temperatura de la melaza que entra, puede fluctuar y actuar como perturbación de carga. Si la temperatura de la melaza que entra varía de Θ_i a $\Theta_i + \theta_i$ mientras el flujo de calor del agua que entra H y el gasto del líquido G se mantienen constantes, entonces el flujo de salida se modificará de H a $H + h_o$ y la temperatura de la melaza saliente cambiará de Θ_o a $\Theta_o + \theta$. La ecuación diferencial será la siguiente.

$$C \frac{\partial \theta}{\partial t} = Gc\theta_i - h_o$$

Que puede describirse como:

$$RC \frac{\partial \theta}{\partial t} + \theta = \theta_i$$

La función de transferencia es.

$$\frac{\Theta(s)}{\Theta_i(s)} = \frac{1}{RCs + 1}$$

Como nuestro sistema esta sujeto a varias variaciones, tanto como la temperatura de la melaza diluida y el flujo de calor proporcionado por el agua, mientras se mantiene el gasto de líquido, el cambio de temperatura θ de la melaza diluida que sale, se puede obtener de la siguiente Ecuación.

$$RC \frac{\partial \theta}{\partial t} + \theta = \theta_i + Rhi$$

Y la función de transferencia es igual.

$$\Theta(s) = \frac{1}{RCs + 1} (RH_i(s) + \Theta_i(s))$$

La figura 5.4 muestra el diagrama de bloques correspondiente a este caso.

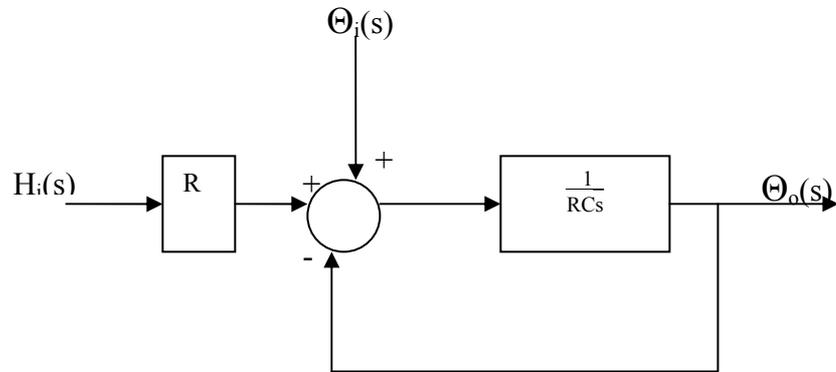


Figura 5.4 Diagrama de bloques de un intercambiador de calor

Para calcular los valores de Resistencia y Capacitancia se van a necesitar algunos datos de la melaza y del intercambiador de calor y estos son:

Densidad de la melaza $\rho = 1.08 \text{ gr/ml} = 1.08 \text{ kg/lt}$

Calor específico de la melaza $c = 0.88 \text{ kcal /kg } ^\circ\text{C}$

Volumen de la melaza en el tanque $V = 21\text{lt}$

Flujo de la melaza $F = 100 \text{ gl/min} = 6.308\text{lt/seg}$

Gracias a estos datos podemos medir la R y C.

$$M = V * \rho$$

$$M = 21\text{lt} * 1.08\text{kg/lt} = 22.68\text{kg}$$

$$C = Mc$$

$$C = 22.68\text{kg} * 0.88\text{kcal/kg}^\circ\text{C} = 19.95\text{kcal/}^\circ\text{C}$$

$$G = F * \rho$$

$$G = 6.308\text{lt/seg} * 1.08\text{kg/lt} = 6.813\text{kg/seg}$$

$$R = \frac{1}{Gc}$$

$$R = \frac{1}{6.813\text{kg/seg} * 0.88\text{kcal/kg}^\circ\text{C}} = 0.166$$

Como ya dijimos antes el flujo de calor H_i va a depender del flujo y temperatura del agua que es controlado por la válvula proporcional, por facilidad vamos a suponer que el flujo de calor generado por el agua va a ser proporcional a la apertura y cierre de la válvula.

Para medir el flujo máximo de calor que puede dar el agua debemos tener presente lo siguiente:

- Temperatura de la melaza que entra al intercambiador de calor.
- Flujo de agua que entra al enfriador.
- Temperatura de agua que ingresa al intercambiador de calor.
- Temperatura de agua que sale del intercambiador de calor.

La temperatura de la melaza es 38°C , la cual es la máxima temperatura que va a ingresar a los intercambiadores de calor.

El flujo de agua debe ser máximo para calcular el flujo máximo de calor que va a recibir el agua al intercambiador de calor en este caso es de 6.31lt/s .

La temperatura del agua que entra a los enfriadores puede ser 10°C o 23°C .

La temperatura del agua que sale va a ser 15.3°C y 27.4°C respectivamente.

Con estos valores se calcula los flujos máximos de calor de los intercambiadores.

Si la temperatura de agua que entra es 10°C , el flujo de calor máximo va a ser igual a 33.44kcal/seg .

Si la temperatura de agua que entra es 23°C , el flujo de calor máximo va a ser igual a 27.76kcal/seg .

Existe también un tiempo muerto o time delay el cual va a ser igual a la suma de todos los retardos. En este caso el tiempo muerto es igual a 4.1 seg .

La figura 5.5 va a representar a un enfriador de placas.

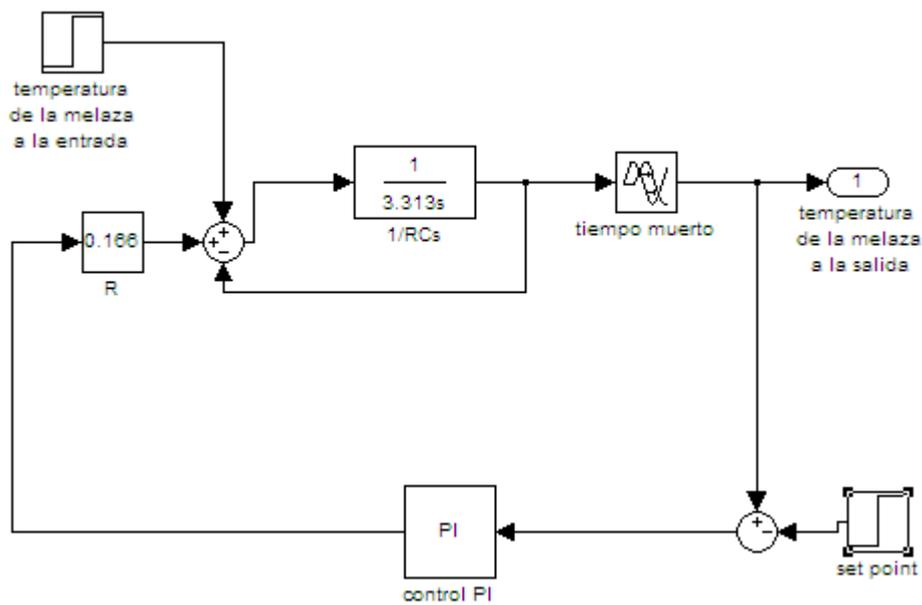


Figura 5.5 Diagrama de bloques del enfriador de placas de la fábrica

Para escoger el controlador se debe leer el **Anexo B** donde se explica en detalle las características teóricas del Controlador Lógico Programable.

Para el lazo de control del Temperatura se escogió un controlador PI por que nos permite corregir la salida mediante la integral del error produciendo un error estacionario nulo.

La ecuación es la siguiente.

$$K_{PI}(s) = K_P \left(1 + \frac{1}{T_I s} \right)$$

Para el cálculo de K_P y T_I vamos a utilizar el método de Ziegler-Nichols.

Este método es válido ya que para utilizar Nichols se necesita una planta la cual sea estable en lazo abierto.

Pasos para calcular Ziegler-Nichols

1. Aplicar a la planta solo control proporcional con ganancia K_P pequeña.
2. Aumentar el valor de K_P hasta que el lazo comience a oscilar. La oscilación debe ser lineal.
3. Registrar la ganancia crítica $K_P = K_C$ y el periodo de oscilación P_C , a la salida del controlador.
4. Ajustar los parámetros del controlador PI de acuerdo al Cuadro 1.

	K_P	K_I	K_d
P	$0.50 K_P$		
PI	$0.45 K_P$	$\frac{P_c}{1.2}$	
PID	$0.60 K_P$	$\frac{P_c}{2}$	$\frac{P_c}{8}$

Obtenemos lo siguiente:

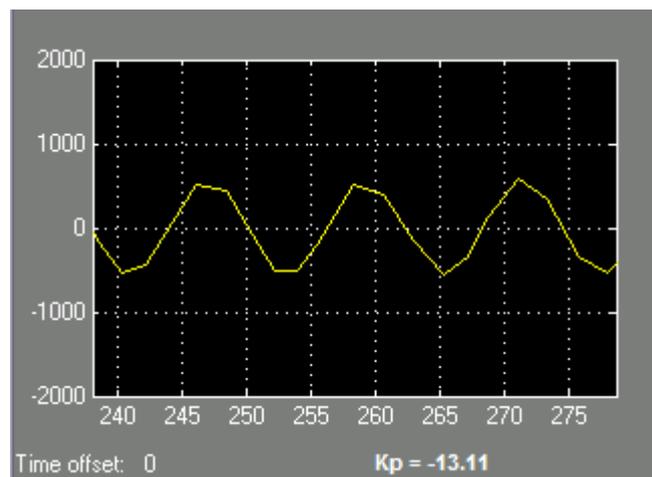


Figura 5.6 Oscilación del enfriador de placas

$$K_P = -13.21$$

$$K_P = K_C = 13.21$$

$$P_c = 15.3$$

Control PI:

$$K_P = -5.89$$

$$T_I = 12.75$$

$$K_{pl}(s) = -5.89 \left(1 + \frac{1}{12.75s} \right)$$

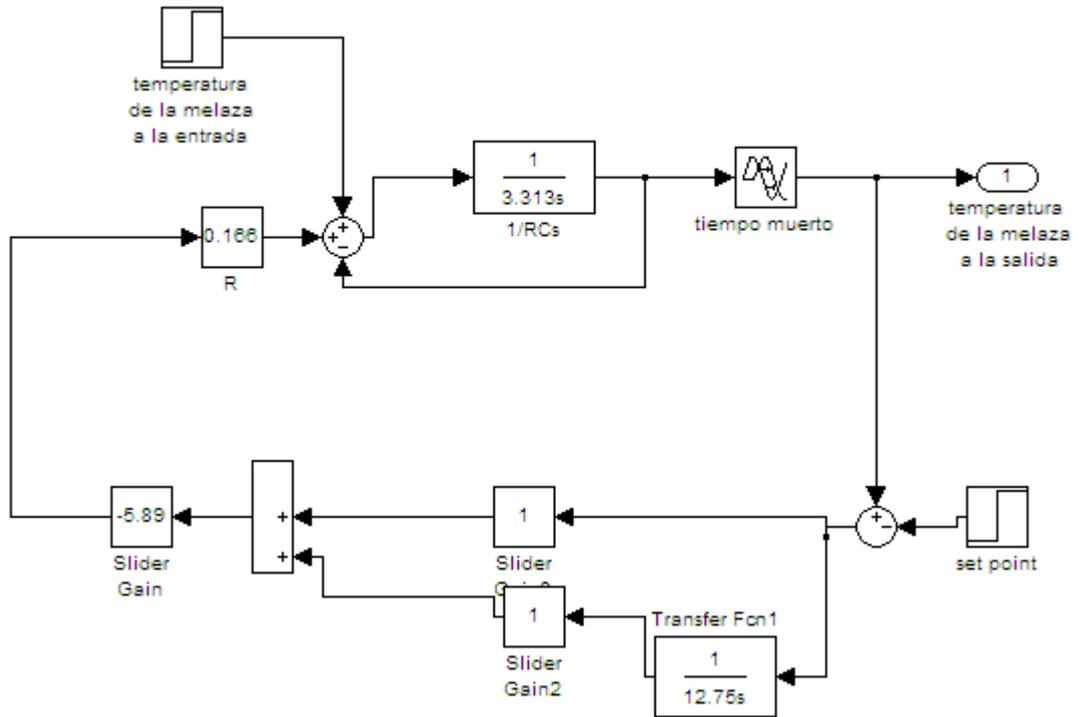
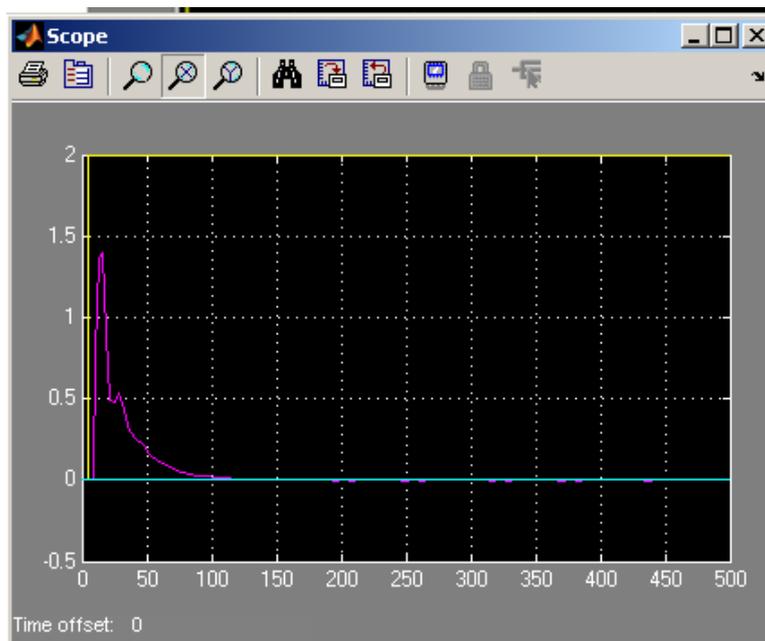


Figura 5.7 Diagrama de control de un enfriador de placas con control PI

Tiempo de estabilización = 140 Segundos



Como se ve en el grafico anterior existe una estabilización del sistema y esto es gracias a las constantes encontradas con Ziegler-Nichols, aunque no son las más óptimas pueden servir como punto de inicio para encontrar las K_p y K_i finales.

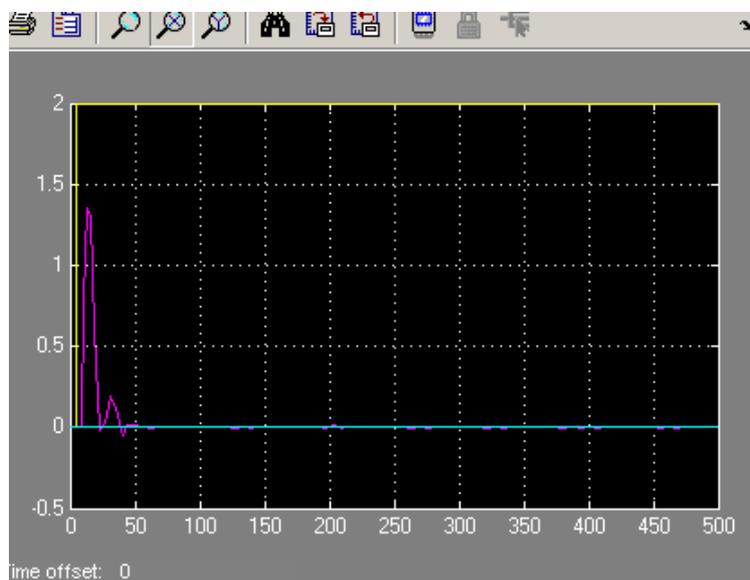
En este caso lo mas importante es que el tiempo de estabilización sea el menor ya que se trata de un enfriador de placas. Por esta razón se manipulo el sistema hasta lograr el menor tiempo de estabilización.

Control PI:

$$K_p = -5.89$$

$$T_i = 5.89$$

Tiempo de estabilización = 40 segundos.



5.2.2. Selección del lazo de control para la variable de Brix en el proceso de Segunda Dilución.

Para la selección de este lazo primero se debe saber que el valor en grados Brix es el grado de concentración de sacarosa. Cuanto mayor concentración de azúcares presente el mosto, mayor será el valor Brix.

Una vez obtenido el valor Brix (es decir el porcentaje de sacarosa) podemos obtener fácilmente el volumen de dulce probable del mosto mediante la aplicación de la siguiente fórmula.

$$\%vol \approx (0,6757 \times \text{°Brix}) - 2,0839$$

Se puede decir que el porcentaje de dulce del agua es aproximadamente 0 por que si se mide el grado Brix del agua esta alrededor de 1- 6 grados Brix.

La figura 5.8 muestra el mezclador donde se combina la melaza y el agua.

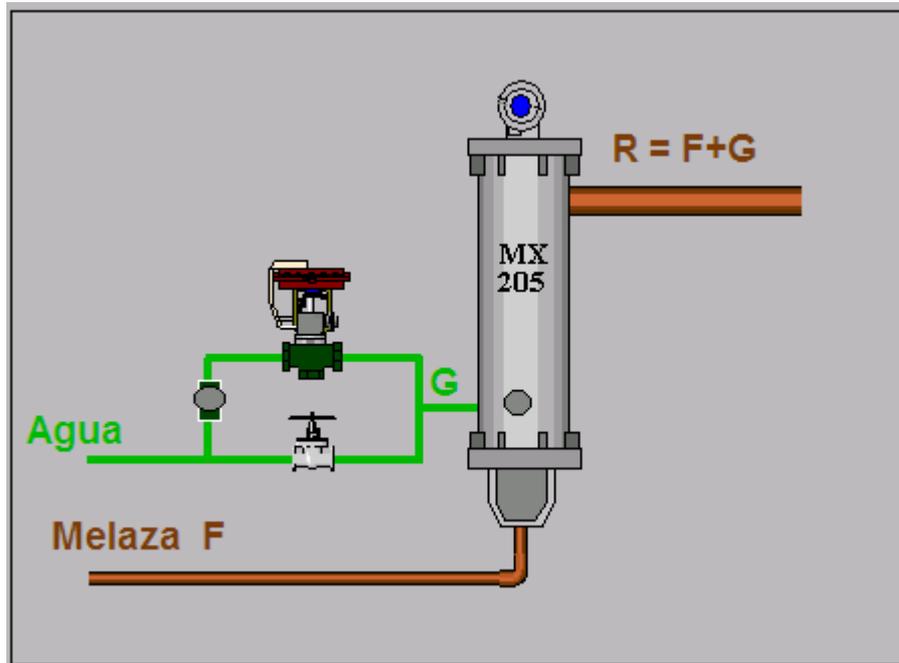


Figura 5.8 Mezclador de melaza con agua

G es el flujo de agua a ser controlado por la válvula proporcional, F es el flujo de melaza y R es la suma de los dos flujos F y G.

$$R = G + F$$

F (melaza) esta constituido de dos productos que son dulce y agua. El porcentaje de dulce se lo puede medir aproximadamente teniendo el valor en grados Brix.

$$\%vol_{dulce} \approx (0.6757 * {}^{\circ}Brix) - 2.0839$$

$$q_{melaza} = \frac{\%vol_{dulce}}{100}$$

Por lo tanto $q.F$ es aproximadamente igual al flujo de dulce que tiene la melaza y $(1-q).F$ es flujo de melaza libre de dulce.

Al sumar los flujos el de melaza y agua el resultado obtenido tiene una nueva concentración de dulce y está dado por la siguiente fórmula.

$$\%dulce_{resultante} = \frac{qF}{(F + G)} * 100$$

Como tenemos que comparar el grado Brix del flujo total tenemos que utilizar la fórmula.

$${}^{\circ}Brix_{(F+G)} = (\%dulce_{resultante} + 2.0839) * 1.48$$

Al mezclar dos productos, estos no lo hacen inmediatamente van a depender de la resistencia y capacitancia de los productos.

Para calcular R y C aproximado se realizó lo siguiente:

Se mezcló F a 81 grados Brix con el máximo flujo de agua y afuera del mezclador se calculó el tiempo que tardó en estabilizarse la mezcla.

Teóricamente la quinta parte de este tiempo va a ser igual a RC que en este caso va a ser.

$$RC = 96 \text{ segundos}$$

Cabe recalcar que existe tiempo muerto que es el retardo de respuesta del proceso desde que entran los flujos F y G hasta que salga el flujo R (resultante).

La figura 5.9 Muestra el diagrama de bloques correspondiente a este caso.

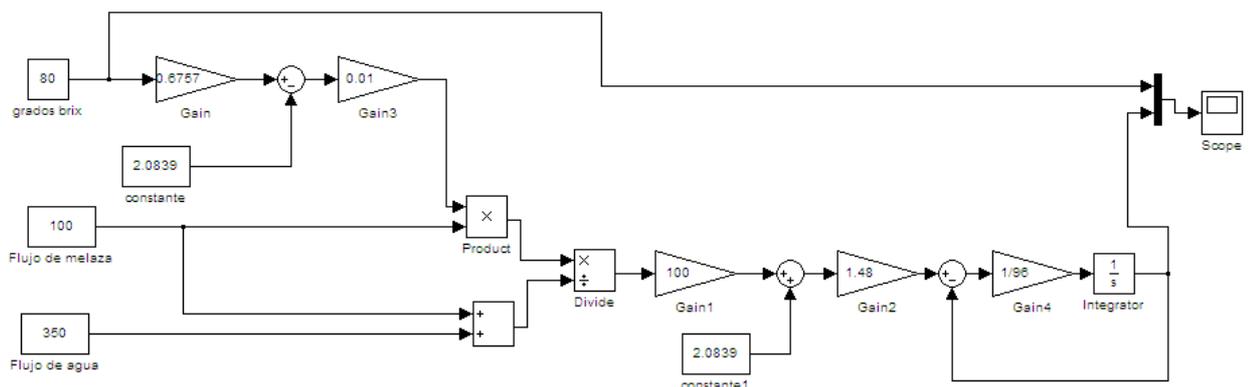
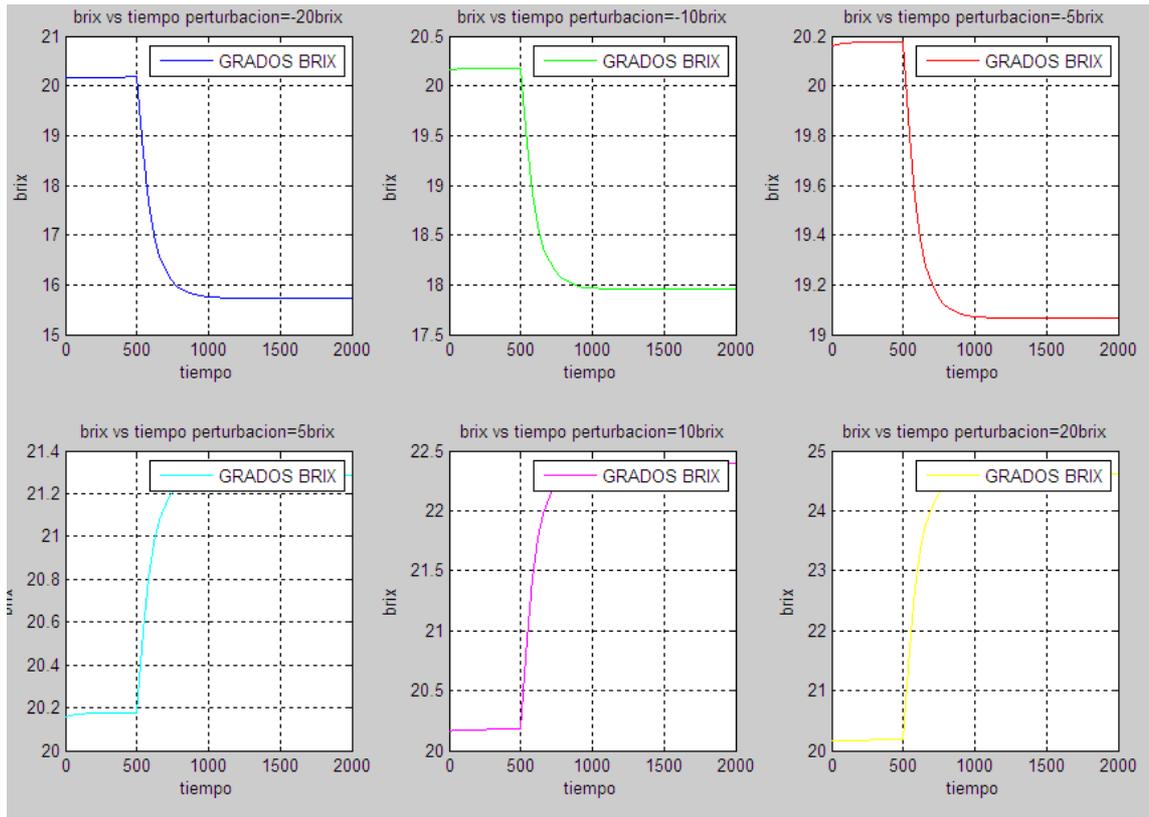


Figura 5.9 Diagrama de bloques del mezclador MIX 205 lazo abierto

Al ingresar una perturbación notamos que el sistema se comporta de la siguiente manera.

$$u = [-20, -10, -5, 5, 10, 20]$$



Como podemos darnos cuenta la ecuación de % dulce resultante es una ecuación no lineal por esta razón para poder encontrar el controlador más idóneo para este proceso esta ecuación se debe linealizar.

Existen muchos métodos de linealización y la herramienta que se va utilizar es el método de Taylor.

Ecuación a linealizar

$$\%dulce\ resultante = \frac{qF}{(F + G)} \times 100 = f(q, F, G)$$

Taylor

$$f(q, F, G) = f(q_0, F_0, G_0) + \nabla f(q_0, F_0, G_0) \cdot (q - q_0, F - F_0, G - G_0)$$

$$f(q, F, G) = \frac{100 \cdot q_0 F_0}{(F_0 + G_0)} + 100 \left[\frac{F_0 (F_0 + G_0)}{(F_0 + G_0)^2}, \frac{q_0 G_0}{(F_0 + G_0)^2}, -\frac{q_0 F_0}{(F_0 + G_0)^2} \right] \cdot (q - q_0, F - F_0, G - G_0)$$

$$f(q, F, G) = \frac{100 F_0 \cdot (F_0 + G_0) q}{(F_0 + G_0)^2} + \frac{100 q_0 \cdot (G_0 F - F_0 G)}{(F_0 + G_0)^2}$$

q_0, F_0, G_0 son valores conocidos y se puede decir que son los puntos de funcionamiento del proceso. Cabe recalcar que como es una linealización si los valor q, F, G se alejan de sus puntos de funcionamiento, el error por la linealización aumenta.

Los °Brix de la melaza son aproximadamente 81° por lo que q_0 es 0,52. El flujo de melaza como depende de un motor se puede decir que es constante y es de 100 Gl/min y G_0 para que los °Brix del R (flujo resultante) de 20° debe ser igual a 354.9 Gl/min.

$$(q_0, F_0, G_0) = (0.52, 100, 354.9)$$

Por lo tanto.

$$f(q, F, G) = 21.98q + 0.089F - 0.025G$$

La figura 5.10 Muestra el diagrama de bloques linealizado.

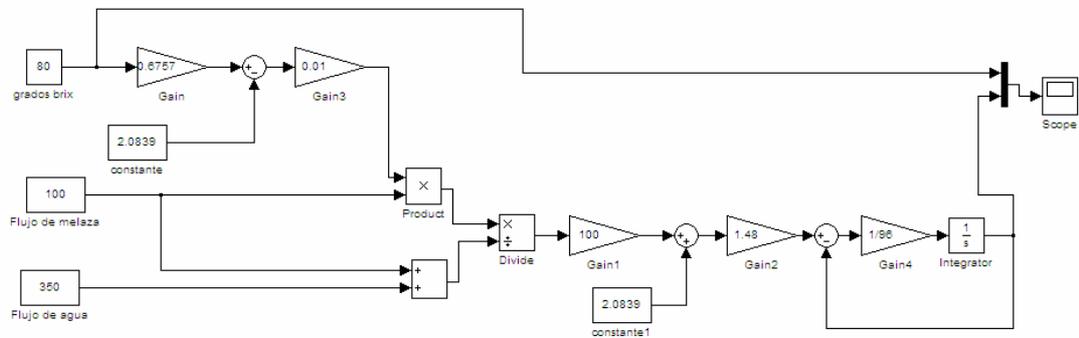


Figura 5.10 Diagrama de control linealizado del MIX-205.

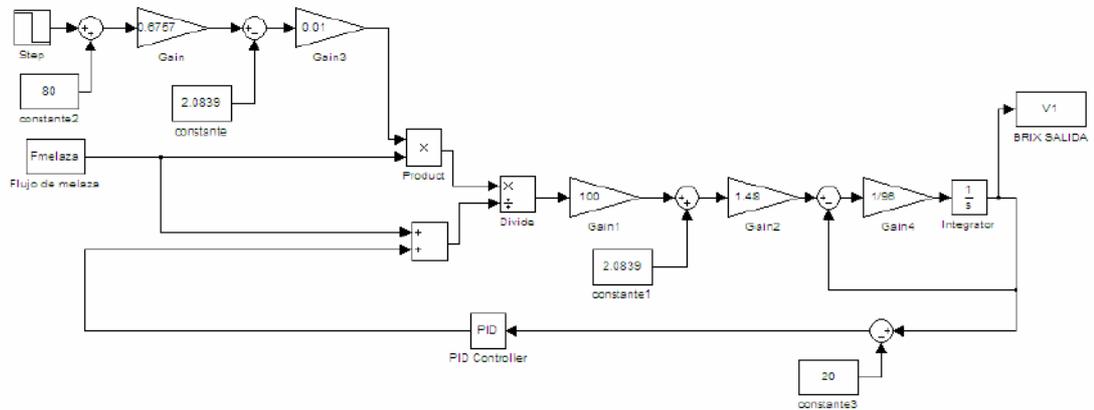


Figura 5.11 Diagrama de control de lazo cerrado.

Para escoger el controlador se debe leer el **Anexo B** donde se explica en detalle las características teóricas del Controlador Lógico Programable.

Para el lazo de control de los grados Brix se escogió un controlador PID por que nos permite eliminar el error estacionario y llegar al punto de equilibrio más rápido.

La ecuación es la siguiente.

$$K_{PID}(s) = K_P \left(1 + \frac{1}{T_I s} + T_d s \right)$$

Para el cálculo de K_P , T_I y T_d vamos a utilizar el método de Ziegler-Nichols.

Este método es válido ya que para utilizar Nichols se necesita una planta la cual sea estable en lazo abierto.

Para que el PID sea más exacto se utiliza la ecuación ampliada que es:

$$K_{PID}(s) = K_P \left(1 + \frac{1}{T_I s} + \frac{T_D s}{T_D s + 1} \right)$$

Donde T_D debe estar en este rango.

$$0.1 \leq T_D \leq 0.2$$

Pasos para calcular Ziegler-Nichols

1. Aplicar a la planta solo control proporcional con ganancia K_P pequeña.
2. Aumentar el valor de K_P hasta que el lazo comience a oscilar. La oscilación debe ser lineal.
3. Registrar la ganancia crítica $K_P = K_C$ y el periodo de oscilación P_c , a la salida del controlador.
4. Ajustar los parámetros del controlador PI de acuerdo al Cuadro 1.

	K_P	K_I	K_d
P	$0.50 K_P$		
PI	$0.45 K_P$	$\frac{P_c}{1.2}$	
PID	$0.60 K_P$	$\frac{P_c}{2}$	$\frac{P_c}{8}$

Obtenemos lo siguiente:

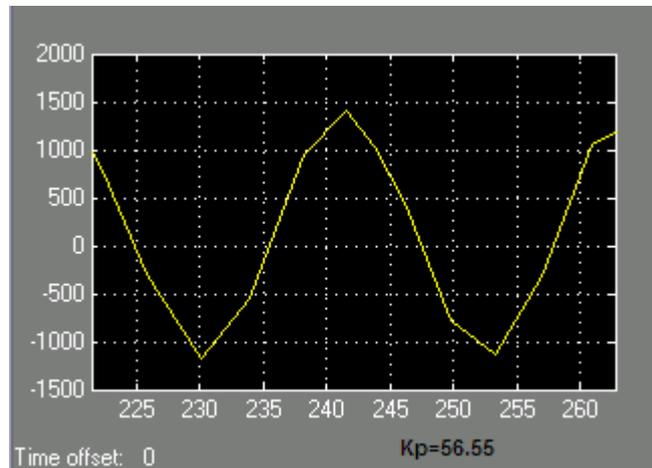


Figura 5.12 Oscilación del mezclador MIX-205

$$K_P = -56.55$$

$$K_P = K_C = -56.55$$

$$P_c = 23.2$$

Control PI:

$$K_P = -33.93$$

$$T_I = 11.6$$

$$T_d = 2.9$$

$$K_{PID}(s) = -33.93 \left(1 + \frac{1}{11.6s} + \frac{2.9s}{0.15s + 1} \right)$$

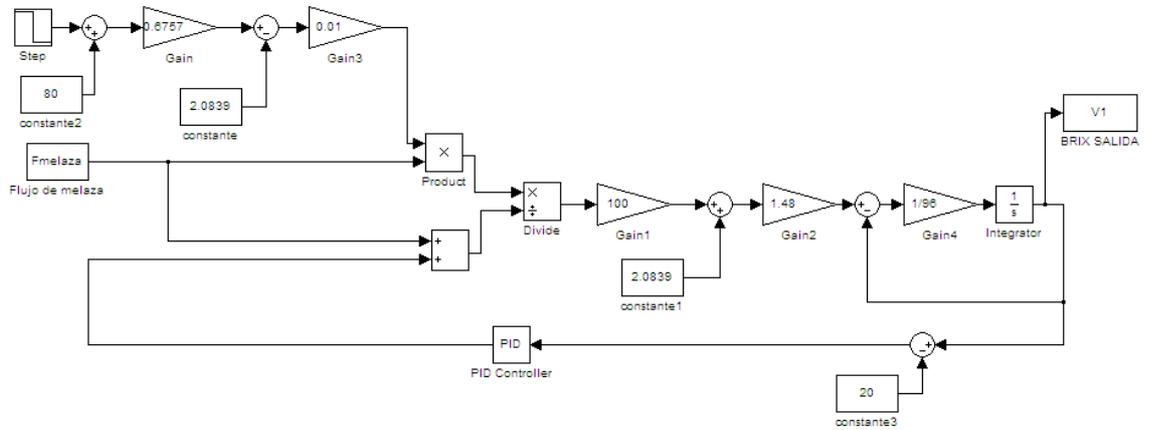
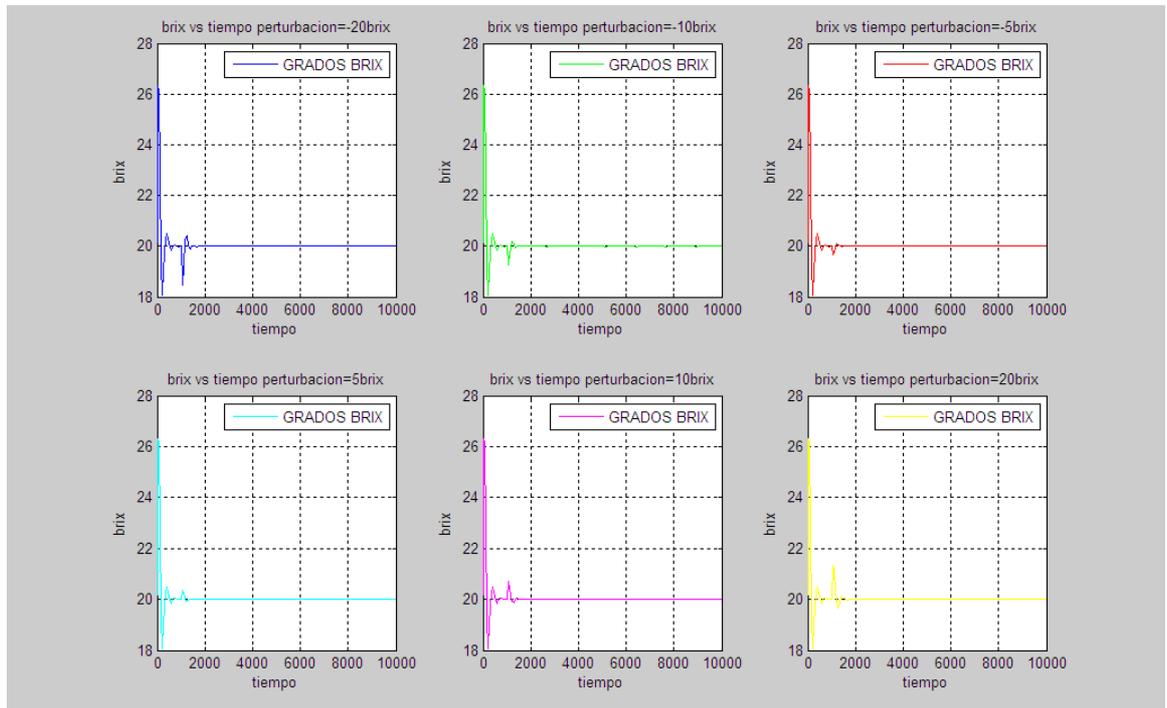


Figura 5.13 Diagrama del mezclador MIX-205 con control PID

Y la respuesta es la siguiente.



CAPITULO 6

6. Instrumentación para los procesos de Segunda Dilución Prefermentación y Fermentación.

6.1. Generalidades

Todo control industrial depende de la capacidad de medir con exactitud y rapidez el valor de la variable controlada, también la rapidez de transmitir y manipular esta medición de tal forma que esta medición nos permita modificar la variable controlada.

Los instrumentos de medición y control, pueden ser relativamente complejos y su función puede comprenderse bien si están incluidos dentro de una clasificación adecuada. Se consideraran dos clasificaciones básicas: La primera relacionada con la función del instrumento y la segunda con la variable del proceso. De acuerdo con la función del instrumento, obtenemos las formas siguientes:

a) Instrumentos ciegos.- Son aquellos que no tienen indicación visible de la variable. Hay que hacer notar que son ciegos los instrumentos de alarma,

tales como presostatos y termostatos que poseen una escala exterior con un índice de selección de la variable, ya que solo ajustan el punto del disparo del interruptor al cruzar la variable del valor seleccionado. Son también instrumentos ciegos los transmisores de caudal presión, nivel y temperatura sin indicación.

b) Instrumentos indicadores.- Son aquellos que suponen de una escala graduada en la que puede leerse el valor de la variable y también indicadores digitales que muestran la variable en forma numérica.

c) Instrumentos registradores.- Son aquellos que registran con trazo continuo o a puntos la variable estos pueden ser circulares o de grafico rectangular o según sea la forma del grafico. Los registradores también pueden ser electrónicos almacenando la información en memorias Ram que luego pueden ser abiertas desde un dispositivo de visualización o también pueden ser leídas por un computador.

d) Elementos Primarios.- Estos están en contacto con la variable y utilizan o absorben energía del medio controlado para dar al sistema de medición una indicación en respuesta a la variación de la variable controlada. El efecto producido por el elemento primario puede ser un cambio de presión, resistencia, posición, etc.

e) Los transmisores.- Estos captan la variable del proceso a través del elemento primario y la transmiten a distancia en forma de señal mecánica, neumática, eléctrica, etc. El elemento primario puede formar o no parte integral del transmisor.

f) Los transductores.- Son aquellos que reciben una señal de entrada función de una o mas cantidades físicas y la convierten modificada o no a una señal de salida. Son transductores, un rele, un elemento primario, un transmisor, un convertidor PP/I (presión de proceso a intensidad), etc.

g) Los convertidores.- Son aparatos que reciben una señal de entrada neumática o eléctrica procedente de un instrumento y después de modificarla envían la resultante en forma de señal de salida estándar.

h) Los receptores.- Reciben las señales procedentes de los transmisores y las indican o registran. Y estos actúan a su vez sobre el elemento final de control.

i) Los comparadores.- Comparan la variable controlada con un valor deseado y ejercen una acción correctiva de acuerdo con la desviación. La

variable controlada la pueden recibir directamente, como controladores locales o bien indirectamente procedentes de un transmisor.

j) El elemento final de control.- Estos elementos reciben una señal del controlador y modifica el caudal del fluido o agente de control.

De acuerdo con la variable del proceso, los instrumentos se dividen en instrumentos de caudal, nivel, presión, temperatura, densidad, peso específico, humedad, punto de rocío, viscosidad, posición, velocidad, pH, conductividad, frecuencia, fuerza, turbidez, etc.

La manera más óptima de medir el valor de una variable a ser controlada es convertir esta variable en una señal eléctrica de algún tipo y detectarla con un dispositivo eléctrico o electrónico de medición. Las ventajas de las señales eléctricas sobre las mecánicas.

1.- Las señales eléctricas pueden transmitirse de un lugar a otro de manera mucho más sencilla que las señales mecánicas.

2.- Las señales eléctricas son más sencillas de amplificar y filtrar.

3.- Las señales eléctricas son sencillas de manipular y se puede obtener mayor información de ellas como por ejemplo la razón de cambio de la variable, los valores pico, etc.

Las señales analógicas que entregan los transductores a los procesos se las puede clasificar en tres grupos: (1) Señales en milivoltios. (2) Señales en voltios Amplificados. (3) Señales en miliamperios. La mas usada en la industria es la (3) que es la señal en miliamperios (de 0–20 mA o de 4-20 mA) esta es apropiada para grandes distancias (aproximadamente 1000 Ft), esta señal no se degenera puesto que el ruido no le afecta tanto.

Para designar y representar los instrumentos de medición y de control se emplean normas muy variadas. Esta gran variedad de normas y sistemas utilizados en las organizaciones industriales indica la necesidad universal de una normalización en este campo. Varias sociedades han dirigido sus esfuerzos en este sentido, y entre ellas se encuentra como una de las importantes la sociedad de instrumentos de Estados Unidos, ISA (Instrument Society of America) cuyas normas tienen el objeto establecer sistemas de designación (código y símbolos) de aplicación a las industrias químicas, petroquímicas, aire acondicionado, etc.

Por esta razón las etiquetas a emplearse en los diseños cumplirán las normas ISA-S5.1.

Esta norma es detallada en el **Anexo F**.

Luego de haber observado como se nombra a los instrumentos también debemos familiarizarnos con los siguientes términos porque gracias a estos podremos escoger el instrumento más adecuado para el sistema de control.

Campo de medida (Range).- Espectro o conjunto de valores que están comprendidos dentro de los límites superior e inferior de la capacidad de medida o de transmisión del instrumento.

Alcance (span).- Es la diferencia algebraica entre los valores superior e inferior del campo de medida del instrumento.

Error.- Es la diferencia algebraica entre el valor leído o transmitido por el instrumento y el valor real de la variable medida. Si el proceso está en condiciones de régimen permanente existe el llamado error estático.

Incertidumbre de la medida (uncertainty)._ Los errores que existen necesariamente al realizar la medida de una magnitud hacen que tenga una incertidumbre sobre el valor verdadero de la medida. La incertidumbre es la

dispersión de los valores que pueden ser atribuidos razonablemente al verdadero valor de la magnitud medida.

Exactitud.- Es la cualidad de un instrumento de medida por la que tiende a dar lecturas próximas al verdadero valor de la magnitud medida.

Precisión (accuracy).- Es la tolerancia de medida o de transmisión del instrumento y define los límites de los errores cometidos cuando el instrumento se emplea en condiciones normales y durante un periodo determinado de tiempo.

Zona muerta (dead zone).- Es el campo de valores de la variable que no hace variar la indicación o la señal de salida del instrumento, es decir, que no produce su respuesta.

Sensibilidad (Sensibility).- Es la razón entre el incremento de la lectura y el incremento de la variable que ocasiona, después de haberse alcanzado el estado de reposo.

Repetibilidad.- Es la capacidad de reproducción de las posiciones de la pluma o del índice o de la señal de salida.

Histéresis.- Es la diferencia máxima que se observa en los valores indicados por el índice o la pluma del instrumento para el mismo valor cualquiera del campo de medida, cuando la variable recorre toda la escala en los dos sentidos, ascendente y descendente.

6.2. Análisis de la instrumentación necesaria.

Medición de temperatura

En el mercado existe una gran gama de equipos para la medición de temperatura y se los puede clasificar en función de cómo el instrumento transmite la información tabla 6.1.:

EQUIPO	INFORMACION	
	Visual	Eléctrica
Termómetro de vidrio	Mecánica Analógica	Ninguna
Termómetro bimetalico	Mecánica Analógica	Ninguna
Termómetro de bulbo y capilar	Mecánica Analógica	Ninguna
Termostato	Mecánica Analógica	Discreta contacto ON/OFF

Termocupla	Ninguna	Señal Analógica Voltaje
RTD	Ninguna	Señal Analógica Voltaje o corriente
Termistor	Ninguna	Señal Analógica Voltaje o corriente

Tabla 6.1 Tipos sensores de Temperatura

Como en el proyecto se va a trabajar con PLC se va hablar específicamente de los sensores de temperatura que transmiten información por medio de electricidad, que son la termocupla, la RTD y el Termistor.

1) Termopar o Termocupla.- Es un sensor que mide temperatura y construida de dos diferentes materiales puestos juntos en uno de sus terminales (juntura) el que produce un pequeño voltaje termoeléctrico cuando la juntura es calentada.

El cambio en el voltaje termoeléctrico como un cambio de temperatura. Las termocuplas tienen un tiempo de vida útil mayor que los RTD.

Las termocuplas en cuanto a diferentes combinaciones de metales se las puede clasificar en:

	18 AWG	20 AWG	24 AWG	30 AWG
TIPO	CABLE	CABLE	CABLE	CABLE
J	900 °F	900 °F	700 °F	600 °F
K	1800 °F	1800 °F	1600 °F	1400 °F
T	550 °F	500 °F	400 °F	300 °F
E	1000 °F	1000 °F	800 °F	700 °F

Tabla 6.2 Tipos de Termocuplas

- Tipo J Hierro – constantan
- Tipo K Níquel – Cadmio
- Tipo T Cobre – Constantan
- Tipo E Cromo Constantan

Se puede observar en la tabla anterior que a medida que el cable es más grueso el rango de temperatura que soporta la termocupla es mas alto. En los catálogos de termocuplas, no está la temperatura y esto se debe porque dependiendo no del tipo de termocupla se sabe el rango que tiene ésta.

2) Termómetros de resistencia (RTD).- La medida de temperatura es dada por sondas de resistencia depende de las características de resistencia en función de la temperatura que son propias del elemento de detección.

El elemento consiste usualmente en un arrollamiento de hilo muy fino del conductor adecuado bobinado entre capas de material aislante y protegido con un revestimiento de vidrio o cerámica.

El material que forma el conductor se caracteriza por tener el llamado (coeficiente de temperatura de resistencia) que expresa una temperatura especificada, la variación de la resistencia en ohmios del conductor por cada grado que cambia su temperatura.

La relación entre estos factores puede verse en la expresión lineal siguiente:

$$R_t = R_0 (1 + \alpha t)$$

En la que:

R_0 = resistencia en ohmios a 0°C

R_t = resistencia en ohmios a $t^\circ \text{C}$

α = coeficiente de temperatura de la resistencia cuyo valor entre 0° y 100°C es de $0.003850 \Omega \cdot \Omega^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ en la Escala práctica de Temperatura Internacional. Pero cabe recalcar que existen otros α como el europeo, pero el más usado internacionalmente es el americano que fue descrito anteriormente.

3) Termistores.- Los termistores son semiconductores electrónicos con un coeficiente de temperatura de resistencia negativa de valor elevado, por lo que representan unas variaciones rápidas y extremadamente grandes para los cambios relativamente pequeños en la temperatura. La relación entre la resistencia del termistor y la temperatura viene dada por la expresión.

$$R_t = R_o e^{\beta(1/T_t - 1/T_o)}$$

R_o = resistencia en ohmios a 0° C

R_t = resistencia en ohmios a t° C

β = constante dentro de un intervalo moderado de temperaturas.

Medición de Nivel

En la industria, la medición de nivel es muy importante, tanto desde el punto de vista del funcionamiento correcto del proceso como de la consideración del balance adecuado de materias primas o de productos finales.

Los instrumentos de nivel pueden dividirse en medidores de nivel de líquidos y de sólidos que son dos mediciones claramente diferenciadas por sus distintas peculiaridades y las aplicaciones particulares de las que son objeto.

a) Medidores de nivel de líquidos.

La medición de nivel de líquidos trabajan midiendo, bien directamente la altura de líquido sobre la línea de referencia, bien la presión hidrostática, bien el desplazamiento producido por el flotador por el líquido contenido en el tanque del proceso, o bien aprovechando las características eléctricas de los líquidos. Los primeros instrumentos de medición directa se dividen en: sonda, cinta y plomada, nivel de cristal e instrumentos de flotador.

Los aparatos que miden el nivel por la presión hidrostática se dividen en: medidor manométrico, medidor de membrana, medidor tipo burbujeo medidor de presión diferencial de diafragma. El empuje producido por el propio líquido lo aprovecha el medidor de desplazamiento de barra de torsión.

Los instrumentos que utilizan características eléctricas del líquido se clasifican en: Medidor resistivo, conductivo, Capacitivo, ultrasónico, de radiación y de láser

En la tabla 6.3. Detalla las características principales para tener un criterio de selección del instrumento.

Instrumento	campo de medida	Precisión % escala	pres. Max bar	Temp. max fluido °C	Desventajas	Ventajas
Sonda	Limit.	0.5 mm	Atm.	60	Manual sin olas tanques abiertos	Barato Preciso.
Cristal	>>	>>	150	200	Sin Transmisión	Seguro Preciso Simple Ind. Naturaleza del liquido
Flotador	0-10m	±1-2%	400	250	Posible agarramiento	Barato
Manómetro	Alt. Tanque	±1%	Atm.	60	Tanques Abiertos, fluidos limpios.	barato
Membrana	0-25m	±1%	>>	60	Tanques Abiertos	Barato y versátil
Burbujeo	Alt. Tanque	±1%	400	200	Mantenimiento, contaminación liquido.	
Presión diferencial	0.3m	±0.15% a ±5%	150	200	Posible agarramiento	interfase liquido
Desplazamiento	0-25m	±0.5%	100	170	Expuesto a corrosión	Fácil limpieza, robusto.
Conductivo	limitado	—	80	200	Liquido conductor	interfases versátil
Capacitivo	0.6m	±1%	80-250	200-400	Recubrimiento electrodo.	Resistente a corrosion
Ultrasonido	0.30m	±1%	400	200	Sensible a densidad	todo tipo de tanques y líquidos
Radar	0-30m	±2.5mm	—	—	Sensible a constante dieléctrica	>> y líquidos con espuma
Radiación	0-2.5m	± 0.5-2%	—	150	Fuente Radioactiva	>> y sin contacto de liquido
Láser	0-2m	±0.5- 2%	—	1500	Láser	>> y sin contacto de liquido

Tabla 6.3 Tabla de medidores de nivel de líquidos.

Medidores de nivel de sólidos.

En los procesos continuos, la industria ha ido exigiendo el desarrollo de instrumentos capaces de medir el nivel de sólidos en puntos fijos o de forma continua, en particular en los tanques o silos destinados a contener materias primas o productos finales.

Los detectores de nivel de punto fijo proporcionan medida en uno o varios puntos fijos predeterminados. Los sistemas mas empleados son el diafragma, el cono suspendido, la varilla flexible, el medidor conductivo, las paletas rotativas y los ultrasonidos.

Los detectores de nivel continuo proporcionan una medida continua del nivel desde el punto más bajo al más alto. Entre los instrumentos empleados se encuentran el de peso móvil, el de báscula, el Capacitivo, el de presión diferencial, el de ultrasonidos y el de radiación.

En la tabla 6.4. se detalla las características principales de los medidores de nivel de sólidos.

