



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



# Que se consigue con la pasteurización?

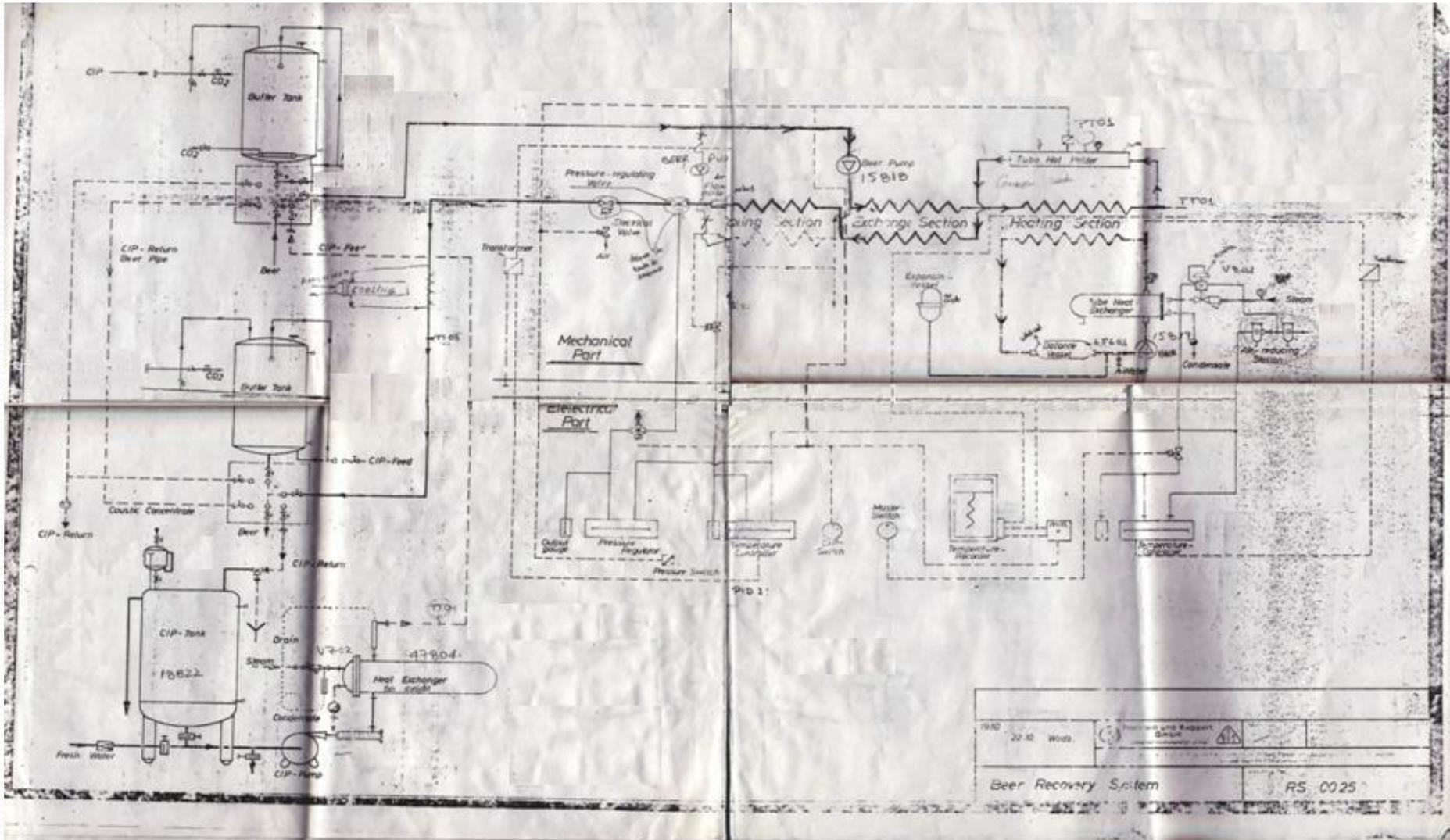
- La pasteurización consigue disminuir la población de microorganismos mediante la elevación y disminución de la temperatura durante un tiempo determinado. Se la considera una operación básica que consiste en un tratamiento térmico relativamente suave (temperaturas inferiores a  $100^{\circ}\text{C}$ ).



# Como se realiza la pasteurización

- En este proyecto se realizará un estudio al proceso utilizando un pasteurizador flash. Con este método se toma el caso de la cerveza, por ser un tipo de alimento líquido a granel, la pasteurización se la realizaría entre 72 y 85°C y tiempos cortos que pueden ir desde 15 a 60 segundos.

# Diagrama de funcionamiento de un pasteurizador flash antes de realizar el proyecto





Con que equipos se la realiza?



# Tanques de cerveza filtrada

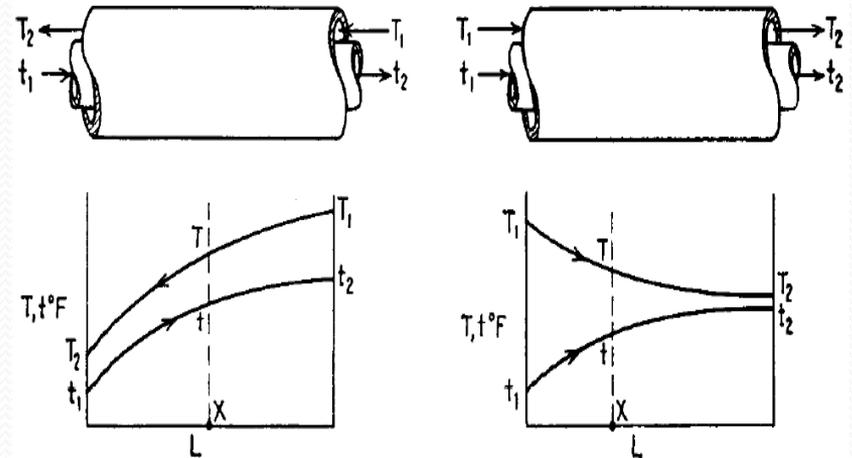
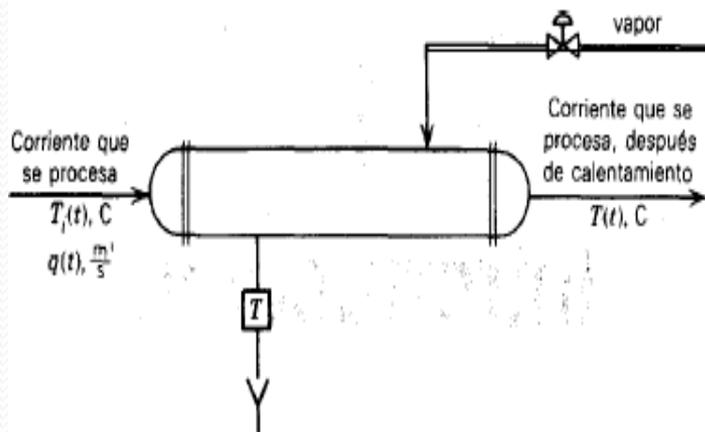
- Son 2 tanques de acero inoxidable SS316, destinados a almacenar 350 Hlts de cerveza filtrada cada uno, sus dimensiones son 5 m de alto por 1,50 de diámetro.

