



PROYECTO FINAL DE CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

CARLA BELLERA VILAR
EVA FERNÁNDEZ
ÁLVARO SERNA CANTERO
ENRIC DOMÈNECH SELLAS
LUIS RAFAEL LÓPEZ DE LEÓN

TUTOR: OSCAR BENITO

CERDANYOLA DEL VALLÈS, 14 DE JUNIO DE 2010

VOLUMEN



CAPÍTULO 1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO
CAPÍTULO 2. EQUIPOS
CAPÍTULO 3. CONTROL E INSTRUMENTACIÓN



AGRADECIMIENTOS

Eva:

No será fácil resumir en unas pocas líneas a todas las personas que han hecho posible que este día sea verdad, porque han sido muchas. No estarán todos los que son, pero sí serán todos los que están.

En primer lugar, y como no podía ser de otra manera, tengo que agradecer a mis padres el llegar hasta aquí. Han sido muchos años de carrera, y no ha sido siempre fácil. Gracias por dejarme llevar a cabo mis sueños, gracias por vuestra comprensión y vuestro apoyo incondicional. Gracias por estar siempre ahí.

A mi hermano, Óscar, que siempre está a mi lado, con la mano tendida para cualquier momento en el que me pueda hacer falta. Gracias. No cambies nunca.

A mis tíos y mis primillos, porque aunque lejos siempre han estado presentes todos estos años.

A Mari, J.Manuel y Lucía, gracias por aguantar toda mi carrera, con sus alegrías y sus llantos incluidos, por animarme y ayudarme siempre que lo he necesitado.

A Guido, porque has estado conmigo en los dos años más grandes de mi vida. También es gracias a tí que este proyecto se acabe, gracias por tu apoyo y por tu comprensión.

Nombrar también a Paula, Raquel, Pete, David y todos mis amigos de Betanzos, a Ruth, Diana, Sole, Dolores, Yarima y todos mis compañeros de carrera y amigos de Santiago. Gracias a Albert, a Blanca y a Raquel por su ayuda y por su amistad. Gracias por todo.

A mis compañeros de grupo, porque han sido muchas horas de esfuerzo que al final han valido la pena. Me siento afortunada de haber trabajado con vosotros.

Y gracias a todas las personas que mucho o poco me habéis ayudado todos estos años.

“Tanta prisa tenemos por hacer, escribir y dejar oír nuestra voz en el silencio de la eternidad, que olvidamos lo único realmente importante: vivir.”

Robert Louis Stevenson

“Hay dos maneras de vivir su vida: una como si nada es un milagro, la otra es como si todo es un milagro.”

Albert Einstein

Enric:

Qui hagués dit abans de començar el projecte la feina que comportaria tot aquest treball i el temps que faria falta dedicar-hi. Però és ben cert que ni hi ha hagut i a mesura que s'anava apropiant el dia de l'entrega semblava que en sorgia més.

Han estat quatre mesos durs, amb nervis i presses però ara ja un cop escrivint aquestes línies i tenint-ho tot acabat ja es veu tot molt mes clar.

Donar les gràcies en especial a tots els membres del grup: Álvaro, Carla Eva i Luís, els quals, han estat les persones amb qui he tingut més contacte per dur a terme tot aquest projecte i que sense la seva aportació no tindríem un projecte d'aquest “alt nivell” a les mans.

Ha fet falta molta coordinació per fer un treball d'aquesta magnitud però per sort l'hem tingut i no hem hagut de patir gaires discussions ni desacords que sempre és el que sol passar quan es treballa en grup.

Donar les gràcies també a la gent de la classe especialment en Canet , en Dani, en Xavi i en Ruben que sense ells no hagués sigut possible comentar alguna particularitat o altre del projecte. Gràcies tant pels moments de concentració que hem passat discutint sobre un o altre tema i pels moments que hem rigut junts.

També donar les gràcies a casa per animar-me continuament a no deixar-me enfonsar malgrat els nervis i els agoviaments que provoca tot aquest treball.

Finalment gràcies a tots els meus amics i a tu Tània per ajudarme a desconectar en els moments en que més ho necessitava.

Álvaro:

- A mis compañeros de grupo del proyecto, Luis, Enric, Carla y Eva. Con ellos he pasado muchas horas de trabajo en la sala de estudio con el fin de realizar este trabajo tan extenso y que es el punto y final de mis estudios (¿o no?).
- A mi familia, sobre todo a mi madre, gracias a los cuales he tenido la oportunidad de probar una nueva experiencia manchándose a hacer el proyecto a Barcelona.
- A mis compañeros de piso Joan y Magda, con ellos he convivido todos estos meses en total compañerismo, buen rollo y alguna que otra fiesta. Me acordaré siempre de vosotros.
- A Macià, Xavi, Canet, Rubén, Calleja i altres amics que he fet aquí a la Autònoma. Espero que un cop me'n vagi continuem sent amics i ja ho sabeu, esteu invitats a Burgos!
- A los amigos que he hecho en la academia de catalán, ha sido una experiencia genial y muy interesante. Gracias a Héctor por presentarme a Carolina.
- A mis amigos de Burgos, en especial a Mariete, Nachinas, Victor,. Siempre han estado ahí durante todos estos años y lo seguirán estando para lo bueno y para lo malo!

Luis:

- Inicialmente quiero darle las gracias a Dios por haberme permitido llegar hasta aquí, sin el todo esto no hubiese sido posible, por darme la fortaleza, paciencia y coraje en los momentos que más lo he necesitado.
- A mis compañeros de grupo de proyecto: Carla, Enric, Álvaro y Eva, habéis realizado un gran trabajo, desde ya os lo digo. No importando el resultado, nos llevamos una gran experiencia, para ninguno fue fácil al inicio pero finalmente hemos sabido crecer como grupo y poder encajar todas las piezas en su sitio.
- D' una altre banda també vull agraïr als meus companys de classe durant aquets 4 anys, Macià Morell , Xavi Guimerà , Ruben Fernández , Albert Canet, Daniel Calleja, Chus Guerrero , Enric Domènech , heu sigut com a germans per mi, us agraeixo molt haver-me acollit com a un més, sempre us portaré al meu cor. No voldria deixar fora a ningú ja que hi ha hagut molta gent al meu costat que sense ells no hi hagués pogut arribar fins aquí.
- A mis hermanos José Ricardo, Elba María, Rodrigo José, Manolo José cada uno de ustedes ha sido un ejemplo para mi. A mi madre por ser como es, no hay palabras para describirla, simplemente gracias y a mi padre gracias por su apoyo y poner en mis genes la ingeniería química.
- Además de querer agradecer a una serie de personas que han sido importantes a lo largo de mi carrera que sin ellos no hubiese sido todo igual: a mi tía Yolanda De León, Marian Blancas Llamas, Familia Monge de León, Hno. José Antonio Ochotorena, Carlos Lozano, Francisco Milán, Jorge Mármol, José Miguel Morán, Pablo Antuña y Martín Palermo.
- Gracias a Guardiola y a Laporta por una gran temporada, “ y como dice el presi: que n’ aprenguin!”

Moltes gracies a tots!

Fins una altre!

Carla:

Aquest projecte es fruit de l'esforç, dedicació, paciència, i saber fer de tots els integrants del grup. M'ha encantat trobar-me amb aquesta bonica diversitat: la galeguinha, el burgalense, el salvadoreño, el manlleuenc, i jo, la lleidatana de terra ferma.

Gràcies a tots ells/ella.

El suport tan del tutor com del departament ha estat imprescindible.

Gràcies a tots ells/elles.

L'ambient i la gent d'aquesta universitat, i el privilegiat espai que ocupa.

Gràcies a l'elecció que vaig fer en el seu dia.

I les persones que m'emporto. Que me les emportaré lluny, lluny, lluny, vagi on vagi.

Volumen 1

1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

- 1.1. DEFINICIÓN DEL PROYECTO**
- 1.2. MÉTODOS DE OBTENCIÓN DEL ACETALDEHIDO**
- 1.3. SELECCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN**
- 1.4. APLICACIONES DEL ACETALDEHÍDO**
- 1.5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN**
- 1.6. BALANCE DE MATERIA**
- 1.7. SERVICIOS DE PLANTA**
- 1.8. DISTRIBUCIÓN DE TAREAS DEL PROYECTO**

2. EQUIPOS

- 2.1. LISTADO DE LOS EQUIPOS**
- 2.2. ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS**

3. CONTROL E INSTRUMENTACIÓN

- 3.1. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE CONTROL**
- 3.2. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL**
- 3.3. NOMENCLATURA**
- 3.4. INSTRUMENTACIÓN**
- 3.5. ELEMENTOS FINALES DE CONTROL**

Volumen 2

4. TUBERIAS , VÁLVULAS Y ACCESORIOS

4.1. TUBERÍAS

4.2. VÁLVULAS

4.3. BOMBAS Y COMPRESORES

5. SEGURIDAD E HIGIENE

5.1. INTRODUCCIÓN

5.2. PRINCIPALES RIESGOS DE LA INDUSTRIA

5.3. ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

6. MEDIO AMBIENTE

6.1. INTRODUCCIÓN

6.2. SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

6.3. RECOGIDA Y TRANSPORTE

6.4. ÁNALISIS DE LA CONTAMINACIÓN MEDIOAMBIENTAL GENERADA
Y NORMATIVA

6.5. TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO

6.6. TRATAMIENTO DE LOS GASES RESIDUALES DE LA PLANTA

7. EVALUACIÓN ECONOMICA

7.1. INTRODUCCIÓN

7.2. CAPITAL INMOVILIZADO

7.3. CAPITAL CIRCULANTE

7.4. COSTES DE FABRICACIÓN

7.5. VENTAS

7.6. CÁLCULO DEL FGO

7.7. ESTUDIO DE SENSIBILIDAD

8. PUESTA EN MARCHA

9. OPERACIÓN DE LA PLANTA

Volumen 3

10. DIAGRAMAS Y PLANOS

- 10.1. DIAGRAMAS GENERALES
- 10.2. PLANOS DE INGENIERIA
- 10.3. PLANOS DE IMPLEMENTACIÓN

Volumen 4

11. MANUAL DE CÁLCULOS

- 11.1. DISEÑO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y CUBETAS
- 11.2. DISEÑO DEL REACTOR
- 11.3. DISEÑO DE LOS SEPARADORES DE FASES
- 11.4. DISEÑO DE LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR
- 11.5. DISEÑO DE LOS ABSORBEDORES
- 11.6. DISEÑO DE LOS TANQUES PULMÓN
- 11.7. DISEÑO DE LAS COLUMNAS DE DESTILACIÓN
- 11.8. DISEÑO Y ELECCIÓN DE BOMBAS
- 11.9. DISEÑO Y ELECCIÓN DE COMPRESORES
- 11.10. DISEÑO Y ELECCIÓN DE CONEXIONES
- 11.11. DISEÑO DE EQUIPOS PARA EL TRATAMIENTO DE GASES
- 11.12. DISEÑO DE EQUIPOS PARA EL TRATAMIENTO DE LÍQUIDOS
- 11.13. DISEÑO DE LOS SERVICIOS DE LA PLANTA

1 ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

Índice

1.1 Definición del proyecto.....	1-1
1.1.1 Bases del proyecto	
1.1.2 Alcance del proyecto	
1.1.3 Localización de la planta	
1.1.4 Evaluación de las comunicaciones y accesibilidad de la planta	
1.1.5 Nomenclatura de la memoria	
1.2 Métodos de obtención de acetaldehído.....	1-9
1.2.1 Formación del acetaldehído a partir del etanol	
1.2.2 Formación del acetaldehído a partir del acetileno	
1.2.3 Formación del acetaldehído por oxidación de alkanos	
1.2.4 Formación del acetaldehído a partir de etileno	
1.2.5 Selección del proceso de producción	
1.3 Descripción del proceso de producción.....	1-14
1.4 Aplicaciones del acetaldehído	1-19
1.5 Constitución de la planta.....	1-20
1.5.1 Clasificación por áreas	
1.5.2 Plantilla de trabajadores	
1.6 Balance de materia	
1.7 Servicios de la planta.....	1-37
1.7.1 Agua de refrigeración	
1.7.2 Vapor de agua	
1.7.3 Gas natural	
1.7.4 Agua de chiller	
1.7.5 Nitrógeno	
1.7.6 Agua descalcificada	
1.7.7 Aire comprimido	
1.7.8 Energía eléctrica	
1.8 Programación temporal y montaje de la planta.....	1-56

1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

1.1 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

1.1.1. BASES DEL PROYECTO

El objetivo de este proyecto es analizar la viabilidad de la construcción y operación de una planta de una planta de fabricación de acetaldehído a partir de etileno y oxígeno, mediante el proceso Wacker-Hoechst de una etapa.

La viabilidad en la construcción y en la operación de la planta debe de ser conseguida manteniéndose dentro de los límites que establecen la normativa sectorial, la normativa urbanística, ya que uno de los objetivos del proyecto, además de obtener un proceso de producción fiable y seguro para quienes trabajen e inviertan su dinero en la planta, es conseguir una gestión y manejo de los recursos disponibles adecuada al panorama global, consiguiendo minimizar el impacto medioambiental mediante una optimización de los recursos disponibles.

A continuación se definen las diferentes especificaciones para la realización del proyecto:

Especificaciones de la instalación:

- Capacidad: 60.000 tn. /año de acetaldehído trabajando en continuo.
- Funcionamiento: 300 días/año de producción. Habrá 3 paradas previstas, para darle mantenimiento a la planta.
- Presentación: líquido para llenar cisternas a granel.

1.1.2. ALCANCE DEL PROYECTO

En este proyecto se incluye:

- Diseño de todos los equipos del proceso.
- Puesta en marcha y operación de la planta.
- Diseño de los sistemas de control.
- Propuesta de servicios.
- Tratamiento de residuos líquidos y gaseosos.
- Sistemas de seguridad e higiene.
- Evaluación económica de la planta.
- Diagramas generales, P&ID, implantación.

- Cumplimiento de las normativas legales vigentes: APQ, reglamento de baja tensión, urbanística.

1.1.3. LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

La planta estará localizada en el término municipal de Castellbisbal, concretamente en un terreno del Polígono industrial “Metalls Pesants” que posee una superficie total de 70,095 m². A continuación se presenta un plano de la parcela que se utilizará para la construcción de la planta.

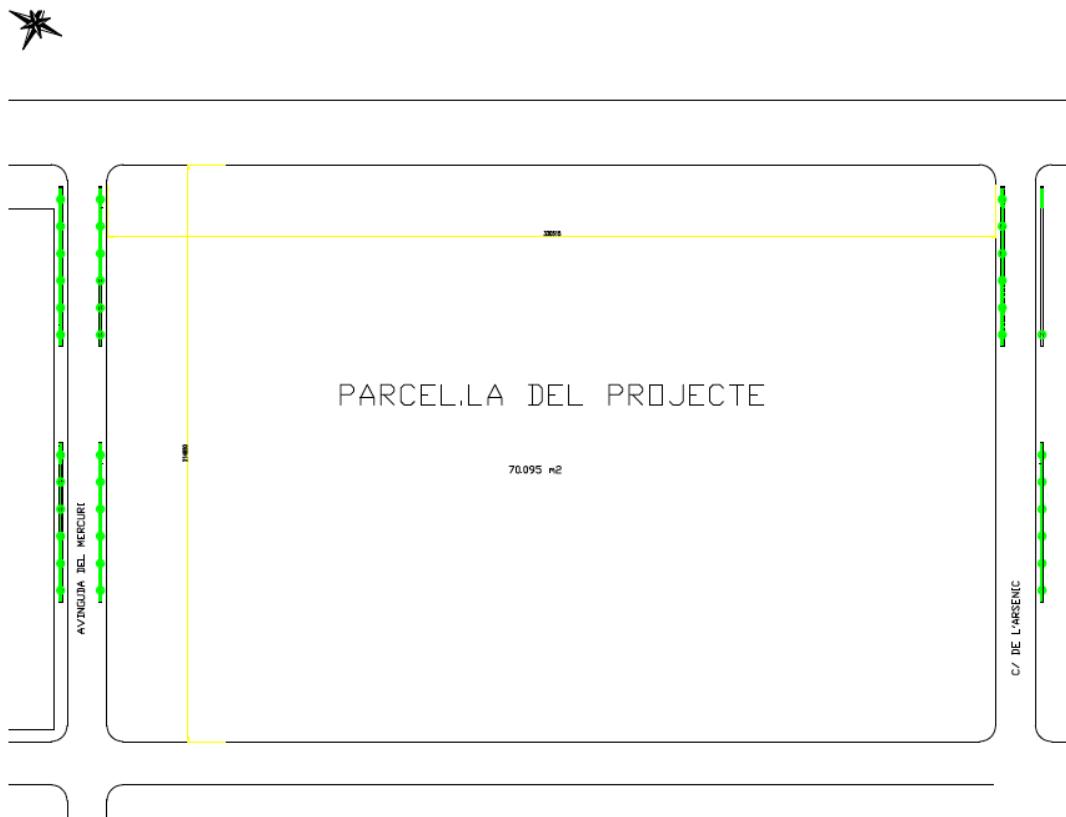


Figura 1.1. Parcela disponible para la construcción de la planta de Acetaldehído.

Los parámetros o especificaciones de edificación en el polígono industrial “metalls pesants” son:

- Edificabilidad: 1,5 m² techo/m² suelo.
- Ocupación máxima de parcela: 75%
- Ocupación mínima de parcela: 20% de la superficie de ocupación máxima.
- Retranqueos: 5m a viales y vecinos.

- Altura máxima: 16m y 3 plantas excepto en producción justificando la necesidad por el proceso.
 - Altura mínima: 4m y 1 planta.
 - Aparcamientos: 1 plaza/150 m² construidos.
 - Distancia entre edificios: 1/3 del edificio más alto con un mínimo de 5m.

A continuación se presenta el mapa político de Cataluña, donde se localiza la comarca del Vallés occidental donde se encuentra ubicada la planta.



Figura 1.2. Mapa político de Cataluña

1.1.4 EVALUACIÓN DE LAS COMUNICACIONES Y ACCESIBILIDAD DE LA PLANTA

Castellbisbal es un municipio de la provincia de Barcelona, que cuenta con una superficie de 31 km², una población de 11,977 habitantes y densidad de población de 386 (habitantes/ km²).

La planta, ubicada a las afueras de esta localidad necesita que los productos puedan recibirse o expedirse por vía marítima mediante buques, por

vía terrestre mediante camiones cisterna, trenes y además, por tubería o envasados en bidones y contenedores.

Al interior de los países el principal sistema de transporte que se da es el conocido como "ferroutage" o sistema ferrocarril - carretera. Los otros sistemas se presentan generalmente en los trayectos internacionales.

La selección del modo y del medio se relacionan básicamente con aspectos técnicos, operativos, comerciales y jurídicos, los cuales bien conjugados dan como resultado una operación de transporte exitosa.

El proceso de selección de una modalidad de transporte requiere la consideración de varios parámetros, entre ellos:

- Condiciones operativas: equipos y capacidad.
- Rutas y tráficos: infraestructura, regularidad, seguridad y cargas de compensación.
- Estructura empresarial: tipos de prestatarios de servicios, organización, idoneidad, experiencia y especialidad.
- Sistemas de contratación: clases y modalidades, tarifas, documentos, responsabilidades, normas nacionales y prácticas derivadas de la costumbre.

La elección del modo de transporte ni del transportador no se debe de basar únicamente tomando en cuenta los costos, pues existen ventajas y desventajas en cada uno de ellos y la decisión de transportar un producto por una ruta y un modo determinado debe de estar de acuerdo con las circunstancia propias de cada operación.

A continuación se presentan las vías de carreteras que se encuentran más próximas a Castellbisbal:

- Carreteras: BV-1510, B-150, B-151, C-243c
- Autovías y autopistas interurbanas: A-2, C-16.
- Autopistas de peaje: AP-7, AP-2.

Los recorridos que deben realizar los camiones cisterna si las materias primeras llegaran a los siguientes orígenes son:

a) Puerto de Barcelona: (distancia de 26,3 Km., tiempo de 26 minutos): después de cargados los camiones, estos deben incorporarse a la carretera B-10 por el ramal en dirección E90/Tarragona/Lleida. Luego continuar por la autopista A-2, tomar la salida en dirección Martorell/Lleida/Zaragoza/Tarragona e incorporarse a la carretera BV-1501 en dirección Castellbisbal.

b) Aeropuerto el Prat de Llobregat: (distancia de 27,8km, tiempo aproximado de 26 minutos): a partir de este lugar, los camiones recogen las mercancías y deben dirigirse hacia el nordeste por la carretera del Prat de Llobregat, luego deben continuar por la carretera al aeropuerto, tomar el ramal en dirección Barcelona/Ronda de Dalt/Tarragona/Lleida/Girona e incorporarse a la autopista de Pau Casals. Luego continuar por la Ronda de Dalt, tomar la salida 16-A hacia la autopista A-2. En la A-2, tomar la salida en dirección Martorell/Lleida/Zaragoza/Tarragona. Hacia la BV-1501, salir por la 591 en dirección Castellbisbal.

c) Aeropuerto de Reus, los camiones podrían tomar tanto la autopista AP-7 (distancia de 101km, tiempo de 1 hora 8 minutos) como la A-2 (distancia de 128km, tiempo de 1 hora 55 minutos).

d) Aeropuerto de Girona: los camiones deben circular por las autopistas AP-7 (distancia de 101km, tiempo de 1 hora 4 minutos), luego por la A-2 y tomar la salida 591 hacia BV-1501 en dirección Castellbisbal.

El servicio de transporte ferroviario se caracteriza por ser especialmente apto para la movilización de grandes volúmenes de carga a largas distancias. Se utiliza principalmente para el transporte de graneles, cereales, minerales y carga unitarizada, específicamente contenedores. Los vagones de tren cisterna transportarían líquidos, gases, sustancias pulverulentas o granulares,

Respecto a las vías férreas, existe un ramal de 17,5 Km. de longitud construida entre Can Tunis/Morrot y el nudo de Castellbisbal donde solo circulan los trenes para mercancías. En el siguiente grafico se puede observar la conexión del puerto de Barcelona con la terminal de Castellbisbal (paradas: Can Tunis, nudo de Castellbisbal y Castellbisbal):



Figura 1.3. Conexión del puerto de Barcelona con la terminal de Castellbisbal.

Como la mercancía llega a la terminal de Castellbisbal, luego tendrán que venir los camiones para recogerla y llevarla a la planta. Recoger o enviar los productos del puerto de Barcelona es un buen punto estratégico al comunicarse con demás ciudades (como el sur de Francia), puertos de la península ibérica y otros países.

1.1.5 NOMENCLATURA DE LA MEMORIA

A continuación se presentan unas tablas para la identificación de áreas, equipos y fluidos del proceso.

- **Áreas de la planta**

ABREVIACIÓN	ÁREA
100	Área de almacenamiento de etileno
200	Área de reacción
300	Área de recuperación del catalizador
400	Área de separación
500	Área de purificación
600	Área de acabado
700	Área de almacenaje de acetaldehído
800	Área de tratamiento de gases
900	Área de tratamiento de líquidos
1000	Área de servicios
1100	Área de oficinas
1200	Área de laboratorios
1300	Taller de mantenimiento y reparaciones

- **Equipos del proceso:**

CÓDIGO	EQUIPO
V	Tanque
R	Reactor
HE	Intercambiador de Calor
P	Bomba
KR	Kettle Reboiler
CT	Condensador Total
CP	Condensador Parcial
DE	Torre de Destilación Extractiva
TD	Torre de Destilación
S	Separador
SA	Torre de Absorción
TR	Torre de Refrigeración
CV	Calderas de Vapor
CH	Chiller
CO	Compresor
CF	Sedimentador Centrifugo
MB	Membrana Biológica
RB	Reactor Biológico
XE	Chimenea
CC	Cámara de Combustión
SF	Sedimentador
SI	Silo

- **Fluidos del proceso:**

CÓDIGO	Fluido
O	Oxígeno
E	Etileno
GTE	Gases totales de entrada
SCR	Solución de catalizador regenerada
MG	Mezcla gaseosa
ML	Mezcla líquida
ADC	Agua descalcificada
RW	Agua de Recirculación
GPA	Gases de Purga del Absorbedor
GR	Gases de Recirculación
GPD	Gases de Purga de la Destilación
AR	Agua de Refrigeración
VA	Vapor de alta
AP	Agua purgada
PF	Producto final
VC	Vapor condensado
HC	Ácido clorhidrico
SL	Salida lateral de crotonaldehido
MF	Mezcla final
AC	Agua del Chiller
GT	Gases a tratamiento
A	Aire
GD	Gases depurados
SA	Solución acida
RF	Reactivos Fenton
RS	Residuos sólidos
N	Nitrógeno
AD	Agua Depurada
L	Lodos

1.2 MÉTODOS DE OBTENCIÓN DEL ACETALDEHÍDO

A continuación se describen algunos de los métodos de producción del acetaldehído a partir de diferentes materias primas.

1.2.1. FORMACIÓN DE ACETALDEHÍDO A PARTIR DE ETANOL

El acetaldehído se puede obtener por deshidrogenación catalítica de etanol en forma análoga a la del formaldehído a partir de metanol.



Pero al contrario que para el metanol, no se emplea una oxidación. En lugar de ello, son corrientes dos modificaciones de la deshidrogenación:

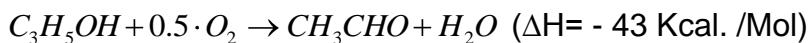
a) Deshidrogenación sobre catalizadores de plata o preferentemente cobre:

La deshidrogenación de etanol se realiza, por ejemplo, en EE.UU, predominantemente sobre catalizadores de Cu, que están activados con Zn, Co o Cr. Un proceso, utilizado muchas veces, procede de la Carbide and Carbon Corp.

La temperatura se mantiene a 270-300°C, de forma que la conversión del etanol quede limitada al 30-50%. Con ello se consigue una selectividad en acetaldehído del 90%. Como subproductos se obtienen acetato de etilo, alcoholes superiores y etileno. El hidrógeno que se produce simultáneamente se puede utilizar directamente para hidrogenaciones a causa de su pureza.

b) Deshidrogenación oxidante sobre catalizadores de plata en presencia de oxígeno:

Se realiza la deshidrogenación del etanol en presencia de aire u O₂, la combustión simultánea del hidrógeno formado proporciona el calor necesario para la deshidrogenación (oxido des-hidrogenación o deshidrogenación autotérmica):



En los procesos industriales se prefieren para las oxido des-hidrogenación catalizadores de plata en forma de redes metálicas o rellenos cristalinos. Los vapores de etanol mezclados con aire se dirigen sobre el catalizador a 3 bars y a 450-550 °C. De acuerdo con la cantidad de aire se establece una temperatura a la cual el calor de oxidación compensa el calor necesario para la

deshidrogenación. Según la temperatura de reacción resulta una conversión de etanol del 30-50%, por paso, con una selectividad de un 85-97%. Como subproducto se obtiene acético, fórmico, acetato de etilo, CO y CO₂.

1.2.2. FORMACIÓN DE ACETALDEHÍDO A PARTIR DE ACETILENO

En este proceso se usa un exceso de acetileno a temperatura elevada con compuestos de mercurio como catalizadores, donde el acetaldehído se va retirando inmediatamente del líquido de reacción. El calor de reacción es eliminado destilando una cantidad adecuada de agua. La desventaja es que la oxidación del acetaldehído (como reacción secundaria) genera ácido acético, dióxido de carbono y la reducción del Hg²⁺ genera el mercurio metálico.

1.2.3. FORMACIÓN DE ACETALDEHÍDO POR OXIDACIÓN C₃/C₄

Según un proceso desarrollado por la Celanese, en EE.UU. desde 1943 se pueden oxidar el propano o las mezclas propano/butano en fase gaseosa, dando mezclas gaseosas que contienen acetaldehído. La reacción transcurre radicalariamente sin empleo de catalizadores a 425-460°C y 7-20 bars. Una variante de este proceso de oxidación de butano, de la Celanese, se puede realizar en fase líquida. Como oxidante se emplea aire u oxígeno. Alrededor del 15-20% del hidrocarburo se oxida totalmente. La mezcla de reacción compleja restante contiene, además de acetaldehído, principalmente formaldehído, metanol, acético, n-propanol, metiletilectona, acetona y otros numerosos productos de oxidación inevitables.

a) A partir del gas de síntesis: este proceso no se lleva a cabo a nivel industrial. La desventaja es que el acetaldehído se forma con baja selectividad y con un rendimiento aproximado del 30% del gas de síntesis junto con el ácido acético, etanol e hidrocarburos saturados (principalmente el metano). Como catalizadores se utiliza compuestos de cobalto y rodio activados por compuestos de yodo o cloruro de magnesio que se encuentran apoyados en un soporte de silicato

1.2.4. FORMACIÓN DE ACETALDEHÍDO A PARTIR DE ETILENO

La producción industrial de acetaldehído es un proceso multifásico, es decir es un sistema de dos fases, gas y líquido. El etileno y oxígeno o O₂ se encuentran en fase gaseosa y reaccionan en una disolución clorídrica acuosa de catalizadores en un reactor de burbujeo.

Existen dos variantes en la producción de acetaldehído a partir de etileno:

a) El proceso en una etapa: en donde en el mismo reactor se produce simultáneamente la reacción y regeneración. Como oxidante se utiliza O₂.

En el proceso de una etapa se insufla el etileno y el O₂ a una presión de 4 bars y a una temperatura de 120-130°C a través de la disolución catalítica.

La conversión del etileno es de un 35-45% y el calor liberado en la reacción se emplea para destilar el acetaldehído, así como también el agua de la disolución de catalizador, que se evapora y mediante un circuito cerrado de en la zona de reacción se recircula al reacción. De esta forma se introducen en el ciclo unos 2.5-3 m³ de H₂O por tonelada de acetaldehído producido. Para evitar un aumento de gases inertes en el reactor, lo cual conduciría a una pérdida de etileno por expulsión, es necesario el empleo de O₂ puro y etileno puro (del 99,9% en volumen).

b) El proceso en dos etapas: en el cual la reacción y regeneración se realizan en dos reactores separados. En este proceso se utiliza aire como oxidante.

En el proceso de dos etapas se hace reaccionar el etileno con la disolución catalítica a 105-110 °C y 10 bars hasta casi su transformación total. Tras la expansión y destilación de la mezcla acetaldehído/agua, la disolución catalítica se pasa al reactor de oxidación y a 100 °C y 10 bars se regenera con aire y, finalmente, se lleva de nuevo al reactor. Con esto se produce un consumo de O₂ profundo del aire empleado y queda así un gas residual con un elevado contenido de N₂ que se puede recuperar para su empleo como gas inerte. Frente a las ventajas de transformación completa del etileno y de utilizar aire, se tiene el inconveniente de inversiones elevadas para el sistema de doble reactor con empleo de altas presiones y trasvasado de catalizador.

En ambos procesos el acetaldehído bruto acuoso o crudo se concentra y purifica por una destilación de dos etapas, que lo liberan de subproductos, como acético, aldehído protónico y compuestos clorados. En ambos casos las selectividades son prácticamente iguales al 94%.

1.2.5. SELECCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

El proceso de producción escogido para la realización de la planta de producción de acetaldehído es: El proceso Wacker-Hoechst de una etapa.

En ambos proceso Wacker-Hoechst para la producción de acetaldehído se obtienen rendimientos cercanos al 95%, por lo que la elección de el proceso de producción se basa en la disponibilidad de los reactivos y de la posibilidad de obtenerlos a bajos precios , y ya que al lado de nuestra planta existe una planta vecina de fraccionamiento de aire, es posible obtener este reactivo a un precio menor, ya que los costes de transporte se ven reducidos al coste de fabricación de la conducción hacia nuestra instalación. Si no se dispusiese de este reactivo a un precio tan bajo, la opción de utilizar aire abarataría los costes de las materias primas, pero encarecería los costes de operación ya que es el proceso de dos etapas requiere una mayor inversión.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

En este apartado se pretende presentar una breve descripción del funcionamiento del proceso de producción. La descripción a detalle del diseño y condiciones de operación de cada uno de los equipos de las diferentes áreas se realiza en el apartado de diseño funcional del manual de cálculo.

1.3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.

El proceso de producción de acetaldehído mediante el proceso Wacker-Hoechst utiliza oxígeno y etileno como reactivos de partida.

El etileno se adquiere en forma líquida con una pureza del 99%, de esta manera se evita la presencia de impurezas que puedan dar pie a la formación de sub-productos. Debido a que es adquirido en forma líquida y a presión, es necesario realizar un acondicionamiento para disponer del etileno en las condiciones de la reacción.

El etileno líquido subministrado se encuentra a una temperatura de -58 °C y a una presión de 8 bars. Una vez descargado el etileno de los tanques criogénicos de almacenamiento en el área 100 debe de recorrer una cierta distancia hasta el área de reacción. A causa de la distancia que debe de recorrer antes de entrar al proceso, el fluido pierde 3,5 bars de presión siendo así únicamente necesario expandir el etileno 0,5 bar para que se encuentre a 4 bars y se encuentre en las condiciones de entrada al reactor.

Respecto a la temperatura, una vez se encuentra a 4 bar el etileno tiene una temperatura de -76 °C y aún se encuentra en fase líquida por lo tanto es necesario transformarlo a la fase gas y a la temperatura de reacción. Dicho cambio de fase se lleva a cabo en un Kettle-Reboiler ubicado cerca de la salida de los gases de reacción. De esta manera parte del calor que contienen los gases de salida del reactor se transfiere hacia el etileno, aumentando su temperatura desde -76 hasta 135 °C y los gases de reacción se enfrian desde 135 °C hasta 117.8 °C.

De esta manera durante la operación en continuo de la planta se disminuyen los gastos relacionados con la existencia de un evaporador específico para el etileno y un intercambiador de calor para los gases de salida del reactor.

Por otra parte el oxígeno es subministrado mediante una conducción de una planta ubicada en el mismo polígono industrial. El oxígeno es subministrado a 25 °C y a 1 bar de presión.

Debido a ello también requiere un acondicionamiento previo a entrar el reactor. Ya que es requerido a 4 bar y a 135 °C el oxígeno es comprimido de 1 bar a 4 bares, hecho que provoca una subida de la temperatura hasta 203.8 °C.

Tal subida de temperatura requiere un intercambiador previo a la alimentación al reactor, que reduzca la temperatura desde 203.8 °C hasta los 135 °C, el enfriamiento del oxígeno se realiza mediante un intercambiador de carcasa y tubos, en donde el agua de torre de refrigeración circula por la carcasa y el oxígeno circula por tubos.

Habiendo realizado estas operaciones de acondicionamiento de los reactivos principales, se procede al reactor.

El reactor es un reactor Gas-Líquido de burbujeo, en donde se lleva a cabo una reacción exotérmica en medio de una solución catalítica de cloruro de cobre (II), cloruro de cobre (I) y cloruro de paladio y una mezcla gaseosa de etileno y oxígeno, a una temperatura de 135 °C y 3 bares de presión.

La alimentación de las materias primas al reactor se lleva a cabo mediante una única conducción, en la cuál previamente ambos fluidos se han mezclado para dar paso a una única corriente de entrada, de esta forma se asegura la homogenización de la mezcla gaseosa. A partir de esta corriente de entrada se alimenta el oxígeno y el etileno al reactor mediante unos difusores los cuales aseguran un tamaño específico de las burbujas de gas, velocidad de circulación del gas y homogenización de la mezcla gas-líquido.

Una vez llevada a cabo la reacción se forma una nueva mezcla gas-líquido, la fase gas esta compuesta por el producto de reacción el acetaldehído, reactivos sin reaccionar: etileno y oxígeno; subproductos de la reacción como el ácido acético, crotonaldehido, cloruro de metilo, cloruro de etilo y vapor de agua. La fase líquida esta compuesta por la solución catalítica, más una mínima parte de los reactivos que permanecen en la fase líquida sin reaccionar y compuestos minoritarios como el oxalato de cobre.

La corriente gas-líquido se extrae por la parte superior del reactor e ingresa a un separador de fases vertical con eliminador de niebla. La fase gas y la fase líquida son separadas debido a un cambio en la cantidad de movimiento que sufre el corriente de entrada al separador al pasar por un deflector justo al final de la conducción. Este cambio en la cantidad de movimiento y un óptimo dimensionamiento de las boquillas de la conducción permiten separar el gas del líquido. El líquido que es arrastrado por la mezcla de gases que abandona el separador de fases es retenido gracias a una malla metálica en la parte superior, que ayuda a que las gotas contenidas en la fase gaseosa se retengan y acumulen en la malla, generando así gotas más grandes hasta que finalmente estas caen y se suman a la corriente líquida catalítica, la cual es recirculada al reactor.

Tal como se había mencionado antes los gases de salida del reactor intercambian calor con el corriente de etileno de alimentación al reactor. Una vez se lleva a cabo el intercambio de calor, los gases de salida del reactor se encuentran a 117.8 °C y 3 bares de presión, en esta etapa se genera un condensado que a efectos prácticos ha sido despreciado ya que la cantidad de gas que condensaba era mínima por lo que un segundo separador de fases no resultaría eficiente. Posterior a esta primera etapa de enfriamiento, los gases de salida del reactor pasan por un condensador parcial en donde llegan a la temperatura de 115 °C con una presión de 3 bares. En esta etapa condensa parte del agua que se había evaporado durante la reacción, acetaldehído, ácido acético, crotonaldehído y cloruro de etilo y de metilo.

Esta corriente es recirculada hacia el reactor, pero antes se junta con la corriente líquida del separador de fases y con una corriente de agua de recirculación para mantener constante la cantidad de agua en el reactor, debido a las pérdidas por evaporación.

La unión de estos tres corrientes constituye la recirculación líquida hacia el reactor, y tiene como propósito mantener constante la cantidad de agua dentro del reactor y de solución catalítica.

La solución catalítica de cloruro de cobre (I) y de cloruro de cobre (II) y cloruro de paladio se debe de regenerar debido a que durante la reacción de formación del acetaldehído se forman pequeñas cantidades de oxalato de cobre y

otros sub-productos de alto peso molecular, dichos sub-productos de la reacción pueden permanecer en la solución catalítica, disminuyendo el rendimiento de la reacción.

Para evitar tal acumulación de sub-productos todo esta corriente líquida es introducido a un condensador total, el cuál realiza las funciones de regenerador del catalizador.

El regenerador del catalizador opera a altas temperaturas y a altas presiones, de esta manera los subproductos de alto peso molecular y el oxalato de cobre son descompuestos.

La regeneración se realiza con vapor a 20 bares y una temperatura aproximada de 213 °C, lo cuál obliga a trabajar a una presión de 9 bares para evitar que la solución catalítica se evapore. Por lo tanto es necesario comprimir hasta 9 bares la solución líquida proveniente del separador de fases y la solución proveniente del condensador parcial.

Una vez finalizada la regeneración la solución catalítica regresa al reactor a una temperatura aproximada de 180 °C y una presión de 9 bares.

Realizada ya la descripción del área de reacción y de recuperación, la descripción del proceso continúa con la descripción del área de separación.

Pasadas ya una etapa de enfriamiento y una de condensación parcial del corriente de gases de salida del reactor, dichos gases pasan a una segunda etapa de condensación parcial que tiene como propósito generar un condensado rico en acetaldehído.

Para ello la corriente de gases a 115°C y 3 bares de salida del condensador parcial anterior se introduce a un segundo condensador parcial en donde condensa una solución rica en acetaldehído. Previo a la introducción de los gases al este segundo condensador parcial, se realiza una expansión, ya que el resto de operación a partir de este punto se realizan a 1 bar.

La refrigeración es llevada a cabo con agua de torre de refrigeración que entra al condensador parcial por tubos a 30 °C y abandona a 40 °C. Los gases de reacción entran por la carcasa del condensador parcial, de esta manera es

posible conseguir separar el condensado y los gases no condensados, que abandonan a 50 °C.

Seguido de esta etapa de condensación del gas de reacción, el gas que no ha condensado entra en la parte inferior de una columna de absorción y asciende en contracorriente a una ducha de agua a una temperatura aproximada de 30 °C.

De esta forma el acetaldehído es transferido de la fase gas a la fase líquida con ayuda del agua como agente de lavado. Las mezclas gaseosas que no se absorben en la ducha de agua, son recirculados hacia el reactor, estando compuesta la mezcla mayoritariamente por oxígeno y etileno. Una parte de este caudal de gas es purgado y enviado a el área de tratamiento de gases, de esta manera se evita la acumulación de gases inertes dentro del reactor.

Los gases que son recirculados abandonan la columna de absorción a 1 bar de presión y a una temperatura aproximada de 30 °C. Tal como se ha mencionado anteriormente los gases de entrada al reactor deben de entrar a 4 bares, por lo que es necesaria la instalación de un compresor que realice esta tarea. Realizando esta recirculación de gases, se reduce la cantidad de etileno fresco de 272.49 kmol/ a 108.17 kmol/h, lo cuál supone nada más comprar un 40% de la cantidad total de etileno necesaria en la reacción.

Tanto la solución acuosa obtenida del segundo condensador parcial y la solución obtenida del lavado en la columna de absorción se mezclan para formar un solo corriente que entra en un tanque pulmón que tiene como función mantener constante el caudal durante la operación y en caso de fallida de una de las etapas anteriores o posteriores a el, provee de un tiempo de residencia suficiente para solucionar la avería y mantener el funcionamiento en continuo de la planta.

Pasado el tanque pulmón la solución líquida rica en acetaldehído es precalentada hasta una temperatura de 70 °C antes de entrar a la columna de destilación extractiva, que opera en un rango de temperaturas de 50-80 °C y a 1 bar.

En la columna de destilación extractiva se utiliza agua como agente extractor para facilitar la separación de los compuestos más pesados que se mantienen en la fase líquida y vapor de agua para generar el calor necesario. Los compuestos más ligeros son extraídos por la parte superior de la columna. Dicha corriente de gases extraídos de la mezcla líquida, compuesta por acetaldehído, oxígeno, etileno, vapor de agua y cloruro de metil es enviada al área de tratamiento de gases, antes de ser liberada a la atmósfera. La solución extraída por la parte inferior de la en la columna de destilación extractiva es conducida hacia una columna de destilación con entrada de vapor directo. Dicha mezcla líquida es destilada con facilidad debido a las características de la mezcla, compuesta mayoritariamente por agua, acetaldehído, ácido acético y crotonaldehido.

Por cabecera se obtiene el acetaldehído con una pureza elevada del 99%. Para lograr extraer del proceso los subproductos generados y que aún permanecen en el corriente de entrada en la segunda columna de destilación, es necesario realizar una salida lateral, en donde se extrae una solución acuosa de crotonaldehido y ácido acético. Por la parte inferior de la columna de destilación se obtiene una corriente de agua residual, con características similares al corriente de extracción lateral realizado, pero con menor cantidad en crotonaldehíoo y acido acético.

La razón por la cual se realiza esta extracción lateral es porque aproximadamente un 50% del caudal total del agua que se obtiene por colas de la columna es recirculado, no logrando así purgar una cantidad suficiente de estos componentes para evitar la acumulación de ellos en el sistema. A esta corriente que se obtiene por colas, le llamaremos corriente de agua de recirculación, el cual es recirculada a dos equipos que conllevan un gasto o pérdida importante de agua: el absorbedor y el reactor. Dicha corriente obtenido por colas se divide en dos corrientes, una corriente que es recirculada hacia la columna de absorción y posteriormente al reactor y otro corriente que se dirige hacia el tratamiento de líquidos.

Ya que la temperatura del agua de recirculación no puede ser la misma temperatura a la cuál sale el corriente de la columna de destilación, dicha corriente se introduce a una etapa doble de enfriamiento, para poder re-utilizarla a una temperatura adecuada de 30 °C.

Originalmente se obtiene a una temperatura aproximada de 100 °C, por lo que después de realizar la purga hacia el tratamiento de líquidos, la corriente es introducida al primer intercambiador de calor, en donde el agua de recirculación pasa de 100 °C a 65 °C. El enfriamiento se realiza con agua de refrigeración que entra por carcasa a una temperatura de 30 °C y abandona a 40 °C. La segunda etapa de enfriamiento del agua de recirculación se realiza en un intercambiador en donde el agua de recirculación entra por tubos a una temperatura de 65 °C y abandona a 30 °C. Para ello se utiliza agua de chiller que entra por carcasa a una temperatura de 7 °C y abandona a 12 °C.

Cuando el agua de recirculación se encuentra a 30 °C pasa por un segundo tanque pulmón que tiene las mismas funciones que el primer tanque ubicado entre la columna de absorción y torre de destilación extractiva. Abandonado ya el tanque pulmón el agua de recirculación se divide hacia la columna de absorción en donde se mezcla con agua de red descalcificada previamente, y otra parte continua hacia el reactor en donde se mezcla con los corrientes líquidos provenientes del separador de fases y del primer condensador parcial.

La eficacia del proceso se ve mejorada al utilizar en el proceso este tipo de agua, en vez de añadir agua desmineralizada, específicamente la absorción del acetaldehído presente en la mezcla gaseosa proveniente del reactor se realiza con una mayor eficacia. También es posible utilizar agua de recirculación en la destilación extractiva.

1.4 APLICACIONES DEL ACETALDEHIDO

El acetaldehído es un producto intermedio muy importante en la fabricación de ácido acético y del anhídrido acético. Estos productos encuentran una enorme aplicación industrial como agentes de acetilación para la obtención de ésteres, que son compuestos químicos que resultan de la reacción de un alcohol, fenol, o glicol con un ácido.

Algunos de los ésteres que se derivan del ácido acético y los alcoholes apropiados son los llamados acetatos de metilo, etilo, propilo, isopropilo, isobutilo, amilo, isoamilo, n-octílo, feniletilo, etc. Estos productos son de olor agradable y se usan como saborizantes y perfumes.

Los ésteres derivados del ácido acético también sirven como solventes para extraer la penicilina y otros antibióticos de sus productos naturales. También se emplean como materia prima para la fabricación de pieles artificiales, tintas, cementos, películas fotográficas y fibras sintéticas como el acetato de celulosa y el acetato de vinilo.

El acetaldehído no sólo sirve para fabricar ácido acético, sino que también es la materia prima para la producción de un gran número de productos químicos como el 2-etilhexanol, n-butanol, pentaeritrol, cloral, ácido cloroacético, piridinas, y ácido nicotínico. Estos petroquímicos secundarios encuentran múltiples aplicaciones. Por ejemplo, el petaeritrol sirve para fabricar lubricantes sintéticos, el cloral y el ácido cloroacético para hacer herbicidas, el 2-etilhexanol para hacer plastificantes.

1.5 CONSTITUCIÓN DE LA PLANTA

1.5.1. CONSTITUCIÓN DE LA PLANTA

La planta de producción de acetaldehído esta constituida de 13 áreas de las cuales 6 constituyen el proceso de producción, 2 áreas de almacenamiento de reactivos y producto acabado, 2 áreas de tratamientos de emisiones al medio ambiente, 1 área de oficinas, 1 área de laboratorios y 1 área dedicada al taller de reparación. Las áreas que constituyen el proceso se basan su distribución y diseño en gran medida a la patente americana nº 4237073 del 2 de diciembre de 1980 con titulo “process for the manufacture of acetaldehyde”.

La producción total de 60,000 tn/año se consigue mediante dos líneas de producción que operan al 50% de su capacidad total. La capacidad total de cada línea es de 60,000 tn/año. La nomenclatura utilizada para distinguir una línea de la otra es mediante la asignación de la letra “A” para una línea de producción y la letra “B” para la otra línea de producción. La descripción del proceso de producción y del resto de contenidos se muestran nada más para la línea A, ya que la línea B es idéntica a la línea B. La línea B únicamente aparecerá en el diagrama de tuberías, en donde es necesario recalcar la distribución de todas las tuberías de la planta.

1.5.2. DESCRIPCIÓN POR ÁREAS.

Área 100. Almacenamiento de etileno. En esta área se almacena el etileno en estado líquido que es posteriormente alimentado hacia la zona de reacción.

El almacenamiento se realiza en tanques criogénicos con disposición horizontal, la cantidad de tanques utilizados en esta área son de 10 tanques los cuales proveen el etileno necesario para operar durante tres días.

Área 200. Área de reacción. En esta área se encuentra el reactor de burbujeo. El objetivo de esta zona es poner en contacto la solución catalítica de $PdCl_2$, $CuCl_2$, el oxígeno y el etileno líquido para producir el acetaldehído, controlando las condiciones de operación del reactor.

Además, se aprovechan en el reactor los gases recirculados que salen de la torre de absorción y la solución líquida recirculada desde el separador de fases para generar un ahorro importante de las materias primas.

Área 300. Área de recuperación del catalizador. En esta área se encuentra el separador de fases el cuál tiene como función separar el corriente gas-líquido extraído del reactor. Se obtiene un corriente gas-líquido ya que la salida de dicho corriente se realiza a una altura en donde existe una mezcla gas-líquida, si se realizase la salida de los gases por la parte superior del reactor, no se tendría líquido en la corriente de salida, por lo que se tendría que realizar otra salida para permitir la regeneración de la solución catalítica. También se encuentra un condensador total que realiza la regeneración del catalizador mediante la descomposición del oxalato de cobre

Área 400. Área de separación. Esta área esta compuesta por dos condensadores parciales, por los cuales circula el gas de salida del reactor y a medida que pasa por cada condensador parcial disminuye su temperatura separándose así en dos corrientes , un corriente de condensados y otro corriente gas que entra al siguiente condensador o etapa del proceso. Posterior a las etapas de condensación se encuentra una columna de absorción, en donde se transfiere el acetaldehído de la fase gas a la fase líquida mediante una ducha de agua. Como medida seguridad en esta área se encuentra instalado un tanque pulmón.

Área 500. Área de purificación. Esta área esta compuesta por dos etapas de destilación. La primera etapa es una destilación extractiva, en donde se utiliza agua como agente extractor, y vapor de agua para generar el calor necesario para la destilación. La mezcla obtenida por la parte inferior de la columna de destilación extractiva ingresa a la segunda columna de destilación de donde se obtiene el acetaldehído producto final con una composición mísica del 99 % y a una temperatura de 20 °C. La segunda columna de destilación funciona con entrada de vapor directo para generar el vapor.

Además de las columnas de destilación el área 500 posee de 2 intercambiadores de calor para enfriar el agua de recirculación, 2 tanques pulmón, y dos condensadores totales, el primero se encuentra ubicado a la salida del tanque pulmón del área 400 y el segundo en la parte superior de la columna de destilación fraccionaria. Respecto a los tanques pulmón, el primero esta ubicado a la salida de los intercambiadores que enfrían el agua de recirculación y el segundo esta ubicado después del condensador total de la columna de destilación fraccionaria, realizando las funciones de un “reflux drum”.

Área 600. Área de acabado. En esta área el acetaldehído obtenido en la parte superior de la columna de destilación es enfriado hasta una temperatura de 12 °C, acondicionándolo así para ser almacenado. El enfriamiento se realiza con un intercambiador de calor que utiliza agua de chiller que entra por la carcasa a 7 °C y sale a 12 °C.

Área 700. Área de almacenamiento de acetaldehído. Cuando el acetaldehído se encuentra a 12 °C y ha abandonado el proceso, es enviado al parque de tanques de almacenamiento de acetaldehído. Área que dispone de 7 tanques de almacenamiento refrigerados con agua de chiller e inertizados con nitrógeno.

Área 800. Área de tratamiento de gases. En esta área se tratan todos los gases provenientes del proceso, es decir de la purga de gases de la columna de absorción y la salida de productos ligeros de la columna de destilación extractiva. El área 800 esta compuesta por una cámara de combustión, elemento básico para oxidar los gases enviados a esta zona. A la salida de la cámara de combustión hay un evaporador, en donde se aprovecha un corriente de condensados del proceso para generar vapor que posteriormente es utilizado en el proceso. Para terminar de enfriar el corriente de gases de tratamiento es necesario un intercambiador de calor, el cual utiliza agua de refrigeración enfriando hasta una temperatura de 40 °C para que finalmente entren los gases a una torre de absorción, en donde el componente mayoritario a absorber es el ácido clorhídrico que se encuentra en los gases de tratamiento.

Finalmente, los gases de salida de la columna de absorción ya tienen las condiciones marcadas por la legislación para ser abocados a la atmósfera mediante una chimenea.

Área 900. Área de tratamiento de líquidos. En esta área se tratan los dos efluentes de vertidos líquidos del proceso de producción, la corriente lateral rica en crotonaldehido de la columna de destilación y la corriente de purga realizada al final del proceso.

Para las salidas laterales realizadas para las dos líneas se dispone del proceso Fenton. El proceso Fenton está compuesto por el reactor Fenton, un tanque de neutralización, un tanque de floculación, un sedimentador de paletas rotatorias y una centrifuga para la purga de sólidos. Después del proceso Fenton se encuentra ubicado un reactor biológico, un sistema membranas de ultrafiltración y un sedimentador centrífugo. El permeado de las membranas de ultrafiltración se encuentra ya en condiciones de ser abocado al colector de líquidos. Mientras que la purga de sólidos del reactor biológico es enviada a una centrifuga, de donde el corriente líquido obtenido es enviado al colector y los residuos sólidos a un gestor.

Para la corriente de purga de líquidos, la cual contiene una mínima cantidad de crotonaldehido que le impide ser utilizada para un tratamiento biológico, es utilizada como alimento de una columna de destilación que tiene como función concentrar el crotonaldehído presente en esta mezcla líquida. De esta manera se obtienen dos corrientes diferenciadas, una rica en crotonaldehído y otra corriente diluida. La corriente concentrada de crotonaldehido se junta con la corriente de salidas laterales y es enviada al proceso Fenton descrito anteriormente. Por otro lado la salida diluida junto con otra corriente diluida proveniente del proceso de tratamiento de gases, son enviadas a un tanque de neutralización, en donde se regula el pH para acondicionar la corriente para ser enviada al colector de líquidos.

Área 1000. Área de servicios. El área de servicios se disponen de los siguientes servicios: 5 torres de refrigeración, 8 chillers, 2 calderas de vapor, 1 descalificador de agua y la estación transformadora de electricidad. Además de estos equipos también hay 2 tanques pulmón para lograr mantener constante la demanda de agua de refrigeración y agua de chiller.