Tipo	punto fijo		continuo	precisión en % de toda la escala	temperatura máxima de servicio	tanques		Desventajas	Ventajas
	alto	bajo				Abiertos	cerrados		
Diafragma cono suspendido	SI	SI	NO	50 mm	60	SI	SI	No admite materiales granulares > 80mm. Tanques a baja presión	Bajo costo, sensible a materiales de variada intensidad
Varilla flexible	SI	NO	>>	50 mm	60	>>	NO	Debe estar protegido. Releje retardado, solo nivel alto	Bajo costo muy sensible
conductor	SI	SI	>>	25 mm	300	>>	NO	Conductividad materiales	Tanques a presión
paletas rotativas	SI	SI	>>	25 mm	60	>>	NO	Tanques Abiertos o a baja presión	Materiales diversos, a prueba de explosión
sondeo electromecánico	-	-	SI	± 1%	60	>>	NO	Resistencia mecánica media	Sencillo
Bascula	-	-	>>	± 0.5 - 1%	900	>>	SI	Costo elevado	Preciso seguro, alta presión y temperatura
Capacitivo	-	-	>>	15 mm	150	>>	SI	Materiales aislantes, calibración individual, adherencias producto.	Bajo costo
Presión diferencial	-	-	SI	-	300	>>	SI	Costo medio, posible obturación onficio purga	Respuesta rápida
Ultrasónicos	SI	SI	>>	± 0.5 - 1%	150	>>	SI		Materiales opacos y transparentes, a prueba de explosión
Radar	SI	SI	>>	± 2 mm	150	>>	SI	Costo medio	Productos muy viscosos
Radiación	>>	>>	>>	± 0.5 - 1	1300	>>	SI	Costo elevado, seguridad, calibre Individual	tanques sin aberturas, productos corrosivos y peligrosos, altas presiones y temperaturas.

Tabla 6.4 Tabla de medidores de nivel de sólidos

Medición de Presión

En el mercado existe una extensa gama de equipos para medir presión estos se los puede clasificar de acuerdo a la forma de transmitir tabla 6.5.

Equipos	Información	
	Visual	Eléctrica
Manómetro	Mecánica Analógica	Ninguna
Presóstato	Mecánica Analógica	Discreta Contacto
Transmisor de Presión	Display digital o análogo	Señal analógica
Transmisor diferencial de presión	Display digital o análogo	Señal analógica

Tabla 6.5 Tipos de sensores de presión

En el cual se realiza una medición con transmisor de presión siempre se debe colocarse por seguridad un manómetro, de esta manera se puede comparar la presión en el campo y la existente en el procesador en el caso de alguna falla. Los factores más importantes cuando se selecciona un medidor de presión son;

- a) **Requerimiento de Presión:** La presión de trabajo normal debe estar debajo del rango del transmisor, el rango de presión de prueba

(Proof) y detonación (burst) deben ser lo suficiente altos para proveer un adecuado margen de seguridad en el caso de una sobre presión.

Se debe seleccionar un transmisor con un rango 125% de su presión de trabajo normal, si se escoge demasiado alto se pierde exactitud en la medición

En el caso de seleccionar un presóstato asegúrese que la presión de trabajo y activación del equipo se encuentre entre el 25% a 75% de la presión de campo.

Y en caso de un manómetro la máxima presión no debe exceder el 75% de plena escala.

b) Rango de temperatura: En condiciones normales debe de estar dentro del rango de temperatura compensada y de operación del transmisor. La máxima temperatura del sistema debe no exceder el estado máximo de temperatura.

c) Compatibilidad del trabajo fluido: verificar que el material del transmisor soporte las condiciones del ambiente al que se va instalar y usar.

Las normas anteriormente dichas son para tener idea de como se dimensiona el sensor, pues es casi seguro que éste no se encuentre en el mercado, por esta razón se busca en el mercado el inmediato superior tomando en cuenta que la exactitud va ser afectada por la decisión que tomemos.

Medición de pH.

En la medida de pH pueden utilizarse varios métodos, entre los cuales los mas exactos y versátiles de aplicación industrial son: el sistema de electrodo de vidrio y el de transistor (ISFET – Ion Sensitive Field Effect transistor).

El electrodo de vidrio consiste en un tubo de vidrio cerrado en su parte inferior con una membrana de vidrio especialmente sensible a los iones hidrógeno de del pH.

El electrodo de transistor ISFET es prácticamente irrompible, de estado sólido y proporciona una respuesta rápida. El sensor posee una señal de pH de baja impedancia, lo que le da una gran fiabilidad, y tiene una larga

duración, funcionando en líquidos más sucios y con más impurezas. Incorpora un electrodo de referencia recambiable.

Los instrumentos de pH tienen una precisión de $\pm 0.25 \pm 1\%$, o bien, ± 0.03 pH.

EL microprocesador aporta inteligencia al transmisor de pH, proporcionando insensibilidad a vibraciones, compensación automática de temperatura, autodiagnóstico y una precisión de $\pm 0.1\%$.

Medición de grados Brix.

El grado Brix mide la concentración de azúcares presentes en una sustancia. En la medida de grado Brix se pueden utilizar varios métodos, entre los cuales los más exactos y versátiles de aplicación industrial son: refractómetro, por sensores de densidad.

La medición de grados Brix por sensores de densidad utiliza sensores de presión diferencial de tipo Capacitivo, por medio de diafragmas separados cierta distancias.

El diferencial de presión del sensor es directamente proporcional a la densidad del fluido.

El valor de la presión diferencial no es afectado por las variaciones del nivel del fluido.

Cuando mayor concentración de azúcares en una sustancia, mayor será densidad, menor la velocidad de los rayos de luz que lo atraviesan, y al mismo tiempo los rayos de luz sufrirán una desviación en su trayectoria o también la presión de sustancia aumentaría. La desviación de trayectoria o la variación de presión la va estar directamente relacionada con la concentración de azúcares y otros sólidos solubles, de forma que cuanto mayor sea su concentración, mayor será el grado de desviación de haz de luz o incidente o presión y viceversa.

El grado Brix mide el porcentaje de masa sacarosa en una sustancia, con este grado Brix se puede calcular también el porcentaje de volumen de dulce que tiene una sustancia.

Este porcentaje de volumen de dulce depende de la temperatura de la sustancia y de la homogeneidad de la misma pero esta variación es mínima se puede usar la siguiente fórmula para estandarizar valor de porcentaje de volumen de dulce.

$$\% \text{ vol} = (0,6757 \times \text{°Brix}) - 2,0839$$

Válvulas de control

En el control automático de los procesos industriales la válvula de control juega un papel muy importante en el bucle de regulación. Realiza la función de variar el caudal del fluido.

Existen una gran variedad de válvulas según el diseño del cuerpo y el movimiento del obturador.

a) Las válvulas de globo que pueden ser válvulas de simple asiento que precisan de un actuador de mayor tamaño para que el obturador cierre en contra de la presión diferencial del proceso. Válvulas de doble asiento o de obturador equilibrado la fuerza de desequilibrio desarrollada por la presión diferencial a través del obturador es menor que en la válvula de simple asiento.

b) Las válvulas de ángulo permiten obtener un flujo de caudal regular sin excesivas turbulencias y es adecuada para disminuir la

erosión cuando esta es considerable por las características del fluido o por la excesiva presión diferencial. Esta válvula se utiliza generalmente para mezclar fluidos o bien para derivar un flujo de entrada en dos de salida.

c) La válvula de jaula consiste en un obturador cilíndrico que se desliza en una jaula con orificios adecuados a las características de caudal deseadas en la válvula. Como el obturador está contenido dentro de la jaula, la válvula es muy resistente a las vibraciones y al desgaste.

d) La válvula en Y es adecuada como válvula de cierre y de control. Como válvula ON OFF se caracteriza por su baja pérdida de carga y como válvula de control presenta una gran capacidad de caudal. Se emplea usualmente en plantas criogénicas.

e) Válvula de cuerpo partido esta es una modificación de la válvula de globo de simple asiento teniendo el cuerpo partido en dos partes entre las cuales está presionado el asiento. Se emplea principalmente para fluidos viscosos y en la industria alimentaria.

f) Válvula de Saunders el obturador es una membrana flexible que a través de un vástago unido a un servomotor forzada contra un resalte del cuerpo cerrado aso el paso del fluido. Tiene la desventaja de que el servomotor de accionamiento debe ser muy potente. Se utiliza principalmente en procesos químicos difíciles como fluidos negros.

g) Válvula de compresión la válvula funciona mediante la unión de dos elementos flexibles, igual que las válvulas se diafragma se caracterizan porque proporcionan un optimo control en posición de cierre parcial y se aplican para el manejo de fluidos negros, corrosivos, viscosos o conteniendo partículas sólidas en suspensión.

h) Válvula de obturador excéntrico rotativo consiste en un obturador de superficie esférica que tiene un movimiento rotativo excéntrico y que esta unido al eje de giro por uno o dos brazos flexible. La válvula puede tener un cierre estanco mediante aros de teflón dispuestos en el asiento y se caracteriza por su gran capacidad de caudal.

i) Válvula de obturador cilíndrico excéntrico. Esta válvula tiene un obturador cilíndrico que asienta sobre un cuerpo cilíndrico, tiene cierre hermético. La válvula es de bajo costo y tiene una capacidad

relativamente alta. Es ideal para fluidos corrosivos y líquidos viscosos o conteniendo sólidos en suspensión.

j) Válvula de mariposa tiene cuerpo formado por un anillo cilíndrico dentro del cual gira transversalmente un disco circular, la válvula es de cierre hermético. Las válvulas mariposas se emplean para el control de grandes caudales de fluidos de baja presión.

k) Válvula de bola tiene un cuerpo con una cavidad interna esférica que alberga un obturador en forma de bola. La válvula de bola se emplea principalmente en el control de caudal de fluidos negros o bien fluidos con sólidos en suspensión.

l) Válvula de orificio ajustable esta consiste en una camisa de forma cilíndrica que esta perforada con dos orificios, una de entrada y otro de salida y que gira mediante una palanca exterior accionada manualmente o por medio de servomotor. Esta válvula es adecuada en los casos en que es necesario ajustar manualmente el caudal máximo del fluido, cuando el caudal puede variar entre límites amplios de forma intermitente o continua.

m) Válvula de flujo axial Las Válvulas de flujo axial consisten en un diafragma accionado neumáticamente que mueve un pistón, el cual a su vez comprime un fluido hidráulico contra un obturador formado por material elastómero. Este tipo de válvulas se emplea para gases y es especialmente silencioso.

Conociendo básicamente como funcionan los diferentes sistemas de medición de temperatura, nivel, presión, pH, Brix y las diferentes válvulas se puede escoger los instrumentos óptimos para el proyecto

6.3. Selección de los Sensores.

Para seleccionar los sensores se debe tomar en cuenta la exactitud, capacidad de repetición, estabilidad, tiempo de respuesta, tiempo de vida, rango y costo. Por esto hay que estar muy seguro que la aplicación donde van ha funcionar los sensores.

Cabe recalcar que es muy importante estandarizar la información dada por los sensores por esta razón se va a escoger Sensores que trabajen con una alimentación 24 VDC y que tenga un transmisor que mande una señal de corriente 4- 20 mA.

Los sensores escogidos son los siguientes.

Sensores de Grados Brix.

El tipo de sensor que se va a usar va a ser el DT301 de marca SMAR el cual mide densidad por medio de un diferencial de presión el cual es dado por dos sensores de presión que su elemento primario es del tipo Capacitivo con compensación de temperatura y tiene un rango de ± 1 °Brix.

Se van a instalar 3 sensores de grados Brix.

El primero va a estar ubicado en el área de segunda dilución, en la parte superior del mezclador (MIX – 205). Este sensor se lo va a catalogar de la siguiente manera (CT – 218) El cual va a tener la siguiente descripción.

Rango	0.5 a 1.8 G/cm ³
Material del diafragma	316L SST
Fluido de recubrimiento	DC 200/20 SILICONE OIL
Indicador Local	Si
Conector eléctrico	½ - 14 NPT
Montaje	TOP
Proceso de conexión	4" ANSI B-16,5
Rango de presión.	150#

Tabla 6.6 Características del sensor CT-218

Los otros dos sensores van a estar ubicados en el área de prefermentación, en los tanques (TK – 210) y (TK – 213); y estarán ubicados en la parte inferior de los tanques. Estos sensores se los va a catalogar de la siguiente manera (CT-210) y (CT – 213) respectivamente. Estos sensores van a tener la siguiente descripción.

Rango	0.5 a 1.8 G/cm ³
Material del diafragma	316L SST
Fluido de recubrimiento	DC 200/20 SILICONE OIL
Indicador Local	Si
Conector eléctrico	½ - 14 NPT
Montaje	SIDE
Proceso de conexión	4" ANSI B-16,5
Rango de presión.	150#

Tabla 6.7 Características de los sensores CT-210 y CT-213

Sensores de Nivel

En este caso se van a utilizar 2 tipos de sensores de nivel.

1) Sensor de Nivel de tipo switch.- De este tipo han sido instalados dos sensores los cuales miden el nivel de llenado y vaciado del tanque (TK – 218) del área de segunda dilución. Los sensores escogidos para medir nivel son de la familia FLT260 de marca Endress + Hauser y se los va a catalogar de la siguiente manera (LSH – 218) para nivel alto y (LSL – 218) para nivel bajo.

Estos sensores tienen señal discreta y tienen una lógica positiva. El sensor puede medir líquidos con temperaturas (-40 a 150 °C) y la presión que soporta (-1 a 40 Bar)

Las características de estos sensores son las siguientes:

FLT260-0124	Detector de Nivel de Liquido
0	Standard
1	1-11 NPT
2	Voltaje DC (10 - 55)V
4	Conector PE ½ NPT

Tabla 6.8 Características de los sensores LSH-218 y LSL-218b

2) Sensor de Nivel del tipo Presión Diferencial.- Es decir miden la presión de los tanques, esos datos son escalados y son transformados a unidades de volumen.

Los tanques de fermentación (TK – 210) y (TK – 213) tienen un sensor de presión por cada uno y están ubicados en la parte inferior de los tanques, no se colocan sensores de presión en la parte superior ya que estos tanques están abiertos.

Los tanques de fermentación (TK – 303^a), (TK – 303B), (TK – 303C), (TK – 303D) los cuales tienen dos sensores de presión por cada uno; uno en la parte superior y otro en la parte inferior, estos sensores nos permiten saber el volumen de los tanques y también la presión que está ejerciendo el gas carbónico producido por la fermentación.

Los sensores escogidos para medir presión y a su vez medir el nivel de melaza diluida en los tanques tienen la siguiente numeración. XML-F0022D2026 de marca Telemecanique y se los cataloga como (LT –210), (LT – 213) para los tanques prefermentadores y (LT – 303A), (LT – 303B), (LT – 303C) y (LT – 303D) para los tanques fermentadores.

Las características de estos sensores son las siguientes:

Este tipo de sensor Presión es un detector universal estándar tiene una salida analógica de (4-20 mA) tiene una salida tipo Ton de 200 mA y además tiene un menú de ajuste y diagnóstico y sus dimensiones son 110/4.69.

Las características principales de estos sensores son las siguientes:

XML-F0022D2026	Sensor de Presión
tipo	Standard
conector	¼" NPT
voltaje	DC (17 - 33)V
Rango	(-1 a 600 BAR)

Tabla 6.9 Características de los sensores LT-210, LT-213, LT-303A, LT-303B, LT303C, LT-303D

Sensores de PH.

El tipo de sensor que se va a utilizar va a ser PH 389 de marca Rosemount Analytical, el cual es conveniente para todas las aplicaciones PH/ORP, (ORP potencial de oxidación reducción).

Estos sensores tienen compensación automática de temperatura (0 a 85 °C o 32 a 185 °F), con una presión máxima de (790 kPa o 100 psig) a 65 °C.

Se van a instalar dos sensores de PH ubicados en el área de prefermentación a un costado de los tanques (TK – 210), (TK – 213). Estos sensores se los va a catalogar como (ph – 210) y (ph – 213)

Los sensores de PH van a tener cada uno su respectivo transmisor con las siglas (389-01-10-54) y éste tiene las siguientes características:

PH 389- 011054	Sensor de PH
01	Para uso con preamplificador remoto, cable de 15ft
10	Bulbo Hemi de baja resistividad y propósito general (GPLR)
54	Compatible con modelos 1054, 1054 ^a /B, 2054,2081

Tabla 6.10 Características de los sensores ph-210 y ph-213

Sensores de Temperatura.

El tipo de sensor que se escogió es un RTD del tipo PT100 con salida 0 a 20 mA con un rango de medida del sensor (0 a 150 °C).

Se van a instalar ocho sensores de temperatura y todos con las mismas características estos sensores van a estar ubicados en los enfriadores de placas ubicados en las áreas de segunda dilución, prefermentación y fermentación respectivamente.

El código de los sensores es R1T185L de la marca Pyromation. Y van a estar catalogados de la siguiente manera (TT – 206A), (TT – 206B) en el área

segunda dilución, (TT – 210) (TT – 213) en los tanques de prefermentación y (TT – 301A), (TT – 301B), (TT – 301C) y (TT – 301D) en los tanques de fermentación. Estos sensores tienen las siguientes características:

R1T185L 4840600C45,T450US(0-150) C	Precisión $\pm 0.1\%$ Pt100 ($\alpha=0.00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)
484	Cobertura
06	Altura de inmersión
00	No especificado
C45,T	Conector eléctrico
450	Transmisor configurable
U	Upscale Burnout
S(0-150)	Rango (menor - mayor)
C	Unidad Celsius

Tabla 6.11 Características de los sensores TT-206A, TT-206B, TT-210, TT-213, TT-301A, TT-301B, TT-301C, TT-301D

Los sensores que se pueden utilizar en este proyecto son de diferentes casas. En el **Anexo A** se encuentra los sensores escogidos para este proyecto.

6.4 Selección de las válvulas

Para la selección de las válvulas de este proyecto se debe tomar en cuenta el líquido que se va controlar y también nos debemos percatar que función hacen las mismas tomando en cuenta la capacidad de repetición, estabilidad, tiempo de respuesta, tiempo de vida, rango y costo.

Se debe también establecer la estandarización por eso se escogió válvulas que funcione con una corriente de control de 4 – 20 mA

Las válvulas que se escogieron para el proyecto es de la serie 2400C FISHER BAUMAN las cuales están ubicadas en los lazos de control de temperatura de los tanques de Segunda dilución, Prefermentación y Fermentación y van a estar catalogados de la siguiente manera. (TV – 206A) (TV – 206B) en el área de segunda dilución, (TV – 210) (TV – 213) en el área de prefermentación y (TV – 301A) (TV – 301B) (TV – 301C) (TV – 301D) en el área de Fermentación.

Estas válvulas están ubicadas en la salida de agua de los intercambiadores de calor.

También existe una válvula de control proporcional en el lazo de control de grados Brix, que se encuentra en el área de Segunda Dilución, con este lazo es crítico va a estar configurado para trabajar con una apertura del (40% al 80%), por el tiempo de apertura y cierre completo. Esta válvula esta catalogada como (TV – 218).

Las características de las válvulas de serie 2400C son las siguientes.

Sizes: 0.5", 0.75", 1", 1.5", 2"

Connections: CL150RF or PN10-40 metric flanges

Body Material: Carbon Steel

Valve Body Rating: ANSI CL150

Trim Material: 316 SS with optional PTFE or Kel-F insert

Trim Characteristic: Equal % or Linear

Seat Leakage: ANSI/FCI 70-2 Class IV or VI

Cv Ratings: 0.2 to 50

Bonnet Type: Standard threaded

Packing Material: PTFE V-ring, PTFE Enviroseal, or Graphite

Temperature Range: -20°F to 450°F

En el **Anexo A** se encuentra las válvulas escogidas para este proyecto.

Si se desea visualizar mejor donde estarán ubicados los sensores se debe ver el **Anexo C**.

CAPITULO 7

7. Controlador lógico programable para los procesos de segunda dilución, prefermentación y fermentación.

El PLC es usado en la actualidad en una amplia gama de aplicaciones de control, muchas de las cuales no eran económicamente posibles hace algunos años. Esto debido a:

- El costo efectivo por punto de entrada / salida ha disminuido con la caída del precio de los microprocesadores y los componentes relacionados.
- La capacidad de los controladores para resolver tareas complejas de computación y comunicación ha hecho posible el uso de PLC en aplicaciones donde antes era necesario dedicar una computadora.

Existen 6 áreas generales de aplicación de PLC:

- Control secuencial.
- Control de movimiento.
- Control de procesos.
- Monitoreo y superposición de procesos.

- Administración de datos.
- Comunicaciones.

Por lo que la utilización de los PLC's se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc. Por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su protección y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos que se producen necesidades tales como:

- Espacio Reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiante.
- Procesos secuenciales.
- Maquinarias de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

7.1. DESCRIPCION DEL PLC

Un autómata programable industrial (API) o controlador lógico programable (PLC), es un equipo electrónico diseñado para controlar secuencialmente procesos en tiempo real en un ámbito industrial.

Ejemplo del empleo de un PLC en un control de procesos se observa en la figura 7.1.

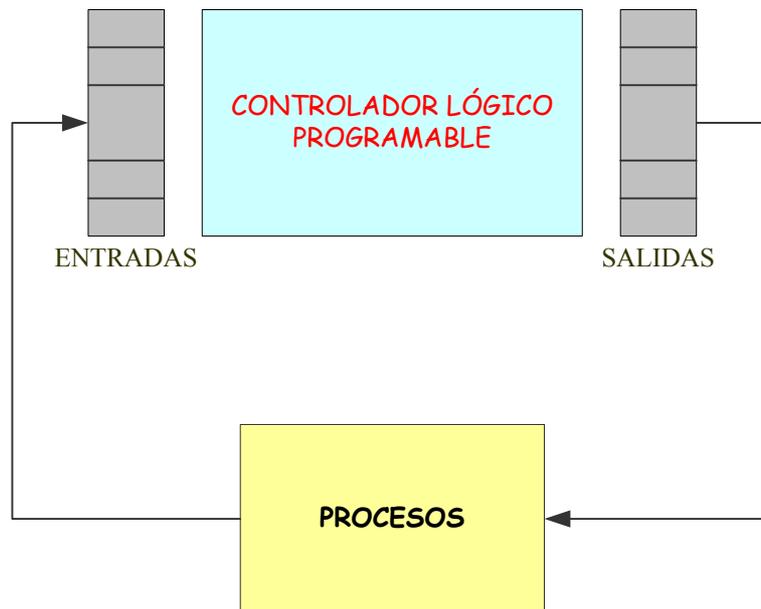


Figura 7.1 Diagrama PLC en un control de procesos

ESTRUCTURA BASICA DEL PLC

El PLC permite utilizar programas de programación para crear la lógica que controla un sistema. Las funciones de un PLC se repiten ordenadamente, para responder a cualquier cambio en las condiciones del sistema. El PLC ejecuta continuamente un ciclo automático, llamado “Tiempo de Barrido”.

La Unidad de Procesamiento Central (CPU) del PLC se compone de cuatro unidades funcionales:

- Unidad de Entradas.
- Unidad de Salidas.
- Unidad Lógica.
- Unidad de Memoria.

Las cuatro unidades funcionales mencionadas anteriormente se comunican entre sí como de lo muestra en la figura 7.2.



Figura 7.2 Unidades funcionales del PLC

Las entradas y salidas son los elementos que conectan al procesador central (CPU) del PLC con el proceso que se va a controlar.

La Unidad de Entrada proporciona el aislamiento eléctrico necesario y realiza el acondicionamiento de las señales eléctricas de voltaje, proveniente de los switches de contactos ON – OFF del campo o de convertidores analógicos digitales. Las señales se adecuan a los niveles lógicos de voltaje de la Unidad Lógica.

La Unidad de Salida acepta las señales lógicas provenientes de la Unidad Lógica, en los rangos de voltaje que le son propios y proporciona el aislamiento eléctrico de los switches de contactos, tiristores en señales digitales y por transistores en señales analógicas que se comandan hacia el campo.

Las unidades de entradas y salidas del PLC, son funcionalmente iguales a los bancos de reles, que se empleaban en los antiguos controladores lógicos de tipo tambor. La diferencia radica en que las unidades de entrada de los PLC son de estado sólido mientras que las salidas pueden ser de tipo rele como de tiristores dependiendo la acción que se necesita ejecutar en el campo si son salidas digitales y por transistores si son salidas analógicas.

El corazón de un PLC es la Unidad Lógica, basada en un microprocesador. Ejecuta las instrucciones programadas en memoria, para desarrollar los esquemas de control lógico que se especifican.

Dentro de la unidad lógica se encuentra la memoria que almacena los códigos de mensajes o instrucciones que ejecuta la unidad lógica. La memoria se divide en (PROM o ROM) que es solo de lectura y RAM que es de acceso aleatorio.

Por medio de estas memorias, se puede utilizar un PLC en procesos diferentes sin necesidad de readecuar o transformar el equipo; solo se debe modificar el programa. Para el control de un proceso BATCH, se pueden almacenar varias recetas en la memoria y acceder aquellas que interesa.

SELECCIÓN DEL PLC

En la actualidad existe una amplia gama de PLC's. Las nuevas tecnologías son rápidamente adoptadas por los fabricantes para mejorar las características de sus productos, lo que hacen difícil su elección.

La elección del controlador lógico programable depende del proceso que se va a automatizar, así como de la cantidad de entradas y salidas necesarias para poder visualizar y controlar los diferentes equipos de la planta.

Al momento de tomar la decisión de que tipo de PLC se debe comprar para poder implementar un proyecto de automatización en particular, se aconseja tener presente los siguientes puntos:

- Primeramente los requerimientos de control se definen en términos del número de entradas y salidas.
- Posteriormente, se calculan los módulos de I/O y los racks que se necesitan.
- Una vez que se conocen los PLC, módulos de I/O y racks requeridos, se deben determinar la potencia necesaria para el funcionamiento correcto del PLC.

- Luego se tiene que decidir el sistema de comunicación conveniente que utilizara el PLC

La potencia total requerida en la instalación, considerando el PLC, módulos de I/O y módulos controladores, no debe exceder la capacidad disponible de la fuente de poder.

Además de las anteriores condiciones, se debe tener en cuenta otras características generales para la elección del controlador óptimo para el proceso que se tiene planificado automatizar, estas características tienen que ver con el ambiente de trabajo en el cual va a estar involucrado el equipo, de las cuales las más importantes son las siguientes:

Condiciones de seguridad del personal durante fallas. Los equipos conectados al PLC deben incluir interlocks y switches de seguridad, que prevengan la operación al producirse una falla.

Permitir colocar un medio para desconectar la alimentación de energía a las cargas (salidas), independiente del PLC, para operaciones de rutina.

La utilización de circuitos by-pass externos para operaciones de partida o inicialización (cargas críticas).

El manejo de un adecuado flujo de aire dentro de los paneles, de modo que se obtenga una buena refrigeración del equipo.

Si la temperatura ambiente en el trabajos alta, se debe utilizar una ventilación forzada o un acondicionamiento de aire

Para la obtención de una operación adecuada, es fundamental contar con un buen sistema de conexión a tierra.

DESCRIPCION DEL PLC SCHNEIDER ELECTRIC TIPO MOMENTUM

La familia de PLC's Schneider Electric tiene dos marcas muy conocidas como son Modicon y Telemecanique, las mismas que manejan varios tipos de PLC que se diferencian entre ellos, por el trabajo para el cual están diseñados, en otras palabras para proceso sencillos se utilizan PLC de pequeña capacidad.

El PLC "Momentum" pertenece a la familia Modicon. Este equipo es físicamente pequeño, modular y de arquitectura abierta, por lo que permite complementarse con diferentes PLC's de la misma familia Schneider Electric a través de diferentes redes de comunicación como son: Modbus, ModBus Plus y Ethernet.

Los módulos Momentum I/O proporcionan una solución compacta para los usos discretos y análogos de la entrada-salida. La amplia gama de los módulos de I/O y los adaptadores de comunicación permiten utilizarlos con un número de dispositivos realizando una arquitectura de comunicación Maestro – Esclavo.

El cableado de los dispositivos del campo a los terminales intermedios en paneles centrales o de bloques de terminales a los módulos de la entrada-salida en estantes grandes requiere tiempo significativo y costo de instalación, el Momentum elimina los bloques de terminales y el cableado largo funciona permitiendo colocar los módulos de la entrada-salida cerca de los sensores y de los actuadores teniendo al final un ahorro en el desarrollo de la instalación.

El control distribuido permite que partas la función de control entre los controladores múltiples en comparación con tener un solo controlador centralizado. Con el sistema del Momentum, el control de un uso se puede dividir entre múltiples procesadores Momentum, cada uno dedicado a controlar una operación o una sección de un proceso. Los procesadores de los Momentum pueden utilizar comunicación serial Modbus o Modbus Plus y una comunicación vía Ethernet que son redes para conectar todos los

procesadores, proporcionando un acoplamiento de alta velocidad a los dispositivos de seguridad del intercambio, estado, y datos operacionales.

Debido a las características descritas en los párrafos anteriores este equipo se convierte este equipo en un producto extremadamente versátil por la variedad de Aplicaciones de Automatización que se pueden desarrollar. Momentum es ideal para diferentes tipos de control como los basados en computadoras, distribuidos, distribuido I/O y los tradicionales. Esta formado por cuatros fundamentales componentes que contienen broches de presión que facilitan la unión entre ellos con lo cual se puede tener varias combinaciones para formar un sistema de control versátil o varios sub-sistemas, figura 7.3.

Las cuatro piezas son las siguientes:

1. Adaptador de Comunicación
2. Base de Entrada y Salidas.
3. Unidad Central de Procesamiento del PLC.
4. Modulo de Comunicación opcional para el PLC

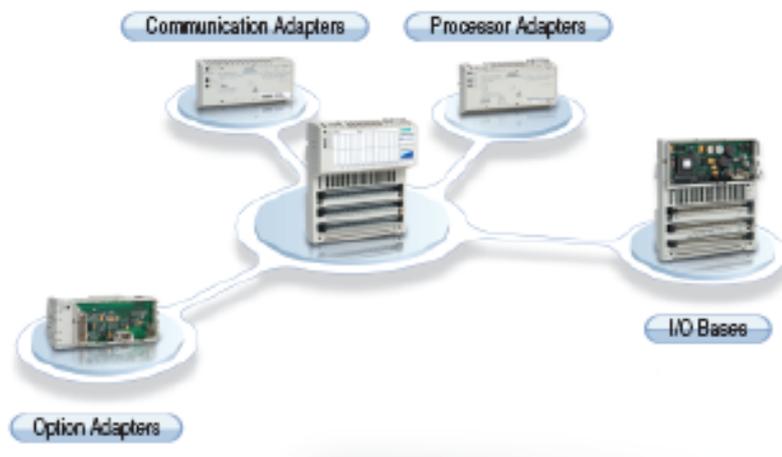


Figura 7.3 PLC Modular “MOMENTUM” con sus accesorios

Adaptador de Comunicacion Momentum

El diseño del PLC “Momentum” separa las comunicaciones de la I / O base, así creando un sistema verdaderamente abierto de la entrada-salida que se pueda adaptar fácilmente a cualquier red fieldbus. Cuando una entrada-salida del Momentum se junta con un adaptador de comunicaciones, los dos forman un equipo remoto o también llamado un I/O drop que conecta directamente a cualquier red virtual estándar fieldbus. Figura 7.4.

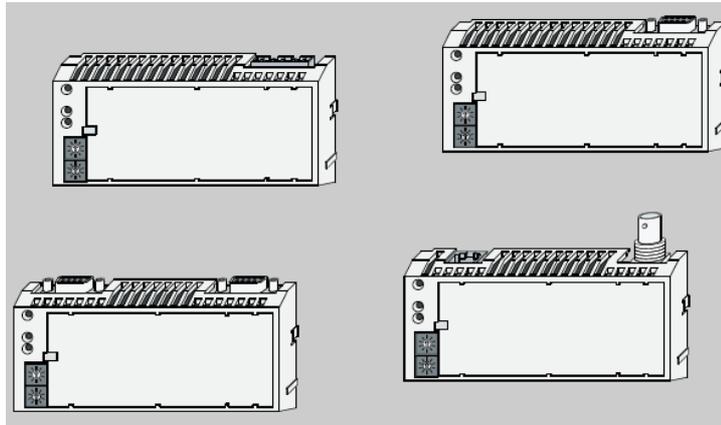


Figura 7.4 Adaptadores de Comunicación

Base de Entradas / Salidas Momentum

Las Base de Entrada / Salida Momentum (I/O Bases) son diseñadas para que en ella se apoyen el resto del sistema de control. El adaptador de comunicaciones, adaptador de procesador y adaptador opcional encajan a presión sobre los I/O bases. Existen una variedad de módulos I/O Bases como son los de entrada-salida análoga, entrada-salida discreta, los denominados combos discretos y análogos que nos son más que la opción de tener entradas y salidas en un mismo equipo. Además, los I/O Bases de los Momentum ofrecen tiras de terminales simples, tan bien el montaje de este equipo es muy fácil ya que puede ser sobre un riel Din de 35 milímetros para la facilidad del mantenimiento y de la instalación. Figura 7.5.

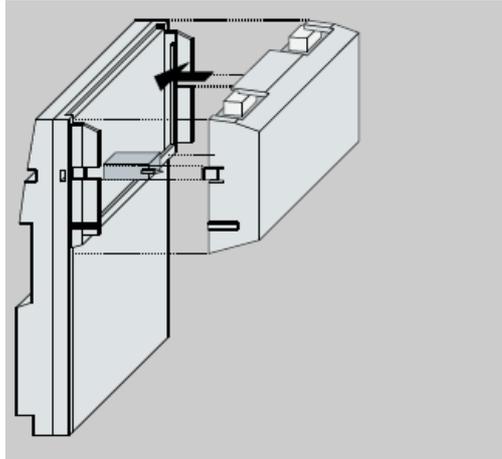


Figura 7.5 Momentum I/O Bases

Unidada Central de Procesamiento del PLC.

Cuando la inteligencia local distribuida se requiere en el punto de control, el Momentum tiene la respuesta. Los .Processor Adapter (adaptadores del procesador) del Momentum M1 son PLC's hecho y derecho que contiene una memoria de la CPU, RAM y Memoria Flash.

Estos son basados en la familia de PLC's Modicon (es decir, directamente compatible con Quantum, Compact, y PLC de la serie 984), y su montaje o instalación es con la ayuda de los broche de presión los cuales permitirán

colocarlos sobre los I/O Bases, apenas como los adaptadores de comunicación.

Los Adaptadores opcionales proveen los adaptadores del procesador capacidades de establecimiento de una red adicionales, de un reloj del time-of-day, y de un respaldo de batería.

Los adaptadores opcionales también se encajan a presión sobre la base de la entrada-salida; en la figura 7.6, se puede observar como va primero el modulo de I/O, sobre el cual se coloca el Adaptador opcional y al final el Procesador con lo cual se convierte en un PLC con una característica de maestro que podrá controlar una red.



Figura 7.6 Momentum I/O, procesador

Plataforma de comunicación Modbus Plus.

La arquitectura que se esta proponiendo en esta tesis para la automatización de los procesos es una tipo remota o también llamada Remoto I/O (RIO) que cuenta con un PLC principal como cabezal y varios terminales de entrada – salida que pueden ser ubicadas en varias parte de las plantas para recoger el cableado de los sensores o equipos que se utilizan en la planta, los terminales remotos envían la información al plc principal o cabezal donde se encuentra el procesador para su compilación a través de una comunicación modbus plus, las características de esta red se describen mas adelante en este capitulo.

Una grafico de la arquitectura que esta proponiendo se lo puede observar en la figura 7.7.

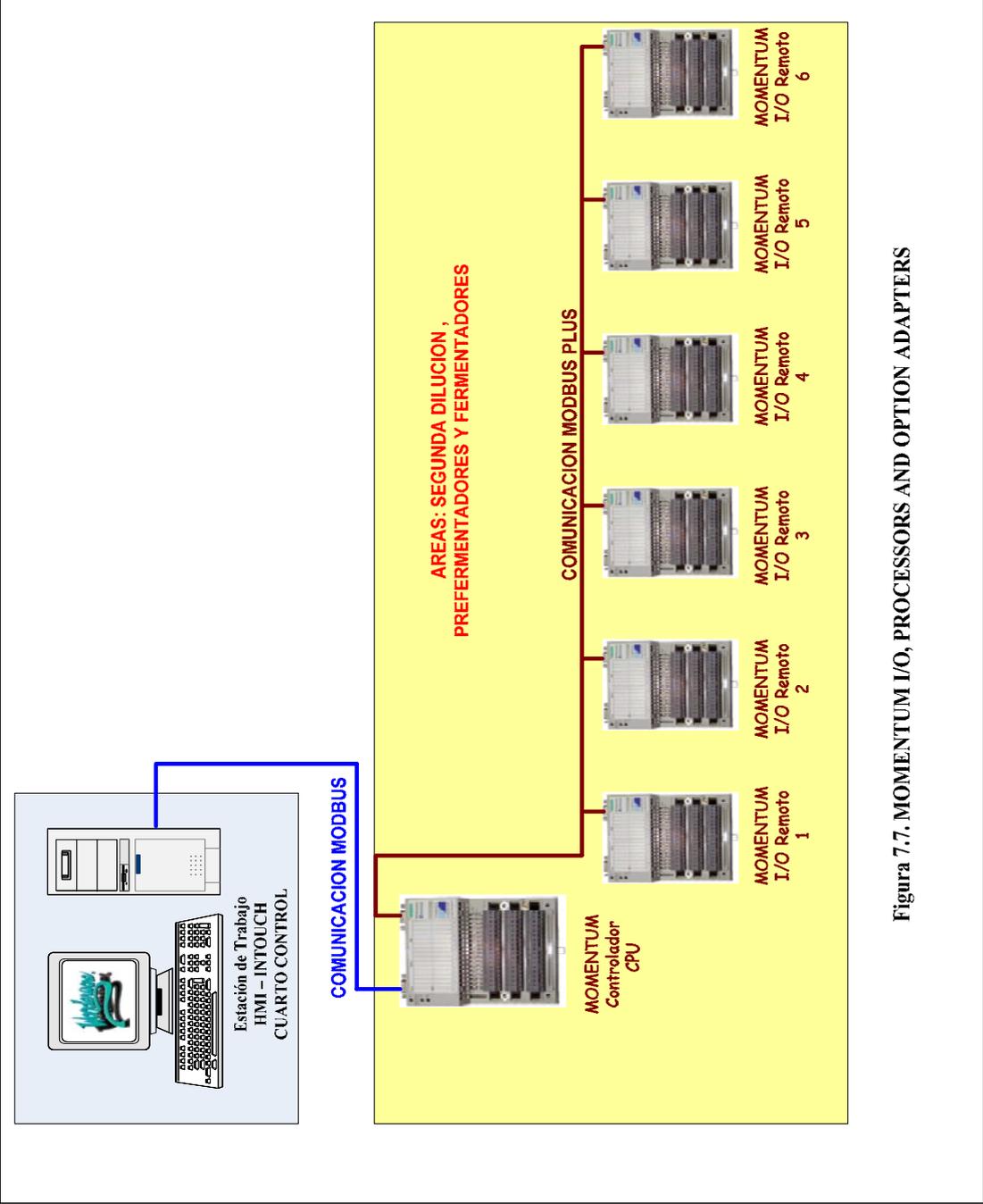


Figura 7.7. MOMENTUM I/O, PROCESSORS AND OPTION ADAPTERS

Definición de plataforma modbus plus

Modbus Plus es un sistema de red de área local para aplicaciones de control industrial. Los dispositivos conectados a la red pueden intercambiar mensajes para el control y la supervisión de los procesos en los emplazamientos remotos de la planta industrial. Los productos Schneider Electric que intervienen en la comunicación Modbus Plus son controladores programables y adaptadores de red. La red también está formada por diversos productos de otros fabricantes. Cada controlador puede conectarse a Modbus Plus directamente desde un puerto en su parte delantera. Se puede acceder a las demás redes mediante los módulos de opción de red (NOM) instalados en la placa de conexiones común. La red también proporciona medios eficaces para trabajar con subsistemas de entrada/salida. Los módulos de adaptadores de estaciones de E/S distribuidas (DIO) y de bloque terminal de E/S (TIO) o (RIO) Modbus Plus se pueden ubicar en emplazamientos de E/S remotos para permitir que la aplicación controle los dispositivos de campo en el enlace de red.

Cada red admite hasta 64 dispositivos de nodo direccionables. Se pueden conectar hasta 32 nodos directamente al cable de la red en una longitud de 450 m. Los repetidores pueden ampliar la distancia del cable a un máximo

de 1.800 m y el número de nodos a un máximo de 64. Existen repetidores de fibra óptica disponibles para distancias superiores

Las redes múltiples pueden conectarse mediante dispositivos puente. Los mensajes originados en una red se encaminan a través de uno o más puentes hacia un destino en otra red. Los puentes son aplicables a redes en las que la temporización completamente determinista de los procesos de E/S no es un requisito. En una red que requiere una temporización de E/S determinista, los mensajes para los nodos DIO/RIO sólo pasan por esa red y no atraviesan puentes. Los dispositivos serie Modbus y RS232/RS485 personalizados pueden acceder a Modbus Plus a través de Multiplexores puente. Cada dispositivo multiplexor puente proporciona cuatro puertos serie configurables. Un dispositivo serie puede comunicarse con dispositivos en red Modbus Plus, así como con otros dispositivos en los puertos serie. La figura siguiente muestra cuatro redes Modbus Plus. Un repetidor amplía el cable para la red A. Las redes A y B se conectan mediante un dispositivo puente.

Las redes C y D gestionan procesos de E/S. Los módulos de adaptadores de estaciones DIO y de bloque Terminal o remotas de E/S procesan los dispositivos de campo de E/S en cada emplazamiento.

Una red es la agrupación de nodos en una ruta de señal común a la que se accede transmitiendo un token. Está formada por una o más secciones de cable. Por ejemplo, todos los nodos de la Figura 7.8. forman parte de una red.

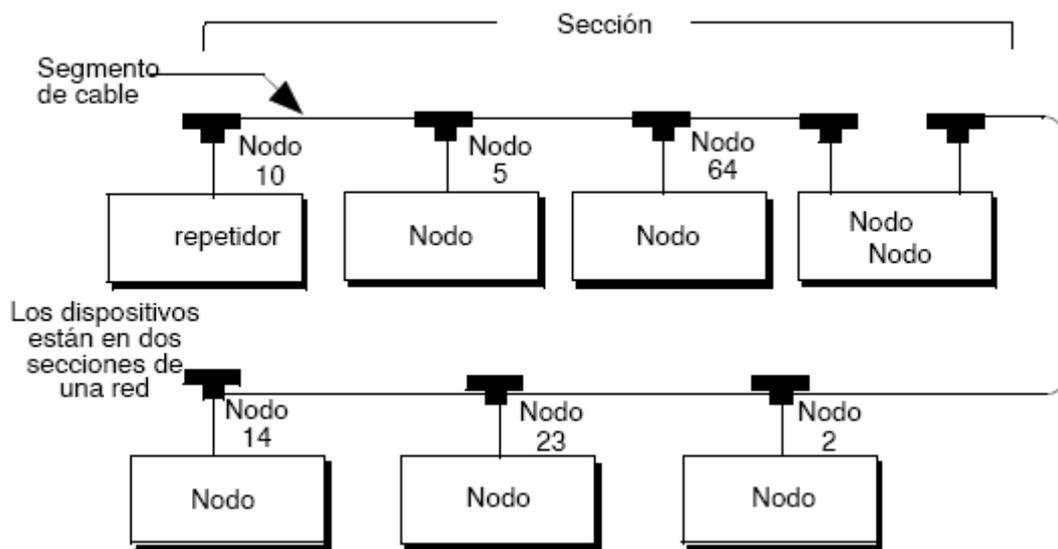


Figura 7.8 Agrupación de nodos en una red MBPLUS

Una sección es una serie de nodos unidos únicamente por segmentos de cable. La ruta de la señal de la sección no atraviesa ningún tipo de dispositivo de nodo. Todas las secciones forman parte de una red y comparten el mismo token y secuencia de dirección. En el gráfico anterior, el repetidor une dos secciones. Cada sección puede tener una longitud de hasta 450 m y puede contener hasta 32 conexiones de nodos físicos.

Los controladores Schneider Electric se conectan directamente al cable de bus de red mediante un puerto de comunicación especializado Modbus Plus ubicado en el conjunto del controlador. El puerto permite que el controlador se comunique con otros controladores, ordenadores principales con adaptadores de red y estaciones DIO de la red.

Cada controlador funciona como un par en la red, recibiendo y enviando tokens y mensajes. El programa de aplicación de usuario puede acceder a los registros en el controlador local y en los demás controladores de la red.

Existen tres tipos de comunicación disponibles para el programa de aplicación cuya finalidad es el intercambio de mensajes entre nodos de la red:

- El bloque de función MSTR se puede utilizar para la transferencia, lectura y borrado de estadísticas, así como para acceder a la base de datos globales de la red. MSTR es una función general para la transacción de mensajes con cualquier tipo de nodo de la red. Está programado en el programa de lógica de usuario del controlador.
- Las transferencias Peer Cop se pueden utilizar para transportar datos de forma global y con nodos específicos. Dichas transferencias se especifican en la tabla Peer Cop del controlador durante su configuración inicial.

- Las transferencias de E/S distribuidas se pueden utilizar para transportar datos con nodos adaptadores de estaciones DIO. Dichas transferencias están especificadas en la tabla de asignación de DIO del controlador durante su configuración inicial.

Modulo de bloque terminales de entrada - salida

Los emplazamientos remotos pueden funcionar mediante módulos de bloque terminal (RIO). Estos módulos compactos se encuentran directamente sobre un panel o riel DIN y proporcionan conexiones de cableado directas para dispositivos de campo en el emplazamiento. Sólo existen módulos RIO disponibles para esquemas de red de cable sencillo y no son aplicables para su uso en esquemas de cable doble. Figura 7.9.

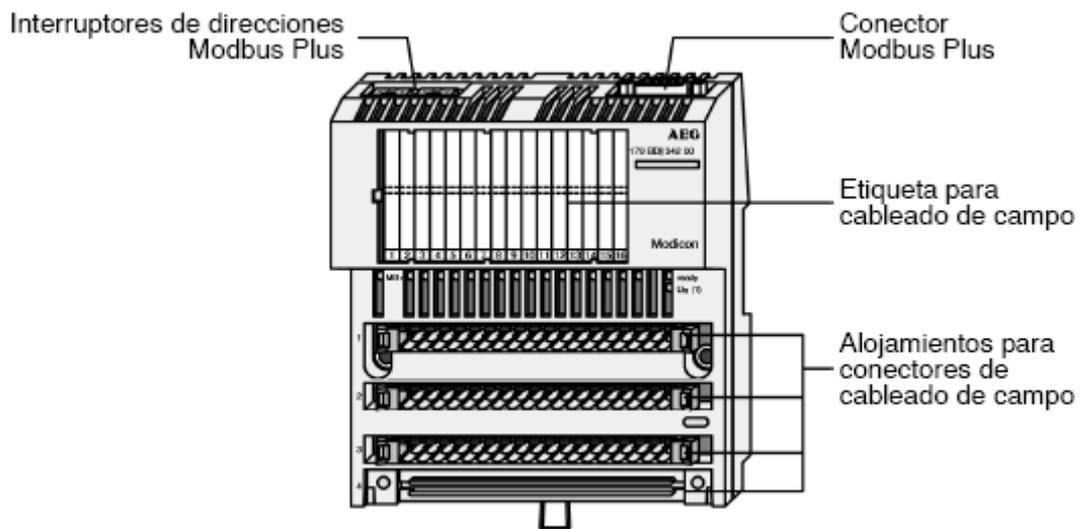


Figura 7.9 Descripción de un Terminal I/O

Software de programación concept 2.6

El software de programación que se utilizara para los Momentum es el Concept versión 2.6, el cual es una herramienta que permite la programación y configuración de la plataforma de automatización de los Momentum además de otras líneas mas de la familia Schneider Electric. Es un software basado en los sistemas operativos Windows, que puede ser utilizado en los computadores personales estándares.

Por este motivo se ha creado Concept como aplicación para MS-Windows. Concept puede ejecutarse bajo Windows 98, Windows 2000, Windows XP y Windows NT.

La ventaja de este sistema operativo es que está mundialmente extendido y que los elementos básicos del sistema de ventanas y el manejo del ratón son conocimientos elementales para cualquier usuario de PC. Además, MS-Windows permite utilizar cualquier monitor, tarjeta gráfica e impresora normales. De esta forma, el usuario no está obligado a utilizar una determinada configuración de Hardware.

Para realizar de forma efectiva un proyecto de instalación, Concept cuenta con un entorno de proyectos unitario de acuerdo con los requisitos de la norma internacional IEC 61131-3.

La tarea de la configuración se puede realizar en línea es decir on-line (con la PC conectada con la CPU del Momentum) o fuera de línea off – line (PC solamente). El software de programación Concept apoya la configuración recomendando es decir permite solamente las combinaciones permitidas, de tal modo que previene errores en el momento en la que se la desarrolla. Durante lo conexión en línea, el hardware configurado se comprueba inmediatamente para saber si hay validez, y se rechazan las declaraciones ilegales.

Cuando la conexión entre la unidad de programación (PC) y la CPU del Momentum es establecida, los valores configurados (e.g., del editor de variables) se comprueban y se comparan con los recursos de hardware reales. Si se detecta una unión mal hecha, se publica un mensaje de error.

Concept soporta cinco lenguajes de programación IEC, que llamados en ingles serian los siguientes:

1. Function Block Diagram (FBD).
2. Ladder Diagram (LD).
3. Sequential Function Chart (SFC).
4. Instruction List (IL).
5. Structured Text (ST).

Así como la lógica del software de programación Modsoft solo es compatible con el de tipo escalera (LL984). Los tipos de datos según la norma IEC 61131-3 están también disponibles.

Los elementos básicos del lenguaje de programación FBD son funciones y los bloques de función se pueden combinar para crear una unidad lógica. Los mismos elementos básicos se utilizan en el lenguaje de programación del LD; además, el LD proporciona elementos de contacto y de bobina. El lenguaje de programación de SFC utiliza el paso básico, transición, conexión, rama, ensambla y salta elementos. Los lenguajes de programación del texto de IL y del ST utilizan instrucciones, expresiones, y palabras claves. El lenguaje de programación LL984 utiliza un sistema de instrucción y elementos de contacto y de bobina.

Se puede escribir la programación de control en segmentos lógicos. Un segmento puede ser una unidad funcional, tal como el control de la banda transportadora. Solamente un lenguaje de programación se utiliza dentro de un segmento dado.

Se desarrolla el programa de control, que necesitan los dispositivos que van ser automatizados para poder controlar los procesos, combinando diferentes segmentos dentro de un programa.

Dentro de un programa, los segmentos del IEC (escritos en FBD, LD, SFC, IL y el ST) pueden ser combinados. Los segmentos LL984 son procesados siempre como bloque por los segmentos del IEC. Concept es un software sofisticado que utiliza herramientas y menús similares a los de Windows para la navegación. Los comandos se pueden seleccionar y ejecutar rápidamente y fácilmente con un ratón. La ayuda sensible al contexto está disponible en cada paso que corrige.

Un programa está formado por una o varias secciones o grupos de secciones. Un grupo de secciones puede contener secciones u otros grupos de secciones. Los grupos de secciones únicamente se pueden crear y completar con Proyecto → Hojeador de proyectos. Las secciones describen el funcionamiento de toda la instalación.

Además, las variables, constantes, literales y direcciones directas utilizadas se gestionan en el programa.

Las variables sirven para el intercambio de datos dentro de una sección, entre secciones distintas y entre el programa y el PLC.

Las variables se declaran con el comando de menú Proyecto → Declaración de variables. Si con esta función se asigna una dirección a las variables, se habla de Located Variables. Si a una variable no se le asigna ninguna dirección, se habla de una Unlocated Variable. Si a la variable se le asigna un tipo de datos derivado, se habla de una variable de elementos múltiples.

Además, también hay constantes y literales. La siguiente tabla 7.1. contiene una visión general de los distintos tipos de variables.