## Bombas

- Bomba de cerveza(15818): 18.5Kw, 440 V, 34.5 A, 60 Hz
- Bomba de agua(15804): 3Kw, 440V, 5.5 A, 60 Hz
- Bomba de Cip (15835): 7.5Kw, 440V, 13.8 A, 60 Hz

# Intercambiador de tubos

- Se encuentra ubicado en el circuito de calentamiento. Es el encargado de calentar agua por medio de vapor de agua realizando una transferencia de calor de tipo tubular. Es el más común de los medios de calentamiento.



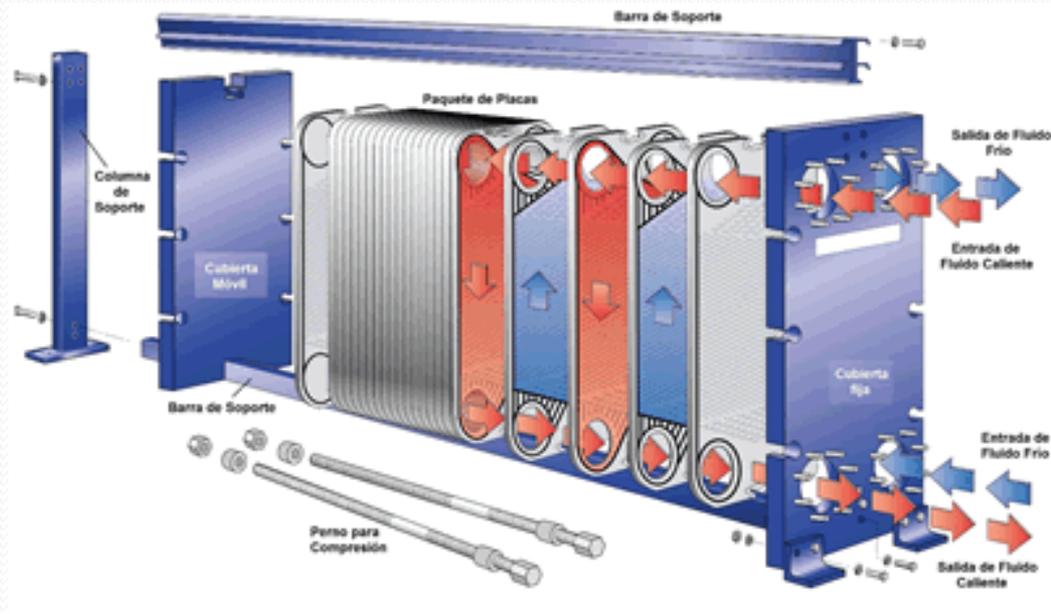


# Recipiente de balance

- Es un tanque cuya función es mantener el agua del circuito de calentamiento a temperatura constante , es decir que no haya transferencia de calor entre el medio ambiente y el circuito de calentamiento, tiene una capacidad de 200 Lts y puede contener el liquido a  $100^{\circ}\text{C}$  y a 3 Bar de presion como máximo.

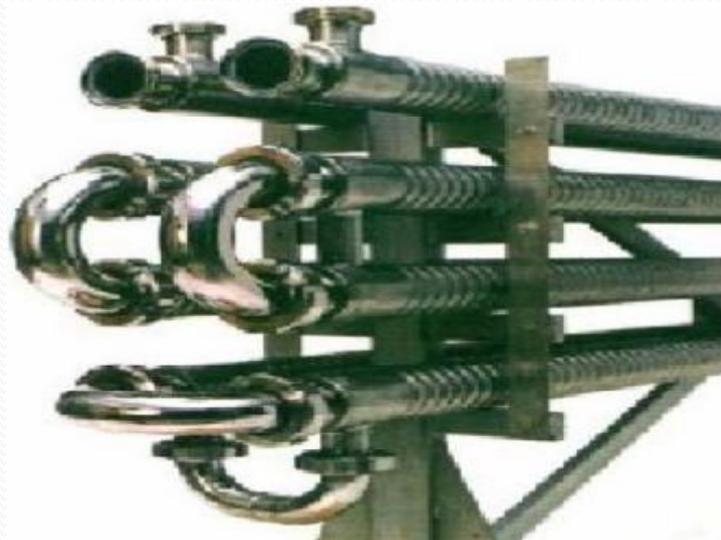
# Intercambiador de calor de placas paralelas.