Área 1100. Área de oficinas. En esta área se encuentran las instalaciones necesarias para la gestión administrativa y organizativa de la planta.

Área 1200. Área de laboratorios. En esta área se encuentran los laboratorios necesarios para realizar experimentos y/o análisis que conlleven a una mejora continua de las operaciones llevadas a cabo en la planta.

Área 1300. Área de talleres de mantenimiento y reparaciones. En esta área se encuentran todas aquellas maquinarias e instrumentos necesarios para realizar el mantenimiento y de reparaciones de los diferentes equipos de la planta.

1.5.3. PLANTILLA DE TRABAJADORES

La planta de producción de acetaldehído trabajará en continuo 300 días al año y 24 horas cada día. A lo largo del año, se habrán trabajado 7200 horas. Sabiendo que los trabajadores tienen jornadas laborales de como máximo 8 horas al día y que pueden trabajar 5 días a la semana, anualmente habrán trabajado 1760 horas. Si se dividen las 7200 horas de trabajo de la planta entre las 1760 horas de cada trabajador, resultan 4 turnos de trabajo de todos los trabajadores. Se ha decidido que se harán 3 turnos de trabajo de 8 horas de lunes a viernes, mientras que en el fin de semana y festivos se hará un turno.

Las paradas previstas de la planta se dividirán en 2 etapas de 20 días de duración y una de 25 días. La primera parada del año se hará del 1 de Abril al 20 de Abril, la segunda será del 1 de Agosto al 20 de Agosto y la última parada será del 20 de Diciembre al 14 de Enero. Se ha decidido hacer 3 paradas ya que se tarda relativamente poco tiempo en poner la planta en continuo. Las fechas de las paradas de la planta coinciden con las vacaciones de Semana Santa, verano y Navidades.

Los trabajadores están divididos en diversos grupos:

- 1) **Directivos y Técnicos:** Habrá 4 personas responsables de la gestión de la empresa y controlarán el buen funcionamiento de la planta desde la sala de control, gerencia, dirección...
- 2) **Especialistas:** Habrá 20 especialistas que estarán divididos en diversas áreas de la ingeniería y en diversos campos, como la ingeniería industrial, la ingeniería química, la ingeniería mecánica, la ingeniería electrónica...
- 3) **Operarios y obreros:** Serán unos 25 y serán los encargados de estar a pie de planta para realizar cualquier modificación o cualquier mantenimiento de los equipos con la supervisión del jefe de planta.
- 4) **Administrativos:** Son un total de 10 administrativos que serán los encargados de llevar la contabilidad, marketing, la entrada y salida de materias primas y producto acabado, atención al cliente...

En total, habrá unos 59 trabajadores en plantilla de los cuales, como ya se ha explicado antes, se organizarán en distintos turnos.

1.6 BALANCE DE MATERIA

A continuación se muestra una tabla con los diferentes corrientes que intervienen en el proceso. Se indica su estado, densidad, peso molecular, temperatura, presión, caudal volumétrico, caudal masico y fracción masica.

1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

Corriente	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3	4
Temperatura (° C)	-58,00	-76,00	135,00	20,00	203,80	203,80	135,00	135,00
Presión (bar)	8,00	4,00	4,00	1,00	4,00	4,00	3,00	3,00
Densidad (Kg./m3)	495,70	60,44	3,39	1,33	3,27	3,27	393,70	1000,70
Peso Molecular (Kg./Kmol)	28,05	28,05	28,05	31,99	31,99	31,99	28,76	23,06
Caudal volumétrico (m³/h)	6,14	50,33	897,25	1424,76	579,49	579,49	98,02	11,44
Fase	L	G-L	G	G	G	G	G-L	L
Compuesto	Caudal másico (Kg./h)	Fracción másica						
Acetaldehído	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Oxígeno	0	0,00	0	0,00	1894,93	1,00	1894,93	1,00
Agua	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Ácido Acético	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Crotonaldehido	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Cloruro de etilo	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Cloruro de metilo	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Etileno	3041,68	1,00	3041,68	1,00	3041,68	1,00	0	0,00
Ácido Clorhídrico	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Cloruro de Paladio	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Cloruro de Cobre I	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Cloruro de Cobre II	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Oxalato de Cobre	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
TOTAL	3041,68	1,00	3041,68	1,00	3041,68	1,00	1894,93	1,00

1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

Corriente	5	6	7	8	9	10	11	12
Temperatura (° C)	135,00	91,57	213,04	213,03	100,00	33,56	100,00	134,89
Presión (bar)	9,00	4,00	20,00	20,00	9,00	4678,76	9,00	3,00
Densidad (Kg./m3)	915,18	3,27	9,03	839,60	948,58	199,08	948,58	2,16
Peso Molecular (Kg./Kmol)	18,18	31,99	18,02	18,02	18,13	0,36	18,13	24,11
Caudal volumétrico (m³/h)	12,51	579,49	80,95	0,87	26,65	31,22	26,65	11133,42
Fase	L	G	G	L	L	1,71	L	L
Compuesto	Caudal másico (Kg./h)	Fracción másica						
Acetaldehido	33,96	0,0030	63,88	0,0025	0,00	0,0000	0,00	0,0025
Oxígeno	0,25	0,0000	0,27	0,0000	0,00	0,0000	0,27	0,0000
Agua	10392,00	0,9126	24197,00	0,9568	731,00	1,0000	731,00	1,0000
Ácido Acético	46,52	0,0041	103,73	0,0041	0,00	0,0000	0,00	0,0041
Crotonaldehido	10,97	0,0010	19,81	0,0008	0,00	0,0000	0,00	0,0008
Cloruro de etilo	0,50	0,0000	0,64	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Cloruro de metilo	0,16	0,0000	0,16	0,0000	0,00	0,0000	0,16	0,0000
Etileno	0,44	0,0000	0,44	0,0000	0,00	0,0000	0,44	0,0000
Ácido Clorhídrico	1,64	0,0001	1,64	0,0001	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Cloruro de Paladio	10,97	0,0010	10,97	0,0004	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Cloruro de Cobre I	155,07	0,0136	155,07	0,0061	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Cloruro de Cobre II	727,67	0,0639	727,67	0,0288	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Oxalato de Cobre	7,64	0,0007	7,64	0,0003	0,00	0,0000	0,00	0,0000
TOTAL	11387,78568	1,00	25288,92	1,00	731,00	1,00	731,00	1,00

Corriente	13		14		15		16		17		18		19		20	
Temperatura (° C)	117,80		115,00		115,00		111,48		50,00		50,00		115,00		30,02	
Presión (bar)	3,00		3,00		3,00		1,00		1,00		1,00		3,00		3,00	
Densidad (Kg/m3)	2,34		2,37		932,12		0,79		1,20		1,91		932,12		932,12	
Peso Molecular (Kg/Kmol)	24,17		25,20		18,32		18,32		31,77		18,69		18,32		18,32	
Caudal volumétrico (m³/h)	20367,62		8921,00		3,12		26762,99		11067,30		4127,23		3,12		3,12	
Fase	L		G		L		G		G		L		L		L	
Compuesto	Caudal másico (Kg/h)	Fracción másica														
Acetaldehido	9300,00	0,1951	4616,80	0,2184	33,32	0,0115	4616,80	0,2184	4345,40	0,3277	271,41	0,0344	33,32	0,0115	0,76	0,0000
Oxígeno	5941,40	0,1247	2970,70	0,1405	0,03	0,0000	2970,70	0,1405	2970,60	0,2240	0,07	0,0000	0,03	0,0000	2969,50	0,1235
Agua	21922,00	0,4600	8330,20	0,3940	2830,40	0,9743	8330,20	0,3940	898,05	0,0677	7432,20	0,9428	2830,40	0,9743	209,91	0,0087
Ácido Acético	369,86	0,0078	148,23	0,0070	36,75	0,0127	148,23	0,0070	21,36	0,0016	126,87	0,0161	36,75	0,0127	0,19	0,0000
Crotonaldehido	320,72	0,0067	156,45	0,0074	4,18	0,0014	156,45	0,0074	107,13	0,0081	49,32	0,0063	4,18	0,0014	1,82	0,0001
Cloruro de etilo	22,89	0,0005	19,26	0,0009	0,22	0,0001	19,26	0,0009	17,49	0,0013	1,77	0,0002	0,22	0,0001	0,20	0,0000
Cloruro de metilo	78,35	0,0016	48,63	0,0023	0,18	0,0001	48,63	0,0023	47,31	0,0036	1,32	0,0002	0,18	0,0001	17,75	0,0007
Etileno	9705,00	0,2036	4852,50	0,2295	0,02	0,0000	4852,50	0,2295	4852,40	0,3660	0,04	0,0000	0,02	0,0000	4851,80	0,2018
Ácido Clorídrico	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Cloruro de Paladio	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Cloruro de Cobre I	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Cloruro de Cobre II	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Oxalato de Cobre	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
TOTAL	47660,22	1,00	21142,77	1,00	2905,10	1,00	21142,77	1,00	13259,73	1,00	7883,00	1,00	2905,10	1,00	8051,93	1,00

1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

Corriente	21	22	23	24	25	26	27	28
Temperatura (º C)	30,02	30,02	40,69	41,33	41,33	70,00	82,56	54,33
Presión (bar)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Densidad (Kg/m3)	1,17	1,17	985,74	985,33	985,33	917,53	954,81	1,51
Peso Molecular (Kg/Kmol)	28,99	28,99	18,50	18,50	18,50	18,50	18,38	40,55
Caudal volumétrico (m³/h)	6566,15	11,90	106,86	114,90	114,90	123,39	146,90	322,97
Fase	G	G	L	L	L	L	L	G
Compuesto	Caudal másico (Kg/h)	Fracción másica						
Acetaldehído	0,72	0,0001	0,00	0,0001	4346,10	0,04126	4617,50	0,0408
Oxígeno	2821,30	0,3688	4,63	0,3340	1,15	0,00001	1,22	0,0000
Agua	199,44	0,0261	0,58	0,0419	100720,00	0,95621	108150,00	0,9553
Ácido Acético	0,18	0,0000	0,00	0,0000	78,23	0,00074	205,10	0,0018
Crotonaldehido	1,73	0,0002	0,00	0,0001	139,41	0,00132	188,73	0,0017
Cloruro de etilo	0,19	0,0000	0,00	0,0000	17,93	0,00017	19,70	0,0002
Cloruro de metilo	16,87	0,0022	0,02	0,0013	29,56	0,00028	30,88	0,0003
Etileno	4609,80	0,6026	8,63	0,6226	0,62	0,00001	0,65	0,0000
Ácido Clorhídrico	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,00000	0,00	0,0000
Cloruro de Paladio	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,00000	0,00	0,0000
Cloruro de Cobre I	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,00000	0,00	0,0000
Cloruro de Cobre II	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,00000	0,00	0,0000
Oxalato de Cobre	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,00000	0,00	0,0000
TOTAL	7650,22	1,00	13,86	1,00	105332,99	1,00	113213,78	1,00

Corriente	29	30	31	32a	32b	32c	33	34						
Temperatura (º C)	20,43	12,00	98,99	99,89	99,89	65,00	99,89	30,00						
Presión (bar)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00						
Densidad (Kg/m3)	772,84	783,67	948,14	947,54	976,40	976,40	976,40	1003,50						
Peso Molecular (Kg/Kmol)	43,91	43,91	18,08	18,04	18,04	18,04	18,04	18,04						
Caudal volumétrico (m³/h)	5,39	5,32	49,44	101,74	73,12	73,12	28,62	68,22						
Fase	L	L	L	L	L	L	L	L						
Compuesto	Caudal másico (Kg/h)	Fracción másica	Caudal másico (Kg/h)											
Acetaldehído	4138,00	0,9934	4138,80	0,9934	49,14	3,66	0,0000	3,66	0,0000	3,66	0,0000	1,06	0,0000	2,60
Oxígeno	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00
Agua	12,75	0,0031	12,75	0,0031	46629,00	96195,00	0,9978	96195,00	0,9978	96195,00	0,9978	27882,00	0,9978	68313,00
Ácido Acético	0,01	0,0000	0,01	0,0000	72,17	132,93	0,0014	132,93	0,0014	132,93	0,0014	38,53	0,0014	94,40
Crotonaldehido	0,93	0,0002	0,93	0,0002	117,65	70,14	0,0007	70,14	0,0007	70,14	0,0007	20,33	0,0007	49,81
Cloruro de etilo	11,33	0,0027	11,33	0,0027	6,96	1,35	0,0000	1,35	0,0000	1,35	0,0000	0,33	0,0000	0,81
Cloruro de metilo	2,59	0,0006	2,59	0,0006	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00
Etileno	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00
Ácido Clorhídrico	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00
Cloruro de Paladio	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00
Cloruro de Cobre I	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00
Cloruro de Cobre II	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00
Oxalato de Cobre	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00
TOTAL	4165,60	1,00	4166,40	1,00	46874,92	96403,08	1,00	96403,08	1,00	96403,08	1,00	27942,25	1,00	68460,61

1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

Corriente	35	36	37	38	39	40	41	42
Temperatura (° C)	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	47,56	213,04
Presión (bar)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	20,00
Densidad (Kg/m3)	1003,50	1003,50	1003,60	1003,60	1003,60	1003,60	989,63	9,03
Peso Molecular (Kg/Kmol)	18,04	18,04	18,02	18,02	18,03	18,04	18,10	18,02
Caudal volumétrico (m³/h)	68,22	57,28	22,87	42,76	99,76	0,61	14,03	795,67
Fase	0,00	0,00	L	L	L	L	L	G
Compuesto	Caudal másico (Kg/h)	Fracción másica						
Acetaldehido	2,60	0,0000	2,18	0,0000	0,00	0,0000	0,01	0,0000
Oxígeno	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Agua	68313,00	0,9978	57360,00	0,9978	22954,00	1,0000	42913,00	1,0000
Ácido Acético	94,40	0,0014	79,26	0,0014	0,00	0,0000	0,25	0,0004
Crotonaldehido	49,81	0,0007	41,82	0,0007	0,00	0,0000	0,11	0,0002
Cloruro de etilo	0,81	0,0000	0,68	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Cloruro de metilo	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Etileno	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,02	0,0000
Ácido Clorhídrico	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Cloruro de Paladio	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Cloruro de Cobre I	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Cloruro de Cobre II	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Oxalato de Cobre	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
TOTAL	68460,61	1,00	57483,94	1,00	22954,00	1,00	42913,00	1,00
							100123,28	1,00
							608,40	1,00
							13882,36	1,00
							7186,00	0,10

Corriente	43	44	45	46	47	48	49	50								
Temperatura (º C)	213,04	213,04	157,47	213,04	30,00	40,00	7,00	12,00								
Presión (bar)	20,00	20,00	4,00	20,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
Densidad (Kg/m3)	9,03	9,03	3,28	839,60	1004,00	996,00	1021,00	1017,00								
Peso Molecular (Kg/Kmol)	18,02	18,02	28,98	18,02	18,00	18,00	18,00	18,00								
Caudal volumétrico (m³/h)	506,54	506,54	2332,38	5,45	471,61	475,40	381,84	383,35								
Fase	G		G		G		L		L		L		L			
Compuesto	Caudal másico (Kg/h)	Fracción másica														
Acetaldehído	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,72	0,0001	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000		
Oxígeno	0,00	0,0000	0,00	0,0000	2821,30	0,3688	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000		
Agua	4574,80	1,0000	4574,80	1,0000	199,44	0,0261	4574,80	1,0000	473500,00	1,0000	473500,00	1,0000	389862,00	1,0000	389862,00	
Ácido Acético	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,18	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	
Crotonaldehido	0,00	0,0000	0,00	0,0000	1,73	0,0002	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	
Cloruro de etilo	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,19	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	
Cloruro de metilo	0,00	0,0000	0,00	0,0000	16,87	0,0022	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	
Etileno	0,00	0,0000	0,00	0,0000	4609,80	0,6026	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	
Ácido Clorhídrico	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	
Cloruro de Paladio	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	
Cloruro de Cobre I	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	
Cloruro de Cobre II	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	
Oxalato de Cobre	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	
TOTAL	4574,80	1,00	4574,80	1,00	7650,22	1,00	4574,80	1,00	473500,00	1,00	473500,00	1,00	389862,00	1,00	389862,00	1,00

Corriente	51	52	53	54	55	56	57	58
Temperatura (º C)	30,00	40,00	7,00	12,00	30,00	40,00	30,00	40,00
Presión (bar)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Densidad (Kg/m3)	1004,00	996,00	1021,00	1017,00	1004,00	996,00	1004,00	996,00
Peso Molecular (Kg/Kmol)	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Caudal volumétrico (m³/h)	474,02	477,83	3,78	3,80	2,46	2,48	109,70	110,58
Fase	L	L	L	L	L	L	L	L
Compuesto	Caudal másico (Kg/h)	Fracción másica						
Acetaldehido	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Oxígeno	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Agua de refrigeración/ Chiller	475920,00	1,0000	475920,00	1,0000	3861,00	1,0000	3861,00	2467,00
Ácido Acético	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Crotonaldehido	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Cloruro de etilo	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Cloruro de metilo	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Etileno	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Ácido Clorhídrico	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Cloruro de Paladio	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Cloruro de Cobre I	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Cloruro de Cobre II	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
Oxalato de Cobre	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000	0,00	0,0000
TOTAL	475920,00	1,00	475920,00	1,00	3861,00	1,00	3861,00	2467,00

Corriente	59	60		
Temperatura (º C)	7,00	12,00		
Presión (bar)	1,00	1,00		
Densidad (Kg/m3)	1021,00	1017,00		
Peso Molecular (Kg/Kmol)	18,00	18,00		
Caudal volumétrico (m³/h)	651,76	654,32		
Fase	L	L		
Compuesto	Caudal másico (Kg/h)	Fracción másica	Caudal másico (Kg/h)	Fracción másica
Acetaldehido	0,00	0,00	0,00	0,00
Oxígeno	0,00	0,00	0,00	0,00
Agua de Chiller	665442,00	1,00	665442,00	1,00
Ácido Acético	0,00	0,00	0,00	0,00
Crotonaldehido	0,00	0,00	0,00	0,00
Cloruro de etilo	0,00	0,00	0,00	0,00
Cloruro de metilo	0,00	0,00	0,00	0,00
Etileno	0,00	0,00	0,00	0,00
Ácido Clorhídrico	0,00	0,00	0,00	0,00
Cloruro de Paladio	0,00	0,00	0,00	0,00
Cloruro de Cobre I	0,00	0,00	0,00	0,00
Cloruro de Cobre II	0,00	0,00	0,00	0,00
Oxalato de Cobre	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	665442,00	1,00	665442,00	1,00

1.7. Servicios de planta

Además de los equipos requeridos para el proceso de producción, existen una serie de servicios necesarios para el funcionamiento correcto de la planta.

Los servicios requeridos en la planta son los siguientes:

- Agua de refrigeración
- Calderas de vapor
- Gas natural
- Grupo de frío: agua de chiller
- Nitrógeno
- Agua descalcificada
- Electricidad
- Aire comprimido

1.7.1 Agua de refrigeración

Una torre de refrigeración es uno de los equipos de servicios más importantes dentro de la planta, ya que de este servicio depende en gran medida la eficacia de una serie de operaciones que constituyen el proceso de producción.

Dentro de nuestra planta se utilizan torres de refrigeración que operan en contracorriente, es decir el aire entra por debajo de la capa de relleno y circula en sentido contrario respecto al flujo de agua. Esta es la distribución más eficiente para la transferencia de calor y permite una mayor aproximación de la temperatura, tal como sucede en los intercambiadores de calor a contracorriente. La torre a contracorriente utiliza un ventilador de corriente de aire forzado colocado en la base de la torre, siendo recomendable que exista un espacio considerable para una buena distribución del aire.

El agua entra por la parte superior de la columna y cae a través de la columna, poniéndose en contacto con el aire que circula en contracorriente. Para evitar pérdidas de agua, el sistema consta de una red situada en la parte

superior de la columna para evitar que la corriente de aire arrastre gotas de agua.

El agua que circula en contracorriente respecto al aire, se enfria debido a la transferencia de materia debido a la evaporación y por la transferencia de calor sensible y latente del agua al aire, lo cual origina un aumento en la temperatura y humedad del aire y que la temperatura del agua descienda.

El límite teórico de refrigeración es la temperatura de bulbo húmedo del aire entrante, la cual se define como la temperatura de no equilibrio en la cual una pequeña masa de líquido alcanza el estado estacionario cuando se encuentra sumergido en condiciones adiabáticas, en una corriente de gas, si el gas no está saturado, parte del líquido se evapora pasando a la fase gas como vapor de agua(transferencia de materia) , enfriando el líquido restante hasta que la velocidad de transferencia de calor hacia el líquido balancea el calor necesario para la evaporación (transferencia de calor sensible) desde la fase gaseosa

Hay dos factores principales que determinan el rendimiento de una torre de refrigeración:

- La cantidad de aire empleada
- La superficie de intercambio

La superficie de intercambio de calor viene determinada por el tipo de relleno utilizado y del tipo de aspersores empleados para realizar la ducha de agua.

Para determinar las dimensiones de las torres de refrigeración es necesario saber la cantidad de aire necesaria y la superficie de intercambio necesario, esto se consigue aplicando las ecuaciones básicas de intercambio de calor, pero sólo por medio de la experimentación es posible conseguir los datos requeridos para la determinación de los factores o parámetros necesarios para un dimensionamiento correcto de las torres de refrigeración.

El tamaño de las torres de refrigeración varía de acuerdo la temperatura de aproximación de cada torre, la cual viene definida por la diferencia entre la temperatura de salida del agua y la temperatura húmeda del aire de entrada.

La temperatura de salida del agua es siempre mayor a la temperatura húmeda del aire de entrada, teóricamente es imposible que estas dos temperaturas sean iguales y lograr reducir esta diferencia hace que la operación sea más difícil.

Por esto es preciso conocer anticipadamente:

- Condiciones ambientales de la futura localización de la torre.
- Temperatura del agua fría óptima para los propósitos deseados.

La cantidad de agua evaporada es restituida por adición de agua fresca (alrededor de un 3%)

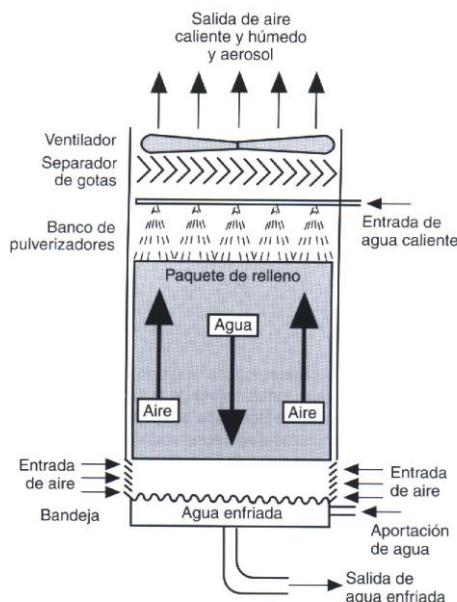


Figura 7.1. Esquema de funcionamiento de una torre de refrigeración

Los equipos que usan agua de refrigeración y la cantidad que consumen son los siguientes:

Tabla 7.1. Equipos que utilizan agua de refrigeración

Equipos	Agua consumida (Kg/h)
HE-201- A/B	4,930.00
CP-401- A/B	220,284.00
CP-402- A/B	947,000.00
HE-501- A/B	475,920.00
HE-801- A/B	118,800.00
HE-901- A/B	552,240.00
HE-902- A/B	316,620.00
CT-901- A/B	157,320.00
TOTAL	2,793,114.00

Se requiere un total de $2,79 \cdot 10^6$ kg/h de agua a 30°C a partir de una corriente de 40°C.

Sabiendo este caudal de agua ahora sólo nos falta saber el calor a disipar por las torres de refrigeración tal como se explica en el manual de cálculo.

Se obtiene un calor a disipar de 32,780.00 Kw.

El modelo que se escoge es el AX-129 de INDUMEC y harán falta cuatro torres para disipar todo el calor. El agua total que se tiene que reponer por pérdidas de evaporación es de 83,700 kg/h.

- Distribución de las torres de refrigeración**

Tal como se ha dicho se necesitan 4 torres en el proceso. Estas 4 torres operaran al 97,5% de su capacidad total en condiciones normales de trabajo.

Hay que mencionar que este porcentaje de operación sólo se dará en verano ya que es cuando las condiciones climatológicas son más desfavorables. En cambio en invierno cuando el aire es más frío el porcentaje de operación será menor ya que el aire del ambiente es más frío.

Se ha añadido una torre de reserva más ya que en caso de que falle una siempre queda otra para trabajar y de esta manera se asegura que no falte agua de refrigeración en ningún servicio. Por lo tanto en la planta se disponen de cinco torres de refrigeración, cuatro de las cuales están en funcionamiento.

Estas torres se distribuyen paralelamente de manera que llega un colector general con toda el agua de refrigeración de servicio a 40°C que se irá distribuyendo uniformemente por las cuatro torres. Se enfriá el agua a través de las torres a 30°C y vuelven a juntarse las cuatro corrientes en un mismo colector que va hacia cada equipo que requiere de dicho servicio. Se asume que se trata de un circuito cerrado en el cual el agua fría va al equipo a cumplir su servicio y retorna caliente.

Hay que considerar también que habrá unas pérdidas de agua debido a su evaporación. Estas torres de refrigeración están conectadas a un tanque pulmón de agua el cual, su principal función es añadir o quitar más agua de servicio en el circuito en caso de que se requiere más agua en un equipo. Esta función está pensada en caso excepcional cuando un intercambiador no enfriá o calienta lo suficiente un fluido concreto.

El caudal máximo que se puede añadir al circuito es el caudal máximo de operación de las torres operando al 100%. De esta manera se puede añadir más agua en el circuito. El mecanismo que se sigue para mantener constante el la cantidad de agua en las torres de refrigeración, es mediante el control del nivel de los tanques de agua que hay en cada torre, si el nivel es demasiado alto, se abre la válvula de control en dirección hacia el tanque pulmón.

Además de la entrada de agua desde las torres de refrigeración, el tanque pulmón posee una entrada de agua de red para reponer el agua perdida por evaporación. El tanque pulmón tiene un volumen de 35 m³.

Este volumen viene definido en función del caudal máximo que es capaz de operar una torre y el caudal que se utiliza en condiciones normales de uso. En el caso en que todas las torres se vacíen cuando su depósito esté lleno este tanque puede operar hasta media hora para que se vaya llenando.

Toda el agua del tanque pulmón se encuentra como máximo a una temperatura de 30°C ya que la que proviene de la torre de refrigeración ya viene enfriada a 30°C y el agua suministrada de red se supone por debajo de esta temperatura.

1.7.2 Vapor de agua

El vapor de agua se produce en las calderas y es utilizado para calentar el fluido del proceso a partir de la condensación y cese del calor del vapor. Este condensado es retornado en las calderas donde se vuelve a vaporizar de nuevo.

Hay que tener en cuenta las pérdidas de condensado que se pueden tener en los equipos. Por lo tanto toda esta agua perdida se tendrá que reponer. A continuación se especifican los equipos que requieren de este servicio.

Tabla 7.2. Equipos que utilizan vapor de agua.

Equipos	Vapor (kg/h)
CT-301-A/B	1,458.00
CT-501- A/B	14,184.00
KR-801- A/B	18,900.00
KR-901- A/B	3,690.00
TOTAL	38,232.00

El vapor de agua lo generamos en las siguientes condiciones:

Temperatura = 213°C

Presión = 20 atm.

A estas condiciones el vapor está saturado. Esto representa una ventaja ya que el agua condensada vuelve a la misma temperatura prácticamente. Todos estos condensados pasaran inicialmente por un acumulador de agua que después se canalizaran hacia la caldera.

Sabiendo este caudal de vapor ahora sólo nos falta saber el calor a proporcionar por las calderas tal como se explica en el manual de cálculo.

El calor total a proporcionar es de 19470 Kw. pero teniendo en cuenta que hay una parte del vapor que nos ahorramos de generar ya que se produce a partir de la salida de los gases calientes de tratamiento y que disponemos de un economizador que nos ahorra un 15% más de la energía a suministrar en el vapor, el calor real que suministran las calderas es de 8181 Kw.

El modelo que se escoge es el UL-S de LOOS International y hará falta una caldera para proporcionar todo este calor. Durante el arranque de la planta todo este calor total se tendrá que generar en las calderas y se necesitarán dos. Toda esta explicación está en su apartado correspondiente del arranque de la planta.

- **Sistema de control de las calderas**

El sistema de control que viene propuesto en el catálogo de la caldera es el siguiente: *LOOS Boiler Control LBC*.

Se trata de un equipo de automatización mediante PLC's. Todas las funciones de regulación y control están integradas en un potente mando de programa almacenado. Éste abarca los dispositivos para la regulación de la potencia de la caldera, del nivel del agua, de la purga de sales y de la purga de lodos, e igualmente de los dispositivos de regulación del economizador.

El esquema de control es el siguiente:

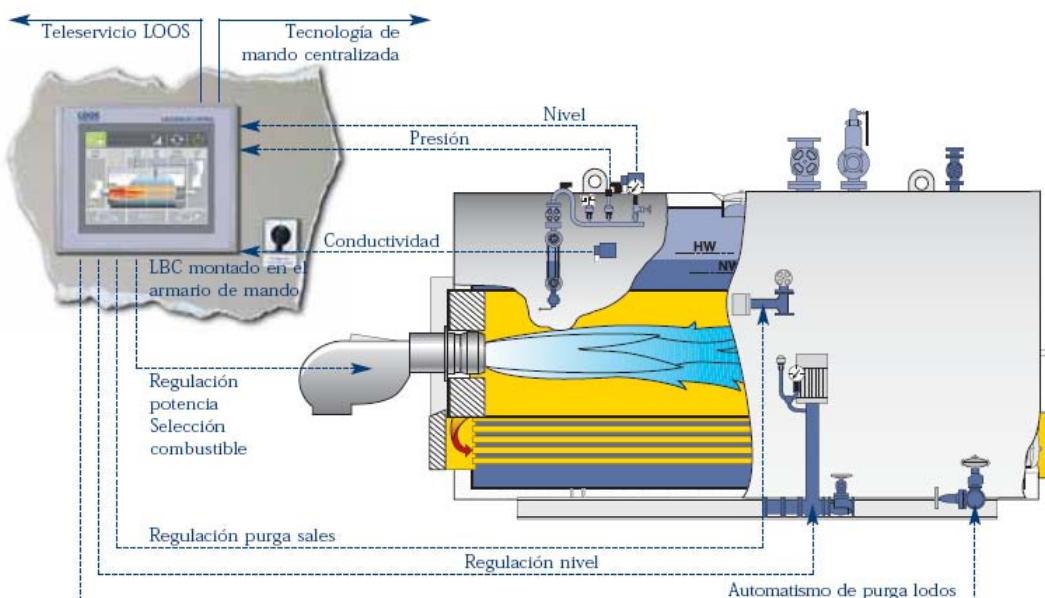


Figura 7.3. Sistema de control de la caldera.

- **El economizador**

El gas de escape de las calderas de vapor contiene un elevado potencial térmico de alta temperatura. El economizador LOOS con superficies de calentamiento posteriores de gran eficiencia para la recuperación del calor de los gases de escape utiliza este potencial térmico para precalentar el agua de alimentación y mejorar el rendimiento de la caldera. Con la instalación de este economizador nos ahorraremos un 15% de energía a proporcionar.

1.7.3. Gas natural

El gas natural es una mezcla de gases que se encuentra frecuentemente en yacimientos fósiles, sólo o acompañando al petróleo a los depósitos de carbón. Aunque su composición varía en función del yacimiento del que se extrae, está compuesto principalmente por metano en cantidades que comúnmente pueden superar el 90 o 95%, y suele contener otros gases como nitrógeno, etano, CO₂, H₂S, butano, propano, mercaptanos y trazas de hidrocarburos más pesados. El gas natural es utilizado como combustible en la caldera para generar vapor saturado.

También hay una entrada secundaria de gas natural en la cámara de combustión de los gases de tratamiento que sólo se proporcionará en el caso anormal que no se alcance la temperatura deseada de oxidación.

El gas natural no hace falta almacenarlo ya que es suministrado directamente desde la red municipal. La cantidad de gas natural que necesita la caldera es de 896 m³/h y está calculada en el manual de cálculo.

1.7.4. Grupo de frío: agua de chiller

Un Chiller (o enfriador de agua) es un aparato industrial que produce agua fría para el enfriamiento de procesos industriales. La idea consiste en extraer el calor generado en un proceso por contacto con agua a una temperatura menor a la que el proceso finalmente debe quedar. Así, el proceso cede calor bajando su temperatura y el agua, durante el paso por el proceso, la eleva. El agua "caliente" retorna al chiller donde nuevamente se reduce su temperatura para ser enviada nuevamente al proceso.

Un chiller es un sistema completo de refrigeración que incluye un compresor, un condensador, evaporador, válvula de expansión (evaporación), refrigerante, sistema electrónico de control del sistema, depósito de agua, gabinete,etc.

Ha sido necesario instalar un grupo de frío ya que hay puntos del proceso en que el fluido necesita ser enfriado por debajo de la temperatura del agua de refrigeración.

A continuación se especifican los equipos que requieren de este servicio:

Tabla 7.3. Equipos que utilizan agua del grupo de frío.

Equipos	Agua consumida (kg/h)
CT-502-a/b	779724
HE-502-a/b	945360
HE-601-a/b	7664
V-701 a V-707	28872
TOTAL	1761620

Esta agua trabaja en el rango de temperaturas entre 7 y 12°C. Es decir se enfriá hasta 7°C y se calienta hasta 12°C.

Se requiere un total de $1,76 \cdot 10^6$ kg/h.

Sabiendo este caudal de agua ahora sólo hace falta saber el calor a disipar por las torres de refrigeración tal como se explica en el manual de cálculo. Se obtiene un calor a disipar de 32780 Kw. El modelo que se escoge es el Phoenix de Novair-MTA y harán falta siete chillers para disipar todo el calor.

- **Distribución de los chillers**

Tal como se ha dicho se necesitan 7 chillers en el proceso. Estos 7 chillers operaran al 91% de su capacidad total. Se ha añadido un chiller de reserva más ya que en caso de que falle uno siempre queda otro para trabajar y de esta manera se asegura que no falte agua fría en ningún servicio. Por lo tanto en la planta se disponen de ocho chillers, siete de los cuales están en funcionamiento.

Estos chillers se distribuyen paralelamente de manera que llega un colector general con toda el agua fría de servicio a 12°C que se irá distribuyendo uniformemente por los siete chillers. Se enfriá el agua a través de los chillers a 7°C y vuelven a juntarse las siete corrientes en un mismo colector que va hacia cada equipo que requiere de dicho servicio.

Se asume que se trata de un circuito cerrado en el cual el agua fría va al equipo a cumplir su servicio y retorna caliente. Los chillers están conectados a un tanque pulmón de agua el cual, su principal función es añadir o quitar más agua de servicio en el circuito en caso de que se requiere más agua en un equipo.

Esta función está pensada en caso excepcional cuando un intercambiador no enfriá o calienta lo suficiente un fluido concreto.

El caudal máximo que se puede añadir al circuito es el caudal máximo de operación de los chillers operando al 100%. De esta manera se puede añadir más agua en el circuito.

El mecanismo para sacar el agua de más se realiza a partir de los depósitos que tiene cada chiller. Cuando en el circuito hay mas agua de la necesaria, esta se almacena en el depósito que hay en cada chiller, hasta que llega a un nivel máximo y pasa al tanque pulmón. Por tanto el depósito se va llenando y cuando está suficientemente lleno se vacía hacia el tanque pulmón.

El tanque pulmón tiene un volumen de 40 m³. Este volumen viene definido en función del caudal máximo que es capaz de operar una torre y el caudal que se utiliza en condiciones normales de uso. En el caso en que todos los chillers se vacíen cuando su depósito esté lleno este tanque puede aguantar hasta un cuarto de hora para que se vaya llenando. Toda el agua del tanque pulmón se encuentra a una temperatura de 7°C ya que la que proviene del chiller ya viene enfriada a 7°C.



Figura 7.4. Representación gráfica de un chiller.

1.7.5. Nitrógeno

El uso de nitrógeno como servicio tiene lugar en los tanques de almacenamiento de acetaldehído (V-701 a V-707).

Es imprescindible el uso de una atmósfera inerte por aspectos de seguridad. Cuando se hace la descarga de estos tanques, con el nitrógeno se pretende eliminar el riesgo de la creación de posibles zonas inflamables y/o riesgo de explosión.

El nitrógeno suele substituir el aire en la manipulación de los productos químicos ya que sus propiedades presentan las siguientes ventajas:

- No es combustible ni mantiene la combustión.
- Es muy estable de manera que crea un ambiente inerte.
- Su baja densidad permite desplazarse sin dificultad.
- Puede eliminarse a la atmósfera sin provocar problemas ambientales.

El caudal volumétrico que se requiere de nitrógeno es de **255,18 m³/día**. Este caudal se trata del acetaldehído purificado del proceso que se almacena en los tanques. Suponiendo que cada día se descarga este volumen del tanque, el nitrógeno que hace falta es esta cantidad dicha para mantener una atmósfera inerte en el momento de la descarga. El nitrógeno es suministrado por la empresa de fraccionamiento del aire del lado.

1.7.6. Agua descalcificada

Se dispondrá de equipos de descalcificación, que permitirá disponer de agua descalcificada en la planta. El objetivo de dicho equipo es, a parte de poner a la disposición de la planta toda el agua descalcificada necesaria en la puesta en marcha del proceso, es reponer las pérdidas de agua que se producen en cada equipo en el que usamos vapor y descalcificar toda el agua de red que se añade en el proceso.

Es importante garantizar que el agua que se encuentra en el circuito del vapor está libre de iones, ya que en él se producen procesos de evaporación.

Si no se realiza la descalcificación del agua, los iones que están disueltos en el agua, se depositan y forman incrustaciones perjudicando el correcto funcionamiento de la instalación.

La descalcificación se emplea para evitar la formación de estas incrustaciones, pero el agua una vez descalcificada, tiene tendencia a producir fenómenos de corrosión, por lo que es conveniente complementar este tratamiento con otro para la corrosión y a ello se añaden productos inhibidores

de la corrosión. Para tener la completa certeza que el agua utilizada en la instalación no genera problemas de no incrustaciones se añade desincrustante y un antiincrustante.



Figura 7.5. Sistema de descalcificación de agua.

- **Requerimientos de agua de red**

Hay un consumo continuo de agua de red debido a los requerimientos de cada equipo y a las pérdidas que hay en las torres de refrigeración y los condensados.

Los equipos que consumen agua de red son los siguientes:

Tabla 7.4. Consumos de agua de red

Equipo	Consumo (m ³ /h)
SA-401	86.00
DE-501	46.00
SA-801	90.00
TR-1001 a 1005	84.00
Pérdidas de condensados	3.00
TOTAL	309.00

El agua referida a las torres de refrigeración (TR-1001 a TR-1005) es el agua que se pierde por evaporación. Las pérdidas de condensados se suponen que son un 1% del resto de agua utilizada.

1.7.7. Aire comprimido

El aire comprimido es utilizado en las válvulas de control con accionamiento neumático. Para completar la carrera de las válvulas se necesita aire comprimido a una presión entre 0.2 y 1 bar.

1.7.8. Energía eléctrica

Todas las empresas, sea para los equipos o para el alumbrado, requieren una acometida eléctrica por donde hacer llegar la energía eléctrica hasta donde se requiere.

En nuestro caso diversos equipos y elementos de control requieren energía eléctrica, por lo que las necesidades de ésta son elevadas. Esto significa que la empresa a la cual se le compra la electricidad la proporciona de alta tensión, por lo que hará falta una estación transformadora que la transforme a electricidad de baja tensión y 380 Voltios, que es la electricidad con la que funcionan la mayoría de equipos industriales.

Esta estación transformadora permite aumentar o disminuir el voltaje y la intensidad de una corriente alterna de forma que el producto permanece constante.

- **Instalación eléctrica**

La planta dispondrá de una estación transformadora, esta estación transformará la electricidad de alta tensión a baja tensión y de ella se distribuyen las diferentes líneas eléctricas trifásicas de baja tensión hacia todas las zonas de la empresa.

En el manual de cálculo se ha calculado la capacidad que tiene que tener esta estación transformadora y se ha encontrado que son necesarios 7170 kVA para que funcione correctamente. A la siguiente fotografía, se muestra la estación transformadora que es capaz de dar hasta 2500 kVA del suministrador *Ormazabal*. Se necesitarán 3 estaciones transformadoras.



Figura 7.6. Estación transformadora.

- **Características de las líneas**

Las líneas eléctricas serán trifásicas (3 fases, el neutro y la toma de tierra). El cableado de cobre estará recubierto de material aislante y se protegerá especialmente en zonas que presenten una mayor peligrosidad.

Una vez que la energía haya sido transformada a baja tensión, se dispondrá de cajas generales de protección, una en cada línea de distribución en los distintos edificios, para la protección de cada línea repartidora mediante fusibles en su interior.

- **Tablas de consumos**

En las tablas siguientes se muestra la potencia eléctrica requerida expresada en Kw. de los principales equipos de la planta que consumen electricidad. Los equipos se encuentran agrupados por áreas.

Área 100

La potencia de esta área se ha estimado aproximadamente ya que no se han diseñado las bombas de impulsión. Tampoco se han podido calcular las potencias de las bombas de vacío ya que la información que teníamos de los tanques criogénicos de etileno no era suficiente.

Por lo tanto, sabiendo que los equipos de esta área que requieren de electricidad se tratan de bombas (requieren de menos potencia que los

compresores) y teniendo calculado la potencia total necesaria de las áreas de todo el proceso (área 200 a 600 se trata de una potencia de 1318kW) se ha estimado que se gasta un 5% de la potencia del proceso.

Potencia total = **65,9 kW**

Área 200

Equipo	Potencia unidad (kW)	Potencia total (kW)
P-201-A/B	1,62	3,24
CO-201-A/B	185,04	370,08
Alumbrado general	-	13

Todas las bombas y compresores se encuentran doblados, nada más se utiliza una bomba durante la operación de la planta. La nomenclatura A/B hace referencia a la línea en que esta ubicada la bomba.

En la segunda columna de la tabla se representa la potencia requerida por unidad y en la tercera columna la potencia total, la cual representa la potencia requerida por las bombas en ambas líneas.

Potencia total = **386,3 kW**

Área 300

Equipo	Potencia unidad (kW)	Potencia total (kW)
P-301A/B	3,78	7,56
Alumbrado general	-	13

Potencia total = **20,5 kW**

Área 400

Equipo	Potencia unidad (Kw.)	Potencia total (Kw.)
P-401A/B	0,44	0,88
P-402A/B	33,18	66,36
CO-401A/B	182,12	364,24
Alumbrado general	-	13

Potencia total = **444,5 kW**

Área 500

Equipo	Potencia unidad (Kw.)	Potencia total (Kw.)
P-501A/B	6,06	12,12
P-502A/B	20,83	41,66
P-503A/B	3,24	6,48
P-504A/B	0,76	1,52
P-505A/B	9,67	19,34
CO-501A/B	95,24	190,48
CO-502A/B	97,66	195,32
Alumbrado general	-	13

Potencia total = **466,9 Kw.**

Área 600

En esta área del proceso no hay ningun equipo que requiere de electricidad. Por lo tanto sólo se le tiene en cuenta el alumbrado general.

Potencia total = **13 Kw.**

Área 700

Como en el caso del área 100 se ha vuelto a estimar el consumo de potencia al 5% de la potencia del proceso.

Potencia total = **65,9 Kw.**

Área 800

En esta área el consumo de la potencia se ha vuelto a estimar debido a no tener diseñadas las bombas y los compresores.

Como en esta área se utilizan bombas y compresores el consumo de electricidad sube un poco más en comparación a las zonas de almacenaje (sólo requieren de bombas).

Se ha estimado la potencia a un 10% de la potencia del proceso.

Potencia total = **131,8 kW**

Área 900

Equipo	Potencia unidad (kW)	Potencia total (kW)
MB-901	-	42
Agitador R-901	15,5	15,5
Agitador V-901	15,5	15,5
Agitador V-902	15,5	15,5
Agitador V-903	15,5	15,5
CF-901	15	15
CF-902	5,5	5,5
Alumbrado general	-	13
Bombas y compresores	-	263,65

La potencia de las bombas y los compresores se ha estimado porque no se tiene el diseño de los equipos de impulsión. Se ha estimado un 20% de la potencia del proceso debido a tener mucho más espacio que en el área 800.

Potencia total = **401,2 Kw.**

Área 1000

Equipo	Potencia unidad (Kw.)	Potencia total (Kw.)
TR-1001 a 1005	60	240
CH-1001 a 1008	505	3535
Alumbrado general	-	13
Bombas y compresores	-	263,65

La potencia de las bombas y los compresores ha vuelto a estar estimada. Se trata del 20% de la potencia del proceso.

Potencia total = **4051,6 Kw.**

Área 1100

Se estima una potencia de **25 Kw.**

Área 1200

Se estima una potencia de **17,5 Kw.**

Área 1300

Se estima una potencia de **17,5 Kw**

• Dimensionamiento de los cables

Los cálculos realizados para determinar la sección del cable que llega a cada área desde la estación transformadora se encuentran detallados en el manual de cálculo. Se ha tenido en cuenta también la simultaneidad del requerimiento de energía, es decir, se ha previsto la cantidad máxima de energía que se requerirá en el momento en que coincidan el máximo número de equipos funcionando a la vez.

El coeficiente de simultaneidad sólo se ha tomado del 70% en el caso de los laboratorios, las oficinas y el comedor ya que el resto de áreas funcionan las 24 horas.

Tabla 7.5. Cables para cada área de la planta

Área	Potencia (Kw.)	Intensidad (A)	Caída de Tensión (%)	Longitud (m)	e	Sección calculada (mm ²)	Sección Real (mm ²)	D (mm)
100	65,9	204,02	6,5	183,5	24,7	39,85	50	7,98
200	386,3	1195,98	6,5	64,5	24,7	82,11	95	11,00
300	20,5	63,47	6,5	64,5	24,7	4,36	6	2,76
400	444,5	1376,16	6,5	64,5	24,7	94,48	95	11,00
500	466,9	1445,51	6,5	64,5	24,7	99,24	120	12,36
600	13	40,25	6,5	64,5	24,7	2,76	4	2,26
700	65,9	204,02	6,5	200	24,7	43,43	50	7,98
800	131,8	408,05	6,5	13,3	24,7	5,78	6	2,76
900	401,2	1242,11	6,5	88,2	24,7	116,61	120	12,36
1000	4051,6	12543,65	6,5	92	24,7	1228,31	1500	43,71
Laboratorios	17,5	54,18	4,5	193	17,1	16,08	25	5,64
Oficinas	12,3	38,08	4,5	95,3	17,1	5,58	6	2,76
Comedor	12,3	38,08	4,5	132,4	17,1	7,75	10	3,57

1.8. PROGRAMACIÓN TEMPORAL Y MONTAJE DE LA PLANTA

A continuación se presenta un modelo esquemático de planificación temporal y montaje de la planta de acetaldehído proyectada.

Para ello se definen las diferentes tareas y apartados de toda la obra, su duración y el orden de ejecución.

El diagrama de Gantt que también se muestra a continuación tiene como objetivo posicionar cada tarea a lo largo de una línea temporal de manera que se puedan identificar las relaciones y dependencias que hay entre ellos.

Este método permite visualizar los plazos de ejecución de la obra.

El tiempo total de la obra son dos años.

Se demandan las licencias el 1 de enero de 2011 y el montaje de la planta acabaría el 31 de diciembre de 2012.