Tipo de variable	Descripción
Located Variables	<p>A las Located Variables se les asigna una dirección de memoria de señal (direcciones de referencia 0x, 1x, 3x, 4x). El valor de estas variables se almacena en la memoria de señal y se puede modificar online con el editor de datos de referencia. Para acceder a estas variables se puede utilizar su nombre simbólico o su dirección de referencia.</p> <p>Todas las entradas y salidas del PLC están conectadas a la memoria de señal. El acceso del programa a señales periféricas conectadas al PLC se efectúa sólo mediante Located Variables. Los accesos externos a través de las interfases Modbus o Modbus Plus del PLC, p. ej., por parte de sistemas de visualización, también son posibles por medio de Located Variables.</p>
Unlocated Variables	<p>A las Unlocated Variables no se les asigna ninguna dirección de memoria de señal. Por lo tanto, tampoco ocupan ninguna dirección de memoria de señal. El sistema almacena de forma interna el valor de estas variables, que se puede modificar con el editor de datos de referencia. A estas variables sólo se accede mediante su nombre simbólico.</p> <p>Las señales que no requieren acceso a la periferia, p. ej., resultados intermedios, marcas de sistema, etc., deberían declararse preferiblemente como Unlocated Variables.</p>
Variables de elementos múltiples	<p>Variables a las que se ha asignado un tipo de datos derivado.</p> <p>Se distingue entre variables estructuradas y variables de campo.</p>
Variables estructuradas	<p>Variables a las que se ha asignado un tipo de datos derivado definido con STRUCT (estructura).</p> <p>Una estructura es una colección de elementos de datos de distintos tipos en general (tipos de datos elementales y/o tipos de datos derivados).</p>
Variables de campo	<p>Variables a las que se les ha asignado un tipo de datos derivado con ayuda de la palabra clave ARRAY (campo).</p> <p>Un campo es una colección de elementos de datos con el mismo tipo de datos.</p>

Tabla 7.1 Tipo De Variables Del Concept 6.5

Las direcciones directas son rangos de memoria en el PLC. Se encuentran en la memoria de señal y pueden estar asignadas a módulos de entrada/salida.

La indicación/visualización de direcciones directas puede hacerse en distintos formatos. El formato de visualización se establece en el cuadro de diálogo Opciones → Preajustes → Común. El formato de visualización no influye en el formato de entrada, es decir, las direcciones directas se pueden introducir en cualquier formato.

Son posibles los siguientes formatos de dirección:

Formato standard (400001)

Justo detrás de la primera cifra (la referencia) se encuentra la dirección de cinco dígitos.

Formato de separador (delimitador) (4:00001)

La primera cifra (la referencia) se separa mediante dos puntos (:) de los cinco dígitos siguientes de la dirección.

Formato compacto (4:1)

La primera cifra (la referencia) se separa de la dirección siguiente mediante dos puntos (:) y se omiten los ceros a la izquierda de la dirección.

Formato IEC (QW1)

En la primera posición hay un identificador conforme a IEC, seguido de la dirección de cinco dígitos.

`%0x12345 = %Q12345`

`%1x12345 = %I12345`

`%3x12345 = %IW12345`

`%4x12345 = %QW12345`

En el **Anexo E** se muestra la programación del sistema de control para la simulación del proyecto utilizando el software de programación Concept versión 2.6

7.2. Distribución de las señales a ser controladas por el PLC.

Conociendo las características de la arquitectura que se propone en esta tesis con PLC Momentum, se procede a la distribución de las señales a controlar, dando un direccionamiento físico y en la memoria del PLC.

Esto se va a basar en las tablas 5.1. , 5.2. , 5.3., 5.4. para la selección de los módulos de I/O. Las figuras 7.2., 7.3., 7.4., 7.5., 7.6., 7.7, 7.8..

**MODULO DE SALIDA ANALOGA 170 AAO 921 00
(MB-1)**

No.	NOMBRE	TIPO	UBICACIÓN	DIRECCION_PLC
1	VALVULA PROPORCIONAL TK 210	4 a 20 mA	PREFERMENTACION	400002
2	VALVULA PROPORCIONAL TK 213	4 a 20 mA	PREFERMENTACION	400003
3	VALVULA PROPORCIONAL TK 218	4 a 20 mA	SEG. DILUCION	400004
4	VALVULA PROPORCIONAL	4 a 20 mA	SEG. DILUCION	400005

Tabla 7.2. Modulo cabezal de la red dirección de la red 1

MODULO DE ENTRADA ANALOGA 170 AAI 140 00 (MB-2)

No.	NOMBRE	TIPO	UBICACIÓN	DIRECCION_PLC
1	TRANSMISOR DE PRESION #1 (ROMANSEL) TK 303 A	4 a 20 mA	FERMENTACION	300001
2	TRANSMISOR DE PRESION #2 (ROMANSEL) TK 303 B	4 a 20 mA	FERMENTACION	300002
3	TRANSMISOR DE PRESION #3 (ROMANSEL) TK 303 C	4 a 20 mA	FERMENTACION	300003
4	TRANSMISOR DE PRESION #4 (ROMANSEL) TK 303 D	4 a 20 mA	FERMENTACION	300004
5	TRANSMISOR DE CONCENTRACION DENSIDAD(BRIX) TK 218	4 a 20 mA	SEG. DILUCION	300005
6	TRANSMISOR DE CONCENTRACION DENSIDAD(BRIX) TK 210	4 a 20 mA	PREFERMENTACION	300006
7	TRANSMISOR DE CONCENTRACION DENSIDAD(BRIX) TK 213	4 a 20 mA	PREFERMENTACION	300007
8	LIBRE			
9	TRANSMISOR DE NIVEL #1 (SODERAL) TK 210	4 a 20 mA	PREFERMENTACION	300009
10	TRANSMISOR DE NIVEL #2 (SODERAL) TK 213	4 a 20 mA	PREFERMENTACION	300010
11	TRANSMISOR DE NIVEL #3 (SODERAL) TK 303 A	4 a 20 mA	FERMENTACION	300011
12	TRANSMISOR DE NIVEL #4 (SODERAL) TK 303 B	4 a 20 mA	FERMENTACION	300012
13	TRANSMISOR DE NIVEL #5 (SODERAL) TK 303 C	4 a 20 mA	FERMENTACION	300013
14	TRANSMISOR DE NIVEL #6 (SODERAL) TK 303 D	4 a 20 mA	FERMENTACION	300014
15	TRANSMISOR DE PH_1 (ROMANSEL) TK 210	4 a 20 mA	PREFERMENTACION	300015
16	TRANSMISOR DE PH_2 (ROMANSEL) TK 213	4 a 20 mA	PREFERMENTACION	300016

Tabla 7.3. Modulo remoto 2 de entradas analógicas

**MODULO DE ENTRADA / SALIDAS DISCRETAS 170 ADM 390 30
(MB-3)**

ENTRADAS

No.	NOMBRE	TIPO	UBICACIÓN	DIRECCION_PLC
1	LSL_SD_TQ1 TK 218	DISCRETO	SEGUNDA DILUSION	100
2	LSH_SD_TQ1 TK 218	DISCRETO	SEGUNDA DILUSION	101
3	START CONSOLA DEL MOTOR DE MELAZA P-115 B	DISCRETO	CONSOLA S.D.	144
4	STOP CONSOLA DEL MOTOR DE MELAZA P-115B	DISCRETO	CONSOLA S.D.	148
5	START CONSOLA DEL MOTOR DE SEGUNDA DILUSION P-217 B	DISCRETO	CONSOLA S.D.	142
6	STOP CONSOLA DEL MOTOR DE SEGUNDA DILUSION P-217 B	DISCRETO	CONSOLA S.D.	146
7	START CONSOLA DEL MOTOR DE MELAZA P-115 A	DISCRETO	CONSOLA S.D.	143
8	STOP CONSOLA DEL MOTOR DE MELAZA P-115 A	DISCRETO	CONSOLA S.D.	147
9	STOP CONSOLA DEL MOTOR DE SEGUNDA DILUSION P-217 A	DISCRETO	CONSOLA S.D.	145
10	START CONSOLA DEL MOTOR DE SEGUNDA DILUSION P-217 A	DISCRETO	CONSOLA S.D.	141

SALIDAS

No.	NOMBRE	TIPO	UBICACIÓN	DIRECCION_PLC
1	ARRANQUE DEL MOTOR DE MELAZA P-115 A			202
2	ARRANQUE DEL MOTOR DE MELAZA P-115 B			203
3	ARRANQUE DEL MOTOR DE SEGUNDA DILUSION P-217 B			201
4	ARRANQUE DEL MOTOR DE SEGUNDA DILUSION P-217 A			200
5	LIBRE			
6	LIBRE			
7	LIBRE			
8	LIBRE			

Tabla 7.4 Modulo remoto 3 de entradas y salidas discretas

MODULO DE SALIDA ANALOGA 170 AAO 921 00 (MB-4)

No.	NOMBRE	TIPO	UBICACIÓN	DIRECCION_PLC
1	VALVULA PROPORCIONAL #5 (SODERAL) MIX 205	4 a 20 mA	SEGUNDA DILUSION	400119
2	VALVULA PROPORCIONAL #6 (SODERAL) TK AGUA CALIENTE	4 a 20 mA	SEGUNDA DILUSION	400120
3	VALVULA PROPORCIONAL #7 (SODERAL) TK 303 A	4 a 20 mA	FERMENTACION	400121
4	VALVULA PROPORCIONAL #8 (SODERAL) TK 303 B	4 a 20 mA	FERMENTACION	400122

Tabla 7.5 Modulo remoto 4 de salidas analógicas

MODULO DE SALIDA ANALOGA 170 AAO 921 00 (MB-5)

No.	NOMBRE	TIPO	UBICACIÓN	DIRECCION_PLC
1	VALVULA PROPORCIONAL #9 (SODERAL) TK 303 C	4 a 20 mA	FERMENTACION	400111
2	VALVULA PROPORCIONAL #10 (SODERAL) TK 303 D	4 a 20 mA	FERMENTACION	400112
3		4 a 20 mA		400113
4		4 a 20 mA		400114

Tabla 7.6 Modulo remoto 5 de salidas analógicas

MODULO DE ENTRADA ANALOGA 170 AAI 140 00 (MB-6)

No.	NOMBRE	TIPO	UBICACIÓN	DIRECCION_PLC
1	TRANSMISOR DE TEMPERATURA #1 (SODERAL) TK 210	4 a 20 mA	PREFERMENTACION	300028
2	TRANSMISOR DE TEMPERATURA #2 (SODERAL) TK 213	4 a 20 mA	PREFERMENTACION	300029
3	TRANSMISOR DE TEMPERATURA #3 (SODERAL) TK 303 A	4 a 20 mA	FERMENTACION	300030
4	TRANSMISOR DE TEMPERATURA #4 (SODERAL) TK 303 B	4 a 20 mA	FERMENTACION	300031
5	TRANSMISOR DE TEMPERATURA #5 (SODERAL) TK 303 C	4 a 20 mA	FERMENTACION	300032
6	TRANSMISOR DE TEMPERATURA #6 (SODERAL) TK 303 D	4 a 20 mA	FERMENTACION	300033
7	TRANSMISOR DE TEMPERATURA #7 (SODERAL)	4 a 20 mA	SEG. DILUCION	300034
8	TRANSMISOR DE TEMPERATURA #8 (SODERAL)	4 a 20 mA	SEG. DILUCION	300035
9	TRANSMISOR DE TEMPERATURA #9 (SODERAL)	4 a 20 mA	SEG. DILUCION	300036
10	LIBRE			300037
11	LIBRE			300038
12	LIBRE			300039
13	LIBRE			300040
14	LIBRE			300041
15	LIBRE			300042
16	LIBRE			300043

Tabla 7.7 Modulo remoto 6 de entradas analógicas

**MODULO DE ENTRADA / SALIDAS DISCRETAS 170 ADM 390 30
(MB-7)**

ENTRADAS

No.	NOMBRE	TIPO	UBICACIÓN	DIRECCION_PLC
1	CONTACTOR AUXILIAR DE LA BOMBA P-115 A (N. O.)	CONTACTO	PANEL FERMEN.	108
2	CONTACTOR AUXILIAR DE LA BOMBA P-115 B (N. O.)	CONTACTO	PANEL FERMEN.	109
3	CONTACTOR AUXILIAR DE LA BOMBA P-217 B (N. O.)	CONTACTO	PANEL FERMEN.	107
4	CONTACTOR AUXILIAR DE LA BOMBA P-217 A (N. O.)	CONTACTO	PANEL FERMEN.	106
5	START DE LA BOMBA P-217 A EN EL PANEL DE FER.	BOTONERA	PANEL FERMEN.	102
6	STOP DE LA BOMBA P-217 A EN EL PANEL DE FER.	BOTONERA	PANEL FERMEN.	104
7	START DE LA BOMBA P-217 B EN EL PANEL DE FER.	BOTONERA	PANEL FERMEN.	103
8	STOP DE LA BOMBA P-217 B EN EL PANEL DE FER.	BOTONERA	PANEL FERMEN.	105
9	LIBRE			
10	LIBRE			
	LIBRE			

SALIDAS

No.	NOMBRE	TIPO	UBICACIÓN	DIRECCION_PLC
1	LIBRE			
2	LIBRE			
3	LIBRE			
4	LIBRE			
5	LIBRE			
6	LIBRE			
7	LIBRE			
8	LIBRE			

Tabla 7.8 Modulo remoto 7 de entradas y salidas discretas

7.3. Condiciones de programación.

En la simulación de las etapas de Segunda Dilución, Pre-Fermentación y Fermentación del proceso de alcohol, como parte de la programación del sistema de control para el equipo, se realizaron las siguientes condiciones:

La operación de los proceso en las áreas mencionadas en el párrafo anterior se puede realizar con tres tipos de control: automático, manual remoto y manual local.

En el control automático el inicio del proceso se comanda desde la computadora. El PLC controlara el encendido y apagado de las bombas de estas áreas con la ayuda de los sensores de nivel del tanque de segunda dilución, mientras que en las otras áreas queda a decisión del operador para su encendido y apagado además de realizar el control automático de los grados brix colocando el valor deseado en la computadora, así como también de la temperatura del producto en estas áreas.

Con el control manual remoto, el operador será el responsable de la operación de los equipos, pero siguiendo las condiciones

establecidas, el arranque y parada de los equipos se lo realizara por medio de la computadora accionando las botoneras que se pueden observar en la interfase hombre – máquina.

Con el control manual local se tendrá la misma situación que el control anterior pero con la diferencia que el encendido de estas bombas se realizará desde un panel ubicado en el área de segunda dilución.

CAPITULO 8

8. Interfase Hombre – Máquina para segunda Dilución, Prefermentación y Fermentación.

8.1. Generalidades de una interfase Hombre – Máquina.

La interfase Hombre – Máquina HMI es uno de los módulos mas importantes en un sistema de control y monitoreo. Esta interfase nos permite visualizar los elementos de campo y los lazos de control de la planta por medio de la pantalla del ordenador.

La función de la interfase Hombre – Máquina es proporcionar al operador las funciones de control y supervisión de la planta. Este proceso se realiza mediante gráficos y tablas de datos brindando así, importante información a operadores, supervisores de control de calidad, mantenimiento, etc.

Gracias al desarrollo de los HMI los elementos de campo como botoneras, indicadores luminosos, etc.; han sido relegados y se han convertido muchos de estos en elementos de visualización o de control emergente; y a su vez

estos elementos substituidos por sistemas digitales visualizados en la pantalla de un ordenador.

Las prestaciones más importantes que debe tener la interfase grafica de los HMI son:

- Que tenga la posibilidad de crear paneles de alarma, los cuales puedan proporcionar al operador información de fallos en la planta y el registro de los eventos o sucesos de alarma.
- Los HMI deben tener la posibilidad de guardar históricos de la planta para poder visualizar el comportamiento de variables de proceso.
- También debería tener la posibilidad de trabajar con herramientas matemáticas que nos ayudaría a cambiar escalas de valores de las variables de los procesos.

En la actualidad existe una gran variedad de de HMI en el mercado, en este proyecto hemos decidido utilizar Intouch de Wonderware por las siguientes prestaciones detalladas a continuación.

8.2. Intouch como una interfase Hombre – Máquina para el monitoreo de los procesos.

Intouch de Wonderware, provee de una visión integral y simple de todos los procesos de control y de los recursos de información. Intouch permite a los usuarios visualizar e interactuar con la planta de proceso, mediante representaciones graficas y bases de datos.

La versión usada en esta tesis es Intouch 9.5. La cual es la más moderna y utilizada interfase Hombre – Máquina en el mundo, la cual esta basada en programación orientada a objetos con un ambiente tipo Windows.

Dentro de sus características de funcionamiento se destaca, la facilidad para configurar las aplicaciones, las herramientas graficas muy sencillas haciendo fácil la manipulación de los gráficos que representan una planta o un proceso de control.

Intouch trabaja en dos ambientes, uno de ellos es el Desarrollo en el cual se crean las graficas, animaciones, etc. Y el otro ambiente es el de Ejecución en el cual funciona la aplicación desarrollada.

Asistente “Wizards” de Intouch 9.5 incluye una biblioteca completa de asistentes complejos pre-configurados como botoneras, sliders, etc.; los cuales los usuarios pueden multiplicar y manipular libremente.

Enlaces de Animación, los cuales pueden ser combinados para proveer figuras complejas, sombras, movimientos, cambios de posición, etc. Incluyen entradas discretas, análogas y strings; sliders horizontales y verticales, pulsadores, botones para presentar ventanas, y otras herramientas mas.

Scripts, dentro de sus herramientas provee una aplicación especial en la cual utiliza un lenguaje de programación parecido a pascal donde se pueden crear pequeñas animaciones.

Tendencias Históricas nos permite observar las variables en el tiempo y ver como han cambiado las mismas. Intouch 9.5 permite almacenar gran cantidad de información procedente del proceso.

Existen muchas mas herramientas en Intouch 9.5 pero las detalladas anteriormente son las más usadas.

8.3. Descripción de las pantallas de la interfase Hombre – Maquina en los procesos

Las pantallas de visualización, fueron diseñadas bajo las siguientes consideraciones.

- 1.- Las formas de los equipos han sido dibujados de tal forma que se parezcan y representen a los equipos presentes en la planta.
- 2.- Los colores usados son consistentes en todas las pantallas y graficas de los procesos dibujados en Intouch.
- 3.- La secuencia de arranque y parada de los motores es representado con verde intermitente cuando están prendidos y rojo cuando están apagados
- 4.- El estado del sensor es representado por el color verde cuando su contacto es N.O. asociado se cierra y por el color rojo cuando su contacto N.O. asociado se abre.

Todas las pantallas que conforman la aplicación en Intouch de Segunda Dilución, Prefermentación y fermentación tienen un menú superior el cual nos permite acceder a cada una de las pantallas y también enlaces entre ellas.

Descripción de cada una de las pantallas.

1) Visión General: En esta pantalla se muestra todos los procesos en forma general entregando los datos más importantes de las áreas Segunda Dilución, Prefermentación y Fermentación.

La pantalla Visión General nos permite acceder a las pantallas de Segunda Dilución, Prefermentación y Fermentación. Presionando cualquiera de las áreas antes mencionadas.

2) Segunda Dilución: En esta pantalla podemos observar tres lazos de control el (MIX – 205) que es el lazo que controla los grados Brix de la melaza y dos lazos el (E – 206A) y el (E - 206B) que controlan la temperatura de la melaza que va a los Prefermentadores y Fermentadores. En estos lazos de control se puede observar los valores que son tomados por los sensores.

También podemos observar 4 motores que pueden funcionar en forma automática o en forma manual, estos pueden ser controlados por una pantalla que es activada al presionar cualquiera de los motores o también por paneles de control externos cableados directamente con el PLC.

Además, existen enlaces con las pantallas de Históricos de los lazos de control antes mencionados y con las pantallas de Prefermentación y Fermentación. Si se quiere regresar a la pantalla de Visión general se puede presionar el logotipo de la empresa.

3) Prefermentación: En esta pantalla podemos observar los dos tanques el (TK – 210) y el (TK – 213) de prefermentación donde en cada uno existe un lazo de control, el cual controla la temperatura de la melaza que esta siendo prefermentada.

También se observa el PH de la melaza, los grados Brix y el volumen de cada uno de los tanques.

Además, existen enlaces con las pantallas de históricos de los lazos de control antes mencionados y con las pantallas de Segunda Dilución

y Fermentación. Si se quiere regresar a la pantalla de Visión general se puede presionar el logotipo de la empresa.

4) Fermentación: En esta pantalla se puede observar los 4 tanques fermentadores (TK - 301A), (TK - 301B), (TK - 301C) y (TK - 301D). Los cuales en cada uno de ellos se encuentra su respectivo lazo de control donde se controla la temperatura de la melaza que esta siendo Fermentada.

también podemos observar el volumen, la presión y la temperatura de cada uno de los tanques Fermentadores.

Además, existen enlaces con las pantallas de históricos de los lazos de control antes mencionados y con las pantallas de Segunda Dilución y Prefermentación. Si se quiere regresar a la pantalla de Visión general se puede presionar el logotipo de la empresa.

5) Históricos de los lazos de control: En estos históricos se puede observar el cambio de las variables a ser controladas con respecto al tiempo. En estas Pantallas se puede manipular las constantes del controlador y también la calibración de los sensores.

En estas pantallas se puede observar el valor que esta siendo censado y controlado en tiempo real de cada uno de los sensores y elementos finales de los lazos de control.

También se puede observar que se puede controlar los elementos finales de control en este caso válvulas en forma manual.

Para dirigirse a las pantallas de Segunda Dilución, Prefermentación y fermentación se debe presionar cerrar.

8.4. Simulación de los procesos.

Para simular el proyecto hemos usado el simulador de PLC del concept 2.6, el driver de comunicación de Intouch MBENET e Intouch 9.5.

El programa concept 2.6 tiene un simulador el cual simula un PLC acoplado mediante TCP/IP, pudiéndose simular también los estados de la señal de los módulos de E/S. Se pueden acoplar al PLC simulado hasta 5 equipos de programación simultáneamente. “Para activar el simulador, en el cuadro de diálogo Conectar con PLC seleccione el tipo de protocolo Simulador IEC (32 Bits)”.

El driver de comunicación MBENET nos permite hacer una comunicación entre el programa Intouch y el simulador IEC. Tomando la dirección IP creada por concept 2.6.

Y el programa Intouch debe entablar un direccionamiento de las variables con las puestas en el PLC.

Cambios que se debe hacer al programa hecho en el PLC.

- 1) Todas las entradas, salidas analógicas y digitales se la debe direccionar como variables del proceso es decir que se debe direccional a partir de los registros 000100 y de 400100.

- 2) Se debe aumentar la ecuación aproximada del proceso usando las herramientas matemáticas dadas por el concept.

Cambios que se debe hacer a las pantallas del Intouch.

- 1) se deben graficar unos sliders y colocarlos en cada uno de los gráficos de los lazos de control, los cuales van a tener la función de simular las entradas de los sensores.

2) Se deben direccionar los historiales ya que en el programa del PLC se cambiaron las entradas y salidas por direcciones de proceso.

3) Se deben hacer scripts los cuales nos permitirán una mejor visualización de la simulación.

Aplicación script para la simulación de las variables del proceso

{TANQUE 218 LLENADO Y VACIADO}

IF SENSOR ==1 THEN

IF 115_A == 1 OR 115_B == 1 THEN TQ1=TQ1+0.25; ENDIF;

IF 217_A ==1 OR 217_B == 1 THEN TQ1= TQ1 - 0.25; ENDIF;

IF TQ1>=100 THEN TQ1 =100; LSH = 1; ENDIF;

IF TQ1<=0 THEN TQ1 =0;LSL = 0; ENDIF;

IF TQ1>0 THEN LSL=1; ENDIF;

IF TQ1 < 100 THEN LSH=0; ENDIF;

ELSE

IF 115_A == 1 OR 115_B == 1 THEN TQ1=TQ1+0.25; ENDIF;

IF 217_A ==1 OR 217_B == 1 THEN TQ1= TQ1 - 0.25; ENDIF;

IF TQ1>=100 THEN TQ1 =100; ENDIF;

IF TQ1<=0 THEN TQ1 =0; ENDIF;

ENDIF;

{TANQUE DE PREFERMENTACION}

IF ((217_A == 1) OR (217_B == 1)) AND ((VAL3==1) AND (VAL210 == 1))

THEN LT_210_NIVEL = LT_210_NIVEL + 10;

ENDIF;

IF ((217_A == 1) OR (217_B == 1)) AND ((VAL3==1) AND (VAL213 == 1))

THEN LT_213_NIVEL = LT_213_NIVEL + 10;

ENDIF;

{TK 303 A LLENADO DESDE PREFERMENTACION}

IF ((VAL1== 1) AND (VAL212 == 1) AND (LT_210_NIVEL >0) AND
(VAL303A ==1))

THEN

LT_210_NIVEL =LT_210_NIVEL - 10;

LT_303A_NIVEL = LT_303A_NIVEL + 5;

ELSE

IF ((VAL1== 1) AND (VAL215 == 1) AND (LT_213_NIVEL >0) AND
(VAL303A ==1))

THEN

LT_213_NIVEL =LT_213_NIVEL - 10;

LT_303A_NIVEL = LT_303A_NIVEL + 5;

ENDIF;

ENDIF;

{TK 303 B LLENADO DESDE PREFERMENTACION}

IF ((VAL1== 1) AND (VAL212 == 1) AND (LT_210_NIVEL >0) AND
(VAL303B ==1))

THEN

LT_210_NIVEL = LT_210_NIVEL - 10;

LT_303B_NIVEL = LT_303B_NIVEL + 5;

ELSE

IF ((VAL1== 1) AND (VAL215 == 1) AND (LT_213_NIVEL >0) AND
(VAL303B ==1))

THEN

LT_213_NIVEL = LT_213_NIVEL - 10;

LT_303B_NIVEL = LT_303B_NIVEL + 5;

ENDIF;

ENDIF;

```
{TK 303 C LLENADO DESDE PREFERMENTACION}
```

```
IF ((VAL1== 1) AND (VAL212 == 1) AND (LT_210_NIVEL >0) AND  
(VAL303C ==1))
```

```
THEN
```

```
    LT_210_NIVEL =LT_210_NIVEL - 10;
```

```
    LT_303C_NIVEL = LT_303C_NIVEL + 5;
```

```
ELSE
```

```
    IF ((VAL1== 1) AND (VAL215 == 1) AND (LT_213_NIVEL >0) AND  
(VAL303C ==1))
```

```
    THEN
```

```
        LT_213_NIVEL =LT_213_NIVEL - 10;
```

```
        LT_303C_NIVEL = LT_303C_NIVEL + 5;
```

```
ENDIF;
```

```
ENDIF;
```

{TK 303 D LLENADO DESDE PREFERMENTACION}

IF ((VAL1== 1) AND (VAL212 == 1) AND (LT_210_NIVEL >0) AND
(VAL303D ==1))

THEN

LT_210_NIVEL =LT_210_NIVEL - 10;

LT_303D_NIVEL = LT_303D_NIVEL + 5;

ELSE

IF ((VAL1== 1) AND (VAL212 == 1) AND (LT_213_NIVEL >0) AND
(VAL303D ==1))

THEN

LT_213_NIVEL =LT_213_NIVEL - 10;

LT_303D_NIVEL = LT_303D_NIVEL + 5;

ENDIF;

ENDIF;

{TK 303 A LLENADO DESDE FERMENTACION}

IF ((217_A == 1) OR (217_B == 1)) AND ((VAL2==1) AND (VAL303A == 1))

THEN

LT_303A_NIVEL = LT_303A_NIVEL + 5;

ENDIF;

{TK 303 B LLENADO DESDE FERMENTACION}

IF ((217_A == 1) OR (217_B == 1)) AND ((VAL2==1) AND (VAL303B == 1))

THEN

LT_303B_NIVEL = LT_303B_NIVEL + 5;

ENDIF;

{TK 303 C LLENADO DESDE FERMENTACION}

IF ((217_A == 1) OR (217_B == 1)) AND ((VAL2==1) AND (VAL303C == 1))

THEN

LT_303C_NIVEL = LT_303C_NIVEL + 5;

ENDIF;

{TK 303 D LLENADO DESDE FERMENTACION}

IF ((217_A == 1) OR (217_B == 1)) AND ((VAL2==1) AND (VAL303D == 1))

THEN

LT_303D_NIVEL = LT_303D_NIVEL + 5;

ENDIF;

```
{LLENADO TANQUE DE VINO}
IF (VAL303AV == 1)
THEN
    LT_303A_NIVEL = LT_303A_NIVEL - 5;
ENDIF;
IF (VAL303BV == 1)
THEN
    LT_303B_NIVEL = LT_303B_NIVEL - 5;
ENDIF;
IF (VAL303CV == 1)
THEN
    LT_303C_NIVEL = LT_303C_NIVEL - 5;
ENDIF;
IF (VAL303DV == 1)
THEN
    LT_303D_NIVEL = LT_303D_NIVEL - 5;
ENDIF;
```

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar el simulador de secuencia que contiene el PLC propuesto antes de ejecutar algún cambio en la lógica de control, lo que permitirá probar los cambios y posibles errores de control de forma que se acelere el tiempo de la puesta en marcha.

El sistema SCADA podrá ejecutar procesos repetitivos en forma precisa y eficiente.

El lazo de control en la etapa de segunda dilución ayudara a tener una mejor utilización de las materias primas en esta etapa y en las siguientes que son las áreas de Prefermentación y Fermentación.

Para lograr los propósitos de la automatización es necesario contar con instrumentos de medición con un rango de precisión bueno y además de un PLC con un scan de ejecución rápido que proporcione la confiabilidad necesaria al sistema.

Con la ayuda del HMI se tiene la capacidad de modificar secuencia de arranque de equipos y cambios en los parámetros de sintonización de los lazos de control, lo que le da al operador la flexibilidad de escoger los equipos disponibles en planta y los parámetros de control adecuados para la diferentes condiciones de la materia prima (melaza).

El HMI diseñado para el proyecto permite establecer una comunicación ágil y transparente entre el operario y los diferentes equipos del proceso.

El HMI visualizara en tiempo real la información de la planta con lo cual el operador podrá realizar correcciones al proceso en una forma mas rápida en el caso de que sea necesario.

El diseño de pantallas de visualización deberán mantener los formatos existentes y estandarizados, facilitando su comprensión a los operarios.

Se deberá capacitar al personal de operación de la planta para que puedan manejar correctamente el nuevo de sistema de control.

BIBLIOGRAFIA

1. Wonderware's In touch, Basic training Course manual
2. Shinskey, F.G. "Sistema de Control de Procesos" Tomo 1, McGraw-Hill / interamericana de México, 1996
3. Smith C. Corripio. A. "Control automático de Procesos Teoría y Práctica" Noriega editorial, México, 1997
4. Endress + Hauser, "Documentación Archive CD", Segunda Edición, 2001
5. Anderson, A., "Instrumentation for Process Measurement and Control", Segunda edición, Chilton Book Company, Radnor Pa, 1972
6. Allen-Bradley and Rockwell software "Catalogos on CD" December 2000.
7. Katsuhiko Ogata "Ingeniería de Control moderna" Segunda edición, PRENTICE-HALL hispanoamericana S.A., 1993 México
8. <http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/refractometros-tablas.htm>
9. <http://www.cpts.org/prodlimp/casosest/08UNAGRO.pdf>

10. http://www.cervezas-argentinas.com.ar/Tabla_de_Conversion_de_Gravedad_Especificada_a_Baume_Brix_Alcohol.htm

ANEXO A

MANUALES DE INSTRUMENTACIÓN

Modelo 389

Manual de instrucciones
N/P 51S00389
Junio de 1999

Sensor de combinación pH/ORP



ROSEMOUNT[®] ANALYTICAL
FISHER-ROSEMOUNT[™] Managing The Process Better.[™]

INSTRUCCIONES ESENCIALES ¡LEA ESTA PAGINA ANTES DE PROCEDER!

Rosemount Analytical diseña, fabrica y prueba sus productos para cumplir con muchos estándares nacionales e internacionales. Debido a que estos instrumentos son productos técnicos sofisticados, usted debe instalarlos, utilizarlos y darles mantenimiento adecuadamente para asegurar que continúen operando dentro de sus especificaciones normales. Las siguientes instrucciones deben ser seguidas e integradas a su sistema de seguridad cuando instale, utilice y dé mantenimiento a los productos de Rosemount Analytical. No seguir las instrucciones adecuadas puede provocar que ocurra cualquiera de las siguientes situaciones: Pérdida de vida; lesiones al personal; daño a la propiedad; daño a este instrumento; e invalidación de la garantía.

- Lea todas las instrucciones antes de instalar, operar y dar servicio al producto. Si este manual de instrucciones no es el correcto, llame al 1-800-654-7768 y se le proporcionará el manual solicitado. Guarde este manual de instrucciones para referencia futura.
- Si usted no entiende cualquiera de las instrucciones, contacte a su representante de Rosemount para su clarificación.
- Siga todas las advertencias, precauciones e instrucciones marcadas en el producto y proporcionadas con el mismo.
- Informe y capacite a su personal en la instalación, operación y mantenimiento adecuados del producto.
- Instale su equipo como se especifica en las instrucciones de instalación del manual de instrucciones adecuado y por los códigos locales y nacionales aplicables. Conecte todos los productos a las fuentes adecuadas de energía eléctrica y presión.
- Para asegurar el desempeño correcto, procure que personal calificado instale, opere, actualice, programe y dé mantenimiento al producto
- Cuando se requiera partes de reemplazo, asegúrese de que personal calificado utilice las especificadas por Rosemount. Partes y procedimientos no autorizados pueden afectar el desempeño del producto y poner en riesgo la operación segura de su proceso. Sustituciones similares podrían ocasionar incendio, riesgos eléctricos, u operación inadecuada.
- Para evitar corto eléctrico y lesiones al personal, asegúrese de que todas las puertas del equipo estén cerradas y que las cubiertas de protección estén en su lugar, excepto cuando las personas calificadas estén dando mantenimiento.

PELIGRO INSTALACIÓN EN ÁREAS PELIGROSAS

Las instalaciones cerca de líquidos inflamables o en ubicaciones de áreas peligrosas deben ser evaluadas cuidadosamente en sitio por personal de seguridad calificado. Este sensor no es intrínsecamente seguro o a prueba de explosión.

Para asegurar y dar mantenimiento a una instalación intrínsecamente segura, se debe utilizar una combinación adecuada de transmisor/ barrier de seguridad/sensor. El sistema de instalación debe ser conforme a los requerimientos de clasificación para áreas peligrosas de la agencia de aprobaciones en vigor (FM, CSA o BASEEFA/CENELEC). Para detalles, consulte el manual de instrucciones del analizador/transmisor.

La instalación, operación y servicio adecuados de este sensor en un área peligrosa es completamente responsabilidad del usuario.

PRECAUCIÓN COMPATIBILIDAD DE APLICACIÓN SENSOR/PROCESO

Los materiales húmedos del sensor pueden no ser compatibles con la composición del proceso y condiciones de operación. La compatibilidad de aplicación es completamente responsabilidad del usuario.

SS-SE

Noviembre de 1992

Rosemount Analytical Inc.
Uniloc Division

2400 Barranca Parkway
Irvine, CA 92606 USA
Tel: (949) 863-1181
<http://www.RAuniloc.com>

ROSEMOUNT® ANALYTICAL
FISHER-ROSEMOUNT™ Managing The Process Better™

SENSOR DE COMBINACIÓN pH/ORP MODELO 389

TABLA DE CONTENIDO

Sección	Título	Página
1.0	DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES	1
1.1	Características y aplicaciones.....	1
1.2	Rendimiento y especificación física	1
1.3	Información para ordenar	2
2.0	INSTALACIÓN	3
2.1	Desempaque e inspección.....	3
2.2	Montaje	3
2.3	Instalación eléctrica.....	4
3.0	PUESTA EN MARCHA Y CALIBRACIÓN	18
3.1	Preparación del sensor	18
3.2	Calibración del modelo 389 pH	18
3.3	Modelo 389 ORP.....	19
4.0	MANTENIMIENTO.....	20
4.1	Limpieza del electrodo	20
4.2	Compensador automático de temperatura	20
4.3	Modelo 389 ORP.....	21
5.0	SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	22
5.1	Solución de problemas.....	22
6.0	DEVOLUCIÓN DE MATERIALES	24

TABLA DE CONTENIDO (Continuación)

LISTA DE TABLAS

Número	Título	Página
3-1	ORP de Solución quinhydrone saturada (en milivolts).....	19
4-1	Valores de R_0 y R_1 para elementos de compensación de temperatura	20
4-2	Temperatura vs Resistencia de Elementos de C. automática de T.	20
5-1	Solución de problemas	22
5-2	Partes de reemplazo y accesorios del modelo 389	23

LISTA DE FIGURAS

Número	Título	Página
1-1	Limitaciones de Presión /Temperatura	2
2-1	Dibujo dimensional.....	4
2-2	Instalaciones en sumersión.....	5
2-3	Instalaciones en derivación de caudal e inserción	6
2-4	Modelo 389 con adaptador de montaje en inserción N/P 23242-02	6
2-5	Detalles de cableado del modelo 389-01-54 con y sin caja de conexiones N/P 22719-02	7
2-6	Detalles de cableado del modelo 389-02-54 para uso con los modelos 1054ApH/ORP-54 y 2054pH-54	8
2-7	Detalles de cableado del modelo 389-02-54 para uso con los modelos 2081pH-05 y 1054pH/ORP-54	9
2-8	Detalles de cableado del modelo 389-02-54 para uso con caja de conexiones (N/P 23309-04) para preamplificador remoto (N/P 22698-03).....	10
2-9	Detalles de cableado del modelo 389-01-54 para uso con los modelos 1054ApH/ORP-07, 1054BpH/ORP-07 y 2054pH-07	11
2-10	Detalles de cableado del modelo 389-01-50/51 para uso con y sin caja de conexiones (N/P 22719-02).....	12
2-11	Detalles de cableado del modelo 389-02-50/51 para uso con caja de conexiones (N/P 23309-03) para preamplificador remoto (CT de 3K).....	13
2-12	Detalles de cableado del modelo 389-02-50 para uso con el modelo 1181pH/ORP-43/44	14
2-13	Detalles de cableado del modelo 389-02-54 para uso con los	15
2-14	Detalles de cableado del modelo 389-02-54 (RTD Pt 100) para uso con caja de conexiones y preamplificador remoto (P/N 23555-00) a	16
2-15	Detalles de cableado del modelo 389-02-54 (RTD Pt 100) para uso con preamplificador remoto (N/P 23054-03).....	17

SECCIÓN 1.0 DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIONES

- **DISEÑO DESECHABLE**, por conveniencia y ventaja económica donde son de principal importancia reducir al mínimo la solución de problemas y los tiempos fuera de servicio para mantenimiento.
- **CUERPO DE TEFZEL¹ RUGOSO**, para máxima resistencia química; completamente sellado para eliminar intrusiones al proceso.
- **CELDA DE REFERENCIA DE TRIPLE UNIÓN**, para una vida más larga del sensor en soluciones de proceso que contengan iones contaminantes.
- **PREAMPLIFICADOR INTEGRADO**, libre de ruido, transmisión de larga distancia de la señal de pH de alta impedancia.

1.1 CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES

El sensor modelo 389 de Rosemount mide el pH o el Potencial de Oxidación Reducción (ORP, siglas en inglés) de soluciones acuosas en tuberías, tanques abiertos o estanques. Es conveniente virtualmente para todas las aplicaciones de pH/ORP donde se requiere un sensor desechable de bajo costo y alto rendimiento. El electrodo de combinación ofrece una unión cerámica periférica. La celda de referencia de triple unión proporciona una vida más larga en soluciones de proceso que contienen amonio, cloro, cianuros, sulfatos u otros iones contaminantes.

El sensor está alojado en un cuerpo de Tefzel, moldeado, químicamente resistente con Viton¹ y O-rings EPDM. La encapsulación completa elimina las intrusiones al proceso. La construcción simplificada, diseñada con la conveniencia del usuario en mente, no requiere reabastecimiento de electrolitos o cualquier reemplazo de componentes.

El método de Rosemount ofrece un preamplificador integrado que convierte la señal de alta impedancia en una señal estable, libre de ruido. Este método se ha convertido en el estándar de la industria para confiabilidad en mediciones.

La instalación se logra fácilmente a través de la amplia variedad de configuraciones de montaje. El modelo 389 ofrece conexiones al proceso frontales e invertidas (MNPT) de 1 pulgada para aplicaciones de inserción, sumersión o de derivación de caudal.

1.2 RENDIMIENTO Y ESPECIFICACIONES FÍSICAS

Rangos medidos: pH: ACCUGLASS™² 0-14

Porcentaje de linealidad sobre el rango de pH		
	Opción 10	Opción 11
0-2 pH	94%	94%
2-12 pH	99%	97%
12-13 pH	97%	98%
13-14 pH	92%	98%

ORP: -1500 to +1500 mV

Partes húmedas:

pH: Tefzel, vidrio, cerámico, Viton
 ORP: Tefzel, vidrio, cerámico, Viton, Platino
 Accesorios: Kynar³, PEEK, PVC, CPVC, S.S. 304

Conexiones al proceso: MNPT de 1 pulgada

Cable Integrado:

Opción 01: 25 ft, con preamplificador integrado
 Opción 02: 15 ft, para uso con preamplificador remoto

Compensación de temperatura:

Automática: De 0 a 85°C (32° a 185° F)

La compensación de temperatura no se requiere para el 389 ORP cuando se usa con los modelos 1060, 1023 ó 1181 ORP

Índice de temperatura: De 0° C a 85° C (32° a 185° F)

Presión máxima: 790 kPa (100 psig) a 65° C

Peso/Peso de envío: 0.45 kg/0.9 kg (1 lb/2 lb)

¹ Tefzel y Viton son marcas registradas de E.I. du Pont de Nemours & Company

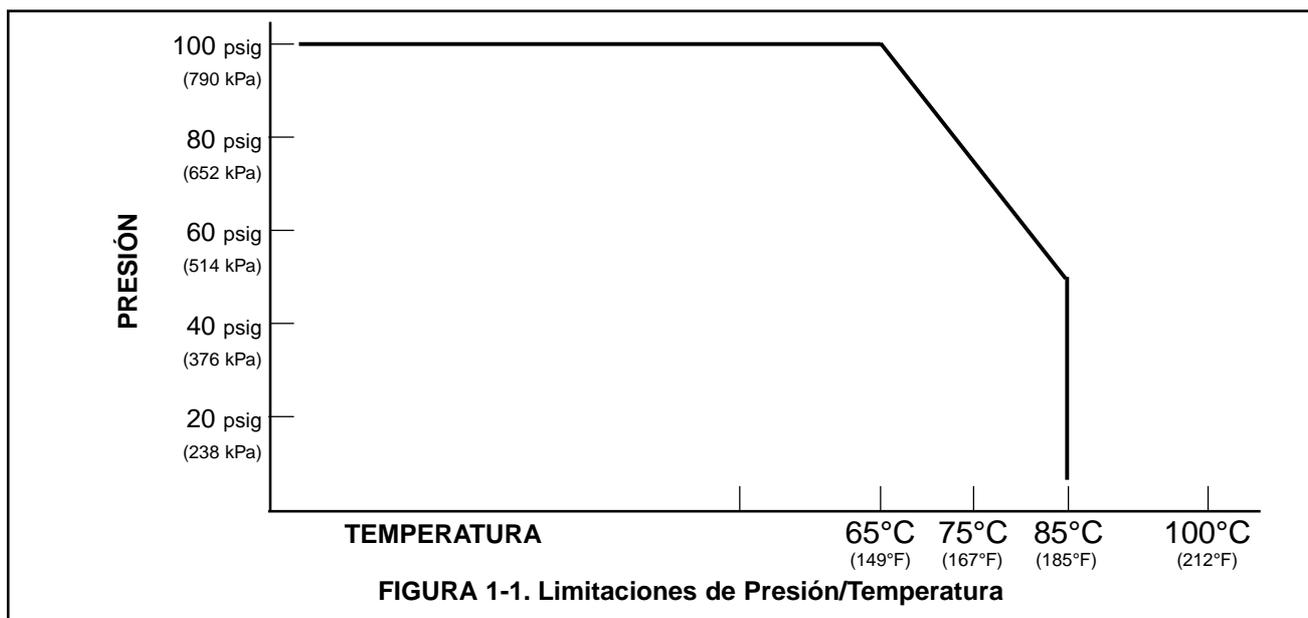
² ACCUGLASS es una marca registrada de Rosemount Analytical.

³ Kynar es una marca registrada de Pennwalt Inc.

1.3 INFORMACIÓN PARA ORDENAR

El **sensor modelo 389 pH/ORP** está alojado en un cuerpo de Tefzel moldeado con roscas MNPT de 1 pulgada, conveniente para instalación en inserción, sumersión o derivación de caudal. El sensor incluye un electrodo de pH o de alto pH de propósito general o un electrodo de ORP de platino con una celda de referencia de triple unión rellena de gel. El modelo 389pH/ORP está disponible con o sin un preamplificador integrado. La compensación automática de temperatura es estándar con el modelo 389pH. La compensación de temperatura se proporciona con el modelo 389 ORP (cuando se usa con los analizadores de ORP modelos 1054/1054A/54/3081).

MODELO 389	SENSOR DE pH SENSOR DE ORP
CÓDIGO	PREAMPLIFICADOR/CABLE (Selección requerida)
01	Con preamplificador integrado, cable de 25 pies (no usar con el modelo 54, 3081, o el analizador 81)
02	Para uso con preamplificador remoto, cable de 15 ft
CÓDIGO	ELECTRODO DE COMBINACIÓN (Selección requerida)
10	Bulbo Hemi de baja resistividad y propósito general (GPLR, siglas en inglés)
11	Alto pH
12	ORP
CÓDIGO	COMPATIBILIDAD DE ANALIZADOR/CT (Selección requerida)
50	Para los modelos 1181, 1050, 1060 (CT de 3K)
51	Para los modelos 1003, 1023 (CT de 3K)
54	Para los modelos 1054, 1054A/B, 2054, 2081; 2700, 54, 3081, 81, 4081, sólo Código 02 (CT de Pt-100)
CÓDIGO	OPCIONES
40	Etiqueta en acero inoxidable (especifique marca)
16	Unión "T" CPVC de 1-1/2 pulgadas con conexiones FNPT de 1 pulgada
389pH	01 10 54 40 EJEMPLO



SECCIÓN 2.0 INSTALACIÓN

2.1 DESEMPAQUE E INSPECCIÓN. Inspeccione el exterior del cartón buscando cualquier daño. Si se detecta daño, contacte inmediatamente al portador. Inspeccione el hardware. Asegúrese de que estén presentes y en buenas condiciones todos los elementos de la lista de empaque. Si falta cualquier parte, notifíquelo a la fábrica. Si el instrumento aparenta estar en condiciones satisfactorias, proceda con la Sección 2.2, Montaje.

NOTA

Guarde los cartones y materiales de empaque originales, ya que la mayoría de las empresas de transportación requieren prueba de daños debido a maltratos por manejo, etc. Además, si es necesario regresar el instrumento a la fábrica, debe empacar el instrumento de la misma forma en que fue recibido. Para las instrucciones de devolución, refiérase a la Sección 6. Si el sensor va a ser almacenado, la bota de vinil debe llenarse con solución buffer de pH y debe volver a colocarse sobre la punta del sensor hasta que se vaya a disponer de él.

PRECAUCIÓN
La solución buffer en la bota de vinil puede ocasionar irritación en piel u ojos.

ADVERTENCIA
El electrodo de vidrio debe estar húmedo en todo momento (en almacenaje y en línea) para maximizar la vida del sensor.

2.2 MONTAJE. El sensor ha sido diseñado para ubicarse en ambientes de procesos industriales. Las limitaciones de temperatura y presión no deben excederse en ningún momento. Una etiqueta de precaución con respecto a este tema está adherida al sensor con el cable. Por favor, no retire la etiqueta. Vea la Figura 2-1.

PRECAUCIÓN
El relleno electrolito interno puede ocasionar irritación en piel u ojos

Pautas de montaje:

1. Agite el sensor para extraer toda burbuja de aire que pueda estar presente dentro de la punta del vidrio de pH.

2. No instale el sensor sobre la horizontal. El sensor debe estar 10° fuera de la horizontal para asegurar la exactitud.
3. No instale el sensor al revés.
4. Con el electrodo estándar ahuecado, las burbujas de aire pueden quedar atrapadas en el extremo del sensor. Este problema se encuentra más comúnmente en áreas de bajo caudal o durante la calibración. Agite la sonda mientras esté inmersa en la solución para extraer las burbujas.

En la mayoría de los casos, el sensor de pH puede simplemente instalarse como se envía y obtenerse lecturas con una exactitud de ± 0.2 pH. Para obtener una exactitud mayor o verificar la operación correcta, el sensor debe calibrarse como un lazo con su analizador o transmisor compatible.

2.2.1 Montaje en sumersión. El sensor modelo 389 tiene una conexión al proceso MNPT de 1 pulgada en la parte posterior del sensor. Utilizando una unión estándar de 1 pulgada, el sensor puede montarse a un tubo de circulación SCH 80 CPVC o PVDF de 1 pulgada. Las roscas taladradas en plástico para tubería tienden a aflojarse después de la instalación. Es, por consiguiente, recomendable que se use cinta de Teflon¹ sobre las roscas y que se revise frecuentemente la firmeza de la conexión para asegurar que no ha ocurrido aflojamiento. Para evitar que agua de lluvia o condensación se filtre al sensor, se recomienda una caja de conexiones a prueba de agua (vea la Figura 2-2). El cable del sensor debe correr a través de un conduit protector para aislarlo de interferencia eléctrica o abuso físico del proceso. El sensor debe instalarse dentro de 80° de vertical, con el electrodo hacia abajo. El cable del sensor no debe tenderse junto con cableado de alimentación o control.

2.2.2 Montaje en derivación de caudal e inserción. El sensor modelo 389 también tiene una conexión al proceso MNPT de 1 pulgada al frente del sensor para montaje en una unión "T" de 1-1/4 pulgadas o al proceso. Para configuraciones de instalación, vea la Figura 2-3. También vea la Figura 2-4.

NOTA

NO DEBEN USARSE LLAVES GRANDES PARA TUBERÍA PARA APRETAR EL SENSOR EN UNA BRIDA U OTRO TIPO DE MONTAJE.

¹ Teflon es una marca registrada de E.I. duPont de Nemours & Co.

2.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA. Las Figuras de la 2-5 a la 2-15 proporcionan las pautas para cablear el sensor 389 a diversos instrumentos de Analizador/Transmisor.

Para determinar qué pauta de cableado usar, localice el número código del sensor a ser instalado. Este número está estampado en el cuerpo del sensor.

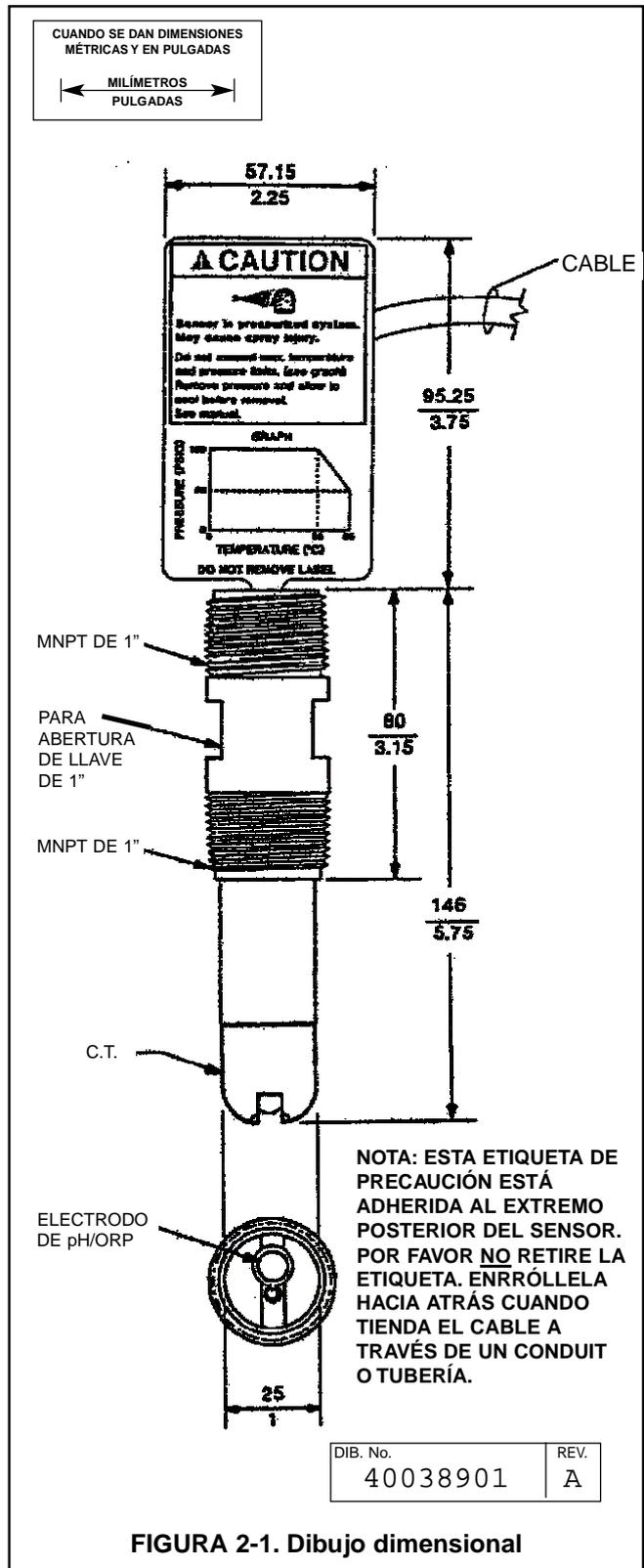
La selección de la pauta para el cableado correspondiente está identificada por el código del Preamplificador/Cable (01/02) y el código de compatibilidad del Analizador/CT (50/51/54).