- Un intercambiador de calor es un dispositivo diseñado para transferir calor de un fluido a otro, sea que estos estén separados por una barrera o que se encuentren en contacto



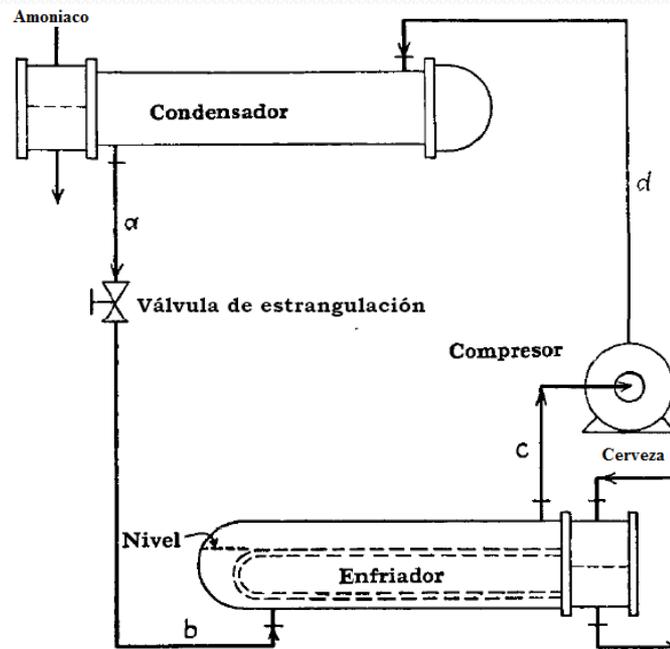
# Serpentín

- Es una tubería de 2" de diámetro donde se mantiene la cerveza a temperatura elevada durante un intervalo de tiempo fijo determinado para la esterilización de la cerveza



# Sistema de enfriamiento

- Consiste en provocar la expansión del gas refrigerante (amoniaco) en una cámara cerrada concéntrica al tanque, realizando su compresión en un equipo exterior.



# Tanques de agua y soda

- Son dos tanques de igual capacidad que almacenan el agua para limpieza y la soda caustica para el mismo fin, la capacidad de cada uno es de 75 Hl.





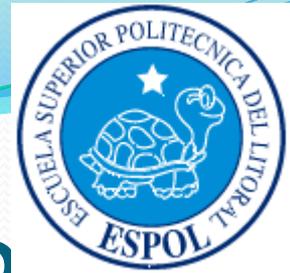
# Como se hace la limpieza de los equipos?

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



# Se debe tener en cuenta que:

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



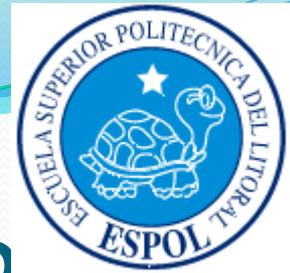
# Que señales vamos a tener?

## TARJETA ENTRADAS DISCRETAS

No.	TIPO	CODIGO	ESTADO	DESCRIPCION / UBICACIÓN
1	E2.0	SL1-502B	I	Sensor de nivel de amoniaco dentro de tanque de enfriamiento
2	E2.1	SL6-507B	I	Sensor de nivel alto en el tanque de cerveza pasteurizada
3	E2.2	SL7-508B	I	Sensor de nivel bajo en el tanque de cerveza pasteurizada
4	E2.3	SL8-601B	N	Sensor de nivel bajo en el tanque de etapa de calentamiento
5	E2.4	SY1-602B	N	Sensor de presencia inductivo de tubería de entrada de cerveza
6	E2.5	SY2-603B	N	Sensor de presencia inductivo de tubería de salida de cerveza
7	E2.6	K1-805E	N	Confirmación de encendido de motor de cerveza
8	E2.7	K2-806E	N	Confirmación de encendido de motor de cerveza
9	E3.0	K3-807E	N	Confirmación de encendido de motor de cerveza
10	E3.1	K4-808E	N	Confirmación de encendido de motor de etapa de calentamiento
11	E3.4	K5-902E	N	Confirmación de encendido de motor de CIP
12	E3.5	T1-202E	N	Funcionamiento de térmico motor de cerveza
13	E3.6	T2-205D	N	Funcionamiento de térmico motor de etapa de calentamiento
14	E3.7	T3-207D	N	Funcionamiento de térmico motor de CIP

## TARJETA DE SALIDAS DIGITALES

No.	TIPO	CODIGO	ESTADO	DESCRIPCION / UBICACIÓN
1		VLV04-801E	I	Electrovalvula entrada de agua en etapa de calentamiento
2		VLV07-802E	I	Electroválvula de entrada de amoniaco en etapa de enfriamiento
3		VLV01-803E	N	Electroválvula de entrada de agua de proceso de pasteurización
4		VLV03-804E	N	Electroválvula de purga de proceso de pasteurización
5		K1-805E	N	Contactador de motor de cerveza
6		K2-806E	N	Contactador de motor de cerveza
7		K3-807E	N	Contactador de motor de cerveza
8		K4-808E	N	Contactador de motor de etapa de calentamiento
9		K5-902E	N	Contactador de motor de CIP



# Que señales vamos a tener?

**TARJETA DE ENTRADAS ANALOGAS 4 - 20 mA**

No.	TIPO	CODIGO	ESTADO	DESCRIPCION / UBICACIÓN
1	4 - 20 mA	ST1-1002E	I	Sensor de temperatura de agua en etapa de calentamiento
2	4 - 20 mA	ST2-1004E	I	Sensor de temperatura de cerveza en serpentín
3	4 - 20 mA	ST3-1006E	I	Sensor de temperatura de salida de cerveza
4	4 - 20 mA	SP1-1101E	N	Sensor de presión de salida de amoníaco en etapa de enfriamiento
5	4 - 20 mA	SD1-1105D	N	Sensor de conductividad en proceso de pasteurización
6	4 - 20 mA	SF1-1107D	N	Sensor de flujo a la salida de la cerveza

**TARJETA DE SALIDAS ANALOGAS**

No.	TIPO	CODIGO	ESTADO	DESCRIPCION / UBICACIÓN
1	4 - 20 mA	VLV01-1202B	I	Electrovalvula en salida de cerveza
2	4 - 20 mA	VLV05-1204B	N	Pocisionador válvula entrada de vapor en etapa calentamiento
3	4 - 20 mA	VLV08-1206B	N	Electroválvula en salida de amoníaco en etapa de enfriamiento