• Licencia de obras	4 meses
• Licencia de actividades	6 meses
• Urbanización	
➤ Limpieza terrenos	1 mes
➤ Excavaciones y acondicionamiento	2 meses
➤ Instalación de suministros	1 mes
➤ Viales y aceras	1 mes
• Edificación de oficinas y aparcamientos	
➤ Soportes, escaleras, plataformas y barandillas	2 meses
➤ Edificio de oficinas	5 meses
➤ Aparcamiento	2 meses
• Instalación equipos	
➤ Área almacenamiento	2 meses
➤ Área reacción	1 mes
➤ Área regeneración	1 mes
➤ Área purificación	1 mes
➤ Área servicios	1 mes
➤ Área tratamiento líquidos	1 mes
➤ Área tratamiento gases	1 mes
• Instalación tuberías	
➤ Instalación de tuberías del proceso	1 mes
➤ Conexión tuberías proceso	1 mes
➤ Instalación de tuberías de servicio	1 mes
➤ Conexión tuberías de servicio	1 mes
• Instrumentación	
➤ Instalación instrumentación	1 mes
➤ Conexión instrumentos-equipos	1 mes
• Aislamientos	
➤ Aislamiento equipos	1 mes
➤ Aislamiento tuberías	1 mes
• Acabados	
➤ Pintura	1 mes
➤ Limpieza	1 mes

1. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

CRONOGRAMA	2011												2012										
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV
LICENCIA DE OBRAS																							4 MESES
LICENCIA DE ACTIVIDADES																							6 MESES
URBANIZACIÓN																							
Limpieza terrenos																							1 mes
Excavaciones y acondicionamiento																							2 meses
Instalación de suministros																							1 mes
Viales y aceras																							1 mes
EDIFICACIÓN DE OFICINAS Y APARCAMIENTO																							
Sopletes, escaleras, plataformas y barandillas																							2 meses
Edificio de oficinas																							5 meses
Aparcamiento																							2 meses
INSTALACIÓN EQUIPOS																							
Área almacenamiento																							2 meses
Área reacción																							1 mes
Área regeneración																							1 mes
Área separación																							1 mes
Área purificación																							1 mes
Área servicios																							1 mes
Área tratamiento líquidos																							1 mes
Área tratamiento gases																							1 mes
INSTALACIÓN DE TUBERÍAS																							
Instalación de tuberías del proceso																							1 mes
Conexión tuberías proceso																							1 mes
Instalación de tuberías de servicios																							1 mes
Conexión tuberías servicio																							1 mes
INSTRUMENTACIÓN																							
Instalación instrumentación																							1 mes
Conexión instrumentación-equipos																							1 mes
AISLAMIENTOS																							
Aislamiento equipos																							1 mes
Aislamiento tuberías																							1 mes
ACABADOS																							
Pintura																							1 mes
Limpieza																							1 mes

2 EQUIPOS

2.1. LISTADO DE EQUIPOS.....	2-1
2.2. ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS.....	2-5
• Área 100.....	2-6
• Área 200.....	2-8
• Área 300.....	2-12
• Área 400.....	2-16
• Área 500.....	2-25
• Área 600.....	2-37
• Área 700.....	2-39
• Área 800.....	2-41
• Área 900.....	2-48
• Área 1000.....	2-65

2.1. Listado de equipos

esAAcle		LISTADO EQUIPOS		Planta: Producción Acetaldehído	
		ÁREA 100		Ubicación: Castellbisbal	
ITEM	Denominación	Parámetro de diseño	Valor y unidades parámetro de diseño	Potencia (kW)	Material de construcción
V-101/110	Tanque almacenamiento Etileno	Volumen	100 m ³	-	AISI 304/ A106

esAAcle		LISTADO EQUIPOS		Planta: Producción Acetaldehído	
		ÁREA 200		Ubicación: Castellbisbal	
ITEM	Denominación	Parámetro de diseño	Valor y unidades parámetro de diseño	Potencia (kW)	Material de construcción
R-201-a/b	Reactor gas-líquido	Volumen	121,46 m ³	-	AISI 304/Ti
HE-201-a/b	Intercambiador de calor	Ancho Largo	0,355 m 2 m	-	

esAAcle		LISTADO EQUIPOS		Planta: Producción Acetaldehído	
		ÁREA 300		Ubicación: Castellbisbal	
ITEM	Denominación	Parámetro de diseño	Valor y unidades parámetro de diseño	Potencia (kW)	Material de construcción
S-301-a/b	Separador de fases	Volumen	4,71 m ³	-	AISI 304
CT-301-a/b	Condensador total	Ancho Largo	0,408 m 2 m	-	AISI 304

esAAcle		LISTADO EQUIPOS		Planta: Producción Acetaldehído	
		ÁREA 400		Ubicación: Castellbisbal	
ITEM	Denominación	Parámetro de diseño	Valor y unidades parámetro de diseño	Potencia (kW)	Material de construcción
SA-401-a/b	Torre absorción (Columna de relleno: Palm rings)	Volumen	25,77 m ³	-	AISI 304
V-401-a/b	Tanque pulmón	Volumen	20 m ³	-	AISI 304
KR-401-a/b	Kettle reboiler	Ancho Largo	1,67 m 8 m	-	AISI 304
CP-401-a/b	Condensador parcial	Ancho Largo	1,09 m 5 m	-	AISI 304
CP-402-a/b	Condensador parcial	Ancho Largo	1,346 m 6 m	-	AISI 304

esAAcle		LISTADO EQUIPOS		Planta: Producción Acetaldehído	
		ÁREA 500		Ubicación: Castellbisbal	
ITEM	Denominación	Parámetro de diseño	Valor y unidades parámetro de diseño	Potencia (kW)	Material de construcción
DE-501-a/b	Destilación extractiva (Válvulas)	Volumen	32,03 m ³	-	AISI 304
TD-501-a/b	Torre de destilación (Válvulas)	Volumen	32,03 m ³	-	AISI 304
V-501-a/b	Tanque pulmón	Volumen	20 m ³	-	AISI 304
V-502-a/b	Tanque acumulación	Volumen	20 m ³	-	AISI 304
CT-501-a/b	Condensador total	Ancho Largo	0,705 m 3 m	-	AISI 304
CT-502-a/b	Condensador total	Ancho Largo	1,12 m 5 m	-	AISI 304
HE-501-a/b	Intercambiador de calor	Ancho Largo	0,776 m 4 m	-	AISI 304
HE-502-a/b	Intercambiador de calor	Ancho Largo	0,434 m 5 m	-	AISI 304

esAAcle		LISTADO EQUIPOS		Planta: Producción Acetaldehído	
		ÁREA 600		Ubicación: Castellbisbal	
ITEM	Denominación	Parámetro de diseño	Valor y unidades parámetro de diseño	Potencia (kW)	Material de construcción
HE-601-a/b	Intercambiador de calor	Ancho Largo	0,4 m 6 m	-	AISI 304

esAAcle		LISTADO EQUIPOS		Planta: Producción Acetaldehído	
		ÁREA 700		Ubicación: Castellbisbal	
ITEM	Denominación	Parámetro de diseño	Valor y unidades parámetro de diseño	Potencia (kW)	Material de construcción
V-701/707	Tanque almacenamiento Acetaldehído	Volumen	150 m ³	-	AISI 304

esAAcle		LISTADO EQUIPOS		Planta: Producción Acetaldehído	
		ÁREA 800		Ubicación: Castellbisbal	
ITEM	Denominación	Parámetro de diseño	Valor y unidades parámetro de diseño	Potencia (kW)	Material de construcción
CC-801	Cámara combustión	Altura Diámetro	12 m 3 m	-	AISI 304
SA-801	Torre absorción	Altura Diámetro	8 m 1,52 m	-	AISI 304
XE-801	Chimenea	Altura Diámetro	12,3 m 2,39 m	-	AISI 304
KR-801	Kettle reboiler	Ancho Largo	2,29 m 10 m	-	AISI 304
HE-801	Intercambiador de calor	Ancho Largo	1,47 m 6 m	-	AISI 304

esAAcle		LISTADO EQUIPOS		Planta: Producción Acetaldehído	
		ÁREA 900		Ubicación: Castellbisbal	
ITEM	Denominación	Parámetro de diseño	Valor y unidades parámetro de diseño	Potencia (kW)	Material de construcción
TD-901	Torre destilación de platos	Altura Diámetro	6,096 m 1,067 m	-	AISI 304
R-901	Reactor – Tanque de oxidación	Volumen	60 m ³	15,5	AISI 304
V-901	Tanque neutralización	Volumen	20 m ³	2,15	AISI 304
V-902	Tanque neutralización	Volumen	60 m ³	15,5	AISI 304
V-903	Tanque floculación	Volumen	60 m ³	15,5	AISI 304
V-904	Tanque acumulación	Volumen	20 m ³	-	AISI 304
V-905	Tanque almacenamiento	Volumen	130 m ³	-	AISI 304
V-906	Tanque almacenamiento	Volumen	1 m ³	-	AISI 304
V-907	Tanque almacenamiento	Volumen	0,5 m ³	-	AISI 304
SI-901	Silo almacenamiento	Volumen	80 m ³	-	AISI 304
SF-901	Decantador primario	Superficie Profundidad	39,6 m 2,5 m	0,3	Cemento/ AISI 304
CF-901	Decantador centrífugo	Ancho Largo	1,050 m 3 m	15	-
CF-901	Decantador centrífugo	Ancho Largo	0,785 m 1,7 m	5,5	-
RB-901	Reactor biológico	Volumen	527 m ³	-	Cemento/ AISI 304
DI-901	Difusores disco	Cantidad Caudal aire	160 difusores 8,3 m ³ /h-difusor	-	
SO-901	Soplante	Caudal	2000 m ³ /h	5,5	-
MB-901	Membrana de ultrafiltración	Diametro Largo	8 mm 4000 mm	42	PVDF/FRP
CT-901	Condensador total	Ancho Largo	0,706 m 3 m	-	AISI 304

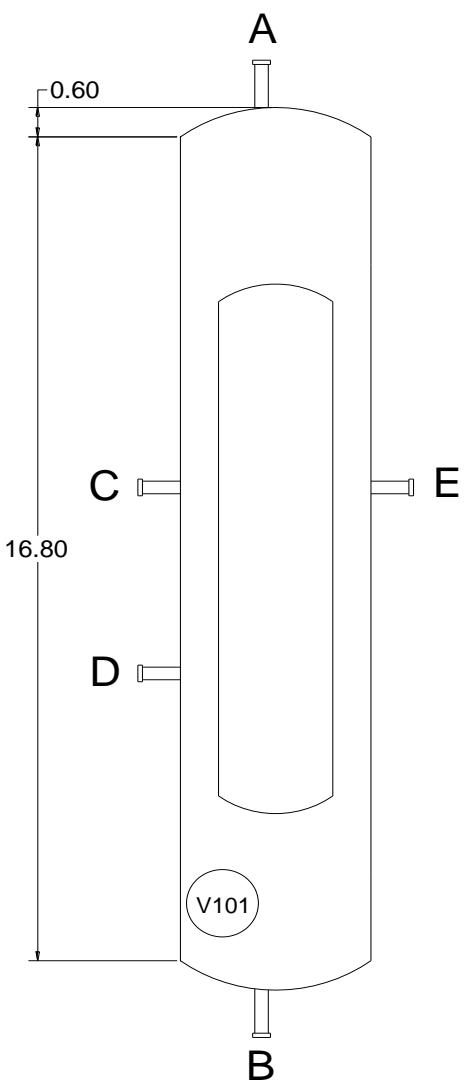
KR-901	Kettle reboiler	Ancho Largo	0,495 m 3 m	-	AISI 304
HE-901	Intercambiador de calor	Ancho Largo	0,8 m 4 m	-	AISI 304
HE-902	Intercambiador de calor	Ancho Largo	0,65 m 4 m	-	AISI 304

esAAcle		LISTADO EQUIPOS		Planta: Producción Acetaldehído	
		ÁREA 1000		Ubicación: Castellbisbal	
ITEM	Denominación	Parámetro de diseño	Valor y unidades parámetro de diseño	Potencia (kW)	Material de construcción
CH-1001/1008	Chiller	Volumen	52,79 m ³	505	-
TR-1001/1005	Torre refrigeración	Volumen	113,48 m ³	60	Acero galvanizado Acero inox
B-1001/1002	Caldera de vapor	Capacidad de caudal	1250-28000 kg/h	-	-

2.2. Especificaciones de los equipos

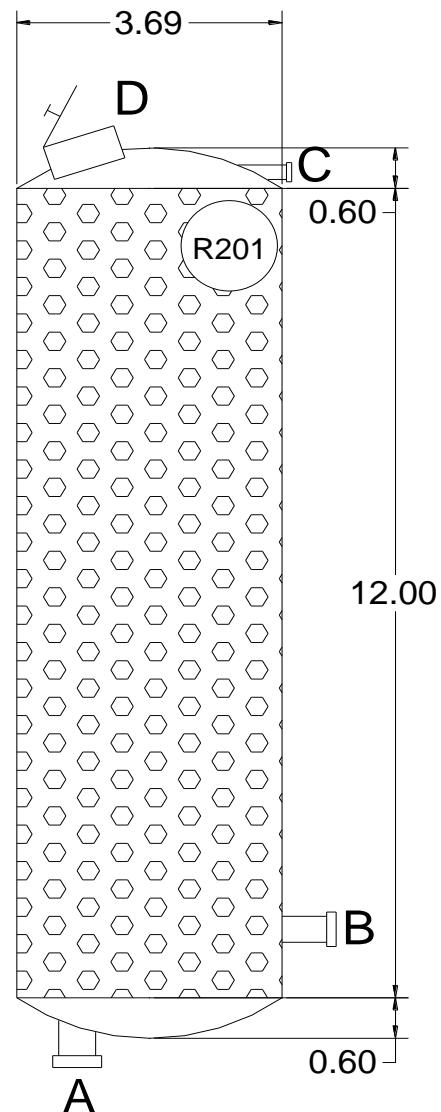
AREA 100

						TANQUE E TILENO	
REV.	0					AREA	100
FECHA	Abril'10					PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1					CLIENTE	-
APPR'V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.							
1	Item	V-101/110	Cantidad	10			
2	Denominación	Tanque criogénico almacenamiento etileno					
3	Productos manipulados	Etileno					
4	Volumen	100 m ³					
5	Diametro	3,64 m	Altura total	18 m			
6	Posición	Horizontal					
7	Peso equipo	Vacio: 48250 kg	En operación: 105042 kg				
8							
9		PRESIÓN (bar)		TEMPERATURA (°C)			
10		Operación	Diseño	Operación	Diseño		
11	Cuerpo	8	8	-15	-15		
12	Chaqueta						
13	Serpentín						
14							
15		MATERIAL		ESPESOR			
16	Cuerpo	INOX-304		--	mm		
17	Fondo superior	INOX-304		--	mm		
18	Fondo inferior	INOX-304		--	mm		
19	Chaqueta			--	mm		
20	Serpentín						
21							
22	Tipo fondo	Superior: Toriesférico	Inferior: Toriesférico				
23	Código	ASME VIII Div.1					
24	Altura líquido	17 m					
25	Densidad	568 kg/m3					
26	Sobrepesos corrosión	1 mm					
27	Aislamiento	No	Espesor				
28	Eficacia soldadura	Parcial					
29	Radiografiado	0.85					
30							
31							
32	CONEXIONES						
33	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación			
34	A	1	2"	Entrada etileno			
35	B	1	2"	Salida etileno			
36	C	1	2"	Venteo - Purga de gases			
37	D	1	2"	Drenaje			
38	E	1	2"	Vacío			
39							
40							
41							
42					NOTAS		
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							



AREA 200

						REACTOR	
REV.	0					AREA	200
FECHA	Abril'10					PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1					CLIENTE	-
APPR'V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.							
1	Item	R-201-a/b	Cantidad	2			
2	Denominación	Reactor de burbujeo					
3	Productos manipulados	Mezcla reactante					
4	Volumen	121,43 m ³					
5	Diametro	3,612 m	Altura total	13,2 m			
6	Posición	Vertical					
7	Peso equipo	Vacio: 14223 kg	En operación:	228574 kg			
8							
9		PRESIÓN (bar)		TEMPERATURA (°C)			
10		Operación	Diseño	Operación	Diseño		
11	Cuerpo	3,04	5	135	150		
12	Chaqueña						
13	Serpentín						
14							
15		MATERIAL		ESPESOR			
16	Cuerpo	INOX-304 / Ni-PTFE		mm			
17	Fondo superior	INOX-304 / Ni-PTFE		mm			
18	Fondo inferior	INOX-304 / Ni-PTFE		mm			
19	Chaqueña			mm			
20	Serpentín			mm			
21							
22	Tipo fondo	Superior: Tóneresférico	Inferior: Tóneresférico				
23	Código	ASME VIII Div.1					
24	Altura líquido	9,6 m					
25	Densidad	2160 kg/m3					
26	Sobreespesor corrosión	1 mm					
27	Aislamiento	BX SPINTEX X 613-400	Espesor	340 mm			
28	Eficacia soldadura	Parcial					
29	Radiografiado	0.85					
30							
31							
32	CONEXIONES						
33	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación			
34	A	1	16"	Entrada reactivos			
35	B	1	4"	Entrada recirculación			
36	C	1	2,5"	Salida			
37	D	1	40"	Boca de hombre			
38							
39							
40							
41							
42					NOTAS		
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							



				INTERCAMBIADOR CALOR				
REV.	0			AREA	200			
FECHA	Abril'10			PLANTA	Producción Acetaldehido			
POR	O-1			CLIENTE	-			
APPR'V				LOCALIZACIÓN	Castellbisbal			
REV.								
1	Item	HE-201-A/B	CANTIDAD	2				
2	Denominación	Intercambiador de calor						
3	Posición	Horizontal						
4	DATOS DE DISEÑO							
5	Distribución intercambiador	Unidades	CARCASA		TUBOS			
6			Entrada	Salida	Entrada	Salida		
7	Fluido		Agua de refrigeración		Oxígeno			
8	Caudal total	kg/s	1,36		0,88			
9	Gas							
10	Líquido		1,36	1,36	0,88	53,54		
11	Evaporado o condensado							
12	Temperatura entrada operación	°C	30		204			
13	Temperatura salida operación	°C	40		135			
14	Presión operación	atm	1		4			
15	Densidad	kg/m³	1004	996	3,27	3,82		
16	Viscosidad	kg/m·s	7,97E-04	6,51E-04	2,98E-05	2,67E-05		
17	Peso molecular	g/mol	18	18	32	32		
18	Calor específico	J/kg·°C	4224	4227	962,8	942		
19	Calor latente	kJ/kg						
20	Conductividad térmica	W/m·°K	0,6182	0,6315	3,94E-02	3,46E-02		
21	Velocidad	m/s	1,25		12,31			
22	Número de pasos		1		8			
23	Pérdida de carga	atm	0,13		0,04			
24	Calor intercambiado	kW	57,84					
25	Sobredimensionamiento	%	15					
26	DATOS DE CONSTRUCCION							
27	Presión diseño	atm	2		5			
28	Temperatura diseño	°C	85		220			
29	Material		AISI 304		AISI 304			
30	Diámetro interno/espesor	mm	355/2		20\1			
31	Longitud	m	2		1,95			
32	Tipo de aislamiento/espesor	mm	ninguno					
33	Coeficiente global (W/m²·°C)	115	Número de pantallas		7			
34	Área de intercambio(m²)	4,46	Espacio pantallas(mm)		284			
35	Número de tubos	38	DTML(°C)		132,31			
36	Disposición	triangular	Peso equipo vacío (kg)		60,07			
37	Espaciado (mm)	25	Peso equipo operación (kg)		258,06			
38	CONEXIONES							
39	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación				
40	A	1	1,5"	Entrada a carcasa de agua de refrigeración				
41	B	1	6"	Entrada a tubos del oxígeno				
42	C	1	1,5"	Salida de carcasa de agua de refrigeración				
42	D	1	6"	Salida de tubos del oxígeno				
43								
44								
45								

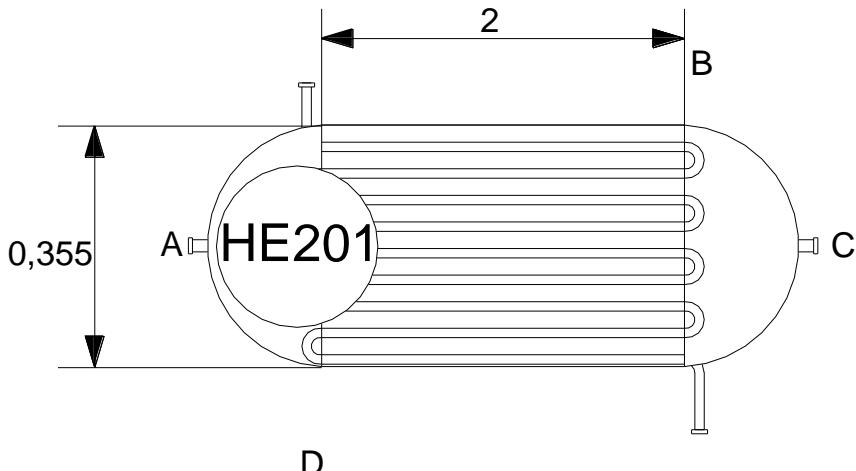


INTERCAMBIADOR CALOR

REV.	0		AREA	200
FECHA	Abril'10		PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1		CLIENTE	-
APPR'V			LOCALIZACIÓN	Castellbisbal

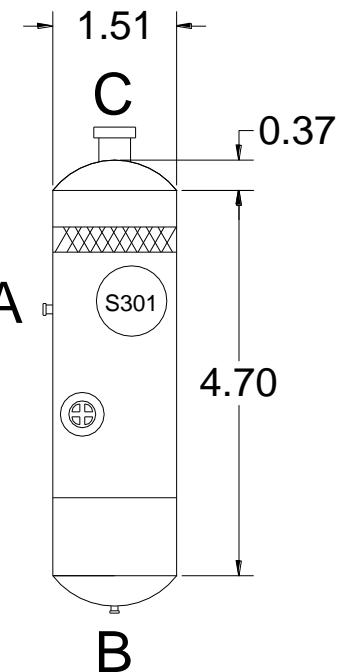
REV.

1	Item	HE-201-a/b	CANTIDAD	2
2	Denominación	Intercambiador de calor		
3	Unidades	Metros		
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				



AREA 300

						SEPARADOR	
REV.	0					AREA	300
FECHA	Abril'10					PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1					CLIENTE	-
APPR'V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.							
1	Item	S-301-a/b	Cantidad	2			
2	Denominación	Separador de fases					
3	Productos manipulados	Fluidos proceso					
4	Volumen	8,5 m ³					
5	Diametro	1,51 m	Altura total	5,46 m			
6	Posición	Vertical					
7	Peso equipo	Vacio: 776 kg		En operación: 2132 kg			
8							
9		PRESIÓN (bar)		TEMPERATURA (°C)			
10		Operación	Diseño	Operación	Diseño		
11	Cuerpo	3,04	4	41,3	50		
12	Chaqueña						
13	Serpentín						
14							
15		MATERIAL		ESPESOR			
16	Cuerpo	INOX-304		4 mm			
17	Fondo superior	INOX-304		6 mm			
18	Fondo inferior	INOX-304		6 mm			
19	Chaqueña			mm			
20	Serpentín						
21							
22	Tipo fondo	Superior: Toroidal inferior: Toroidal					
23	Código	ASME VIII Div.1					
24	Altura líquido	0,35 m					
25	Densidad	2160 kg/m3					
26	Sobrepesos corrosión	1 mm					
27	Aislamiento	BX SPINTEX X 613-40	Espesor	340 mm			
28	Eficacia soldadura	Parcial					
29	Radiografiado	0.85					
30							
31							
32	CONEXIONES						
33	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación			
34	A	1	2,5"	Entrada corriente			
35	B	1	3"	Salida líquido			
36	C	1	28"	Salida gas			
37							
38							
39							
40							
41							
42					NOTAS		
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							



				CONDENSADOR TOTAL	
REV.	0			AREA	300
FECHA	Abril'10			PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1			CLIENTE	-
APPR'V				LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.					
1	Item	CT-301-A/B	CANTIDAD	2	
2	Denominación	Condensador total			
3	Posición	Horizontal			
4	DATOS DE DISEÑO				
5	Distribución intercambiador	Unidades	CARCASA		TUBOS
6			Entrada	Salida	Entrada Salida
7	Fluido		Vapor de agua		Fluido de proceso
8	Caudal total	kg/s	0,405		13,13
9	Gas		0,405		
10	Líquido			13,13	13,13
11	Evaporado o condensado				
12	Temperatura entrada operación	°C	213		86,45
13	Temperatura salida operación	°C	213		100
14	Presión operación	atm	20		9
15	Densidad	kg/m³	9,031	839,6	958,2 946,9
16	Viscosidad	kg/m·s	1,60E-05	1,20E-04	2,44E-04 1,91E-04
17	Peso molecular	g/mol	18	18	18,14 18,14
18	Calor específico	J/kg·°C	3463	4576	4170 4176
19	Calor latente	kJ/kg	1833		
20	Conductividad térmica	W/m·°K	3,44E-02	0,654	0,6721 0,6796
21	Velocidad	m/s	9,5		3,9
22	Número de pasos		1		6
23	Pérdida de carga	atm	0,148		0,069
24	Calor intercambiado	kW		742,4	
25	Sobredimensionamiento	%		4,78	
26	DATOS DE CONSTRUCCION				
27	Presión diseño	atm	21		10
28	Temperatura diseño	°C	263		140
29	Material		AISI 304		AISI 304
30	Diámetro interno/espesor	mm	408/6		40/2
31	Longitud	m	2		1,95
32	Tipo de aislamiento/espesor	mm	BX-Spintex 613-40 / 300		
33	Coeficiente global (W/m²·°C)	1467	Número de pantallas		32
34	Área de intercambio(m²)	4,48	Espacio pantallas(mm)		61,1
35	Número de tubos	20	DTML(°C)		156,89
36	Disposición	triangular	Peso equipo vacío (kg)		149,34
37	Espaciado (mm)	50	Peso equipo operación (kg)		422,92
38	CONEXIONES				
39	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación	
40	A	1	2"	Entrada a carcasa de vapor de agua	
41	B	1	3"	Entrada a tubos de fluido de proceso	
42	C	1	0,75"	Salida de carcasa de condensados	
42	D	1	4"	Salida de tubos de fluido de proceso	
43					
44					

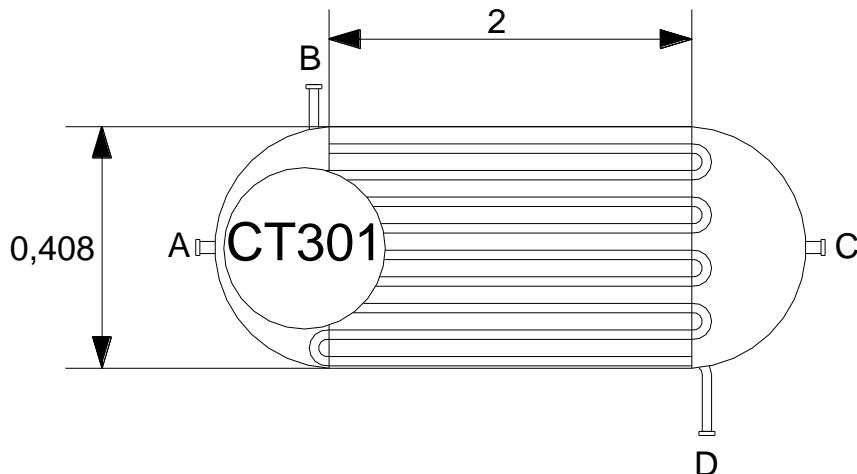


CONDENSADOR TOTAL

REV.	0		AREA	300
FECHA	Abril'10		PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1		CLIENTE	-
APPR'V			LOCALIZACIÓN	Castellbisbal

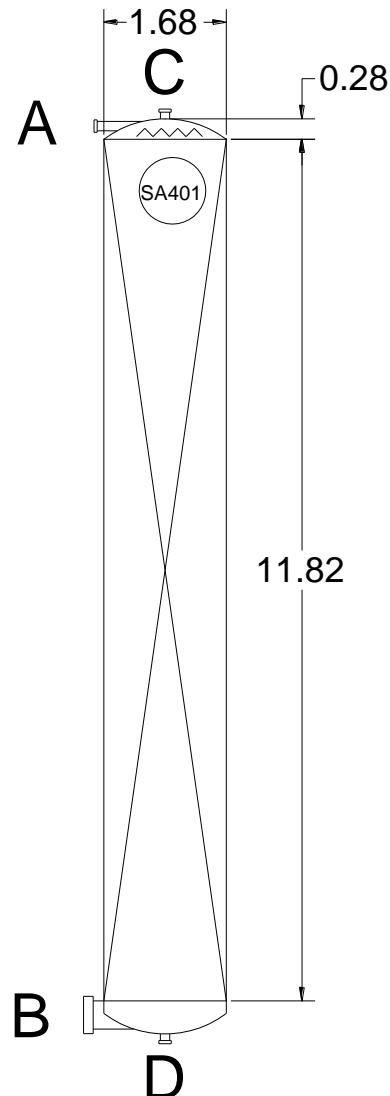
REV.

1	Item	CT-301-a/b	CANTIDAD	2
2	Denominación	Condensador total		
3	Unidades	Metros		
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				

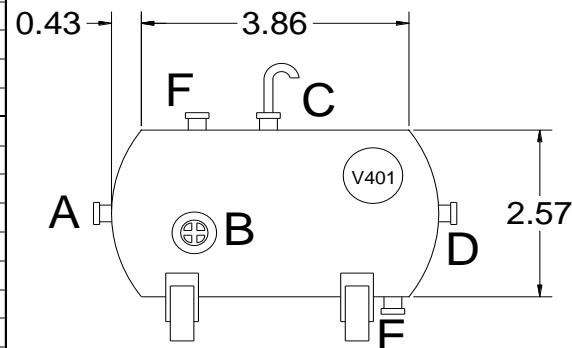


AREA 400

						TORRE ABSORCIÓN	
REV.	0					AREA	400
FECHA	Abril'10					PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1					CLIENTE	-
APPR'V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.							
1	Item	SA-401-a/b	Cantidad	2			
2	Denominación	Torre de absorción					
3	Productos manipulados	Fluidos proceso					
4	Volumen	25,77	m ³				
5	Diametro	1,68	m	Altura total	11,99	m	
6	Posición	Vertical					
7	Peso equipo	Vacio: 3960 kg		En operación: 20039	kg		
8							
9		PRESIÓN (bar)		TEMPERATURA (°C)			
10		Operación	Diseño	Operación	Diseño		
11	Cuerpo	1,01	2	50	50		
12	Chaqueta						
13	Serpentín						
14							
15		MATERIAL		ESPESOR			
16	Cuerpo	INOX-304		3	mm		
17	Fondo superior	INOX-304		4	mm		
18	Fondo inferior	INOX-304		4	mm		
19	Chaqueta				mm		
20	Serpentín						
21							
22	Tipo fondo	Superior: Torresférico	Inferior: Torresférico				
23	Código	ASME VIII Div.1					
24	Altura líquido	6,57 m					
25	Densidad	1104 kg/m3					
26	Sobrepesos corrosión	1 mm					
27	Aislamiento	BX SPINTEX X 613-40		Espesor	50 mm		
28	Eficacia soldadura	Parcial					
29	Radiografiado	0.85					
30	Relleno	Pall Rings 1 1/2" Metal		Peso	2393 kg		
31							
32	CONEXIONES						
33	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación			
34	A	1	8"	Entrada agua de red			
35	B	1	18"	Entrada alimento			
36	C	1	20"	Salida gases			
37	D	1	8"	Salida líquido			
38							
39							
40							
41							
42				NOTAS			
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							



						TANQUE PULMÓN	
REV.	0					AREA	400
FECHA	Abril'10					PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1					CLIENTE	-
APPR'V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.							
1	Item	V-401-a/b	Cantidad	2			
2	Denominación	Tanque pulmón zona separación					
3	Productos manipulados	Fluidos proceso					
4	Volumen	20	m ³				
5	Diametro	2,576	m	Altura total	4,18	m	
6	Posición	Vertical					
7	Peso equipo	Vacio: 1087 kg		En operación: 16416	kg		
8							
9		PRESIÓN (bar)		TEMPERATURA (°C)			
10		Operación	Diseño	Operación	Diseño		
11	Cuerpo	1,49	2	41,3	50		
12	Chaqueta						
13	Serpentín						
14							
15		MATERIAL		ESPESOR			
16	Cuerpo	INOX-304		3	mm		
17	Fondo superior	INOX-304		5	mm		
18	Fondo inferior	INOX-304		5	mm		
19	Chaqueta				mm		
20	Serpentín						
21							
22	Tipo fondo	Superior: Toriesférico	Inferior: Toriesférico				
23	Código	ASME VIII Div.1					
24	Altura líquido	3	m				
25	Densidad	985 kg/m ³					
26	Sobrepesos corrosión	1 mm					
27	Aislamiento	SI	Espesor				
28	Eficacia soldadura	Parcial					
29	Radiografiado	0.85					
30							
31							
32	CONEXIONES						
33	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación			
34	A	1	8"	Entrada corriente			
35	B	1	24"	Boca de hombre			
36	C	1	8"	Venteo			
37	D	1	8"	Salida corriente			
38	E	1	8"	Drenaje			
39	F	1	8"	Disco de ruptura			
40							
41							
42					NOTAS		
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							





CONDENSADOR PARCIAL

REV.	0		AREA	# 400
FECHA	Abril'10		PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1		CLIENTE	-
APPR'V			LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.				
1	Item	CP-401-A/B	CANTIDAD	2
2	Denominación	Condensador parcial		
3	Posición	Horizontal		
4	DATOS DE DISEÑO			
5	Distribución intercambiador	Unidades	CARCASA	TUBOS
6		Entrada	Salida	Entrada
7	Fluido		Fluido de proceso	Agua de refrigeración
8	Caudal total	kg/s	12,9	61
9	Gas		12,9	11,36
10	Líquido		1,55	61
11	Evaporado o condensado			
12	Temperatura entrada operación	°C	117,8	30
13	Temperatura salida operación	°C	115	40
14	Presión operación	atm	3	1
15	Densidad	kg/m³	2,279	2,677
16	Viscosidad	kg/m·s	1,14E-05	-
17	Peso molecular	g/mol	24,37	24,37
18	Calor específico	J/kg·°C	1834	2051
19	Calor latente	kJ/kg	1967	
20	Conductividad térmica	W/m·°K	2,71E-02	-
21	Velocidad	m/s	21,56	1,32
22	Número de pasos		1	6
23	Pérdida de carga	atm	0,148	0,023
24	Calor intercambiado	kW		2578,82
25	Sobredimensionamiento	%		14,17
26	DATOS DE CONSTRUCCION			
27	Presión diseño	atm	4	2
28	Temperatura diseño	°C	166	85
29	Material		AISI 304	AISI 304
30	Diámetro interno/espesor	mm	1090/4	50/2
31	Longitud	m	5	4,95
32	Tipo de aislamiento/espesor	mm	BX-Spintex 613-40 / 100	
33	Coeficiente global (W/m²·°C)	285	Número de pantallas	4
34	Área de intercambio(m²)	128,08	Espacio pantallas(mm)	1090
35	Número de tubos	166	DTML(°C)	81,34
36	Disposición	triangular	Peso equipo vacío (kg)	1460,26
37	Espaciado (mm)	62,5	Peso equipo operación (kg)	6203,67
38	CONEXIONES			
39	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación
40	A	1	36"	Entrada carcasa de fluido de proceso
41	B	1	8"	Entrada a tubos de agua de refrigeración
42	C	1	24"	Salida gas de carcasa de fluido de proceso
42	D	1	1,5"	Salida líquido de carcasa de fluido de proceso
43	E	1	8"	Salida de tubos de agua de refrigeración
44				
45	UAB			2-19



CONDENSADOR PARCIAL

REV.	0		AREA	# 400
FECHA	Abri'l10		PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1		CLIENTE	-
APPR'V			LOCALIZACIÓN	Castellbisbal

REV.

1	Item	CP-401-a/b	CANTIDAD	2
2	Denominación	Condensador parcial		
3	Unidades	Metros		

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

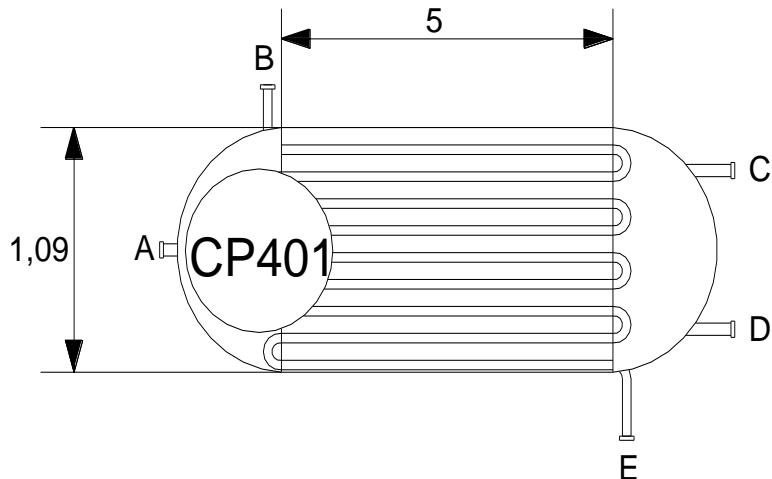
40

41

42

43

44



				CONDENSADOR PARCIAL	
REV.	0			AREA	400
FECHA	Abril'10			PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1			CLIENTE	
APPR'V				LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.					
1	Item	CP-402-A/B	CANTIDAD	2	
2	Denominación	Condensador parcial			
3	Posición	Horizontal			
4	DATOS DE DISEÑO				
5	Distribución intercambiador	Unidades	CARCASA	TUBOS	
6			Entrada	Salida	Entrada Salida
7	Fluido		fluido proceso	Agua de refrigeración	
8	Caudal total	kg/s	11,74	263	
9	Gas		11,74	5,87	
10	Líquido			5,87	263 263
11	Evaporado o condensado				
12	Temperatura entrada operación	°C	111,5	30	
13	Temperatura salida operación	°C	50	40	
14	Presión operación	atm	1	1	
15	Densidad	kg/m³	0,798	1,909	1004 996
16	Viscosidad	kg·m·s	1,14E-05	-	7,97E-04 6,51E-04
17	Peso molecular	g/mol	25,2	25,2	18 18
18	Calor específico	J/kg·°C	1666	2393	4224 4227
19	Calor latente	kJ/kg	1820		
20	Conductividad térmica	W/m·°K	2,65E-02	-	0,6182 0,6315
21	Velocidad	m/s	24,26	2,96	
22	Número de pasos		1	6	
23	Pérdida de carga	atm	0,223	0,256	
24	Calor intercambiado	kW		11113	
25	Sobredimensionamiento	%		9,91	
26	DATOS DE CONSTRUCCION				
27	Presión diseño	atm	2	2	
28	Temperatura diseño	°C	131	85	
29	Material		AISI 304	AISI 304	
30	Diámetro interno/espesor	mm	1346/3	30,1	
31	Longitud	m	6	5,95	
32	Tipo de aislamiento/espesor	mm	BX-Spintex 613-40 / 40		
33	Coeficiente global (W/m²·°C)	658	Número de pantallas	4	
34	Área de intercambio(m²)	492,66	Espacio pantallas(mm)	1346	
35	Número de tubos	870	DTML(°C)	40,42	
36	Disposición	triangular	Peso equipo vacío (kg)	4397,07	
37	Espaciado (mm)	37,5	Peso equipo operación (kg)	12944,13	
38	CONEXIONES				
39	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación	
40	A	1	40"	Entrada carcasa de fluido de proceso	
41	B	1	18"	Entrada tubos de agua de refrigeración	
42	C	1	18"	Salida carcasa gas de fluido de proceso	
42	D	1	44"	Salida carcasa líquido de fluido de proceso	
43	E	1	18"	Salida tubos de agua de refrigeración	
44					
45					

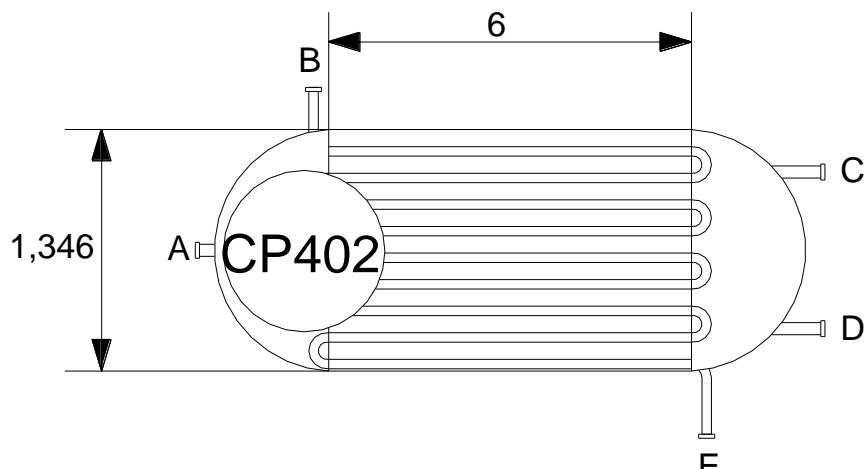


CONDENSADOR PARCIAL

REV.	0		AREA	400
FECHA	Abril'10		PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1		CLIENTE	
APPR'V			LOCALIZACIÓN	Castellbisbal

REV.

1	Item	CP-402-a/b	CANTIDAD	2
2	Denominación	Condensador parcial		
3	Unidades	Metros		
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				



				KETTLE-REBOILER			
REV.	0			AREA	400		
FECHA	Abril'10			PLANTA	Producción Acetaldehido		
POR	O-1			CLIENTE	-		
APPR'V				LOCALIZACIÓN	Castellbisbal		
REV.							
1	Item	KR-401-A/B		CANTIDAD	2		
2	Denominación	Evaporador					
3	Posición	Horizontal					
4	DATOS DE DISEÑO						
5	Distribución intercambiador	Unidades		CARCASA		TUBOS	
6				Entrada	Salida	Entrada	Salida
7	Fluido			Etileno		Fluido de proceso	
8	Caudal total	kg/s		1,55		13,24	
9	Gas			0,155	0,155	13,24	13,24
10	Líquido			1,395			
11	Evaporado o condensado						
12	Temperatura entrada operación	°C		-76,04		135	
13	Temperatura salida operación	°C		134,9		117,8	
14	Presión operación	atm		4		3	
15	Densidad	kg/m³		60,44	3,351	2,166	2,339
16	Viscosidad	kg/m·s			1,39E-05	1,19E-05	1,19E-05
17	Peso molecular	g/mol		28	28	18	18
18	Calor específico	J/kg·°C		2393	1891	1818	1893
19	Calor latente	kJ/kg		429			
20	Conductividad térmica	W/m·°K			3,38E-03	2,87E-02	2,87E-02
21	Velocidad	m/s		22,5		3,86	
22	Número de pasos			1		2	
23	Pérdida de carga	atm		0,16		0,102	
24	Calor intercambiado	kW				1298	
25	Sobredimensionamiento	%				14	
26	DATOS DE CONSTRUCCION						
27	Presión diseño	atm		5		3	
28	Temperatura diseño	°C		80		127	
29	Material			AISI 304		AISI 304	
30	Diámetro interno/espesor	mm		1670/5		50\2	
31	Longitud	m		8		7,95	
32	Tipo de aislamiento/espesor	mm		BX-Spintex 613-40 / 130			
33	Coeficiente global (W/m²·°C)	285	Altura líquido (mm)			1453	
34	Área de intercambio(m²)	215,82	Altura haz de tubos (mm)			1115	
35	Número de tubos	174	DTML(°C)			25,59	
36	Disposición	triangular	Peso equipo vacío (kg)			5026,6	
37	Espaciado (mm)	62,5	Peso equipo operación (kg)			5621,38	
38	CONEXIONES						
39	Marca	Cantidad		Tamaño		Denominación	
40	A	1		2"		Entrada a carcasa de etileno	
41	B	1		28"		Entrada a tubos de fluido de proceso	
42	C	1		8"		Salida de carcasa de etileno	
42	D	1		36"		Salida de tubos del fluido de proceso	
43							
44							
45							

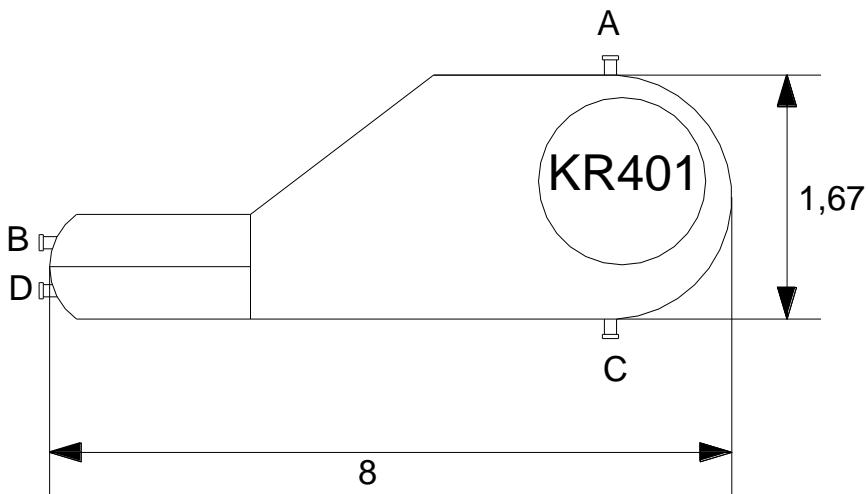


KETTLE-REBOILER

REV.	0		AREA	400
FECHA	Abril'10		PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1		CLIENTE	-
APPR'V			LOCALIZACIÓN	Castellbisbal

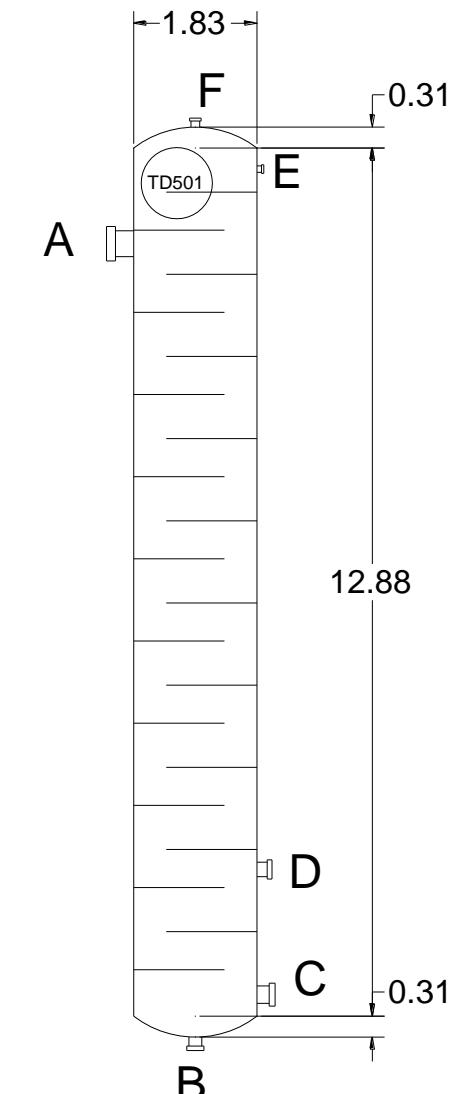
REV.

1	Item	KR-401-a/b	CANTIDAD	2
2	Denominación	Evaporador		
3	Unidades	Metros		
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
41				
42				
43				
44				

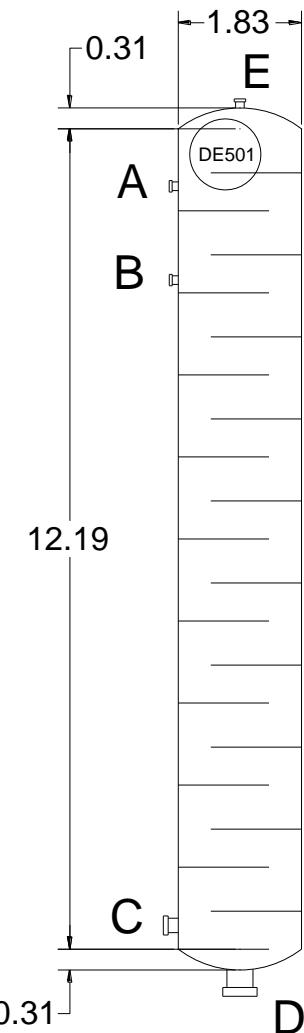


AREA 500

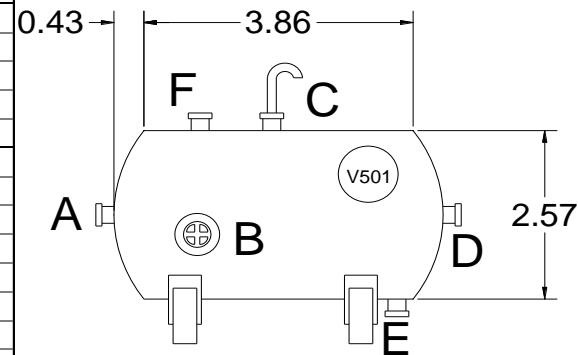
						TORRE DESTILACIÓN	
REV.	0					AREA	500
FECHA	Abril'10					PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1					CLIENTE	-
APPR'V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.							
1	Item	TD-501-a/b	Cantidad	2			
2	Denominación	Torre de destilación de válvulas					
3	Productos manipulados	Fluidos proceso					
4	Volumen	32,03 m ³					
5	Diametro	1,836 m	Altura total	12,88 m			
6	Posición	Vertical					
7	Peso equipo	Vacio: 2691 kg	En operación: 20153 kg				
8							
9		PRESIÓN (bar)		TEMPERATURA (°C)			
10		Operación	Diseño	Operación	Diseño		
11	Cuerpo	1,01	2	100	100		
12	Chaqueña						
13	Serpentín						
14							
15		MATERIAL		ESPESOR			
16	Cuerpo	INOX-304		3	mm		
17	Fondo superior	INOX-304		4	mm		
18	Fondo inferior	INOX-304		4	mm		
19	Chaqueña				mm		
20	Serpentín						
21							
22	Tipo fondo	Superior: Tónerosférico	Inferior: Tónerosférico				
23	Código	ASME VIII Div.1					
24	Altura líquido	7 m					
25	Densidad	955 kg/m ³					
26	Sobrepesos corrosión	1 mm					
27	Aislamiento	BX SPINTEX X 613-40	Espesor	200 mm			
28	Eficacia soldadura	Parcial					
29	Radiografiado	0.85					
30	Relleno	Válvulas	Peso	803 kg			
31							
32	CONEXIONES						
33	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación			
34	A	1	10"	Entrada alimento			
35	B	1	8"	Salida líquido			
36	C	1	8"	Entrada vapor de agua			
37	D	1	6"	Salida lateral			
38	E	1	2"	Entrada reflujo			
39	F	1	1 1/2"	Salida gases			
40							
41							
42				NOTAS			
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							



						TORRE DESTILACIÓN	
REV.	0					AREA	500
FECHA	Abril'10					PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1					CLIENTE	-
APPR'V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.							
1	Item	DE-501-a/b	Cantidad	2			
2	Denominación	Torre destilación extractiva de válvulas					
3	Productos manipulados	Fluidos proceso					
4	Volumen	32,23 m ³					
5	Diametro	1,835 m	Altura total	12,19 m			
6	Posición	Vertical					
7	Peso equipo	Vacio: 2419 kg	En operación: 16049 kg				
8							
9		PRESIÓN (bar)		TEMPERATURA (°C)			
10		Operación	Diseño	Operación	Diseño		
11	Cuerpo	1,01	2	70	70		
12	Chaqueña						
13	Serpentín						
14							
15		MATERIAL		ESPESOR			
16	Cuerpo	INOX-304		3	mm		
17	Fondo superior	INOX-304		4	mm		
18	Fondo inferior	INOX-304		4	mm		
19	Chaqueña				mm		
20	Serpentín						
21							
22	Tipo fondo	Superior: Tóneresférico	Inferior: Tóneresférico				
23	Código	ASME VIII Div.1					
24	Altura líquido	5,6 m					
25	Densidad	917 kg/m ³					
26	Sobrepesos corrosión	1 mm					
27	Aislamiento	BX SPINTEX X 613-40 Espesor 110 mm					
28	Eficacia soldadura	Parcial					
29	Radiografiado	0.85					
30	Relleno	Válvulas		Peso	615 kg		
31							
32	CONEXIONES						
33	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación			
34	A	1	4"	Entrada agua de red			
35	B	1	3"	Entrada alimento			
36	C	1	5"	Entrada vapor de agua			
37	D	1	10"	Salida líquido			
38	E	1	5"	Salida gases			
39							
40							
41							
42				NOTAS			
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							



						TANQUE PULMÓN	
REV.	0					AREA	500
FECHA	Abril'10					PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1					CLIENTE	-
APPR'V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.							
1	Item	V-501-a/b	Cantidad	2			
2	Denominación	Tanque pulmón zona separación					
3	Productos manipulados	Fluidos proceso					
4	Volumen	20	m ³				
5	Diametro	2,576	m	Altura total	4,18	m	
6	Posición	Vertical					
7	Peso equipo	Vacio: 1087 kg		En operación: 16416	kg		
8							
9		PRESIÓN (bar)		TEMPERATURA (°C)			
10		Operación	Diseño	Operación	Diseño		
11	Cuerpo	1,49	2	41,3	50		
12	Chaqueña						
13	Serpentín						
14							
15		MATERIAL		ESPESOR			
16	Cuerpo	INOX-304		3	mm		
17	Fondo superior	INOX-304		5	mm		
18	Fondo inferior	INOX-304		5	mm		
19	Chaqueña				mm		
20	Serpentín						
21							
22	Tipo fondo	Superior: Tónerosférico	Inferior: Tónerosférico				
23	Código	ASME VIII Div.1					
24	Altura líquido	3	m				
25	Densidad	985 kg/m ³					
26	Sobrespesor corrosión	1 mm					
27	Aislamiento	SI	Espesor				
28	Eficacia soldadura	Parcial					
29	Radiografiado	0.85					
30							
31							
32	CONEXIONES						
33	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación			
34	A	1	8"	Entrada corriente			
35	B	1	24"	Boca de hombre			
36	C	1	8"	Vento			
37	D	1	8"	Salida corriente			
38	E	1	8"	Drenaje			
39	F	1	8"	Disco de ruptura			
40							
41							
42				NOTAS			
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							

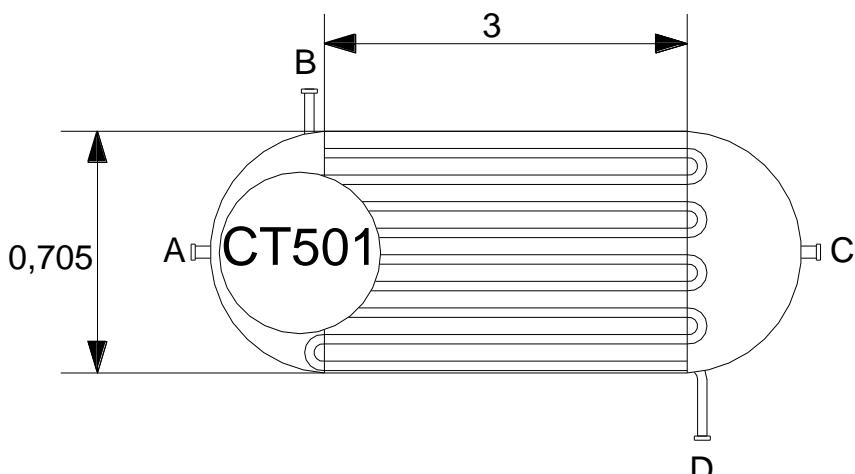


				CONDENSADOR TOTAL	
REV.	0			AREA	500
FECHA	Abril'10			PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1			CLIENTE	-
APPR'V				LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.					
1	Item	CT-501-A/B	CANTIDAD	2	
2	Denominación	Condensador total			
3	Posición	Horizontal			
4	DATOS DE DISEÑO				
5	Distribución intercambiador	Unidades	CARCASA		TUBOS
6			Entrada	Salida	Entrada Salida
7	Fluido		vapor agua		fluído proceso
8	Caudal total	kg/s	3,94		62,88
9	Gas		3,94		
10	Líquido			62,88	62,88
11	Evaporado o condensado				
12	Temperatura entrada operación	°C	213		41,33
13	Temperatura salida operación	°C	213		70
14	Presión operación	atm	20		1
15	Densidad	kg/m³	9,031	839,6	985,3
16	Viscosidad	kg/m·s	1,60E-05	1,20E-04	5,48E-04
17	Peso molecular	g/mol	18	18	18,51
18	Calor específico	J/kg·°C	3463	4576	4143
19	Calor latente	kJ/kg	1833		
20	Conductividad térmica	W/m·°K	3,44E-02	0,654	0,6202
21	Velocidad	m/s	24,26		3,72
22	Número de pasos		1		6
23	Pérdida de carga	atm	0,196		0,111
24	Calor intercambiado	kW		7450,84	
25	Sobredimensionamiento	%		7,51	
26	DATOS DE CONSTRUCCION				
27	Presión diseño	atm	21		2
28	Temperatura diseño	°C	263		105
29	Material		AISI 304		AISI 304
30	Diámetro interno/espesor	mm	705/9		30\1
31	Longitud	m	3		2,95
32	Tipo de aislamiento/espesor	mm	BX-Spintex 613-40 / 300		
33	Coeficiente global (W/m²·°C)	1075	Número de pantallas		7
34	Área de intercambio(m²)	47,96	Espacio pantallas(mm)		423
35	Número de tubos	174	DTML(°C)		156,89
36	Disposición	triangular	Peso equipo vacío (kg)		814,67
37	Espaciado (mm)	37,5	Peso equipo operación (kg)		2083,02
38	CONEXIONES				
39	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación	
40	A	1	8"	Entrada carcasa del vapor de agua	
41	B	1	3"	Entrada tubos del fluido de proceso	
42	C	1	4"	Salida carcasa del vapor de agua	
42	D	1	3"	Salida tubos del fluido de proceso	
43					
44					
45					



CONDENSADOR TOTAL

REV.	0		AREA	500
FECHA	Abril'10		PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1		CLIENTE	-
APPR'V			LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.				
1	Item	CT-501-a/b	CANTIDAD	2
2	Denominación	Condensador total		
3	Unidades	Metros		
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
41				
42				
43				
44				



				CONDENSADOR TOTAL				
REV.	0			AREA	500			
FECHA	Abril'10			PLANTA	Producción Acetaldehido			
POR	O-1			CLIENTE	-			
APPR'V				LOCALIZACIÓN	Castellbisbal			
REV.								
1	Item	CT-502-A/B	CANTIDAD	2				
2	Denominación	Condensador total						
3	Posición	Horizontal						
4	DATOS DE DISEÑO							
5	Distribución intercambiador	Unidades	CARCASA		TUBOS			
6			Entrada	Salida	Entrada	Salida		
7	Fluido		Fluido de proceso		Agua de chiller			
8	Caudal total	kg/s	7,57		216,59			
9	Gas		7,57					
10	Líquido				216,59	216,59		
11	Evaporado o condensado							
12	Temperatura entrada operación	°C	20		7			
13	Temperatura salida operación	°C	20		12			
14	Presión operación	atm	1		1			
15	Densidad	kg/m³	9,031	839,6	1021	1017		
16	Viscosidad	kg/m·s	1,61E-05	1,26E-04	1,42E-03	1,23E-03		
17	Peso molecular	g/mol	43,9	43,9	18	18		
18	Calor específico	J/kg·°C	3463	4576	4125	4166		
19	Calor latente	kJ/kg	593					
20	Conductividad térmica	W/m·°K	3,44E-02	0,654	5,81E-01	5,90E-01		
21	Velocidad	m/s	16,69		3,53			
22	Número de pasos		1		6			
23	Pérdida de carga	atm	0,176		0,422			
24	Calor intercambiado	kW	4489					
25	Sobredimensionamiento	%	2,1					
26	DATOS DE CONSTRUCCION							
27	Presión diseño	atm	2		2			
28	Temperatura diseño	°C	70		60			
29	Material		AISI 304		AISI 304			
30	Diámetro interno/espesor	mm	1120/2		20\1			
31	Longitud	m	5		4,95			
32	Tipo de aislamiento/espesor	mm	ninguno					
33	Coeficiente global (W/m²·°C)	1007	Número de pantallas		22			
34	Área de intercambio(m²)	440,42	Espacio pantallas(mm)		224			
35	Número de tubos	1416	DTML(°C)		10,29			
36	Disposición	triangular	Peso equipo vacío (kg)		3777,43			
37	Espaciado (mm)	25	Peso equipo operación (kg)		9739,43			
38	CONEXIONES							
39	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación				
40	A	1	5"	Entrada a carcasa de fluido de proceso				
41	B	1	2"	Entrada a tubos de agua de chiller				
42	C	1	2"	Salida de carcasa de fluido de proceso				
42	D	1	2"	Salida de tubos de agua de chiller				
43								
44								
45								



CONDENSADOR TOTAL

REV.	0		AREA	500
FECHA	Abril'10		PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1		CLIENTE	-
APPR'V			LOCALIZACIÓN	Castellbisbal

REV.