1. Si el cable necesita extenderse, use un cable blindado para instrumento de cuatro conductores y alta calidad, disponible con Rosemount Analytical. Para conocer la caja de conexiones correcta a usar y los detalles del cableado correspondiente, refiérase a las Figuras 2-5, 2-8, 2-9, 2-10, 2-11 y 2-14.

NOTA

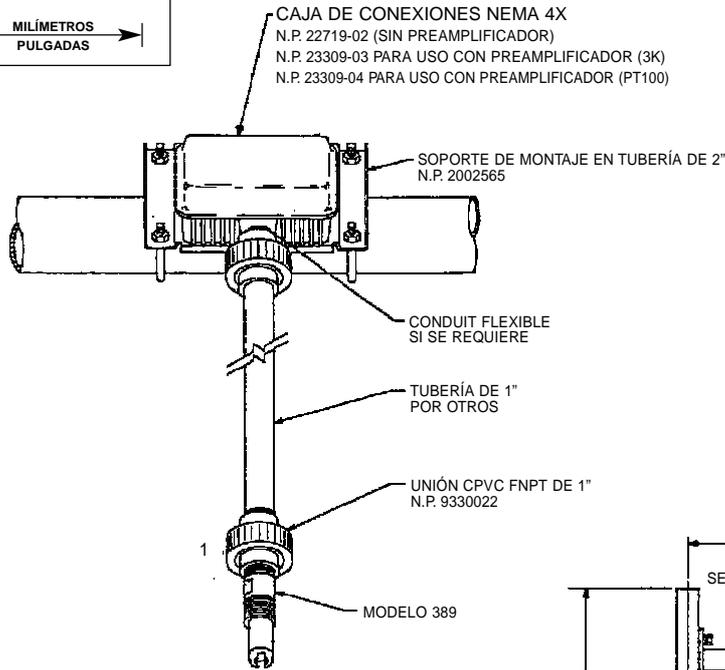
Si el cable es demasiado largo, doble el cable de exceso. Si el cable tiene que acortarse, empalme y termine cada conductor púlcramente y **asegúrese que el hilo de drene general (el más exterior) no se ponga en corto circuito con alguno de los dos hilos de drene interno (blindajes).**

2. El cable de señal debe tenderse en un conduit dedicado (preferiblemente un conduit metálico aterrizado físicamente) y debe mantenerse alejado de líneas de alimentación CA. Para su comodidad, se provee de un kit de zapatas (en una bolsa de plástico envuelta alrededor del cable).



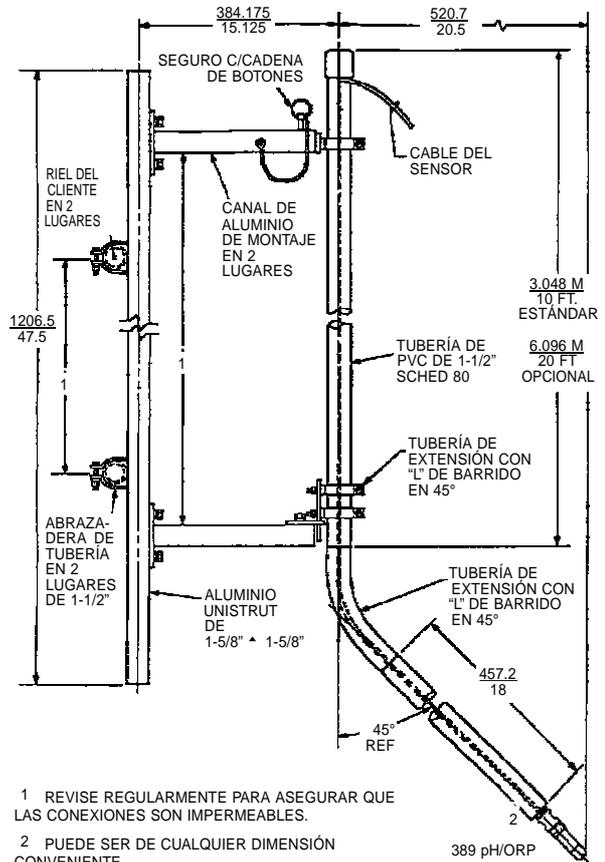
CUANDO SE DAN DIMENSIONES
MÉTRICAS Y EN PULGADAS

MILÍMETROS
PULGADAS



1 REVISE REGULARMENTE PARA ASEGURARSE QUE LAS CONEXIONES SON IMPERMEABLES.
NOTAS: A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE DE OTRA FORMA

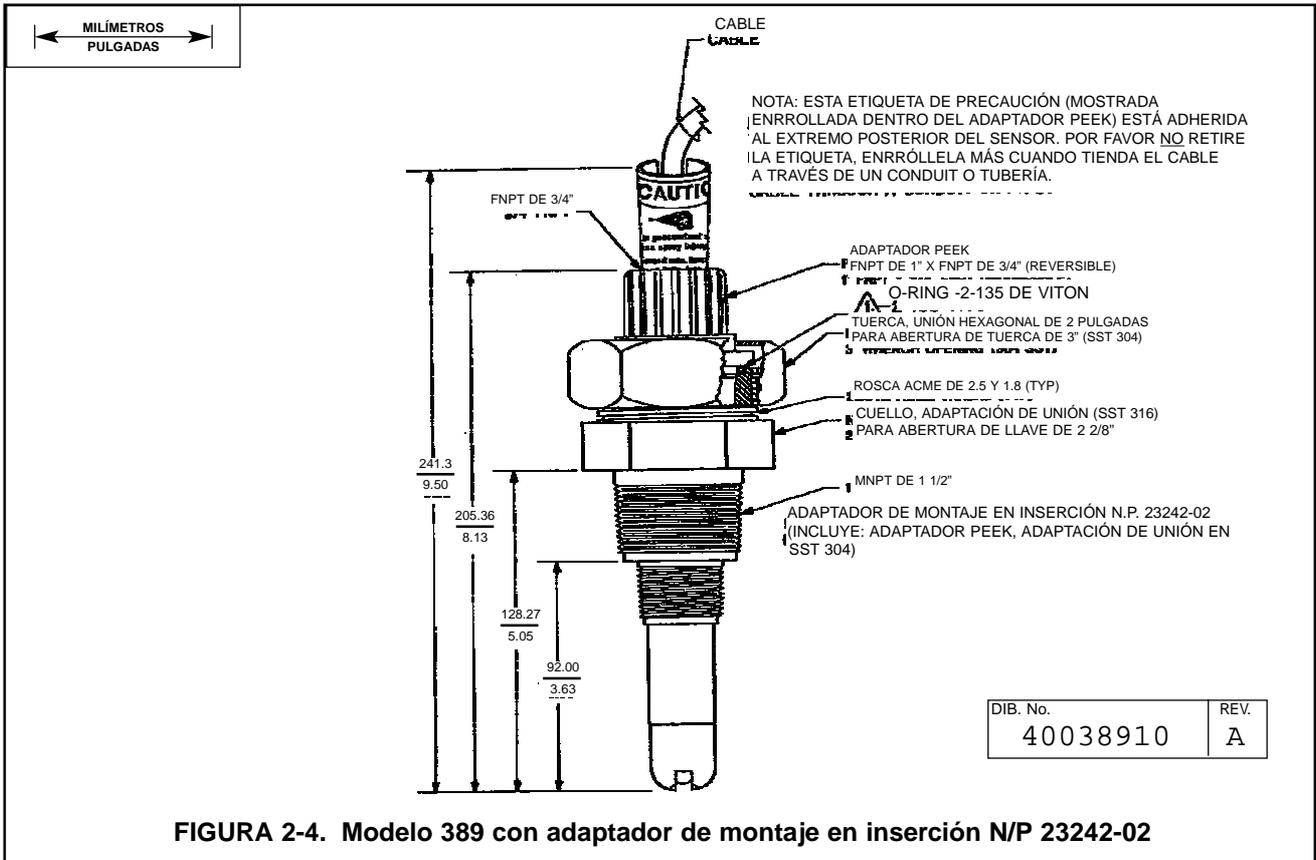
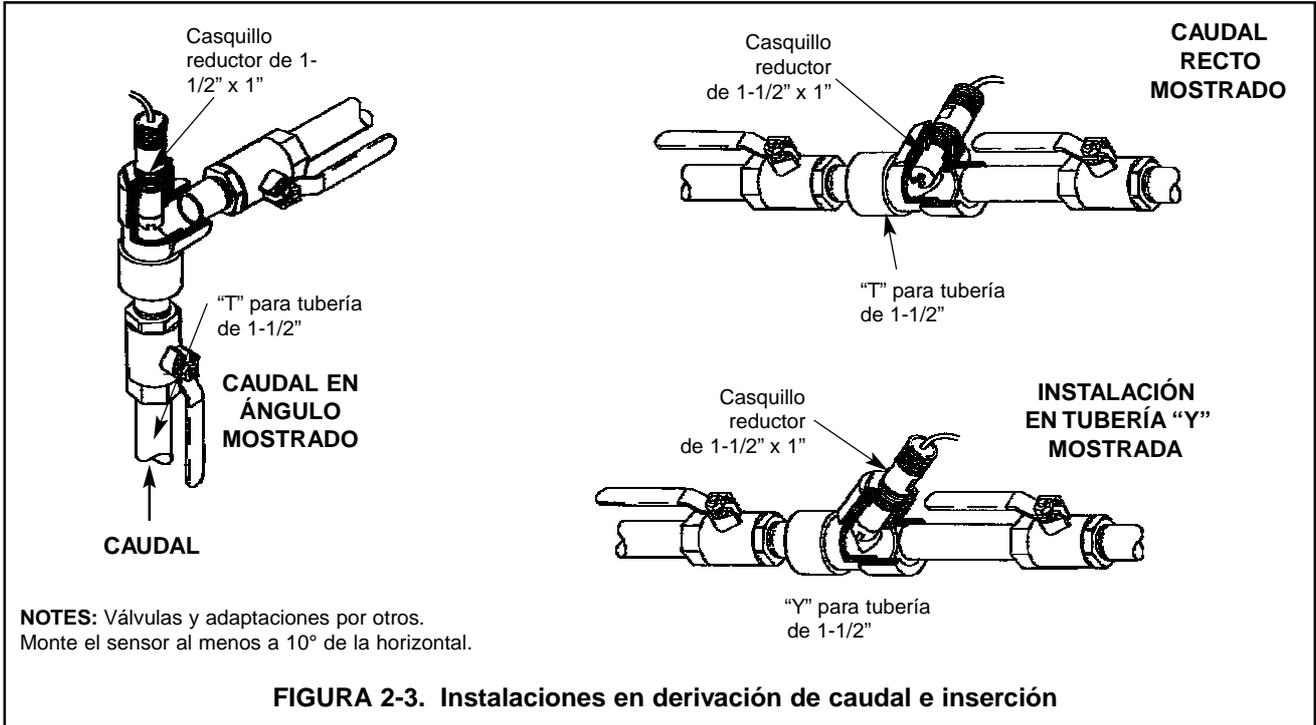
DIB. No. 40038912	REV. A
----------------------	-----------



1 REVISE REGULARMENTE PARA ASEGURAR QUE LAS CONEXIONES SON IMPERMEABLES.
2 PUEDE SER DE CUALQUIER DIMENSIÓN CONVENIENTE
NOTAS: A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE DE OTRA FORMA

DIB. No. 40038911	REV. A
----------------------	-----------

FIGURA 2-2. Instalaciones en sumersión



2.3.1 Cableado. El modelo 389 tiene un preamplificador integrado (excepto la opción 02) y se ofrece estándar con un cable blindado de siete conductores. El cable debe manejarse con cuidado y mantenerse seco y libre de químicos corrosivos en todo momento. Debe tenerse extremo cuidado para evitar que el cable sea torcido, dañado o raspado por bordes o superficies ásperas o puntiagudas. Para las conexiones eléctricas, por favor refiérase a las Figuras 2-5, 2-9 y 2-10 o al manual de instrucciones de su analizador/transmisor.

El modelo 389 pH/ORP-02 es para uso con un preamplificador remoto. Se ofrece con un cable coaxial especial de 15 ft y bajo ruido. Para información del cableado, por favor refiérase a las Figuras 2-6, 2-7, 2-8, 2-11, 2-12, 2-13, 2-14 y 2-15.

PELIGRO
NO CONECTE EL CABLE DEL SENSOR A LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN. SE PODRÍAN PRODUCIR SERIAS LESIONES.

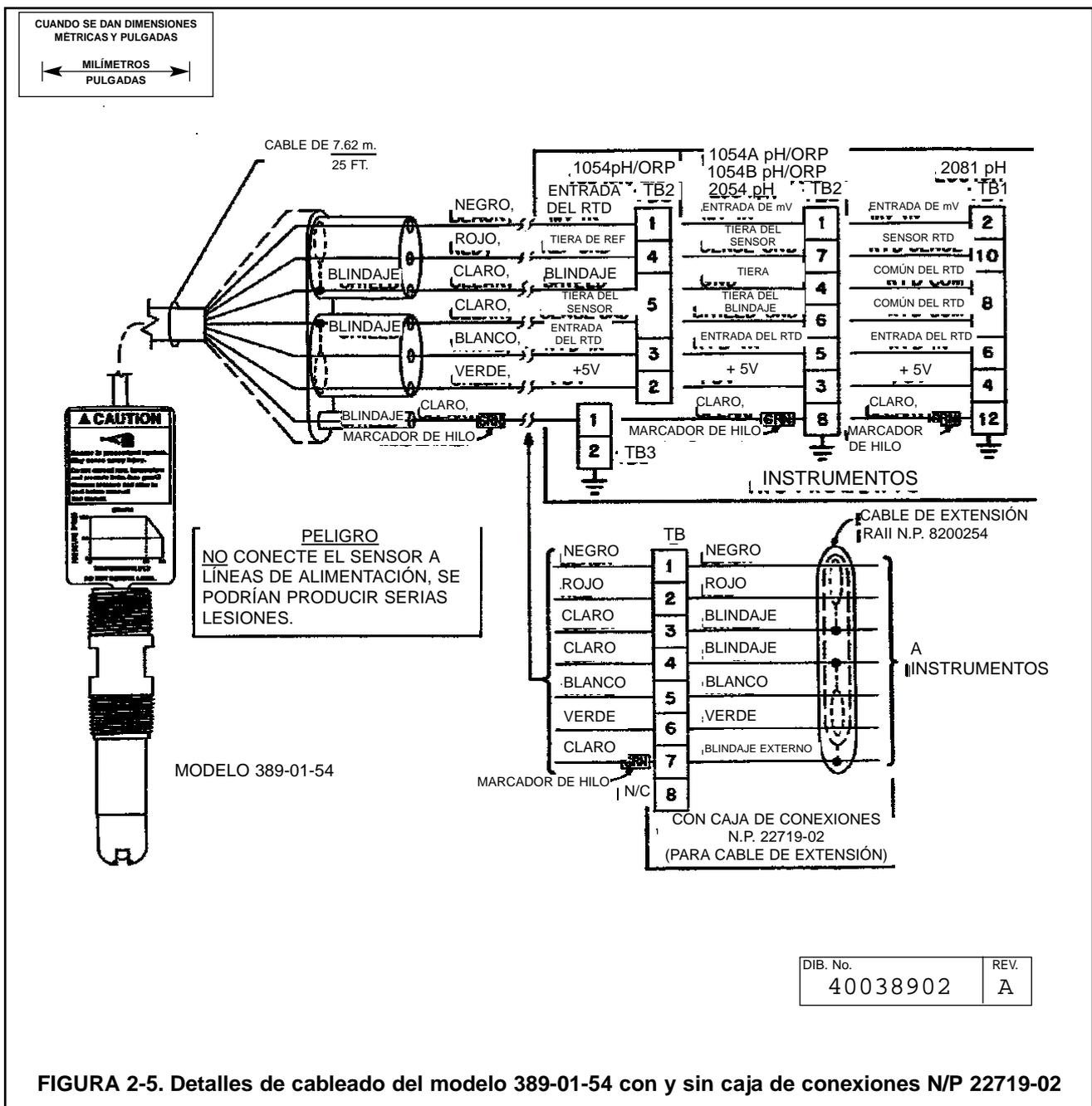


FIGURA 2-5. Detalles de cableado del modelo 389-01-54 con y sin caja de conexiones N/P 22719-02

CUANDO SE DAN DIMENSIONES
MÉTRICAS Y EN PULGADAS



MODELOS 1054A pH/ORP-54, 1054B pH/ORP-54 Y 2054 pH-54
MODELS 1054A pH/ORP-54, 1054B pH/ORP-54 AND 2054 pH-54
VISTA POSTERIOR CON CUBIERTA OMITIDA

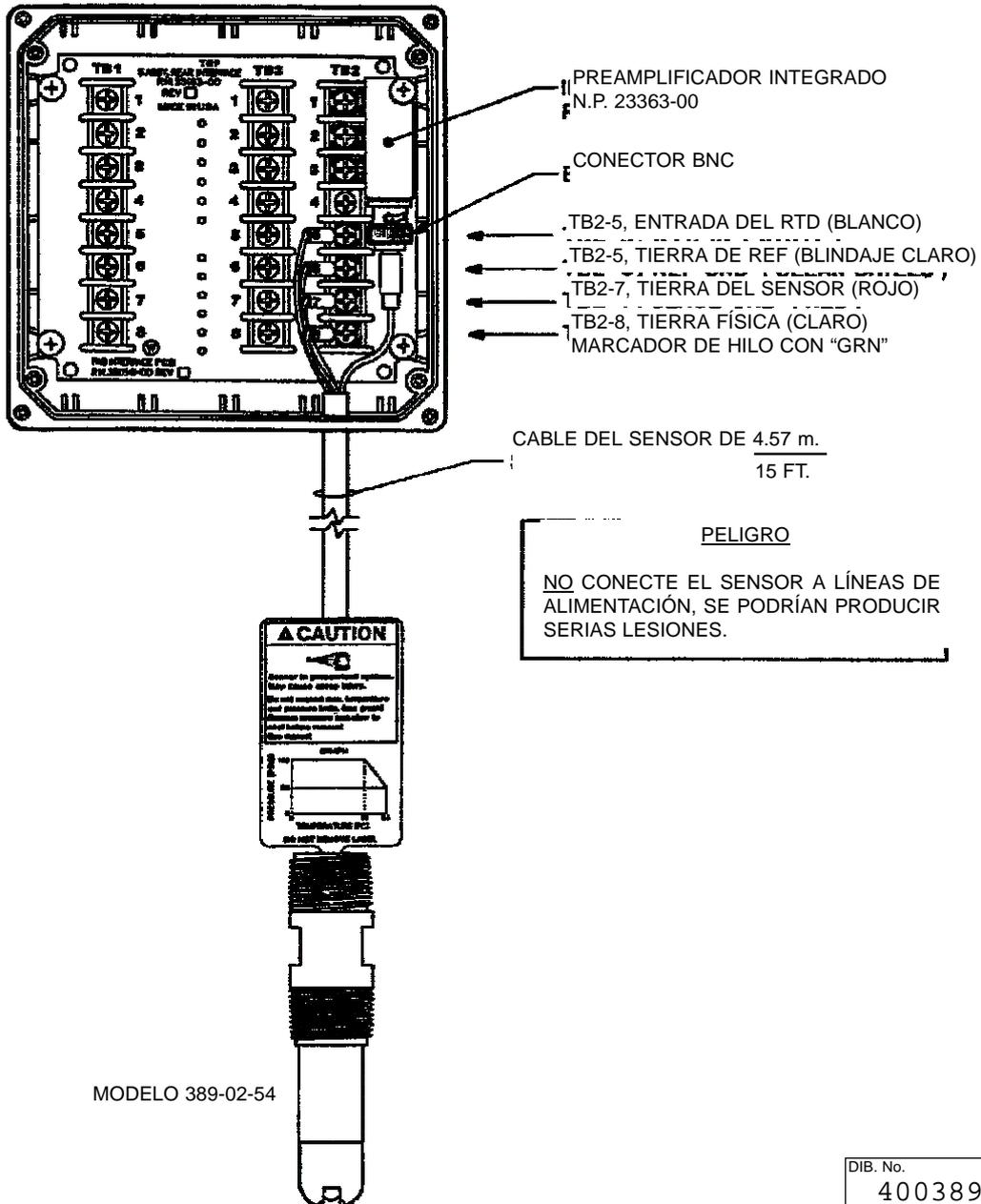
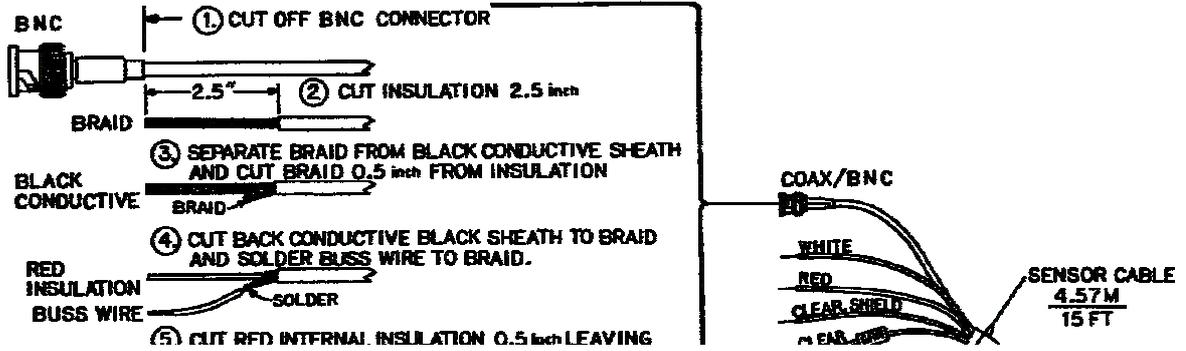


FIGURA 2-6. Detalles de cableado del modelo 389-02-54 para uso con los modelos 1054ApH/ORP-54, 1054BpH/ORP-54 y 2054pH-54

PREPARE THE COAX CABLE AS FOLLOWS:



Instrucciones

24C/24D.LS:IM
Septiembre 2004

24000C/D Series Instructions

ACERO DE CARBÓN DE LA SERIE 24000C E INSTRUCCIONES DE SCOTTY DEL HIERRO DÚCTIL DE LA SERIE 24000D PEQUEÑAS

INSTRUCCIONES

1. Antes de instalar la válvula en la tubería, limpiar a fondo la línea de toda la suciedad, virutas que sueldan con autógena, escala, aceite o grasa, y el otro material extranjero. 2. Instalar la válvula así que el líquido controlado atravesará el cuerpo de válvula en la dirección indicada por la flecha echada en el cuerpo de válvula. 3. Punteo de la tres-válvula permitiría el retiro de la válvula de control de la línea sin el cierre del sistema.

¡PRECAUCIÓN! Antes de procurar hacer cualesquiera trabajos en una válvula mientras que el sistema es en funcionamiento, la válvula se deben aislar 100% del sistema activo y de la línea aislada anulados de la presión y/o de líquidos peligrosos.

4. En caso de una instalación calor-aislada, aislar el cuerpo de válvula solamente, no el capo.

VENTILAR LA TUBERÍA

1. Para un actuador del aire-a-extender (aire-a-cerrar la acción), conectar la línea de presión de actuación de aire con el 1/4 Abertura de NPT en la caja superior del diafragma. Para un actuador de la aire-a-contracción (aire-a-abrir la acción) conectar la línea de presión de actuación de aire con el 1/4 NPT con la caja más baja del diafragma.

2. Utilizar 1/4 en (6.4 milímetros) tubería o el equivalente de O.D. para todas las líneas de aire. Si la línea de aire excede 25 pies (8 m) en longitud, 3/8 en la tubería (9.5 milímetros) se prefiere. Las líneas de aire no deben escaparse. La presión de aire no debe exceder 35 psig (barg 2.5).

¡PRECAUCIÓN!

Al montar o desmontando la válvula, no dar vuelta al vástago de válvula mientras que el enchufe está tocando el asiento de válvula. Esto dañará las superficies de asiento de la válvula.

TRASLAPAR EL ASIENTO DEL METAL

Si la salida de la válvula llega a ser excesiva, puede ser necesario traslapar el asiento de válvula.

1. Quitar el enchufe y el vástago según lo dirigido en cuerpo Desmontaje en la página 1.

2. Aplicar muy bien traslapar el compuesto (e.g. grado 600 Crystolon del Co. de los productos de Estados Unidos) en varios puntos alrededor de la superficie de asiento. Substituir el enchufe en el

¡PRECAUCIÓN! A

Al ajustar el vástago de válvula no agarra el vástago directamente con alicates o una llave. Esto dañará la superficie del vástago, y causa daño al embalaje en la válvula. En lugar, contador-apretar las dos tuercas de fijación (27) en el vástago (5). Esto permitirá que des vuelta al vástago dando vuelta a las tuercas de fijación (27) con una llave. El • al colocar la válvula en tornillo, afianza las caras planas del extremo con abrazadera de la válvula. No afianzar los lados con abrazadera redondeados de la válvula. Esto torcerá la forma del bastidor, y arruinará la válvula.

DESMONTAJE DEL CUERPO

1. Montar la válvula en un tornillo afianzando las caras planas del extremo con abrazadera de la válvula (higo 1). La precaución se debe tomar para no dañar las caras serradas del reborde. 2. Quitar el actuador, provenir las tuercas de fijación (27), indicador del recorrido (58) y tuerca de la impulsión del yugo (9). 3. Dar vuelta al capo (8) en una dirección a la izquierda del cuerpo de válvula (1). Quitar el anillo o (12) y quitar y desechar la junta del cuerpo (49). Una junta nueva debe ser instalada cada vez que la válvula está desmontada. 4. Sacar el enchufe y el montaje del vástago (4 y 5) a través del fondo del capo. Rotar a asamblea para prevenir daño al embalaje. Manejar las piezas cuidadosamente para evitar de dañar el asiento y de dirigir superficies. Limpiar las piezas con un paño suave limpio y examinarlas para las muestras del desgaste. 5. Para quitar el anillo del asiento (2), fabricar una llave especial para contratar los estirones en el anillo. Dar vuelta al anillo del asiento (2) a la izquierda para quitarlo del cuerpo (1). Limpiar a fondo y examinar para las muestras del desgaste.

capo.

3. Atornillar el capo libremente en el cuerpo para servir como guía durante la operación que traslapa.

4. El traslapar excesivo llevará a hombros el anillo del asiento, y no mejorará el asiento.

5. Limpiar el asiento y el enchufe de válvula a fondo cuando el traslapar es completo, quitando todos los rastros de traslapar el compuesto.

Instrucciones

24C/24D.LS:IM
Septiembre 2004

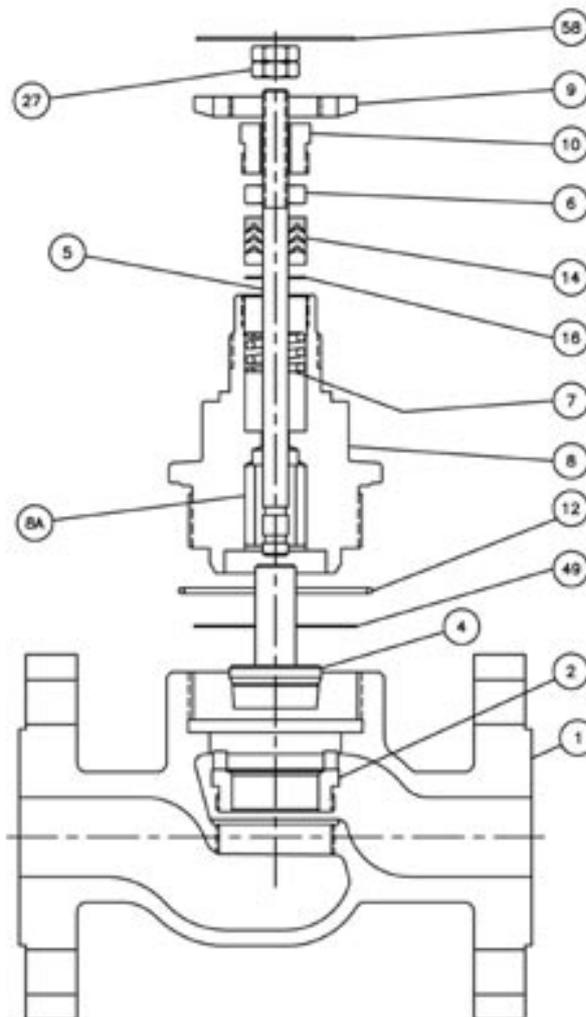
24000C/D Series Instructions

SUBSTITUIR EL EMBALAJE

Referir al cuadro 1 y a las construcciones estándares y opcionales del embalaje ilustradas en la página 6 para determinar el embalaje que se ha instalado previamente en tu válvula.

1. Desmontar la válvula según lo dirigido. Quitar

las tuercas de fijación (27) y el disco del indicador (58), y dar vuelta al vástago del enchufe hacia fuera a través de la caja de embalaje. Quitar el seguidor del embalaje (10) y eliminar el viejo embalaje trabajando del superficie inferior del capo.



Cuadro 1. Asamblea de cuerpo de válvula Demostrado con el embalaje por resorte estándar de PTFE

2. Para el V-Anillo por resorte estándar de PTFE El embalar (véase el higo 1 y 2): Insertar cuidadosamente cada pedazo en la orden exacta demostrada en la ilustración. Dar vuelta al seguidor del embalaje (10) hasta que lleva a hombros en el capo (8). Esto comprimirá el resorte del embalaje (7) para asegurar el lacre constante del vástago a través de la vida del

embalaje.

3. Para el embalaje moldeado de la cinta del grafito (véase el higo. 3): Insertar cuidadosamente cada pedazo en la orden exacta demostrada en la ilustración en la página 7. Apretar el seguidor del embalaje a mano (10). Utilizar una llave para aumentar tirantez dando vuelta al seguidor a los 60 grados adicionales. 4. Para el embalaje de ENVIRO-SEAL (R)

Instrucciones

24C/24D.LS:IM
Septiembre 2004

24000C/D Series Instructions

(véase el higo

4). Insertar cuidadosamente cada pedazo en orden exacta según las indicaciones de figura 4 en la página 7. Apretar el seguidor del embalaje (10) hasta que se comprimen los resortes de Belleville. Esto será señalada por un aumento significativo en resistencia. Retroceder la vuelta del seguidor 1/8 a 1/4. Un boquete de aproximadamente 1/16 pulgada entre el seguidor del embalaje y el capo asegurará el embalaje se asienta correctamente.

NUEVO ENSAMBLE

Insertar una junta nueva del cuerpo (49) y volver a montar el capo (8) con el enchufe y el montaje del vástago en

válvula. El anillo o (12) debe ser reinstalado suavemente estirando sobre el capo y encajándose a presión hacia el boquete entre la tapa del cuerpo (1) y el capo (8). Este anillo o actúa como un polvo/sello de la humedad. Colocar el yugo del actuador sobre el vástago (5). Mientras que inclina el actuador detrás, caer el vástago del excedente de la tuerca de la impulsión del yugo (9) (5). Funcionar las tuercas de fijación (27), y viajar el indicador (58), abajo lo más lejos posible y al revés apretar las tuercas de fijación (27) a la cerradura. Ver las instrucciones apropiadas del actuador.

Tabla 1. Partes Comunes

KEY NO.	DESCRIPTION	0.5 inch / DN15	0.75 inch / DN20	1.0 inch / DN25	1.5 inch / DN40	2.0 inch / DN50
1	Body, Ductile Iron, DIN PN10-40	24000-111	24000-211	24000-311	24000-511	24000-611
	Body, Ductile Iron, ANSI Class 150 RF	24000-113	24000-213	24000-313	24000-513	24000-613
	Body, Carbon Steel, DIN PN10-40	24000-111W	24000-211W	24000-311W	24000-511W	24000-611W
	Body, Carbon Steel, ANSI Class 150 RF	24000-113W	24000-213W	24000-313W	24000-513W	24000-613W
5*	Stem**	24058-100	24058-100	24058-101	24058-102	24058-102
6	Stem Guide	24494-1				
7*	Packing Spring	24467				
8	Bonnet	24000-121	2400-121	24000-321	24000-521	24000-621
8A	Bonnet Bushing	24000-124				
9	Drive Nut (Yoke)	011757-003-153				
10*	Packing Follower	24490-1				
12	O-Ring	24000-151	24000-151	24000-351	24000-551	24000-651
14*	Packing Kit, Spring Loaded PTFE V-Ring, standard	24494T001				
	Packing Kit, Molded Graphite Ribbon, optional	24492T001				
	Packing Kit, ENVIRO-SEAL, optional	24490T001				
16*	Washer	24910				
27	Locknuts (2)	971514-002-250				
49*	Body Gasket, Copper, standard	24000-131	24000-131	24000-331	24000-531	24000-631
	Body Gasket, 316 Stainless Steel reinforced Graphite, optional	24000-132	24000-132	24000-332	24000-532	24000-632
58	Travel Indicator	24299				

Tabla 2A. TABLA DEL ANILLO DEL ENCHUFE Y DEL ASIENTO PARA LAS VÁLVULAS DE 1/2, 3/4, Y 1 PULGADA - ASIENTO DEL METAL

KEY NO.	DESCRIPTION	VALVE SIZE				0.5 in / DN 15	0.75 in / DN 20	1.0 in / DN 25		
		PLUG TYPE	PLUG NO.	ORIFICE DIAMETER in [mm]	Cv	PART NUMBER				
4 (Note A)	Plug (Note B)	316 SST Micro Trim (Linear)	102	0.25 [6.3]	0.02 ^c	24229	24229	24229		
					416 SST (Equal %)	548	0.25 [6.3]	0.2 ^c	24758-13	24758-13	24758-13
		0.5 ^c	24786-11	24786-11				24786-11		
		1.0	24127-10	24127-10				24127-10		
		0.375 [9.5]	1.5	24634-6			24634-6	24634-6		
			2.5	24171-12			24171-12	24171-12		
			4	24185-6			24185-6	24185-6		
		0.8125 [20.6]	7.7	24061-5	---	---				
			10.1	---	24061-5	24061-5				
			13.6	---	---	24062-1				
		316 SST (Equal %)	588	0.25 [6.3]	0.2 ^c	24758	24758	24758		
					0.5 ^c	24786	24786	24786		
					1.0	24127	24127	24127		
				0.375 [9.5]	1.5	24634	24634	24634		
					2.5	24171	24171	24171		
					4	24185	24185	24185		
				0.8125 [20.6]	7.7	24061	---	---		
					10.1	---	24061	24061		
					13.6	---	---	24062		
				316 SST (Linear)	688	0.25 [6.3]	0.5	24898	24898	24898
							1.0	24145	24145	24145
						0.375 [9.5]	1.5	24669	24669	24669
		2.5	24671				24671	24671		
		4	24757				24757	24757		
		0.8125 [20.6]	6			24717	---	---		
			8			---	24717	---		
			9			---	---	24717		
			13			---	---	24791		
		2 (Note A)	Seat Ring 316 SST (Note B)	0.25 inch [6.3 mm] Port Diameter				007635-001-163	007635-001-163	24000-341
				0.375 inch [9.5 mm] Port Diameter				007635-002-163	007635-002-163	24000-342
0.8125 inch [20.6 mm] Port Diameter				007635-005-163	007635-005-163	24000-343				
1.0625 inch [26.9 mm] Port Diameter				---	---	24000-344				
Seat Ring 416 SST (Note B)	0.25 inch [6.3] Port Diameter				007635-001-416	007635-001-416	24000-341-1			
	0.375 inch [9.5 mm] Port Diameter				007635-002-416	007635-002-416	24000-342-1			
	0.8125 inch [20.6 mm] Port Diameter				007635-005-416	007635-005-416	24000-343-1			
	1.0625 inch [26.9 mm] Port Diameter				---	---	24000-344-1			

NOTA A: Piezas de repuesto recomendadas.

NOTA B: Los pedidos del enchufe del reemplazo (artículo 4) deben incluir el vástago (artículo 5, página 3) y serán fábrica equipada montada.

NOTA C: El anillo del asiento que empareja (artículo 2) se debe equipar con los pedidos del enchufe del reemplazo para el enchufe micro número 102 del ajuste y tapar el número 548 y 588, Cv 0.2 y 0.5.

Tabla 2B. TABLA DEL ANILLO DEL ENCHUFE Y DEL ASIENTO PARA EL ASIENTO SUAVE DE LAS VÁLVULAS DE 1/2, 3/4, Y 1 PULGADA

VALVE SIZE						0.5 in / DN 15	0.75 in / DN 20	1.0 in / DN 25
KEY NO.	DESCRIPTION	PLUG TYPE	PLUG NO.	ORIFICE DIAMETER in	Cv	PART NUMBER		
4 (Note A)	Plug (Note B)	316 SST/ PTFE (Equal %)	577	0.375 [9.5]	1.0	24893	24893	24893
					1.5	24796	24796	24796
					2.5	24609	24609	24609
				0.8125 [20.6]	4	24010-2	24010-2	24010-2
					6	24010	---	---
					7.5	---	24010	---
					8.5	---	---	24010
		1.0625	13	---	---	24011		
		316 SST/ PTFE (Linear)	677	0.375 [9.5]	0.1	24660	24660	24660
					0.2	24625	24625	24625
					0.5	24617	24617	24617
					1.0	24631	24631	24631
					2.5	24656	24656	24656
		0.8125 [20.6]	5	24010-1	24010-1	24010-1		
2 (Note A)	Seat Ring (Note B)	0.25 inch [6.3] Port Diameter				007635-001-163	007635-001-163	24000-341
		0.375 inch [9.5 mm] Port Diameter				007635-002-163	007635-002-163	24000-342
		0.8125 inch [20.6 mm] Port Diameter				007635-005-163	007635-005-163	24000-343
		1.0625 inch [26.9 mm] Port Diameter				---	---	24000-344

NOTA A: Piezas de repuesto recomendadas.

NOTA B: Las pedidos del enchufe del reemplazo (artículo 4) deben incluir el vástago (artículo 5, página 3) y serán fábrica equipada montada.

Tabla 3. TABLA DEL ANILLO DEL ENCHUFE Y DEL ASIENTO PARA LAS VÁLVULAS DE 1-1/2 Y 2 PULGADAS

VALVE SIZE						1.5 in / DN 40	2.0 in / DN 50
KEY NO.	DESCRIPTION	PLUG TYPE	PLUG NO.	ORIFICE DIAMETER in [mm]	Cv	PART NUMBER	
4 (Note A)	Plug (Note B)	316 SST/ PTFE (Equal %)	577	1.25 [31.8]	20	24411	---
				1.50 [38.1]	10	24884	24884
					17	24774	24774
					28	24254	24254
		2.0 [50.8]	30	---	24882		
		316 SST/ PTFE (Linear)	677	1.25 [31.8]	20	24436	24436
					10	24799	24799
				1.50 [38.1]	17	24798	24798
					30	---	24891
		2.0 [50.8]	50	---	24070		
		416 SST (Equal %)	548	1.25 [31.8]	10	24421-2	---
					20	24401-2	---
				1.50 [38.1]	10	24635-2	24635-2
					17	24710-2	24710-2
					32.9	24038-2	24038-2
				2.0 [50.8]	30	---	24905-3
		52.9	---	24039-1			
		316 SST (Equal %)	588	1.25 [31.8]	10	24421	---
					20	24401	---
				1.50 [38.1]	10	24635	24635
					17	24710	24710
					32.9	24038	24038
				2.0 [50.8]	30	---	24905
		52.9	---	24039			
316 SST (Linear)	688	1.25 [31.8]	10	24425	---		
			20	24424	---		
		1.50 [31.8]	10	24761	24761		
			17	24899	24899		
			28	24760	24760		
		2.0 [50.8]	30	---	24887		
50	---	24762					
2 (Note A)	Seat Ring 316 SST (Note B)	1.25 inch [31.8mm] Port Diameter				24000-542	---
		1.50 inch [38.1 mm] Port Diameter				24000-541	24000-642
		2.0 inch [50.8 mm] Port Diameter				---	24000-641
	Seat Ring 416 SST (Note B)	1.25 inch [31.8 mm] Port Diameter				24000-542-1	---
		1.50 inch [38.1 mm] Port Diameter				24000-541-1	24000-642-1
		2.0 inch [50.8 mm] Port Diameter				---	24000-641-1

NOTA A: Piezas de repuesto recomendadas.

NOTA B: Los pedidos del enchufe del reemplazo (artículo 4) deben incluir el vástago (artículo 5, página 3) y serán fábrica equipada montada.

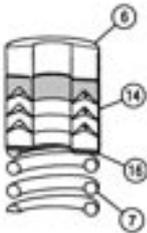
Instrucciones

24C/24D.LS:IM
Septiembre 2004

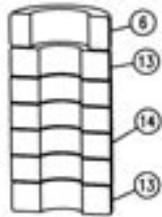
24000C/D Series Instructions

Tabla 4. KIT POR RESORTE DEL EMBALAJE DE PTFE V-RING

KEY NO.	DESCRIPTION	MATERIAL
7	Spring	302 SST (ASTM A313 S30200)
14	Packing Rings (4)	PTFE (Polytetrafluoroethylene)/ PTFE, 25% carbon filled
16	Washer	316 SST (ASTM A240 S31600)
6	Stem Guide	J-2000 (filled Polytetrafluoroethylene)



Cuadro 2. Kit estándar P/N del embalaje



Cuadro 3. Kit moldeado P/N 24492T001 del embalaje del grafito (Grafoil)1

Tabla 5. KIT MOLDEADO DEL EMBALAJE DEL GRAFITO (GRAFOIL)

Ta bl	DESCRIPTION	MATERIAL
13	Bushing (2)	Carbon-Graphite
14	Packing Rings (4)	Graphite
6	Stem Guide	303 SST (ASTM A582 S30300 Condition A)

PESOS Y DIMENSIONES

Tabla 7. ASAMBLEA DE VALVULA

VALVE SIZE		WEIGHTS	
ANSI	EN		
in	DN	lb	kg
0.5	15	9	3.9
0.75	20	11	4.8
1.0	25	14	6.4
1.5	40	22	10
2.0	50	33	15

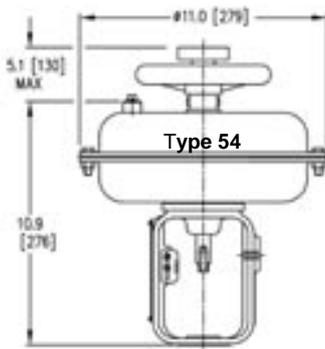
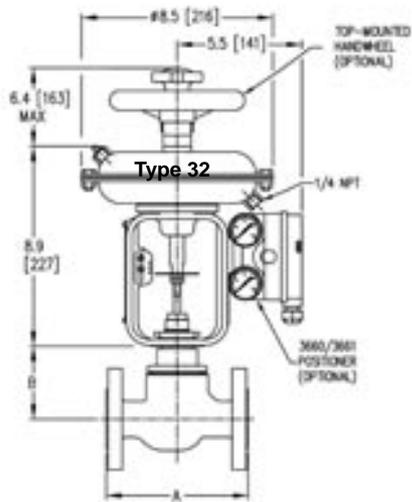
Tabla 8. ACTUADOR

ACTUATOR TYPE	WEIGHTS	
	lb	kg
32	10	4.5
54	25	11.3
70	34	15.4
MV1020	22	10
VA1020	30	13.6
NV24-MFT (non spring return)	3.3	1.5
NVF24-MFT or NVF24-MFT-E (spring return)	4	1.8

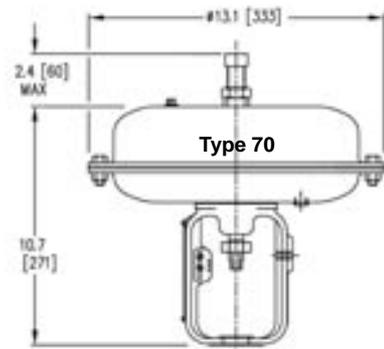
Tabla 9. DIMENSIONES DE VALVULA

VALVE SIZE		"A" FACE-TO-FACE				"B" BONNET	
ANSI	EN	Class 150		EN 10-40			
in	DN	in	mm	in	mm	in	mm
0.5	15	7.25	184	5.1	130	3.2	80
0.75	20	7.25	184	5.9	150	3.2	80
1.0	25	7.25	184	6.3	160	3.3	83
1.5	40	8.75	222	7.9	200	3.9	99
2.0	50	10.00	254	9.1	230	4.2	107

NOTAS: El actuador requiere 4-1/2 pulgadas (115 milímetros) de separación vertical. Dimensiones cara a cara por ISA S75.03.

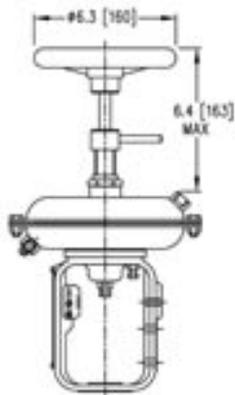


ATO/Fail Closed Action with Handwheel

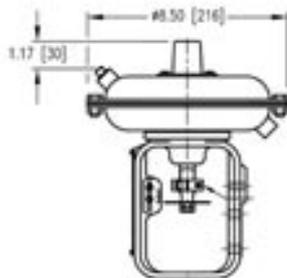


ATO/Fail Closed Action

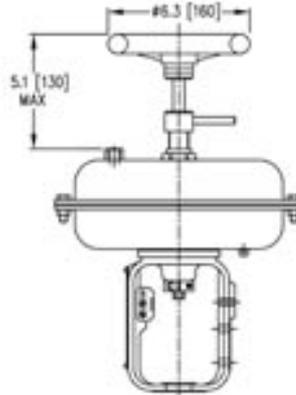
24000C/D FLANGED ATO/Fail Closed Action with Handwheel



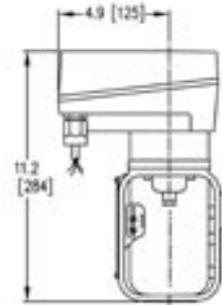
Type 32 ATC/Fail Open Action with Handwheel



Size 32 with adjustable, Open/Close Dual Travel Stops



Type 54 ATC/Fail Open Action with Handwheel



Type NV Electric

ANEXO B

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

Plataforma de automatismo Momentum

Bases de entradas/salidas analógicas



170 AAI pp0 p0

Bases de entradas analógicas

Tipo de entradas	Número de vías	Rangos	Referencia	Peso kg
12 bits + signo	16	$\pm 5\text{ V}$, $\pm 10\text{ V}$, 4-20 mA	170 AAI 140 00	0,215
15 bits + signo	4, diferenciales	Pt 100, Pt 1000, Ni 100, Ni 1000, termopares B, E, J, K, N, R, S, T	170 AAI 520 40	0,215
15 bits + signo	8, diferenciales	$\pm 5\text{ V}$, $\pm 10\text{ V}$, 1-5 V $\pm 20\text{ mA}$, 4-20 mA	170 AAI 030 00	0,215



170 AAO p2p 00

Bases de salidas analógicas

Tipo de entradas/salidas	Número de vías	Rangos	Referencia	Peso kg
12 bits + signo	4	$\pm 10\text{ V}$, 0-20 mA	170 AAO 120 00	0,215
		$\pm 10\text{ V}$, 4-20 mA	170 AAO 921 00	0,215



170 AAM 090 00

Base de entradas/salidas "Todo o Nada" y analógicas

Tipos		Rangos		Referencia	Peso kg
Entradas	Salidas	Entradas	Salidas		
4 entradas analógicas diferenciales	2 salidas analógicas	$\pm 5\text{ V}$, $\pm 10\text{ V}$, 1-5 V, $\pm 20\text{ mA}$, 4-20 mA	0-20 mA, $\pm 10\text{ V}$	170 AMM 090 00	0,240
13 bits + signo	12 bits				
4 entradas "Todo o Nada"	2 salidas "Todo o Nada" 0,5 A	c 24 V	c 24 V		
6 entradas analógicas	4 salidas analógicas	0-10 V	0-10 V	170 ANR 120 90	0,240
14 bits	14 bits				
2 x 4 entradas "Todo o Nada"	1 x 8 salidas "Todo o Nada" 0,25 A	c 24 V	c 24 V		

Características de las bases de entradas analógicas (continuación)

Tipo de bases		170 AAI 140 00			170 AAI 520 40	
Número de entradas		1 × 16			1 × 4 entradas diferenciales	
Tensión de servicio		c V	24		24	
Corriente interna		mA	305 (a c 24 V)		330 (a c 24 V)	
Formato de datos		16 bits enteros con signo (complemento a 2)			16 bits enteros con signo (complemento a 2)	
Protección Base y accionadores		Inversión de polaridad			Inversión de polaridad	
Indicación de error		Ninguna			-	
Rangos			± 10 V	± 5 V	4...20 mA	± 25 mV ± 100 mV
Impedancia de entrada		kΩ	> 2.200	> 2.200	< 0,250	> 10.000 > 10.000
Error a 25 °C			0,15% PE	0,15% PE	0,25% PE	± 21 μV ± 27 μV
Error a 60 °C			0,25% PE	0,25% PE	0,45% PE	± 46 μV ± 94 μV
Deriva de temperatura (60 °C)		‰	30 PE / °C	30 PE / °C	60 PE / °C	- -
PE (escala completa)			10 V	5 V	16 mA	- -
Resolución			12 bits + signo	12 bits + signo	12 bits	15 bits + signo 15 bits + signo
Filtrado			Pasabanda con frecuencia de corte 10 kHz			- -
Fuente de corriente						
Pt 100		mA	-	-	-	- 0,125
Ni 100		mA	-	-	-	- 0,125
Pt 1000		mA	-	-	-	0,125 -
Ni 1000		mA	-	-	-	0,125 -
Tiempo de actualización		ms	1 + 1,5 × n n = número de vías declaradas			500
Indicación de error			Ninguna			-
Aislamiento						
Entre vías		c V	Ninguno			400
Entre alimentación y tierra		c V	500, 1 min			500, 1 min
Entre vías y tierra		a V	1.780, 1 min			1.780, 1 min
Alimentación de base		V	± 30 (salida de tensión o de corriente)			± 30 (salida de tensión o de corriente)
Entre vía modo común y tierra		V	-			c ± 100, a 250
Entre tensión modo común y vías		V	-			c 200, a 115 monofásica o trifásica o a 250 monofásica
Rechazo de modo común						
Entre vía y tierra			a 250 V a 47...63 Hz o c 100 V			c 135 dB, a 145 dB 50 Hz, a 155 dB 60 Hz
Entre vías			-			c 120 dB, a 130 dB 50 Hz, a 140 dB 60 Hz
Rechazo de modo serie			-			a 35 dB 50 Hz, a 45 dB 60 Hz
Protección de entrada			Inversión de polaridad			Inversión de polaridad
Disipación de potencia						
Típica		W	4,95			3,5
Máxima		W	5,55			5,5
Fusible Interno		A	2 fusión lenta			2 fusión lenta

Características de las bases de salidas analógicas

Tipo de bases		170 AAO 120 00		170 AAO 921 00		
Número de salidas		1 × 4		1 × 4		
Tensión de servicio		c V 24		24		
Corriente interna						
Base		mA	530 (a c 24 V)	530 (a c 24 V)		
Accionadores		mA	150 (a c 24 V)	150 (a c 24 V)		
Formato de datos		16 bits enteros con signo (complemento a 2)		16 bits enteros con signo (complemento a 2)		
Protección Base y accionadores		Inversión de polaridad		Inversión de polaridad		
Rangos						
		± 10 V	0...20 mA	± 10 V	4...20 mA	
Impedancia de carga		kΩ	1 como mínimo	0,6 como máximo	1 como mínimo	0,6 como máximo
Carga capacitiva		μF	< 1	< 1	< 1	< 1
Error a 25 °C		%	0,2 PE	0,3 PE	0,2 PE	0,4 PE
Error a 60 °C		%	0,25 PE	0,4 PE	0,25 PE	0,5 PE
Deriva de temperatura (60 °C)		‰	10 PE / °C	30 PE / °C	10 PE / °C	30 PE / °C
Resolución		12 bits + signo		12 bits + signo		
Tiempo de actualización		ms	< 2	< 2	< 2	< 2
PE = salida 10 V ex. salida 20 mA						
Aislamiento						
Entre vías		Ninguno				
Entre alimentación y tierra		c V	500, 1 min			
Entre vías y tierra		a V	1.780, 1 min			
Protecciones de salida		Cortocircuitos en los circuitos de tensión, circuitos abiertos e inversión de polaridad				
Alimentación de base		V	± 30 (salida de tensión o de corriente)			
Rechazo modo común		V	a 250 a 47...63 Hz o c 250 entre vía y tierra			
Disipación de potencia						
Típica		W	5,6			
Máxima		W	8,5			
Fusible Interno		A	2 fusión lenta			

Presentación

Las bases de entradas analógicas Momentum permiten la adquisición de distintos valores analógicos en aplicaciones industriales, como por ejemplo:

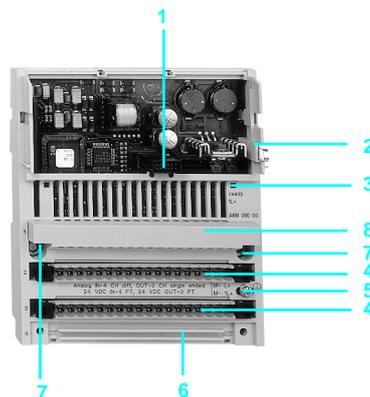
- p Entradas (1-5 V, ± 5 V, ± 10 V, 4-20 mA, ± 20 mA).
- p Entradas (± 25 mV, ± 100 mV).
- p Termopares (B, E, J...).
- p Termosondas (Ni, Pt).