I	EQUIPO INSTALADO
N	EQUIPO NUEVO

# Selección de instrumentación

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

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



# Selección de instrumentación sensores de nivel

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



# Selección de instrumentación sensores de temperatura

## Temperaturas de operación

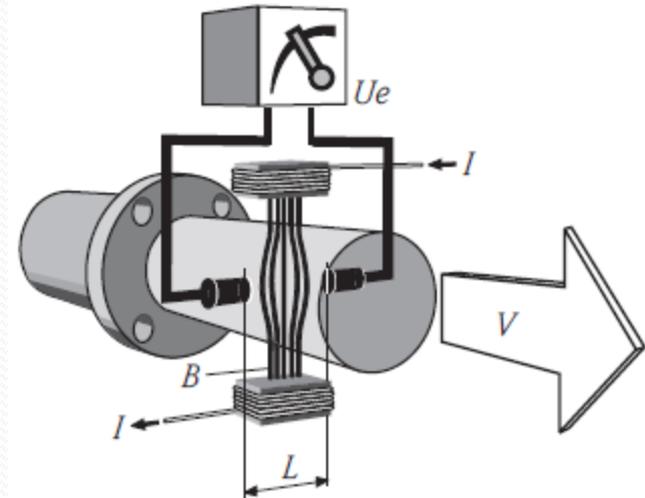
	AGUA	SODA	CERVEZA
<b>TEMPERATURA DE PROCESO</b>	80 C	82 - 85 C	72 C
<b>TEMPERATURA AMBIENTE</b>	30 C	30 C	30 C
<b>PRESION DE TRABAJO</b>	6 BAR	6 BAR	3 BAR
<b>LONGITUD DE INSERCIÓN</b>	20 cm	20 cm	20 cm

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

# Selección de instrumentación sensores de flujo

Como se trata de industria alimenticia el sensor debe estar con el menor contacto posible con el producto, es decir debe tener características no invasivas, esta característica es muy útil, ya que así se evitan caídas de presión que pueden afectar al proceso, la medición de flujo es importante además porque nos dará información necesaria para cálculos de rendimiento y de producción diaria del sistema.

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



$$U_e = B \cdot L \cdot v$$

$$Q = A \cdot v$$

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

# Selección de instrumentación sensores de presión

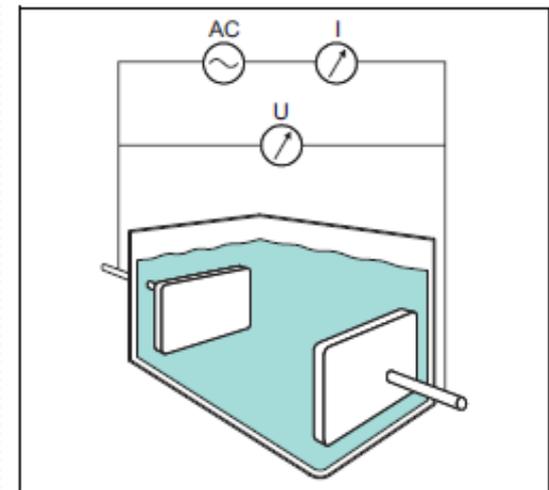
La principal característica del transmisor de presión es que su funcionamiento no se vea afectado por las bajas temperaturas y por el fluido refrigerante que para el caso es el refrigerante R717 Amoniaco

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

# Selección de instrumentación sensores de conductividad

Esta medida es de vital importancia especialmente en el proceso de limpieza CIP, esta se va a encargar de monitorear el estado de la soda caustica, aprovechando al máximo las propiedades de esta y evitando perdidas innecesarias de este valioso y restringido producto

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



Conductive measurement of conductivity

AC Power supply  
I Current meter  
U Voltage meter

# Selección de instrumentación

Tipo de Medición	SWITCH NIVEL
Sustancia a medir	Líquido: cerveza, agua y soda cáustica
Marca	Endress+Hausser
Modelo	FTL 330 L-RMS1C
Alimentación	10 a 55V
Salida	0...55V, máx. 15mA
Rango de Temperatura	-40 a 150 C
Rango de Presión	-1 a 40 bar
Tipo de conexión	Conector o cable
Protección	IP66/IP68

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

Tipo de Medición	PRESENCIA SWITCH INDUCTIVO
Sustancia a medir	Metal
Marca	SIEMENS
Modelo	BERO 3RG40110AG00
Alimentación	15 a 34 Vdc
Salida	2.5V a 200mA.
Rango de Temperatura	-25 a 85 C
Tipo de conexión	Cable
Protección	IP67

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

Tipo de Medición	PRESION
Sustancia a medir	Amoniaco en estado gaseoso
Marca	Endress+Hausser
Modelo	PMP131 A3401A1Q
Alimentación	12 a 30 Vdc
Salida	4 a 20 mA
Rango de Operación	0 a 4 bar
Rango de Temperatura Proceso	-25 a 70 C
Protección	Con cable integral IP 68

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

# Selección del PLC

Se debe considerar cuales son las necesidades definidas para la solución de nuestro proyecto:

- Escalabilidad y flexibilidad en cuanto a configuración para el control de las variables que requiere el proceso.
- Facilidad de integración con la red de gestión para “process management” que se encuentra configurada en Industrial Ethernet.
- Debe existir gran flexibilidad para la implementación de un sistema SCADA programado en InTouch y posibilitar la interacción con un panel de control, es decir que posea los drivers de comunicación.
- Posibilidad de implementar redundancias que facilitan su aplicación en sistemas de enclavamientos y seguridad.





# Selección del PLC

- Para poder controlar el número de variables que se han determinado en el proyecto, y por tema de confiabilidad para la industria se ha escogido de la familia SIEMENS el modelo S7-200. El CPU como mínimo deberá ser el 224 ya que este permite comunicación vía Ethernet con la ayuda de una tarjeta de comunicación CP243-1.
- Sin embargo, en base a los criterios de selección antes mencionados se escogió el PLC S7 300 de la marca SIEMENS con CPU 315 2DP con una tarjeta de comunicación CP343. El CPU se lo escogió principalmente por motivos económicos ya que en planta existe en el almacén.



# Selección del PLC:

## Capacidad de memoria

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

- Área de programa
- Tabla de E/S discretas.
- Tabla de E/S análogas
- Registros de temporizadores y contadores
- Registros de variables.
- Registros de memoria auxiliar.
- Firmware.