1	Item	CT-502-a/b	CANTIDAD	2
2	Denominación	Condensador total		
3	Unidades	Metros		

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

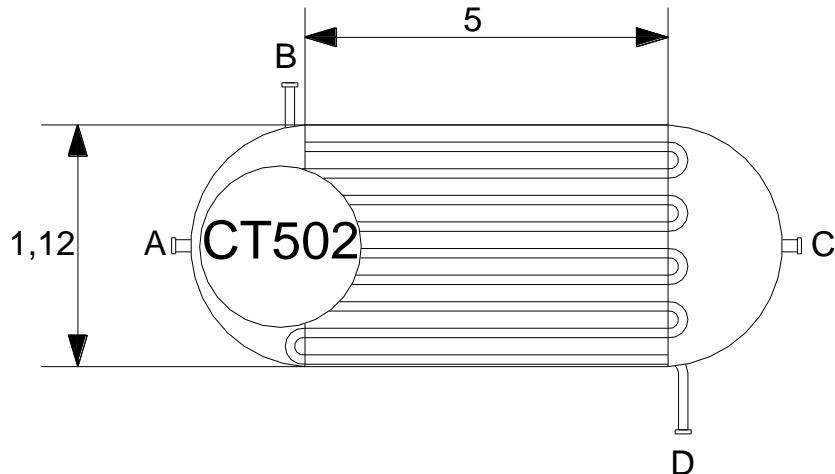
40

41

42

43

44





INTERCAMBIADOR CALOR

REV.	0		AREA	500
FECHA	Abril'10		PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1		CLIENTE	-
APPR'V			LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.				
1	Item	HE-501-A/B	CANTIDAD	2
2	Denominación	Intercambiador de calor		
3	Posición	Horizontal		
4	DATOS DE DISEÑO			
5	Distribución intercambiador	Unidades	CARCASA	TUBOS
6			Entrada Salida	Entrada Salida
7	Fluido		Agua de refrigeración	Fluido de proceso
8	Caudal total	kg/s	132,2	38
9	Gas			
10	Líquido		132,2	38
11	Evaporado o condensado			
12	Temperatura entrada operación	°C	30	100
13	Temperatura salida operación	°C	40	65
14	Presión operación	atm	1	1
15	Densidad	kg/m³	1004	996
16	Viscosidad	kg/m·s	7,97E-04	6,51E-04
17	Peso molecular	g/mol	18	18,04
18	Calor específico	J/kg·°C	4224	4227
19	Calor latente	kJ/kg		
20	Conductividad térmica	W/m·°K	0,6182	0,6315
21	Velocidad	m/s	1,09	1,15
22	Número de pasos		1	4
23	Pérdida de carga	atm	0,32	0,038
24	Calor intercambiado	kW		5586,11
25	Sobredimensionamiento	%		5,46
26	DATOS DE CONSTRUCCION			
27	Presión diseño	atm	2	2
28	Temperatura diseño	°C	60	133
29	Material		AISI 304	AISI 304
30	Diámetro interno/espesor	mm	776/2	30\1
31	Longitud	m	4	3,95
32	Tipo de aislamiento/espesor	mm		ninguno
33	Coeficiente global (W/m²·°C)	1582	Número de pantallas	5
34	Área de intercambio(m²)	81,92	Espacio pantallas(mm)	776
35	Número de tubos	222	DTML(°C)	46,38
36	Disposición	triangular	Peso equipo vacío (kg)	792,92
37	Espaciado (mm)	37,5	Peso equipo operación (kg)	3240
38	CONEXIONES			
39	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación
40	A	1	22"	Entrada a carcasa de agua de refrigeración
41	B	1	8"	Entrada a tubos de fluido de proceso
42	C	1	22'	Salida de carcasa de agua de refrigeración
42	D	1	8"	Salida de tubos de fluido de proceso
43				
44				
45				

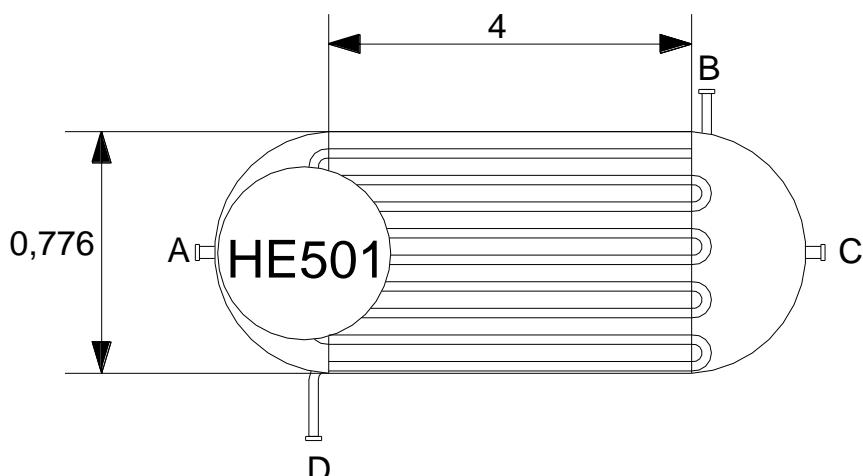


INTERCAMBIADOR CALOR

REV.	0		AREA	500
FECHA	Abril'10		PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1		CLIENTE	-
APPR'V			LOCALIZACIÓN	Castellbisbal

REV.

1	Item	HE-501-a/b	CANTIDAD	2
2	Denominación	Intercambiador de calor		
3	Unidades	Metros		
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				



				INTERCAMBIADOR CALOR	
REV.	0			AREA	500
FECHA	Abril'10			PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1			CLIENTE	-
APPR'V				LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.					
1	Item	HE-502-A/B	CANTIDAD	2	
2	Denominación	Intercambiador de calor			
3	Posición	Horizontal			
4	DATOS DE DISEÑO				
5	Distribución intercambiador	Unidades	CARCASA		TUBOS
6			Entrada	Salida	Entrada Salida
7	Fluido		Agua de chiller		fluído proceso
8	Caudal total	kg/s	262,6		38,03
9	Gas				
10	Líquido		262,6	262,6	38,03 38,03
11	Evaporado o condensado				
12	Temperatura entrada operación	°C	7		65
13	Temperatura salida operación	°C	12		31
14	Presión operación	atm	1		1
15	Densidad	kg/m³	1021	1017	976,4 1004
16	Viscosidad	kg/m·s	1,42E-03	1,23E-03	7,97E-04 6,14E-04
17	Peso molecular	g/mol	18	18	18,04 18,04
18	Calor específico	J/kg·°C	4125	4166	4219 4209
19	Calor latente	kJ/kg			
20	Conductividad térmica	W/m·°K	5,81E-01	5,90E-01	6,58E-01 6,81E-01
21	Velocidad	m/s	1,7		1,13
22	Número de pasos		1		4
23	Pérdida de carga	atm	0,64		0,026
24	Calor intercambiado	kW			5443
25	Sobredimensionamiento	%			4
26	DATOS DE CONSTRUCCION				
27	Presión diseño	atm	2		2
28	Temperatura diseño	°C	60		98
29	Material		AISI 304		AISI 304
30	Diámetro interno/espesor	mm	434,5/2		30\1
31	Longitud	m	5		4,95
32	Tipo de aislamiento/espesor	mm			ninguno
33	Coeficiente global (W/m²·°C)	1561	Número de pantallas		5
34	Área de intercambio(m²)	102,19	Espacio pantallas(mm)		869
35	Número de tubos	220	DTML(°C)		36,61
36	Disposición	triangular	Peso equipo vacío (kg)		1014,41
37	Espaciado (mm)	37,5	Peso equipo operación (kg)		4737,77
38	CONEXIONES				
39	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación	
40	A	1	22"	Entrada a carcasa de agua de chiller	
41	B	1	8"	Entrada a tubos de fluido de proceso	
42	C	1	22'	Salida de carcasa de agua de chiller	
42	D	1	8"	Salida de tubos de fluido de proceso	
43					
44					
45					

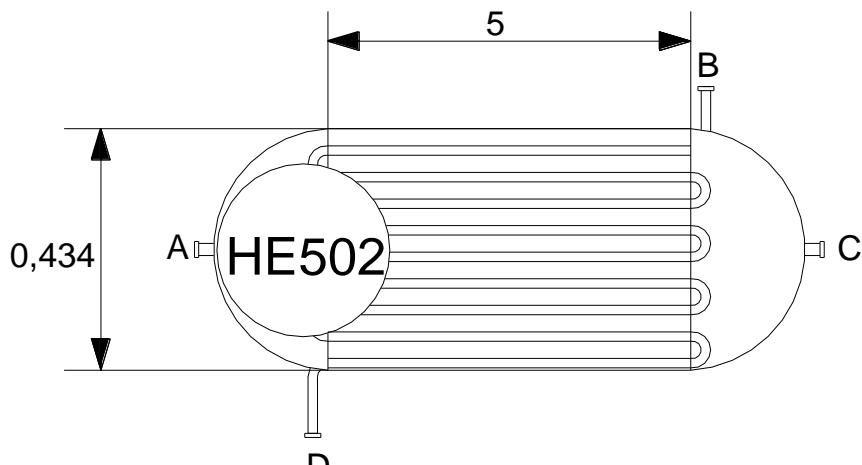


INTERCAMBIADOR CALOR

REV.	0		AREA	500
FECHA	Abril'10		PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1		CLIENTE	-
APPR'V			LOCALIZACIÓN	Castellbisbal

REV.

1	Item	HE-502-a/b	CANTIDAD	2
2	Denominación	Intercambiador de calor		
3	Unidades	Metros		
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				

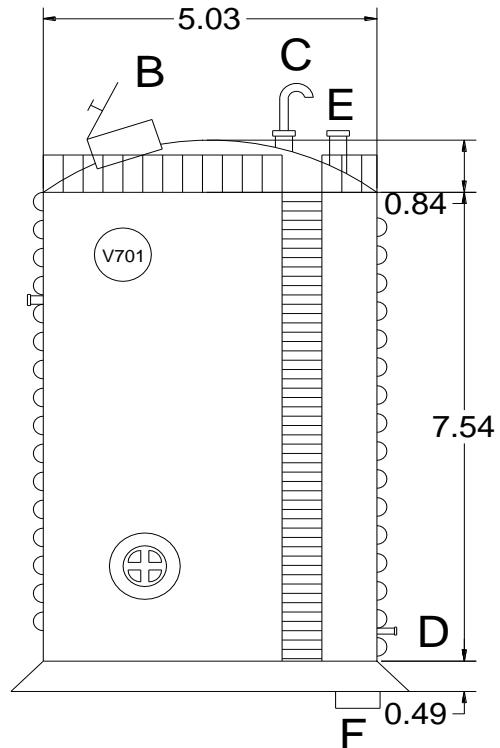


AREA 600

				INTERCAMBIADOR CALOR	
REV.	0			AREA	600
FECHA	Abril'10			PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1			CLIENTE	-
APPR'V				LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.					
1	Item	HE-601-A/B	CANTIDAD	2	
2	Denominación	Intercambiador de calor			
3	Posición	Horizontal			
4	DATOS DE DISEÑO				
5	Distribución intercambiador	Unidades	CARCASA	TUBOS	
6			Entrada	Salida	Entrada Salida
7	Fluido		Agua de chiller		Fluido de proceso
8	Caudal total	kg/s	2,14		2,31
9	Gas				
10	Líquido		2,14	2,14	2,31
11	Evaporado o condensado				
12	Temperatura entrada operación	°C	7		20,5
13	Temperatura salida operación	°C	12		12
14	Presión operación	atm	1		1
15	Densidad	kg/m³	1021	1017	771,9 783,7
16	Viscosidad	kg/m·s	1,42E-03	1,23E-03	2,22E-04 2,45E-04
17	Peso molecular	g/mol	18	18	43,9 43,9
18	Calor específico	J/kg·°C	4125	4166	2275 2244
19	Calor latente	kJ/kg			
20	Conductividad térmica	W/m·°K	5,81E-01	5,90E-01	1,68E-01 1,72E-01
21	Velocidad	m/s	1,18		0,46
22	Número de pasos		1		8
23	Pérdida de carga	atm	0,028		0,75
24	Calor intercambiado	kW	44,46		
25	Sobredimensionamiento	%	1,2		
26	DATOS DE CONSTRUCCION				
27	Presión diseño	atm	2		2
28	Temperatura diseño	°C	60		65
29	Material	AISI 304			AISI 304
30	Diámetro interno/espesor	mm	400/2		20\1
31	Longitud	m	6		5,95
32	Tipo de aislamiento/espesor	mm	ninguno		
33	Coeficiente global (W/m²·°C)	1013	Número de pantallas		24
34	Área de intercambio(m²)	6,8	Espacio pantallas(mm)		8
35	Número de tubos	56	DTML(°C)		6,59
36	Disposición	triangular	Peso equipo vacío (kg)		81,31
37	Espaciado (mm)	25	Peso equipo operación (kg)		367,69
38	CONEXIONES				
39	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación	
40	A	1	2"	Entrada a carcasa de agua de chiller	
41	B	1	2"	Entrada a tubos de fluido de proceso	
42	C	1	2"	Salida a carcasa de agua de chiller	
42	D	1	2"	Salida de tubos de fluido de proceso	
43					
44					
45					

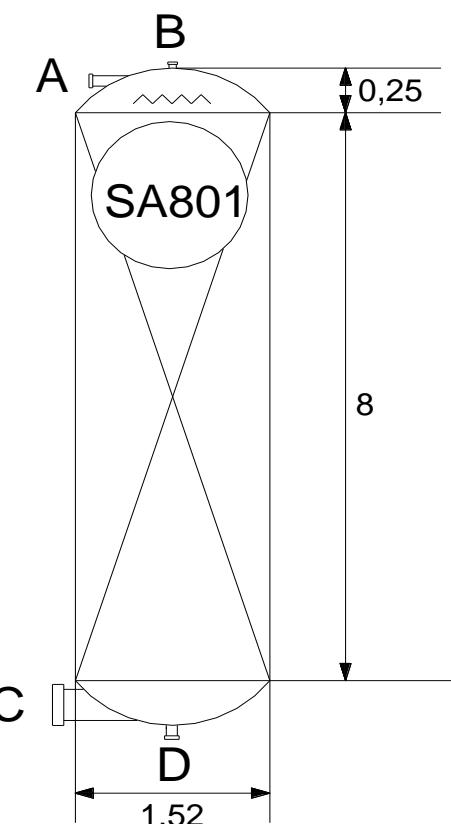
AREA 700

						TANQUE ACETALDEHIDO						
REV.	0				AREA		700					
FECHA	Abril'10				PLANTA		Producción Acetaldehido					
POR	O-1				CLIENTE		-					
APPR'V					LOCALIZACIÓN		Castellbisbal					
REV.												
1	Item	V-701/707	Cantidad	7								
2	Denominación	Tanque almacenamiento acetaldehido										
3	Productos manipulados	Acetaldehido										
4	Volumen	150	m ³									
5	Diametro	5,04	m	Altura total	9,2	m						
6	Posición	Vertical										
7	Peso equipo	Vacio: 5683 kg	En operación: 114180 kg									
8												
9		PRESIÓN (bar)		TEMPERATURA (°C)								
10		Operación	Diseño	Operación	Diseño							
11	Cuerpo	1,01	2	12	12							
12	Chaqueta											
13	Serpentín											
14												
15		MATERIAL		ESPESOR								
16	Cuerpo	INOX-304		5	mm							
17	Fondo superior	INOX-304		8	mm							
18	Fondo inferior	INOX-304		8	mm							
19	Chaqueta				mm							
20	Serpentín											
21												
22	Tipo fondo	Superior: Tóriesférico	Inferior: Tóriesférico									
23	Código	ASME VIII Div.1										
24	Altura líquido	7	m									
25	Densidad	780 kg/m ³										
26	Sobrepesos corrosión	1 mm										
27	Aislamiento	No	Espesor									
28	Eficacia soldadura	Parcial										
29	Radiografiado	0.85										
30												
31												
32	CONEXIONES											
33	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación								
34	A	1	1 1/2"	Entrada acetaldehido								
35	B	1	40"	Boca de hombre								
36	C	1	1 1/2"	Venteo								
37	D	1	1 1/2"	Salida acetaldehido								
38	E	1	1 1/2"	Entrada nitrogeno								
39	F	1	-	Drenaje								
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												

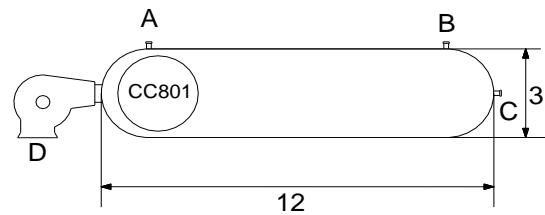


AREA 800

						TORRE ABSORCIÓN	
REV.	0					AREA	800
FECHA	Abril'10					PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1					CLIENTE	-
APPR'V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.							
1	Item	SA-801	Cantidad	1			
2	Denominación	Torre absorción gases residuales					
3	Productos manipulados	Gases proceso					
4	Volumen	14,59	m ³				
5	Diametro	1,52	m	Altura total	8,51	m	
6	Posición	Vertical					
7	Peso equipo	Vacio: 1906 kg		En operación: 9862	kg		
8							
9		PRESIÓN (bar)		TEMPERATURA (°C)			
10		Operación	Diseño	Operación	Diseño		
11	Cuerpo	1,01	2	40	40		
12	Chaqueña						
13	Serpentín						
14							
15		MATERIAL		ESPESOR			
16	Cuerpo	INOX-304		2	mm		
17	Fondo superior	INOX-304		3	mm		
18	Fondo inferior	INOX-304		3	mm		
19	Chaqueña				mm		
20	Serpentín						
21							
22	Tipo fondo	Superior: Torresférico	Inferior: Torresférico				
23	Código	ASME VIII Div.1					
24	Altura líquido	-	m				
25	Densidad	1 kg/m3					
26	Sobrepesos corrosión	1 mm					
27	Aislamiento	No	Espesor				
28	Eficacia soldadura	Parcial					
29	Radiografiado	0.85					
30	Relleno	Pall Rings 1 1/2" Metal		Peso	1267 kg		
31							
32	CONEXIONES						
33	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación			
34	A	1	6"	Entrada agua de red			
35	B	1	28"	Salida gases			
36	C	1	28"	Entrada alimentación			
37	D	1	6"	Salida líquido			
38							
39							
40							
41							
42					NOTAS		
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							

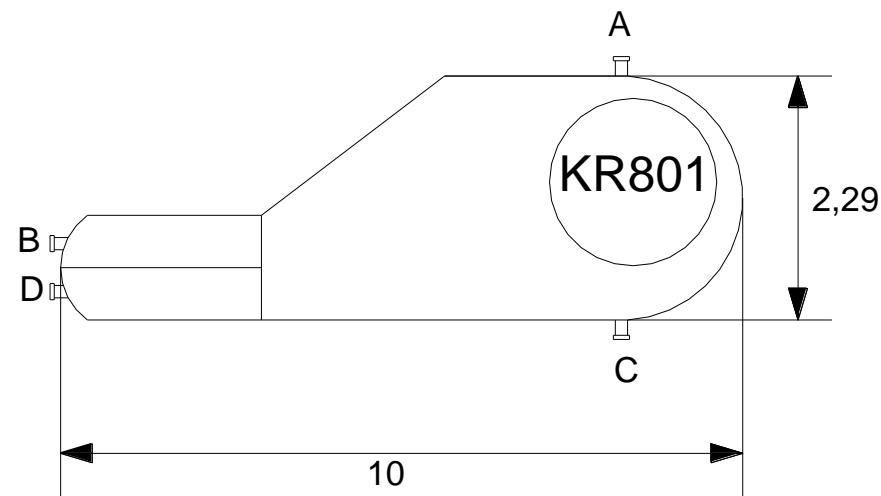


					CAMARA COMBUSTIÓN	
REV.	0				AREA	800
FECHA	Abri'l10				PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1				CLIENTE	-
APPR'V					LOCALIZACIÓN	Castellbisball
REV.						
1	Item CC-801	Cantidad 1				
2	Denominación	Camara combustión para tratamiento de gases				
3	Productos manipulados	Residuo gaseoso				
4	Volumen	39 m ³				
5	Diametro	3 m	Longitud	12 m		
6	Posición	Horizontal				
7	Peso equipo	Vacio: 136061 kg	En operación: 150029 kg			
8						
9		PRESIÓN (bar)		TEMPERATURA (°C)		
10		Operación	Diseño	Operación	Diseño	
11	Cuerpo	1,01	2	1281	1281	
12	Chaqueta					
13	Serpentín					
14						
15		MATERIAL		ESPESOR		
16	Cuerpo	INOX-304		5 mm		
17	Revestimiento	Cerámico - SiC		6 mm		
18				mm		
19				mm		
20						
21						
22	Tipo fondo	Superior: Torosférico	Inferior: Torosférico			
23	Código	ASME VIII Div.1				
24	Altura líquido	- m				
25	Densidad	0,388 kg/m ³				
26	Sobreespesor corrosión	1 mm				
27	Aislamiento	SI	Espesor			
28	Eficacia soldadura	Parcial				
29	Radiografiado	0.85				
30						
31						
32	CONEXIONES					
33	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación		
34	A	1	28"	Entrada aire		
35	B	1	28"	Entrada combustible		
36	C	1	44"	Salida gases		
37	D	1	6"	Entrada gases		
38						
39						
40						
41						
42					NOTAS	
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						



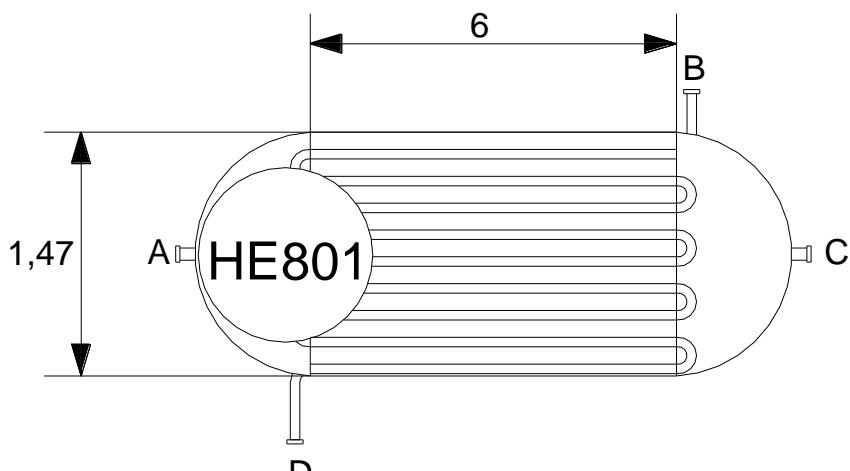
				KETTLE-REBOILER	
REV.	0			AREA	800
FECHA	Abril'10			PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1			CLIENTE	-
APPR'V				LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.					
1	Item	KR-801-A/B	CANTIDAD	2	
2	Denominación	Evaporador			
3	Posición	Horizontal			
4	DATOS DE DISEÑO				
5	Distribución intercambiador	Unidades	CARCASA		TUBOS
6			Entrada	Salida	Entrada
7	Fluido		Vapor condensados		Gases de tratamiento
8	Caudal total	kg/s	5,25		7,48
9	Gas			7,48	7,48
10	Líquido		5,25		
11	Evaporado o condensado				
12	Temperatura entrada operación	°C	213		1281
13	Temperatura salida operación	°C	213		214
14	Presión operación	atm	20		1
15	Densidad	kg/m³	839,6	9,031	0,2717
16	Viscosidad	kg/m·s	1,20E-04	1,60E-05	3,49E-05
17	Peso molecular	g/mol	18	18	28,79
18	Calor específico	J/kg·°C	4576	3463	1316
19	Calor latente	kJ/kg	1833		
20	Conductividad térmica	W/m·°K	0,65	3,44E-02	5,41E-02
21	Velocidad	m/s	9		25,4
22	Número de pasos			1	2
23	Pérdida de carga	atm	0,16		0,102
24	Calor intercambiado	kW	9625		
25	Sobredimensionamiento	%	9		
26	DATOS DE CONSTRUCCION				
27	Presión diseño	atm	21		2
28	Temperatura diseño	°C	263		898
29	Material		AISI 304		AISI 304
30	Diámetro interno/espesor	mm	2290/24		50,1
31	Longitud	m	10		9,95
32	Tipo de aislamiento/espesor	mm	BX-Spintex 613-40 / 300		
33	Coeficiente global (W/m²·°C)	136	Altura líquido (mm)		1827
34	Área de intercambio(m²)	535,36	Altura haz de tubos (mm)		1527
35	Número de tubos	382	DTML(°C)		153
36	Disposición	triangular	Peso equipo vacío (kg)		17999
37	Espaciado (mm)	62,5	Peso equipo operación (kg)		18651
38	CONEXIONES				
39	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación	
40	A	1	3"	Entrada a carcasa de vapor condensado	
41	B	1	44"	Entrada a tubos de gases de tratamiento	
42	C	1	8"	Salida de carcasa de vapor	
42	D	1	34"	Salida de tubos de gases de tratamiento	
43					
44					
45					

				KETTLE-REBOILER	
REV.	0			AREA	800
FECHA	Abril'10			PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1			CLIENTE	-
APPR'V				LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.					
1	Item	KR-801-a/b	CANTIDAD	2	
2	Denominación	Evaporador			
3	Unidades	Metros			
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28			10		
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
41					
42					
43					
44					



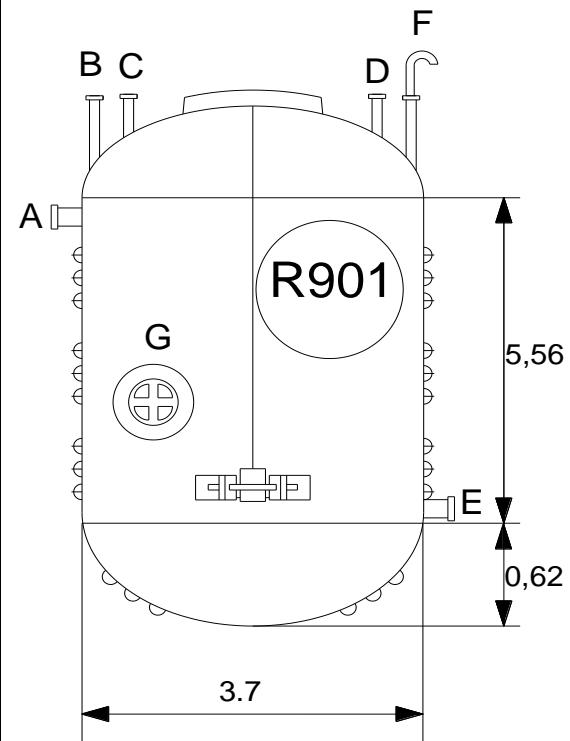
				INTERCAMBIADOR CALOR			
REV.	0			AREA	800		
FECHA	Abril'10			PLANTA	Producción Acetaldehido		
POR	O-1			CLIENTE	-		
APPR'V				LOCALIZACIÓN	Castellbisbal		
REV.							
1	Item	HE-801-A/B		CANTIDAD	2		
2	Denominación	Intercambiador de calor					
3	Posición	Horizontal					
4	DATOS DE DISEÑO						
5	Distribución intercambiador		Unidades	CARCASA		TUBOS	
6				Entrada	Salida	Entrada	Salida
7	Fluido			Agua de red		Gases de tratamiento	
8	Caudal total	kg/s		33		7,48	
9	Gas					7,48	7,48
10	Líquido		33	33			
11	Evaporado o condensado						
12	Temperatura entrada operación	°C		30		214	
13	Temperatura salida operación	°C		40		41	
14	Presión operación	atm		1		1	
15	Densidad	kg/m³	1004	996	0,7217	1,086	
16	Viscosidad	kg/m·s	7,97E-04	6,51E-04	2,52E-05	1,86E-05	
17	Peso molecular	g/mol	18	18	28,79	28,79	
18	Calor específico	J/kg·°C	4224	4227	1096	1054	
19	Calor latente	kJ/kg					
20	Conductividad térmica	W/m·°K	0,6182	0,6315	3,74E-02	2,64E-02	
21	Velocidad	m/s		0,38		32	
22	Número de pasos			1		2	
23	Pérdida de carga	atm		0,14		0,02	
24	Calor intercambiado	kW				1394	
25	Sobredimensionamiento	%				6,2	
26	DATOS DE CONSTRUCCION						
27	Presión diseño	atm		2		2	
28	Temperatura diseño	°C		60		177,5	
29	Material			AISI 304		AISI 304	
30	Diámetro interno/espesor	mm		1470/3		50\1	
31	Longitud	m		6		5,95	
32	Tipo de aislamiento/espesor	mm				ninguno	
33	Coeficiente global (W/m²·°C)	106,2	Número de pantallas			20	
34	Área de intercambio(m²)	240,45	Espacio pantallas(mm)			294	
35	Número de tubos	258	DTML(°C)			59,03	
36	Disposición	triangular	Peso equipo vacío (kg)			2476,37	
37	Espaciado (mm)	62,5	Peso equipo operación (kg)			5523,12	
38	CONEXIONES						
39	Marca	Cantidad		Tamaño		Denominación	
40	A	1		6"		Entrada a carcasa de agua de red	
41	B	1		34'		Entrada a tubos de gas de tratamiento	
42	C	1		6"		Salida de carcasa de agua de red	
42	D	1		28"		Salida de tubos de gas de tratamiento	
43							
44							
45							

				INTERCAMBIADOR CALOR	
REV.	0			AREA	800
FECHA	Abril'10			PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1			CLIENTE	-
APPR'V				LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.					
1	Item	HE-801-a/b	CANTIDAD	2	
2	Denominación	Intercambiador de calor			
3	Unidades	Metros			
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
41					
42					
43					
44					

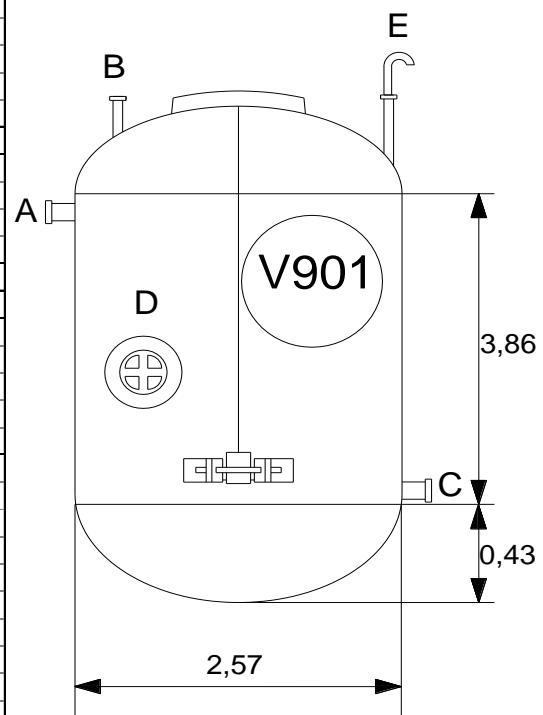


AREA 900

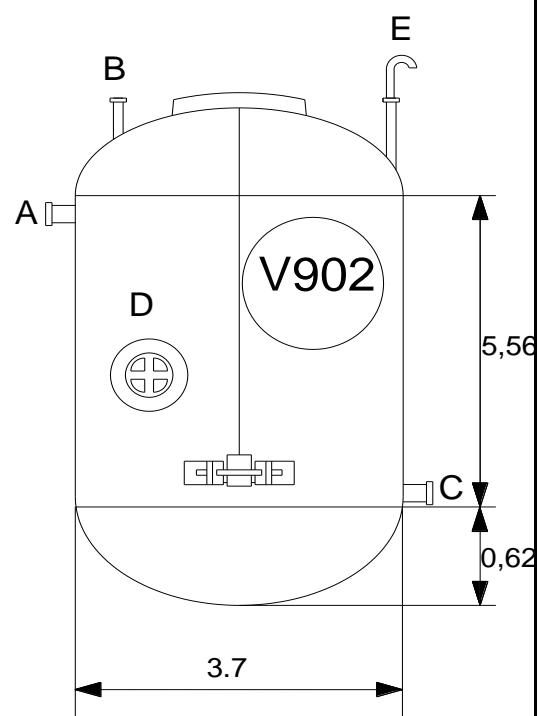
						REACTOR	
	0					AREA	900
-A	Abril'10					PLANTA	Producción Acetaldehido
	O-1					CLIENTE	-
R'V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
:V.							
1	Item R-901	Cantidad	1				
2	Denominación	Reactor - Tanque de oxidación					
3	Productos manipulados	Fluidos proceso, H ₂ O ₂ , FeSO ₄ , H ₂ SO ₄					
4	Volumen	60 m ³					
5	Diametro	3,71 m	Altura total	6,79 m			
6	Posición	Vertical					
7	Peso equipo	Vacio: 2465,36 kg	En operación: 53578 kg				
8							
9		PRESIÓN (bar)		TEMPERATURA (°C)			
10		Operación	Diseño	Operación	Diseño		
11	Cuerpo	1,01	2	40	45		
12	Chaqueña						
13	Serpentín						
14							
15		MATERIAL		ESPESOR			
16	Cuerpo	INOX-304		4 mm			
17	Fondo superior	INOX-304		7 mm			
18	Fondo inferior	INOX-304		7 mm			
19	Chaqueña			mm			
20	Serpentín						
21							
22	Tipo fondo	Superior: Tóneresférico Inferior: Tóneresférico					
23	Código	ASME VIII Div.1					
24	Altura líquido	5 m					
25	Densidad	940 kg/m ³					
26	Sobrepesos corrosión	1 mm					
27	Aislamiento	BX SPINTEX 613-40	Espesor 340 mm				
28	Eficacia soldadura	Parcial					
29	Radiografiado	0.85					
30	Agitador :	Diámetro 1,22 m	Potencia 15,5 kW				
31							
32	CONEXIONES						
33	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación			
34	A	1	6"	Entrada corriente			
35	B	1	-	Entrada H ₂ O ₂			
36	C	1	-	Entrada FeSO ₄			
37	D	1	-	Entrada H ₂ SO ₄			
38	E	1	6"	Salida corriente			
39	F	1	6"	Ventilo			
40	G	1	20"	Boca de hombre			
41							
42					NOTAS		
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							



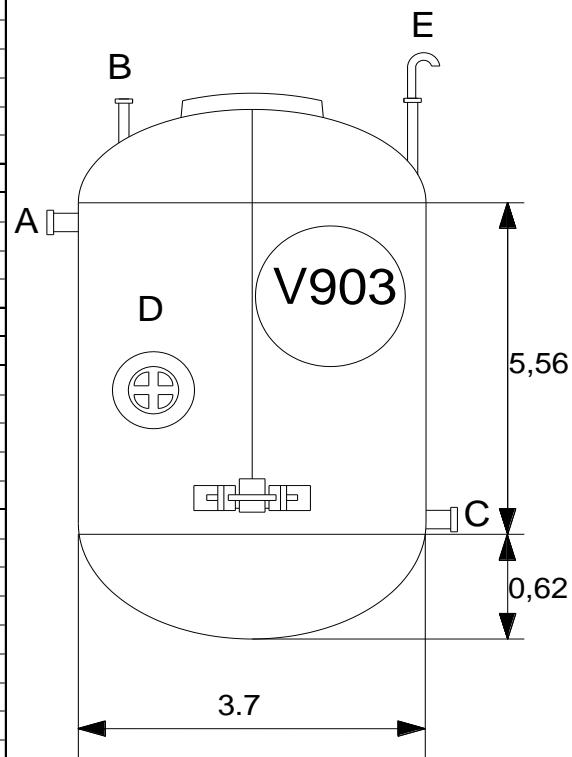
						TANQUE NEUTRALIZACIÓN	
REV.	0					AREA	900
FECHA	Abril'10					PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1					CLIENTE	
APPR'V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.							
1	Item	V-901	Cantidad	1			
2	Denominación	Tanque neutralización					
3	Productos manipulados	Fluidos proceso, NaOH					
4	Volumen	20	m ³				
5	Diametro	2,57	m	Altura total	4,72	m	
6	Posición	Vertical					
7	Peso equipo	Vacio: 891 kg	En operación: 18012 kg				
8							
9		PRESIÓN (bar)		TEMPERATURA (°C)			
10		Operación	Diseño	Operación	Diseño		
11	Cuerpo	1,01	2	40	45		
12	Chaqueta						
13	Serpentín						
14							
15		MATERIAL		ESPESOR			
16	Cuerpo	INOX-304		4	mm		
17	Fondo superior	INOX-304		7	mm		
18	Fondo inferior	INOX-304		7	mm		
19	Chaqueta				mm		
20	Serpentín						
21							
22	Tipo fondo	Superior: Tóriesférico	Inferior: Tóriesférico				
23	Código	ASME VIII Div.1					
24	Altura líquido	3,47 m					
25	Densidad	940 kg/m ³					
26	Sobrepesos corrosión	1 mm					
27	Aislamiento	BX SPINTEX 613-40	Espesor 340 mm				
28	Eficacia soldadura	Parcial					
29	Radiografiado	0.85					
30	Agitador :	Diámetro 1,22 m	Potencia 15,5 kW				
31							
32	CONEXIONES						
33	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación			
34	A	1	4"	Entrada corriente			
35	B	1	-	Entrada NaOH			
36	C	1	4"	Salida corriente			
37	D	1	20"	Boca de hombre			
38	E	1	4"	Venteo			
39							
40							
41							
42					NOTAS		
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							



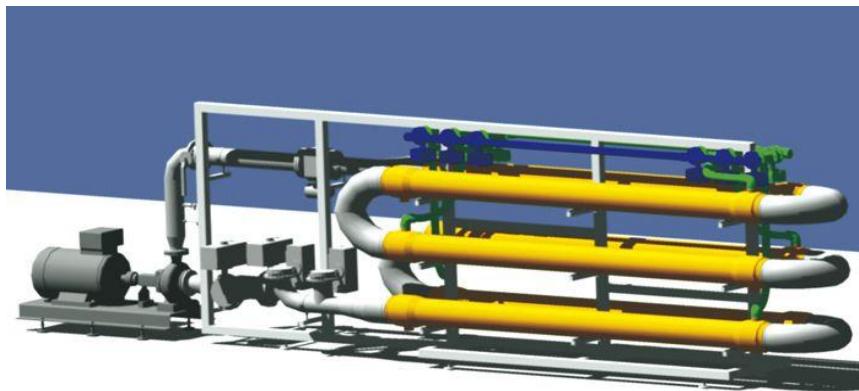
						TANQUE NEUTRALIZACIÓN	
REV.	0					AREA	900
FECHA	Abril'10					PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1					CLIENTE	
APPR'V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.							
1	Item	V-902	Cantidad	1			
2	Denominación	Tanque neutralización					
3	Productos manipulados	Fluidos proceso, NaOH					
4	Volumen	60 m ³					
5	Diametro	3,71 m	Altura total	6,79 m			
6	Posición	Vertical					
7	Peso equipo	Vacio: 2465,36 kg	En operación: 53578 kg				
8							
9		PRESIÓN (bar)		TEMPERATURA (°C)			
10		Operación	Diseño	Operación	Diseño		
11	Cuerpo	1,01	2	40	45		
12	Chaqueta						
13	Serpentín						
14							
15		MATERIAL		ESPESOR			
16	Cuerpo	INOX-304		4 mm			
17	Fondo superior	INOX-304		7 mm			
18	Fondo inferior	INOX-304		7 mm			
19	Chaqueta						
20	Serpentín						
21							
22	Tipo fondo	Superior: Toriesférico Inferior: Toriesférico					
23	Código	ASME VIII Div.1					
24	Altura líquido	5 m					
25	Densidad	940 kg/m ³					
26	Sobrepesos corrosión	1 mm					
27	Aislamiento	BX SPINTEX 613-40	Espesor 340 mm				
28	Eficacia soldadura	Parcial					
29	Radiografiado	0.85					
30	Agitador :	Diámetro 1,22 m	Potencia 15,5 kW				
31							
32		CONECCIONES					
33	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación			
34	A	1	6"	Entrada corriente			
35	B	1	-	Entrada NaOH			
36	C	1	6"	Salida corriente			
37	D	1	20"	Boca de hombre			
38	E	1	6"	Venteo			
39							
40							
41							
42					NOTAS		
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							



						TANQUE FLOCULACIÓN	
REV.	0					AREA	900
FECHA	Abril'10					PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1					CLIENTE	-
APPR'V						LOCALIZACIÓN	Castellbisball
REV.							
1	Item	V-903	Cantidad	1			
2	Denominación	Tanque floculación					
3	Productos manipulados	Fluidos proceso, polielectrolito catiónico					
4	Volumen	60 m ³					
5	Diametro	3,71 m	Altura total	6,79 m			
6	Posición	Vertical					
7	Peso equipo	Vacio: 2465,36 kg	En operación:	53578 kg			
8							
9		PRESIÓN (bar)		TEMPERATURA (°C)			
10		Operación	Diseño	Operación	Diseño		
11	Cuerpo	1,01	2	40	45		
12	Chaqueña						
13	Serpentín						
14							
15		MATERIAL		ESPESOR			
16	Cuerpo	INOX-304		4 mm			
17	Fondo superior	INOX-304		7 mm			
18	Fondo inferior	INOX-304		7 mm			
19	Chaqueña			mm			
20	Serpentín						
21							
22	Tipo fondo	Superior: Toroidal	Inferior: Toroidal				
23	Código	ASME VIII Div.1					
24	Altura líquido	5 m					
25	Densidad	940 kg/m ³					
26	Sobreespesor corrosión	1 mm					
27	Aislamiento	BX SPINTEX X 613-40	Espesor	340 mm			
28	Eficacia soldadura	Parcial					
29	Radiografiado	0.85					
30	Agitador :	Diámetro 1,22 m	Potencia	15,5 kW			
31							
32	CONEXIONES						
33	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación			
34	A	1	6"	Entrada corriente			
35	B	1	-	Entrada agente coagulante			
36	C	1	6"	Salida corriente			
37	D	1	20"	Boca de hombre			
38	E	1	6"	Ventilación			
39							
40							
41							
42					NOTAS		
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							



						MEMBRANA ULTRAFILTRACIÓN	
REV.	0					AREA	900
FECHA	Abri'l10					PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1					CLIENTE	-
APPR'V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.						NOTAS	
1	Item	MB-901/904	Cantidad	4			
2	Denominación	Módulo de Membrana ultrafiltración					
3	Productos manipulados	Fluidos proceso, lodos					
4	Posición	Horizontal					
5	Tipo	Membrana tubular externa					
6	Modelo	BioPulse					
7	Marca	Berghof					
8							
9	CARACTERÍSTICAS EQUIPO						
10	Velocidad	1,0-2,0	m/s				
11	Permeabilidad	45-60	l/m ² ·h				
12	Potencia específica	0,4-1,7	kWh/m ³				
13	Concentración lodos	<15	g/l				
14	Diametro membrana	8	mm				
15	Frecuencia Backwash	5 a 60	min				
16	Duración Backwash	5 a 15	seg				
17							
18	CARACTERÍSTICAS MEMBRANA TUBULAR						
19	Tipo	HyMem LE					
20	Diámetro interno	8	mm				
21	Material	PVDF	Polyvinylidene fluoride				
22	Porosidad	66,03	nm				
23							
24	CARACTERÍSTICAS MÓDULO TUBULAR						
25	Tipo	HyperFlux LE					
26	Diámetro interno	8	mm				
27	Area membrana	36,7	m ²				
28	Número membranas	6	mem/modulo				
29	Material	FRP	Fiberglass Reinforced Plastic				
30	T° máx.	40	° C				
31	P máx.	600	kPa				
32	Longitud	4000	mm				
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							



						DIFUSORES	
REV.	0					AREA	900
FECHA	Abril'10					PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1					CLIENTE	-
APPR'V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.							
1	Item	DI-901/961	Cantidad	160			
2	Denominación	Difusor de disco de burbuja fina					
3	Productos manipulados	Aire					
4	Posición	-					
5	Modelo	AFD 350					
6	Marca	Airflex					
7							
8							
9	CARACTERÍSTICAS EQUIPO						
10	Potencia del soplante	5,5	kW				
11	Caudal de diseño	8,3	m3/h/difusor				
12	Caudal punta	11	m3/h/difusor				
13	Densidad de difusores	20	%				
14	Ranuras	10155					
15	Superficie unitaria	0,066	m2				
16	Diámetro difusor	350mm/12"					
17	Conexión	NPT 3/4 "/ QCS					
18	Tº máx. del aire	100	° C				
19	SOTE	5	% x m				
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32	CONEXIONES						
33	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación			
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42						NOTAS	
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							



						EXTRACTOR CENTRÍFUGO	
REV.	0					AREA	900
FECHA	Abril'10					PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1					CLIENTE	-
APPR'V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.							
1	Item	CF-901	Cantidad	1			
2	Denominación	Extractor centrífugo					
3	Productos manipulados	Fluidos proceso, Fe(OH)3					
4	Posición	Horizontal					
5	Modelo	FP 600 2RS/M					
6	Marca	Pierálisi					
7							
8							
9	CARACTERÍSTICAS EQUIPO						
10	Potencia	15	kW				
11	Rotación máxima	4100	rev/min				
12	Fuerza centrífuga máx	3300	rev				
13	Relación de esbeltez	4,32	L/D				
14	Diámetro tambor	353	mm				
15	Caudal hidráulico	12000	l/h				
16	Longitud total	3000	mm				
17	Ancho total	1050	mm				
18	Altura total	1400	mm				
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32	CONEXIONES						
33	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación			
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42						NOTAS	
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							



						EXTRACTOR CENTRÍFUGO	
REV.	0					AREA	900
FECHA	Abril'10					PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1					CLIENTE	-
APPR'V						LOCALIZACIÓN	Castellbisball
REV.							
1	Item	CF-902	Cantidad	1			
2	Denominación	Extractor centrífugo					
3	Productos manipulados	Fluidos proceso, lodos					
4	Posición	Horizontal					
5	Modelo	Baby 1					
6	Marca	Pierálisi					
7							
8							
9	CARACTERÍSTICAS EQUIPO						
10	Potencia	5,5	kW				
11	Rotación máxima	5200	rev/min				
12	Fuerza centrífuga máx	3500	rev				
13	Relación de esbeltez	2,48	L/D				
14	Diámetro tambor	232	mm				
15	Caudal hidráulico	2500	l/h				
16	Longitud total	1700	mm				
17	Ancho total	785	mm				
18	Altura total	1090	mm				
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32	CONEXIONES						
33	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación			
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42					NOTAS		
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							

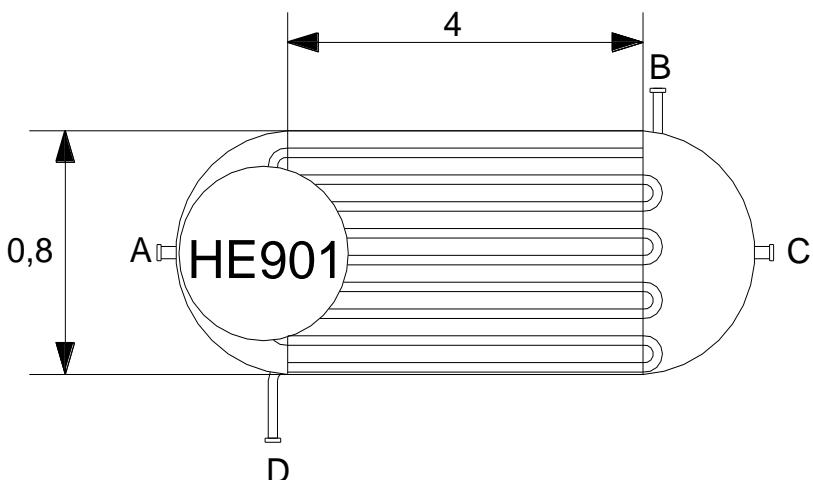


				INTERCAMBIADOR CALOR	
REV.	0			AREA	900
FECHA	Abril'10			PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1			CLIENTE	-
APPR'V				LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.					
1	Item	HE-901	CANTIDAD	1	
2	Denominación	Intercambiador de calor			
3	Posición	Horizontal			
4	DATOS DE DISEÑO				
5	Distribución intercambiador	Unidades	CARCASA		TUBOS
6			Entrada	Salida	Entrada Salida
7	Fluido		Agua de refrigeración		Agua a tratar
8	Caudal total	kg/s	153,4		26,59
9	Gas				
10	Líquido		153,4	153,4	26,59 26,59
11	Evaporado o condensado				
12	Temperatura entrada operación	°C	30		99
13	Temperatura salida operación	°C	40		41
14	Presión operación	atm	1		1
15	Densidad	kg/m³	1004	996	948,8 995,4
16	Viscosidad	kg/m·s	7,97E-04	6,51E-04	1,80E-04 5,80E-04
17	Peso molecular	g/mol	18	18	18,5 18,5
18	Calor específico	J/kg·°C	4224	4227	4188 4218
19	Calor latente	kJ/kg			
20	Conductividad térmica	W/m·K	0,6182	0,6315	0,68 0,6303
21	Velocidad	m/s	1,17		1,03
22	Número de pasos		1		6
23	Pérdida de carga	atm	0,29		0,024
24	Calor intercambiado	kW	6481		
25	Sobredimensionamiento	%	6,2		
26	DATOS DE CONSTRUCCION				
27	Presión diseño	atm	2		2
28	Temperatura diseño	°C	60		120
29	Material		AISI 304		AISI 304
30	Diámetro interno/espesor	mm	808/2		20\1
31	Longitud	m	4		3,95
32	Tipo de aislamiento/espesor	mm	ninguno		
33	Coeficiente global (W/m²·°C)	1590	Número de pantallas		4
34	Área de intercambio(m²)	154,29	Espacio pantallas(mm)		808
35	Número de tubos	624	DTML(°C)		28,57
36	Disposición	triangular	Peso equipo vacío (kg)		1346,44
37	Espaciado (mm)	25	Peso equipo operación (kg)		4134,33
38	CONEXIONES				
39	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación	
40	A	1	24"	Entrada a carcasa de agua de refrigeración	
41	B	1	6"	Entrada a tubos de agua a tratar	
42	C	1	24"	Salida de carcasa del agua de refrigeración	
42	D	1	6"	Salida de tubos del agua a tratar	
43					
44					
45					



INTERCAMBIADOR CALOR

REV.	0		AREA	900
FECHA	Abril'10		PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1		CLIENTE	-
APPR'V			LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.				
1	Item	HE-901	CANTIDAD	1
2	Denominación	Intercambiador de calor		
3	Unidades	Metros		
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				





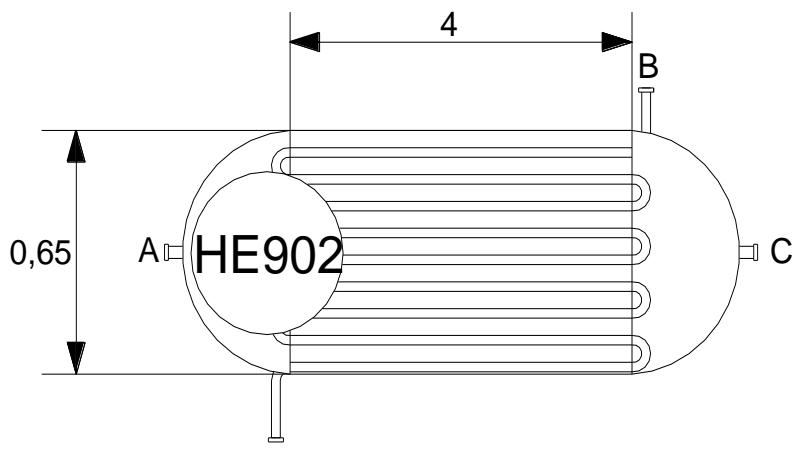
INTERCAMBIADOR CALOR

REV.	0		AREA	900
FECHA	Abril'10		PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1		CLIENTE	-
APPR'V			LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.				
1	Item	HE-902	CANTIDAD	1
2	Denominación	Intercambiador de calor		
3	Posición	Horizontal		
4		DATOS DE DISEÑO		
5	Distribución intercambiador	Unidades	CARCASA	TUBOS
6			Entrada Salida	Entrada Salida
7	Fluido		Agua de refrigeración	Agua a tratar
8	Caudal total	kg/s	87,95	14,97
9	Gas			
10	Líquido		87,95 87,95	14,97 14,97
11	Evaporado o condensado			
12	Temperatura entrada operación	°C	30	100
13	Temperatura salida operación	°C	40	41
14	Presión operación	atm	1	1
15	Densidad	kg/m³	1004 996	947,9 995,4
16	Viscosidad	kg/m·s	7,97E-04 6,51E-04	2,79E-04 5,80E-04
17	Peso molecular	g/mol	18 18	18,5 18,5
18	Calor específico	J/kg·°C	4224 4227	4197 4218
19	Calor latente	kJ/kg		
20	Conductividad térmica	W/m·K	0,6182 0,6315	0,68 0,6303
21	Velocidad	m/s	1,03	1,02
22	Número de pasos		1	6
23	Pérdida de carga	atm	0,24	0,027
24	Calor intercambiado	kW		3716
25	Sobredimensionamiento	%		4,1
26		DATOS DE CONSTRUCCION		
27	Presión diseño	atm	2	2
28	Temperatura diseño	°C	60	120
29	Material		AISI 304	AISI 304
30	Diámetro interno/espesor	mm	650/2	201
31	Longitud	m	4	3,95
32	Tipo de aislamiento/espesor	mm		ninguno
33	Coeficiente global (W/m²·°C)	1561,5	Número de pantallas	6
34	Área de intercambio(m²)	87,52	Espacio pantallas(mm)	650,6
35	Número de tubos	360	DTML(°C)	28,88
36	Disposición	triangular	Peso equipo vacío (kg)	799,85
37	Espaciado (mm)	25	Peso equipo operación (kg)	2539,04
38		CONEXIONES		
39	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación
40	A	1	24"	Entrada a carcasa de agua de refrigeración
41	B	1	4"	Entrada a tubos del agua a tratar
42	C	1	24"	Salida de carcasa del agua de refrigeración
42	D	1	4"	Salida de tubos del agua a tratar
43				
44				
45				