Las bases de salidas analógicas Momentum se utilizan para controlar equipos analógicos tales como válvulas, variadores de velocidad, distribuidores, etc. La corriente o la tensión es proporcional al valor digital definido en el programa de usuario. Las salidas pueden configurarse de forma que, al detenerse el programa, la salida se ponga a cero o mantenga el último valor. Esta función es útil durante la puesta a punto ya que, si las salidas se configuran para mantener el último valor, las interrupciones del programa no afectan en modo alguno al funcionamiento de los equipos analógicos.

Con el propósito de abarcar la mayor gama de aplicaciones posible, las bases de entradas/salidas analógicas Momentum ofrecen, además de la conversión analógica/digital, las funciones siguientes:

- p Elección de los rangos de entradas/salidas (tensión, corriente, termopares, termosondas).
- p Selección del número de vías utilizadas.
- p Compensación de junta fría para termopares.
- p Detección de ruptura de hilo (170 AAI 030 00, 170 AAI 140 00, 170 AAI 520 00).

Descripción



Las bases de entradas/salidas analógicas **170 App** incluyen en la parte frontal:

- 1 Un conector de interfaz interno para el módulo de comunicación o el módulo procesador.
- 2 Un contacto de enclavamiento y de tierra para el módulo de comunicación o el módulo procesador.
- 3 Pilotos de señalización del estado (cantidad según el número de vías).
- 4 Tres conectores para los borneros desenchufables.
- 5 Un tornillo de puesta a tierra.
- 6 Un zócalo para la barra de potencial.
- 7 Dos orificios de fijación para montaje en panel.
- 8 Una tapa de protección.

Conectores que se piden por separado:

- borneros desenchufables con tornillos o de resorte **170 XTS 00p 00**,
- barras de potencial, de 1 a 3 filas, con tornillos o de resorte **170 XTS 00p 01**.

Características

Tipo de módulos	170 PNT 110 20/160 20	170 NEF 110 21/160 21
Automata maestro de la red	Quantum, Premium	Compact 984
Estructura	Naturaleza	Soporte industrial
	Topología	Enlace de los equipos por encadenamiento o derivación
	Longitud	Cable: 450 m, 1.350 con repetidores. F.O.: ≤ 10 km
	Método de acceso	Bus de testigo
Transmisión	Velocidad	1 M bits/s
	Medio	Par trenzado (F.O. 62,5/125 utilizando repetidores electroópticos)
Formato de datos	IEC	984
Número de equipos Momentum		
	Por segmento	31 puntos de conexión por segmento
	Máximo	63 sobre el conjunto de los segmentos
Comportamiento sobre defecto de comunicación	Entradas/salidas TON: forzado al estado 0 Entradas/salidas analógicas: configurable (mantenimiento en el valor, repliegue al valor o al valor de escala completa)	
Servicios	Configuración: Peer Cop y bloque de función MSTR, explotación: "peer-to-peer"	

Referencias



170 PNT 110 20/NEF 110 21



170 PNT 160 21/NEF 160 21



AS MBKT 085

Designación	Conexión	Automata maestro del bus	Referencia	Peso kg	
Módulos de comunicación para bases de entradas/salidas Momentum	Red Modbus Plus no redundante	Premium, Quantum	170 PNT 110 20	0,110	
		Compact 984	170 NEF 110 21	0,110	
	Red Modbus Plus redundante	Quantum	170 PNT 160 20	0,110	
		Compact 984	170 NEF 160 21	0,110	
Caja de derivación Modbus Plus	Caja IP 20 para conexión por derivación (Te)		990 NAD 230 00	0,230	
Conector hembra tipo SUB-D 9 contactos	Conexión módulo de comunicación		AS MBKT 085	-	
Terminación de línea (lote de 2)	2 adaptadores de impedancia para caja (IP 20) 990 NAD 230 00		AS MBKT 185	-	
Cables de conexión (1)					
Designación	Utilización	Longitud	Referencia	Peso kg	
	De	Hacia			
Cables principales Modbus Plus	Caja de derivación	Caja de derivación	30 m	490 NAA 271 01	-
			150 m	490 NAA 271 02	-
			300 m	490 NAA 271 03	-
			450 m	490 NAA 271 04	-
			1.500 m	490 NAA 271 06	-
Cables de derivación	Módulo de comunicación para bases de entradas/salidas Momentum	Caja de derivación 990 NAD 230 00	2,4 m	990 NAD 211 10	0,530
			6 m	990 NAD 211 30	0,530
Otros accesorios de conexión				-	
(1) Otros accesorios y cables de conexión red Modbus Plus, consultarnos.					

Aplicaciones	Módulos de entradas/salidas distantes Momentum en red Modbus Plus	Módulos de entradas/salidas distantes	
Tipo de bus y de red	Modbus Plus		
Topología			
Interface físico	Norma Modbus Plus		
Método de acceso	Paso de testigo "Token passing"		
Velocidad de transmis.	1 M bits/s		
Medio			
Naturaleza	Par trenzado / F.O. con adaptador		
Topología	Multipunto		
Redundancia	No	Sí	No
Número máx. de equipos Momentum			
Por segmento	32		
En conjunto	64		
Longitud máxima	Cable: 450 m, 1.350 con repetidores F.O.: hasta 10 km		
Tipo de módulos comunicadores	170 PNT 110 20	170 PNT 160 20	170 NEF 110 21
Páginas	45		

Características

Tipo de módulos	170 PNT 110 20/160 20	170 NEF 110 21/160 21
Automata maestro de la red	Quantum, Premium	Compact 984
Estructura	Naturaleza	Soporte industrial
	Topología	Enlace de los equipos por encadenamiento o derivación
	Longitud	Cable: 450 m, 1.350 con repetidores. F.O.: ≤ 10 km
	Método de acceso	Bus de testigo
Transmisión	Velocidad	1 M bits/s
	Medio	Par trenzado (F.O. 62,5/125 utilizando repetidores electroópticos)
Formato de datos	IEC	984
Número de equipos Momentum	Por segmento	31 puntos de conexión por segmento
	Máximo	63 sobre el conjunto de los segmentos
		31 puntos de conexión por segmento
Comportamiento sobre defecto de comunicación	Entradas/salidas TON: forzado al estado 0	
	Entradas/salidas analógicas: configurable (mantenimiento en el valor, repliegue al valor o al valor de escala completa)	
Servicios	Configuración: Peer Cop y bloque de función MSTR, explotación: "peer-to-peer"	

Referencias



170 PNT 110 20/NEF 110 21



170 PNT 160 21/NEF 160 21



AS MBKT 085

Designación	Conexión	Automata maestro del bus	Referencia	Peso kg	
Módulos de comunicación para bases de entradas/salidas Momentum	Red Modbus Plus no redundante	Premium, Quantum	170 PNT 110 20	0,110	
		Compact 984	170 NEF 110 21	0,110	
	Red Modbus Plus redundante	Quantum	170 PNT 160 20	0,110	
		Compact 984	170 NEF 160 21	0,110	
Designación	Utilización		Referencia	Peso kg	
Caja de derivación Modbus Plus	Caja IP 20 para conexión por derivación (Te)		990 NAD 230 00	0,230	
Conector hembra tipo SUB-D 9 contactos	Conexión módulo de comunicación		AS MBKT 085	-	
Terminación de línea (lote de 2)	2 adaptadores de impedancia para caja (IP 20) 990 NAD 230 00		AS MBKT 185	-	
Cables de conexión (1)					
Designación	Utilización	Longitud	Referencia	Peso kg	
Cables principales Modbus Plus	Caja de derivación	Caja de derivación	30 m	490 NAA 271 01	-
			150 m	490 NAA 271 02	-
		300 m	490 NAA 271 03	-	
		450 m	490 NAA 271 04	-	
		1.500 m	490 NAA 271 06	-	
Cables de derivación	Módulo de comunicación para bases de entradas/salidas Momentum	Caja de derivación 990 NAD 230 00	2,4 m	990 NAD 211 10	0,530
			6 m	990 NAD 211 30	0,530
Otros accesorios de conexión				-	
(1) Otros accesorios y cables de conexión red Modbus Plus, consultarnos.					

Características de las bases de entradas/salidas "Todo o Nada" (continuación)

Tipo de base		170 ADM 390 30	170 ARM 370 30
Número de entradas		1 × 10	
Número de salidas		2 × 4	
Tensión de servicio		V c 24	a 120 (47...63 Hz)
Corriente interna		mA 250 (a c 24 V)	5 mín.
Entradas	Tensión	c V 24	
	Tipo de señal	Alto nivel	
	Tensión a 1	c V + 11...+ 30	
	Tensión a 0	c V - 3...+ 5	
	Corriente de entrada	mA 2,5 mín. en estado 1 (6 mA a c 24 V), 1,2 máx. en estado 0	
	Rango de entrada	c V - 3...+ 30	
	Resistencia de entrada	kΩ 4	-
	Tiempo de respuesta	ms 2,2 de 0 en el estado 1, 3,3 de 1 en el estado 0	
Salidas	Tensión	V a 24 ...230, c 20...115	a 24 ...230
	Tipo	Salidas relé de cierre	
	Capacidad de corriente c 24 V	A > 0,005 (contactos nuevos), carga resistiva 2 A máx., carga inductiva 1 A máx. (LR ≤ 40 ms)	-
	Capacidad de corriente c 115 V	A Carga resistiva 0,5 A máx. (corriente de conmutación ≤ 1,5 A), carga inductiva 0,15 A máx. (LR ≤ 40 ms)	-
	Capacidad de corriente a 24 V	A 2 máx. (corriente de conmutación ≤ 1,5 A) cos φ = 1,1 A máx. cos φ = 0,5	2 por punto, 8 por grupo, 16 por módulo
	Capacidad de corriente a 230 V	A 2 máx. (corriente de conmutación ≤ 1,5 A) cos φ = 1,1 A máx. cos φ = 0,5	-
	Corriente de fuga	mA < 1 a a 230 V	-
	Indicación de error	Ninguna	
	Tiempo de respuesta	ms 10 de 0 en estado 1 a 60 Hz, 10 de 1 en estado 0 a 60 Hz	
	Ciclos de conmutación máx.	> 30 × 10 ⁶ (mecánico), > 1 × 10 ⁵ (carga inductiva con circuito de protección externo)	
Aislamiento	Entre entradas	Ninguno	
	Entre grupos de salidas	V ef a 1.780	
	Entre entrada y salida	V ef a 1.780	
	Entre grupo de salidas e interface de comunicación	V ef a 1.780	a 500
	Entre entradas de campo y módulo de comunicación	V ef a 1.780	
Disipación de potencia	Típica	W 5,5	
	Máxima	W 8,5	

Plataforma de automatismo Momentum

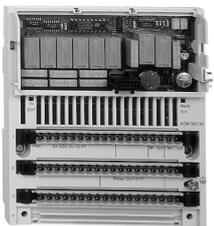
Bases de entradas/salidas "Todo o Nada"



170 ADI pp0 p0



170 ADO pp0 p0



170 ADM pp0 pp

Bases de entradas "Todo o Nada"

Naturaleza de corriente	Tensión de entrada	Modularidad (n.º de vías)	Conformidad IEC 1131-2	Referencia	Peso kg
c	24 V	16 (1 × 16)	Tipo 1	170 ADI 340 00	0,190
		32 (2 × 16)	Tipo 1	170 ADI 350 00	0,200
a	100...120 V	16 (2 × 8)	Tipo 2	170 ADI 540 50	0,284
	200...240 V	16 (2 × 8)	Tipo 2	170 ADI 740 50	0,284

Bases de salidas "Todo o Nada"

Naturaleza de corriente	Tensión de salida	Modularidad (n.º de vías)	Características de las vías	Referencia	Peso kg
c estática, protegida	24 V	16 (2 × 8)	0,5 A	170 ADO 340 00	0,210
		32 (2 × 16)	0,5 A	170 ADO 350 00	0,210
a triac, protegida, 1 fusible por grupo	100...120 V	8 (2 × 4)	2 A	170 ADO 530 50	0,320
		16 (2 × 8)	0,5 A	170 ADO 540 50	0,284
	200...240 V	8 (2 × 4)	2 A	170 ADO 730 50	0,320
		16 (2 × 8)	0,5 A	170 ADO 740 50	0,284

Bases de entradas/salidas "Todo o Nada"

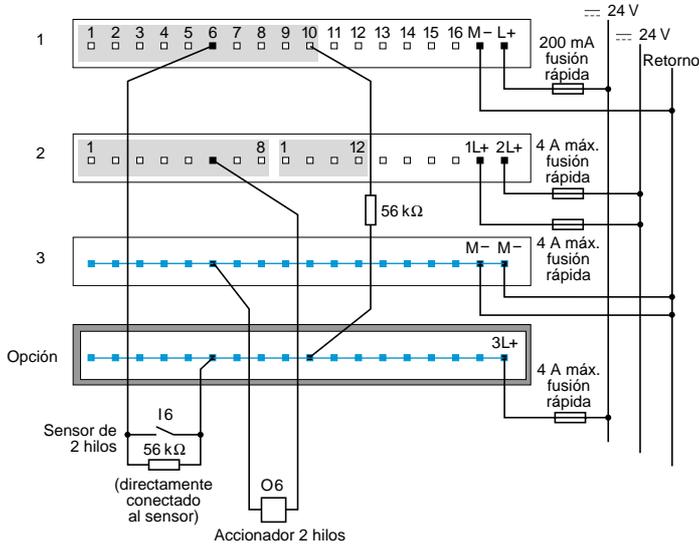
Naturaleza de corriente	Tensión de entrada	Tensión de salida	Modularidad		Referencia	Peso kg
			Entradas	Salidas		
c estática	c 24 V Tipo 1	c 24 V protegida	16 E (1 × 16)	16 S (2 × 8) 0,5 A	170 ADM 350 10	0,200
			16 E, rápidas	16 S (2 × 8) 0,5 A	170 ADM 350 11	0,200
			16 E (4 × 4)	8 S (2 × 4) 2 A	170 ADM 370 10	0,220
			16 E, control de hilos (1 × 16)	12 S (1 × 8 y 1 × 4) 0,5 A	170 ADM 390 10	0,260
a o c relé	c 24 V Tipo 1	a 24/240 V c 20/115 V	10 E (1 × 10)	8 S (2 × 4) 2 A	170 ADM 390 30	0,260
			a 120	a 24/240 V	10 E (1 × 10)	8 S (2 × 4) 2 A	170 ARM 370 30	0,260
a triac	a 100...120 V a Tipo 2	a 120 V	10 E (1 × 10)	8 S 0,5 A protegida por 1 fusible	170 ADM 690 51	0,220

Plataforma de automatismo Momentum

Bases de entradas/salidas "Todo o Nada" distantes Momentum

170 ADM 390 10

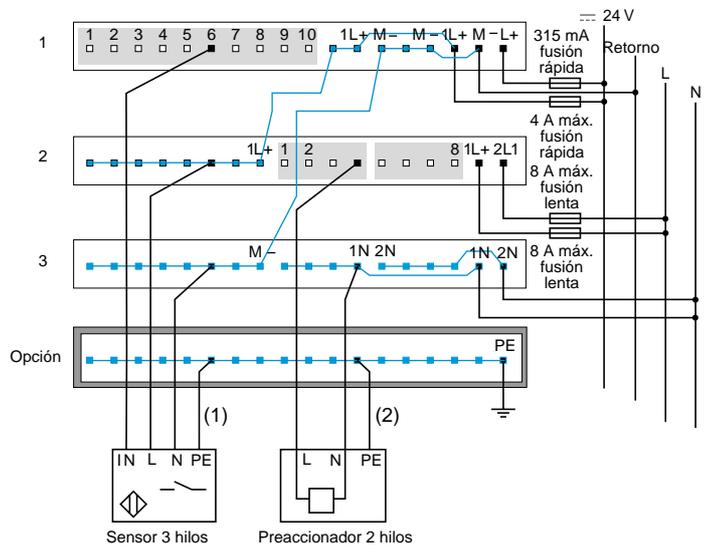
Ejemplo de cableado externo de sensor/accionador de 2 hilos



Grupo de vías
Cableado interno

170 ADM 390 30

Ejemplo de cableado externo de sensor 3 o 4 hilos/preaccionador 2 o 3 hilos

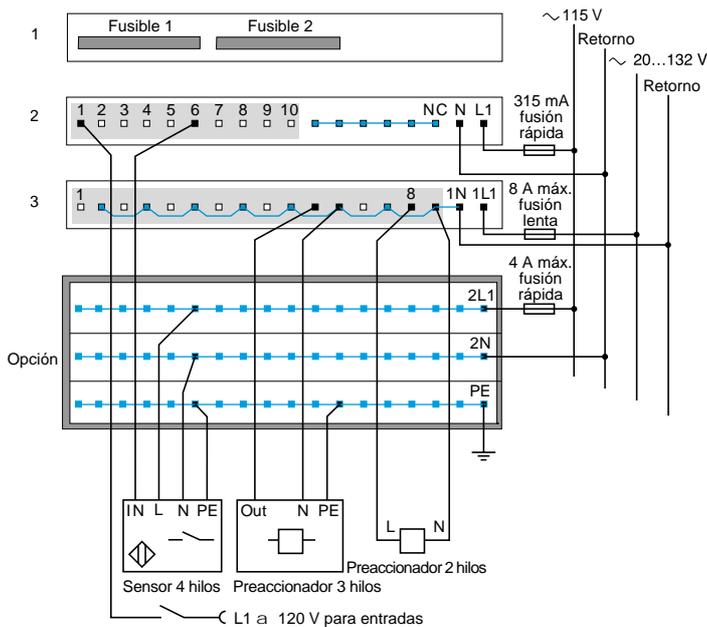


Grupo de vías
Cableado interno

(1) Para sensor de 4 hilos
(2) Para preaccionador de 3 hilos

170 ADM 690 51

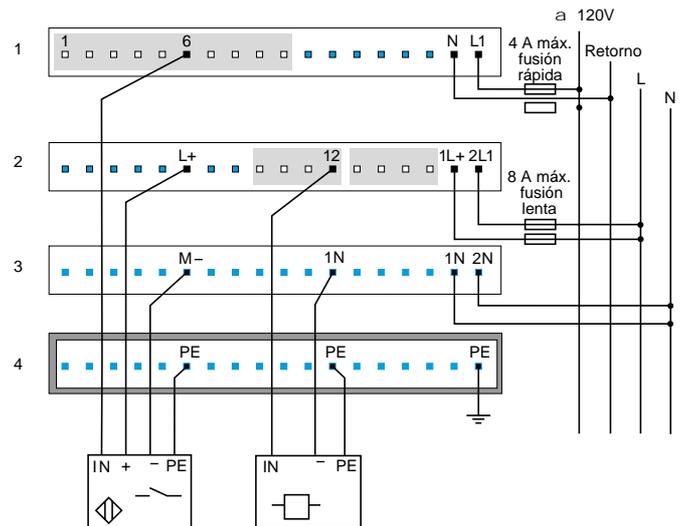
Ejemplo de cableado externo de sensor de 4 hilos/preaccionadores de 2 y 3 hilos



Grupo de vías
Cableado interno

170 ARM 370 30

Ejemplo de cableado externo de sensor de 4 hilos/preaccionador de 3 hilos



Grupo de vías

Entorno				
Tipo de procesadores		171 CCC 760 10	171 CCC 780 10	
Temperatura	De funcionamiento	°C	0...60	
	De almacenamiento	°C	-40...85	
Humedad relativa		5...96% (sin condensación)		
Altitud	m	2.000		
Resistencia mecánica (inmunidad) A las vibraciones		57...150 Hz @ 1 G 10...57 Hz @ 0,075 mm d.a.		
	A los choques	± 15 G punta, 11 ms, onda semisinusoidal		
Conformidad		UL, CE, CUL, FM Clase 1 Div. 2, NEMA 250 Tipo 1, e IP20 conforme a IEC52 (homologaciones en curso)		
Características				
Procesador		base × 86 (Intel o AMD)		
Longitud de palabra	bit	16		
Tensión de alimentación	C	5,0 V (suministrada mediante la base de entradas/salidas)		
Tolerancia de tensión		± 5% (suministrada mediante la base de entradas/salidas)		
Inmunidad IFR/susceptibilidad IEM/Descarga electrostática		Conforme a CE para equipos abiertos. Equipos abiertos para instalar en un armario industrial estándar, con acceso restringido al personal de mantenimiento cualificado		
Rigidez dieléctrica		RS 232 sin aislar del común lógico		
Pilotos de señalización		Pilotos de diagnóstico y de estado, estándar		
Velocidad procesador	MHz	32		
Puertos de comunicación	n.º 1	RS 232 C Modbus		
	n.º 2	Bus de E/S (derivado de Interbus)	RS 485 Modbus	
Capacités	Memoria de usuario	K	18	
	Memoria de datos	K	24	
	Entradas/salidas "Todo o Nada"		8.192 entradas/8.192 salidas (en total 8.192 bits que pueden configurarse para las entradas/salidas TON y las entradas/salidas analógicas, mixtas en los límites)	
	Entradas/salidas del registro		26.048 entradas/26.048 salidas (en total 26.048 pals. que pueden configurarse para las entradas/salidas TON y las entradas/salidas analógicas, mixtas en los límites)	
	Entradas/salidas máx.		8.192 bits (4.096 entradas/4.096 salidas; las entradas/salidas pueden ampliarse con ayuda de un Módulo Modbus Plus opcional y de un Peer Cop.)	<local> (sin puerto bus de entradas/salidas; las entradas/salidas pueden ampliarse con ayuda de un Módulo Modbus Plus opcional (2.048 10 pts, y de un Peer Cop.)
	Tiempo de ciclo	ms/K	1	
N.º de estaciones de entradas/salidas en Bus de E/S		Modsoft: 80 Concept: 128	—	

Plataforma de automatismo Momentum

Módulos procesadores M1

Presentación

Los módulos procesadores M1 de Momentum pertenecen a la familia de los productos Modicon. Es posible montar estos módulos en las bases de entradas/salidas Momentum para hacer las entradas/salidas inteligentes. El módulo procesador trata de una forma rápida e independiente las operaciones lógicas, controla sus propias entradas/salidas locales ("Todo o Nada" o analógicas) y comunica con otras entidades a través de uno de los módulos opcionales de comunicación Momentum. El módulo procesador transforma una base estándar de entradas/salidas en un autómatas de gran velocidad.

Los módulos procesadores M1 están concebidos para ser montados sobre una base de entradas/salidas única, según el tipo, aceptan entradas/salidas a distancia a través del Puerto I/O Bus. Un módulo opcional interpuesto entre el procesador M1 y la base de entradas/salidas suministra a este conjunto posibilidades de conexiones de red. Los módulos opcionales disponen de un reloj calendario y una pila de salvaguarda. La memoria flash integrada soporta el software del procesador Modicon. La memoria flash sirve también para salvaguardar las aplicaciones, creando una copia local del programa para recargar la memoria RAM (integridad del fichero del programa de origen). Según el modelo, los módulos de procesador M1 disponen de un puerto RS 485 que puede recibir un terminal de diálogo operador o permitiendo la conexión a una red Modbus Maestro/Esclavo.

La programación de los módulos procesadores M1 necesita el software Modsoft versión $\geq 2,5$ o Concept versión $\geq 2,1$.

A continuación, la tabla describe las características de los Módulos Procesadores M1 de Momentum.

Módulo Procesador	Memoria RAM	Memoria Flash	Tiempo de Cycle	Puerto Modbus	Puerto Bus de E/S	Compatibilid. idiomas IEC
171 CCS 700 00	64 K	256 K	1 ms/K	1 × RS 232C	–	–
171 CCS 700 10	64 K	256 K	0,63 ms/K	1 × RS 232C	–	–
171 CCS 760 00	256 K	256 K	1 ms/K	1 × RS 232C 1 × RS 232C	1 × Bus de E/S	Compatible
171 CCS 780 00	64 K	256 K	1 ms/K	1 × RS 485	–	–
171 CCC 760 10	512 K	512 K	1 ms/K	1 × RS 232C 1 × RS 232C	1 × Bus de E/S	Compatible
171 CCC 780 10	512 K	512 K	1 ms/K	1 × RS 485	–	Compatible
171 CCC 960 20	512 K	512 K	0,3 ms/K	1 × Ethernet	1 × Bus de E/S	–
171 CCC 960 30	544 K	1 Mo	0,3 ms/K	1 × Ethernet 1 × RS 485	1 × Bus de E/S	Suministrada
171 CCC 980 20	512 K	512 K	0,3 ms/K	1 × Ethernet 1 × RS 485	–	–
171 CCC 980 30	544 K	1 Mo	0,3 ms/K	1 × Ethernet	–	Suministrada

Software de programación para Momentum

Varias opciones de software de programación sobre PC están disponibles para los módulos procesadores M1. Es posible programar el módulo procesador a través del puerto serie Modbus RS 232 o, si utiliza un módulo opcional Modbus Plus, a través de una tarjeta SA85 montada en un PC y conectada a la misma red Modbus Plus. Para informaciones específicas, ver en la documentación del software de programación Momentum, ProWORX, Concept, o Modsoft apropiada.



512 Kb

512 Kb

512 Kb para 171 CCC 980 20
1 Mb para 171 CCC 980 30

512K

512 Kb para 171 CCC 960 20
1 Mb para 171 CCC 960 30

18 Kb

24 Kb

1 ms/K

0,3 ms/K

1 ms/K

0,3 ms/K

32 MHz

50 MHz

32 MHz

50 MHz

8192

Hasta 2.048 puntos de entradas/salidas con el módulo opcional Modbus Plus

80 con Modsoft
128 con Concept

1 RS 232 Modbus
1 RS 485 Modbus

1 Ethernet
1 RS 485 Modbus

1 RS 232 Modbus
1 bus de E/S

1 Ethernet
1 bus de E/S

Suministrado con 171 CCC 980 30

Compatible

Suministrado con 171 CCC 960 30

171 CCC 780 10

171 CCC 980 20/30

171 CCC 760 10

171 CCC 960 20/30

Plataforma de automatismo Momentum

Módulos procesadores M1



171 CCS 7p0 p0



171 CCC pp0 p0

Módulos procesadores M1

Memoria RAM	Puerto(s) Com	Velocidad Reloj calendario	Referencia	Peso kg
64 K	1 Modbus	20 MHz	171 CCS 700 00	0,042
	1 Modbus	32 MHz	171 CCS 700 10	0,042
	2 Modbus	20 MHz	171 CCS 780 00	0,042
256 K	1 Modbus, 1 Bus E/S	20 MHz	171 CCS 760 00	0,042
512 K	2 Modbus	32 MHz	171 CCC 780 10	0,042
512 K	1 Modbus, 1 Ethernet	50 MHz	171 CCC 980 20	0,042
544K, Superv. IEC	1 Modbus, 1 Ethernet	50 MHz	171 CCC 980 30	0,042
512 K	1 Modbus, 1 Bus E/S	32 MHz	171 CCC 760 10	0,042
512 K	1 Ethernet, 1 Bus E/S	50 MHz	171 CCC 960 20	0,042
544 K, Superv. IEC	1 Ethernet, 1 Bus E/S	50 MHz	171 CCC 960 30	0,042

Accesorios de conexión

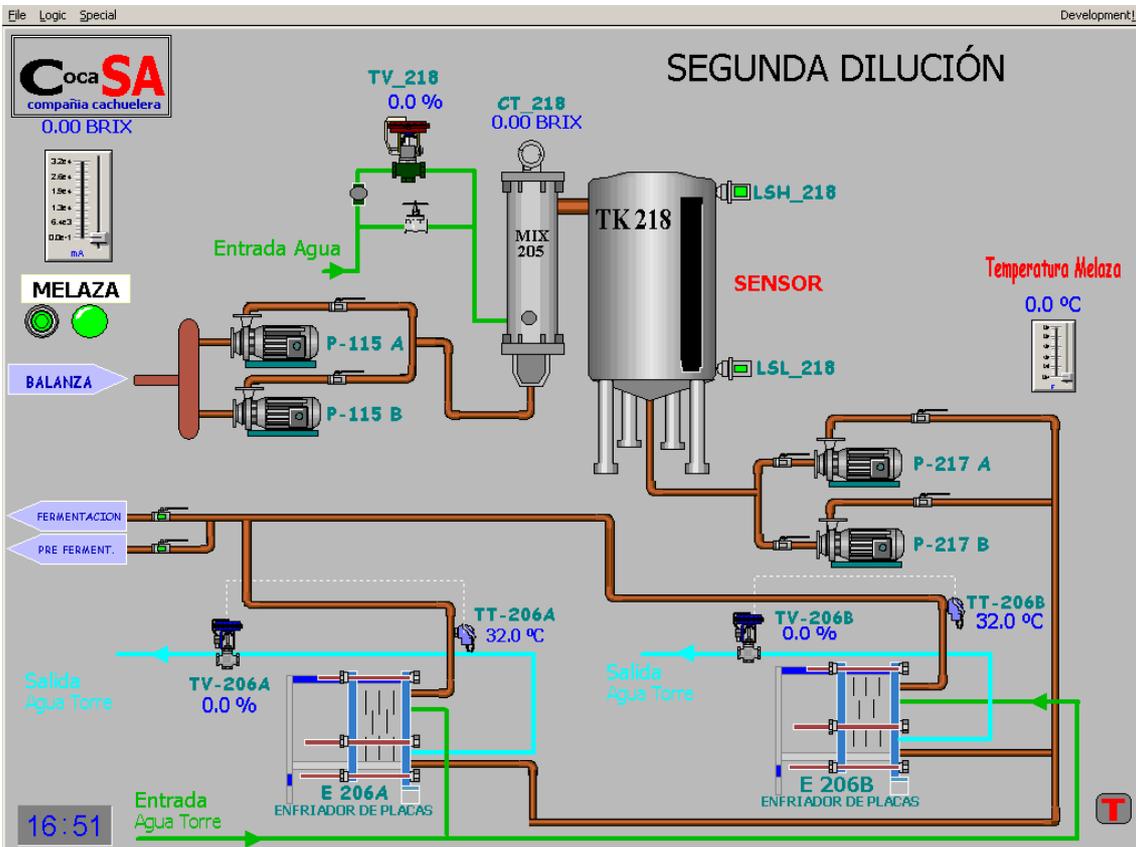
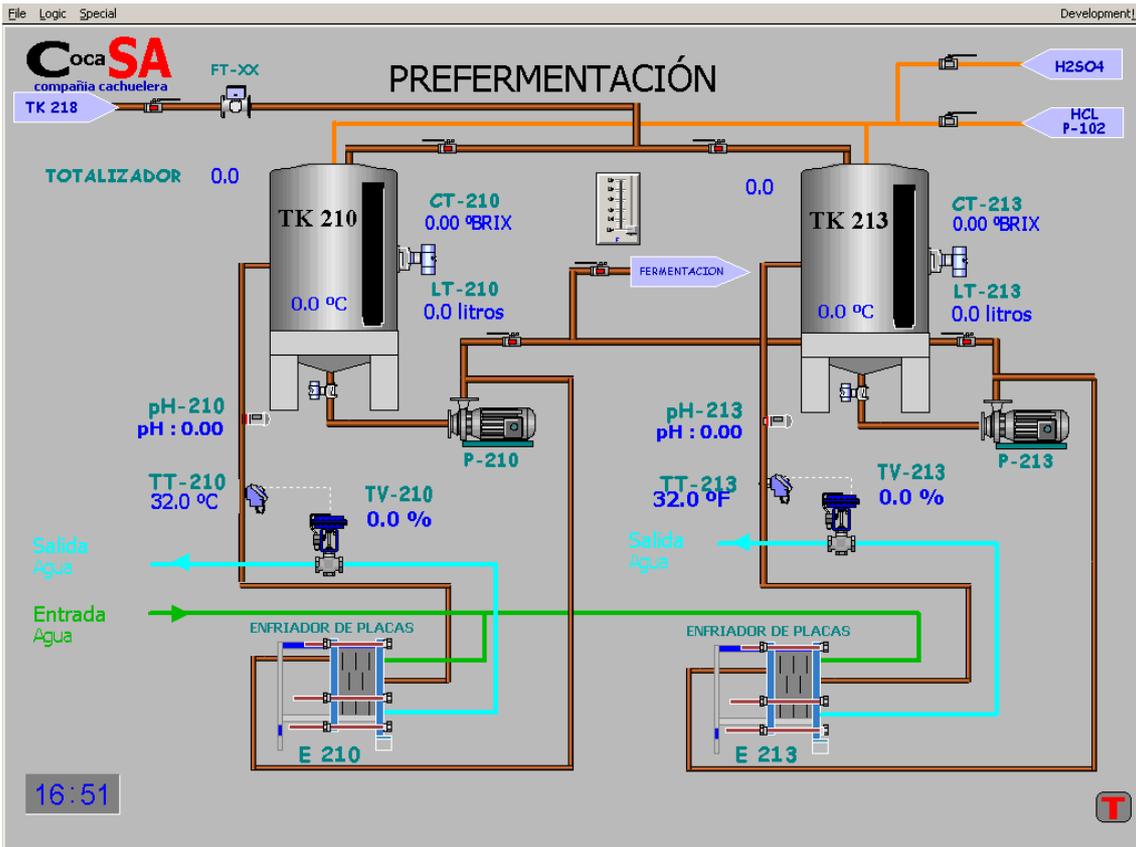
Descripción	Tipo	Cantidad	Referencia	Peso kg
Cable de comunicación RS 232 (con conector RJ 45)	1 m	–	110 XCA 282 01	–
	3 m	–	110 XCA 282 02	–
	6 m	–	110 XCA 282 03	–
Conector en T RS 45 para cable RS 485	–	–	170 XTS 040 00	–
Conectores blindados RJ45	–	lote de 20	170 XTS 022 00	–
Terminación de línea RS 485 (para RJ45)	–	lote de 2	170 XTS 021 00	–
Adaptadores conectores tipo SUB-D	RJ45 hacia 9 contactos (para puerto serie AT)	–	110 XCA 203 00	–
	RJ45 hacia 12 contactos (para puerto serie XT)	–	110 XCA 204 00	–
Borna de tierra	–	–	424 244 739	–
Herramienta de engaste para RJ 45	–	–	170 XTS 023 00	–

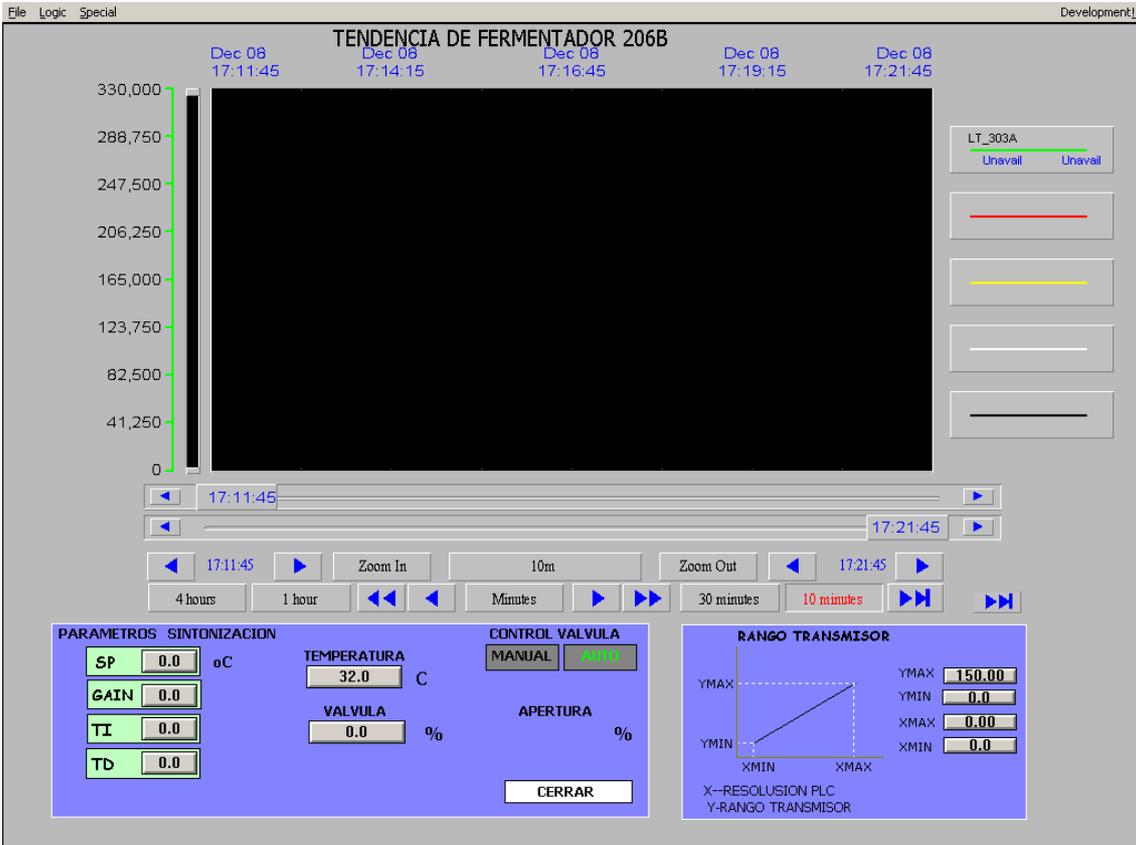
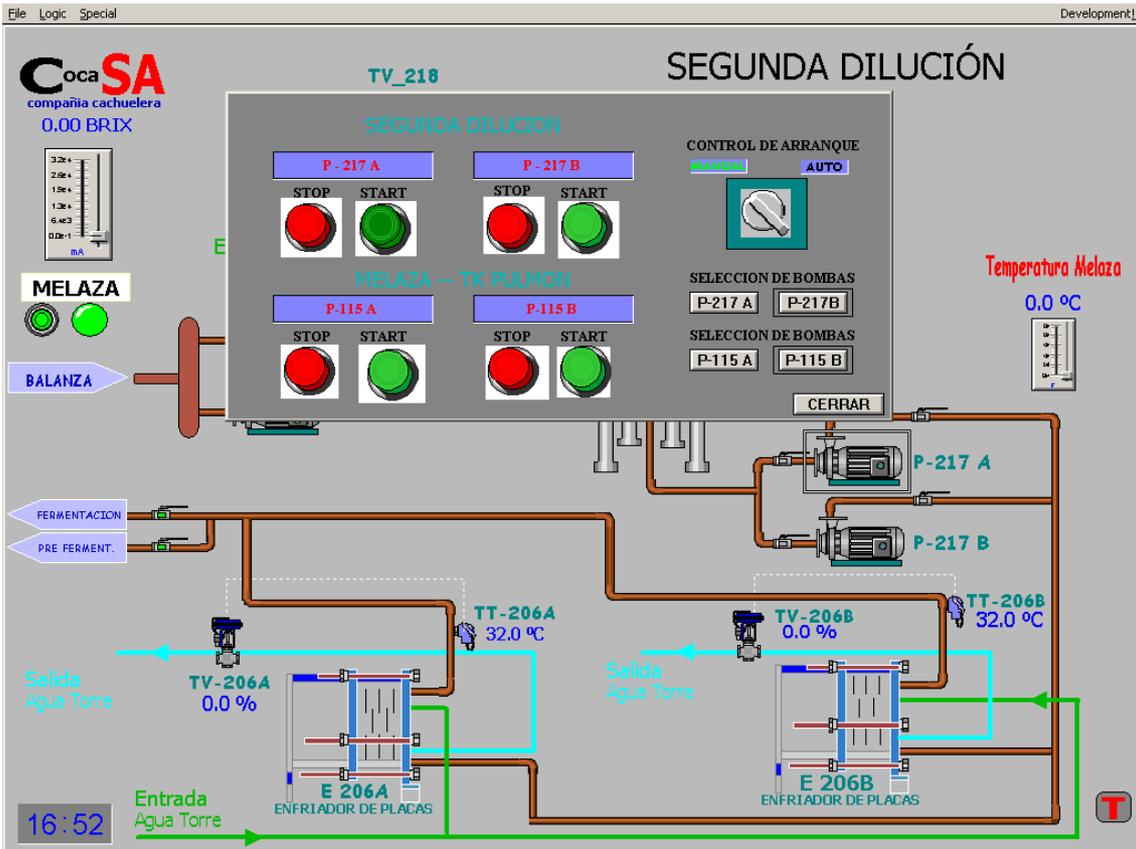
Elementos separados

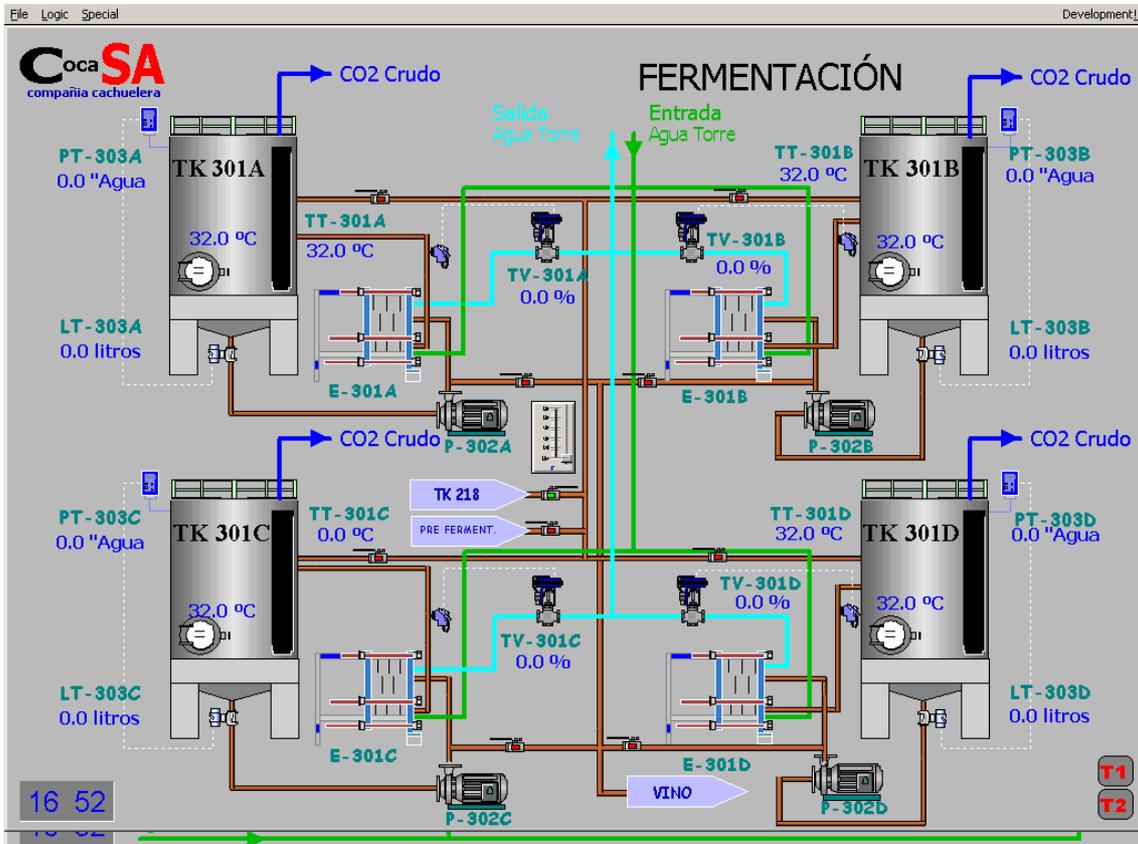
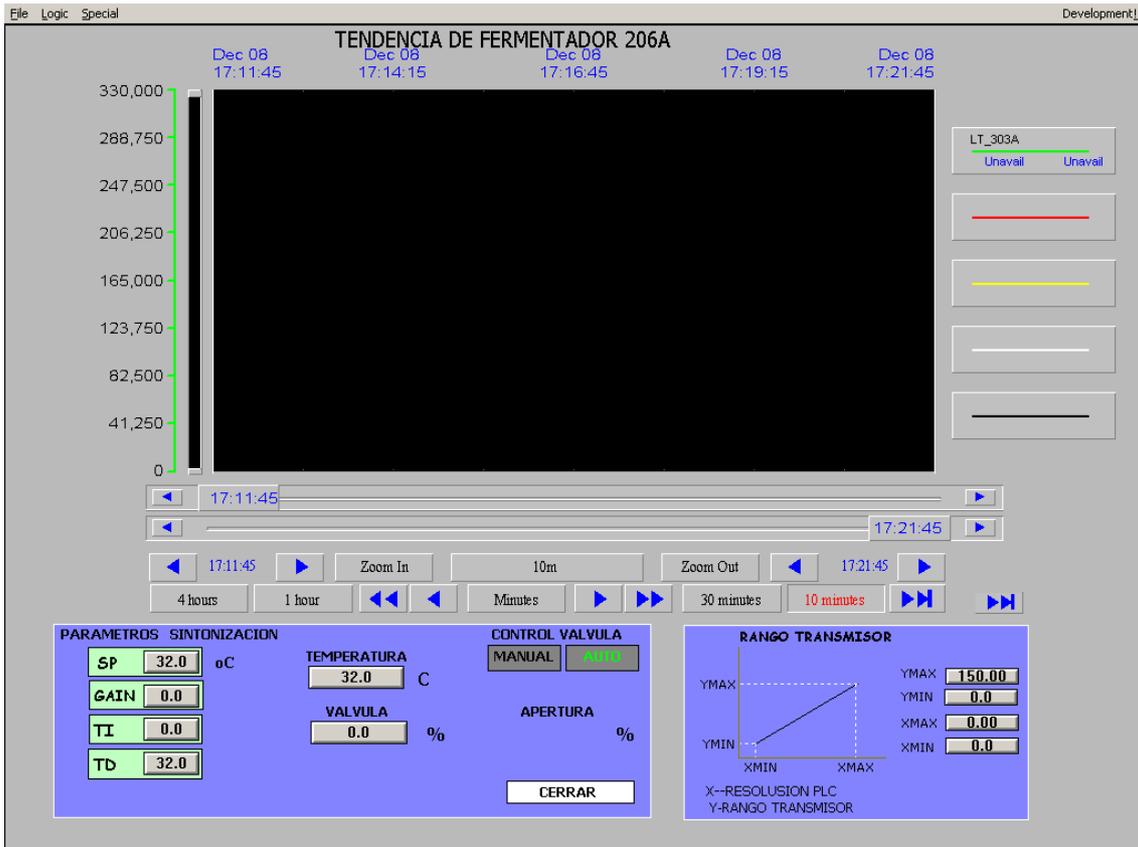
Descripción	Referencia	Peso kg
Software Concept	ver página 77	–
Software ProWORX	ver página 77	–
Manual de usuario módulos procesadores M1 Momentum (en francés)	870 USE 101 01	–

ANEXO C

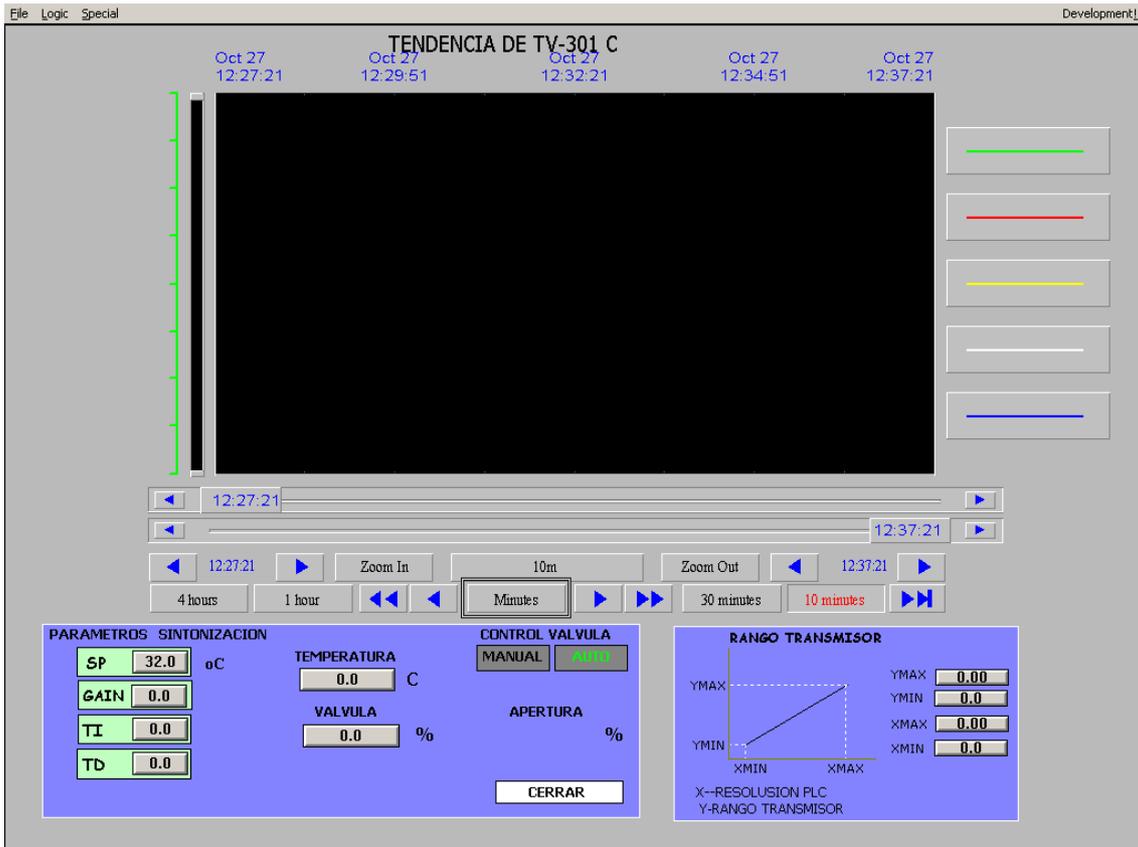
PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN DE INTOUCH