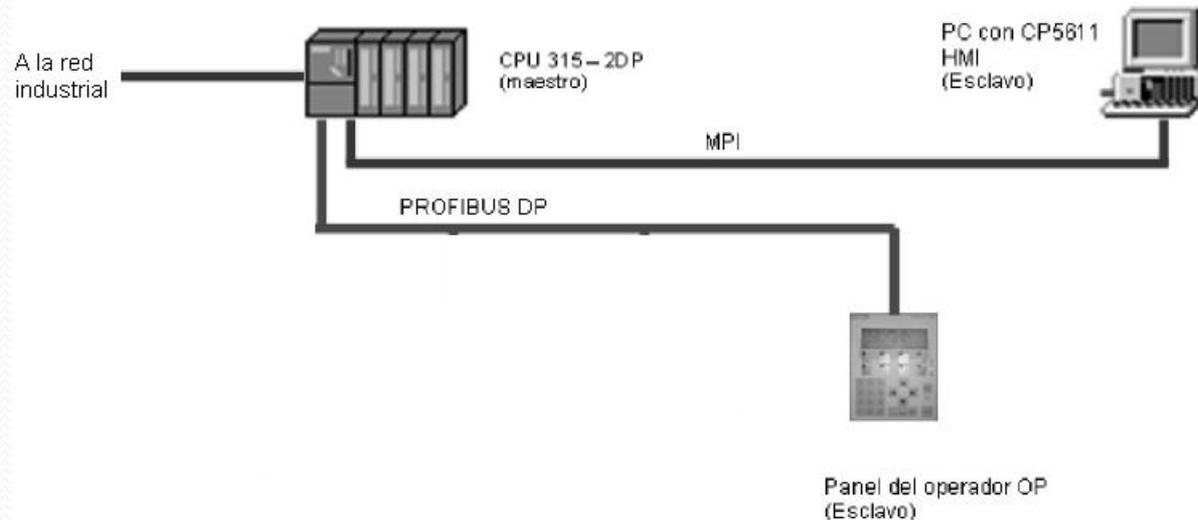
Además se utilizarán los siguientes módulos para manejar las señales de entrada y salida:

- Módulo de 16 entradas digitales
- Módulo de 16 salidas digitales
- Módulo de 8 entradas analógicas
- Módulo de 4 salidas analógicas

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

# Comunicación

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





# Dimensionamiento del panel

La construcción del tablero eléctrico responderá a lo siguiente:

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



# Breaker principal

Bomba cerveza:  $I_{n1} = 40.538A$

Bomba de agua:  $I_{n2} = 6.463A$

Bomba de CIP:  $I_{n3} = 16.215A$

Transformador de 120Vac:  $I_{n4} = 0.34A$

Fuente 24Vdc:  $I_{n5} = 1.15A$

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

$$I_S = I_N \times f_C \times f_S$$

$$I_S = 80.8825 A$$

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



# Selección de cables

- Para señales de 24Vdc se usará cables 3x18AWG
- Para señales de control se usará cables 16 AWG
- Para el motor de la bomba de cerveza se tendrá

$$I_{cable} = 50.673A$$

con esto se utilizará cable de calibre 6AWG.