INTERCAMBIADOR CALOR

REV.	0		AREA	900
FECHA	Abril'10		PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1		CLIENTE	-
APPR'V			LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.				
1	Item	HE-902	CANTIDAD	1
2	Denominación	Intercambiador de calor		
3	Unidades	Metros		
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
41				
42				
43				
44				



			KETTLE-REBOILER			
REV.	0		AREA	900		
FECHA	Abril'10		PLANTA	Producción Acetaldehido		
POR	O-1		CLIENTE	-		
APPR'V			LOCALIZACIÓN	Castellbisbal		
REV.						
1	Item	KR-901	CANTIDAD	1		
2	Denominación	Evaporador				
3	Posición	Horizontal				
4	DATOS DE DISEÑO					
5	Distribución intercambiador	Unidades	CARCASA		TUBOS	
6			Entrada	Salida	Entrada	Salida
7	Fluido		Aqua a tratar		Vapor de agua	
8	Caudal total	kg/s	0,834		1,025	
9	Gas				1,025	
10	Líquido		0,834			
11	Evaporado o condensado					
12	Temperatura entrada operación	°C	100		213	
13	Temperatura salida operación	°C	100		213	
14	Presión operación	atm	1		20	
15	Densidad	kg/m³	947,9	0,589	9,031	839,6
16	Viscosidad	kg/m·s	2,79E-04	1,21E-05	1,60E-05	1,20E-04
17	Peso molecular	g/mol	18,2	18,2	18	18
18	Calor específico	J/kg·°C	4193	2124	3463	4576
19	Calor latente	kJ/kg	2254		1833	
20	Conductividad térmica	W/m·°K	0,68	2,44E-02	3,44E-02	0,654
21	Velocidad	m/s	10,5		7,4	
22	Número de pasos		1		6	
23	Pérdida de carga	atm	0,045		0,11	
24	Calor intercambiado	kW			1879	
25	Sobredimensionamiento	%			9	
26	DATOS DE CONSTRUCCION					
27	Presión diseño	atm	2		21	
28	Temperatura diseño	°C	150		263	
29	Material		AISI 304		AISI 304	
30	Diámetro interno/espesor	mm	495/2		302	
31	Longitud	m	3		2,95	
32	Tipo de aislamiento/espesor	mm	BX-Spintex 613-40 / 80			
33	Coeficiente global (W/m²·°C)	1635	Altura líquido (mm)		380	
34	Área de intercambio(m²)	11,25	Altura haz de tubos (mm)		330	
35	Número de tubos	42	DTML(°C)		112,4	
36	Disposición	triangular	Peso equipo vacío (kg)		170,78	
37	Espaciado (mm)	37,5	Peso equipo operación (kg)		457,59	
38	CONEXIONES					
39	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación		
40	A	1	2"	Entrada a carcasa del agua a tratar		
41	B	1	8"	Entrada a tubos de vapor da agua		
42	C	1	2"	Salida de carcasa del agua a tratar		
42	D	1	6"	Salida de tubos del vapor de agua		
43						
44						
45						

				KETTLE-REBOILER	
REV.	0			AREA	900
FECHA	Abril'10			PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1			CLIENTE	-
APPR'V				LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.					
1	Item	KR-901	CANTIDAD	1	
2	Denominación	Evaporador			
3	Unidades	Metros			
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33		3			
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
41					
42					
43					
44					



CONDENSADOR TOTAL

REV.	0		AREA	900
FECHA	Abril'10		PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1		CLIENTE	-
APPR'V			LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.				
1	Item	CT-901	CANTIDAD	1
2	Denominación	Condensador total		
3	Posición	Horizontal		
4	DATOS DE DISEÑO			
5	Distribución intercambiador	Unidades	CARCASA	TUBOS
6		Entrada	Salida	Entrada
7	Fluido		agua a tratar	Agua de refrigeración
8	Caudal total	kg/s	0,832	43,7
9	Gas		0,832	
10	Líquido			43,7
11	Evaporado o condensado			43,7
12	Temperatura entrada operación	°C	95	30
13	Temperatura salida operación	°C	95	40
14	Presión operación	atm	1	1
15	Densidad	kg/m³	9,031	839,6
16	Viscosidad	kg/m·s	1,60E-05	1,20E-04
17	Peso molecular	g/mol	18	18
18	Calor específico	J/kg·°C	3463	4576
19	Calor latente	kJ/kg	1833	
20	Conductividad térmica	W/m·°K	3,44E-02	0,654
21	Velocidad	m/s	10,21	2,68
22	Número de pasos		1	6
23	Pérdida de carga	atm	0,196	0,053
24	Calor intercambiado	kW		1846
25	Sobredimensionamiento	%		6,32
26	DATOS DE CONSTRUCCION			
27	Presión diseño	atm	2	2
28	Temperatura diseño	°C	263	105
29	Material		AISI 304	AISI 304
30	Diámetro interno/espesor	mm	706/2	50\1
31	Longitud	m	3	2,95
32	Tipo de aislamiento/espesor	mm	BX-Spintex 613-40 / 70	
33	Coeficiente global (W/m²·°C)	1329	Número de pantallas	5
34	Área de intercambio(m²)	81,92	Espacio pantallas(mm)	423
35	Número de tubos	222	DTML(°C)	776
36	Disposición	triangular	Peso equipo vacío (kg)	792,92
37	Espaciado (mm)	37,5	Peso equipo operación (kg)	3240,09
38	CONEXIONES			
39	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación
40	A	1	2"	Entrada a carcasa de agua a tratar
41	B	1	10"	Entrada a tubos de agua de refrigeración
42	C	1	2"	Salida de carcasa del agua a tratar
42	D	1	10"	Salida de tubos del agua de refrigeración
43				
44				
45				

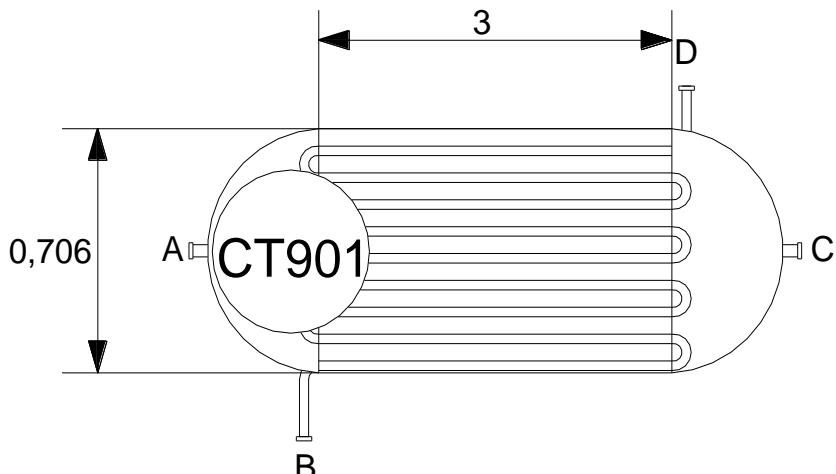


CONDENSADOR TOTAL

REV.	0		AREA	900
FECHA	Abril'10		PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1		CLIENTE	-
APPR'V			LOCALIZACIÓN	Castellbisbal

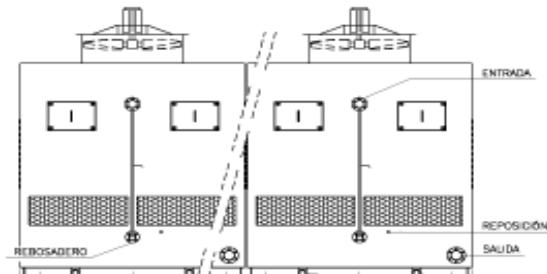
REV.

1	Item	CT-901	CANTIDAD	1
2	Denominación	Condensador total		
3	Unidades	Metros		
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				

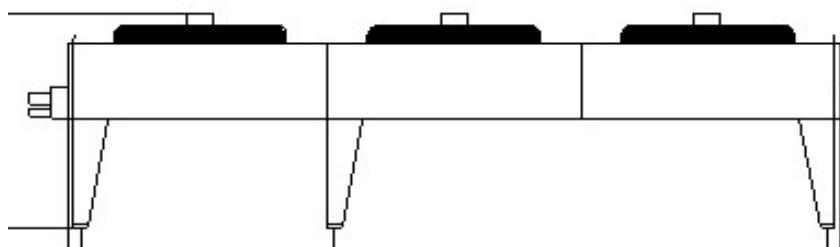


AREA 1000

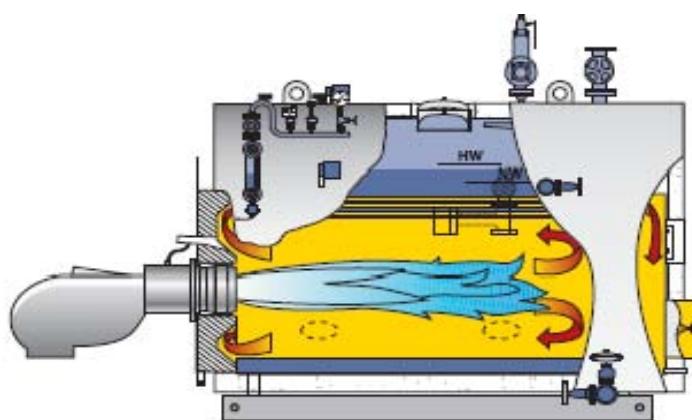
				TORRE DE REFRIGERACIÓN	
REV.	0			AREA	1000
FECHA	Abril'10			PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1			CLIENTE	-
APPR'V				LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.					
1	Item	TR-1001	CANTIDAD	5	
2	Denominación	Torre de refrigeración			
3	Posición	Horizontal			
4	Producto manipulado	Agua			
5	Empresa	Indumec			
6	Modelo	AX-129			
7	CARACTERÍSTICAS EQUIPO				
8	Volumen (m ³)	113,48			
9	Largo (m)	9,545			
10	Ancho (m)	3,01			
11	Alto (m)	3,95			
12	Peso equipo vacío (Kg)	6080			
13	Peso equipo operación (Kg)	16640			
14	Temperatura entrada (°C)	40			
15	Temperatura salida (°C)	30			
16	Capacidad enfriamiento (kW)	8401			
17	T. bulbo húmedo (°C)	24			
18	Potencia motor ventilador (kW)	60			
19	Nivel sonoro (dB)	80			
20	Material torre	acero galvanizado			
21	Material cuerpo inferior	acero inoxidable			
22	Material relleno	PVC			
23	Material separadores gotas	PVC			
24	Tipo ventilador	axial			
25	CONEXIONES				
26	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación	
27	A	1		Entrada torre	
28	B	1		Salida torre	
29	C	1	1/4"	Rebosadero	
30	D	1		Reposición	
31					
32					
33					
34					
35					
36				NOTAS	
37					
38					
39					
40					
41					
41					
42					
43					
44					



				CHILLER	
REV.	0			AREA	1000
FECHA	Abril'10			PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1			CLIENTE	-
APPR'V				LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.					
1	Item	CH-1001	CANTIDAD	8	
2	Denominación	Chiller			
3	Posición	Horizontal			
4	Producto manipulado	Agua			
5	Empresa	Novair-MTA			
6	Modelo	Phoenix			
7	CARACTERÍSTICAS EQUIPO			NOTAS	
8	Volumen (m ³)	62,79			
9	Largo (m)	12,2			
10	Ancho (m)	2,19			
11	Alto (m)	2,35			
12	Peso equipo operación (Kg)	10384			
13	Temperatura entrada (°C)	12			
14	Temperatura salida (°C)	7			
15	Potencia frigorífica (kW)	1536			
16	Potencia absorbida (kW)	505			
17	Máx. T ambiente (°C)	47			
18	Alimentación (V)	400+10%			
19	Nivel sonoro (dB)	70			
20	Tipo refrigerante	R407C			
21	Tipo de compresores	Semiherméticos de doble tornillo			
22	Tipo evaporador	Multitubular			
23	Tipo condensador	Por aire			
24	CONEXIONES				
25	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación	
26	A	1		Entrada chiller	
27	B	1		Salida chiller	
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					



				CALDERA	
REV.	0			AREA	1000
FECHA	Abril'10			PLANTA	Producción Acetaldehido
POR	O-1			CLIENTE	-
APPR'V				LOCALIZACIÓN	Castellbisbal
REV.					
1	Item	CV-1001	CANTIDAD	2	
2	Denominación	Caldera de vapor			
3	Posición	Horizontal			
4	Producto manipulado	Agua			
5	Empresa	LOOS International			
6	Modelo	UL-S			
7	CARACTERÍSTICAS EQUIPO			NOTAS	
8	Largo (m)	11,6			
9	Ancho (m)	4			
10	Alto (m)	4			
11	Capacidad de caudal (Kg/h)	1250-28000			
12	Tipo de caldera	pirotubular			
13	Presión de diseño (bar g)	Hasta 30			
14	Temperatura de diseño (°C)	Hasta 235			
15	Combustible	Gas natural			
16	Numero de pasos por tubos	3			
17	Ahorro energía con economizador	15%			
18	CONEXIONES				
19	Marca	Cantidad	Tamaño	Denominación	
20	A	1		Entrada agua	
21	B	1		Salida vapor	
22	C	1		Entrada combustible	
23	D	1		Entrada aire	
24	E	1		Salida gases	
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
41					
42					
43					
44					



3 CONTROL E INSTRUMENTACIÓN

Índice

3.1. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE CONTROL.....	3-1
3.1.1. Introducción	
3.1.2. Tipos de sistemas de control industrial	
3.1.4. Gestión y control de calidad	
3.2. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.....	3-6
3.2.1. Tipo de control	
3.2.2. Automatización del sistema de control	
3.2.3. Arquitectura de control	
3.2.4. Redes industriales	
3.3. NOMENCLATURA.....	3-19
3.3.1. Nomenclatura de los lazos	
3.3.2. Nomenclatura de instrumentación	
3.3.3. Descripción y diagramas de lazos de control	
3.4. INSTRUMENTACIÓN.....	3-119
3.4.1. Clasificación de los instrumentos del sistema de control	
3.4.2. Elementos primarios y elementos de transmisión	
3.4.3. Listado de elementos primarios	
3.4.4. Fichas de especificación de elementos primarios	
3.5. ELEMENTOS FINALES DE CONTROL.....	3-165
3.5.1. Listado de elementos finales de control	
3.5.2. Dimensionamiento de las válvulas de control	
3.5.3. Fichas de elementos finales de control	
3.5.4. Estaciones remotas de control	
3.5.5. Dimensionamiento de las estaciones remotas de control	
3.5.6. Recuento de señales por áreas.	

3.1. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE CONTROL

3.1.1. INTRODUCCIÓN

El óptimo diseño de las diferentes operaciones de una planta química marca en gran medida la eficacia y rendimiento final de todo el proceso en global. Pero si además de realizar un buen diseño de las diferentes operaciones unitarias del proceso, no se implementa una estructura adecuada para el control del proceso, la optimización en el diseño, la alta eficacia y gran rendimiento de las operaciones unitarias queda en un segundo plano.

Debido a ello es la gran importancia de realizar una buena estructura de control para las diferentes operaciones unitarias del proceso, que a la vez todas estas se implementan mediante un tipo de arquitectura de control

En este capítulo se describen las diferentes partes de la estructura del sistema de control, desde la descripción y caracterización de los elementos primarios y finales de control hasta la arquitectura de control utilizada para lograr implementar el sistema de control. Se realiza una descripción de las diferentes estrategias de llevadas a cabo para las diferentes zonas de la planta de producción de acetaldehído. Estrategias que son de gran importancia en las diferentes etapas de funcionamiento de la planta: puesta en marcha, operación y parada.

Además, para conseguir una implementación de los lazos de control del proceso, se establecerá una nomenclatura tanto para los lazos de control, como para los diferentes componentes del lazo de control, logrando así una buena descripción de los diagramas y lazos de control.

3.1.2. TIPOS DE SISTEMA DE CONTROL INDUSTRIAL

En el campo del control industrial se diferencian dos tipos de sistemas:

- **Sistema de Monitorización**

Tiene como objetivo capturar las señales para disponer de información del estado del proceso. No se controla el proceso, es decir, no existe actuación para modificar las condiciones. Se utilizan principalmente entradas, lectura de variables y alarmas. El tipo de señales que se capturan son: Encendido o apagador de una bomba, medición de caudal, temperatura y presión. Las salidas que tiene un sistema de monitorización son: alarmas, indicadores de caudal o cualquier otra variable medida, es decir corresponden a señales informativas y no de actuación. A continuación se presenta un diagrama típico de monitorización de un proceso industrial:

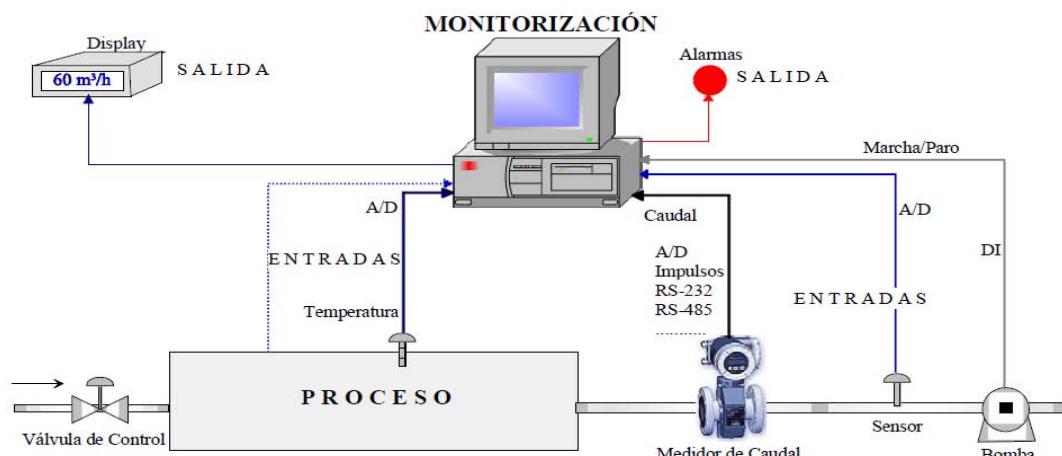


Figura 3-1. Esquema de monitorización de un proceso

- **Sistema de Control**

Se capturan las señales con objeto de controlar el proceso, es decir, mantener las variables dentro de los valores de consigna. Requiere de tres partes: variables, algoritmo de control y salida de señales de actuación hacia las variables de control.

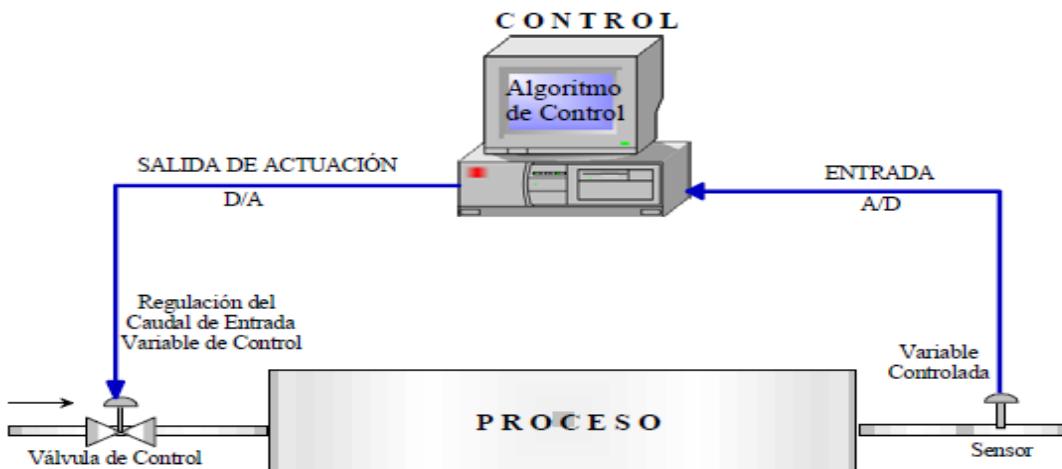


Figura 3-2. Esquema de control de un proceso

3.1.3. OBJETIVOS DEL SISTEMA DE CONTROL

La implementación del sistema de control para el proceso busca conseguir los siguientes objetivos generales, los cuales se consiguen mediante una serie de objetivos específicos.

a) Reducción significativa de costes económicos

- Reducción significativa de los costes de operación, debido a la optimización de las diferentes operaciones unitarias que comprenden el proceso.
- Reducción de inversión de mano de obra en tareas no especializadas, debido a la alta automatización de los diferentes elementos de la estructura de control.
- Reducción significativa de los costes de energía o potencia en los diferentes equipos que llevan a cabo la regulación de las operaciones unitarias.
- Reducción significativa de los costes asociados a la construcción de los equipos de las diferentes operaciones unitarias.

b) Cumplimiento de la legislación medioambiental de vertidos líquidos y gaseosos

- Minimización del impacto ambiental, debido a la instrumentación específica dentro de las zonas de tratamientos de líquidos y gases que permiten conocer con exactitud la cantidad y condiciones de los vertidos realizados.

c) Conseguir una óptima gestión de la calidad y de la producción

- Mejora en la calidad de los productos obtenidos, ya que se obtiene con un mayor grado de certeza y fiabilidad el producto especificado.

d) Mantener la integridad física de los trabajadores y de la planta.

- Mediante la implementación de diferentes accesorios que permitan informar al personal de una situación peligrosa, para que realicen una acción ya sea esta de prevención de un siniestro o de evacuación.
- Manteniendo dentro de los diferentes límites de especificación a las diferentes del proceso, asegurando así la integridad y óptimo funcionamiento del proceso.

En conclusión, mediante la implementación del sistema de control se busca obtener una alta productividad en el proceso químico. Consiguendo esta alta productividad y una buena gestión de la producción tienen como objetivo el de construir una planta de acetaldehído que sea rentable y atractiva para una posible inversión en ella.

3.1.4. GESTIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

El producto obtenido al final del proceso requiere cumplir una serie de especificaciones para cumplir ciertos requisitos de calidad.

Según el organismo internacional de estandarización (International Standards Organization), “La calidad es aquel conjunto de propiedades y

características de un producto o servicio que le confieren la aptitud de satisfacer unos requerimientos de un usuario o destinatario final”

Mediante la implementación del sistema de control es posible realizar un conjunto de actividades que, encadenadas secuencialmente, dan lugar a un producto de gran valor agregado, es decir mediante un proceso se obtienen unos “outputs” a partir de “inputs”, dichos “output” son de gran valor añadido.

Para conseguir la calidad del producto deseada es necesario que la planta posea una serie de directrices en los diferentes ámbitos de la planta. Además de realizar un control en el proceso, lo cuál ayuda ya de manera notable a la calidad del producto final, es necesario aplicar una estrategia específica de gestión de la calidad.

Para ello se utiliza como método de la gestión de la calidad, la gestión total de la calidad (TQM). Dicha técnica difiere del resto (control de calidad y la inspección de la calidad) en que la gestión total de la calidad posee un enfoque con mayor orientación al cliente que nada más a las características dichas del producto.

La gestión total de la calidad tiene como prioridad obtener un proceso de calidad y no solo un proceso que presente unos resultados satisfactorios a bajo coste, la TQM se basa en la prevención de posibles errores que puedan ocurrir en la planta, en vez una detección y posterior corrección, además la calidad es gestionada por cada uno de los miembros de la planta, de esta manera se obtiene un trabajo en continuo y en equipo, ayudando a obtener una estructura organizativa horizontal con un flujo de información en tiempo real y flexible.

La toma de decisiones es realizada por el totalidad del equipo de trabajo y cada integrante del equipo se mantiene motivado en la realización de sus tareas ya que la TQM plantea una dirección participativa en la organización del trabajo y no una organización Taylorista, en donde cada operario está especializado en una labor y nada más realiza dicha labor. El único aspecto en donde la TQM no se ve aplicada en nuestra planta de producción de

acetaldehído es en la gestión del inventario, ya que debido al tipo de proceso, es necesario tener un stock elevado de materias primas para asegurar la producción.

Además la planta posee un laboratorio manejada por un equipo multidisciplinario de profesionales, que siguiendo una serie de procedimientos normalizados de trabajo, realizan ensayos e investigan para mantener las diferentes etapas del proceso actualizadas.

3.2. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

3.2.1. TIPO DE CONTROL

A continuación se describen las diferentes estrategias de control implementadas en los diferentes lazos de control:

- **Control feedback ON/OFF**

El control ON/OFF se caracteriza por asignar a la señal de control uno de dos posibles valores correspondientes al estado ON y OFF. Para ello es necesario utilizar una actuador que permita dos valores posibles de actuación. Dicha estrategia de control resulta bastante intuitiva, es el tipo de control que un operario efectuará de forma manual (controlar el nivel de un deposito, actuando sobre una válvula ON/OFF que regula el caudal de salida del líquido). El control ON/OFF permite un seguimiento preciso de la referencia, pero debido a un gran esfuerzo sobre el actuador, por lo que no es recomendado colocarlo en procesos en que el actuador actúe continuamente para evitar el desgaste de este.

- **Control feed-back**

El control retroalimentado se basa en la medición de una variable controlada para realizar una posterior comparación con la consigna, determinando así el error entre ambas, obteniendo así la pertinente acción de control a aplicar sobre la variable manipulada. El control feed-back reduce los efectos del desconocimiento del proceso real (error proceso real-modelo o desconocimiento de la dinámica del sistema), además reduce el efecto de

perturbaciones externas desconocidas. Existen diferentes tipos de actuación sobre la variable manipulada, acción proporcional (P), acción integral (I) y acción derivativa (D).

• Acción Proporcional (P)

La descripción intuitiva es: “Cuanto más grande sea el error más grande ha de ser la acción de control, de forma proporcional” La acción proporcional es descrita mediante la constante K_c o ganancia del sistema que describe la magnitud del efecto de los cambios en la señal de control sobre la salida controlada. No depende de la magnitud del incremento ni del punto de partida. Este tipo de control no elimina el error en el estado estacionario aunque se puede reducir para un K_c alta obteniendo así una velocidad de respuesta elevada y un mayor riesgo de inestabilidad.

• Acción Integral (I)

De forma intuitiva: “Cuanto mas grande es el error acumulado, más grande ha de ser la acción de control, de forma proporcional”. Este tipo de control anula el error en el estado estacionario, siempre que el esquema en lazo cerrado sea estable. El parámetro T_i establece el tiempo que tarda el controlador en aumentar el valor de la señal de control en K_c unidades (repeticiones), frente a una entrada (señal de error) constante de valor 1. En controladores industriales este tipo de parámetro se expresa habitualmente en minutos por repetición. Mientras más pequeña sea T_i , más acción integral se implica dentro de la acción de control, obteniendo además una velocidad de respuesta más elevada, lo cual conlleva un riesgo de inestabilidad elevado, aunque se anula de manera más rápidamente el Offset.

• Acción Derivativa (D)

Intuitivamente: “Cuando más rápido crece el error, más grande ha de ser la acción de control a aplicar, de forma proporcional”. Dicha acción de control actúa nada más en el transitorio y no es posible utilizarlo como controlador independiente, es decir debe de ir asociado a un control P o I. La acción de control es conservadora, al actuar sobre la derivada del error y no sobre el valor del error, aunque el error sea grande, si este no crece tan de prisa, la

acción de control no será tan fuerte. Este tipo de control tiene como principal objetivo suavizar la forma de la respuesta del sistema: efecto estabilizador.

- **Control feed-forward**

El control anticipativo, se basa anticiparse a las perturbaciones que afectan directamente al proceso. Se aplica en los casos en que las perturbaciones que actúan sobre una variable son medibles, pero no controlar directamente mediante los actuadores de la planta.

La implementación de esta estrategia de control implica la incorporación de un sensor en la variable que provoca la perturbación y además el diseño de un nuevo controlador que asimile la dinámica del proceso y la forma en que la perturbación afecta a la salida del proceso. Este tipo de estrategia de control no se puede implementar siempre debido a que no todas las perturbaciones se pueden medir en origen, además la calidad del control depende altamente del modelo realizado de la planta.

- **Control ratio**

El control ratio es utilizado para asegurar que dos o más variables del proceso como dos flujos de materia mantienen la misma proporción, aunque su valor este cambiando.

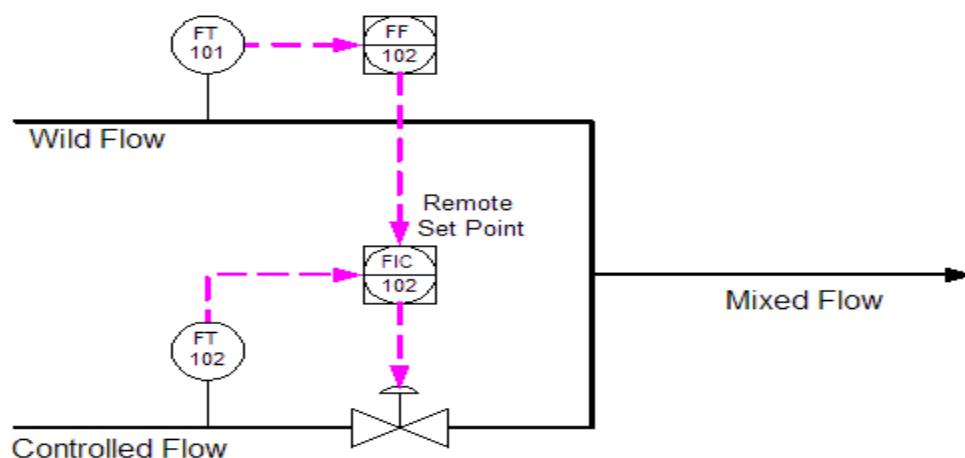


Figura 3-3. Ejemplo de control ratio

En la figura anterior se muestra un ejemplo del control ratio, en donde se muestran dos tipos de flujos, uno llamado “wild flow” o flujo libre y otro llamado “controlled flow” o flujo controlado. El flujo libre debe de estar controlado mediante otro lazo y el flujo controlado mediante una consigna que es igual al valor del flujo libre multiplicado por algún valor pre-determinado.

De las estrategias descritas anteriormente, el control ON/OFF se utiliza mayoritariamente en procesos donde la frecuencia de la actuación del actuador no es tan elevada, evitando así el desgaste del actuador. Específicamente es aplicado para controlar el nivel de los tanques de almacenamiento de etileno, en donde se utilizan sensores de nivel alto y de nivel bajo, siendo estas las posiciones que activan la actuación de la válvula de control.

El control feed-back es el que se encuentra con mayor frecuencia, a diferencia de el control feed-forward que se encuentra menos implementado debido a que requiere un mayor conocimiento de la dinámica del proceso y de la perturbación.

El tipo de actuación del controlador feed-forward viene dado en función del tipo de proceso que se desea controlar:

- **Controlador P**

Implementada para procesos en donde el error en el estado estacionario es permitido o para procesos que sean integradores puros.

- **Controlador PI**

Implementada para procesos que requieran una acción de control rápida y que no tengan un error en el estado estacionario, mayormente utilizada para el control del caudal, presión de un gas o control de nivel. Industrialmente es el tipo de control más implementado, un 75%, debido a que el controlador PI elimina el efecto indeseable de la acción derivativa, en presencia de ruido de alta frecuencia.

- **Controlador PID**

El controlador PID le da una robustez y velocidad en lazo cerrado. Es un tipo de control recomendado para el control de temperatura y de composición.

3.2.2. AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

A partir de las necesidades crecientes de los procesos continuos (problemas de regulación) y de procesos discontinuos (Secuencialización de las operaciones y problemas de regulación) surge la necesidad de la automatización de los procesos industriales.

Como automatización industrial se entiende al uso de técnicas y equipos para el gobierno de un proceso industrial de forma que este funcione de forma autónoma con poca o ninguna intervención humana.

Por lo tanto, mediante la introducción de un automatismo es posible operar el proceso o la planta completa en modo automático.



Figura 3-4. Ejemplo de operación en automático y operación manual

Para lograr la automatización del proceso o planta es necesario dividirlo en tres partes: Actuadores, proceso y sensores. Que en la siguiente figura se muestra la forma de cómo interactúan entre ellos.

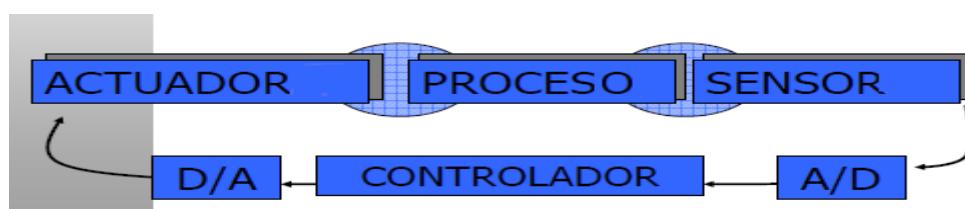


Figura 3-5. Interacción entre los diferentes elementos de un lazo de control

En la figura anterior, se observa como mediante los sensores ubicados en el proceso es enviada una señal al controlador, previa discretización de la señal analógica. Dicho controlador genera una señal de control digital, que es

enviada al elemento final de control, previa transformación de la señal digital a analógica, ya que en este caso se trata de un controlador digital. Esto se puede ver exemplificado en el siguiente esquema general de un sistema de control.

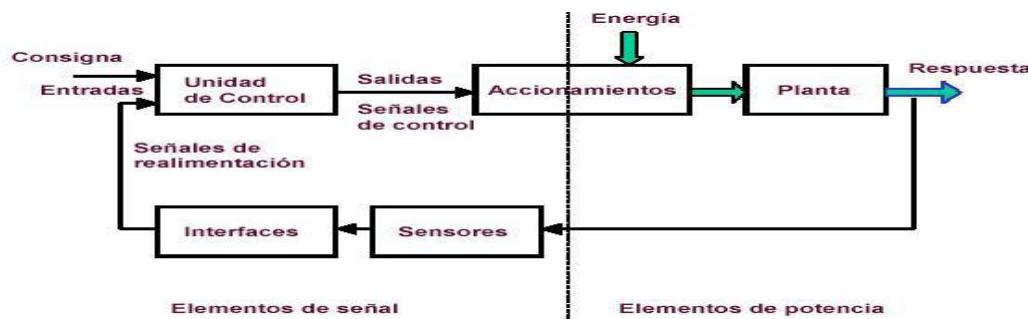


Figura 3-6. Diagrama general de un esquema de control

En el esquema anterior aparte de la planta o proceso es posible identificar:

- **Controlador:** es quien decide las operaciones a realizar en base a la información que obtiene desde el proceso. Tanto la información que recibe y las decisiones que toma son señales.
- **Sensores/Accionadores:** realizan la conversión de las magnitudes físicas en señales, ya sean desde o hacia el proceso.

Por lo tanto, para definir el tipo de señales con las que opera el sistema de control, es importante definir previamente el tipo de controlador a utilizar. En nuestro caso, se utiliza un controlador basado en tecnología digital.

A continuación se presenta un lazo de control por retroalimentación con un controlador digital:

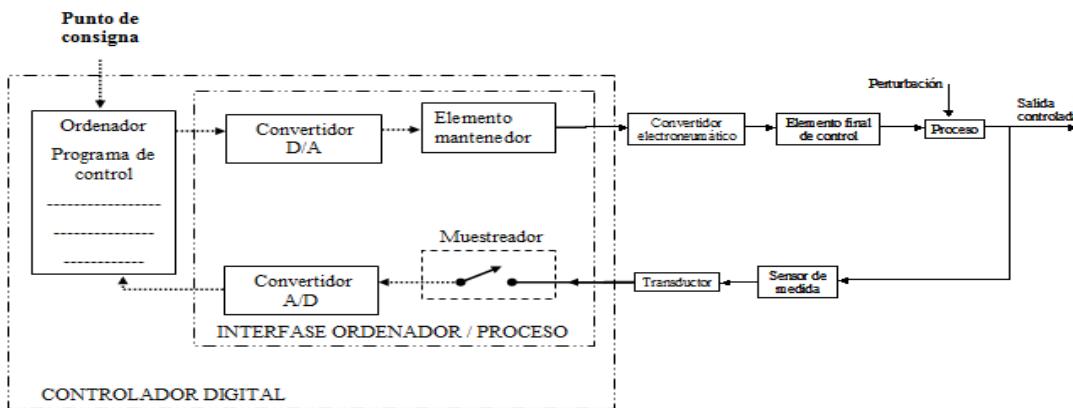


Figura 3-7. Diagrama de un lazo de control utilizando un controlador digital

El control digital que se muestra en la figura anterior, esta formado por dos partes, diferenciadas por el tipo de señal que actúa en cada una de ellas, siendo esta en la que se realiza un mayor énfasis, ya que la segunda parte se describen a lo largo de la presentación del sistema de control de la planta.

La primera parte del lazo de control por retroalimentación mediante un controlador digital consiste en el controlador digital en si, el cual esta conformado por:

- **Muestreador**

A partir de un tiempo de muestreo “ h ”, realiza una discretización en el tiempo de la señal continua. Durante el muestreo las señales analógicas en tiempo continuo se remplazan por una secuencia de números proporcionales al valor de la señal en el instante de muestreo, esta tarea es realizada por el convertidor A/D.



Figura 3-8. Esquema de un muestreador para la discretización de una señal

- **Convertidor A/D**

Un convertidor A/D toma un voltaje de entrada y después de un tiempo produce un código de salida digital que representa la entrada analógica. El proceso de conversión A/D es generalmente más complejo y largo que el proceso D/A, además la mayoría de convertidores A/D utilizan un convertidor D/A como parte de sus circuitos.

En la siguiente figura se observa de forma esquemática la conversión de una señal continua a discreta:

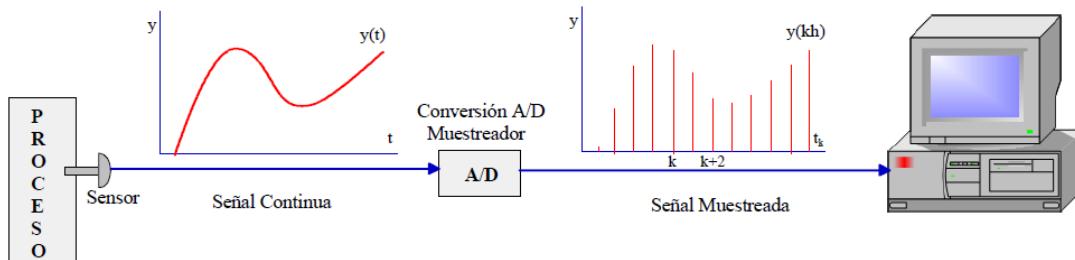


Figura 3-9. Conversión de una señal continua a discreta.

- **Controlador: Ordenador o PLC:** Dispositivo que recibe las señales desde del proceso, la compara con la consigna y ejercen una acción correctiva de acuerdo a la desviación.
- **Convertidor D/A:** realiza el proceso de tomar un valor representado en código digital (código binario o BCD) y convertirlo en un voltaje o corriente que sea proporcional al valor digital.
- **Elemento mantenedor:** Realiza la reconstrucción de la señal analógica a partir de la señal digital obtenida mediante el controlador.

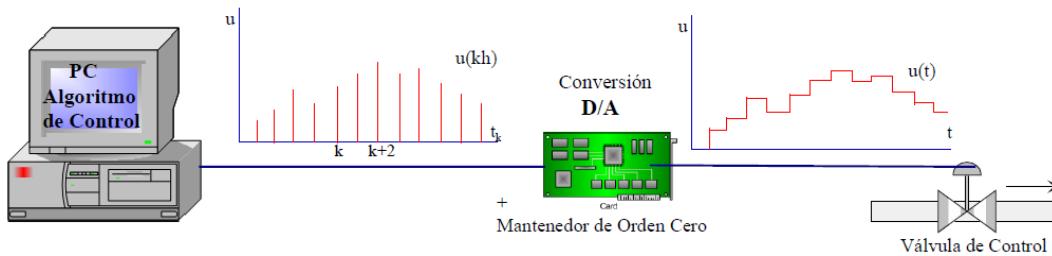


Figura 3-10. Conversión de una señal discreta a continua

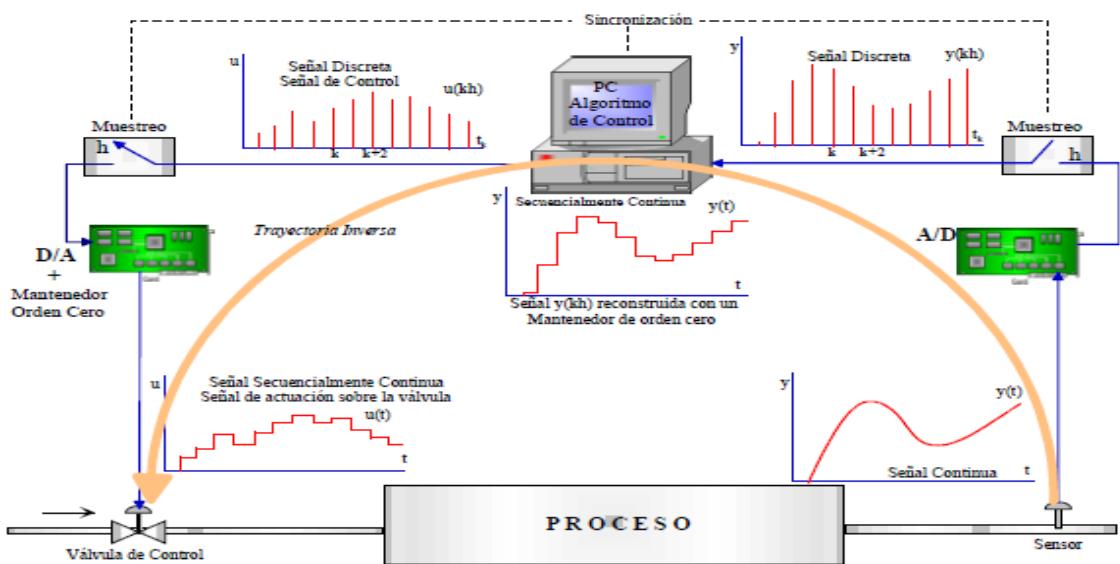


Figura 3-11. Señales continuas y discretas en un control digital de un proceso.

Una vez definido el funcionamiento del controlador digital, se procederá a presentar la arquitectura implementada para el sistema de control.

3.2.3. ARQUITECTURA DE CONTROL

La arquitectura de un sistema de control puede clasificarse según los siguientes puntos de vista:

Según los elementos utilizados para implementarla la arquitectura puede ser Homogénea o heterogénea. Y según la morfología de las interconexiones puede ser: centralizada, descentralizada, distribuida e híbrida.

La elección del tipo de arquitectura de nuestro sistema de control se ha basado en la segundo tipo de clasificación de arquitecturas y el tipo de arquitectura. A continuación se realiza una breve presentación de la arquitectura centralizada para posteriormente poder compararla con la arquitectura distribuida.

- **Control centralizado:** Compuesto por un ordenador, un interfaz de proceso y una estación de operador (interfaz de operación). La principal ventaja de este tipo de arquitectura es que facilita el flujo de información, y hace posible que los objetivos de optimización global del proceso puedan ser alcanzados, pero tiene la desventaja que depende de la fiabilidad de un solo ordenador.
- **Control distribuido:** Permite la comunicación entre cada controlador de proceso (comunicación horizontal) de las diferentes unidades de control que llevan a cabo las tareas. En caso de avería o sobrecarga de trabajo, este tipo de arquitectura permite transferir todo o parte de las tareas a otra unidad de control. Lo cual requiere que los diferentes elementos asociados a las unidades de control, sean capaces de interactuar y comunicarse con el resto de unidades.

La idea de poder hacer un by-pass a las unidades con problemas permite evitar los bloqueos de la planta (paralización de la planta) pero por otra parte como se comentaba anteriormente, se exige que los diferentes controladores tengan una asignación dinámica de las tareas y por tanto una gran comunicación de acceso a la comunicación y tratamiento de la información.

La desventaja de este tipo de arquitectura es la disminución de la velocidad debido a retardos y posibles desbordamientos en los procesamientos de datos en cada nivel y falta de flujo de información directa entre controladores.

A continuación se presenta una tabla comparativa entre ambos tipos de arquitecturas:

Tabla 3-1. Comparación entre arquitectura centralizada y arquitectura distribuida

Arquitectura	Centralizada	Distribuida
Tipo de control predominante	Supervisorio	Regulatorio
Tipos de variables	Desacopladas	Acopladas
Área de acción	Áreas geográficamente distribuidas	Áreas de la planta
Unidades de adquisición de datos y control	Remotas, PLCs.	Controladores de lazo, PLCs.
Medios de comunicación	Radio, satélite, líneas telefónicas, conexión directa, LAN, WAN.	Redes de área local, conexión directa.
Base de datos	Centralizada	Distribuida

El motivo principal por el cual la arquitectura centralizada no resulta conveniente para un proceso como el nuestro es que este tipo de arquitectura no resulta fiable al ya que todo el sistema de control estaría bajo el mando de una unidad lo cual resulta bastante arriesgado debido al tipo de operaciones que se llevan a cabo.

La arquitectura distribuida requiere que puedan identificarse los grupos de procesos o áreas funcionales con un grado de independencia entre ellas, lo cual se ha conseguido en el momento de la designación de las diferentes áreas de la planta.

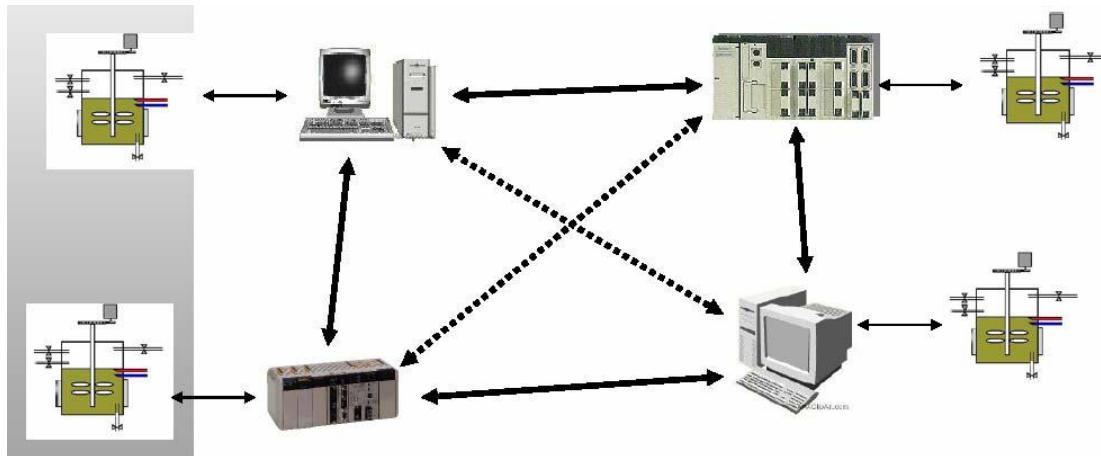


Figura 3-12. Esquema ilustrativo de arquitectura distribuida

Este tipo de arquitectura presenta como ventaja que es cada unidad funcional resulta más sencilla y de esta manera las unidades de control también.

Otro punto a destacar es la independencia entre unidades de control, lo cual hace más segura la planta, es decir si falla una unidad de control esto no implica parar toda la instalación de control.

Como desventajas la arquitectura de control requiere que las unidades de control sean capaces de soportar las comunicaciones y el diseño de un modelo de intercomunicación, además de la identificación de procesos autónomos.

A continuación se realiza una breve descripción de las características que deben de tener estas redes de controladores para poder operar en el ambiente de planta.

3.2.4. REDES INDUSTRIALES

Las redes de datos se diferencian en gran medida a las redes informáticas en que estas últimas trabajan en un entorno de funcionamiento hostil, deben de ser lo suficientemente robustas para soportar golpes, atmósferas agresivas, radiaciones, ruido eléctrico y otras perturbaciones típicas de la operación en planta. Además del entorno hostil, deben de ser capaces de trabajar con restricciones temporales, ya que las redes industriales comunican elementos de control con requisitos con tiempo máximo de entrega de mensajes, esquemas de prioridades y índices elevados de disponibilidad.

Otra característica es de las redes industriales es que deben de tener una arquitectura abierta que permita la interconexión de elementos de distintos proveedores sin problemas.

A continuación se presenta la estructurización jerárquica de las redes industriales dentro de una planta:

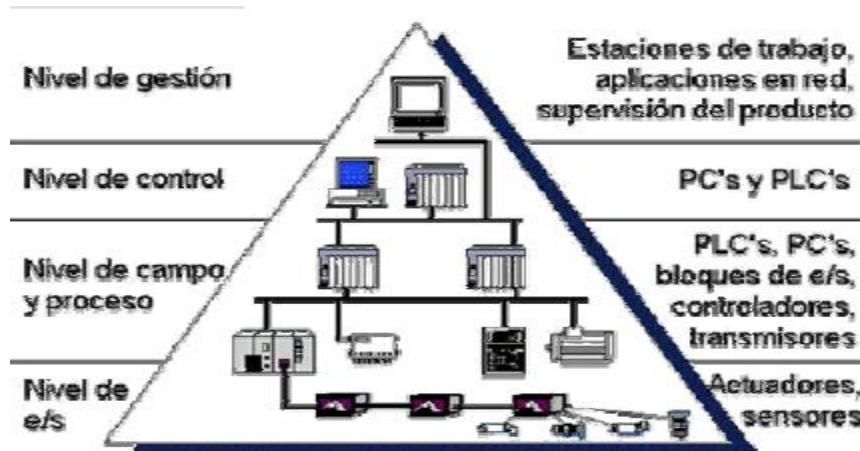


Figura 3-13. Estructura jerárquica de las redes industriales en una planta

Nivel Entradas/Salidas: nivel de acción directa sobre el proceso productivo, en donde se encuentran los sensores, actuadores y Buses de campo como: PROFIBUS, fieldbus, etc.

Nivel de campo y proceso: Realiza supervisión de las unidades de proceso, estableciendo relaciones entre lazos de un mismo sector.

Nivel de control: Realiza tareas de monitorización y supervisión (no de control). Los elementos presentes en este nivel son: PLCs, PCs, terminales de visualización, sistemas SCADA.

Nivel de gestión: Realiza la supervisión de la producción y monitorización de aquellos puntos de la planta deseados, además de dar las instrucciones de control a aplicar en el nivel E/S.

3.3. NOMENCLATURA

3.3.1. NOMENCLATURA DE LOS LAZOS

Para denominar los elementos que componen los diversos lazos de control se utilizan tres términos separados mediante guiones, a continuación se especifica el significado de cada uno de los términos.

- Primer término: correspondiente a las letras que identifican el tipo de instrumento de control. En la tabla 3-2 se presentan las variables controladas y la nomenclatura designada para cada una de ellas.
- Segundo término: corresponde a las letras que hacen referencia al equipo sobre el que se lleva a cabo el control.
- Tercer término: corresponde al número de lazo del equipo.

Ejemplo:

P-R301-1

Este código hace referencia al control de presión del reactor R301, siendo este el primer control que se realiza sobre este equipo.

Tabla 3-2. Nomenclatura para las variables controladas

VARIABLE CONTROLADA	NOMENCLATURA
Temperatura	T
Caudal	F
Nivel	L
Presión	P
Concentración	A
Velocidad	S
Relación	R

3.3.2. NOMENCLATURA DE INSTRUMENTACIÓN

La nomenclatura utilizada en instrumentación es común a la utilizada en la designación de los lazos de control. El término que varía es el primero, que indica el tipo de instrumento que se utilizará y la variable que controla el lazo. En la tabla 3-3 se recogen los tipos de instrumentos y la nomenclatura utilizada

Ejemplo:

LCV-R301-2

Este código hace referencia a la válvula de control de nivel que forma parte del segundo lazo de control que tiene el reactor R-301

Tabla 3-3. Nomenclatura para la instrumentación

TIPO DE INSTRUMENTO	NOMENCLATURA
Elemento medidor / Sensor	E
Indicador	I
Transmisor	T
Transmisor/Indicador	IT
Válvula de control	CV
Válvula todo o nada	HV
Switch	S
Alarma de alta	HA
Alarma de baja	LA
Válvula de tres vías	Z
Relé	Y
Transmisor de proporciones	F

3.2.3. DESCRIPCIÓN Y DIAGRAMAS DE LAZOS DE CONTROL

A continuación se presenta un listado de los diferentes lazos de control para cada una de las áreas, además de la explicación de cada uno de los lazos de control empleando un diagrama del lazo de control.

Para aquellos lazos en que el diagrama del lazo de control sea repetido se referencia dicho lazo al lazo análogo, de esta manera se evita repetir diagramas de lazos de control.

Por lo tanto inicialmente se muestra una tabla en donde aparecen todos los lazos de control, luego la descripción de cada lazo de control y posteriormente el diagrama del lazo de control.