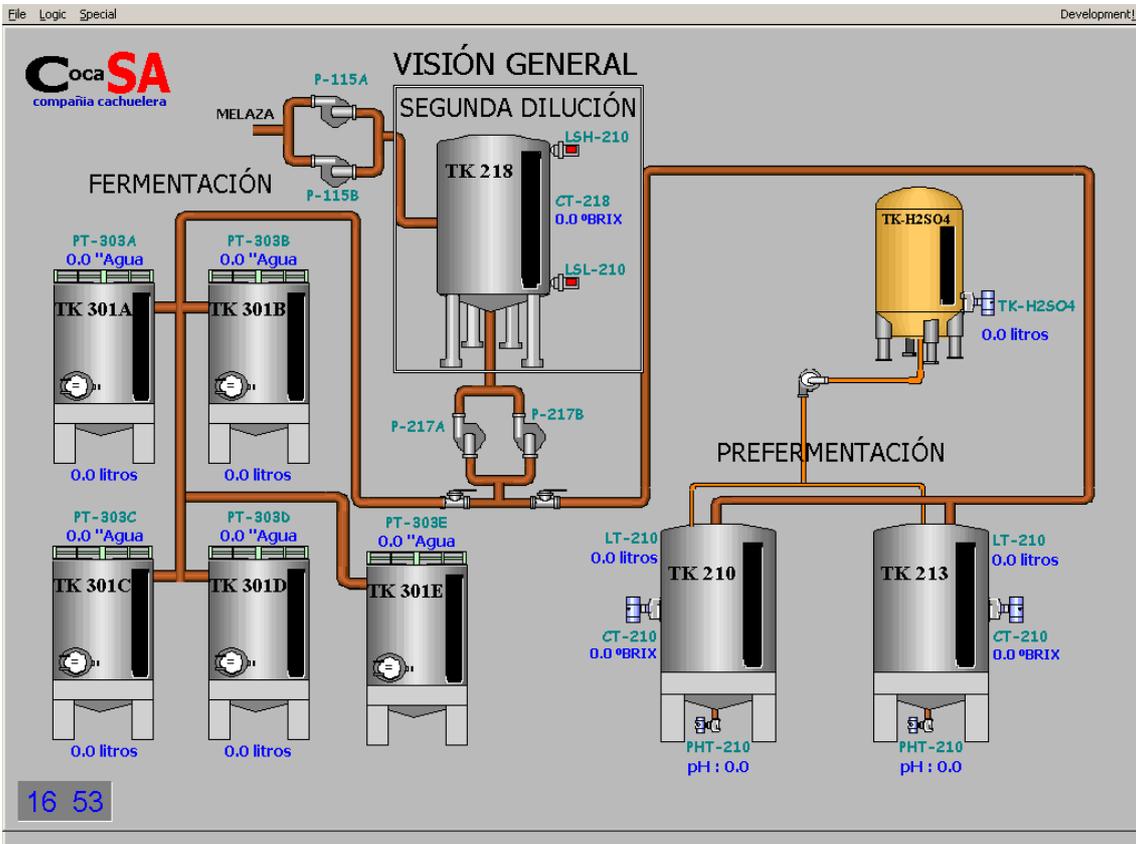
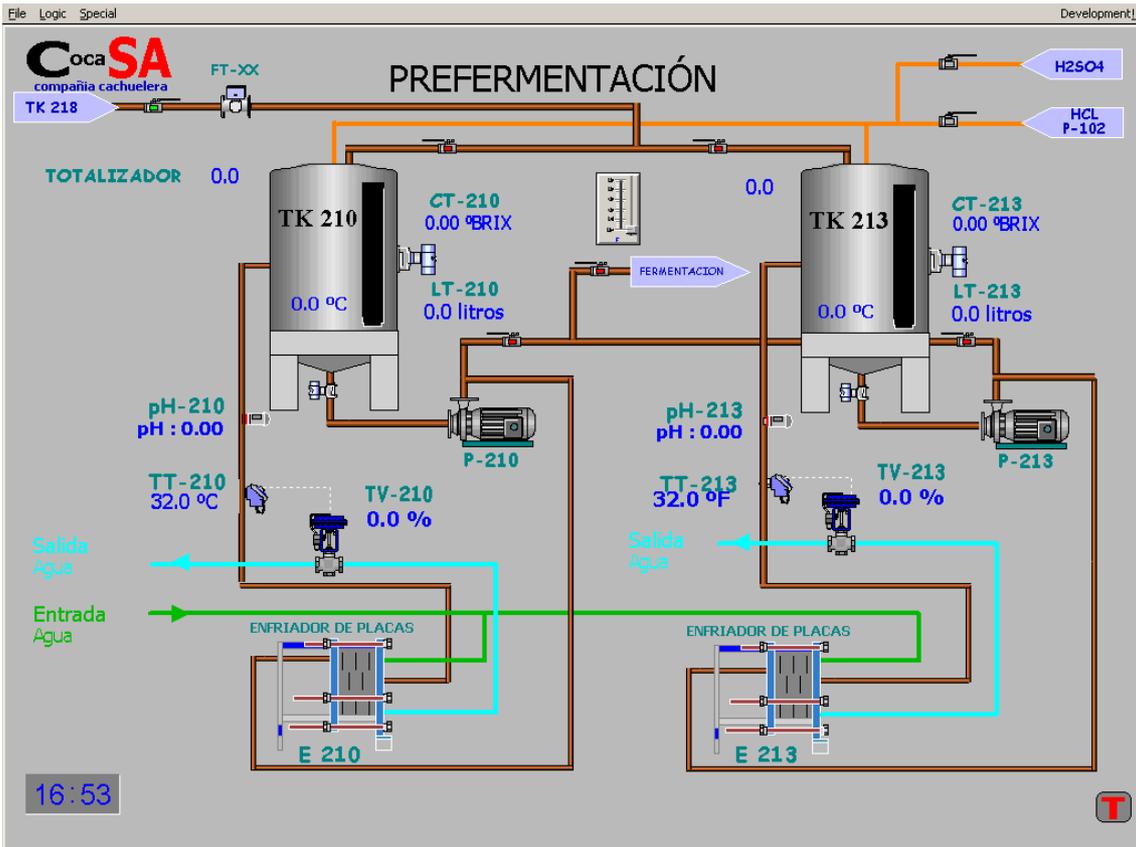


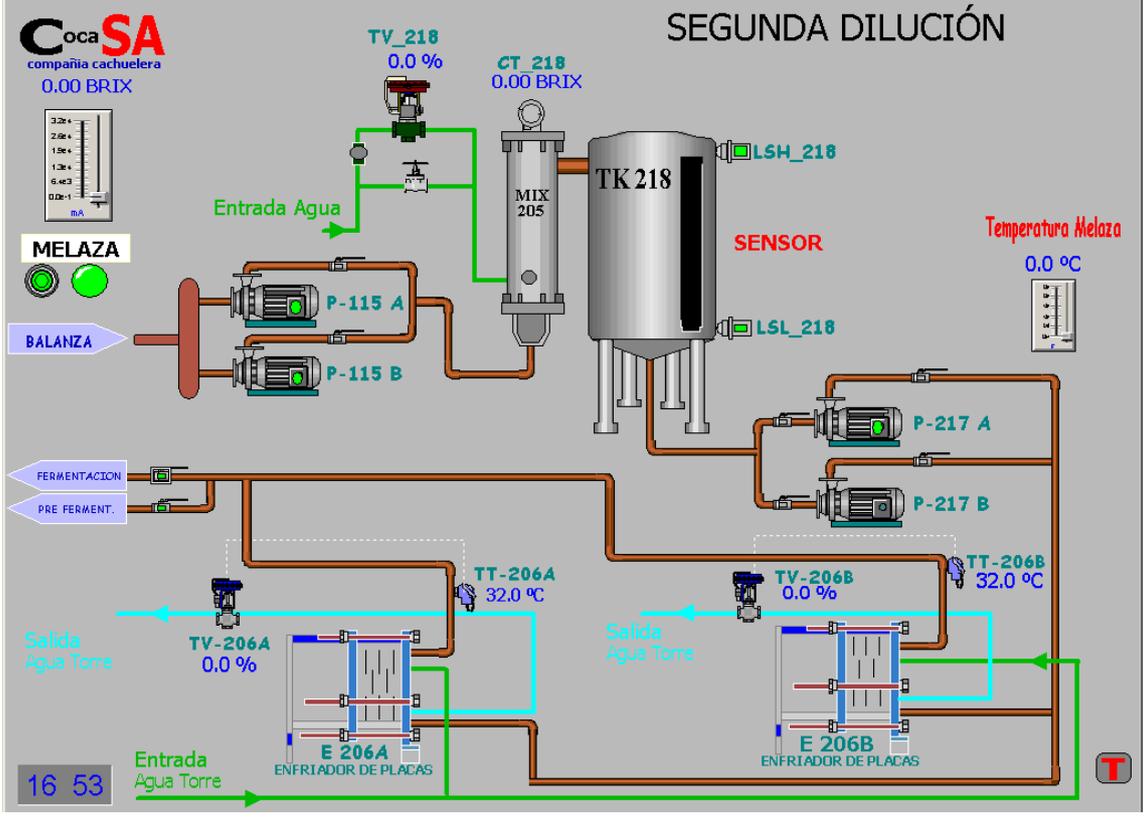












ANEXO D

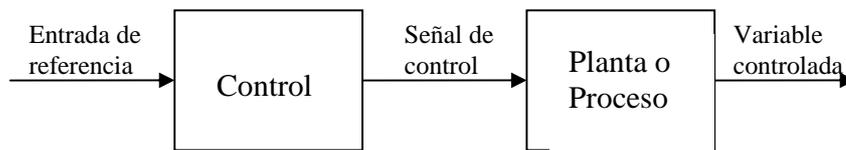
TEORÍA DE LAZOS DE CONTROL

Teoría de los Lazos de Control.

Existen dos tipos de Lazos de control dinámico que son:

Sistemas en lazo abierto y sistemas en lazo cerrado.

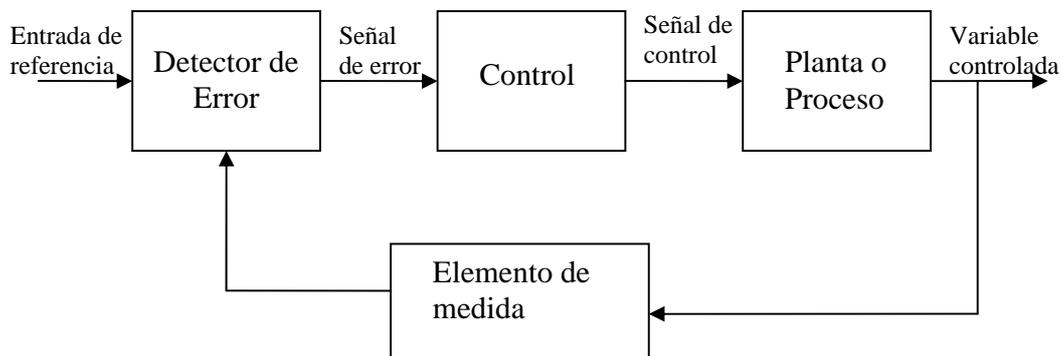
Los sistemas de lazo abierto son aquellos, donde la salida no tiene efecto alguno sobre la acción de control.



En un sistema en lazo abierto, la salida no se compara con la entrada de referencia, por ello cada entrada corresponderá a una operación prefijada sobre la señal de salida. Se puede asegurar entonces que la exactitud del sistema depende en gran manera de la calibración del mismo y por tanto, la presencia de perturbaciones en la cadena (señales indeseadas) provocara que este no cumpla la función asignada.

Para poder considerar una topología en lazo abierto, es necesario conocer la relación entrada/salida y garantizar la inexistencia de perturbaciones externas o de variaciones de los parámetros internos del sistema. Esto es, en general, difícil de cumplir en la práctica y su realización implica sistemas excesivamente caros.

Los sistemas de lazo cerrado son aquellos donde la señal de salida tiene efecto sobre la acción de control. A este efecto se lo denomina retroalimentación.



La señal controlada debe realimentarse y compararse con la entrada de referencia, tras lo cual se envía a través del sistema una señal de control, que será proporcional a la diferencia encontrada entre la señal de entrada y la señal medida a la salida, con el objetivo de corregir el error o desviación que pudiera existir.

La principal ventaja de los sistemas de control de lazo cerrado es que el uso de la realimentación hace al conjunto menos sensible a las perturbaciones externas y a las variaciones de los parámetros internos que los sistemas de lazo abierto.

Características de un sistema lineal invariante en el tiempo.

Un sistema físico puede caracterizarse dinámicamente a través de las ecuaciones diferenciales que describen las leyes físicas que rigen el comportamiento de dicho sistema.

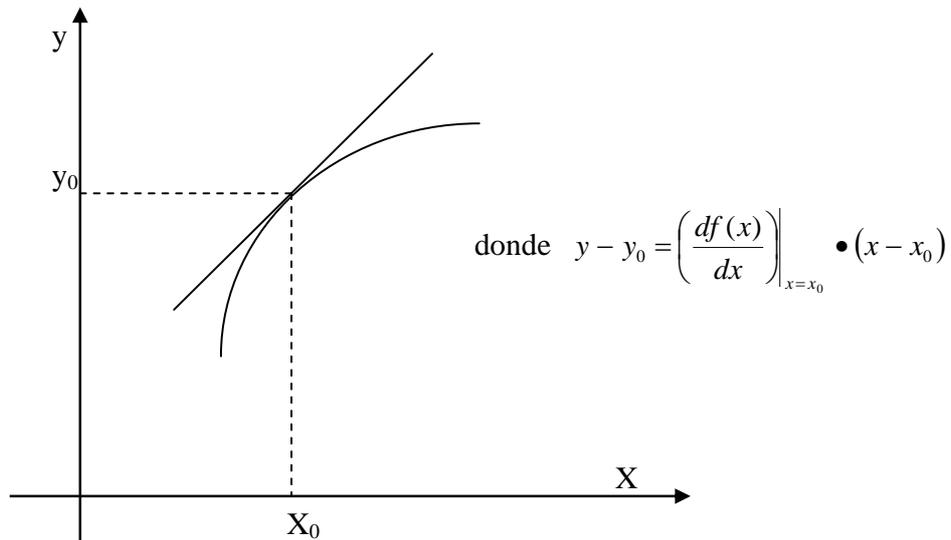
Los sistemas pueden clasificarse en sistemas lineales y no lineales; otra posible clasificación los divide en sistemas variantes o invariantes en el tiempo.

Los sistemas lineales son aquellos que pueden describirse mediante ecuaciones diferenciales lineales. La propiedad más importante es que permiten el principio de la superposición.

Los sistemas no lineales son aquellos que se caracterizan por ecuaciones diferenciales no lineales. En realidad todo sistema es no lineal, aunque la mayoría es linealizable a tramos. En este tipo de sistema, el principio de superposición no es aplicable.

Linealización:

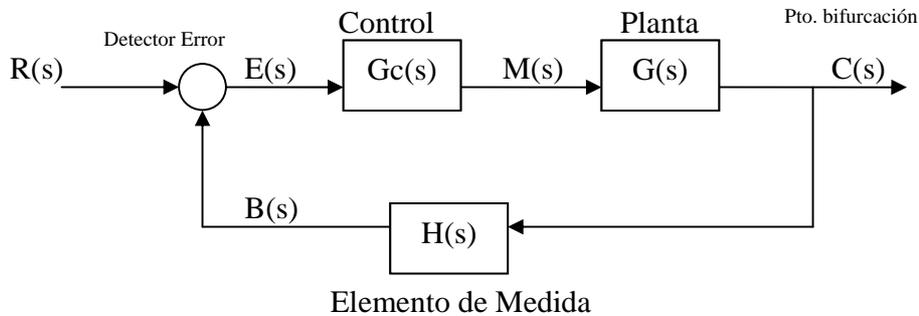
Dada una función no lineal $y = f(x)$ su linealización en el entorno de un determinado punto de trabajo (x_0, y_0) se obtiene de la forma siguiente.



Que coincide con la ecuación de la recta de pendiente igual a la derivada de la función no lineal en el punto (x_0, y_0) , y que pasa por dicho punto. Debe observarse que la diferencia entre la recta y la función no lineal indica el rango de validez del modelo, es decir, la tolerancia permitida debe ser mayor que dicha diferencia.

Diseño de sistemas de control en tiempo continuo y discreto.

La estructura básica de un sistema de control se muestra en la siguiente figura.



En esta figura se pueden observar los diferentes componentes del sistema de control. El control es el elemento encargado de procesar la señal de error y genera una señal encargada de disminuir el valor de dicha señal de error con el objetivo de lograr la máxima precisión posible del sistema de control. El procedimiento mediante el cual el controlador genera la señal de control se denomina acción de control.

Los controles típicos en sistemas de control en tiempo continuo son.

- 1) Control Proporcional (P)
- 2) Control Proporcional Derivativo (PD)
- 3) Control Proporcional Integral (PI)
- 4) Control Proporcional Integral Derivativo (PID)

1. Control Proporcional.

El control proporcional genera una señal de control que es proporcional a la señal de error. De este modo:

$$m(t) = k_p \cdot e(t) \Rightarrow M(s) = K_p \cdot E(s)$$

Con lo cual, la función de transferencia es:

$$G_c(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = K_p$$

Cuanto mayor es la ganancia del control proporcional, mayor es la señal de control generada para un mismo valor de señal de error. En conclusión, el aumento de la ganancia del control proporcional permite reducir el error en estado estacionario.

2. Control Proporcional Derivativo.

*Acción de control derivativa.

La acción de control derivativa genera una señal de control proporcional a la derivada de la señal de error.

$$m(t) = K_D \cdot \frac{de(t)}{dt} \Rightarrow M(s) = K_D \cdot s \cdot E(s)$$

De este modo, el control derivativo mediante la derivada de la señal de error conoce sus características dinámicas de crecimiento o decrecimiento, produciendo una corrección antes de que la señal de error sea excesiva. La acción de control derivativa añade sensibilidad al sistema y tiene un efecto de aumento de estabilidad relativa.

Sin embargo, el control derivativo no puede utilizarse en solitario porque es incapaz de responder a una señal de error constante.

$$e(t) = cte \Rightarrow m(t) = 0$$

En conclusión, con un control derivativo un sistema no alcanzaría nunca el estado estacionario. El control derivativo siempre debe utilizarse en combinación con otros controles por su influencia estabilizadora mediante la acción anticipada.

*Acción de control Proporcional derivativa.

La acción de control proporcional derivativa (PD) genera una señal que es resultado de la combinación de la acción proporcional y la acción derivativa conjuntamente.

$$m(t) = k_p \cdot e(t) + k_D \cdot \frac{de(t)}{dt} = K_P \cdot \left(e(t) + T_d \frac{de(t)}{dt} \right)$$

La función de transferencia es igual a.

$$M(s) = k \cdot (1 + T_d \cdot s) \cdot E(s) \Rightarrow \frac{M(s)}{E(s)} = k_p (1 + T_d \cdot s)$$

El control proporcional derivativo proporciona al sistema una mayor estabilidad relativa que se traduce en una respuesta transitoria con menor sobre impulso. Sin embargo, cuando la influencia del control es muy grande, el sistema de control tiende a ofrecer una respuesta excesivamente lenta.

3. Control Proporcional Integral.

*Acción de Control integral.

La acción del control integral genera una señal de control proporcional a la integral de la señal de error.

$$m(t) = K_i \int_0^t e(t) \cdot dt \Rightarrow M(s) = \frac{K_i}{s} E(s)$$

La característica más importante de este tipo de control es que la acción correctora se efectúa mediante la integral del error, ello permite decir que el control integral proporciona una señal de control que es función de la propia historia de la señal de error, permitiendo obtener una señal de control diferente de cero aunque la señal de error sea cero.

$e(t)=0$ no implica $m(t)=0$, de hecho $m(t)=cte$, implica $e(t)=0$.

El control integral permite obtener error estacionario nulo en un sistema de control mediante la introducción de un elemento integrador en la función de transferencia de lazo abierto.

Sin embargo, la acción de control integral empeora de un modo substancial la estabilidad relativa del sistema, aumentando el sobre impulso de la respuesta transitoria. Por esta razón, en la práctica la acción integral suele acompañarse por otras acciones de control.

*Acción de control proporcional integral.

La acción de control proporcional integral (PI) genera una señal resultante de la combinación de la acción proporcional y la acción integral conjuntamente.

$$m(t) = k_p \cdot e(t) + K_i \int_0^t e(t) \cdot dt = k_p \cdot \left[e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) \cdot dt \right]$$

La función de transferencia es igual a.

$$M(s) = k_p \left[1 + \frac{1}{T_i} \right] \cdot E(s) \Rightarrow \frac{M(s)}{E(s)} = k_p \left[1 + \frac{1}{T_i} \right]$$

El control proporcional integral combina las ventajas de la acción proporcional y la acción integral; la acción integral elimina el error estacionario, mientras que la acción proporcional reduce el riesgo de inestabilidad que conlleva la introducción de la propia integral.

4. Control Proporcional Integral Derivativo.

La acción de control proporcional integral derivativa (PID) genera una señal resultado de la combinación de la acción proporcional, la acción integral y la derivativa conjuntamente.

$$m(t) = k_p \cdot e(t) + K_i \int_0^t e(t) \cdot dt + K_d \frac{de(t)}{dt} = k_p \cdot \left[e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) \cdot dt + T_d \cdot \frac{de(t)}{dt} \right]$$

La función de transferencia es igual a.

$$M(s) = k_p \left[1 + T_d \cdot s + \frac{1}{T_i s} \right] \cdot E(s) = \frac{M(s)}{E(s)} = k_p \left[1 + T_d \cdot s + \frac{1}{T_i s} \right]$$

La acción de control proporcional integral derivativa permite eliminar el error en estado estacionario logrando una buena estabilidad relativa del sistema de control. La mejora de estabilidad relativa implica una transitoria con tiempos de adquisición y un valor de máximo sobreimpulso pequeños.

Anexo D

Teoría de los Lazos de Control.

ANEXO E

PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

Project structure

Project : TESIS

FBD:CONVERSION

FBD:PROCESO

FBD:ARRANQUE_MOTORES

FBD:PID_SD

FBD:PID_FERMENTACION

FBD:AREA_PREFERMENTACION

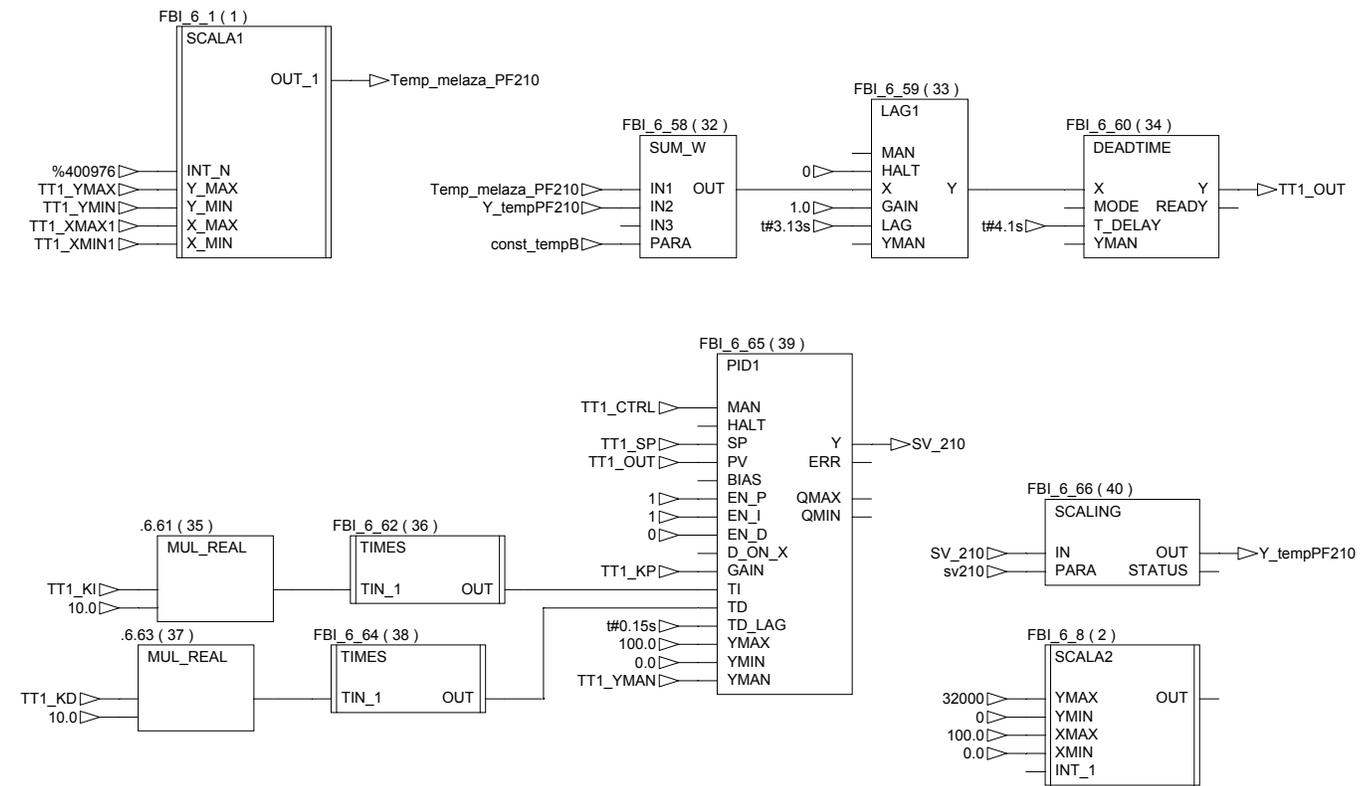
FBD:NIVEL_FER

Graph of section AREA_PREFERMENTACION

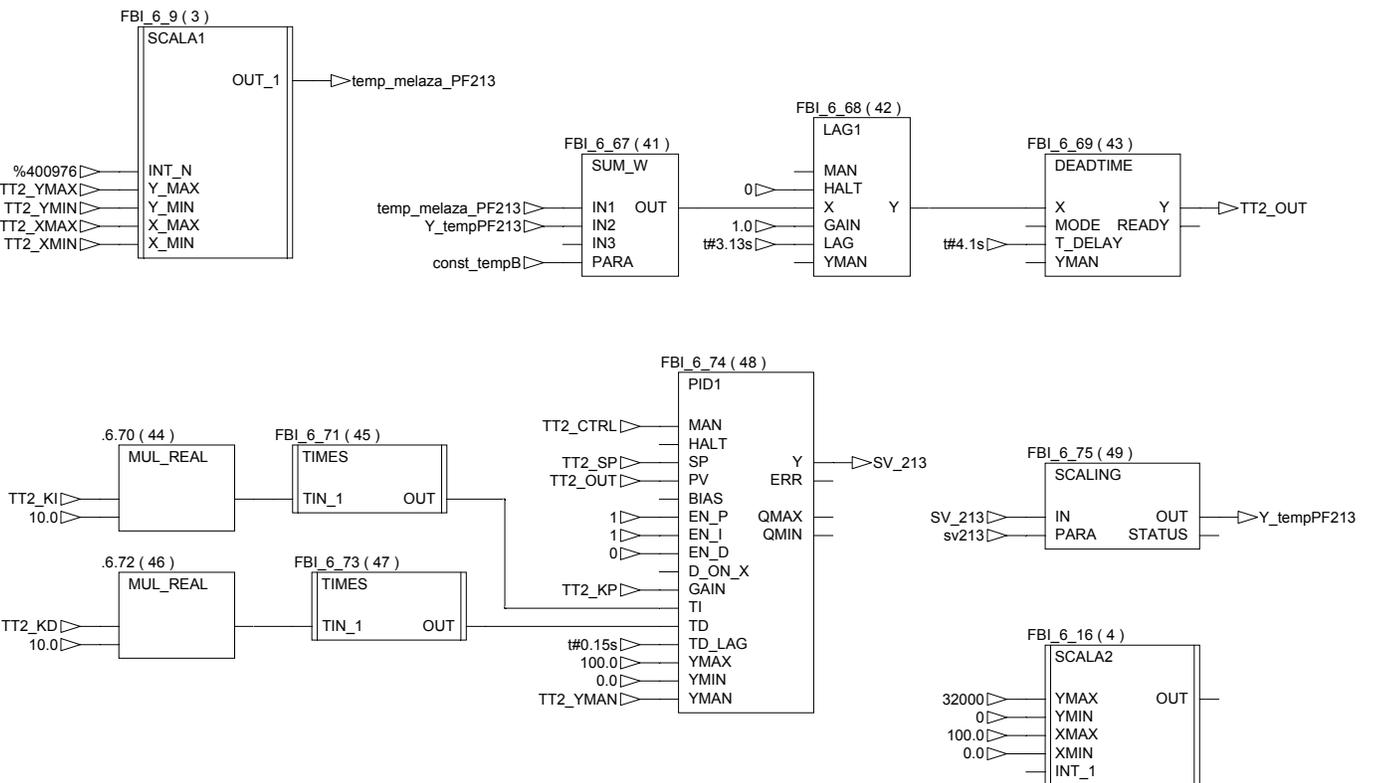
10 20 30 40 50 60 70

PID_PREFERMENTACION Y CALCULO DE BRUX

CONTROL DE LA VALVULA DE SODERAL CON LA SENAL DE TEMPERATURA



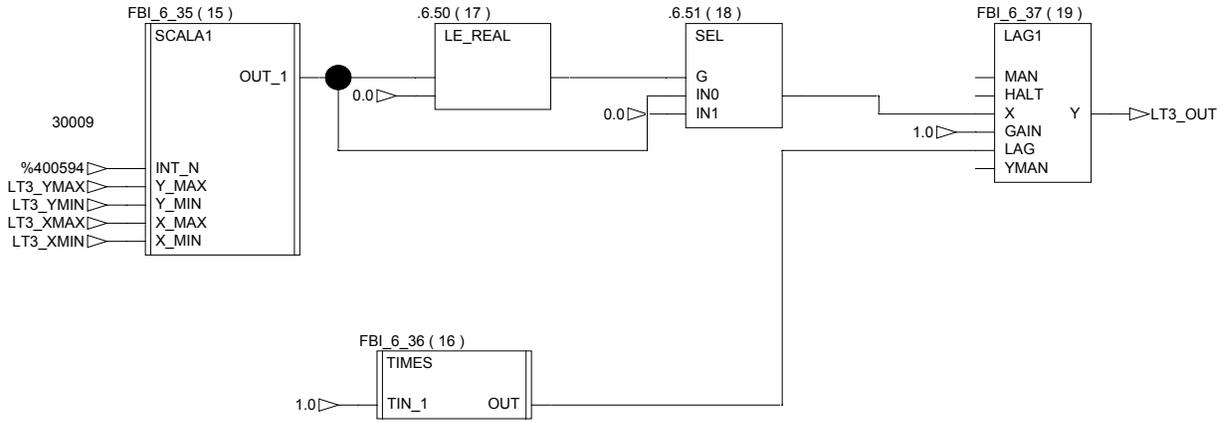
CONTROL DE LA VALVULA DE SODERAL CON LA SENAL DE TEMPERATURA



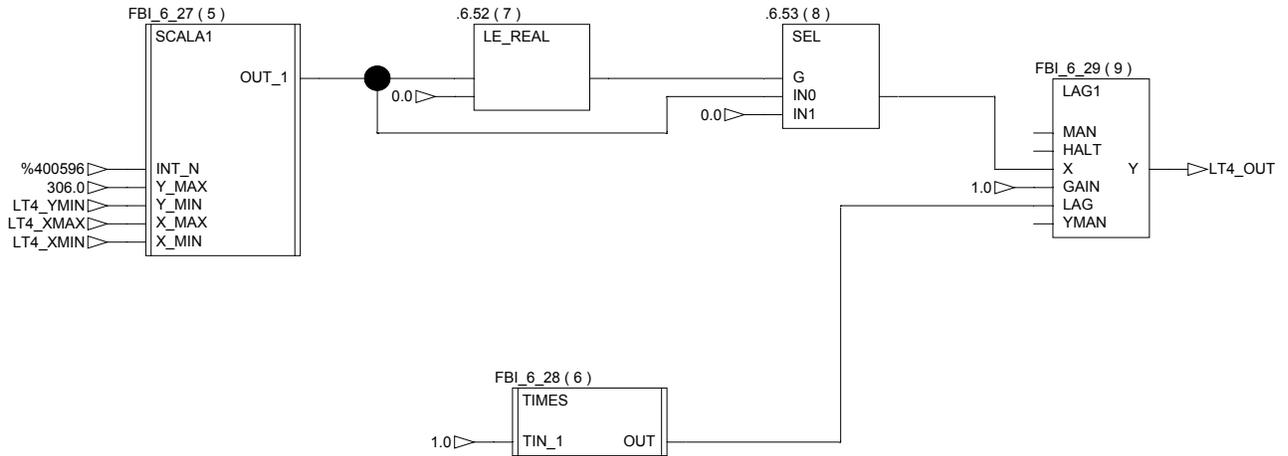
Graph of section AREA_PREFERMENTACION

80 90 100 110 120 130 140 150

PF-210



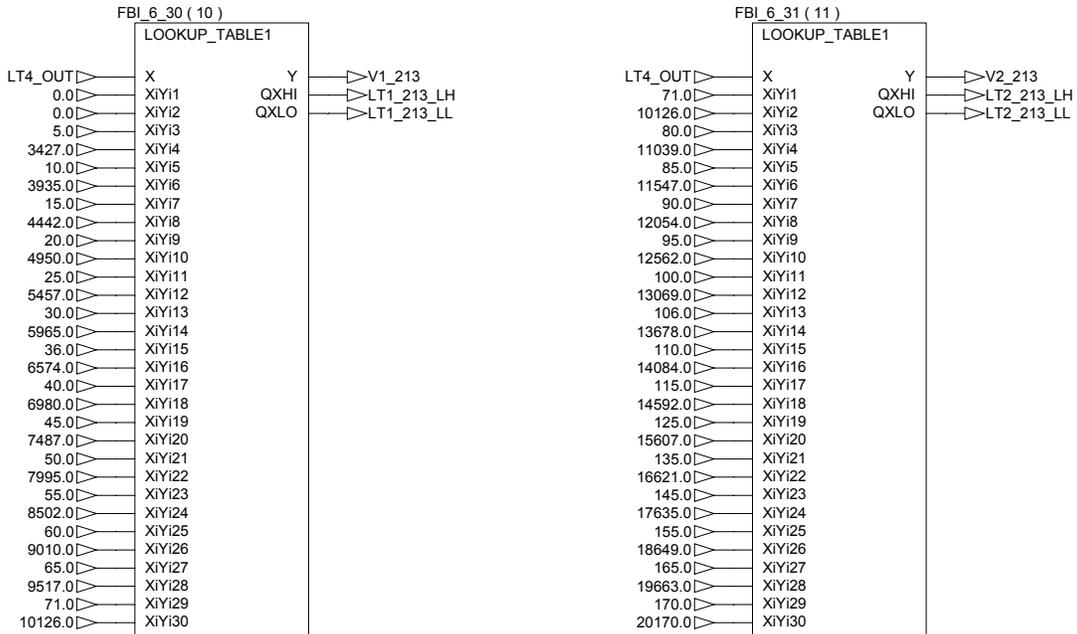
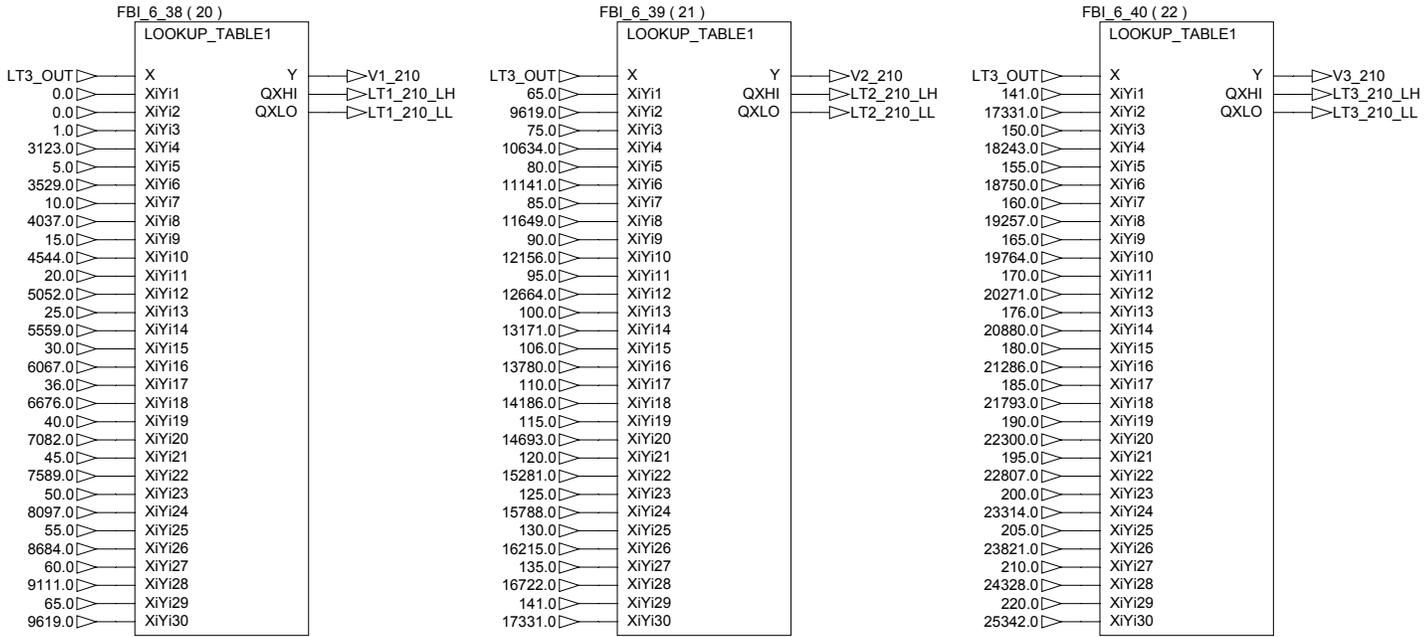
PF-213



Graph of section AREA_PREFERMENTACION

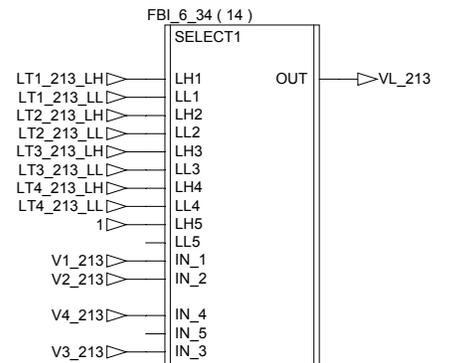
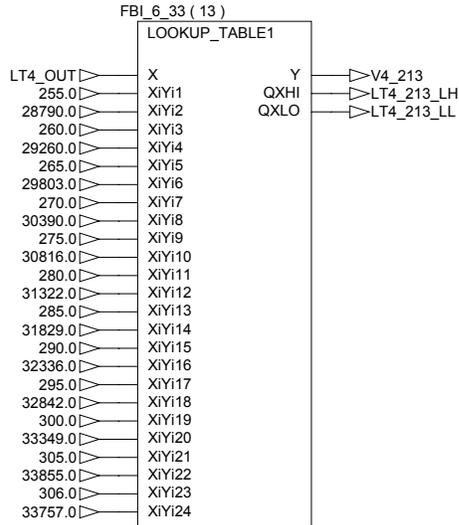
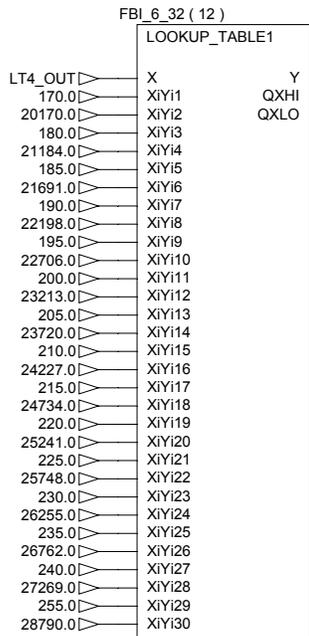
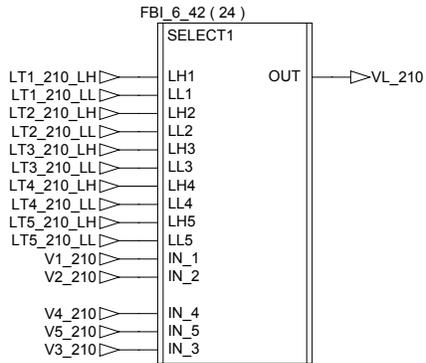
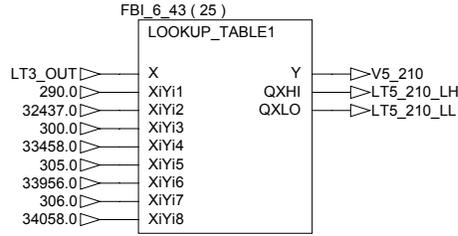
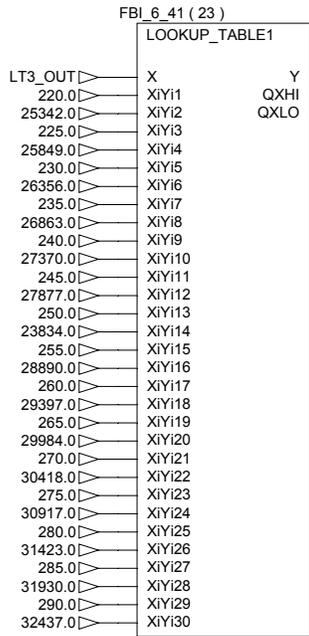
160 170 180 190 200 210 220

CALCULO DEL NIVEL EN LTS. DE PREFERMENTACION



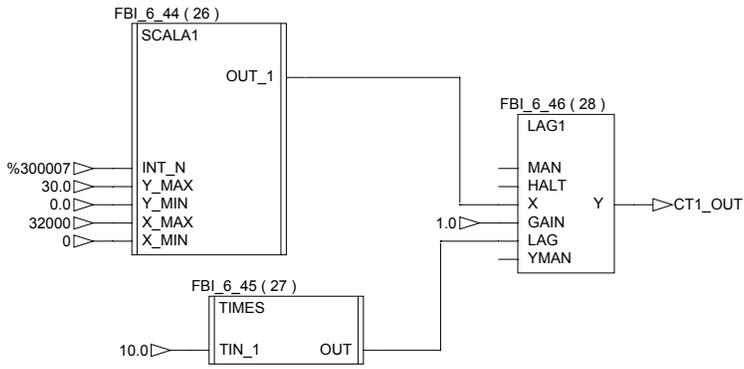
Graph of section AREA_PREFERMENTACION

230 240 250 260 270 280 290 300

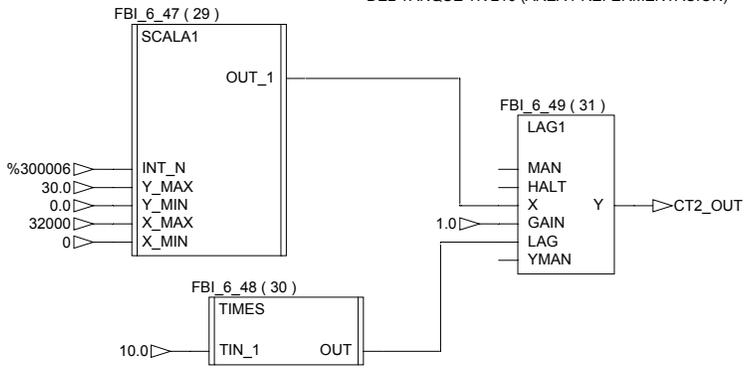


10 20 30 40 50 60 70

SCALAMIENTO DE LA SENAL DEL SENSOR DE BRUX
DEL TANQUE TK 210 (AREA PREFERMENTACION)



SCALAMIENTO DE LA SENAL DEL SENSOR DE BRUX
DEL TANQUE TK 210 (AREA PREFERMENTACION)



80

90

100

110

120

130

140

150

110

120

130

140

150

160

170

180

190

200

<
p
a
g
e
5

>
p
a
g
e
7

160

170

180

190

200

210

220

110

120

130

140

150

160

170

180

190

200

<
p
a
g
e
6

>
p
a
g
e
8

230

240

250

260

270

280

290

300

110

120

130

140

150

160

170

180

190

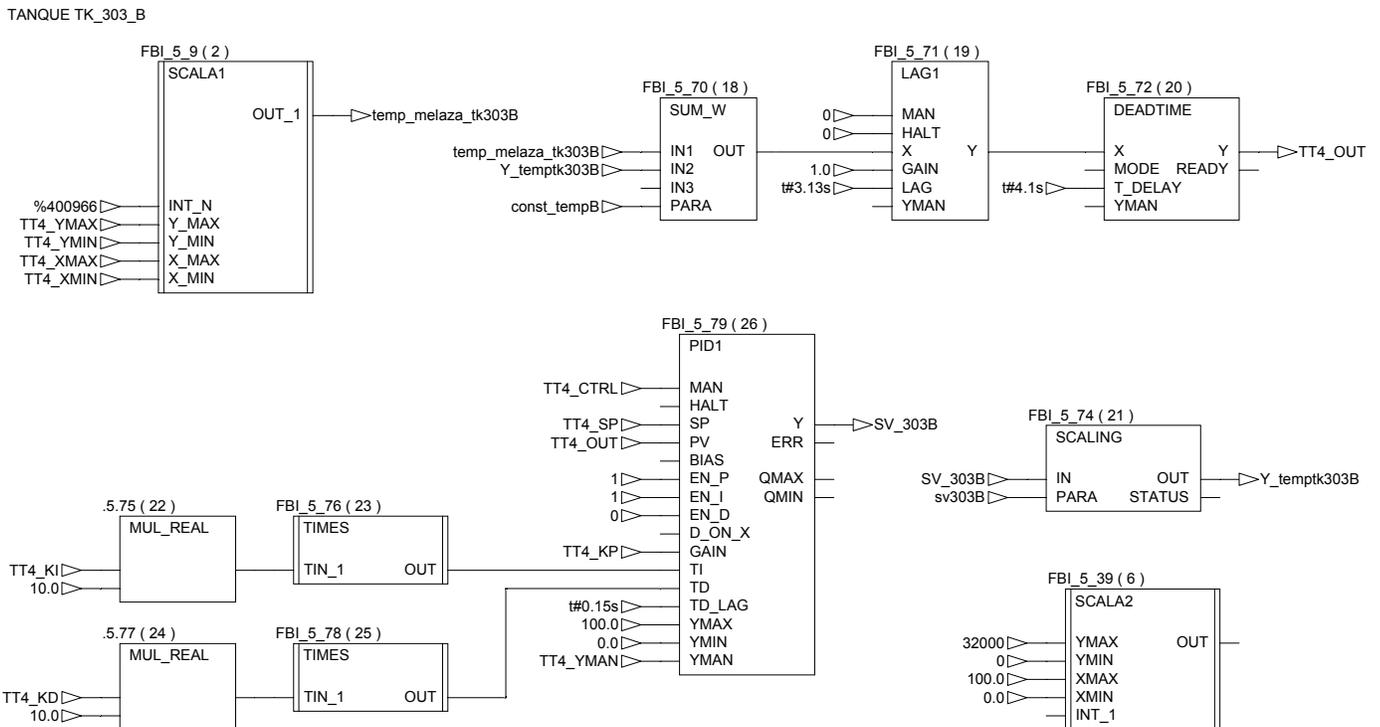
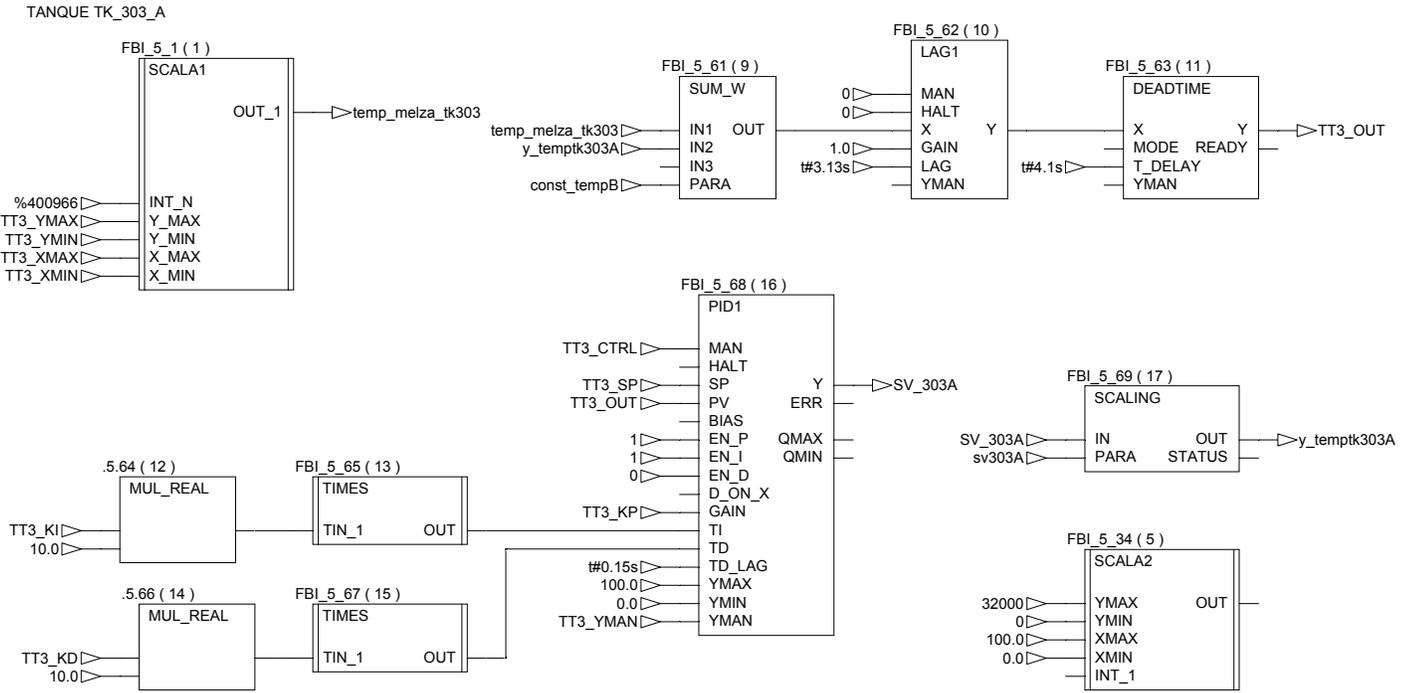
200

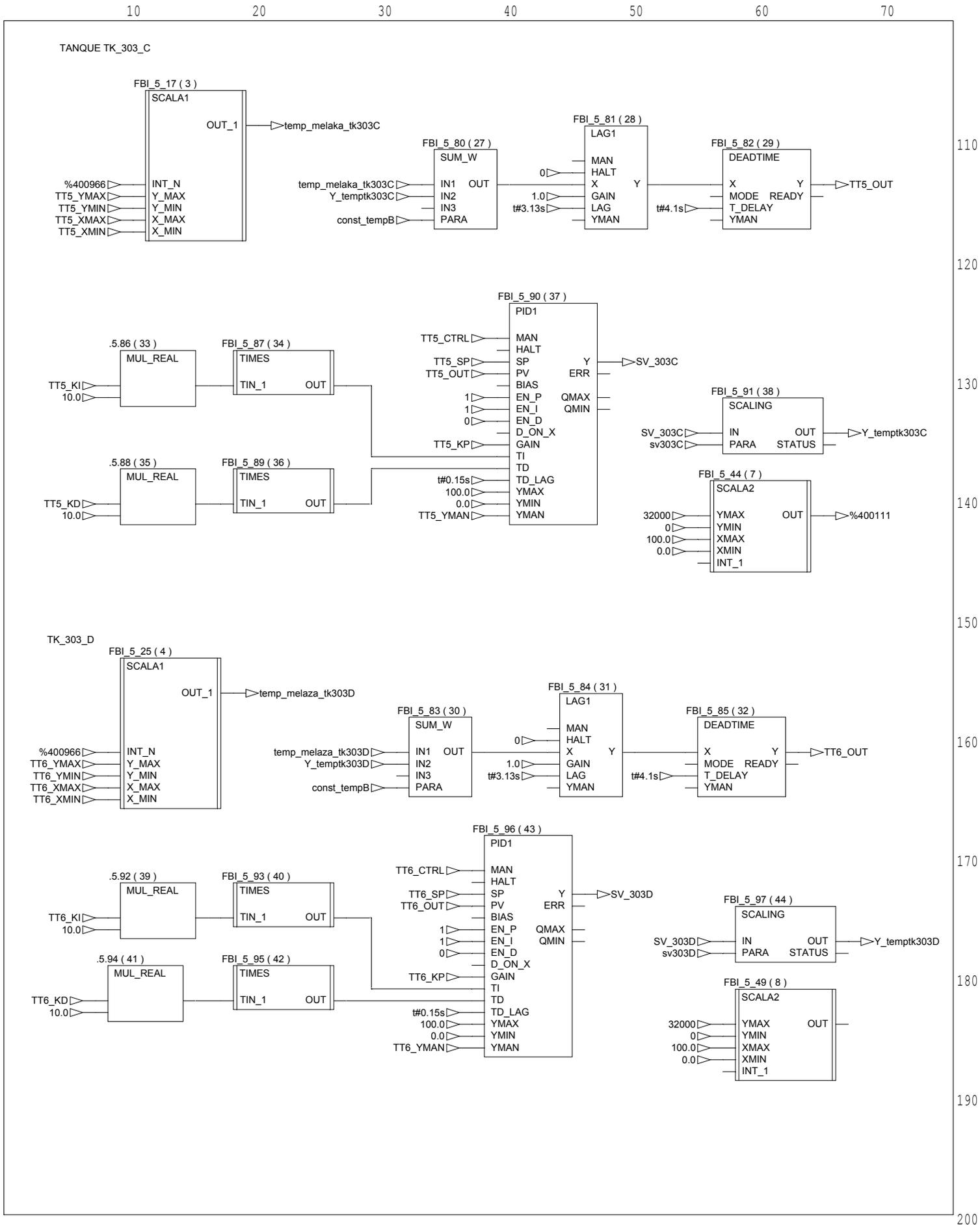
<
p
a
g
e
7

Graph of section PID_FERMENTACION

10 20 30 40 50 60 70

SECCION: LAZOS DE CONTROL TIPO PID EN EL AREA DE FERMENTACION
 PARA CONTROLA LA TEMPERATURA EN LOS TANQUES





Variable list (Name: All, Type: All, DataType: All, Sorted by: address)