- Para el motor de la bomba de agua y CIP se tendrá

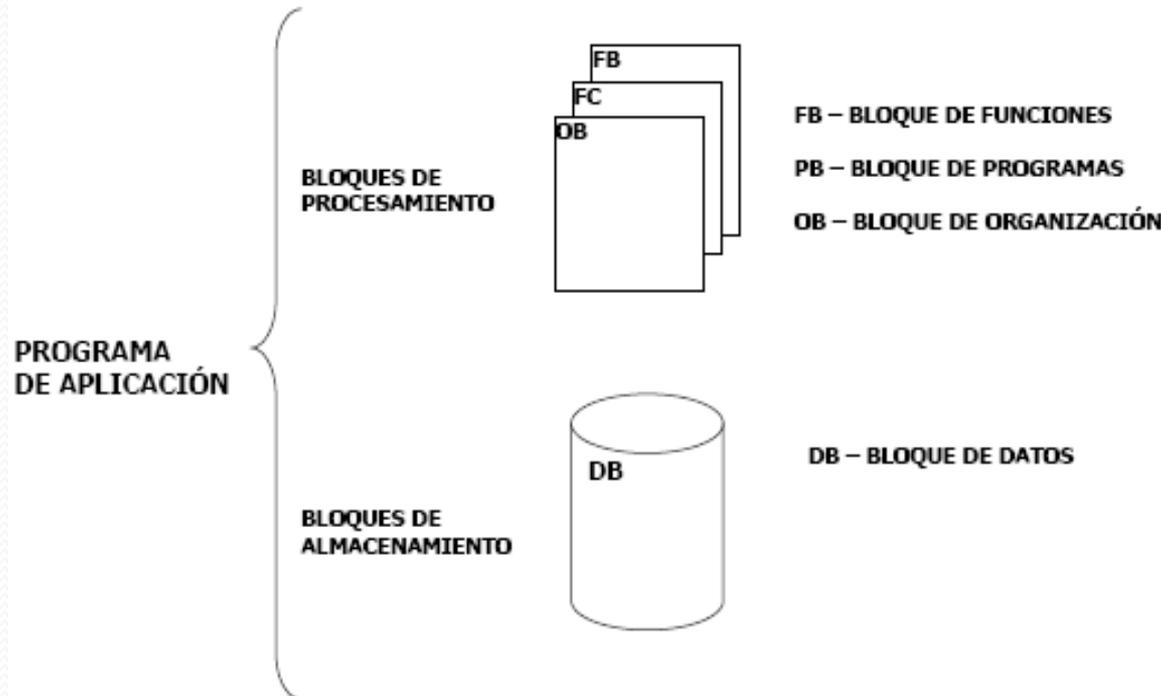
$$I_{cable} = 8.079A$$

$$I_{cable} = 20.269A$$

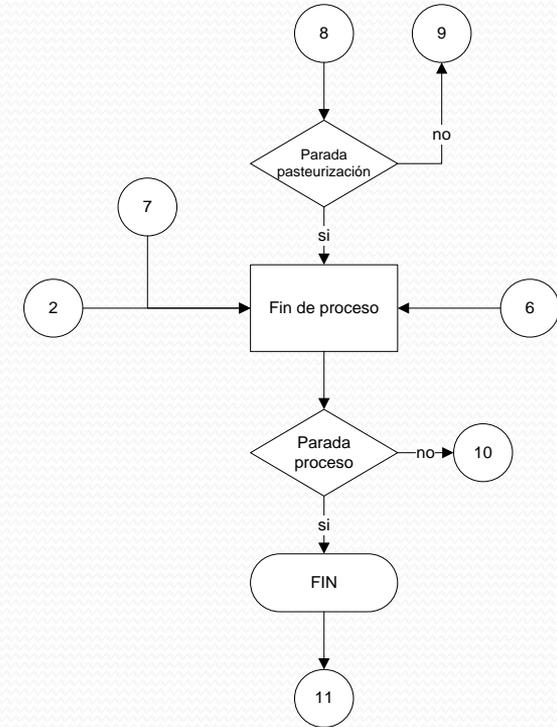
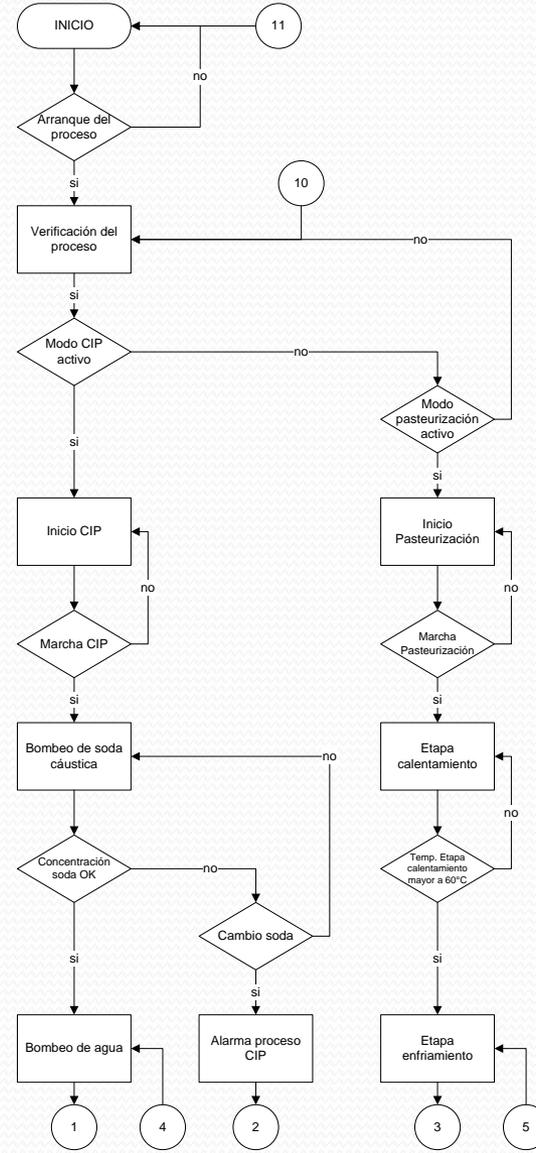
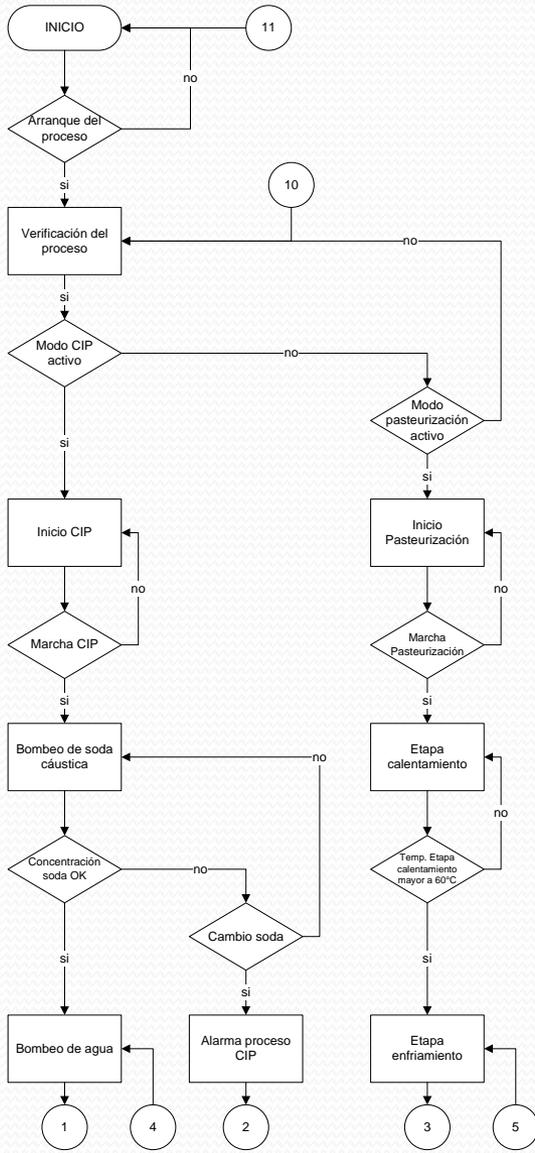
con esto se utilizará cable de calibre 14AWG.

# Programación del PLC

- En el proyecto se utilizara una forma estructurada de programación, en todo sistema están presentes 4 bloques fundamentales que son:



# Desarrollo del programa





# Bloques de organización

- OB1: Bloque ciclo libre
- OB100: Bloque de operación de alarmas
- OB81: Bloque de fallo de alimentación
- OB84: Bloque de fallo de CPU
- OB87: Bloque error de comunicación
- OB121: Bloque error de programación
- OB122: Bloque error de acceso de periferia



# Bloques de seguridad

- Seguridad para válvulas (FC<sub>1</sub>)
- Seguridad para motores (FC<sub>2</sub>)



# Bloque de control visual

- Función de estado de elemento (FC<sub>11</sub>)
- Función de estado entrada (FC<sub>12</sub>)
- Función de estado proceso (FC<sub>13</sub>)
- Función de estado salida (FC<sub>14</sub>)

Entre las principales señales se encuentran:

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

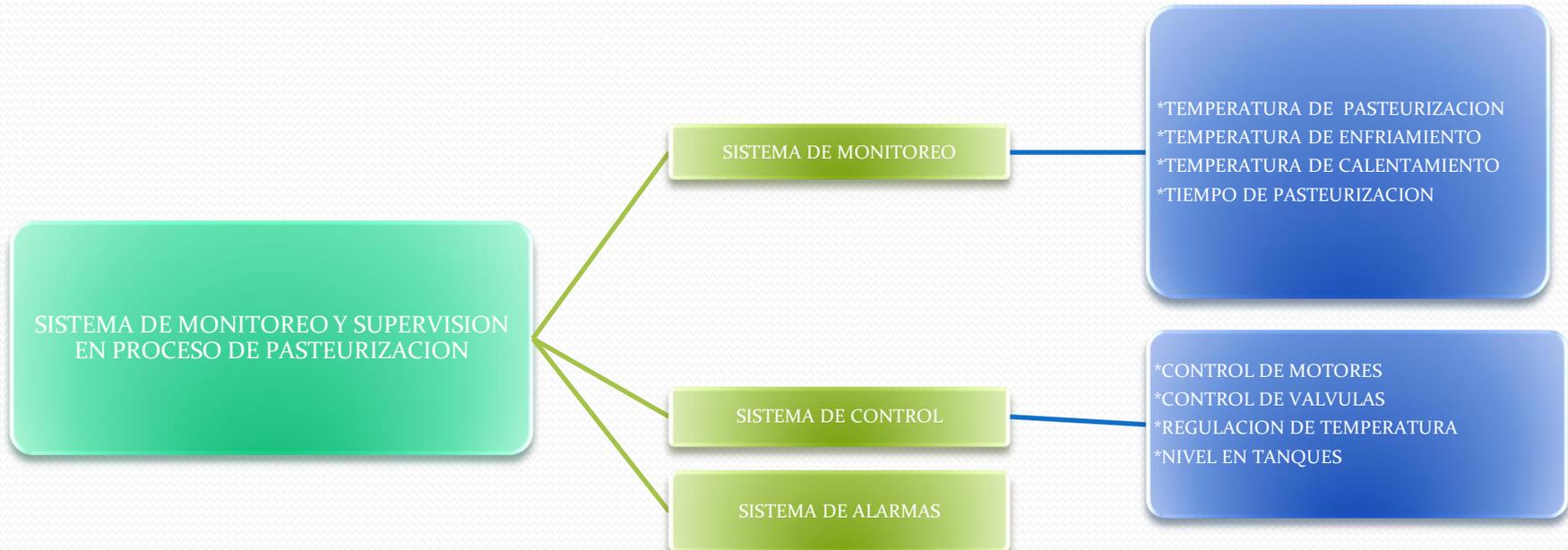


# Bloques de proceso

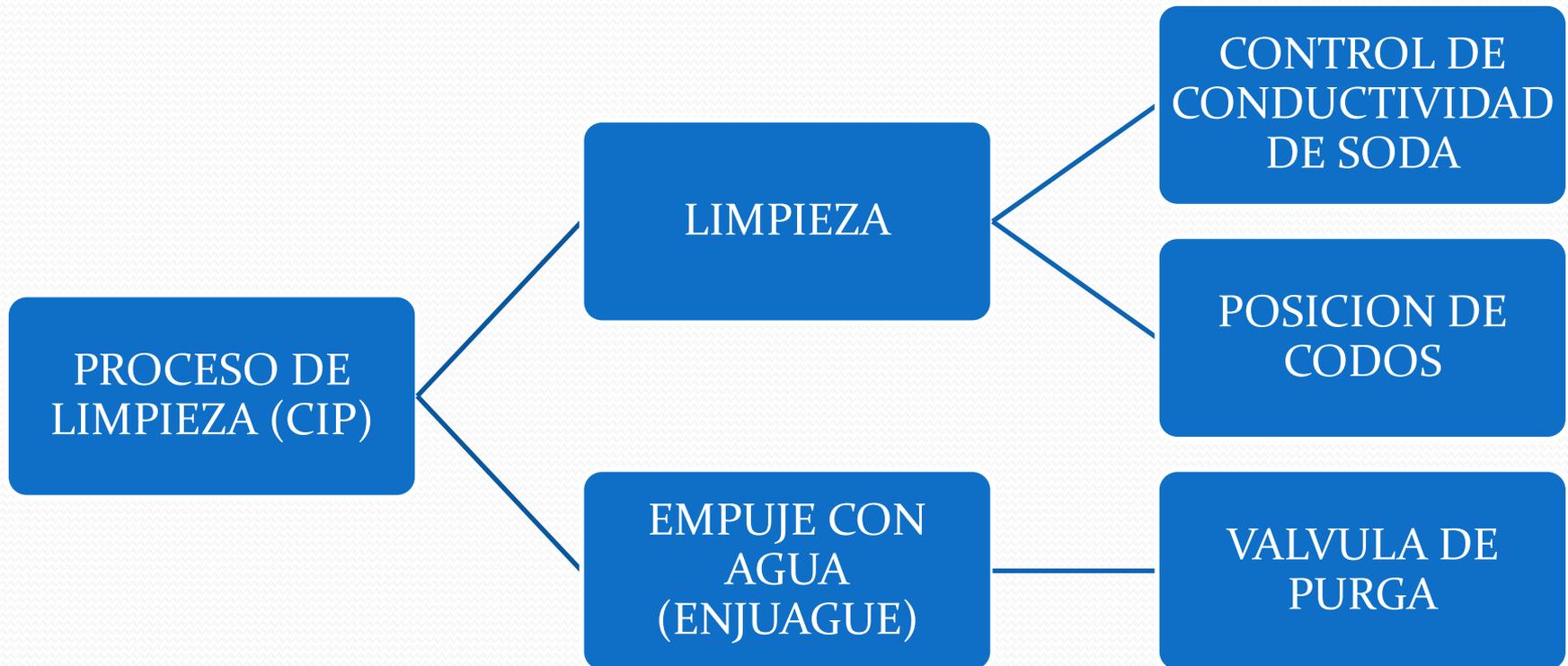
- Verificación proceso puesta en marcha (FB2)
- Proceso del CIP (FB3)
  - Inicio (FB11)
  - Alarmas de proceso (FB12)
  - Bombeo soda cáustica (FB13)
  - Bombeo de agua (FB14)
  - Fin (FB15)
- Proceso de Pasteurización (FB4)
  - Inicio (FB21)
  - Alarmas de proceso (FB22)
  - Bombeo de agua (FB23)
  - Encendido de proceso de calentamiento (FB24)
  - Encendido de proceso de enfriamiento (FB25)
  - Parada de bombeo de agua (FB26)
  - Bombeo de cerveza (FB27)
  - Fin (FB28)



# SIMULACION PASTEURIZACION



# SIMULACION CIP





# Proyección de la inversión

## EQUIPOS

- Equipos para la automatización.
- Instrumentación en general
- Elementos finales de control (válvulas, posicionadores, motores).
- Elementos de protección (fusibles, seccionadores, relés térmicos).
- Licencias de programación..