LAZOS ÁREA 100

Equipo	Variable controlada	Variable manipulada	Tipo de lazo	Nº de Lazo
V-101	Nivel	Caudal de entrada	ON-OFF	L-T101-1
V-102	Nivel	Caudal de entrada	ON-OFF	L-T102-1
V-103	Nivel	Caudal de entrada	ON-OFF	L-T103-1
V-104	Nivel	Caudal de entrada	ON-OFF	L-T104-1
V-105	Nivel	Caudal de entrada	ON-OFF	L-T105-1
V-106	Nivel	Caudal de entrada	ON-OFF	L-T106-1
V-107	Nivel	Caudal de entrada	ON-OFF	L-T107-1
V-108	Nivel	Caudal de entrada	ON-OFF	L-T108-1
V-109	Nivel	Caudal de entrada	ON-OFF	L-T109-1
V-110	Nivel	Caudal de entrada	ON-OFF	L-T110-1
V-101	Nivel	Caudal de salida	ON-OFF	L-T101-2

Equipo	Variable controlada	Variable manipulada	Tipo de lazo	Nº de Lazo
V-102	Nivel	Caudal de salida	ON-OFF	L-T102-2
V-103	Nivel	Caudal de salida	ON-OFF	L-T103-2
V-104	Nivel	Caudal de salida	ON-OFF	L-T104-2
V-105	Nivel	Caudal de salida	ON-OFF	L-T105-2
V-106	Nivel	Caudal de salida	ON-OFF	L-T106-2
V-107	Nivel	Caudal de salida	ON-OFF	L-T107-2
V-108	Nivel	Caudal de salida	ON-OFF	L-T108-2
V-109	Nivel	Caudal de salida	ON-OFF	L-T109-2
V-110	Nivel	Caudal de salida	ON-OFF	L-T110-2

Lazo L-V-101: Control de nivel a V-101

Objetivo:

Mantener el nivel de los tanques de almacenamiento de etileno durante la carga.

Para ello se utiliza un control ON/OFF, que consiste en cerrar la válvula de alimentación cuando este alcance el nivel máximo, dejando así de llenarlo y dando paso o no al llenado de otro tanque de almacenamiento.

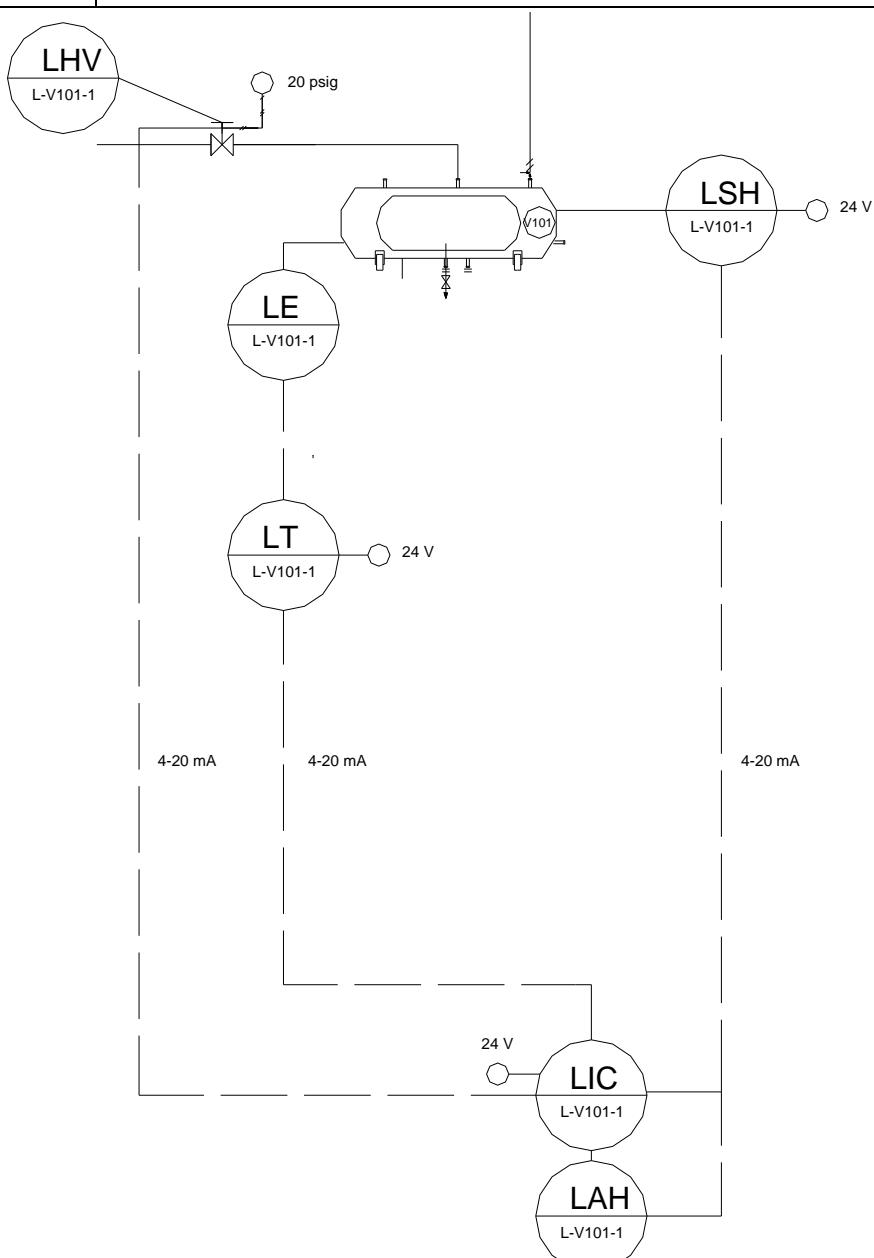
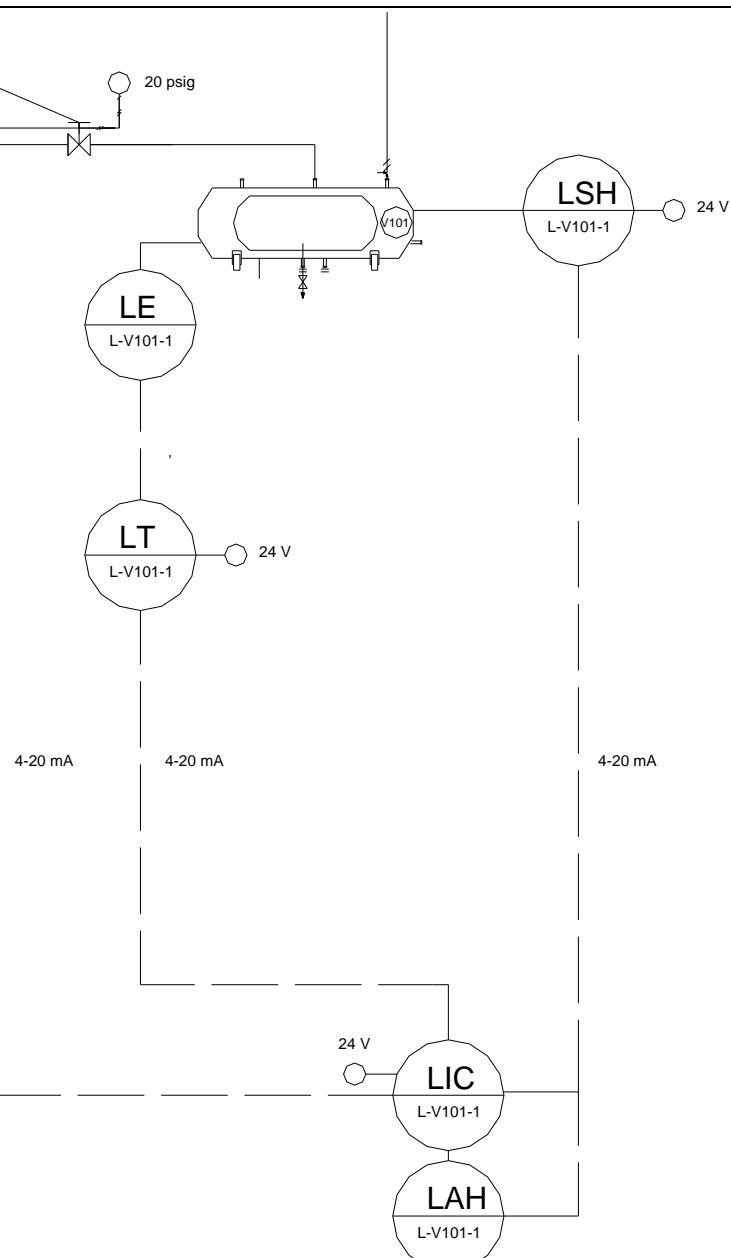
Mientras la válvula que permite el paso hacia el tanque que se está llenando está abierta, la válvula de tres vías que se encuentra justo antes del tanque que se está llenando está cerrada, impidiendo el paso hacia el resto de tanques.

Una vez el nivel del tanque que se está llenando ha llegado al nivel máximo, tanto el sensor de nivel alto activa la alarma y como el medidor de nivel envían una señal al controlador para cerrar la válvula de alimentación y una señal a la válvula de tres vías, abriéndola y permitiendo el llenado de otro tanque.

Caracterización del lazo:

- Ítem: V-101/V-110
- Variable controlada: Nivel de líquido en el tanque.
- Variable manipulada: Caudal de entrada en el tanque.
- Set-point: Nivel máximo establecido en el tanque.
- Método de control : ON-OFF

Lazos Análogos: -

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: L-T101-1 Proyecto no: 1 Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal	Área: 100 Preparado por : esAAcle Fecha: 17/06/10 Hoja: 1/1
	LAZOS ANALOGOS De L-T101-1 A L-T110-1	COMPONENTES DEL LAZO		
		LT-T101-1 Transmisor de nivel LAH-T101-1 Alarma de nivel alto LSH-T101-1 Sensor de nivel alto LVH-T101-1 Válvula automática de nivel LE-T101-1 Sensor de nivel LZV-T101 Válvula automática de tres vías		
				
CAMPO CONEXIONES CAMPO-PANEL PANEL	PROCESO			
		LHV L-V101-1 20 psig LE L-V101-1 24 V LT L-V101-1 24 V LIC L-V101-1 24 V LAH L-V101-1 4-20 mA	20 psig 24 V 24 V 24 V 4-20 mA	LSH L-V101-1 24 V LZV-T101 4-20 mA V101 4-20 mA
	UNIDAD DE CONTROL INTERIOR	4-20 mA	4-20 mA	4-20 mA

Lazo L-V101-2-V110-2: Control de nivel a V-101

Objetivo:

Automatizar la operación de descarga de los tanques de almacenamiento de etileno.

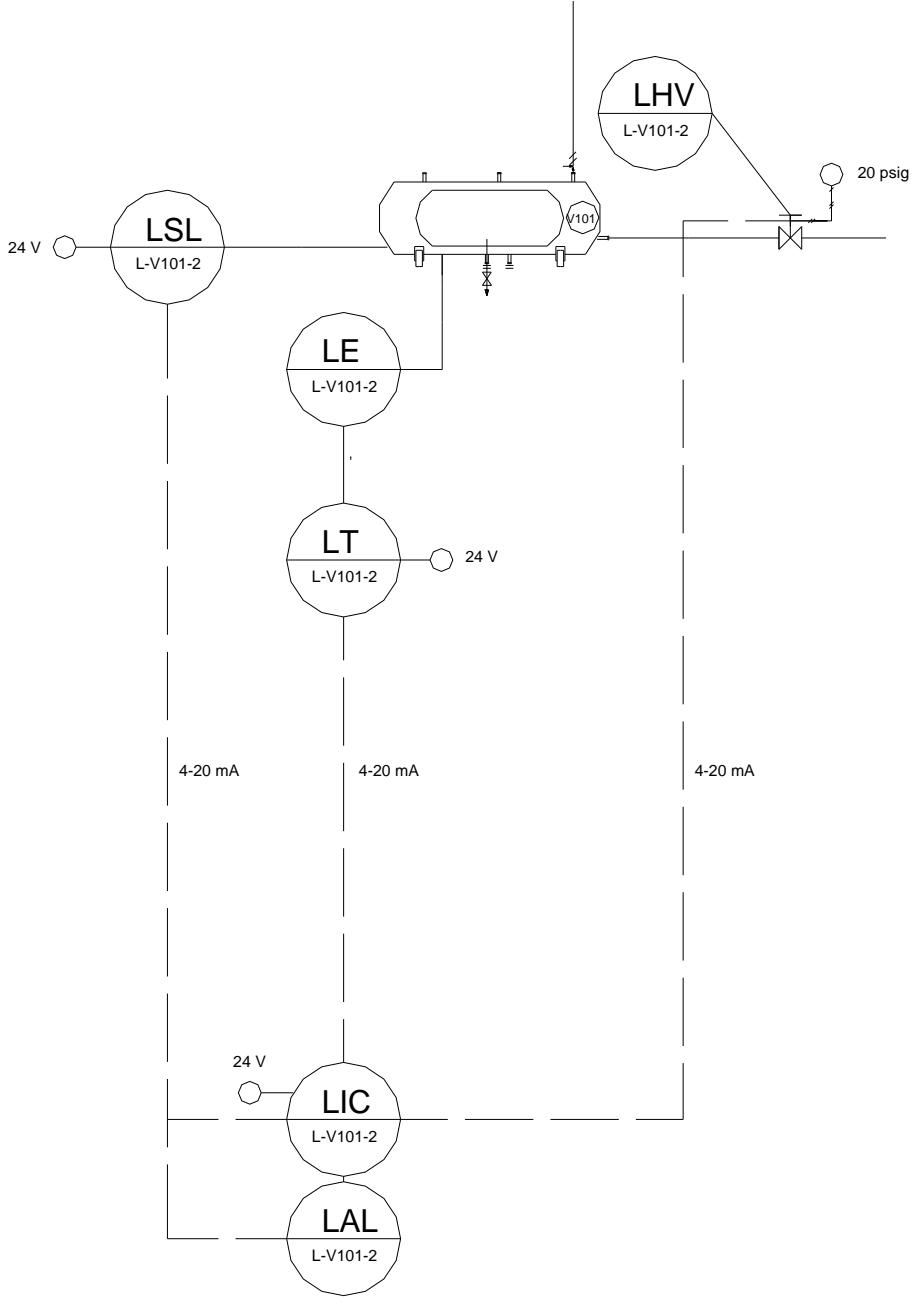
Para ello se utiliza un sensor de nivel bajo el cuál se activa cuando el nivel del tanque le deja al descubierto, enviando así una señal a la válvula todo o nada ubicada en la conducción de salida del tanque.

Además del sensor de nivel bajo también hay un sensor de nivel continuo que también envía una señal a la válvula todo o nada cuando el nivel ha llegado al valor de la consigna.

Caracterización del lazo:

- Ítem: V-101/V-110
- Variable controlada: Nivel de líquido en el tanque.
- Variable manipulada: Caudal de salida en el tanque.
- Set-point: Nivel mínimo establecido en el tanque.
- Método de control : ON-OFF

Lazos Análogos: -

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: L-V101-2 Proyecto no: 1 Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal	Área: 100 Preparado por : esAAcle Fecha: 17/06/10 Hoja: 1/1
	LAZOS ANALOGOS De L-V101-2 A L-V110-2	COMPONENTES DEL LAZO		
			LT-V101-2 Transmisor de nivel LAL-V101-2 Alarma de nivel bajo LSL-V101-2 Switch de nivel bajo LVC-V101-2 Válvula automática de nivel LE-V101-2 Sensor de nivel LIC-V101-2 Controlador indicador de nivel	
CAMPO CONEXIONES CAMPO-PANEL	PROCESO UNIDAD DE CONTROL			
PANEL FRONTAL	INTERIOR			

LAZOS ÁREA 200

Equipo	Variable controlada	Variable manipulada	Tipo de lazo	Nº de Lazo
KR-401	Nivel	Presión	ON/OFF	L-KR401-1
KR-401	Flujo	Caudal de entrada	feed-back	F-KR401-2
CO-201A/B	Flujo	Velocidad de giro	feed-back	F-CO201A/B-1
HE-201	Temperatura	Caudal de agua	feed-back	T-HE201-1
R-201	Nivel	Flujo de salida	ON/OFF	L-R201-1
R-201	Temperatura	Caudal de agua	feed-back	T-R201-2
R-201	Flujo	Proporción componentes	Control ratio	F-R201-3

Lazo L-KR401-1: Control de nivel a KR-401-A/B

Objetivo:

Mantener el nivel del kettle reboiler dentro de los rangos de nivel máximo y nivel mínimo.

Para ello se utiliza un control ON/OFF, que consiste en cerrar la válvula de alimentación de etileno cuando este alcance el nivel máximo, dejando así de entrar alimentación fresca.

El etileno entra en forma líquida a la carcasa del reboiler, y al calentarse se expande en forma gaseosa.

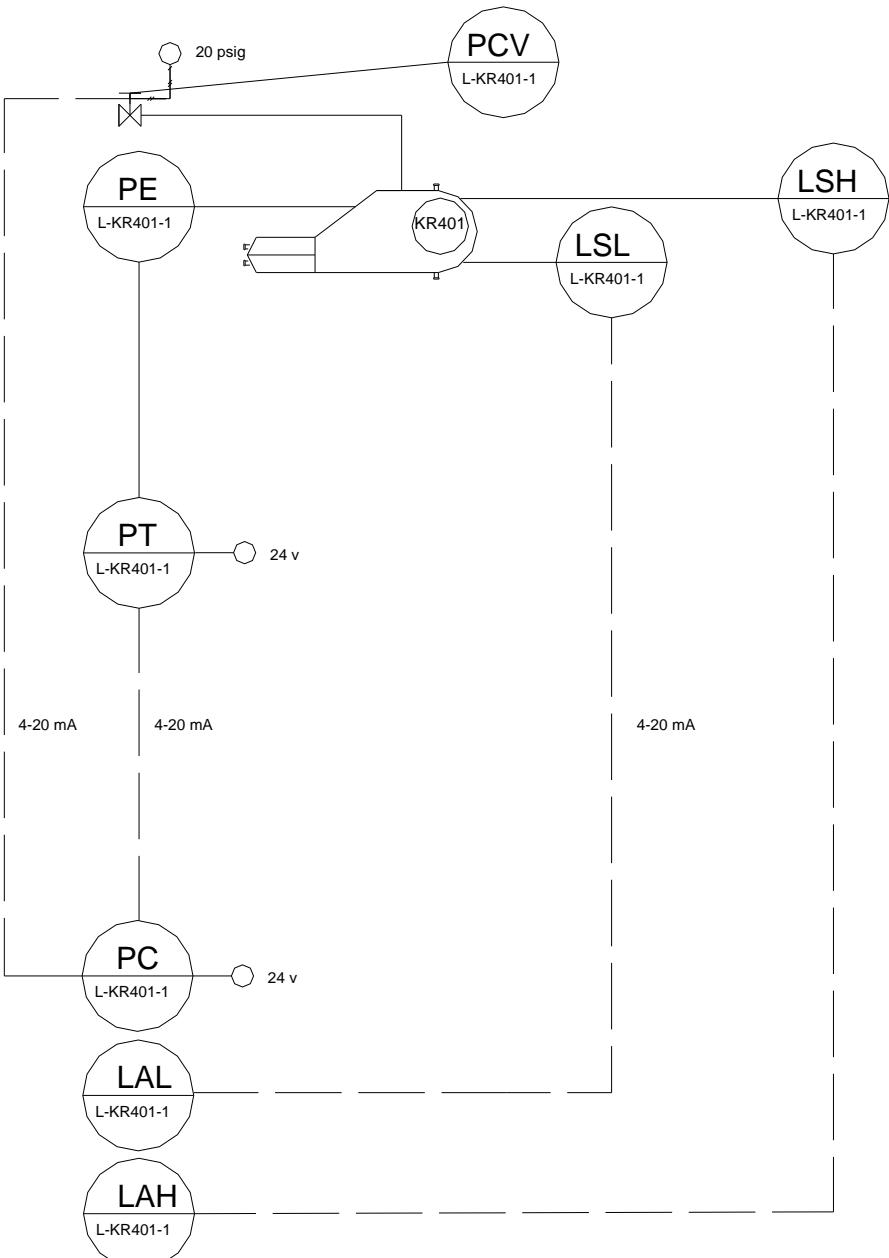
La magnitud que se manipula es la presión de la carcasa, y si es demasiado elevada quiere decir que se ha evaporado mucha cantidad de etileno, por lo que el nivel es bajo y se debe de abrir más la válvula.

Existen alarmas de nivel, tanto para nivel alto como para nivel bajo, y también sus respectivos sensores.

Caracterización del lazo:

- Ítem: KR-201-A/B
- Variable controlada: Nivel en la carcasa del reboiler.
- Variable manipulada: Presión en la carcasa del reboiler.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el tanque.
- Método de control : ON-OFF

Lazos Análogos: L-KR801-1, L-KR901-1

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: L-KR401-1 Proyecto no: 1	Área: 200
	Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal		Preparado por: esAACle	
			Hoja: 1/1	Fecha: 17/06/10
LAZOS ANALOGOS L-KR801-1 L-KR901-1		COMPONENTES DEL LAZO		
		PE-KR401-1 Sensor de presión PT-KR401-1 Transmisor de presión PC-KR401-1 Controlador de presión PCV-KR401-1 Válvula automática de presión LT-KR401-1 Transmisor de nivel LAH-KR401-1 Alarma de nivel alto LSH-KR401-1 Switch de nivel alto LSL-KR401-1 Switch de nivel bajo LAL-KR401-1 Alarma de nivel bajo		
CAMPO PANEL	PROCESO CONEXIONES CAMPO-PANEL			
FRONTAL INTERIOR	UNIDAD DE CONTROL			

Lazo F-KR401-2: Control de flujo a KR-401-A/B

Objetivo:

Mantener constante el flujo de la mezcla gaseosa que se recircula hacia el reactor.

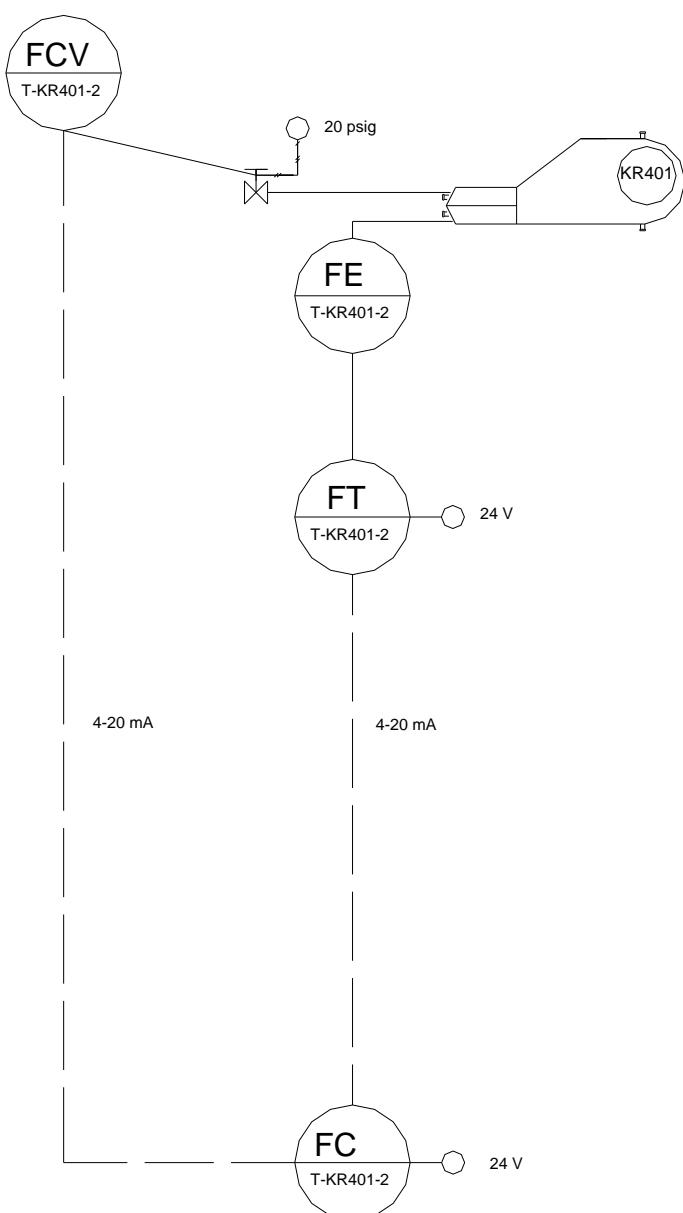
El control es de tipo feed-back, se mide el flujo a la salida del los tubos del reboiler, y ésta señal hace abrir o cerrar la válvula de control que está situada a la entrada.

Si el flujo a la salida de los tubos es demasiado alto, se cierra la válvula con el fin de que entre menos mezcla gaseosa de recirculación.

Caracterización del lazo:

- Ítem: KR-201-A/B
- Variable controlada: Flujo a la salida en los tubos del reboiler.
- Variable manipulada: Caudal de entrada en los tubos del reboiler.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: -

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: F-KR401-2 Proyecto no: 1 Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal	Área: 200 Preparado por: esAAcle Fecha: 17/06/10 Hoja: 1/1									
LAZOS ANALOGOS		COMPONENTES DEL LAZO FE-KR401-2 Sensor de temperatura FT-KR401-2 Transmisor de temperatura FIC-KR401-2 Controlador indicador de temperatura FCV-KR401-2 Válvula de control de temperatura											
													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CAMPO</th> <th>PROCESO</th> <th>UNIDAD DE CONTROL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PANEL</td> <td>CONEXIONES CAMPO-PANEL</td> <td>INTERIOR</td> </tr> <tr> <td>FRONTAL</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			CAMPO	PROCESO	UNIDAD DE CONTROL	PANEL	CONEXIONES CAMPO-PANEL	INTERIOR	FRONTAL				
CAMPO	PROCESO	UNIDAD DE CONTROL											
PANEL	CONEXIONES CAMPO-PANEL	INTERIOR											
FRONTAL													

Lazo F-CO201A/B-1: Control de flujo a CO-201A/B

Objetivo:

Mantener constante el flujo de oxígeno que entra al reactor.

El control es de tipo feed-back, se mide el flujo de oxígeno a la salida del compresor con un medidor. Mediante un relé eléctrico, se cambia la magnitud del set-point del flujo a una relacionada de velocidad de giro del motor centrífugo que posee cada compresor.

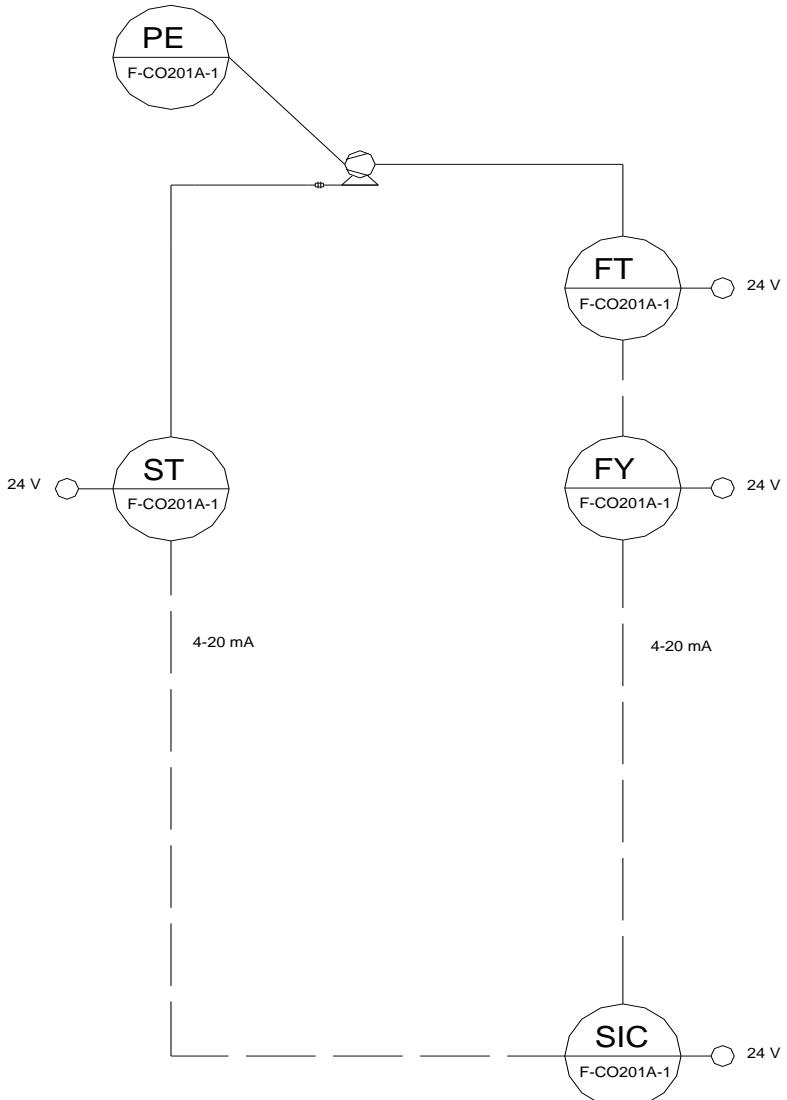
Si el flujo es menor que el deseado se activa el relé y aumenta la velocidad de giro del compresor.

Cada compresor tiene un medidor de presión.

Caracterización del lazo:

- Ítem: CO-201A/B
- Variable controlada: Flujo de oxígeno que entra al reactor.
- Variable manipulada: Velocidad de giro del compresor.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: F-CO401A/B-1, F-CO501-A/B, F-CO502-A/B.

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: F-CO201A/B-1 Proyecto no: 1	Área: 200	
	Planta: Producción de acetaldehído		Preparado por: esAAcle		
	Ubicación: Castellbisbal		Fecha: 17/06/10 Hoja: 1/1		
LAZOS ANALOGOS F-CO401A/B-1 F-CO501A/B-1 F-CO502A/B-1		COMPONENTES DEL LAZO FT-CO201A/B-1 Transmisor de flujo FY-CO201A/B-1 Relé de flujo SIC-CO201A/B-1 Controlador indicador de flujo ST-CO201A/B-1 Transmisor de velocidad PE-CO201A/B-1 Sensor de presión			
CAMPO PANEL FRONTEL	PROCESO UNIDAD DE CONTROL CONEXIIONES CAMPO-PANEL				

Lazo T-HE201-1: Control de temperatura a HE-201-A/B

Objetivo:

Mantener constante la temperatura del oxígeno que entra al reactor.

El control es de tipo feed-back, se mide la temperatura a la salida por tubos del oxígeno que se ha comprimido con anterioridad y que posteriormente va a entrar al reactor.

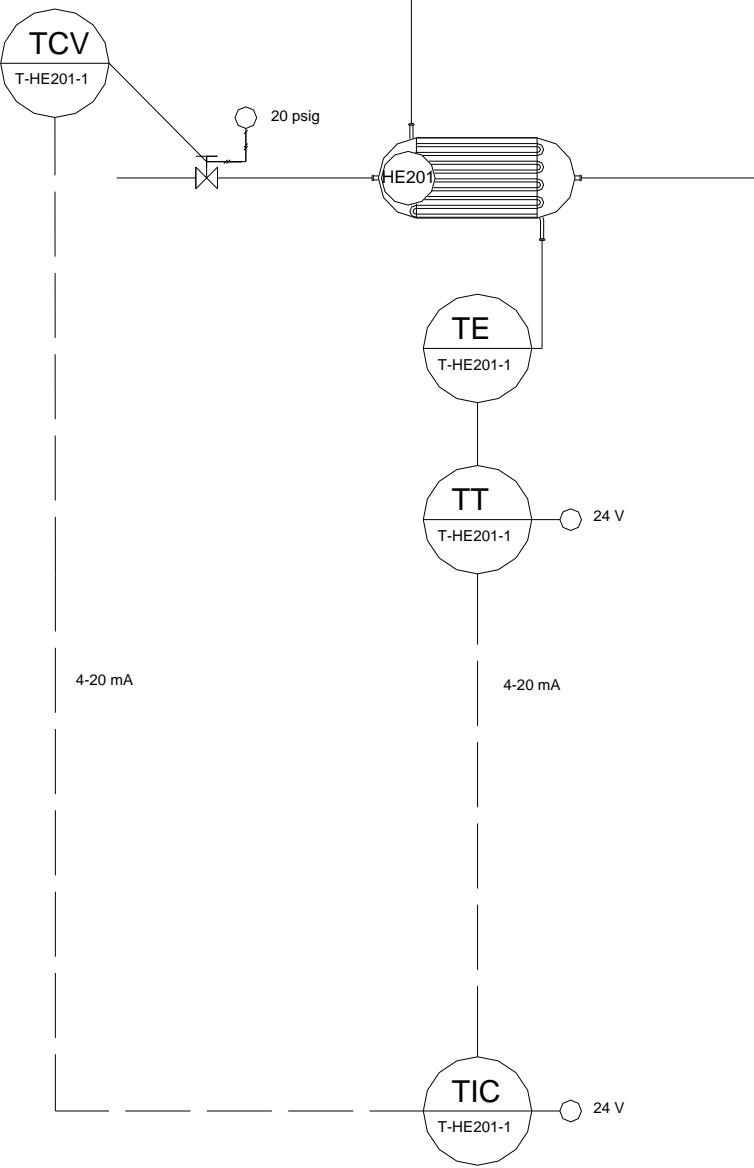
Se regula mediante una válvula que controla el caudal de agua de refrigeración que entra al intercambiador por la carcasa.

Si la temperatura del oxígeno es baja, se cierra la válvula del agua de refrigeración.

Caracterización del lazo:

- Ítem: HE-201-A/B
- Variable controlada: Temperatura a la salida por tubos del oxígeno.
- Variable manipulada: Caudal de agua de refrigeración por carcasa.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: T-HE501-1, T-HE502-1, T-HE601-1, T-HE801-1

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: T-HE201-1	Área: 200
	Proyecto no: 1			
	Planta: Producción de acetaldehído		Preparado por: esAACle	Fecha: 17/06/10
Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/1		
LAZOS ANALOGOS T-HE501-1 T-HE502-1 T-HE601-1 T-HE801-1 T-HE902-1		COMPONENTES DEL LAZO		
		TE-HE201-1	Sensor de temperatura	
		TT-HE201-1	Transmisor de temperatura	
		TIC-HE201-1	Controlador indicador de temperatura	
		TCV-HE201-1	Válvula de control de temperatura	
CAMPO	PROCESO			
CONEXIONES CAMPO-PANEL	UNIDAD DE CONTROL			
PANEL	FRONTERA			

Lazo L-R201-1: Control de nivel a R201-A/B

Objetivo:

Mantener constante el nivel del reactor.

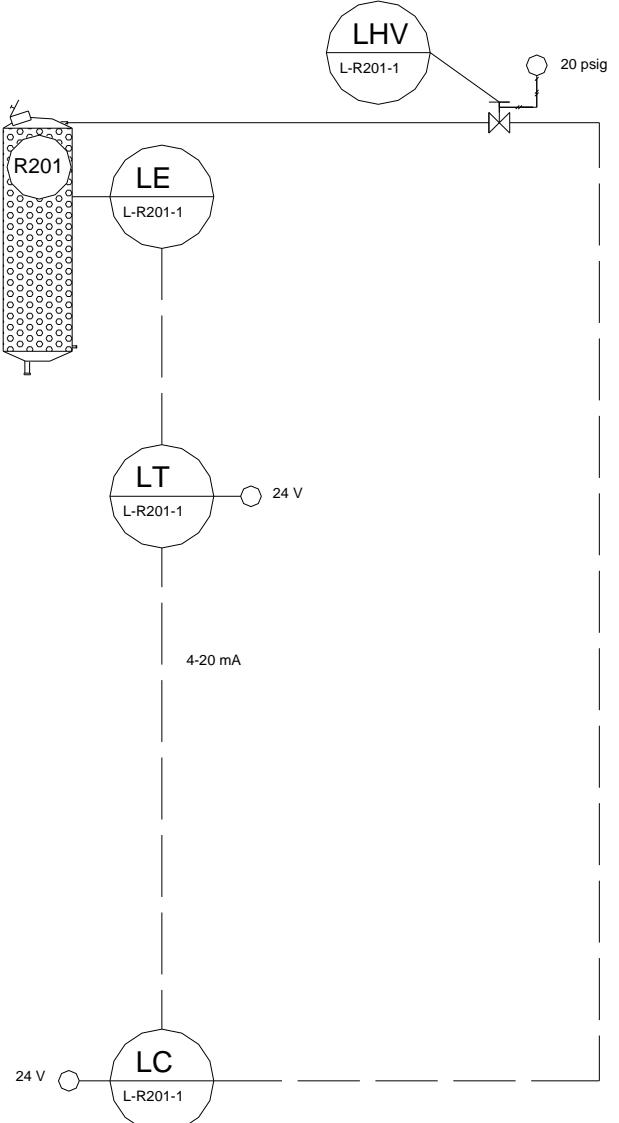
El control es de tipo feed-back, se mide el nivel en el propio reactor y esa señal es la que regula válvula automática que hay a la salida del reactor.

Si el nivel es alto la válvula se abre la válvula para que salga más corriente del proceso, y viceversa.

Caracterización del lazo:

- Ítem: R-201-A/B
- Variable controlada: Nivel del reactor
- Variable manipulada: Flujo de salida del reactor
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: -

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: L-T101-1 Proyecto no: 1	Área: 100
	Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal		Preparado por : esAAcle Hoja: 1/1	
				Fecha: 17/06/10
LAZOS ANALOGOS		COMPONENTES DEL LAZO		
		LE-R201-1 Sensor de temperatura LT-R201-1 Transmisor de temperatura LC-R201-1 Controlador de temperatura LCV-R201-1 Válvula de nivel todo o nada		
CAMPO	PROCESO			
	UNIDAD DE CONTROL			
	CONEXIONES CAMPO-PANEL			
PANEL	INTERIOR			
	FRONTAL			

Lazo T-R201-2: Control de temperatura a R201-A/B

Objetivo:

Mantener constante la temperatura del reactor.

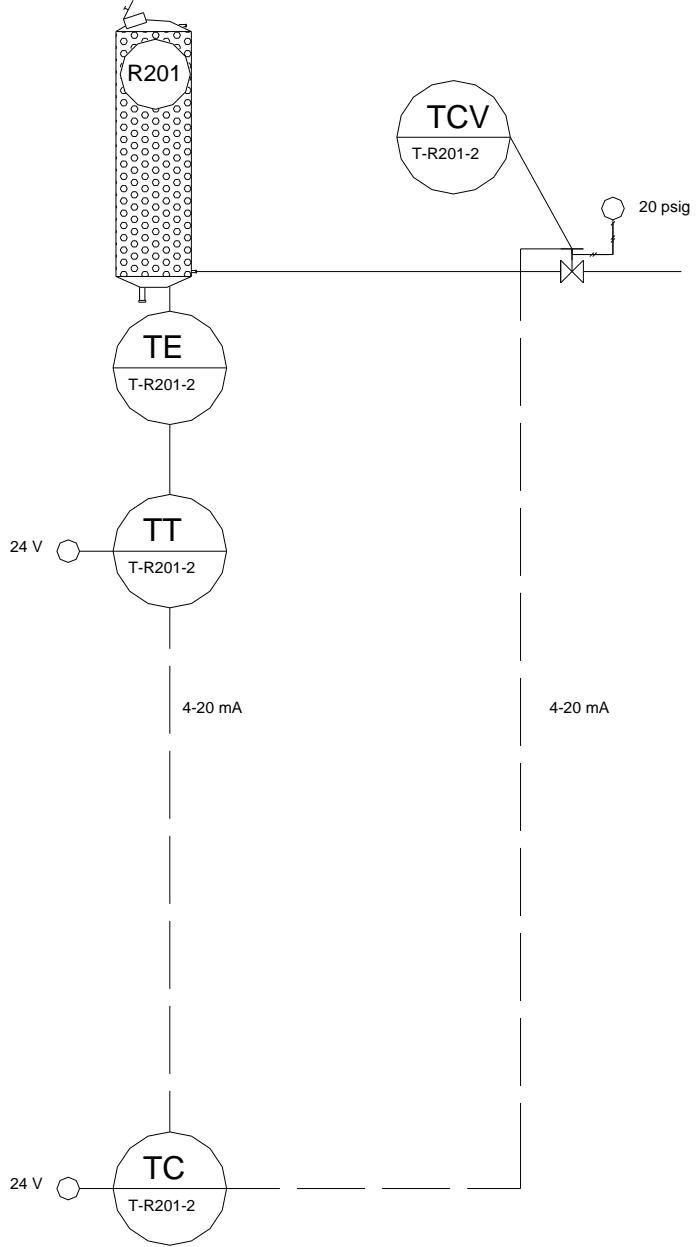
El control es de tipo feed-back, se mide la temperatura del propio reactor y esta señal hace abrir o cerrar el caudal de waste water que se recircula desde la segunda torre de refrigeración.

Al ser una torre de burbujeo, ésta no se puede quedar sin agua, por lo que además posee alarmas y sensores de presión.

Caracterización del lazo:

- Ítem: R-201-A/B
- Variable controlada: Temperatura del reactor
- Variable manipulada: Caudal de recirculación del reactor
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: -

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: T-R201-2 Proyecto no: 1	Área: 200
	Planta: Producción de acetaldehído		Preparado por: esAAcle	
	Ubicación: Castellbisbal		Fecha: 17/06/10	
	Hoja: 1/1			
LAZOS ANALOGOS		COMPONENTES DEL LAZO TE-R201-2 Sensor de temperatura TI-R201-2 Transmisor de temperatura TC-R201-2 Controlador de temperatura TCV-R201-2 Válvula de control de temperatura		
CAMPO	PROCESO			
		24 V		
		4-20 mA		
		4-20 mA		
PANEL	CONEXIONES CAMPO-PANEL	INTERIOR		
		FRONTAL		

Lazo F-R201-3: Control de flujo a R201-A/B

Objetivo:

Mantener constante el caudal de entrada al reactor.

Una vez controlado el flujo de oxígeno que entra al reactor (ver lazo F-CO201A/B-1), se controla la entrada total de reactivos (tanto etileno como oxígeno) con un control ratio.

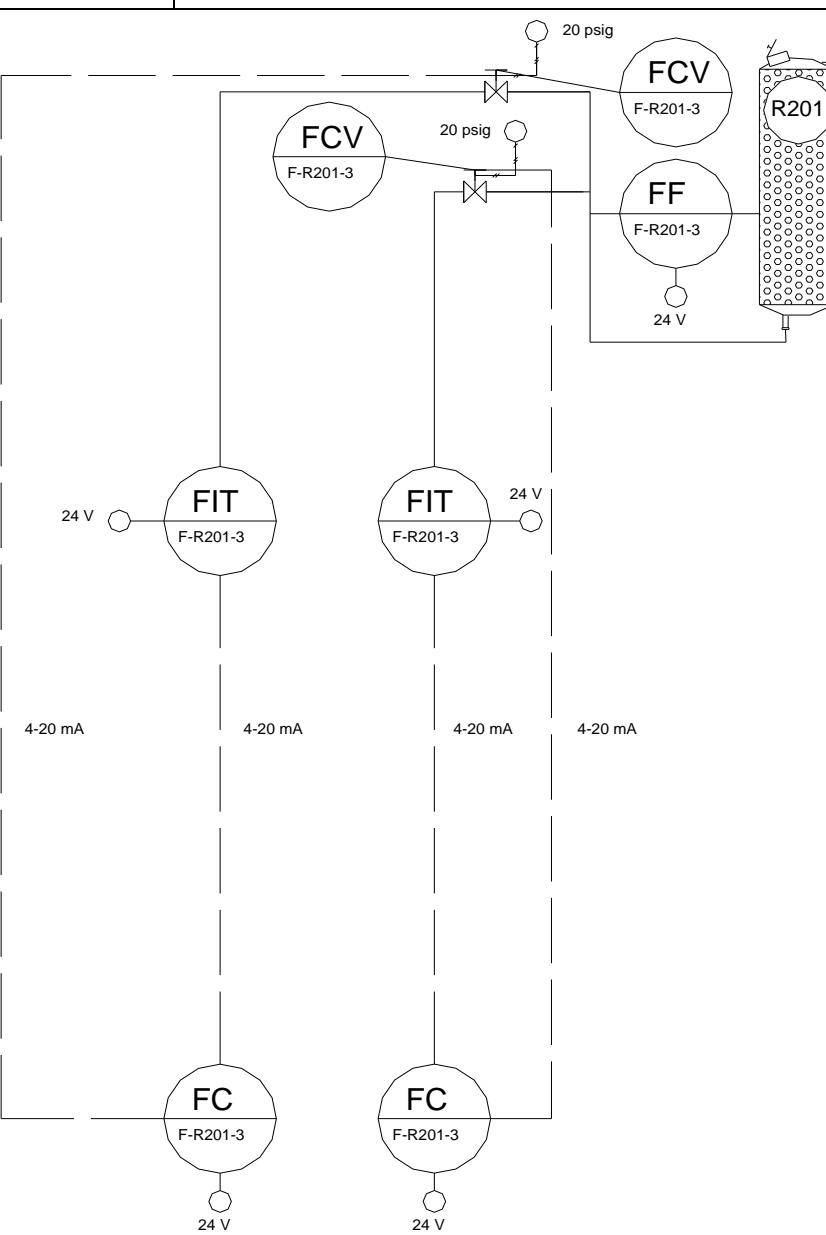
Consiste en fijar un set-point con la relación estequiométrica adecuada entre los dos reactivos.

Como la cantidad de oxígeno está regulada ya, una válvula controla el caudal del etileno adecuado para que la reacción tenga lugar.

Caracterización del lazo:

- Ítem:R-201-A/B
- Variable controlada: Flujo de entrada de reactivos
- Variable manipulada: Proporción de reactivos
- Set-point: Relación estequiométrica.
- Método de control : control-ratio

Lazos Análogos: -

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: F-R201-3 Proyecto no: 1 Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal	Área: 200 Preparado por: esAAcle Fecha: 17/06/10 Hoja: 1/1
	LAZOS ANALOGOS		COMPONENTES DEL LAZO FIT-R201-3 Transmisor indicador de flujo FIT-R201-3 Transmisor indicador de flujo FC-R201-3 Controlador de flujo FC-R201-3 Controlador de flujo FF-R201-3 Transmisor de proporciones RCV-R201-3 Válvula de control de flujo RCV-R201-3 Válvula de control de flujo	
				

LAZOS ÁREA 300

Equipo	Variable controlada	Variable manipulada	Tipo de lazo	Nº de Lazo
S-301-A/B	Nivel	Caudal de salida	Feed-back	L-S301-1
P-201-A/B	Flujo	Velocidad de giro	feed-back	F-P201A/B-1
CT-301-A/B	Temperatura	Caudal de agua	feed-back	T-HE301-1
P-301-A/B	Flujo	Velocidad de giro	feed-back	F-P301A/B-1

Lazo L-S301-1: Control de nivel de S301-A/B

Objetivo:

Mantener constante el nivel del separador.

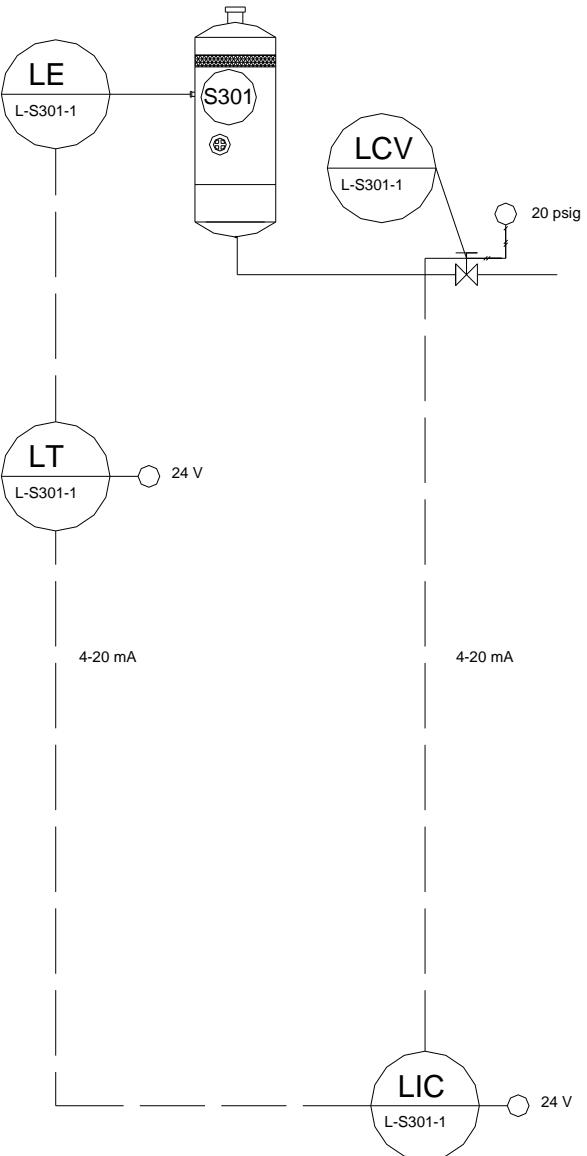
En el separador existe un medidor diferencial de nivel o altura. Esta señal es enviada a un transmisor y a un controlador que varía la apertura de una válvula automática situada a la salida de la corriente líquida del separador.

Si el nivel es demasiado alto, la válvula se abre para así vaciar mas el separador, y viceversa.

Caracterización del lazo:

- Ítem:S-201-A/B
- Variable controlada: Nivel del separador
- Variable manipulada: Caudal de salida
- Set-point: Fijados por el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: -

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: L-S301-1 Proyecto no: 1 Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal	Área: 300 Preparado por : esAAcle Fecha: 17/06/10 Hoja: 1/1
	LAZOS ANALOGOS			COMPONENTES DEL LAZO LE-S301-1 Medidor de nivel LT-S301-1 Transmisor de nivel LIC-S301-1 Controlador indicador de nivel LCV-S301-1 Válvula de control de nivel
	CAMPO PROCESO UNIDAD DE CONTROL		CONEXIONES CAMPO-PANEL	PANEL FRONTERA INTERIOR

Lazo F-P-201-A/B-1: Control de flujo a P-201A/B

Objetivo:

Mantener constante el caudal a la salida de la bomba P-201-A/B.

A la salida de la bomba centrífuga existe un medidor de flujo y un transmisor de dicha señal.

Posteriormente hay un relé que cambia esta magnitud por una magnitud de velocidad de giro del rodete de la bomba centrífuga, valor comprendido entre un set-point.

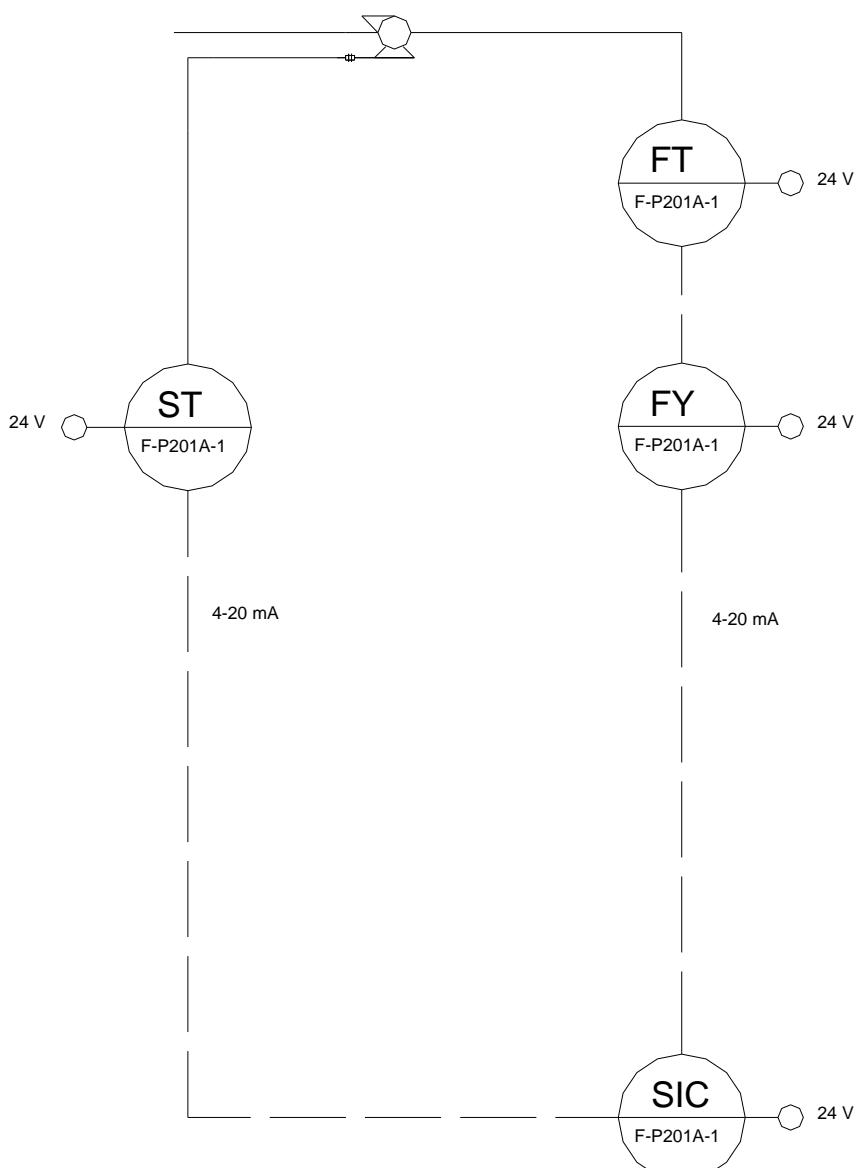
Si el flujo es menor al deseado, aumenta la velocidad de giro.

También existen sendos medidores de presión en cada bomba, la que opera y la que está de reserva.

Caracterización del lazo:

- Ítem: P-201-A/B
- Variable controlada: Caudal de la bomba
- Variable manipulada: Velocidad de giro
- Set-point: Fijada por el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: F-P301A/B-1

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: F-P201A/B-1 Proyecto no: 1 Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal	Área: 300 Preparado por: esAAcle Fecha: 17/06/10 Hoja: 1/1
	LAZOS ANALOGOS F-P301A/B-1 F-P402A/B-1 F-P502A/B-1 a F-P505A/B-1			COMPONENTES DEL LAZO FT-P201A/B-1 Transmisor de flujo FY-P201A/B-1 Relé de flujo SIC-P201A/B-1 Controlador indicador de velocidad ST-P201A/B-1 Transmisor de velocidad
CAMPO PANEL FRONTAL		PROCESO  UNIDAD DE CONTROL CONEXIONES CAMPO-PANEL		

Lazo T-CT301-1: Control de temperatura a CT-301-A/B

Objetivo:

Mantener constante la temperatura del la corriente de recirculación de mezcla líquida que entra al reactor.