Variable name	Type	DType	Address	Initial value	Comment	Used
LSL_TQ1_SD	VAR	BOOL	000100			1
LSH_TQ1_SD	VAR	BOOL	000101			1
STRT_PAN_MP	VAR	BOOL	000102		START MANUAL DEL MOTOR PRINCIPAL DE SD DESDE EL PANEL DE FERMENTACION	2
STRT_PAN_MA	VAR	BOOL	000103		START MANUAL DEL MOTOR AUXILIAR DE SD DESDE EL PANEL DE FERMENTACION	2
STP_PAN_MP	VAR	BOOL	000104		STOP MANULA DEL MP DE SD DESDE EL PANEL	2
STP_PAN_MA	VAR	BOOL	000105		STOP MANUAL DEL MA DE SD DESDE EL PANEL	2
KA1_MP_SD	VAR	BOOL	000106			1
KA1_MA_SD	VAR	BOOL	000107			1
KA1_MP_FER	VAR	BOOL	000108			1
KA1_MA_FER	VAR	BOOL	000109			1
CONTROL_MA_AUT	VAR	BOOL	000128		CONTROL MANUAL-AUTOMATICO DE LOS MOTORES	0
CT3_CTRL	VAR	BOOL	000129		CONTROL M-A DEL PID DEL BRIX DE S.D.	1
TT7_CTRL	VAR	BOOL	000130		CONTROL DEL PID DE S.D. ATRAVES DEL SENSOR DE TEMPERATURA 1	1
TT8_CTRL	VAR	BOOL	000131		CONTROL DEL PID DE SD ATRAVES DEL SENSOR DE TEMPERATURA 8	1
TT9_CTRL	VAR	BOOL	000132			0
TT3_CTRL	VAR	BOOL	000133			1
TT4_CTRL	VAR	BOOL	000134			1
TT5_CTRL	VAR	BOOL	000135			1
TT6_CTRL	VAR	BOOL	000136			1
TT1_CTRL	VAR	BOOL	000137			1
TT2_CTRL	VAR	BOOL	000138			1
SEL_BOM_SD	VAR	BOOL	000139			2
SEL_BOM_MEL	VAR	BOOL	000140			2
STRT_CON_MP_SD	VAR	BOOL	000141			2
STRT_CON_MA_SD	VAR	BOOL	000142			2
STRT_CON_MP_M	VAR	BOOL	000143			2
STRT_CON_MA_M	VAR	BOOL	000144			2
STP_CON_MP_SD	VAR	BOOL	000145			2
STP_CON_MA_SD	VAR	BOOL	000146			2
STP_CON_MP_M	VAR	BOOL	000147			2
STP_CON_MA_M	VAR	BOOL	000148			2
KM_MP_SD	VAR	BOOL	000200			3
KM_MA_SD	VAR	BOOL	000201			3
KM_MP_FER	VAR	BOOL	000202			4
KM_MA_FER	VAR	BOOL	000203			5
melaza	VAR	BOOL	000701			2
CTRL_MOTOR	VAR	BOOL	000702			5
LSH	VAR	BOOL	000703			4
LSL	VAR	BOOL	000704			4
START_MP_SD	VAR	BOOL	000720			1
START_MA_SD	VAR	BOOL	000721			1
START_MP_FER	VAR	BOOL	000722			1
START_MA_FER	VAR	BOOL	000723			1
STOP_MP_SD	VAR	BOOL	000724			1
STOP_MA_SD	VAR	BOOL	000725			1
STOP_MP_FER	VAR	BOOL	000726			1
STOP_MA_FER	VAR	BOOL	000727			1
PT1_XMAX	VAR	INT	400300	32000		0
PT1_XMIN	VAR	INT	400301	0		0
PT2_XMAX	VAR	INT	400302	32000		0
PT2_XMIN	VAR	INT	400303	0		0
PT3_XMAX	VAR	INT	400304	32000		0

Variable list (Name: All, Type: All, DataType: All, Sorted by: address)						
Variable name	Type	DType	Address	Initial value	Comment	Used
PT3_XMIN	VAR	INT	400305	0		0
PT4_XMAX	VAR	INT	400306	32000		0
PT4_XMIN	VAR	INT	400307	0		0
FVT_XMAX	VAR	INT	400308	32000		0
FVT_XMIN	VAR	INT	400309	0		0
PHT1_XMAX	VAR	INT	400310	32000		0
PHT1_XMIN	VAR	INT	400311	0		0
PHT2_XMAX	VAR	INT	400312	32000		0
PHT2_XMIN	VAR	INT	400313	0		0
CT1_XMAX	VAR	INT	400314	32000		0
CT1_XMIN	VAR	INT	400315	0		0
CT2_XMAX	VAR	INT	400316	32000		0
CT2_XMIN	VAR	INT	400317	0		0
LT1_XMAX	VAR	INT	400318	32000		1
LT1_XMIN	VAR	INT	400319	0		1
LT2_XMAX	VAR	INT	400320	32000		1
LT2_XMIN	VAR	INT	400321	0		1
LT3_XMAX	VAR	INT	400322	32000		1
LT3_XMIN	VAR	INT	400323	0		1
LT4_XMAX	VAR	INT	400324	32000		1
LT4_XMIN	VAR	INT	400325	0		1
LT5_XMAX	VAR	INT	400326	32000		1
LT5_XMIN	VAR	INT	400327	0		1
TT1_XMAX1	VAR	INT	400329	32000		1
TT1_XMIN1	VAR	INT	400330	0		1
TT2_XMAX	VAR	INT	400331	32000		1
TT2_XMIN	VAR	INT	400332	0		1
TT3_XMAX	VAR	INT	400333	32000		1
TT3_XMIN	VAR	INT	400334	0		1
TT4_XMAX	VAR	INT	400335	32000		1
TT4_XMIN	VAR	INT	400336	0		1
TT5_XMAX	VAR	INT	400337	32000		1
TT5_XMIN	VAR	INT	400338	0		1
TT6_XMAX	VAR	INT	400339	32000		1
TT6_XMIN	VAR	INT	400340	0		1
TT7_XMAX	VAR	INT	400341	32000		1
TT7_XMIN	VAR	INT	400342	0		1
TT8_XMAX	VAR	INT	400343	32000		1
TT8_XMIN	VAR	INT	400344	0		1
TT9_XMAX	VAR	INT	400345	32000		0
TT9_XMIN	VAR	INT	400346	0		0
LT6_XMAX	VAR	INT	400350	32000		1
LT6_XMIN	VAR	INT	400352	0		1
PT1_YMAX	VAR	REAL	400400	232.0		0
PT1_YMIN	VAR	REAL	400402	0.0		0
PT2_YMAX	VAR	REAL	400404	232.0		0
PT2_YMIN	VAR	REAL	400406	0.0		0
PT3_YMAX	VAR	REAL	400408	232.0		0
PT3_YMIN	VAR	REAL	400410	0.0		0
PT4_YMAX	VAR	REAL	400412	232.0		0
PT4_YMIN	VAR	REAL	400414	0.0		0
FVT_YMAX	VAR	REAL	400416	500.0		0
FVT_YMIN	VAR	REAL	400418	0.0		0
PHT1_YMAX	VAR	REAL	400420	32000.0		0
PHT1_YMIN	VAR	REAL	400422	0.0		0

Variable list (Name: All, Type: All, DataType: All, Sorted by: address)						
Variable name	Type	DType	Address	Initial value	Comment	Used
PHT2_YMAX	VAR	REAL	400424	32000.0		0
PHT2_YMIN	VAR	REAL	400426	0.0		0
LT1_YMAX	VAR	REAL	400440			2
LT1_YMIN	VAR	REAL	400442	0.0		1
LT2_YMAX	VAR	REAL	400444			2
LT2_YMIN	VAR	REAL	400446	0.0		1
LT3_YMAX	VAR	REAL	400448	306.0		1
LT3_YMIN	VAR	REAL	400450	0.0		1
LT4_YMAX	VAR	REAL	400452	306.0		0
LT4_YMIN	VAR	REAL	400454	0.0		1
LT5_YMAX	VAR	REAL	400456			2
LT5_YMIN	VAR	REAL	400458	0.0		1
TT1_YMAX	VAR	REAL	400460	40.0		1
TT1_YMIN	VAR	REAL	400462	30.0		1
TT2_YMAX	VAR	REAL	400464	40.0		1
TT2_YMIN	VAR	REAL	400466	30.0		1
TT3_YMAX	VAR	REAL	400468	40.0		1
TT3_YMIN	VAR	REAL	400470	30.0		1
TT4_YMAX	VAR	REAL	400472	40.0		1
TT4_YMIN	VAR	REAL	400474	30.0		1
TT5_YMAX	VAR	REAL	400476	40.0		1
TT5_YMIN	VAR	REAL	400478	30.0		1
TT6_YMAX	VAR	REAL	400480	40.0		1
TT6_YMIN	VAR	REAL	400482	30.0		1
TT7_YMAX	VAR	REAL	400484	40.0		1
TT7_YMIN	VAR	REAL	400486	30.0		1
TT8_YMAX	VAR	REAL	400488	40.0		1
TT8_YMIN	VAR	REAL	400490	30.0		1
TT9_YMAX	VAR	REAL	400492	40.0		0
TT9_YMIN	VAR	REAL	400494	30.0		0
PT1_OUT	VAR	REAL	400498			0
PT2_OUT	VAR	REAL	400500			0
PT3_OUT	VAR	REAL	400502			0
PT4_OUT	VAR	REAL	400504			0
PH1_OUT	VAR	REAL	400506		TK.210	1
PH2_OUT	VAR	REAL	400508		TK.213	1
CT1_OUT	VAR	REAL	400510		TK. 210	1
CT2_OUT	VAR	REAL	400512		TK.213	1
CT3_OUT	VAR	REAL	400514			1
FVT_OUT	VAR	REAL	400516			0
LT1_OUT	VAR	REAL	400518			5
LT2_OUT	VAR	REAL	400520			5
LT3_OUT	VAR	REAL	400522			6
LT4_OUT	VAR	REAL	400524			5
LT5_OUT	VAR	REAL	400526			6
TT1_OUT	VAR	REAL	400528			2
TT2_OUT	VAR	REAL	400530			2
TT3_OUT	VAR	REAL	400532			2
TT4_OUT	VAR	REAL	400534			2
TT5_OUT	VAR	REAL	400536			2
TT6_OUT	VAR	REAL	400538			2
TT7_OUT	VAR	REAL	400540			2
TT8_OUT	VAR	REAL	400542			2
TT9_OUT	VAR	REAL	400544			0
CT3_SP	VAR	REAL	400592			1

Variable list (Name: All, Type: All, DataType: All, Sorted by: address)						
Variable name	Type	DType	Address	Initial value	Comment	Used
TT7_SP	VAR	REAL	400602			1
TT7_LAG	VAR	REAL	400604			0
TT7_KI	VAR	REAL	400606	12.75		1
TT7_KD	VAR	REAL	400608			1
TT7_GAIN	VAR	REAL	400610			0
CT3_YMAN	VAR	REAL	400612	50.0		1
TT7_YMAN	VAR	REAL	400614			1
TT8_SP	VAR	REAL	400616	36.0		1
TT8_LAG	VAR	REAL	400618			0
TT8_KI	VAR	REAL	400620	12.75		1
TT8_KD	VAR	REAL	400622			1
TT8_GAIN	VAR	REAL	400624			0
TT8_YMAN	VAR	REAL	400626			1
TT9_SP	VAR	REAL	400628			0
TT9_LAG	VAR	REAL	400630			0
TT9_KI	VAR	REAL	400632			0
TT9_KD	VAR	REAL	400634			0
TT9_GAIN	VAR	REAL	400636			0
TT9_YMAN	VAR	REAL	400638			0
TT3_SP	VAR	REAL	400640			1
TT3_LAG	VAR	REAL	400642			0
TT3_KI	VAR	REAL	400646	12.75		1
TT3_KD	VAR	REAL	400648			1
TT3_GAIN	VAR	REAL	400650			0
TT3_YMAN	VAR	REAL	400652			1
TT4_SP	VAR	REAL	400654			1
TT4_LAG	VAR	REAL	400656			0
TT4_KI	VAR	REAL	400658	12.75		1
TT4_KD	VAR	REAL	400660			1
TT4_GAIN	VAR	REAL	400662			0
TT4_YMAN	VAR	REAL	400664			1
TT5_SP	VAR	REAL	400666			1
TT5_LAG	VAR	REAL	400668			0
TT5_KI	VAR	REAL	400670	12.75		1
TT5_KD	VAR	REAL	400672			1
TT5_GAIN	VAR	REAL	400674			0
TT5_YMAN	VAR	REAL	400676			1
TT6_SP	VAR	REAL	400678			1
TT6_LAG	VAR	REAL	400680			0
TT6_KI	VAR	REAL	400682			1
TT6_KD	VAR	REAL	400684			1
TT6_GAIN	VAR	REAL	400686			0
TT6_YMAN	VAR	REAL	400688			1
TT1_SP	VAR	REAL	400690			1
TT1_LAG	VAR	REAL	400692			0
TT1_KI	VAR	REAL	400694	12.75		1
TT1_KD	VAR	REAL	400696			1
TT1_GAIN	VAR	REAL	400698			0
TT1_YMAN	VAR	REAL	400700			1
TT2_SP	VAR	REAL	400702			1
TT2_LAG	VAR	REAL	400704			0
TT2_KI	VAR	REAL	400706	12.75		1
TT2_KD	VAR	REAL	400708			1
TT2_GAIN	VAR	REAL	400710			0
TT2_YMAN	VAR	REAL	400712			1

table continued...

Variable list (Name: All, Type: All, DataType: All, Sorted by: address)						
Variable name	Type	DType	Address	Initial value	Comment	Used
TT1_KP	VAR	REAL	400718	-5.89		1
TT2_KP	VAR	REAL	400720	-5.89		1
SV_210	VAR	REAL	400722			2
SV_213	VAR	REAL	400724			2
TT7_KP	VAR	REAL	400726	-5.89		1
TT8_KP	VAR	REAL	400728	-5.89		1
TT9_KP	VAR	REAL	400730			0
TT3_KP	VAR	REAL	400732	-5.89		1
TT4_KP	VAR	REAL	400734	-5.89		1
TT5_KP	VAR	REAL	400736	-5.89		1
TT6_KP	VAR	REAL	400738	-5.89		1
SV_303A	VAR	REAL	400740			2
SV_303B	VAR	REAL	400742			2
SV_303C	VAR	REAL	400744			2
SV_303D	VAR	REAL	400746			2
VL_213	VAR	REAL	400748			1
VL_210	VAR	REAL	400750			1
LT6_YMAX	VAR	REAL	400752			2
LT6_YMIN	VAR	REAL	400754	0.0		1
LT6_OUT	VAR	REAL	400756			5
VL_330A	VAR	REAL	400758			1
VL_330B	VAR	REAL	400760			1
VL_330C	VAR	REAL	400762			1
VL_330D	VAR	REAL	400764			1
TPH_330A	VAR	REAL	400766			2
TPH_330B	VAR	REAL	400768			2
TPH_330C	VAR	REAL	400770			2
TPH_330D	VAR	REAL	400772			2
SV_206A	VAR	REAL	400774			2
SV_206B	VAR	REAL	400776			2
SV_218	VAR	REAL	400778			3
FIC_210	VAR	REAL	400780			3
FIC_210_T	VAR	REAL	400800			2
FVT_OUT_T	VAR	REAL	400802			0
TV_MAN_218	VAR	REAL	400804			2
Y_Integrator	VAR	REAL	400806			0
Reset	VAR	REAL	400808			0
Mode_Integrator	VAR	Mode_MH	400850			0
man	COMP	BOOL		0		
halt	COMP	BOOL		0		
Para_integrator	VAR	Para_INTEG	400860			0
gain	COMP	REAL		0.000277		
ymax	COMP	REAL		1000000.0		
SC_YMAX	VAR	REAL	400940	85.0		1
CY_MIN	VAR	REAL	400942	60.0		1
SC_MAX	VAR	INT	400944	32000		1
SC_XMIN	VAR	INT	400946	0		1
CT3_GAIN	VAR	REAL	400948	-6.98		1
CT3_TI	VAR	REAL	400950	11.6		1
CT3_TD	VAR	REAL	400952	2.9		1
CT3_LAG	VAR	REAL	400954			0
YMIN_PID_BRIX	VAR	REAL	400956	0.0		0
YMAX_PID_BRIX	VAR	REAL	400958	100.0		0
valor_pertur	VAR	REAL	400970			2
Temp_melaza_PF210	VAR	REAL	400972			2

table continued...

Variable list (Name: All, Type: All, DataType: All, Sorted by: address)						
Variable name	Type	DType	Address	Initial value	Comment	Used
temp_melaza_PF213	VAR	REAL	400974			2
temp_melaza_TK218A	VAR	REAL	400978			2
temp_melaza_TK218B	VAR	REAL	400980			2
temp_melza_tk303	VAR	REAL	400982			2
temp_melaza_tk303B	VAR	REAL	400984			2
temp_melaka_tk303C	VAR	REAL	400986			2
temp_melaza_tk303D	VAR	REAL	400988			2
sensor_brix	VAR	INT	401001			0
aa	VAR	REAL				1
aaa1	VAR	Para_SUM_W				1
k1	COMP	REAL		21.98		
k2	COMP	REAL		-0.1		
k3	COMP	REAL		0.089		
aaa2	VAR	Para_SUM_W				1
k1	COMP	REAL		0.006757		
c1	COMP	REAL		-0.020839		
aaa3	VAR	Para_SUM_W				1
k1	COMP	REAL		1.48		
k2	COMP	REAL		1.48		
AREA_PREFERMENTACION	IVAR	SECT_CTRL				0
ARRANQUE_MOTORES	IVAR	SECT_CTRL				0
auxi_sv_206B	VAR	Para_SCALING				0
in_max	COMP	REAL		100.0		
out_max	COMP	REAL		50.0		
clip	COMP	BOOL		0		
const_tempB	VAR	Para_SUM_W				7
k1	COMP	REAL		1.0		
k2	COMP	REAL		-0.166		
cons_tempA	VAR	Para_SUM_W				1
k1	COMP	REAL		1.0		
k2	COMP	REAL		-0.166		
CONVERSION	IVAR	SECT_CTRL				0
cp1	VAR	REAL				0
CT3_OUT1	VAR	REAL				3
LT1_210_LH	VAR	BOOL				2
LT1_210_LL	VAR	BOOL				2
LT1_213_LH	VAR	BOOL				2
LT1_213_LL	VAR	BOOL				2
LT1_330A_LH	VAR	BOOL				2
LT1_330A_LL	VAR	BOOL				2
LT1_330B_LH	VAR	BOOL				2
LT1_330B_LL	VAR	BOOL				2
LT1_330C_LH	VAR	BOOL				2
LT1_330C_LL	VAR	BOOL				2
LT1_330D_LH	VAR	BOOL				2
LT1_330D_LL	VAR	BOOL				2
LT2_210_LH	VAR	BOOL				2
LT2_210_LL	VAR	BOOL				2
LT2_213_LH	VAR	BOOL				2
LT2_213_LL	VAR	BOOL				2
LT2_330A_LH	VAR	BOOL				2
LT2_330A_LL	VAR	BOOL				2
LT2_330B_LH	VAR	BOOL				2
LT2_330B_LL	VAR	BOOL				2
LT2_330C_LH	VAR	BOOL				2

table continued...

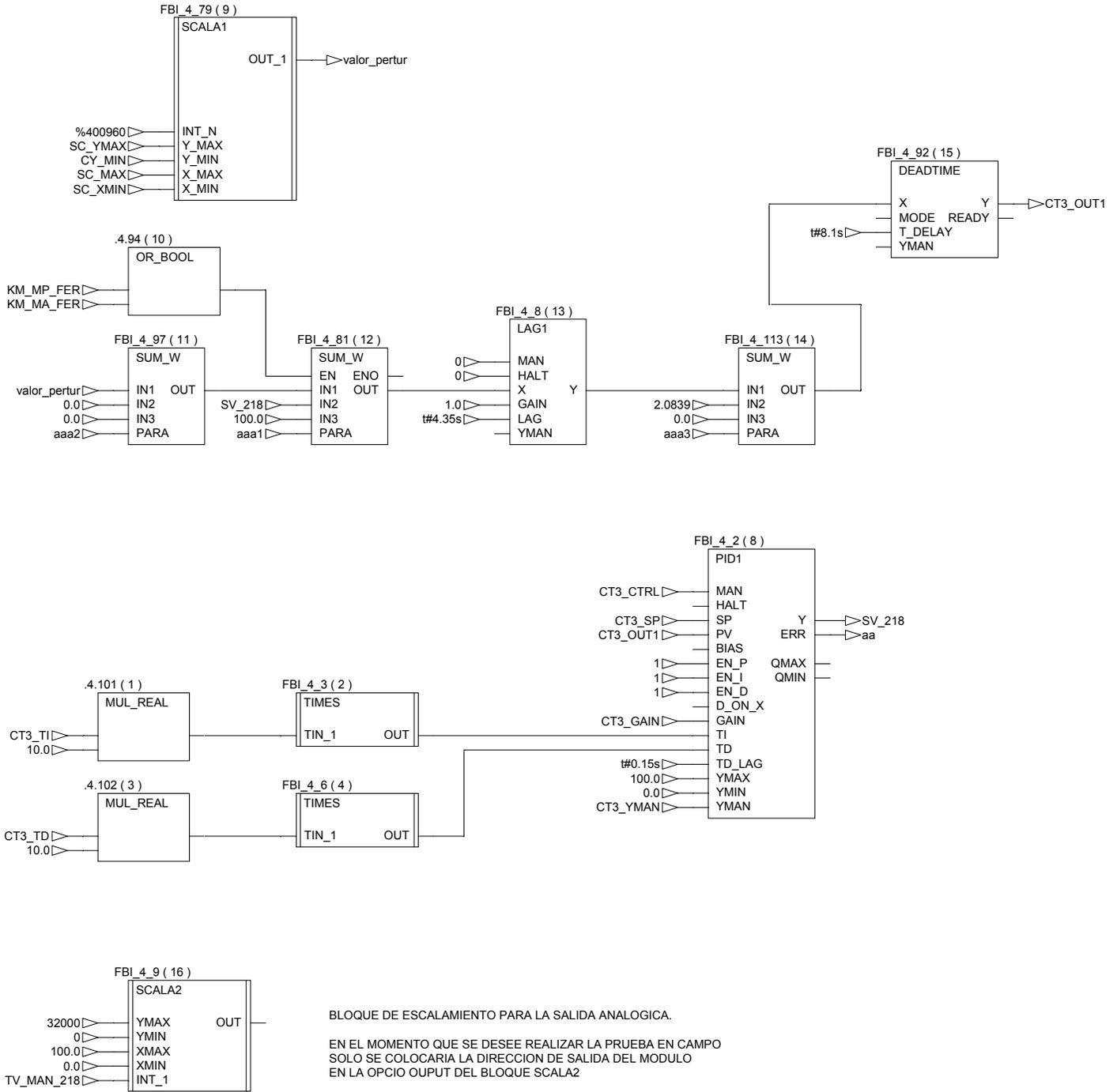
Variable list (Name: All, Type: All, DataType: All, Sorted by: address)						
Variable name	Type	DType	Address	Initial value	Comment	Used
LT2_330C_LL	VAR	BOOL				2
LT2_330D_LH	VAR	BOOL				2
LT2_330D_LL	VAR	BOOL				2
LT3_210_LH	VAR	BOOL				2
LT3_210_LL	VAR	BOOL				2
LT3_213_LH	VAR	BOOL				2
LT3_213_LL	VAR	BOOL				2
LT3_330A_LH	VAR	BOOL				2
LT3_330A_LL	VAR	BOOL				2
LT3_330B_LH	VAR	BOOL				2
LT3_330B_LL	VAR	BOOL				2
LT3_330C_LH	VAR	BOOL				2
LT3_330C_LL	VAR	BOOL				2
LT3_330D_LH	VAR	BOOL				2
LT3_330D_LL	VAR	BOOL				2
LT4_210_LH	VAR	BOOL				2
LT4_210_LL	VAR	BOOL				2
LT4_213_LH	VAR	BOOL				2
LT4_213_LL	VAR	BOOL				2
LT4_330A_LH	VAR	BOOL				2
LT4_330A_LL	VAR	BOOL				2
LT4_330B_LH	VAR	BOOL				2
LT4_330B_LL	VAR	BOOL				2
LT4_330C_LH	VAR	BOOL				2
LT4_330C_LL	VAR	BOOL				2
LT4_330D_LH	VAR	BOOL				2
LT4_330D_LL	VAR	BOOL				2
LT5_210_LH	VAR	BOOL				2
LT5_210_LL	VAR	BOOL				2
LT5_330C_LH	VAR	BOOL				2
LT5_330C_LL	VAR	BOOL				2
NIVEL_FER	IVAR	SECT_CTRL				0
para_303A	VAR	Para_SCALING				0
in_max	COMP	REAL		100.0		
out_max	COMP	REAL		50.0		
clip	COMP	BOOL		0		
PID_FERMENTACION	IVAR	SECT_CTRL				0
PID_SD	IVAR	SECT_CTRL				0
PROCESO	IVAR	SECT_CTRL				0
REG1_PLC21	CONST	REAL		61166.0		0
REG2_PLC2	CONST	REAL		61166.0		0
REG3_PLC2	CONST	REAL		61166.0		0
REG4_PLC2	CONST	REAL		61166.0		0
reloj	VAR	BOOL		1		4
SP1	VAR	REAL				0
start_motor115A	VAR	BOOL				3
star_mot115B	VAR	BOOL				3
sv206A	VAR	Para_SCALING				1
in_min	COMP	REAL		-100.0		
out_min	COMP	REAL		-33.44		
sv206B	VAR	Para_SCALING				1
in_min	COMP	REAL		-100.0		
out_min	COMP	REAL		-33.44		
sv210	VAR	Para_SCALING				1
in_min	COMP	REAL		-100.0		

table continued...

Variable list (Name: All, Type: All, DataType: All, Sorted by: address)						
Variable name	Type	DType	Address	Initial value	Comment	Used
out_min	COMP	REAL		-33.44		
sv213	VAR	Para_SCALING				1
in_min	COMP	REAL		-100.0		
out_min	COMP	REAL		-33.44		
sv303A	VAR	Para_SCALING				1
in_min	COMP	REAL		-100.0		
out_min	COMP	REAL		-33.44		
sv303B	VAR	Para_SCALING				1
in_min	COMP	REAL		-100.0		
out_min	COMP	REAL		-33.44		
sv303C	VAR	Para_SCALING				1
in_min	COMP	REAL		-100.0		
out_min	COMP	REAL		-33.44		
sv303D	VAR	Para_SCALING				1
in_min	COMP	REAL		-100.0		
out_min	COMP	REAL		-33.44		
TT7_OUT1	VAR	REAL		36.0		0
V1_210	VAR	REAL				2
V1_213	VAR	REAL				2
V1_330A	VAR	REAL				2
V1_330B	VAR	REAL				2
V1_330C	VAR	REAL				2
V1_330D	VAR	REAL				2
V2_210	VAR	REAL				2
V2_213	VAR	REAL				2
V2_330A	VAR	REAL				2
V2_330B	VAR	REAL				2
V2_330C	VAR	REAL				2
V2_330D	VAR	REAL				2
V3_210	VAR	REAL				2
V3_213	VAR	REAL				2
V3_330A	VAR	REAL				2
V3_330B	VAR	REAL				2
V3_330C	VAR	REAL				2
V3_330D	VAR	REAL				2
V4_210	VAR	REAL				2
V4_213	VAR	REAL				2
V4_330A	VAR	REAL				2
V4_330B	VAR	REAL				2
V4_330C	VAR	REAL				2
V4_330D	VAR	REAL				2
V5_210	VAR	REAL				2
V5_330C	VAR	REAL				2
Yman_Integrator	VAR	REAL		0.0		0
y_tempA	VAR	REAL				2
y_tempB	VAR	REAL				2
Y_tempPF210	VAR	REAL				2
Y_tempPF213	VAR	REAL				2
y_temptk303A	VAR	REAL				2
Y_temptk303B	VAR	REAL				2
Y_temptk303C	VAR	REAL				2
Y_temptk303D	VAR	REAL				2

SECCION: PROGRAMACION DE SINTONIZACION UTILIZANDO UN BLOQUE PID PARA EL LAZO QUE HAY EN SEGUNDA DILUSION

ESCALAMIENTO DEL SENSOR DE BRUX UBICADO EN EL TANQUE DE SEGUNDA DILUSION TK-218



BLOQUE DE ESCALAMIENTO PARA LA SALIDA ANALOGICA.

EN EL MOMENTO QUE SE DESEE REALIZAR LA PRUEBA EN CAMPO SOLO SE COLOCARIA LA DIRECCION DE SALIDA DEL MODULO EN LA OPCIO OUPUT DEL BLOQUE SCALA2

80

90

100

110

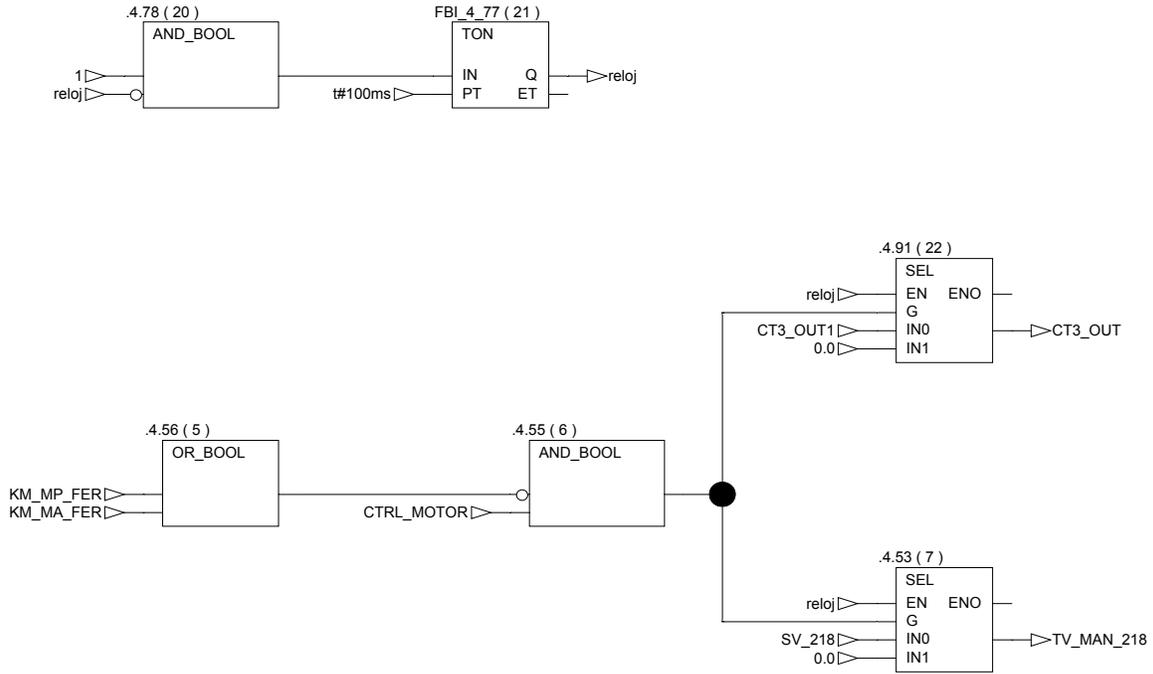
120

130

140

150

ALGORITMO DE UN RELOJ



10

20

30

40

50

60

70

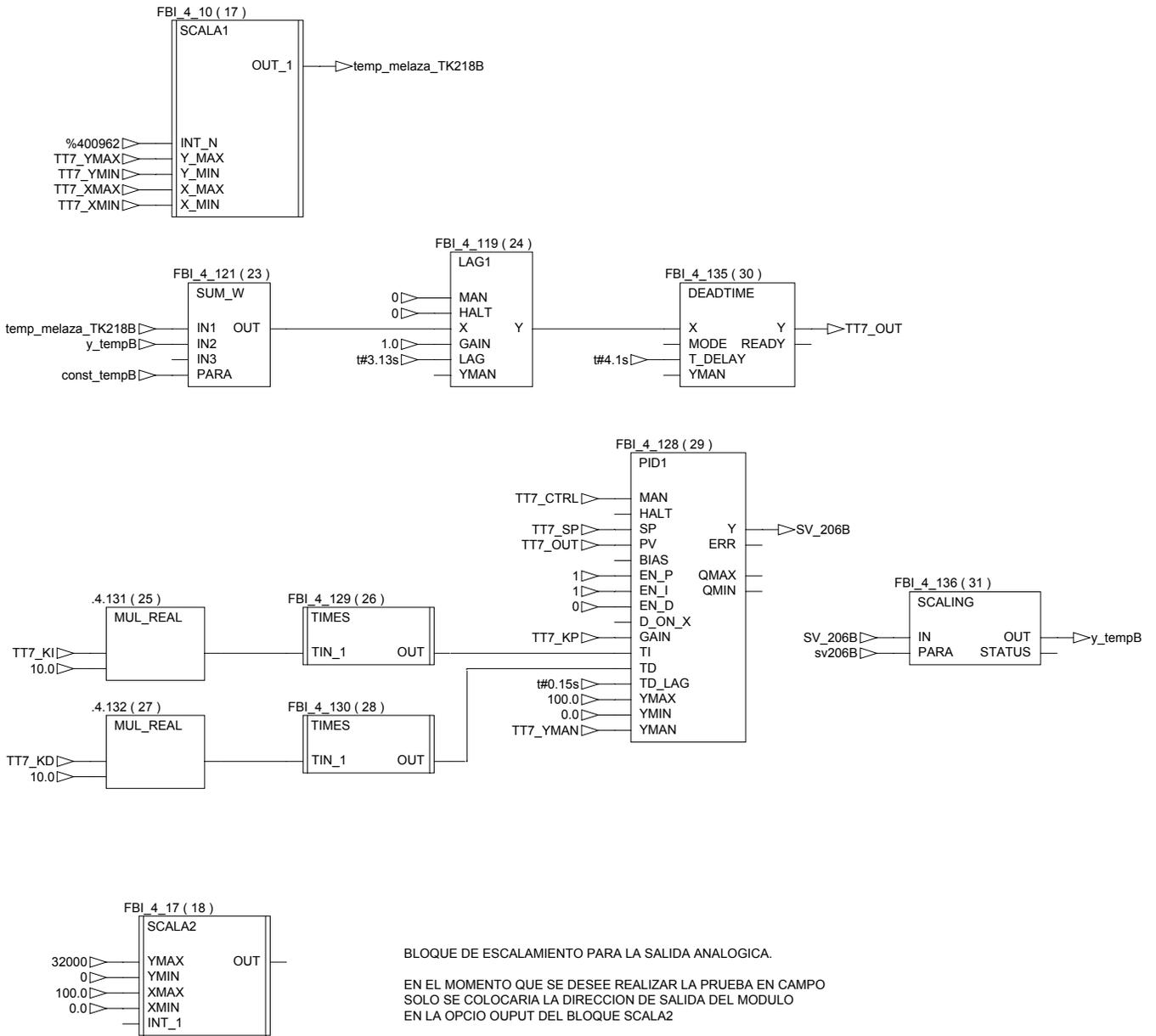
80

90

100

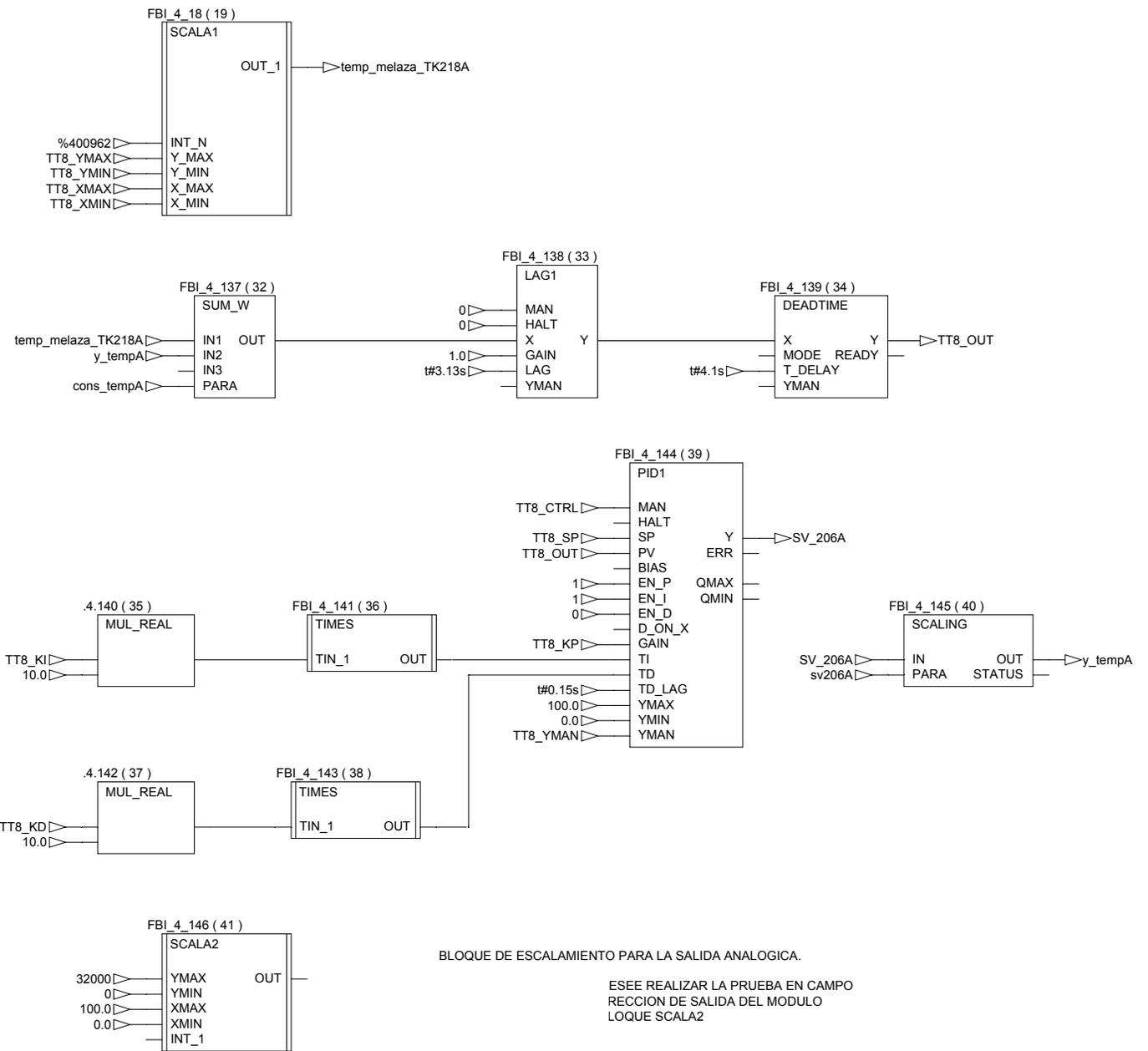
10 20 30 40 50 60 70

CONTROL PID DE LAS VALVULAS DE SODERAL CONTROLADAS POR TEMPERATURAS



80 90 100 110 120 130 140 150

CONTROL DE LA VALVULA DE SODERAL CON LA SENAL DE TEMPERATURA



BLOQUE DE ESCALAMIENTO PARA LA SALIDA ANALOGICA.

ESEE REALIZAR LA PRUEBA EN CAMPO RECCION DE SALIDA DEL MODULO LOQUE SCALA2

< p a g e 3

Remote (Head slot 0)							
Drop	Type	Modules	Holdup [ms]	Input-Bits	Output-Bits	Status Reg.	Activate
1	Momentum	1	-	0	80		-

Local Drop						
Drop Type: Momentum			Drop 1			
Slot	Module name	Input Range	Output Range	Module description	In/Out-Type	Timeout-State
1	AAO-921-00		400001-400005	Analog-4 Ch 4-20mA Output		

Parameter AAO-921-00 (Slot 1)	
Channel	Type
1	Last Value
2	Last Value
3	Last Value
4	Last Value
Parameter Word 1: 9999	

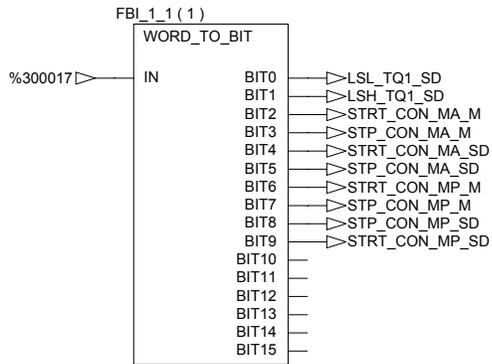
Graph of section CONVERSION

10 20 30 40 50 60 70

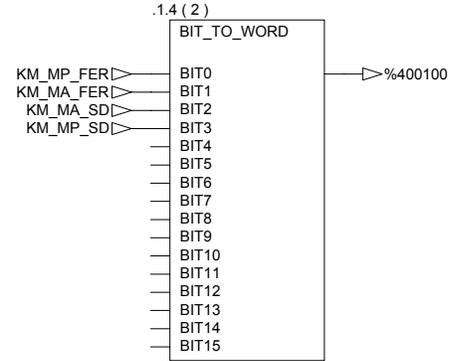
SECCION: CONVERSION DE DATOS QUE SE MANEJAN EN EL PEER COP

MODULO MOMENTUN DIRECCION MODBUS PLUS 3

CONVERSION DE PALABRA A BITS

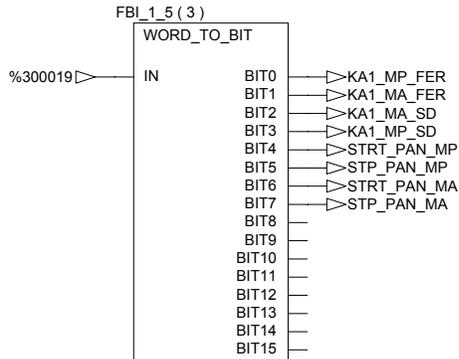


CONVERSION DE BITS A PALABRA



MODULO MOMENTUN DIRECCION MODBUS PLUS 7

CONVERSION DE PALABRA A BITS



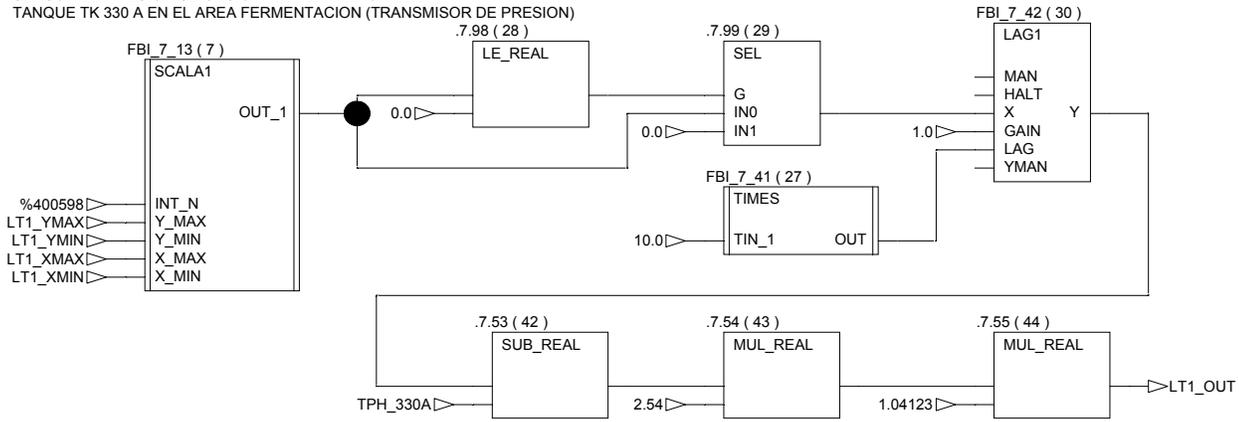
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

Graph of section NIVEL_FER

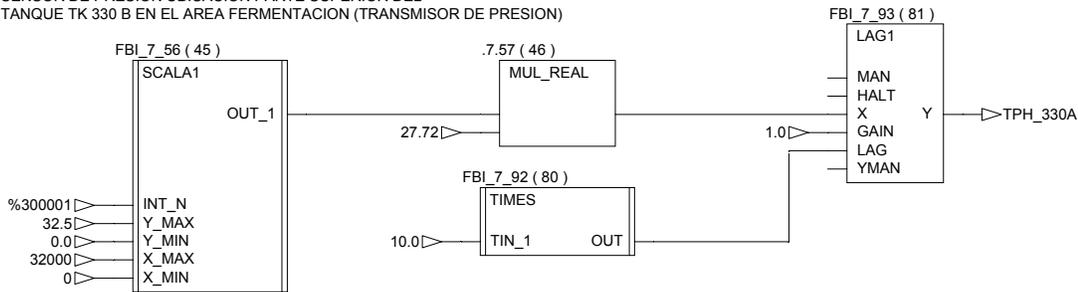
10 20 30 40 50 60 70

CALCULO DE NIVEL DE LOS TANQUES DE FERMENTACION

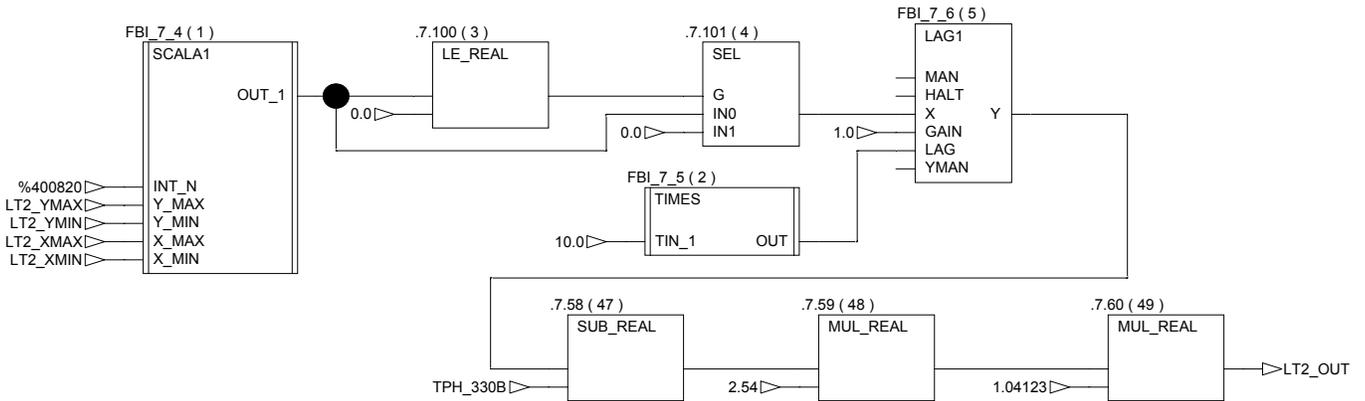
SENSOR DE PRESION UBICACION PARTE INFEROR DEL TANQUE TK 330 A EN EL AREA FERMENTACION (TRANSMISOR DE PRESION)



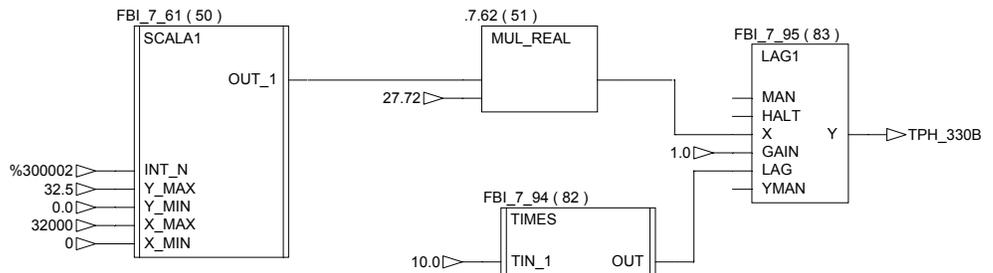
SENSOR DE PRESION UBICACION PARTE SUPERIOR DEL TANQUE TK 330 B EN EL AREA FERMENTACION (TRANSMISOR DE PRESION)



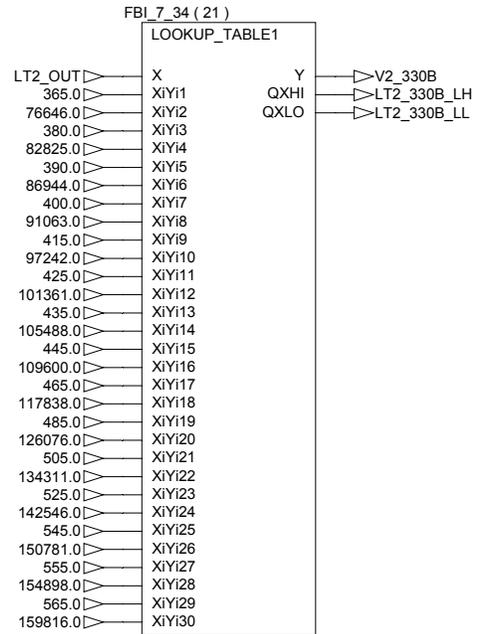
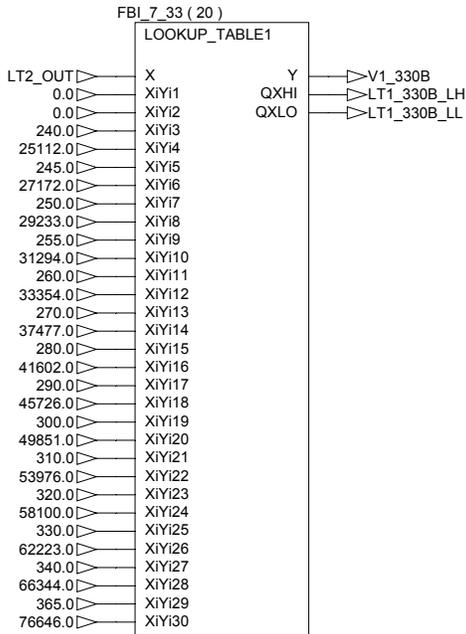
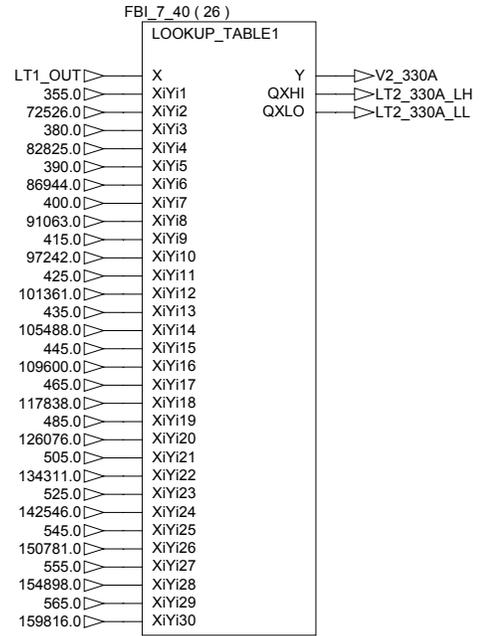
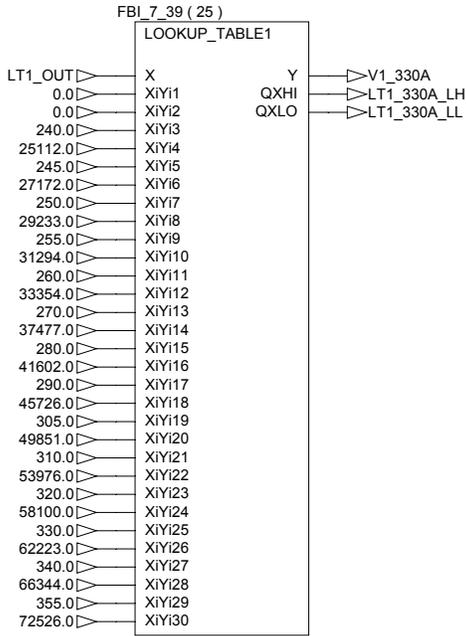
SENSOR DE PRESION UBICACION PARTE INFEROR DEL TANQUE TK 330 B EN EL AREA FERMENTACION (TRANSMISOR DE PRESION)