## MATERIALES

- Panel de control.
- Cajas de uniones.
- Borneras.
- Electrocanales, tuberías rígidas y tuberías flexibles.
- Cable de control #16 AWG shielded, fuerza 4#10 AWG.
- Cable de compensación para RTD's (si la distancia entre la rtd y el transmisor lo amerita).
- Elementos de marcación de cables.

## MANO DE OBRA

- Cableado de instrumentación y fuerza.
- Nuevas acometidas a motores y válvulas.
- Programación y calibración de equipos.

Equipos	\$ 65.747,04
Materiales	\$ 11.296,92
Mano de obra	\$ 15.229,99
<b>Total costo inversión</b>	<b>\$ 92.273,95</b>



# Costos total del proyecto

- Los costos se proyectan con una tasa de crecimiento del 4.31% por razones de inflación

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



# Ganancia debido a la implementación del proyecto

AÑO	PROYECCION ANUAL	AUMENTO CAPACIDAD	PRECIO BARRIL POR INFLACION	GANANCIA BARRILES
1	6300	180	\$ 27,12	\$ 4.881,71
2	6615	198	\$ 28,29	\$ 5.614,05
3	6946	208	\$ 29,51	\$ 6.148,82
4	7293	219	\$ 30,78	\$ 6.734,52
5	7658	230	\$ 32,11	\$ 7.376,02
6	8041	241	\$ 33,49	\$ 8.078,62
7	8443	253	\$ 34,93	\$ 8.848,15
8	8865	266	\$ 36,44	\$ 9.690,98
9	9308	279	\$ 38,01	\$ 10.614,10
10	9773	293	\$ 39,65	\$ 11.625,14

MATERIA PRIMA	% RECUPERACION
SODA CAUSTICA	15
AGUA SUAVE PROCESO PASTEURIZACION	5
AGUA PARA CONSUMO SOCIAL CIP	0
AGUA PARA CONSUMO SOCIAL LIMPIEZA	0
VAPOR PARA SISTEMA CIP	0
VAPOR PARA PASTEURIZACION	0

AÑO	GANANCIA BARRILES	GANANCIA POR MATERIA PRIMA	GANANCIA TOTAL
1	\$ 4.881,71	\$ 156.890,82	\$ 161.772,53
2	\$ 5.614,05	\$ 156.890,82	\$ 162.504,87
3	\$ 6.148,82	\$ 156.890,82	\$ 163.039,64
4	\$ 6.734,52	\$ 156.890,82	\$ 163.625,34
5	\$ 7.376,02	\$ 156.890,82	\$ 164.266,84
6	\$ 8.078,62	\$ 156.890,82	\$ 164.969,44
7	\$ 8.848,15	\$ 156.890,82	\$ 165.738,97
8	\$ 9.690,98	\$ 156.890,82	\$ 166.581,80
9	\$ 10.614,10	\$ 156.890,82	\$ 167.504,92
10	\$ 11.625,14	\$ 156.890,82	\$ 168.515,96



# Análisis de la inversión

## FLUJO DE CAJA

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>GANANCIAS</b>										
POR MATERIA PRIMA	\$ 156.890,82	\$ 156.890,82	\$ 156.890,82	\$ 156.890,82	\$ 156.890,82	\$ 156.890,82	\$ 156.890,82	\$ 156.890,82	\$ 156.890,82	\$ 156.890,82
POR PRODUCCION	\$ 4.881,71	\$ 5.614,05	\$ 6.148,82	\$ 6.734,52	\$ 7.376,02	\$ 8.078,62	\$ 8.848,15	\$ 9.690,98	\$ 10.614,10	\$ 11.625,14
<b>TOTAL GANANCIAS</b>	<b>\$ 161.772,53</b>	<b>\$ 162.504,87</b>	<b>\$ 163.039,64</b>	<b>\$ 163.625,34</b>	<b>\$ 164.266,84</b>	<b>\$ 164.969,44</b>	<b>\$ 165.738,97</b>	<b>\$ 166.581,80</b>	<b>\$ 167.504,92</b>	<b>\$ 168.515,96</b>
<b>GASTOS</b>										
COSTO FIJO	\$ 15.650,00	\$ 16.324,52	\$ 17.028,10	\$ 17.762,01	\$ 18.527,56	\$ 19.326,09	\$ 20.159,05	\$ 21.027,90	\$ 21.934,21	\$ 22.879,57
COSTO VARIABLE	\$ 59.184,95	\$ 11.221,38	\$ 11.221,38	\$ 11.221,38	\$ 11.221,38	\$ 11.221,38	\$ 11.221,38	\$ 11.221,38	\$ 11.221,38	\$ 11.221,38
<b>TOTAL GASTOS</b>	<b>\$ 74.834,95</b>	<b>\$ 27.545,90</b>	<b>\$ 28.249,49</b>	<b>\$ 28.983,40</b>	<b>\$ 29.748,94</b>	<b>\$ 30.547,48</b>	<b>\$ 31.380,43</b>	<b>\$ 32.249,29</b>	<b>\$ 33.155,59</b>	<b>\$ 34.100,95</b>
<b>UTILIDAD BRUTA</b>	<b>-\$ 92.273,95</b>	<b>\$ 86.937,57</b>	<b>\$ 134.958,97</b>	<b>\$ 134.790,15</b>	<b>\$ 134.641,95</b>	<b>\$ 134.517,90</b>	<b>\$ 134.421,97</b>	<b>\$ 134.358,54</b>	<b>\$ 134.332,52</b>	<b>\$ 134.349,33</b>

Una vez hecho los cálculos de VAN se encontró que este tiene un valor, al final a los 10 periodos de \$691,344.78 y un TIR del 54%

Además se obtuvo una relación beneficio costo mayor a 4 y se ha calculado la recuperación del capital de inversión al noveno mes de operación.