El control es de tipo feed-back, se mide la temperatura a la salida por tubos del la corriente líquida que se recircula anterioridad y que posteriormente va a entrar al reactor.

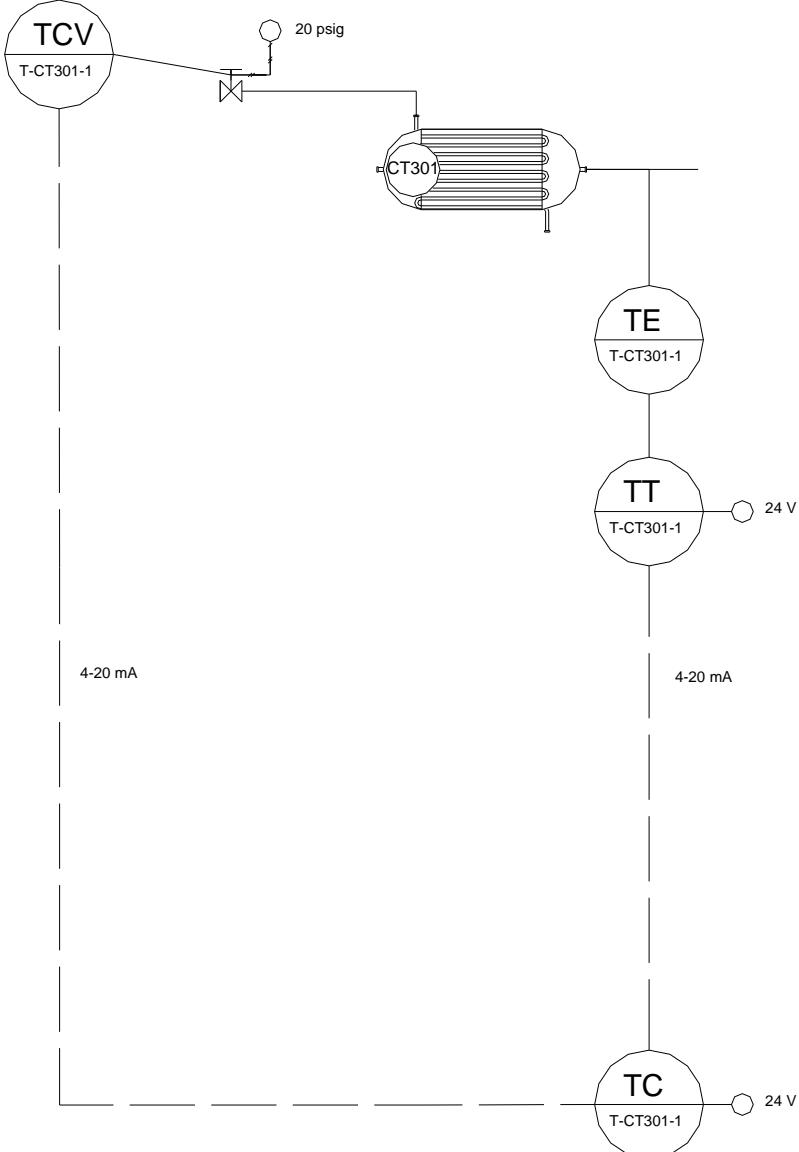
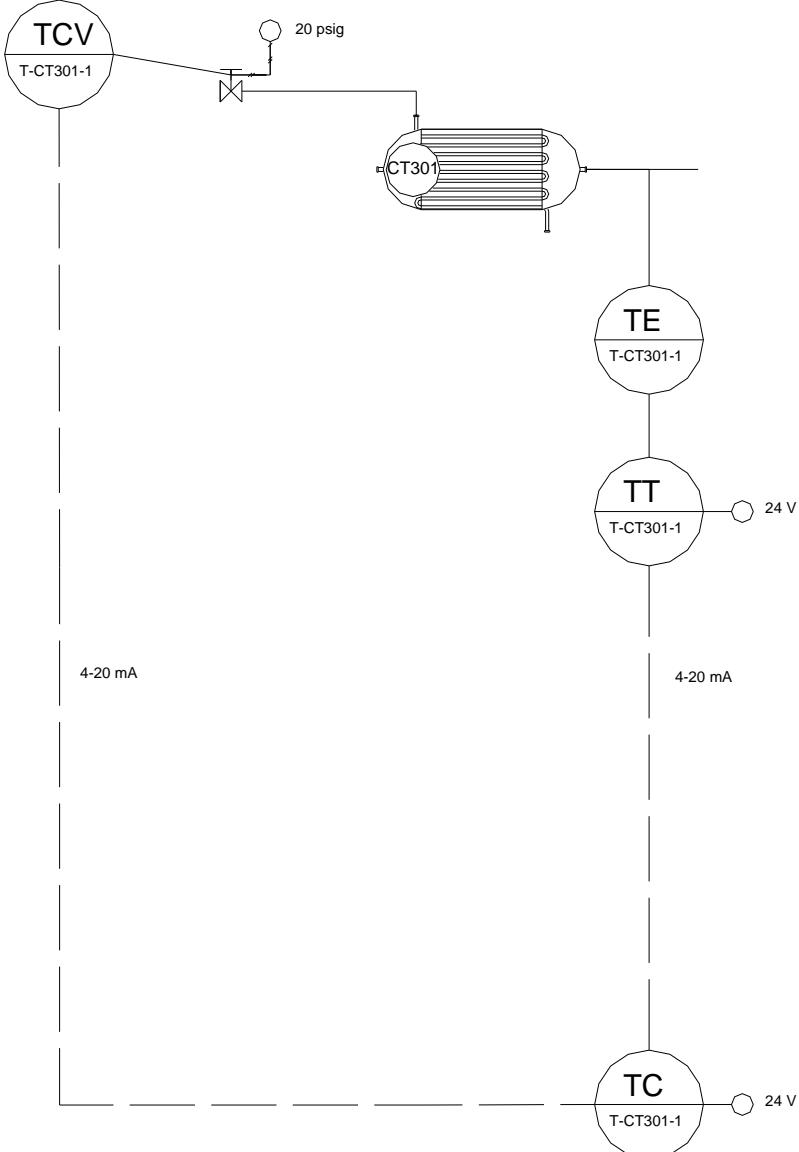
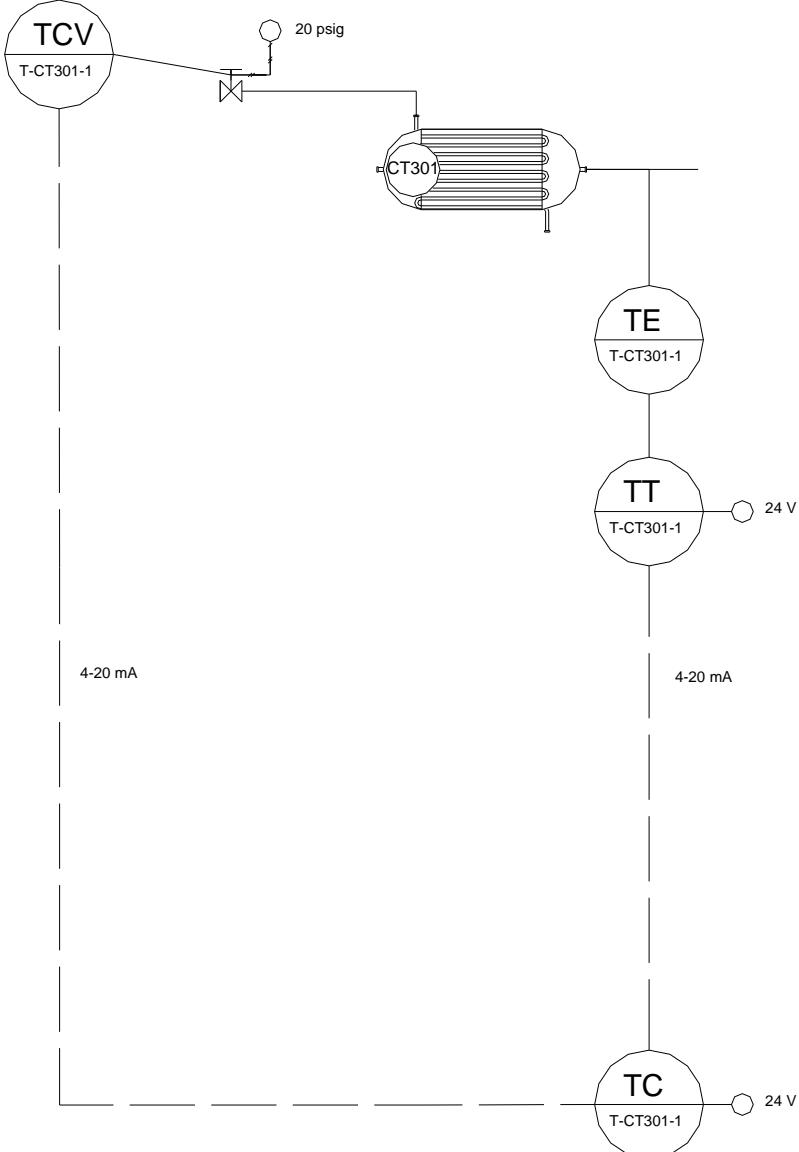
Se regula mediante una válvula que controla el caudal de agua de refrigeración que entra al intercambiador por la carcasa.

Si la temperatura de salida es baja, se cierra la válvula del agua de refrigeración.

Caracterización del lazo:

- Ítem: CT-301-A/B
- Variable controlada: Temperatura a la salida por tubos del líquido.
- Variable manipulada: Caudal de agua de refrigeración por carcasa.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: T-CT502-1

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: L-T101-1 Proyecto no: 1	Área: 100															
	Planta:	Producción de acetaldehído	Preparado por : esAAcle	Fecha:															
	Ubicación:	Castellbisbal	Hoja: 1/1	17/06/10															
LAZOS ANALOGOS T-CT502-1 T-CT501-1		COMPONENTES DEL LAZO TE-CT301A/B-1 Medidor de temperatura TT-CT301A/B-1 Transmisor de temperatura TC-CT301A/B-1 Controlador de temperatura TCV-CT301A/B-1 Válvula de control de temperatura																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; width: 20%;">CAMPO</th> <th style="text-align: center; width: 20%;">PROCESO</th> <th style="text-align: center; width: 60%; vertical-align: middle;">  </th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">CONEXIONES CAMPO-PANEL</th> <th style="text-align: center;">UNIDAD DE CONTROL</th> <th></th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">PANEL</th> <th style="text-align: center;">INTERIOR</th> <th></th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">FRONTAL</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					CAMPO	PROCESO		CONEXIONES CAMPO-PANEL	UNIDAD DE CONTROL		PANEL	INTERIOR		FRONTAL					
CAMPO	PROCESO																		
CONEXIONES CAMPO-PANEL	UNIDAD DE CONTROL																		
PANEL	INTERIOR																		
FRONTAL																			

LAZOS ÁREA 400

Equipo	Variable controlada	Variable manipulada	Tipo de lazo	Nº de Lazo
CP-401-A/B	Temperatura	Caudal de agua	feed-back	T-CP401-1
P-401A/B	Flujo	Velocidad de giro	feed-back	F-P401A/B-1
CP-402-A/B	Temperatura	Caudal de agua	feed-back	T-CP402-1
CO-401A/B	Flujo	Velocidad de giro	feed-back	F-CO401A/B-1
SA-401-A/B	Flujo	Presión gas de entrada	feed-back	F-SA401-1
SA-401-A/B	Nivel	Caudal líquido de salida	feed-back	L-SA401-2
SA-401-A/B	Presión	Caudal purga	feed-back	P-SA401-3
V-401-A/B	Nivel	Caudal salida	ON/OFF	L-V401-1

Lazo T-CP401-1: Control de flujo a CP-401-A/B

Objetivo:

Mantener constante la temperatura de la salida líquida del condensador parcial CP-401-A/B

El CP401 es un condensador parcial por la cual entra por la carcasa la mezcla gaseosa de productos y sale una corriente líquida y otra gaseosa.

Por tubos circula agua de refrigeración.

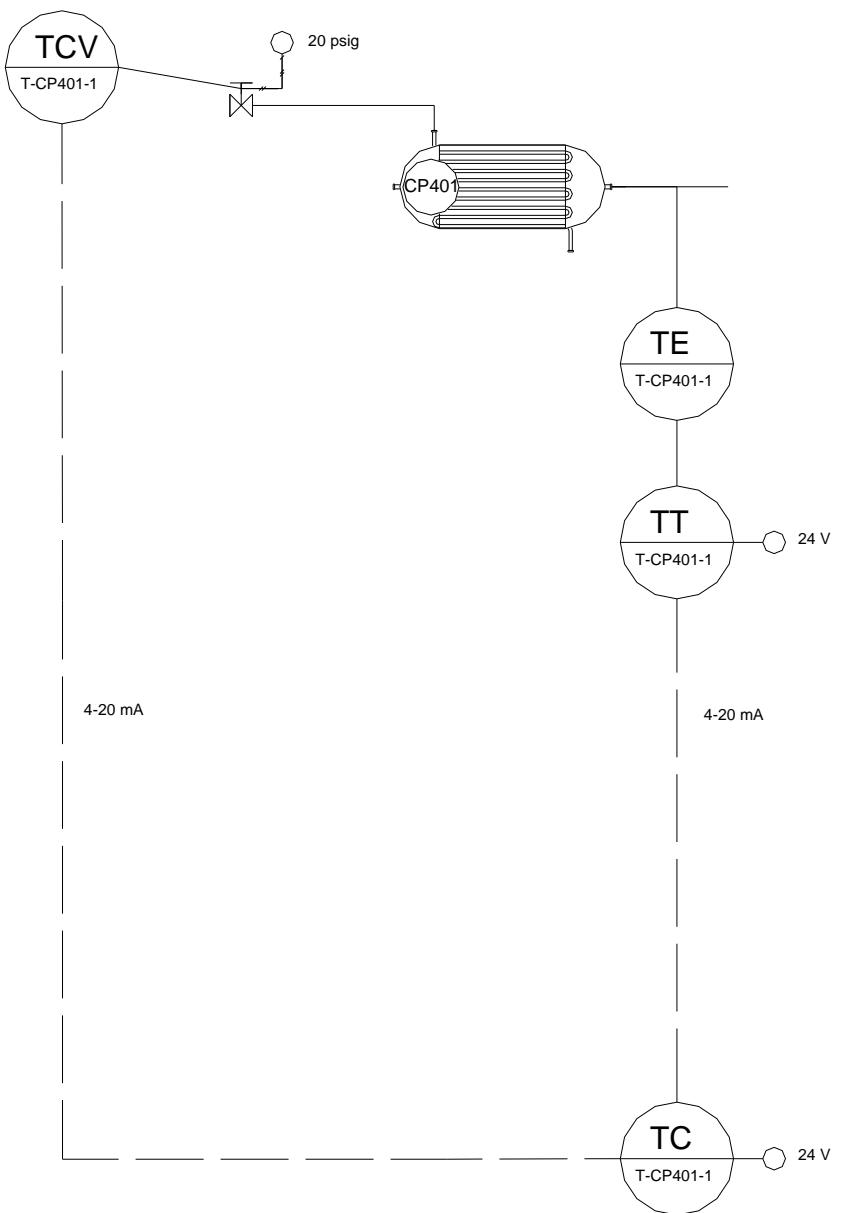
El control es de tipo feed-back, se mide la temperatura de la salida líquida por carcasa y esta señal controla la apertura de una válvula de agua de refrigeración.

Si la temperatura de la salida líquida es demasiado alta se abre la válvula para refrigerarlo más.

Caracterización del lazo:

- Ítem: CP-401-A/B
- Variable controlada: Temperatura de salida del líquido
- Variable manipulada: Caudal de agua
- Set-point: Fijada por el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: T-CP402-1, CP-901-A

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: T-CP401-1 Proyecto no: 1 Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal	Área: 400 Preparado por: esAAcle Fecha: 17/06/10 Hoja: 1/1															
	LAZOS ANALOGOS T-CP402-1 T-CP901-1	COMPONENTES DEL LAZO TE-CP401-1 Sensor de temperatura TT-CP401-1 Transmisor de temperatura TC-CP401-1 Controlador de temperatura TCV-CP401-1 Válvula de control de temperatura																	
																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CAMPO</th> <th>PROCESO</th> <th>UNIDAD DE CONTROL</th> <th>CONEXIONES CAMPO-PANEL</th> <th>PANEL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>FRONTRAL</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>INTERIOR</td> </tr> </tbody> </table>					CAMPO	PROCESO	UNIDAD DE CONTROL	CONEXIONES CAMPO-PANEL	PANEL					FRONTRAL					INTERIOR
CAMPO	PROCESO	UNIDAD DE CONTROL	CONEXIONES CAMPO-PANEL	PANEL															
				FRONTRAL															
				INTERIOR															

Lazo F-P401A/B-1: Control de flujo a P-401-A/B

Objetivo:

Mantener constante el caudal a la salida de la bomba P-401-A/B.

A la salida de la bomba centrífuga existe un medidor de flujo y un transmisor de dicha señal.

Posteriormente hay un relé que cambia esta magnitud por una magnitud de velocidad de giro del rodete de la bomba centrífuga, valor comprendido entre un set-point.

Si el flujo es menor al deseado, aumenta la velocidad de giro.

También existen sendos medidores de presión en cada bomba, la que opera y la que está de reserva.

Caracterización del lazo:

- Ítem: P-401-A/B
- Variable controlada: Caudal de la bomba
- Variable manipulada: Velocidad de giro
- Set-point: Fijada por el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogo a: F-P201A/B-1

Lazo T-CP402-1: Control de flujo a CP-402-A/B

Objetivo:

Mantener constante la temperatura de la salida líquida del condensador parcial C-P402-A/B

El CP-402-A/B es un condensador parcial por la cual entra por la carcasa la mezcla gaseosa de productos y sale una corriente líquida y otra gaseosa.

Por tubos circula agua de refrigeración.

El control es de tipo feed-back, se mide la temperatura de la salida líquida por carcasa y esta señal controla la apertura de una válvula de agua de refrigeración.

Si la temperatura de la salida líquida es demasiado alta se abre la válvula para refrigerarlo más.

Caracterización del lazo:

- Ítem: CP-401-A/B
- Variable controlada: Temperatura de salida del líquido
- Variable manipulada: Caudal de agua
- Set-point: Fijada por el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos a : T-CP401-1

Lazo F-CO401A/B-1: Control de flujo a CO-401-A/B

Objetivo:

Mantener constante el flujo de mezcla gaseosa que se recircula del absorbedor.

El control es de tipo feed-back, se mide el flujo de mezcla gaseosa a la salida del compresor con un medidor. Mediante un relé eléctrico, se cambia la magnitud del set-point del flujo a una relacionada con la velocidad de giro del motor centrífugo que posee cada compresor.

Si el flujo es menor que el deseado se activa el relé y aumenta la velocidad de giro del compresor.

Cada compresor tiene un medidor de presión.

Caracterización del lazo:

- Ítem: CO-401-A/B
- Variable controlada: Flujo de mezcla gaseosa que se recircula al reactor.
- Variable manipulada: Velocidad de giro del compresor.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos a: F-CO201-A/B-1

Lazo F-SA401-1: Control de flujo a SA-401-A/B

Objetivo:

Mantener constante el flujo de la mezcla gaseosa que entra al absorbedor.

El control es de tipo feed-back, se mide el flujo de mezcla gaseosa a la entrada del absorbedor con un medidor.

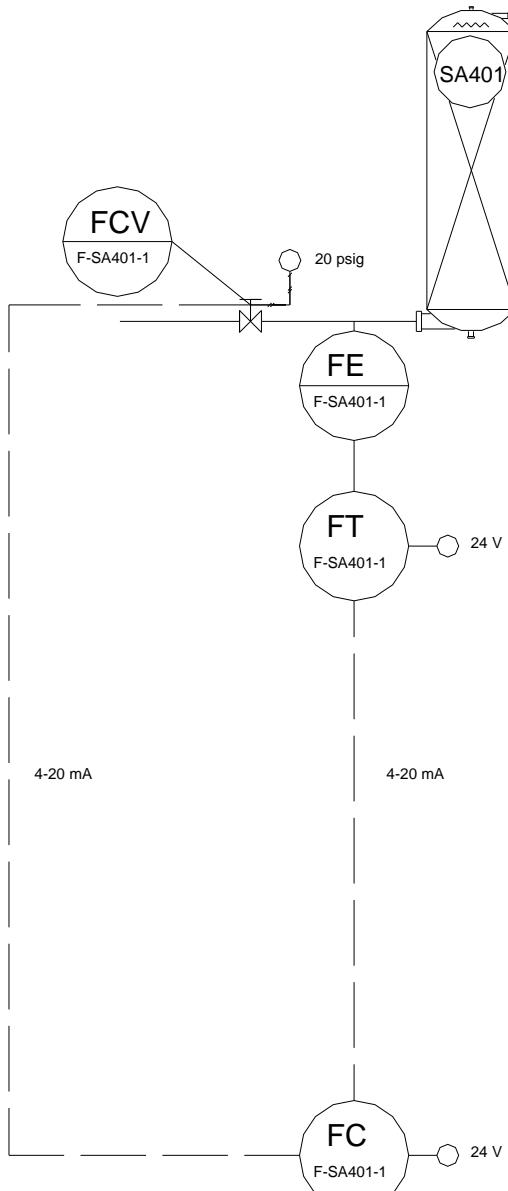
Esta señal va a un transmisor y después a un controlador que dirige una válvula de control.

Si la presión es demasiado elevada, la válvula se cierra con el fin de que entre menor caudal de gas.

Caracterización del lazo:

- Ítem: SA-401-A/B
- Variable controlada: Flujo de entrada al absorbedor.
- Variable manipulada: Presión de gas de entrada.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: -

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: F-SA401-1	Área: 400															
	Planta:	Producción de acetaldehído	Proyecto no: 1	Preparado por: esAAcle															
	Ubicación:	Castellbisbal		Fecha: 17/06/10															
LAZOS ANALOGOS		COMPONENTES DEL LAZO FE-SA401-1 Sensor de flujo FT-SA401-1 Transmisor de flujo FC-SA401-1 Controlador de flujo FCV-SA401-1 Válvula de control de flujo																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; padding: 5px;">CAMPO</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">PROCESO</th> <th colspan="3" style="padding: 5px;"></th> </tr> <tr> <th style="text-align: center; padding: 5px;">PANEL</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">CONEXIONES CAMPO-PANEL</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">UNIDAD DE CONTROL</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">INTERIOR</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">FRONTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;"></td> </tr> </tbody> </table> 					CAMPO	PROCESO				PANEL	CONEXIONES CAMPO-PANEL	UNIDAD DE CONTROL	INTERIOR	FRONTAL					
CAMPO	PROCESO																		
PANEL	CONEXIONES CAMPO-PANEL	UNIDAD DE CONTROL	INTERIOR	FRONTAL															

Lazo L-SA401-2: Control de nivel a SA-401-A/B

Objetivo:

Mantener constante el nivel del absorbador.

El control es de tipo feedback, se mide el nivel de líquido del absorbador.

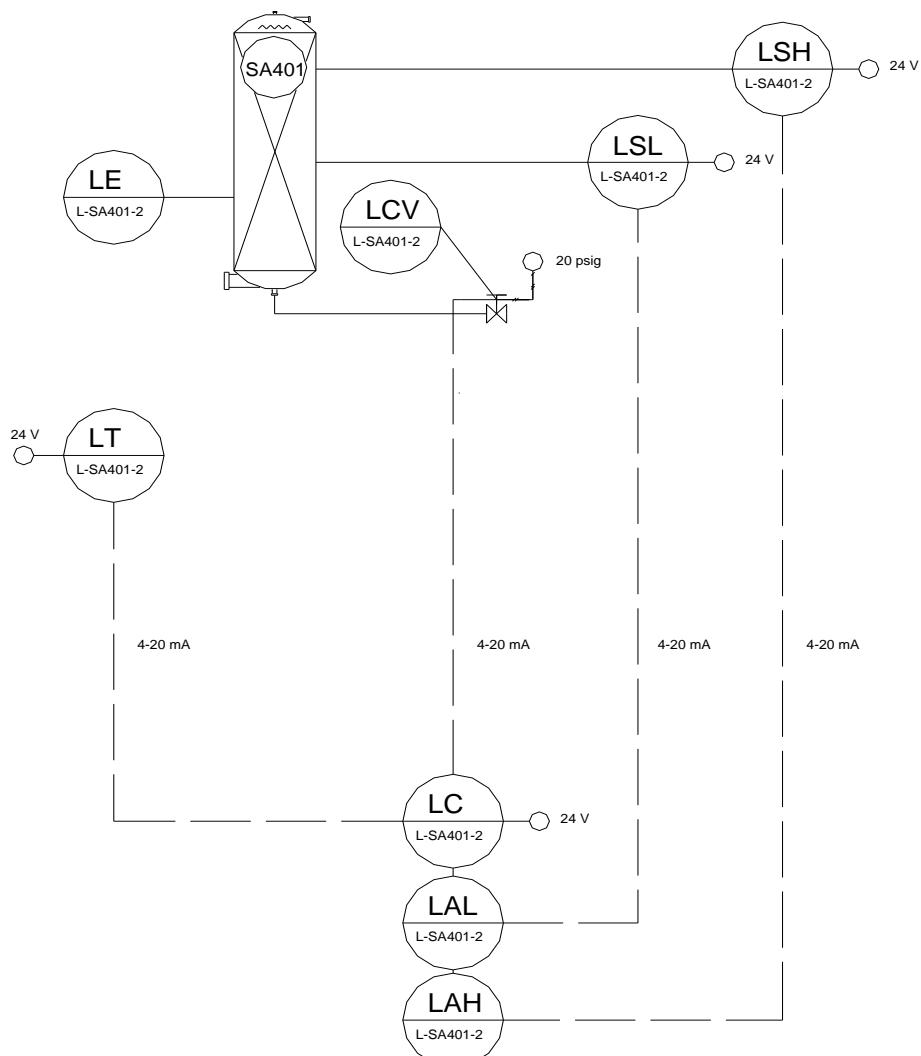
Esta señal tiene que estar comprendida en el rango permitido del set-point.

Si se sale y el nivel es demasiado alto, la válvula situada a la salida del absorbador se abre y así baja el nivel.

Caracterización del lazo:

- Ítem: SA-401-A/B
- Variable controlada: Nivel del absorbador.
- Variable manipulada: Caudal de salida de líquido.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: -

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: L-SA401-2 Proyecto no: 1	Área: 400
	Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal		Preparado por: esAAcle	
			Hoja: 1/1	Fecha: 17/06/10
LAZOS ANALOGOS		COMPONENTES DEL LAZO		
		LT-SA401-2 Transmisor de nivel LE-SA401-2 Medidor de nivel LC-SA401-2 Controlador de nivel LSL-SA401-2 Switch de nivel bajo LAL-SA401-2 Alarma de nivel bajo LSH-SA401-2 Sensor de nivel alto LAH-SA401-2 Alarma de nivel alto LHV-SA401-2 Válvula de control de nivel		
CAMPO	PROCESO			
		UNIDAD DE CONTROL		
		CONEXIONES CAMPO-PANEL		
PANEL	INTERIOR	FRONTAL		

Lazo P-SA401-3: Control de presión a SA-401-A/B

Objetivo:

Mantener constante la presión del absorbador.

El control es de tipo feed-back, se mide el caudal de purga de gases del absorbador y según sea éste caudal habrá más presión o menos en el equipo.

Si la presión es alta la válvula se abre y escapan más gases, con lo que baja la presión del absorbador.

Caracterización del lazo:

- Ítem: SA-401-A/B
- Variable controlada: Presión del absorbador.
- Variable manipulada: Caudal de purga.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: -

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: P-SA401-3 Proyecto no: 1	Área: 400	
	Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal		Preparado por: esAAcle Hoja: 1/1		
LAZOS ANALOGOS		COMPONENTES DEL LAZO PE-SA401-3 Sensor de presión PT-SA401-3 Transmisor de presión PC-SA401-3 Controlador de presión PCV-SA401-3 Válvula de control de presión			
CAMPO	PROCESO	UNIDAD DE CONTROL	PANEL	FRONTEL	
CONEXIONES CAMPO-PANEL					

Lazo L-V401-1: Control de nivel a V-401-A/B

Objetivo:

Mantener constante el nivel del tanque pulmón.

El control es de tipo ON/OFF, se mide el nivel de líquido del tanque.

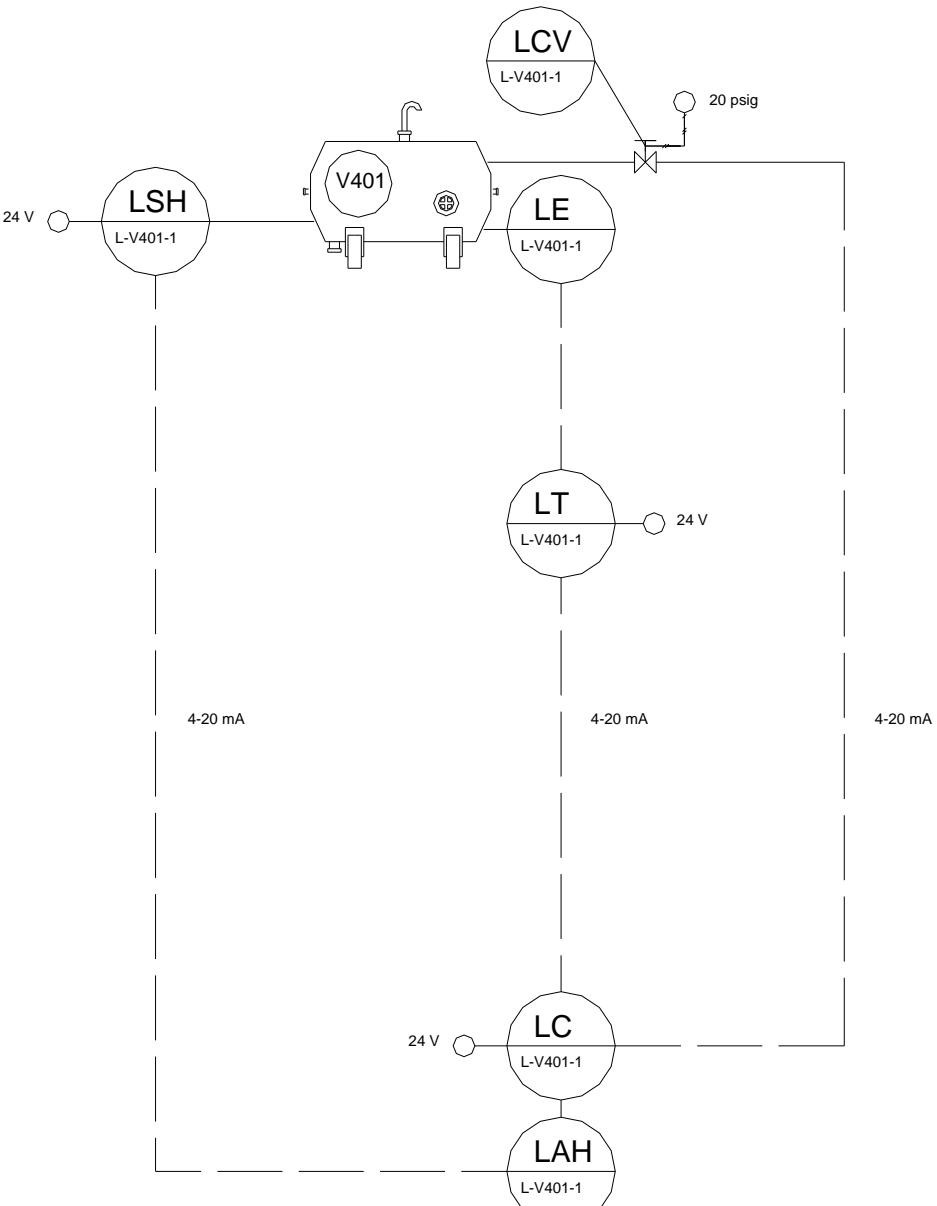
Esta señal tiene que estar comprendida en el rango permitido del set-point.

Si se sale y el nivel es demasiado alto, la válvula situada a la salida del tanque se abre y así baja el nivel.

Caracterización del lazo:

- Ítem: V-401-A/B.
- Variable controlada: Nivel del absorbedor.
- Variable manipulada: Caudal de salida de líquido.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el proceso.
- Método de control : ON/OFF

Lazos Análogos: L-V501-1, L-V502-1

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: L-V401-1 Proyecto no: 1	Área: 400
	Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal		Preparado por: esAAcle	
			Hoja: 1/1	Fecha: 17/06/10
LAZOS ANALOGOS L-V502-1 L-V501-1		COMPONENTES DEL LAZO LE-V401-1 Sensor de nivel LSH-V401-1 Switch de nivel alto LT-V401-1 Transmisor de nivel LC-V401-1 Controlador de nivel LAH-V401-1 Alarma de nivel alto LCV-V401-1 Válvula de control de nivel		
				
CAMPO	PROCESO	UNIDAD DE CONTROL	PANEL	CONEXIONES CAMPO-PANEL
FRONTAL	INTERIOR	FRONTERA	FRONTERA	FRONTERA

Lazo F-P402A/B-1: Control de flujo a P402-A/B

Objetivo:

Mantener constante el caudal a la salida de la bomba P-402-A/B.

A la salida de la bomba centrífuga existe un medidor de flujo y un transmisor de dicha señal.

Posteriormente hay un relé que cambia esta magnitud por una magnitud de velocidad de giro del rodete de la bomba centrífuga, valor comprendido entre un set-point.

Si el flujo es menor al deseado, aumenta la velocidad de giro.

También existen sendos medidores de presión en cada bomba, la que opera y la que está de reserva.

Caracterización del lazo:

- Ítem: P-402-A/B
- Variable controlada: Caudal de la bomba
- Variable manipulada: Velocidad de giro
- Set-point: Fijada por el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos a: F-P201A/B-1

LAZOS ÁREA 500

Equipo	Variable controlada	Variable manipulada	Tipo de lazo	Nº de Lazo
CT-502-A/B	Temperatura	Caudal de agua	Feed-back	T-CT502-1
DE-501-A/B	Nivel	Caudal entrada	Feed-back	L-DE501-1
DE-501-A/B	Presión	Caudal purga	Feed-back	P-DE501-2
TD-501-A/B	Flujo	Caudal crotonaldehído	Feed-back	F-TD501-1
CT-501-A/B	Temperatura	Caudal de agua	Feed-back	T-CT501-1
V-502-A/B	Nivel	Caudal de salida	ON/OFF	L-V502-1
HE-501-A/B	Temperatura	Caudal de agua	Feed-back	T-HE502-1
V-501-A/B	Nivel	Caudal de salida	Feed-back	L-V501-1
P-501A/B-1	Flujo	Velocidad de giro	Feed-back	F-P501A/B-1
P-502A/B-1	Flujo	Velocidad de giro	Feed-back	F-P502A/B-1
P-503A/B-1	Flujo	Velocidad de giro	Feed-back	F-P503A/B-1
P-504A/B-1	Flujo	Velocidad de giro	Feed-back	F-P504A/B-1

Equipo	Variable controlada	Variable manipulada	Tipo de lazo	Nº de Lazo
P-505A/B-1	Flujo	Velocidad de giro	Feed-back	F-P505A/B-1
CO-501A/B-1	Flujo	Velocidad de giro	Feed-back	F-CO501-A/B-1
CO-502A/B-1	Flujo	Velocidad de giro	Feed-back	F-CO502-A/B-1

Lazo T-CT502-1: Control de temperatura a CT-502-A/B

Objetivo:

Mantener constante la temperatura de la salida líquida del condensador total CT-502-A/B

El CT-502-A/B es un condensador total por el cual entra por los tubos el acetaldehído que se obtiene por cabeceras de la segunda torre de destilación.

Por la carcasa circula el agua de chiller. Mediante un medidor y un transmisor de temperatura a la salida de los tubos, dicha señal regula una válvula de control que está situada en la entrada del agua de chiller.

Si la temperatura a la salida es muy alta, se abre la válvula y entra mas agua.

Caracterización del lazo:

- Ítem: CT-502-A/B
- Variable controlada: Temperatura de salida del líquido
- Variable manipulada: Caudal de agua
- Set-point: Fijada por el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogo a: T-CT301-1

Lazo L-DE501-1: Control de nivel de DE-501-A/B

Objetivo:

Mantener constante el nivel de la torre de destilación extractiva.

En la DE-501-A/B existe un medidor de nivel con su respectivo transmisor.

La magnitud de nivel, mediante un relé manda una señal a la válvula situada a la entrada de la torre.

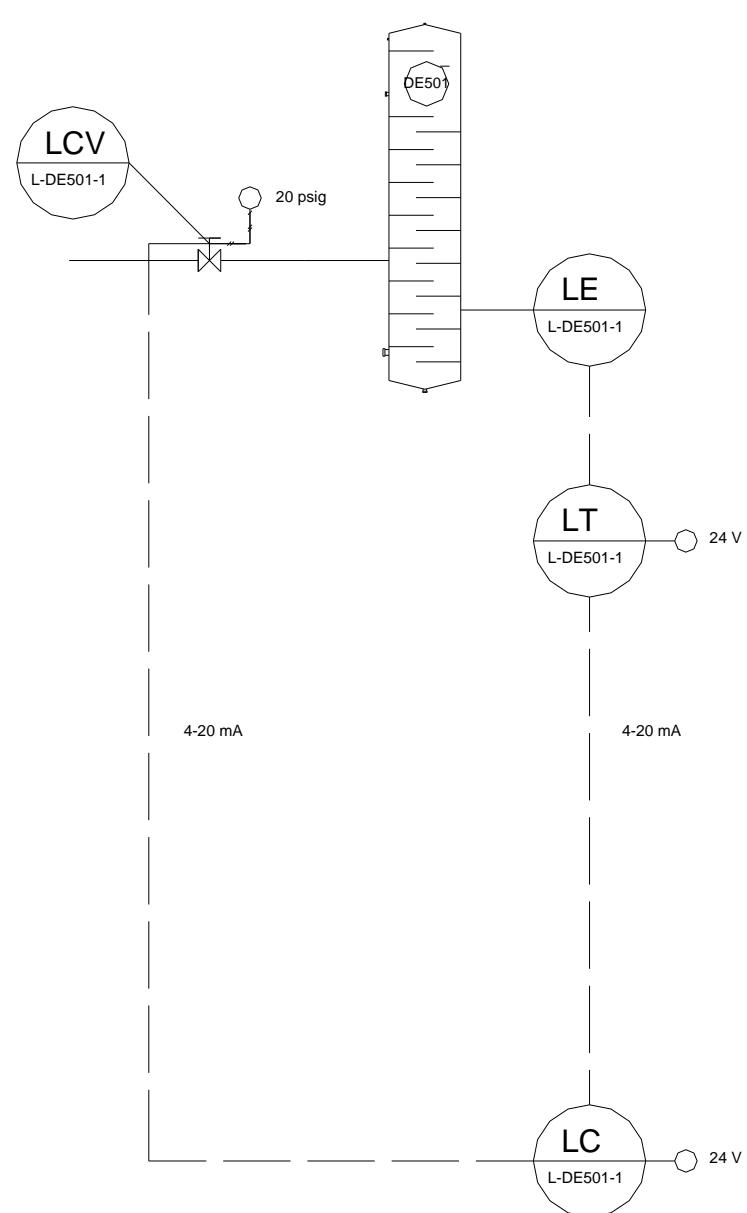
Dicha válvula es una válvula de control de flujo.

Si el nivel es demasiado alto la válvula se cierra con lo que entra menos caudal a la entrada.

Caracterización del lazo:

- Ítem: DE-501-A/B
- Variable controlada: Nivel de la torre de destilación extractiva
- Variable manipulada: Caudal de entrada
- Set-point: Fijada por el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: -

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: L-DE501-1 Proyecto no: 1 Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal	Área: 500 Preparado por: esAAcle Fecha: 17/06/10 Hoja:
	LAZOS ANALOGOS			COMPONENTES DEL LAZO LE-DE501-1 Sensor de nivel LT-DE501-1 Transmisor de nivel LC-DE501-1 Controlador de nivel LCV-DE501-1 Válvula de control de nivel
				
CAMPO	PROCESO			
PANEL	UNIDAD DE CONTROL			
FRONTEL	CONEXIONES CAMPO-PANEL			

Lazo P-DE501-2: Control de presión a DE-501-A/B

Objetivo:

Mantener constante la presión de la columna de destilación extractiva DE-501-A/B.

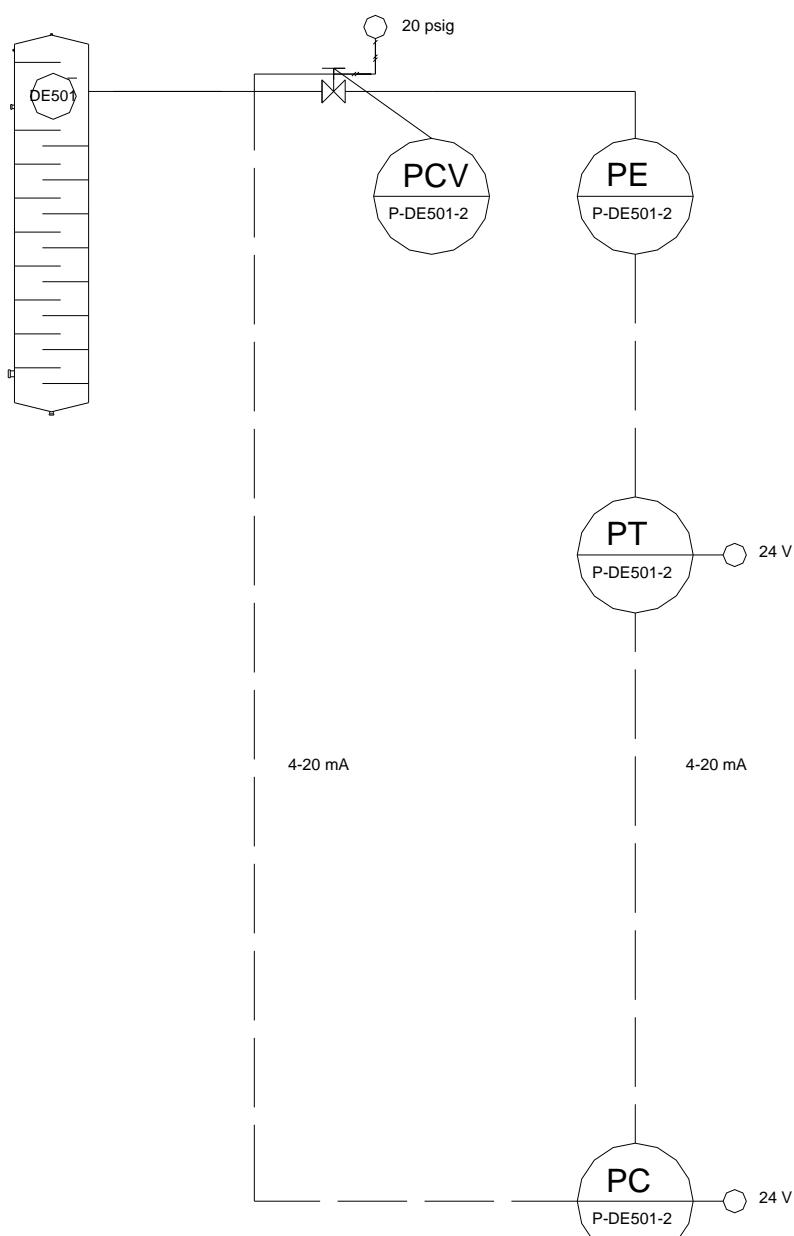
El control es de tipo feed-back, se mide el caudal de purga de gases de la torre de destilación y según sea éste caudal habrá más presión o menos en el equipo.

Si la presión es alta la válvula se abre y escapan más gases, con lo que baja la presión del absorbador.

Caracterización del lazo:

- Ítem: DE-501-A/B
- Variable controlada: Presión de la torre de destilación extractiva.
- Variable manipulada: Caudal de purga.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: -

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: P-DE501-2	Área: 500									
	Planta: Producción de acetaldehído		Proyecto no: 1										
	Ubicación: Castellbisbal		Preparado por: esAAcle	Fecha: 17/06/10									
LAZOS ANALOGOS	COMPONENTES DEL LAZO PE-DE501-2 Medidor de presión PT-DE501-2 Transmisor de presión PC-DE501-2 Controlador de presión PCV-DE501-2 Válvula de control de presión												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CAMPO</th> <th>PROCESO</th> <th>UNIDAD DE CONTROL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PANEL</td> <td>CONEXIONES CAMPO-PANEL</td> <td>INTERIOR</td> </tr> <tr> <td>FRONTAL</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	CAMPO	PROCESO	UNIDAD DE CONTROL	PANEL	CONEXIONES CAMPO-PANEL	INTERIOR	FRONTAL						
CAMPO	PROCESO	UNIDAD DE CONTROL											
PANEL	CONEXIONES CAMPO-PANEL	INTERIOR											
FRONTAL													

Lazo F-TD501-1: Control de flujo a TD-501-A/B

Objetivo:

Mantener constante el flujo de la torre de destilación TD-501-A/B.

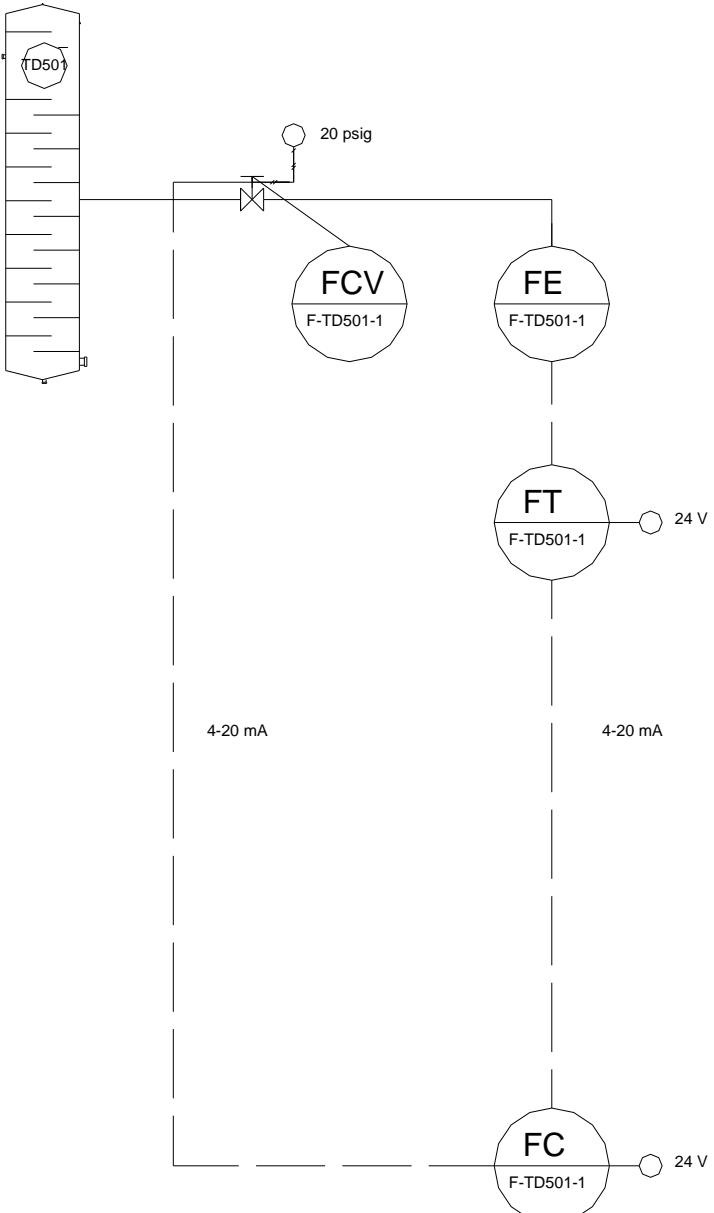
El control es de tipo feed-back, se mide el caudal de crotonaldehído en la salida intermedia de la torre de destilación y según sea éste caudal se regulará la válvula de control de flujo que está situada antes de la señal.

Si el caudal es alto, la válvula se cierra y por consiguiente sale menos crotonaldehído, y viceversa.

Caracterización del lazo:

- Ítem: TD-501-A/B.
- Variable controlada: Flujo.
- Variable manipulada: Caudal de crotonaldehído.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: -

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: F-TD501-1	Área: 500
	Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal		Proyecto no: esAAcie	
	Preparado por: esAAcie		Fecha: 17/06/10	
LAZOS ANALOGOS		COMPONENTES DEL LAZO FE-TD501-1 Medidor de flujo FT-TD501-1 Transmisor de flujo FC-TD501-1 Controlador de flujo FCV-TD501-1 Válvula de control de flujo		
CAMPO	PROCESO			
PANEL	CONEXIONES CAMPO-PANEL			
FRONTAL	INTERIOR			

Lazo T-CT501-1: Control de temperatura a CT-501-A/B

Objetivo:

Mantener constante la temperatura de la salida líquida del condensador total CT-501-A/B

El CT-501 es un condensador total situado antes de la torre de destilación extractiva DE-501-A/B.

Por la carcasa circula vapor de agua y por los tubos circula la mezcla líquida que contiene acetaldehído.

Mediante un medidor y un transmisor de temperatura a la salida de los tubos, dicha señal regula una válvula de control que está situada en la entrada del vapor de agua.

Si la temperatura a la salida es muy alta, se cierra la válvula y entra menos vapor .

Caracterización del lazo:

- Ítem: CT-501-A/B
- Variable controlada: Temperatura de salida del líquido
- Variable manipulada: Caudal de vapor de agua
- Set-point: Fijada por el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogo a : T-CT301-1

Lazo L-V502-1: Control de nivel a V-502-A/B

Objetivo:

Mantener constante el nivel del tanque pulmón V-502-A/B situado en cabeceras de la TD-501-A/B

El control es de tipo ON/OFF, se mide el nivel en el propio tanque de almacenamiento y esa señal es la que hace abrir o cerrar la válvula automática que hay a la salida del dicho tanque.

Para ello existen unos valores de set-point tanto de nivel bajo como de alto.

Si el nivel sobrepasa el máximo la válvula se abre la válvula para que salga más corriente del proceso, y si el nivel llega a su mínimo la válvula de salida disminuye su abertura.

Caracterización del lazo:

- Ítem: V-502-A/B
- Variable controlada: Nivel del tanque de almacenamiento.
- Variable manipulada: Flujo de salida del tanque.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el proceso.
- Método de control : ON/OFF

Lazos Análogos a: L-V401-1

Lazo T-HE501-1: Control de temperatura a HE-501-A/B

Objetivo:

Mantener constante la temperatura de la salida líquida del intercambiador de calor HE-501-A/B.

El HE-501-A/B es un intercambiador de calor por el cual entra por los tubos la corriente de waste water que se obtiene por colas de la segunda torre de destilación.

Por la carcasa circula el agua de refrigeración. Mediante un medidor y un transmisor de temperatura a la salida de los tubos, dicha señal regula una válvula de control que está situada en la entrada del agua de refrigeración

Si la temperatura a la salida es muy alta, se abre la válvula y entra más agua y viceversa.

Caracterización del lazo:

- Ítem: HE-501-A/B
- Variable controlada: Temperatura de salida del líquido
- Variable manipulada: Caudal de agua de refrigeración
- Set-point: Fijada por el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogo a : T-HE201-1

Lazo L-V501-1: Control de nivel a V-501-A/B

Objetivo:

Mantener constante el nivel del tanque de almacenamiento V-501-A/B.

El control es de tipo ON/OFF, se mide el nivel en el propio tanque pulmón y esa señal es la que hace abrir o cerrar la válvula automática que hay a la entrada de dicho tanque.

Para ello existen unos valores de set-point tanto de nivel bajo como de alto.

Si el nivel es alto la válvula se abre la válvula para que salga más corriente del proceso, y viceversa.

Existe también una alarma de nivel alto para evitar que el tanque se llene en exceso.

Caracterización del lazo:

- Ítem: V-501-A/B
- Variable controlada: Nivel del tanque de almacenamiento.
- Variable manipulada: Flujo de salida del tanque.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el proceso.
- Método de control : ON/OFF

Lazos Análogos a: L-V401-1

Lazo F-P501A/B-1: Control de flujo a P-501-A/B

Objetivo:

Mantener constante el caudal a la salida de la bomba P-501-A/B.

A la salida de la bomba centrífuga existe un medidor de flujo y un transmisor de dicha señal.

Posteriormente hay un relé que cambia esta magnitud por una magnitud de velocidad de giro del rodete de la bomba centrífuga, valor comprendido entre un set-point.

Si el flujo es menor al deseado, aumenta la velocidad de giro.

También existen sendos medidores de presión en cada bomba, la que opera y la que está de reserva.

Caracterización del lazo:

- Ítem:P-501-A/B a P-505-A/B
- Variable controlada: Caudal de la bomba
- Variable manipulada: Velocidad de giro
- Set-point: Fijada por el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogo a: F-P201A/B-1

Lazos Análogos: F-P502A/B-1 a F-P505A/B-1

Lazo F-CO501-A/B-1: Control de flujo a CO-501-A/B

Objetivo:

Mantener constante el flujo de vapor de agua que entran a las torres de destilación.

El control es de tipo feed-back, se mide el flujo de vapor a la salida del compresor con un medidor. Mediante un relé eléctrico, se cambia la magnitud del set-point del flujo a una relacionada de velocidad de giro del motor centrífugo que posee cada compresor.

Si el flujo es menor que el deseado se activa el relé y aumenta la velocidad de giro del compresor.

Cada compresor tiene un medidor de presión.