SENSOR DE PRESION UBICACION PARTE SUPERIOR DEL TANQUE TK 330 B EN EL AREA FERMENTACION (TRANSMISOR DE PRESION)

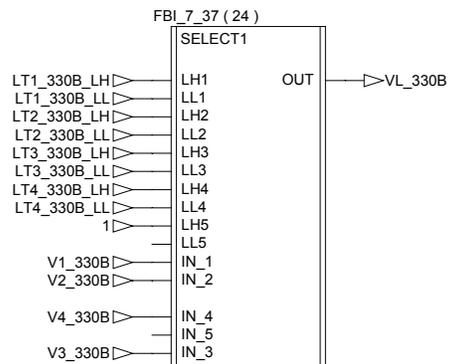
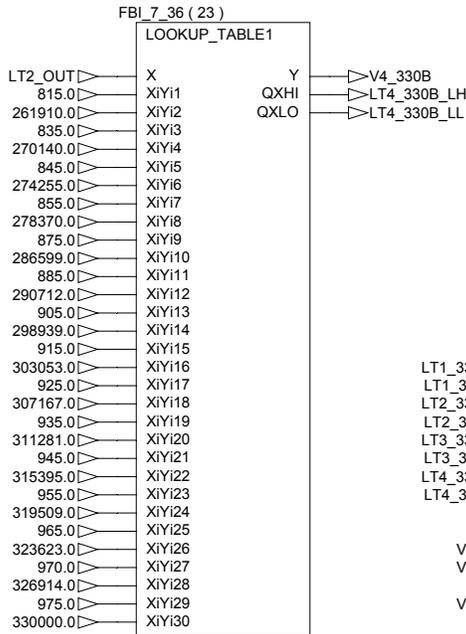
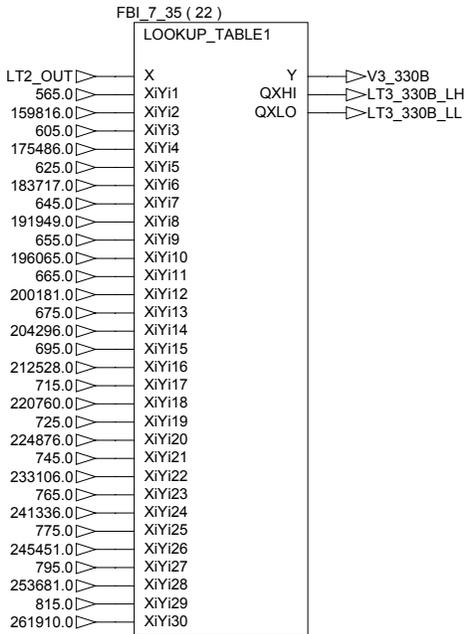
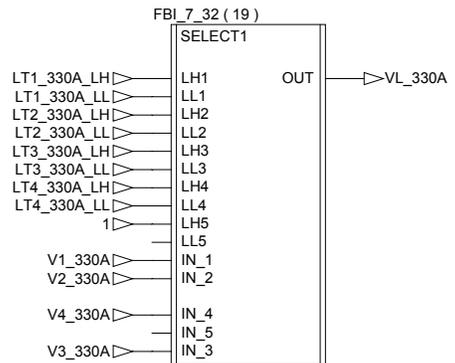
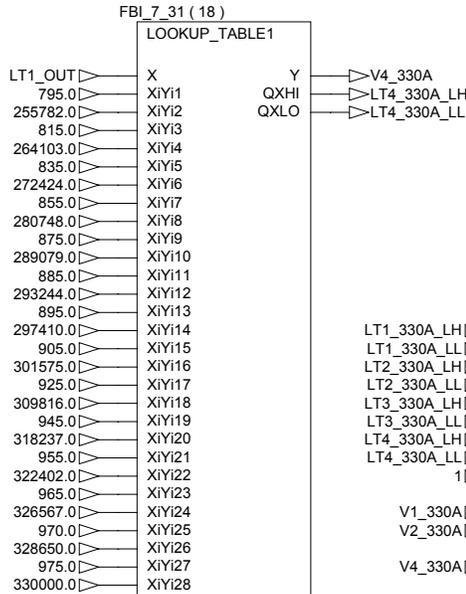
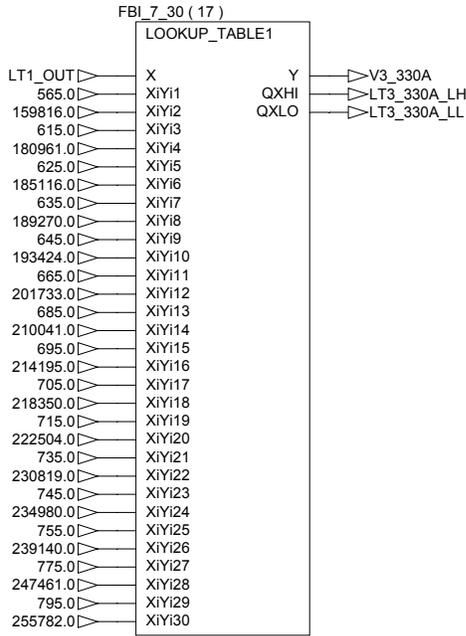


80 90 100 110 120 130 140 150



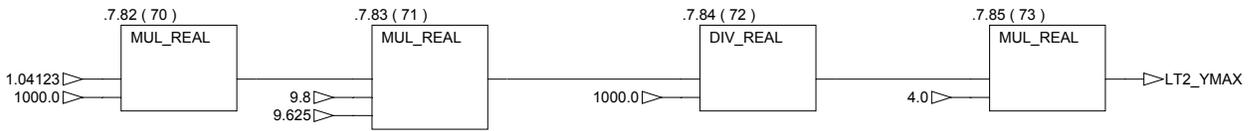
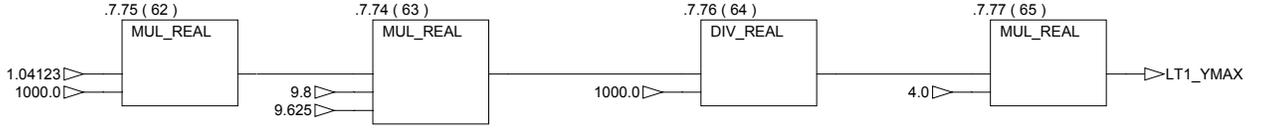
< page 1

160 170 180 190 200 210 220



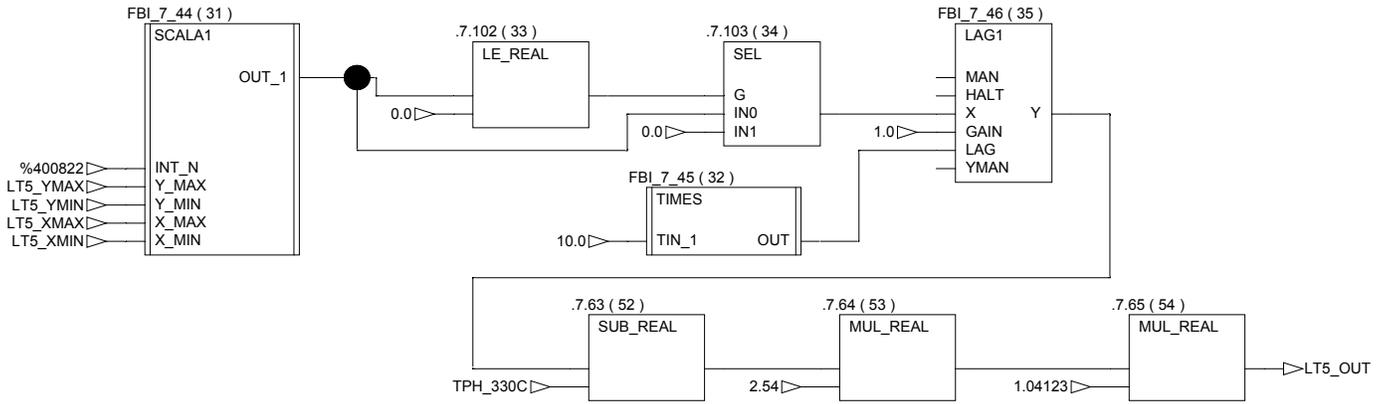
Graph of section NIVEL_FER

230 240 250 260 270 280 290 300



10 20 30 40 50 60 70

SENSOR DE PRESION UBICACION PARTE INFEROR DEL TANQUE TK 330 C EN EL AREA FERMENTACION (TRANSMISOR DE PRESION)

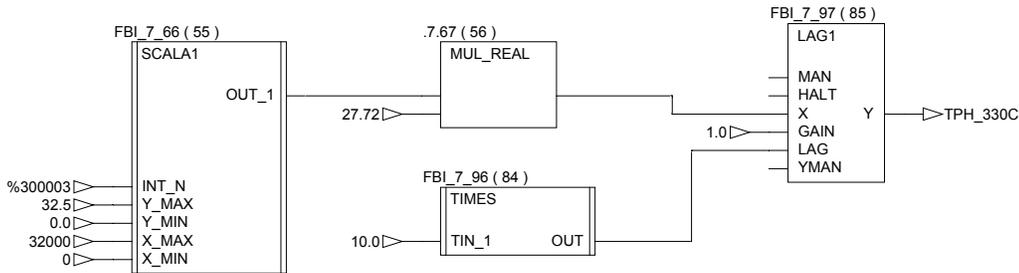


110

120

130

SENSOR DE PRESION UBICACION PARTE SUPERIOR DEL TANQUE TK 330 C EN EL AREA FERMENTACION (TRANSMISOR DE PRESION)

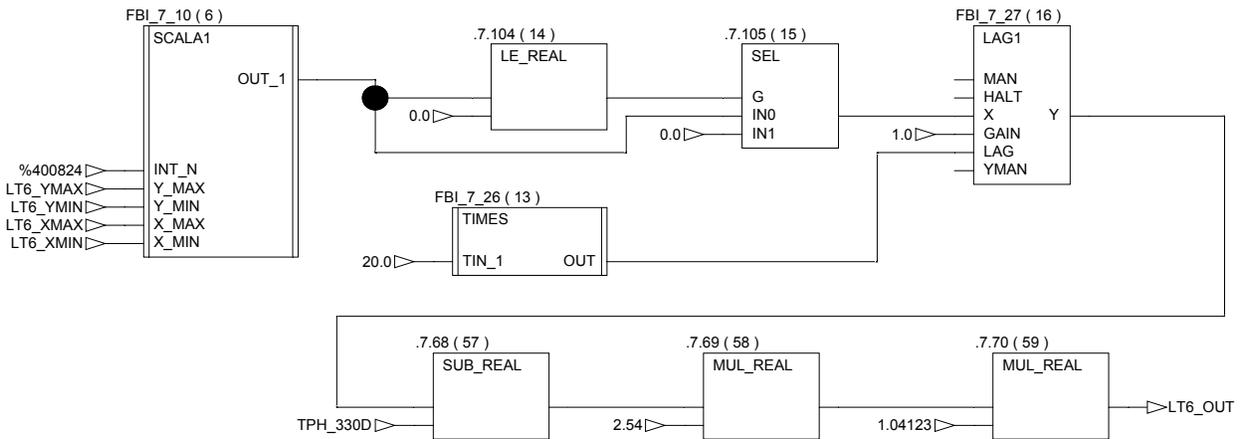


140

150

160

SENSOR DE PRESION UBICACION PARTE INFEROR DEL TANQUE TK 330 D EN EL AREA FERMENTACION (TRANSMISOR DE PRESION)

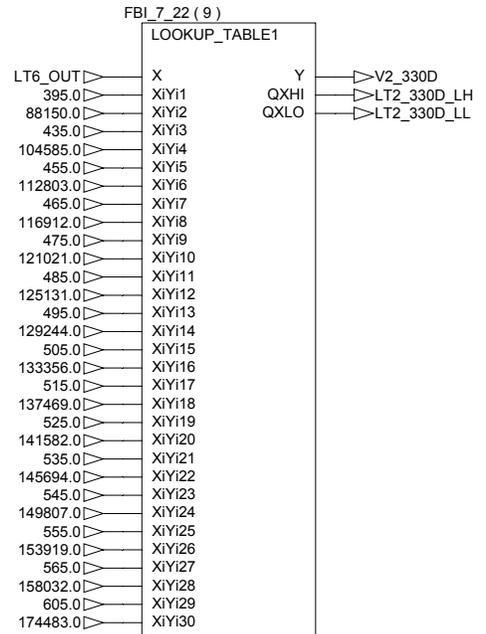
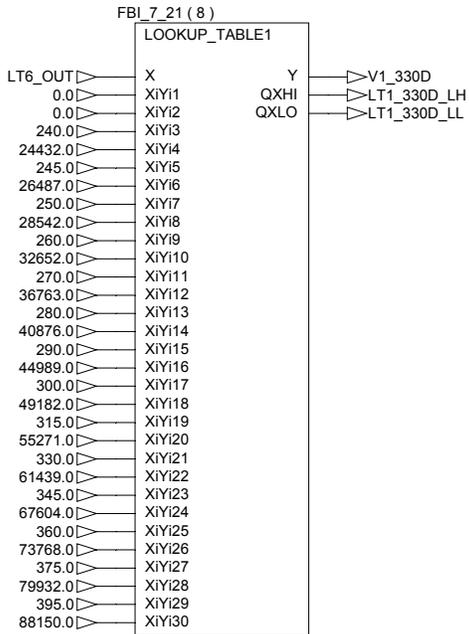
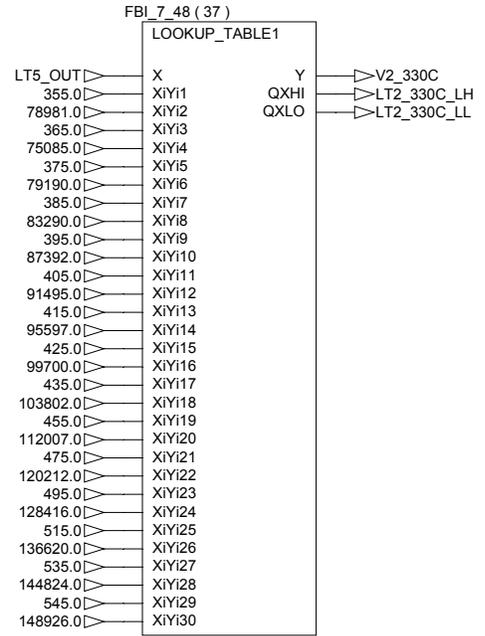
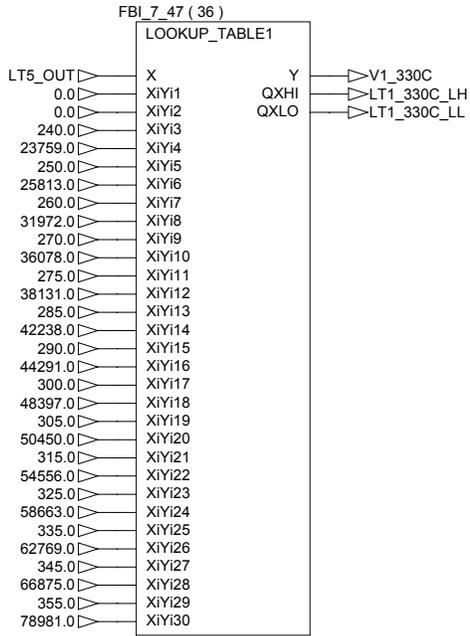


170

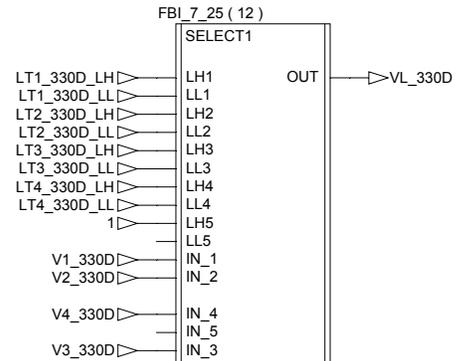
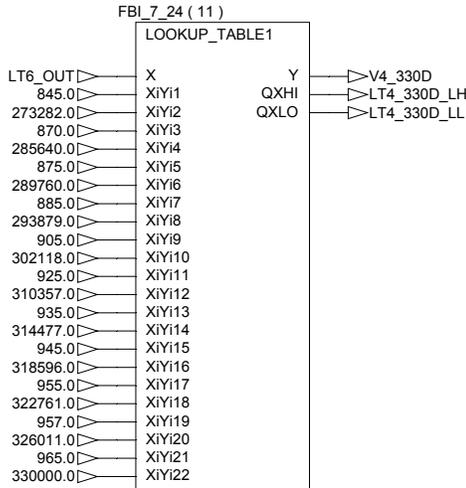
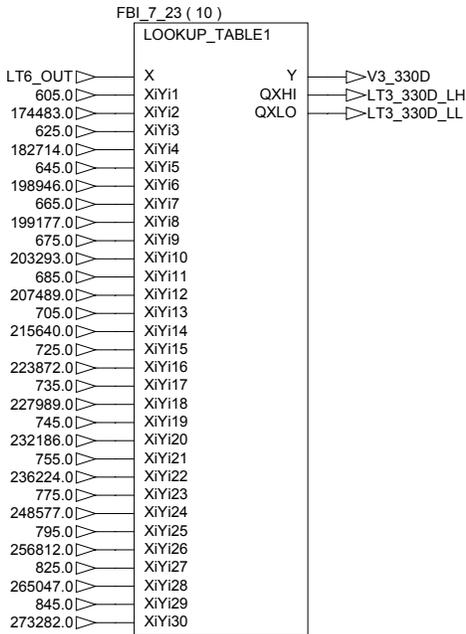
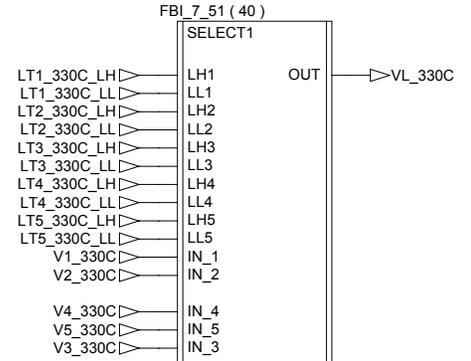
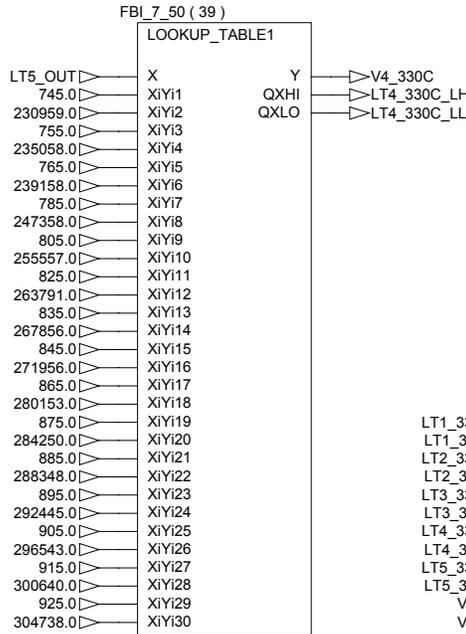
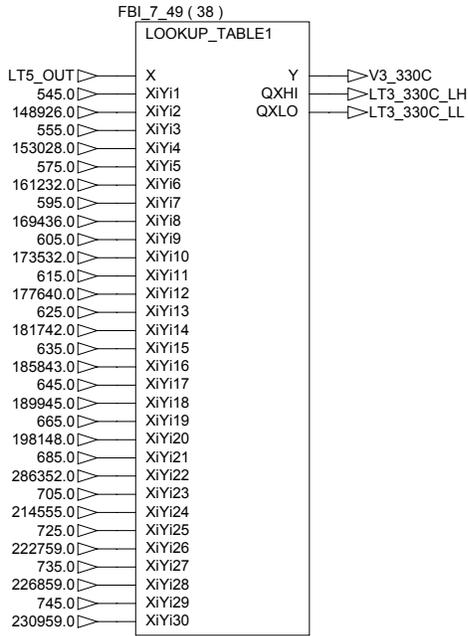
180

190

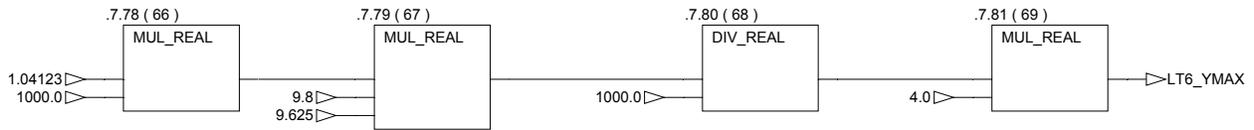
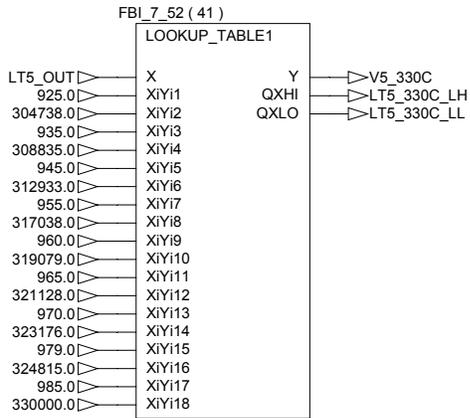
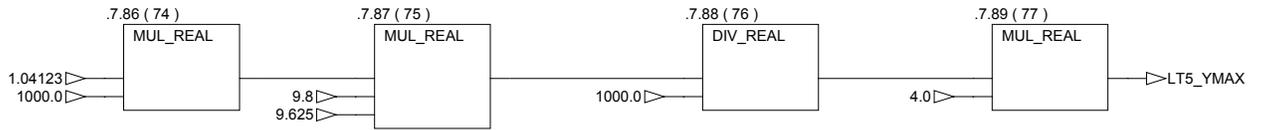
80 90 100 110 120 130 140 150



160 170 180 190 200 210 220

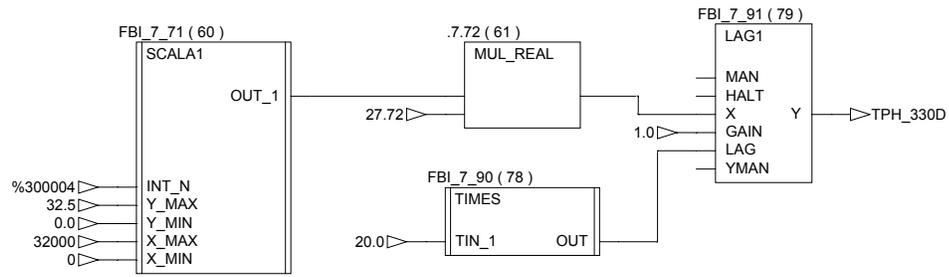


230 240 250 260 270 280 290 300



10 20 30 40 50 60 70

SENSOR DE PRESION UBICACION PARTE SUPERIOR DEL
TANQUE TK 330 D EN EL AREA FERMENTACION (TRANSMISOR DE PRESION)



210
220
230

80

90

100

110

120

130

140

150

210

220

230

<
p
a
g
e
g

>
p
a
g
e
1
1

160

170

180

190

200

210

220

210

220

230

<
p
a
g
e
1
0

>
p
a
g
e
1
2

230

240

250

260

270

280

290

300

210

220

230

<

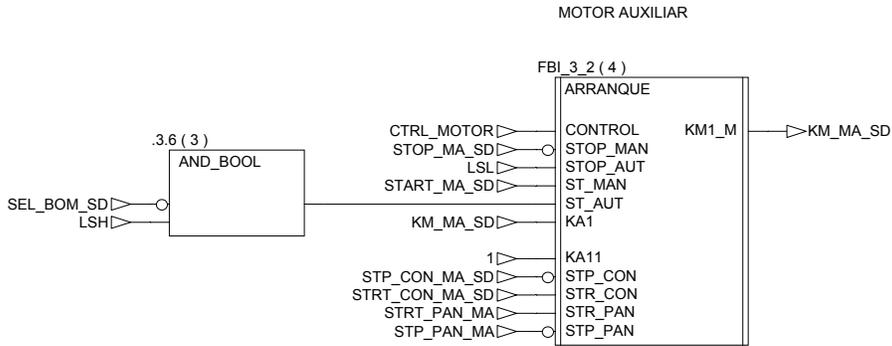
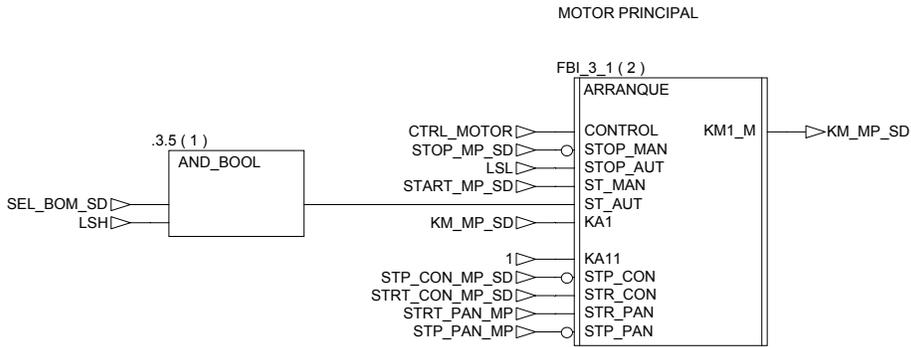
p
a
g
e

1
1

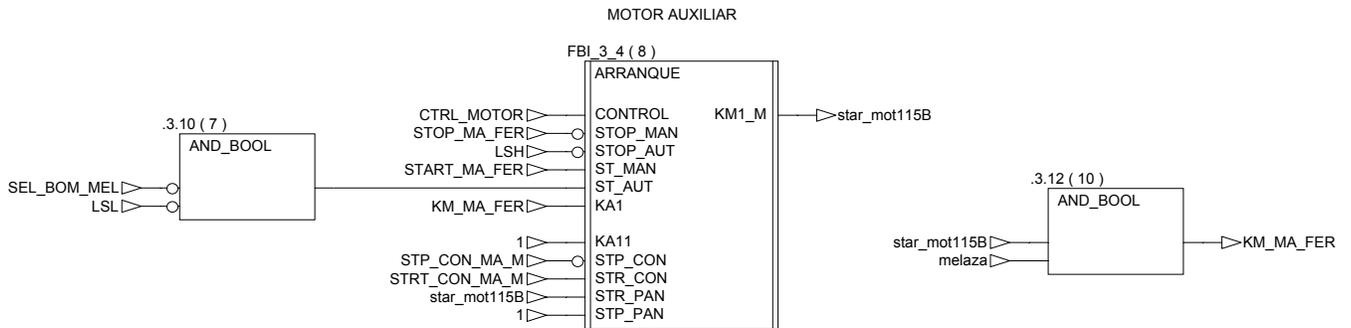
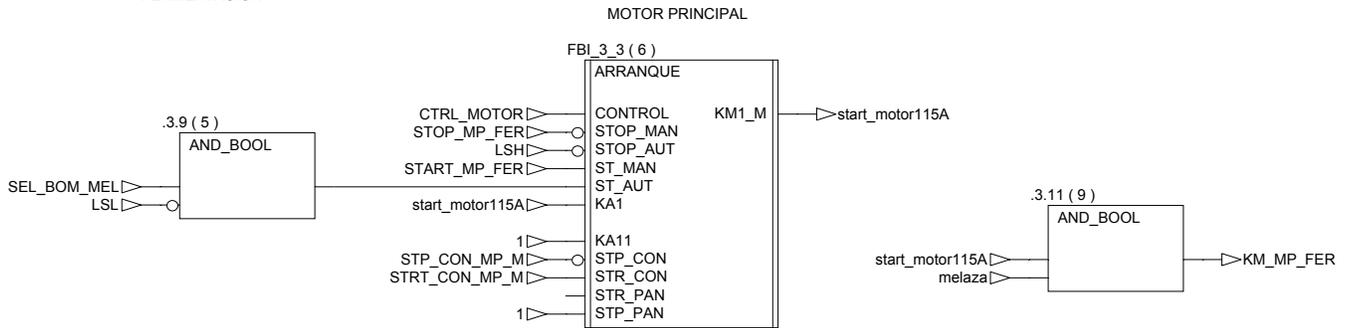
Graph of section ARRANQUE_MOTORES

10 20 30 40 50 60 70

ARRANQUE DE LOS MOTORES PRINCIPALES Y AUXILIARES
SEGUNDA DILUSION



ARRANQUE DE LOS MOTORES PRINCIPALES Y AUXILIARES
FERMENTACION



10

20

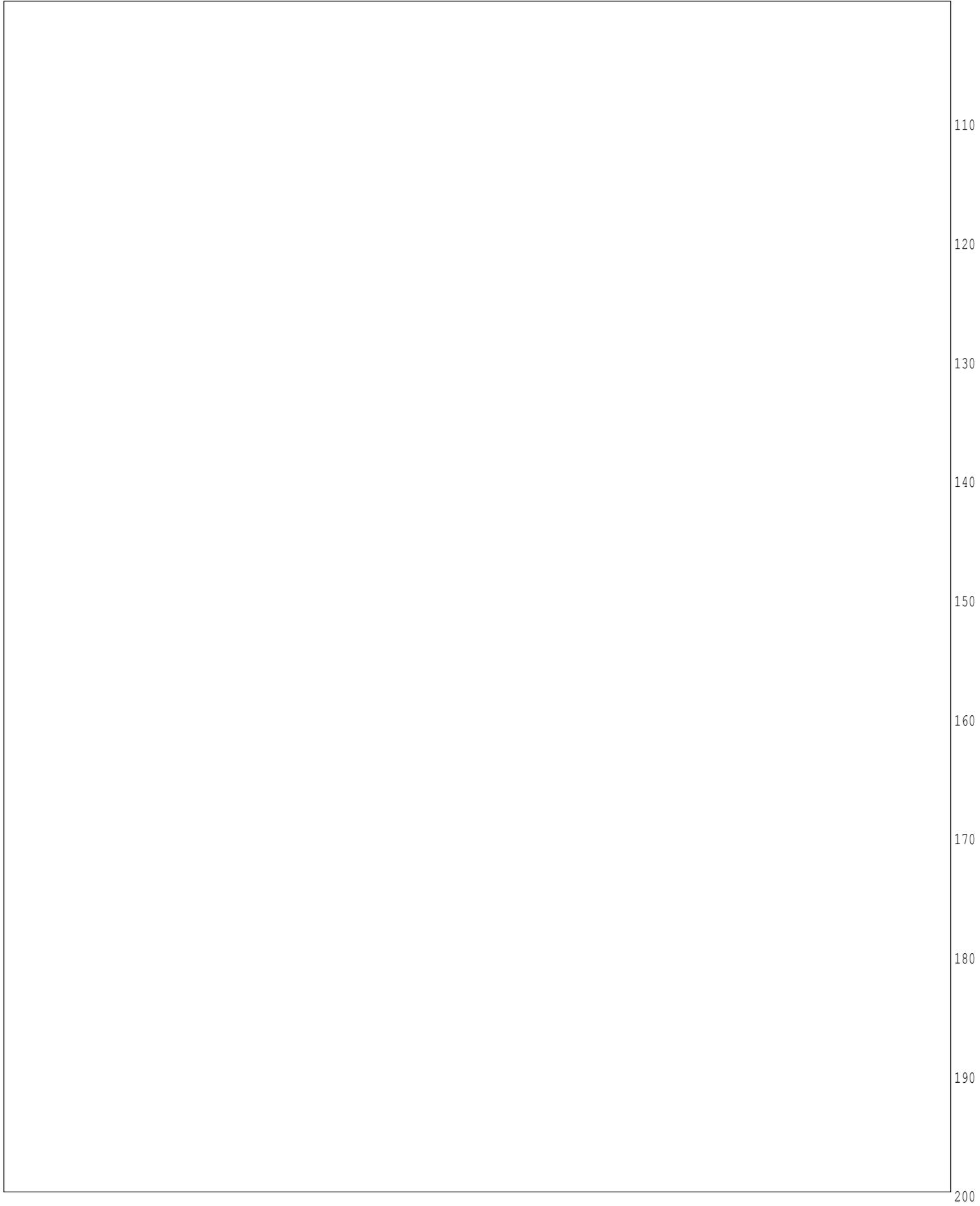
30

40

50

60

70



110

120

130

140

150

160

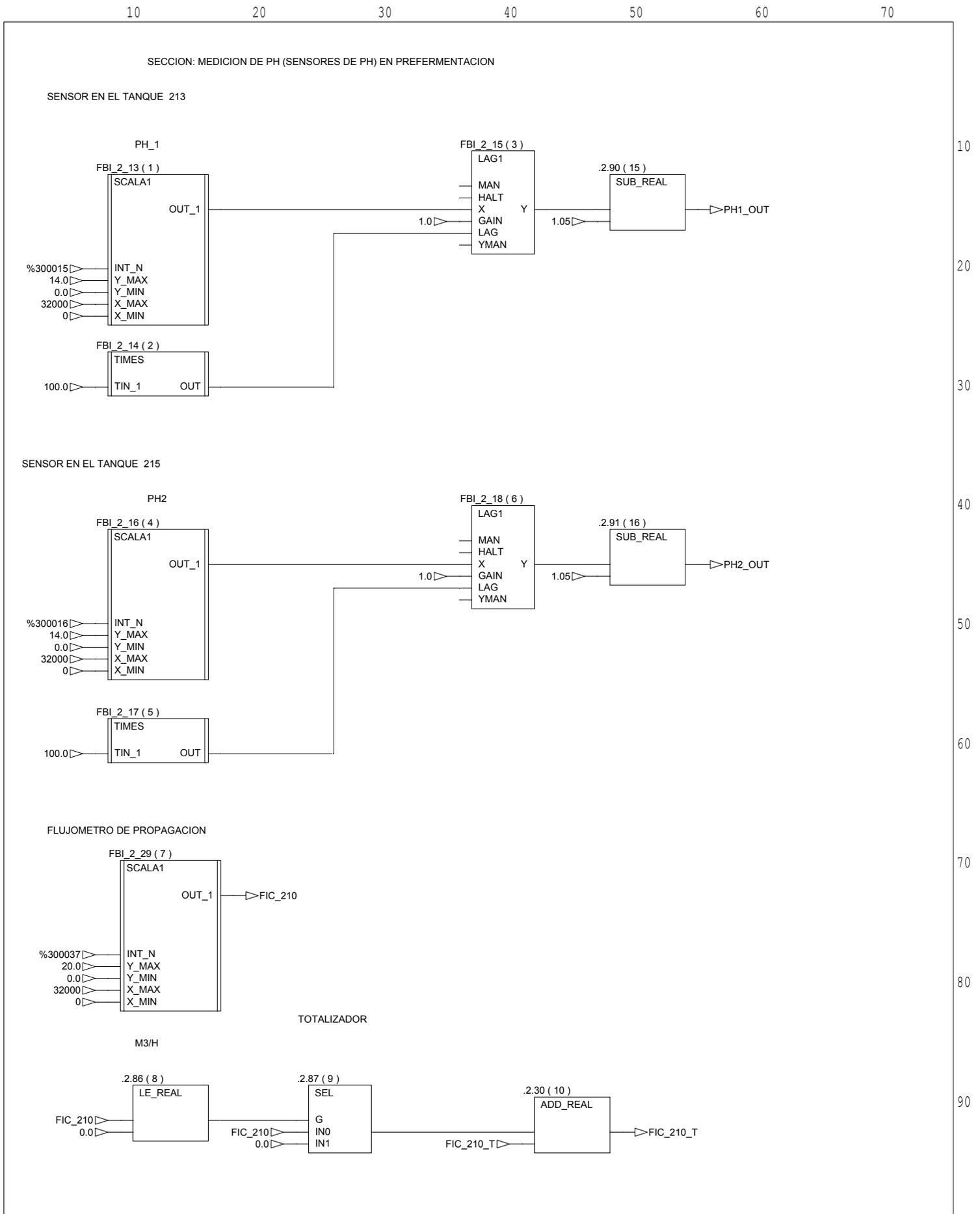
170

180

190

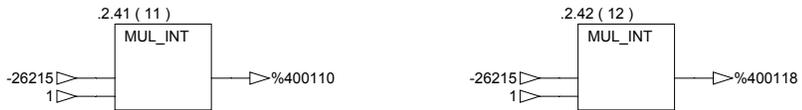
200

Graph of section PROCESO



10 20 30 40 50 60 70

PARAMETRIZACION PARA EL MODULO DE SALIDAS ANALOGAS(PLC)
QUE MANEJAN LAS VALVULAS DE SALIDAS ANALOGAS AAO 921 00



PARAMETRIZACION PARA EL MODULO DE ENTRADAS ANALOGAS(PLC)
QUE MANEJAN LOS SENSORES



110
120
130
140
150
160
170
180
190
200

ANEXO F

NORMAS Y ESTÁNDARES UTILIZADOS

Normas y estándares

ISA-S5.1.

Identificación de sensores en campo.

Para llevar a cabo esta identificación se seguirán las siguientes generalidades:

- 1) Cada instrumento debe identificarse con un sistema de letras que lo clasifique funcionalmente. Una identificación representativa es la siguiente:



figura 6.1. identificación representativa de la instrumentación

- 2) El número de letras funcionales para un instrumento debe ser mínimo, no excedido de cuatro para ello conviene:
 - a) Disponer de letras en subgrupos.
 - b) En un instrumento que indica y registra la misma variable medida puede omitirse la letra I (indicación)
 - c) Los lazos de instrumentos de un proyecto o secciones de un proyecto deben indicarse con una secuencia única de números. Esta puede empezar con el numero 1 o cualquier otro numero conveniente, tal como 301 o 1201 que puede incorporar información codificada tal como área de la planta.
 - d) Si el lazo dado tiene mas de un instrumento con la misma identificación funcional, es preferible añadir un sufijo, ejemplo TT-206A, TT-206B.

En la Tabla 6.1 se presenta un cuadro de letras de identificación para la principal de instrumentación industrial del mercado; que servirá de base para la generación de la etiqueta (tagname) de la instrumentación utilizada del sistema.

1.a letra		letras sucesivas		
Variable medida	Letra de modificación	Función de lectura pasiva	Función de salida	letra de modificación
A Análisis	Alarma	.....	.....
B Llama	Libre	Libre	Libre
C conductividad	Control	.....
D Densidad o peso específico	Diferencial	.....	.....	.....
E Tensión	Elemento primario	.....	.....
F caudal	Relación	.....	.....	.....
G calibre	Vidrio	.....	Alto
H Manual
I Corriente eléctrica	Indicación o indicador	.....	.....
J Potencia	Exploración	.....	.....	.....
K Tiempo	Elemento de control	.....
L Nivel	Luz piloto	.....	Bajo
M Humedad	Medio o intermedio
N Libre	Libre	Libre	Libre
O Libre	Orificio	.....	.....
P Presión o vacío	Punto de prueba	.....	.....
Q Cantidad	Integración	.....	.....	.....
R Radioactividad	Registro	.....	.....
S Velocidad o frecuencia	Seguridad	.....	Interruptor	.....
T Temperatura	Transmisión o transmisor	.....
U Multivariable	Multifunción	Multifunción	Multifunción
V Viscosidad	Válvula	.....
W Peso o fuerza	Vaina	.....	.....
X Sin clasificar	Sin clasificar	Sin clasificar	Sin clasificar
Y Libre	Rele o computador	.....
Z posición	Elemento final de control sin clasificar	.....

Tabla 6.1

IEC 61131-3: un recurso de programación estandar

En la actualidad aún siguen persistiendo sistemas de control específicos del fabricante, con programación dependiente y conexión compleja entre distintos sistemas de control. Esto significa para el usuario costos elevados, escasa flexibilidad y falta de normalización en las soluciones al control industrial.

IEC 61131 es el primer paso en la estandarización de los autómatas programables y sus periféricos, incluyendo los lenguajes de programación que se deben utilizar. Esta norma se divide en cinco partes:

- Parte 1: Vista general.
- Parte 2: Hardware.
- Parte 3: Lenguaje de programación.
- Parte 4: Guías de usuario.
- Parte 5: Comunicación.

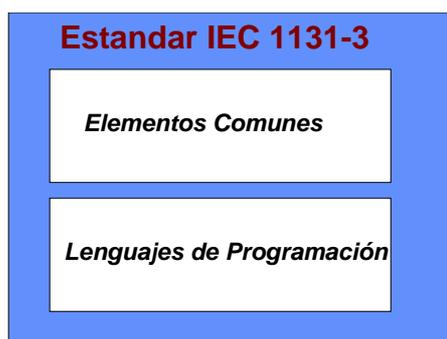
IEC 61131-3 pretende ser la base real para estandarizar los lenguajes de programación en la automatización industrial, haciendo el trabajo independiente de cualquier compañía.

Hay muchas maneras de describir el trabajo desarrollado en la tercera parte de esta norma, indicaremos algunas de ellas son:

- ❑ IEC 61131-3 es el resultado del gran esfuerzo realizado por 7 multinacionales a los que se añaden muchos años de experiencia en el campo de la automatización industrial.
- ❑ Incluye 200 páginas de texto aproximadamente, con más de 60 tablas.
- ❑ IEC 61131-3 son las especificaciones de la sintaxis y semántica de un lenguaje de programación, incluyendo el modelo de software y la estructura del lenguaje.

Otra visión distinta es dividir el estándar en dos partes: (ver figura 1):

- Elementos comunes.
- Lenguajes de programación.



Elementos Comunes

Tipos de datos

Dentro de los elementos comunes, se definen los tipos de datos. Los tipos de datos previenen de errores en una fase inicial, como por ejemplo la división de un dato tipo fecha por un número entero. Los tipos comunes de datos son: variables booleanas, número entero, número real, byte y palabra, pero también fechas, horas del día y cadenas (strings).

Basado en estos tipos de datos, el usuario puede definir sus propios tipos de datos, conocidos como tipos de datos derivados. De este modo, se puede definir por ejemplo un canal de entrada analógica como un tipo de dato.

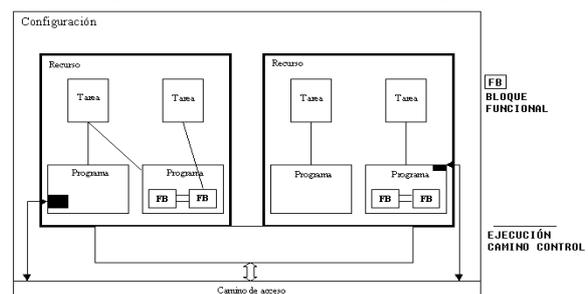
Variables

Las variables permiten identificar los objetos de datos cuyos contenidos pueden cambiar, por ejemplo, los datos asociados a entradas, salidas o a la memoria del autómata programable. Una variable se puede declarar como uno de los tipos de datos elementales definidos o como uno de los tipos de datos derivados. De este modo se crea un alto nivel de independencia con el hardware, favoreciendo la reusabilidad del software. La extensión de las variables está normalmente limitada a la unidad de organización en la cual han sido declaradas como locales. Esto significa que sus nombres pueden ser reutilizados en otras partes sin conflictos, eliminando una frecuente fuente de errores. Si las variables deben tener una extensión global, han de ser declaradas como globales utilizando la palabra reservada VAR_GLOBAL.

Pueden ser asignados parámetros y valores iniciales que se restablecen al inicio, para obtener la configuración inicial correcta.

Configuración, recursos y tareas

Para entender esto mejor, vamos a ver el modelo de software, que define IEC 61131-3 (ver figura 2).



Al más alto nivel, el elemento software requerido para solucionar un problema de control particular puede ser formulado como una *configuración*. Una configuración es específica para un tipo de sistema de control, incluyendo las características del hardware: procesadores, direccionamiento de la memoria para los canales de I/O y otras capacidades del sistema. Dentro de una configuración, se pueden definir uno o más *recursos*. Se puede entender el recurso como un procesador capaz de ejecutar programas IEC. Con un recurso, pueden estar definidas una o más *tareas*. Las tareas controlan la ejecución de un conjunto de programas y/o bloques de función. Cada una de ellos puede ser ejecutado periódicamente o por una señal de disparo especificada, como el cambio de estado de una variable.

Los *programas* están diseñados a partir de un diferente número de elementos de software, escrito en algunos de los distintos lenguajes definidos en IEC 61131-3. Típicamente, un programa es una interacción de *Funciones y Bloques Funcionales*, con capacidad para intercambiar datos. Funciones y bloques funcionales son las partes básicas de construcción de un programa, que contienen una declaración de datos y variables y un conjunto de instrucciones..

Comparado esto con un PLC convencional, éste contiene un solo recurso, ejecutando una tarea que controla un único programa de manera cíclica. IEC 61131-3 incluye la posibilidad de disponer de estructuras más complejas. El futuro que incluye multi-procesamiento y gestión de programas por eventos ¡Y no está muy lejos!, observar simplemente las características de los sistemas distribuidos o los sistemas de control de tiempo real. IEC 61131-3 está disponible para un amplio rango de aplicaciones, sin tener que conocer otros lenguajes de programación adicionales.

Unidades de Organización de Programa

Dentro de IEC 1131-3, los programas, bloques Funcionales y funciones se denominan Unidades de Organización de Programas, *POU's*.

Funciones

IEC 61131-3 especifica funciones estándar y funciones definidas por usuario. Las funciones estándar son por ejemplo ADD (suma), ABS (valor absoluto), SQRT (raíz cuadrada), SIN (seno), y COS (coseno). Las funciones definidas por usuario, una vez implementadas pueden ser usadas indefinidamente en cualquier POU.

Las funciones no pueden contener ninguna información de estado interno, es decir, que la invocación de una función con los mismos argumentos (parámetros de entrada) debe suministrar siempre el mismo valor (salida).

Bloques Funcionales, FB's

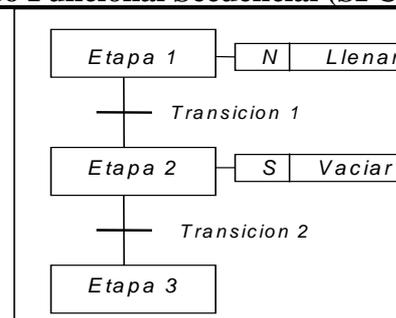
Los bloques funcionales son los equivalentes de los circuitos integrados, IC's, que representan funciones de control especializadas. Los FB's contienen tanto datos como instrucciones, y además pueden guardar los valores de las variables (que es una de las diferencias con las funciones). Tienen un interfaz de entradas y salidas bien definido y un código interno oculto, como

un circuito integrado o una caja negra. De este modo, establecen una clara separación entre los diferentes niveles de programadores, o el personal de mantenimiento. Un lazo de control de temperatura, PID, es un excelente ejemplo de bloque funcional. Una vez definido, puede ser usado una y otra vez, en el mismo programa, en diferentes programas o en distintos proyectos. Esto lo hace altamente reutilizable. Los bloques funcionales pueden ser escritos por el usuario en alguno de los lenguajes de la norma IEC, pero también existen FB's estándar (biestables, detección de flancos, contadores, temporizadores, etc.). Existe la posibilidad de ser llamados múltiples veces creando copias del bloque funcional que se denominan *instancias*. Cada instancia llevará asociado un identificador y una estructura de datos que contenga sus variables de salida e internas.

Programas

Los *programas* son "un conjunto lógico de todos los elementos y construcciones del lenguaje de programación que son necesarios para el tratamiento de señal previsto que se requiere para el control de una máquina o proceso mediante el sistema de autómatas programable". Un programa puede contener, aparte de la declaración de tipos de datos, variables y su código interno, distintas instancias de funciones y bloques funcionales.

Gráfico Funcional Secuencial (SFC)



SFC describe gráficamente el comportamiento secuencial de un programa de control. Esta definición deriva de las Redes de Petri y Grafset (IEC 848), con las modificaciones adecuadas para convertir las representaciones de una norma de documentación en un conjunto de elementos de control de ejecución para una POU de un autómatas programable.

SFC ayuda a estructurar la organización interna de un programa, y a descomponer un problema en partes manejables, manteniendo simultáneamente una visión global. Los elementos del SFC proporcionan un medio para subdividir una POU de un autómatas programable en un conjunto de etapas y transiciones interconectadas por medio de enlaces directos. Cada etapa lleva asociados un conjunto bloques de acción y a cada transición va asociada una condición de transición que cuando se cumple, causa la desactivación de la etapa anterior a la transición y la activación de la siguiente. Los bloques de acción permiten realizar el control del proceso. Cada elemento puede ser programado en alguno de los lenguajes IEC, incluyéndose el propio SFC. Dado que los elementos del SFC requieren almacenar información, las únicas POU's que se

pueden estructurar utilizando estos elementos son los bloques funcionales y los programas. Se pueden usar secuencias alternativas y paralelas, comúnmente utilizadas en muchas aplicaciones. Debido a su estructura general, de sencilla comprensión, SFC permite la transmisión de información entre distintas personas con distintos niveles de preparación y responsabilidad dentro de la empresa.

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.

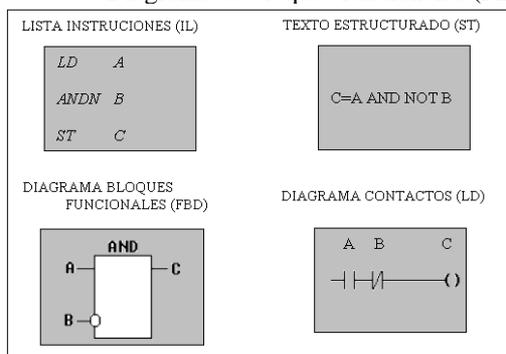
Los lenguajes consisten en dos de tipo literal y dos de tipo gráfico:

Literales:

- Lista de instrucciones (IL).
- Texto estructurado (ST).

Gráficos:

- Diagrama de contactos (LD).
- Diagrama de bloques funcionales (FBD).



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 cuatro 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 'Anweisungsliste, 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-



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 61131-3 te ayudará durante todo el proceso.

Implementaciones

Cumplir todos los requerimientos de la norma IEC 61131-3 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.

Conclusiones

Las implicaciones técnicas de la norma IEC 61131-3 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 61131-3 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 61131-3 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 61131-3 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'*.

Para mas información, contactar directamente con PLCopen o a través de la World Wide Web. La dirección postal de PLCopen es:

PO Box 2015
NL 5300 CA Zaltbommel
The Netherlands

Tel.: +31-418-541139
Fax: +31-418-516336

www.plcopen.org

Documento traducido para PLCopen por el miembro
educacional:

*Área de Ingeniería de Sistemas y Automática
Universidad de Oviedo
Campus de Viesques s/n
33204 - Gijón
España*