Caracterización del lazo:

- Ítem: CO-501-A/B
- Variable controlada: Flujo de vapor que entra al reactor.
- Variable manipulada: Velocidad de giro del compresor.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogo a: F-CO201A/B-1

Lazos Análogos: F-CO502A/B-1

LAZOS ÁREA 600

Equipo	Variable controlada	Variable manipulada	Tipo de lazo	Nº de Lazo
HE-601	Temperatura	Caudal de agua	feed-back	T-HE601-1

Lazo T-HE601-1: Control de temperatura a HE-601-A/B

Objetivo:

Mantener constante la temperatura de la salida líquida del intercambiador de calor HE-601-A/B

El HE-601-A/B es un intercambiador de calor por el cual entra por los tubos el acetaldehído que se obtiene por cabeceras de la segunda torre de destilación.

Por la carcasa circula el agua de chiller. Mediante un medidor y un transmisor de temperatura a la salida de los tubos, dicha señal regula una válvula de control que está situada en la entrada del agua de chiller.

Si la temperatura a la salida es muy alta, se abre la válvula y entra mas agua.

Caracterización del lazo:

- Ítem: CT-502-A/B
- Variable controlada: Temperatura de salida del líquido
- Variable manipulada: Caudal de agua
- Set-point: Fijada por el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogo a: T-HE201-1

LAZOS ÁREA 700

Equipo	Variable controlada	Variable manipulada	Tipo de lazo	Nº de Lazo
V-701	Nivel	Caudal de entrada	ON-OFF	L-V701-1
V-702	Nivel	Caudal de entrada	ON-OFF	L-V702-1
V-703	Nivel	Caudal de entrada	ON-OFF	L-V703-1
V-704	Nivel	Caudal de entrada	ON-OFF	L-V704-1
V-705	Nivel	Caudal de entrada	ON-OFF	L-V705-1
V-706	Nivel	Caudal de entrada	ON-OFF	L-V706-1
V-707	Nivel	Caudal de entrada	ON-OFF	L-V707-1
V-701	Temperatura	Caudal refrigerante	feed-back	T-V701-2
V-702	Temperatura	Caudal refrigerante	feed-back	T-V702-2
V-701	Nivel	Caudal de entrada	ON-OFF	L-V701-1
V-702	Nivel	Caudal de entrada	ON-OFF	L-V702-1

Equipo	Variable controlada	Variable manipulada	Tipo de lazo	Nº de Lazo
V-703	Temperatura	Caudal refrigerante	feed-back	T-V703-2
V-704	Temperatura	Caudal refrigerante	feed-back	T-V704-2
V-705	Temperatura	Caudal refrigerante	feed-back	T-V705-2
V-706	Temperatura	Caudal refrigerante	feed-back	T-V706-2
V-707	Temperatura	Caudal refrigerante	feed-back	T-V707-2
V-701	Flujo	Presión	feed-back	F-V701-3
V-702	Flujo	Presión	feed-back	F-V702-3
V-703	Flujo	Presión	feed-back	F-V703-3
V-704	Flujo	Presión	feed-back	F-V704-3
V-705	Flujo	Presión	feed-back	F-V705-3
V-706	Flujo	Presión	feed-back	F-V706-3
V-707	Flujo	Presión	feed-back	F-V707-3

Lazo L-V701-1: Control de nivel a V-701

Objetivo:

Mantener el nivel de los tanques de almacenamiento de acetaldehído durante la carga de acetaldehído.

Para ello se utiliza un control ON/OFF, que consiste en cerrar la válvula de alimentación cuando este alcance el nivel máximo, dejando así de llenarlo y dando paso o no al llenado de otro tanque de almacenamiento.

La distribución de acetaldehído hacia el resto de tanques de almacenamiento se realiza mediante una válvula de todo o nada que es accionada mediante la señal que envía el transmisor.

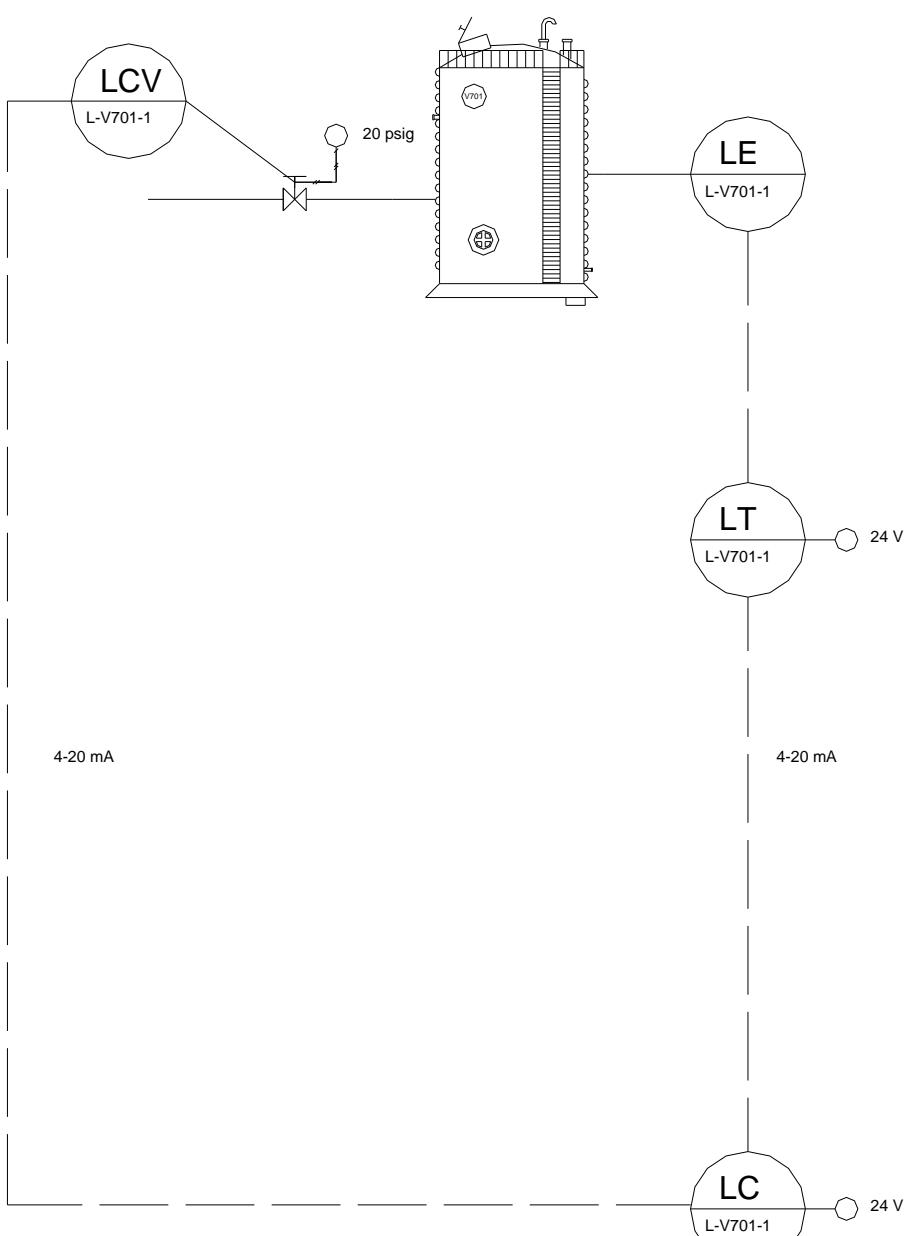
Dichas válvulas permanecen cerradas en dirección del resto de tanques de almacenamiento cuando se está llenando el tanque de interés.

Una vez el nivel del tanque que se está llenando ha llegado al nivel máximo, el transmisor de nivel cierra la válvula de alimentación y se abre otra válvula en dirección del resto de tanques.

Caracterización del lazo:

- Ítem: V-701/V-707
- Variable controlada: Nivel de líquido en el tanque.
- Variable manipulada: Caudal de entrada en el tanque.
- Set-point: Nivel máximo establecido en el tanque.
- Método de control : ON-OFF

Lazos Análogos: L-V-702 a L-V-707

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: L-V701-1 Proyecto no: 1 Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal	Área: 700 Preparado por : esAAcle Fecha: 17/06/10 Hoja:
	LAZOS ANALOGOS L-V-702 a L-V-707		COMPONENTES DEL LAZO LE-V701-1 Sensor de nivel LT-V701-1 Transmisor de nivel LC-V701-1 Controlador de nivel LCV-V701-1 Válvula de control de nivel	
CAMPO CONEXIONES CAMPO-PANEL				
PANEL FRONTAL	INTERIOR			

Lazo T-V701-1: Control de temperatura a V-701

Objetivo:

Mantener la temperatura de los tanques de acetaldehído.

Para ello se coloca un medidor de temperatura a la salida de la media caña, es decir, en la corriente de agua de chiller que se ha calentado.

Esta medida da una señal al transmisor que hace controlar una válvula automática de tres vías situada a la entrada del agua fresca de chiller.

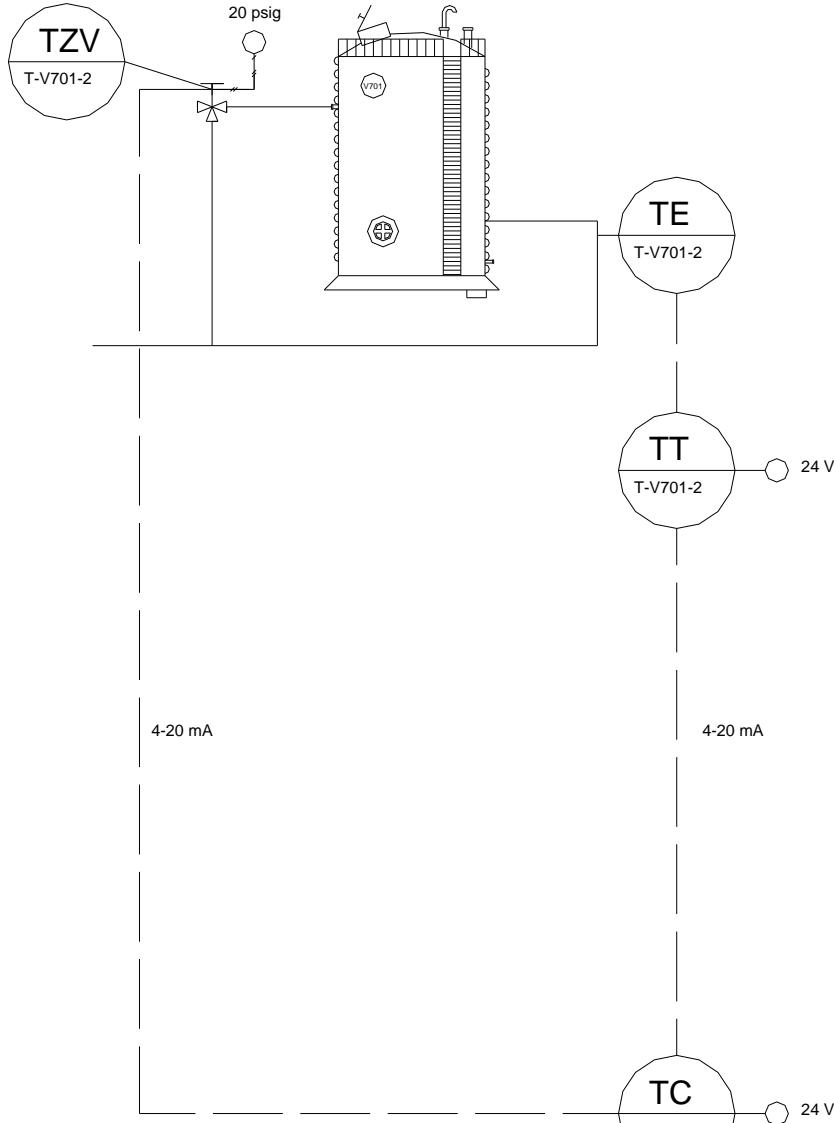
Si la temperatura a la salida de la media caña es más alta de la establecida en el proceso, la válvula a la entrada se abre para que circule más caudal.

Si la temperatura a la salida es la adecuada, la corriente de agua fría mediante la válvula de tres vías hace un by-pass y no circula por la media caña.

Caracterización del lazo:

- Ítem: V-701/V-707
- Variable controlada: Temperatura del tanque.
- Variable manipulada: Caudal de refrigerante al serpentín.
- Set-point: Nivel máximo establecido en el tanque.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: T-V702-1 a T-V707-1

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: T-V701-2	Área: 700
	Planta:	Producción de acetaldehído	Proyecto no: 1	Preparado por: esAAcle
	Ubicación:	Castellbisbal		Fecha: 17/06/10
LAZOS ANALOGOS T-V702-2 a T-V707-2	COMPONENTES DEL LAZO			
	TE-V701-2	Sensor de temperatura		
	TT-V701-2	Transmisor de temperatura		
	TC-V701-2	Controlador de temperatura		
	TZV-V701-2	Válvula de control de tres vías		
CAMPO PANEL FRONTAL	PROCESO 	CONEXIONES CAMPO-PANEL	UNIDAD DE CONTROL	
		4-20 mA	4-20 mA	
				24 V
				24 V

Lazo F-V701-2: Control de flujo N₂ a V-701

Objetivo:

Mantener el flujo de N₂ en los tanques de acetaldehído para su inertización.

Para ello se utiliza un control feed-back, que consiste en medir la presión del tanque de acetaldehído cuando se descarga.

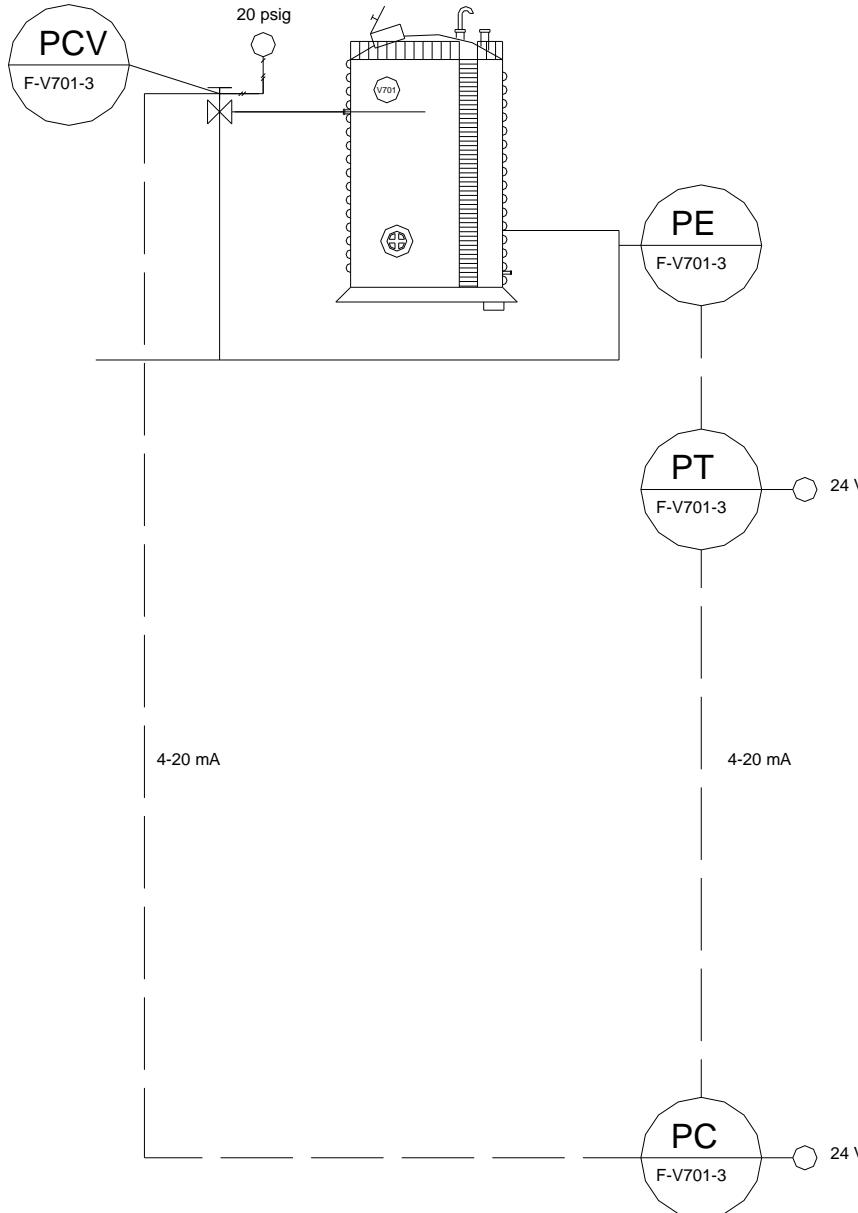
Durante la descarga, la presión dentro del disminuye, y por tanto se abre una válvula automática que permite la entrada de N₂ para su inertización.

Cuando la presión del tanque sea lo suficientemente alta quiere decir que ya se ha llenado de nitrógeno, y por tanto la válvula se cierra y se abre la siguiente válvula del tanque que se esté descargando de acetaldehído.

Caracterización del lazo:

- Ítem: V-701/V-707
- Variable controlada: Flujo de N₂ en el tanque.
- Variable manipulada: Presión en el tanque de acetaldehído.
- Set-point: Nivel máximo establecido en el tanque.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: F-V702-2 a F-V707-2

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: F-V701-3 Proyecto no: 1 Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal	Área: 700 Preparado por: esAAcle Fecha: 17/06/10 Hoja: 1/1
	LAZOS ANALOGOS F-V702-3 a F-V707-3	COMPONENTES DEL LAZO		
		PE-V701-3 Medidor de presión PT-V701-3 Transmisor de presión PC-V701-3 Controlador de presión PCV-V701-3 Válvula de control de presión		
CAMPO PANEL FRONTAL				
CONEXIONES CAMPO-PANEL INTERIOR				

LAZOS ÁREA 800

Equipo	Variable controlada	Variable manipulada	Tipo de lazo	Nº de Lazo
CC-801	Temperatura	Caudal de combustible	feed-back	T-CC801-1
KR-801	Nivel	Caudal de agua entrada	ON/OFF	L-KR801-1
HE-801	Temperatura	Caudal de agua salida	feed-back	T-HE801-1
SA-801	Nivel	Caudal salida de HCl	ON/OFF	L-SA801-1

Lazo T-CC801-1: Control de temperatura a CC-801

Objetivo:

Mantener constante la temperatura de la salida de gases de la cámara de combustión CC-801.

CC-801 es la cámara de combustión utilizada para oxidar los gases que van a tratamiento. Se oxidan con aire, pero para asegurar una buena combustión y una temperatura de salida se introduce una corriente fresca de combustible.

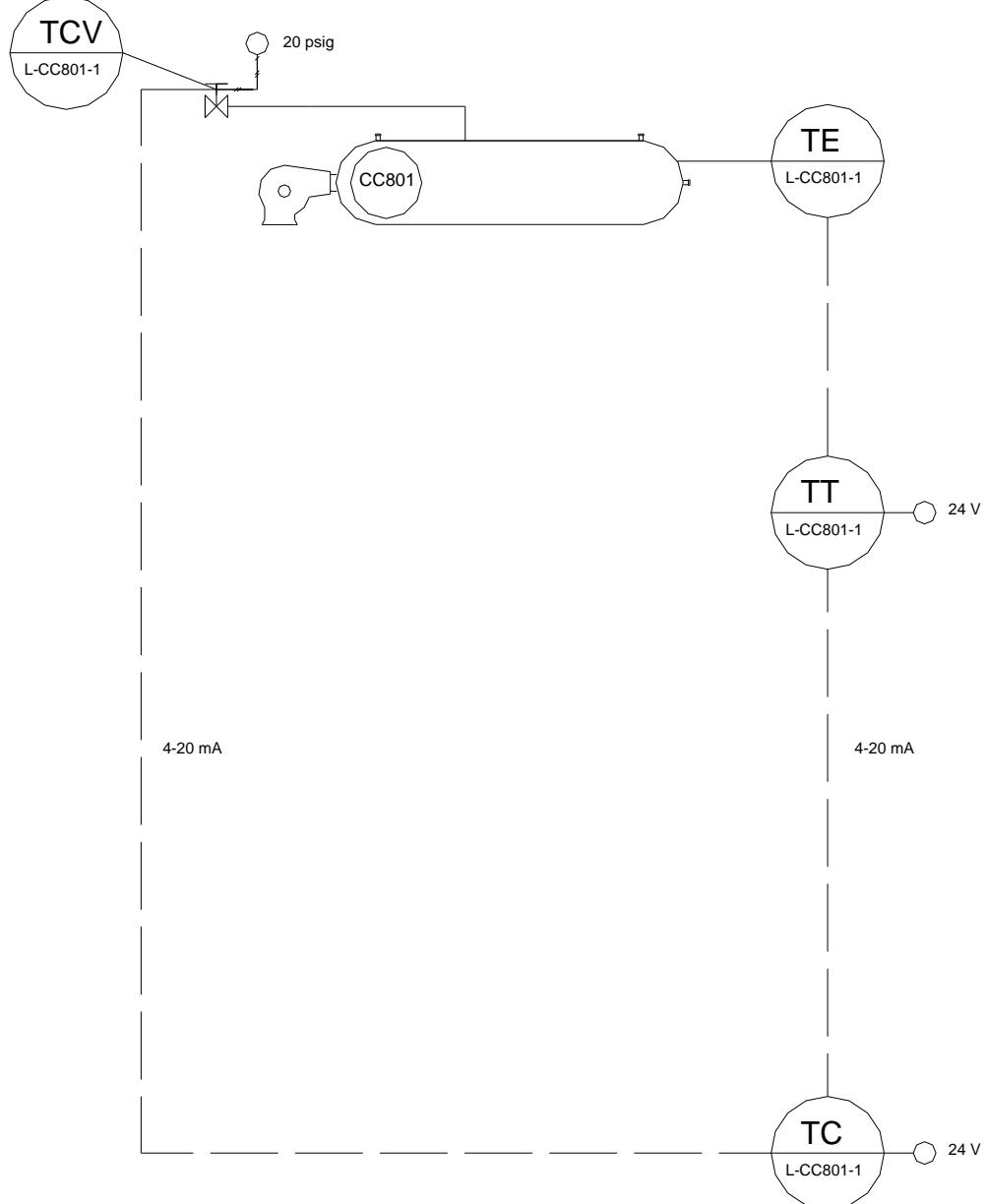
Existe un indicador y un transmisor de temperatura que emiten una señal a un controlador que abre o cierra una válvula situada a la entrada de dicho equipo.

Si la temperatura en la cámara de combustión es baja, la válvula se abre y entra más combustible.

Caracterización del lazo:

- Ítem: CC-801-A/B
- Variable controlada: Temperatura de la cámara de combustión
- Variable manipulada: Caudal de entrada de combustible
- Set-point: Fijada por el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos:

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: T-CC801-1 Proyecto no: 1	Área: 800
	Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal		Preparado por: esAAcle	
	Fecha: 17/06/10		Hoja: 1/1	
LAZOS ANALOGOS		COMPONENTES DEL LAZO: TE-CC801-1 Medidor de temperatura TT-CC801-1 Transmisor de temperatura TC-CC801-1 Controlador de temperatura TCV-CC801-1 Válvula de control de temperatura		
CAMPO PANEL FRONTAL	PROCESO UNIDAD DE CONTROL CONEXIONES CAMPO-PANEL			

Lazo L-KR801-1: Control de nivel a KR-801

Objetivo:

Mantener el nivel del kettle reboiler dentro de los rangos de nivel máximo y nivel mínimo.

Para ello se utiliza un control ON/OFF, que consiste en cerrar la válvula de alimentación de agua cuando éste alcance el nivel máximo, dejando así de entrar alimentación fresca.

El agua entra en forma líquida a la carcasa del reboiler, y al calentarse se expande en forma gaseosa generándose vapor que se utilizará en otras partes del proceso.

La magnitud que se manipula es la presión de la carcasa, y si es demasiado elevada quiere decir que se ha evaporado mucha cantidad de agua, por lo que el nivel es bajo y se debe de abrir más la válvula.

Existen alarmas de nivel, tanto para nivel alto como para nivel bajo, y también sus respectivos sensores.

Caracterización del lazo:

- Ítem: KR801
- Variable controlada: Nivel en la carcasa del reboiler.
- Variable manipulada: Presión en la carcasa del reboiler.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el tanque.
- Método de control : ON-OFF

Lazos Análogo a: L-KR401-1

Lazo T-HE801-1: Control de temperatura a HE-801

Objetivo:

Mantener constante la temperatura de salida de la mezcla gaseosa que sale del HE-801.

El control es de tipo feed-back, se mide la temperatura a la salida por tubos de la mezcla gaseosa que posteriormente va a entrar a la torre de absorción.

Se regula mediante una válvula que controla el caudal de agua de refrigeración que entra al intercambiador por la carcasa.

Si la temperatura de la mezcla gaseosa es alta, se abre la válvula del agua de refrigeración.

Caracterización del lazo:

- Ítem: HE-801
- Variable controlada: Temperatura a la salida por tubos de gases.
- Variable manipulada: Caudal de agua de refrigeración por carcasa.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogo a: T-HE201-1

Lazo L-SA801-2: Control de nivel a SA-801

Objetivo:

Mantener constante el nivel del absorbador.

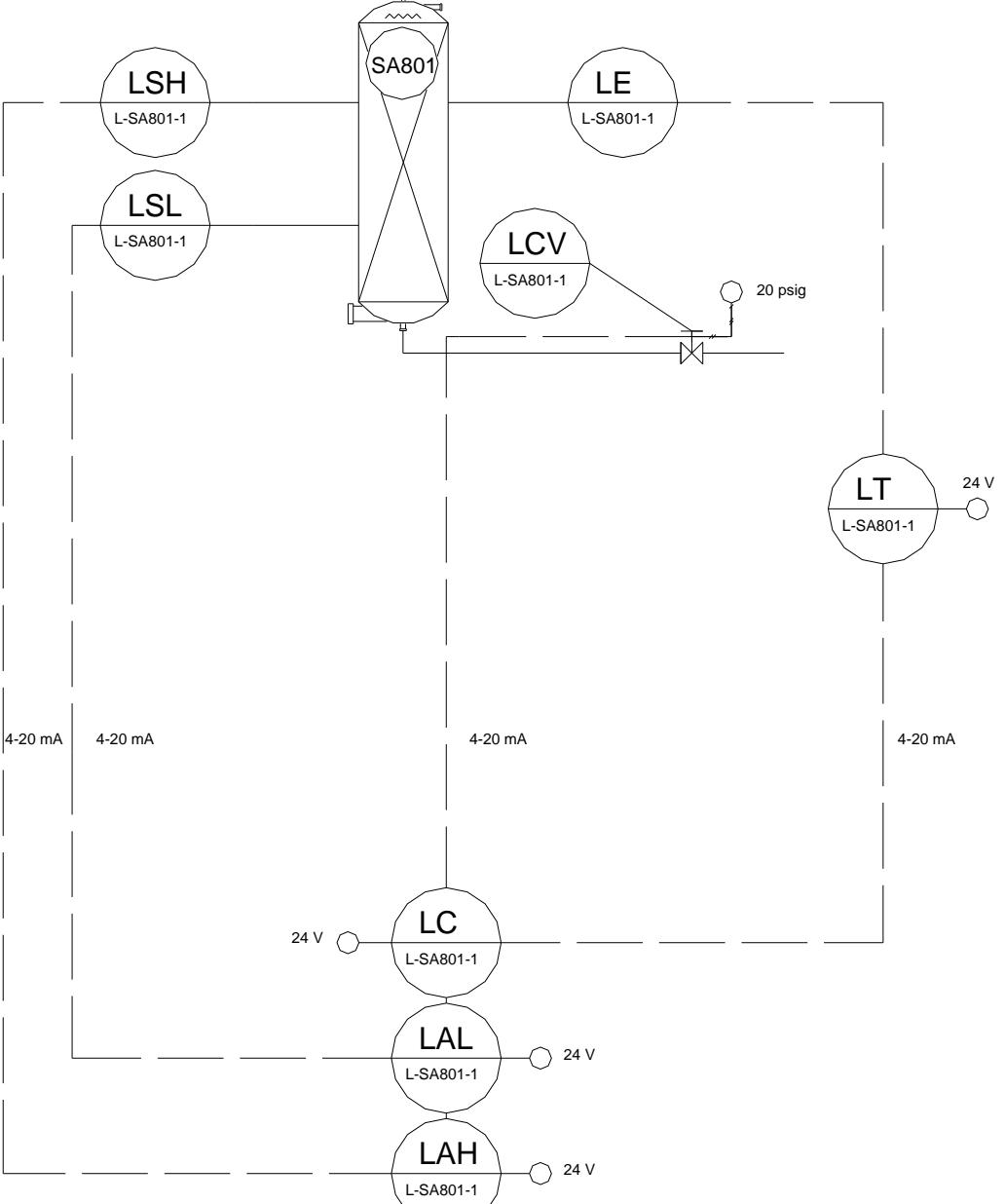
El control es de tipo ON/OFF, se mide el nivel de líquido del absorbador.

Esta señal tiene que estar comprendida en el rango permitido del set-point. Si se sale y el nivel es demasiado alto, la válvula situada a la salida del absorbador, la corriente líquida con HCl se abre y así baja el nivel.

Caracterización del lazo:

- Ítem: SA-801
- Variable controlada: Nivel del absorbador.
- Variable manipulada: Caudal de salida de líquido.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el proceso.
- Método de control : ON/OFF

Lazos Análogos: -

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: L-SA801-2 Proyecto no: 1	Área: 800									
	Planta: Producción de acetaldehído		Preparado por: esAAcle	Fecha:									
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/1	17/06/10									
LAZOS ANALOGOS	COMPONENTES DEL LAZO												
	LT-SA801-2 Transmisor de nivel LE-SA801-2 Medidor de nivel LC-SA801-2 Controlador de nivel LCV-SA801-2 Válvula todo o nada de control LSL-SA801-2 Switch de nivel bajo LAL-SA801-2 Alarma de nivel bajo LSH-SA801-2 Switch de nivel alto LAH-SA801-2 Alarma de nivel alto												
CAMPO	PROCESO												
PANEL	CONEXIONES CAMPO-PANEL	<table border="1"> <tr> <td>FRONTEL</td> <td>INTERIOR</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4-20 mA</td> <td>4-20 mA</td> <td>4-20 mA</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>4-20 mA</td> </tr> </table>			FRONTEL	INTERIOR		4-20 mA	4-20 mA	4-20 mA			4-20 mA
FRONTEL	INTERIOR												
4-20 mA	4-20 mA	4-20 mA											
		4-20 mA											

LAZOS ÁREA 900

Equipo	Variable controlada	Variable manipulada	Tipo de lazo	Nº de Lazo
KR-901	Nivel	Caudal de vapor	ON/OFF	L-KR901-1
CP-901	Temperatura	Caudal de salida	Feed-back	T-CP901-1
HE-902	Temperatura	Caudal de agua salida	Feed-back	T-HE902-1
HE-901	Temperatura	Caudal de agua salida	Feed-back	T-HE901-1
R-901	Concentración	Caudal entrada	Feed-back	A-R901-1
R-901	pH	Caudal H ₂ SO ₄ entrada	Feed-back	H-R901-2
R-901	Potencial	Caudal entrada	Feed-back	V-R901-3
V-901	pH	Caudal NaOH entrada	Feed-back	H-V901-1
RB-901	Concentración	Caudal entrada	Feed-back	A-RB901-2

Lazo L-KR901-1: Control de nivel a KR-901

Objetivo:

Mantener el nivel del kettle reboiler dentro de los rangos de nivel máximo y nivel mínimo.

Para ello se utiliza un control ON/OFF, que consiste en cerrar la válvula de alimentación de por colas de la torre cuando éste alcance el nivel máximo, dejando así de entrar alimentación fresca.

El líquido entra por la carcasa del reboiler, y al calentarse debido al calor que cede el vapor de agua por tubos se expande en forma gaseosa generándose vapor que se recircula de nuevo a la torre TD-901.

La magnitud que se manipula es la presión a la salida de la carcasa, y si es demasiado elevada quiere decir que se ha evaporado mucha cantidad de líquido, por lo que el nivel es bajo y se debe de cerrar más la válvula.

Existen alarmas de nivel, tanto para nivel alto como para nivel bajo, y también sus respectivos sensores.

Caracterización del lazo:

- Ítem: KR-901
- Variable controlada: Nivel en la carcasa del reboiler.
- Variable manipulada: Presión en la carcasa del reboiler.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el tanque.
- Método de control : ON-OFF

Lazos Análogos a: L-KR401-1

Lazo T-CP901-1: Control de temperatura a CP-901-A/B

Objetivo:

Mantener constante la temperatura de la salida líquida del condensador parcial CP-901-A/B

El CP-901-A/B es un condensador parcial situado en cabeceras de la torre TD-901. Por la carcasa circula la mezcla gaseosa y por los tubos circula el agua de chiller. Mediante un medidor y un transmisor de temperatura a la salida de la corriente líquida de la carcasa, se regula una válvula de control que está situada en la entrada del agua de chiller.

Si la temperatura a la salida es muy alta, se abre la válvula y entra mas agua.

Caracterización del lazo:

- Ítem: CP-901-A/B
- Variable controlada: Temperatura de salida del líquido
- Variable manipulada: Caudal de agua
- Set-point: Fijada por el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogo a: T-CP401-1

Lazo T-HE902-1: Control de temperatura a HE-902-A/B

Objetivo:

Mantener constante la temperatura de la salida líquida del intercambiador de calor HE-902

El HE-902 es un intercambiador de calor situado después de la torre TD-901.

Por los tubos circula la mezcla líquida y por la carcasa circula el agua de refrigeración.

Mediante un medidor y un transmisor de temperatura a la salida de la corriente líquida por los tubos se regula una válvula de control que está situada en la entrada del agua de refrigeración.

Si la temperatura a la salida es muy alta, se abre la válvula y entra mas agua.

Caracterización del lazo:

- Ítem: HE-902
- Variable controlada: Temperatura de salida del líquido
- Variable manipulada: Caudal de agua
- Set-point: Fijada por el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos a : T-HE201-1

Lazo A-R901-1: Control de concentración a R-901

Objetivo:

Mantener constante la concentración de CO₂ en el reactor R-901.

El R-901 es el reactor Fenton situado a continuación de la TD-901. En dicho reactor tienen lugar varias reacciones de oxidación-reducción.

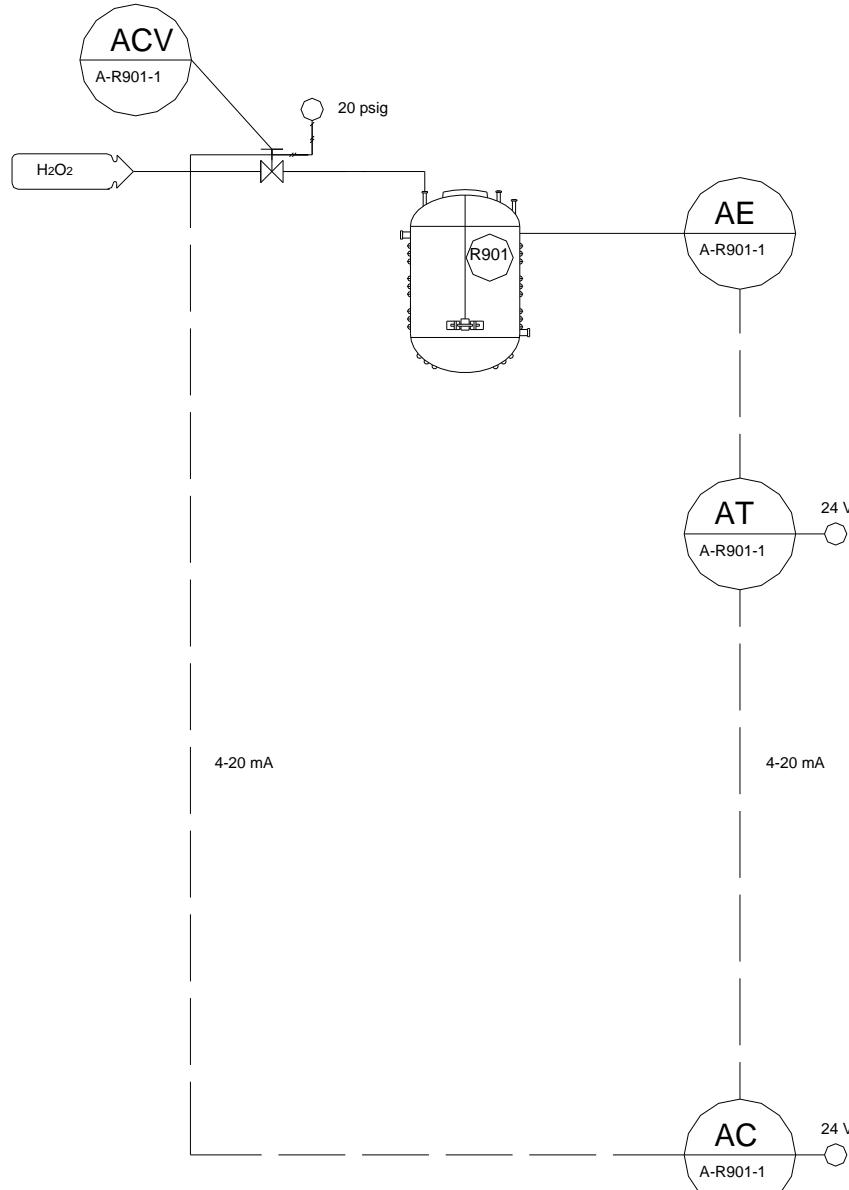
Se aporta H₂O₂, y dependiendo de la cantidad que se añada de este reactivo la concentración de CO₂ en el reactor variará.

Se mide la concentración de dióxido de carbono, se transmite la señal y dependiendo de la cantidad que sea se abre o se cierra una válvula de control que regula el aporte de agua oxigenada.

Caracterización del lazo:

- Ítem: R-901
- Variable controlada: Concentración de CO₂ en el reactor R-901
- Variable manipulada: Caudal de entrada de H₂O₂
- Set-point: Fijada por el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: -

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: A-R901-1 Proyecto no: 1	Área: 900
	Planta: Producción de acetaldehído	Preparado por: esAAcle		Fecha: 17/06/10
	Ubicación: Castellbisbal	Hoja: 1/1		
LAZOS ANALOGOS		COMPONENTES DEL LAZO AE-R901-1 Medidor de concentración AT-R901-1 Transmisor de concentración AC-R901-1 Controlador de concentración ACV-R901-1 Válvula de control de concentración		
				
CAMPO	PROCESO	UNIDAD DE CONTROL	CONEXIONES CAMPO-PANEL	PANEL
FRONTEL	INTERIOR	FRONTEL	FRONTEL	FRONTEL

Lazo H-R901-2: Control de pH a R-901

Objetivo:

Mantener constante el pH dentro del reactor R-901.

El R-901 es el reactor Fenton situado a continuación de la TD-901. En dicho reactor tienen lugar varias reacciones de oxidación-reducción.

Uno de los parámetros de importantes de operación para que ocurra bien la reacción es el pH.

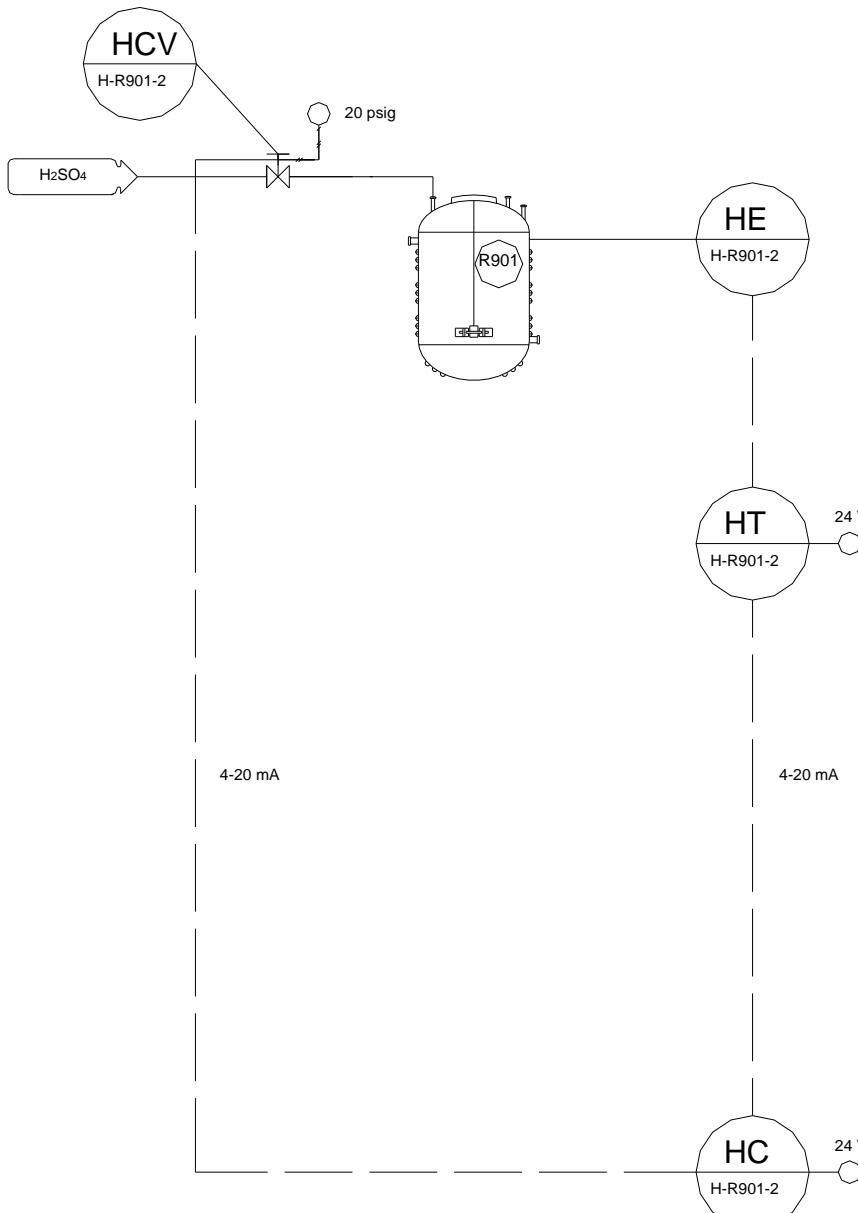
Para ello se echa ácido sulfúrico al reactor. En el reactor existe un medidor y un transmisor, y una válvula que regula la cantidad que entra al reactor.

Si el pH es alto, la apertura de la válvula de control aumenta y así el pH disminuye

Caracterización del lazo:

- Ítem: R-901
- Variable controlada: pH dentro del reactor R-901
- Variable manipulada: Caudal de entrada de H_2SO_4
- Set-point: Fijada por el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: H-V902-1

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: L-T101-1 Proyecto no: 1	Área: 100
	Planta: Producción de acetaldehído		Preparado por : esAAcle	Fecha: 17/06/10
	Ubicación: Castellbisbal		Hoja: 1/1	
LAZOS ANALOGOS		COMPONENTES DEL LAZO		
H-V902-1		HE-R901-1 Medidor de pH HT-R901-1 Transmisor de pH HC-R901-1 Controlador de pH HCV-R901-1 Válvula de control depH		
CAMPO	PROCESO			
PANEL	CONEXIONES CAMPO-PANEL	<p>FRONTAL INTERIOR</p> <p>4-20 mA 4-20 mA</p>		

Lazo V-R901-3: Control de potencial a R-901

Objetivo:

Mantener constante el potencial dentro del reactor R-901.

El R-901 es el reactor Fenton situado a continuación de la TD-901. En dicho reactor tienen lugar varias reacciones de oxidación-reducción.

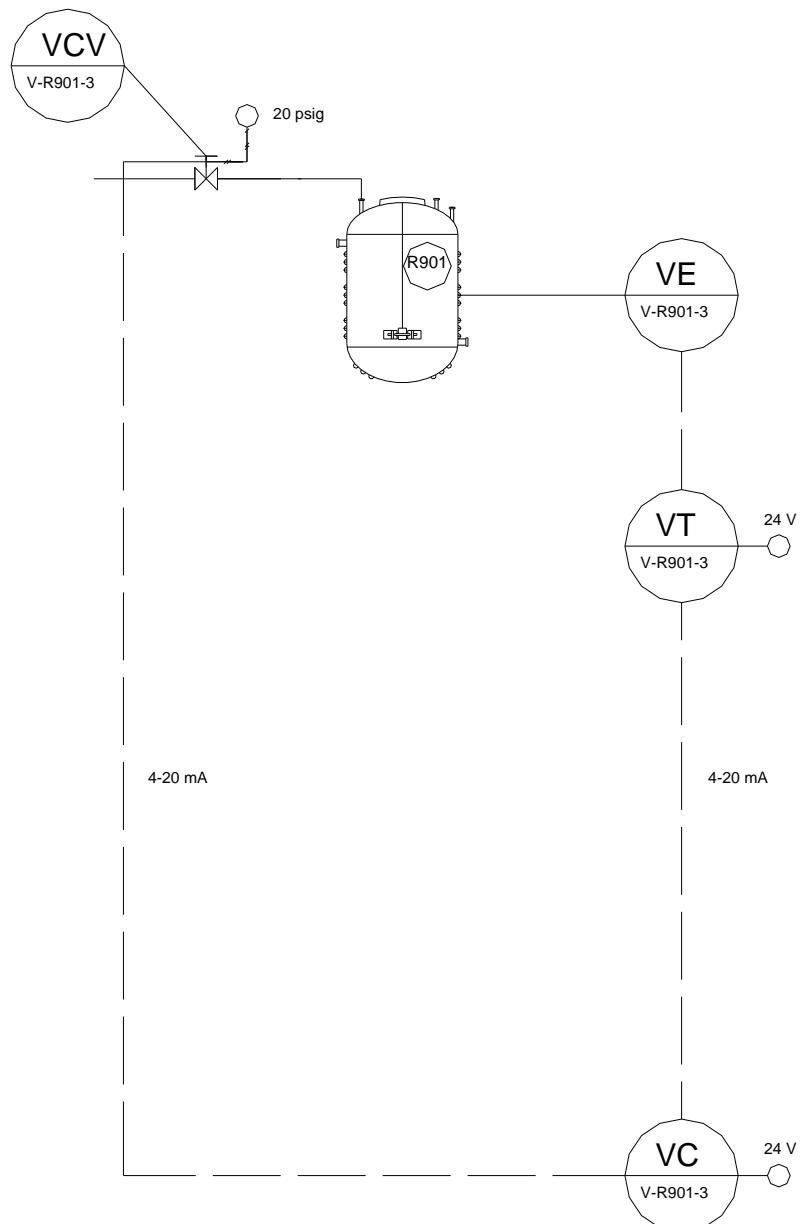
Para que ocurra la reacción el potencial de oxido-reducción tiene que ser uno determinado, y éste depende del caudal de entrada de agua contaminada orgánicamente.

Se mide el potencial y ésta señal transmite un valor a una válvula situada a la entrada del Fenton que la hace abrir o cerrar.

Caracterización del lazo:

- Ítem: R-901
- Variable controlada: potencial oxido-reducción del reactor R-901
- Variable manipulada: Caudal de entrada del proceso
- Set-point: Fijada por el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: -

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: V-R901-3 Proyecto no: 1 Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal	Área: 900 Preparado por: esAAcle Fecha: 17/06/10 Hoja: 1/1
	LAZOS ANALOGOS		COMPONENTES DEL LAZO VE-R901-3 Medidor de pH VT-R901-3 Transmisor de pH VC-R901-3 Controlador de pH VCV-R901-3 Válvula de control de pH	
				
CAMPO	PROCESO			
PANEL	UNIDAD DE CONTROL			
CONEXIONES CAMPO-PANEL		4-20 mA	4-20 mA	24 V
FRONTAL	INTERIOR			

Lazo A-RB901-2: Control de concentración a RB-901

Objetivo:

Mantener constante la concentración de O₂ en el reactor biológico RB-901.

El R-901 es el reactor biológico situado después del reactor Fenton. En dicho reactor tiene lugar la degradación biológica de la materia orgánica que aún persiste.

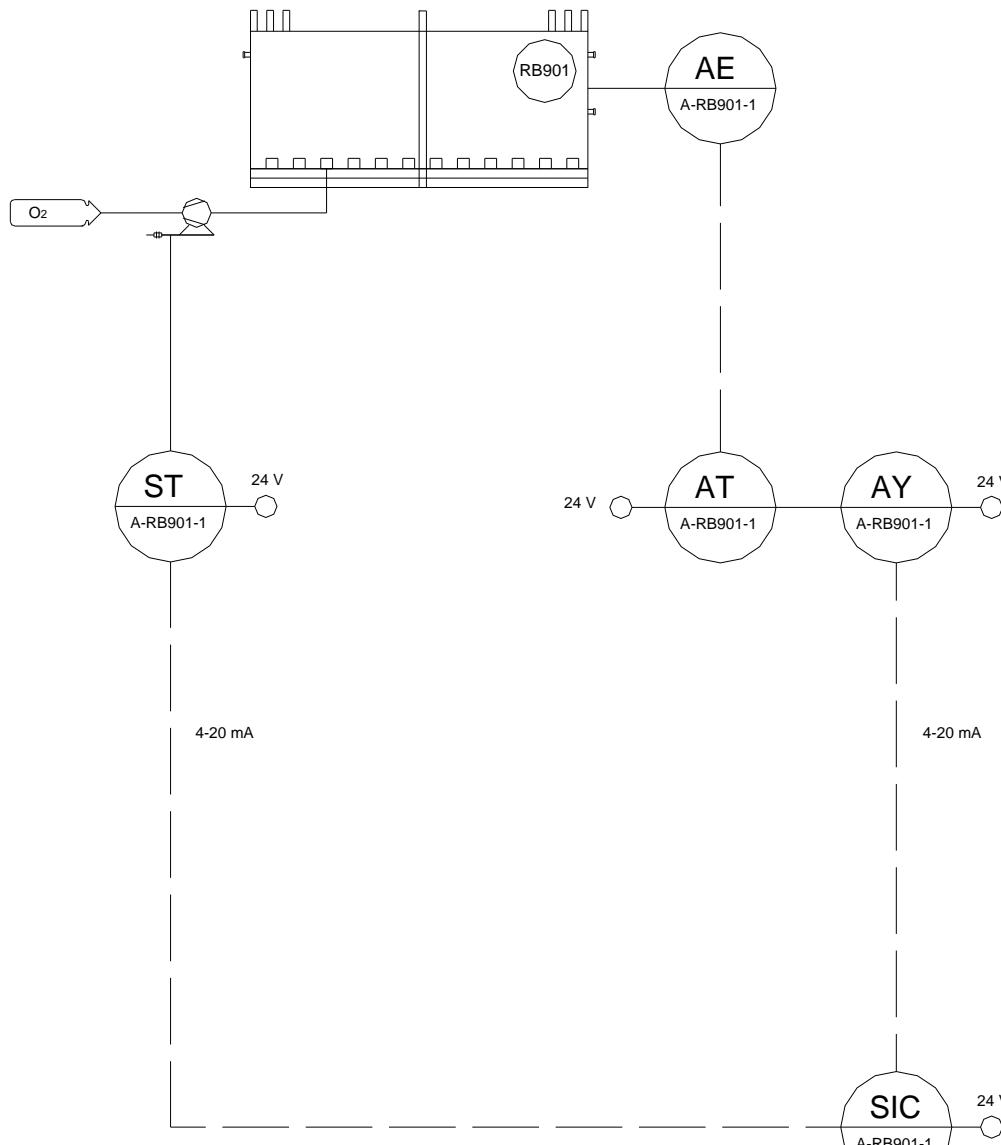
Se aporta O₂ mediante unos difusores que hay en la parte inferior del reactor.

Se mide la concentración de oxígeno, se transmite la señal y dependiendo de la cantidad que haya, un relé cambia la señal de concentración a una de velocidad de giro del compresor de oxígeno..

Caracterización del lazo:

- Ítem: RB-901
- Variable controlada: Concentración de O₂ en el reactor RB-901
- Variable manipulada: Caudal de entrada de O₂
- Set-point: Fijada por el proceso.
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: -

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: A-RB901-2 Proyecto no: 1 Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal	Área: 900 Preparado por: esAAcle Fecha: 17/06/10 Hoja: 1/1
			Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal	Preparado por: esAAcle Fecha: 17/06/10 Hoja: 1/1
			COMPONENTES DEL LAZO AE-RB901-1 Medidor de concentración AT-RB901-1 Transmisor de concentración AY-RB901-1 Relé de flujo ACV-RB901-1 Válvula de control de concentración SIC-RB901-1 Controlador indicador de velocidad ST-RB901-1 Transmisor de velocidad	
CAMPO PROCESO UNIDAD DE CONTROL				
PANEL FRONTAL INTERIOR CONEXIONES CAMPO-PANEL				

LAZOS ÁREA 1000

Equipo	Variable controlada	Variable manipulada	Tipo de lazo	Nº de Lazo
TR-1001	Nivel	Caudal de entrada	ON/OFF	L-TR1001-1
TR-1002	Nivel	Caudal de entrada	ON/OFF	L-TR1002-1
TR-1003	Nivel	Caudal de entrada	ON/OFF	L-TR1003-1
TR-1004	Nivel	Caudal de entrada	ON/OFF	L-TR1004-1
TR-1005	Nivel	Caudal de entrada	ON/OFF	L-TR1005-1
CH-1001	Nivel	Caudal de salida	ON/OFF	L-CH1001-1
CH-1002	Nivel	Caudal de salida	ON/OFF	L-CH1002-1
CH-1003	Nivel	Caudal de salida	ON/OFF	L-CH1003-1
CH-1004	Nivel	Caudal de salida	ON/OFF	L-CH1004-1

Equipo	Variable controlada	Variable manipulada	Tipo de lazo	Nº de Lazo
CH-1003	Nivel	Caudal de salida	ON/OFF	L-CH1003-1
CH-1004	Nivel	Caudal de salida	ON/OFF	L-CH1004-1
CH-1005	Nivel	Caudal de salida	ON/OFF	L-CH1005-1
CH-1006	Nivel	Caudal de salida	ON/OFF	L-CH1006-1
CH-1007	Nivel	Caudal de salida	ON/OFF	L-CH1007-1
V-1001	Temperatura	Caudal salida	feed-back	T-V1001-1
V-1002	Temperatura	Caudal salida	feed-back	T-V1002-1
V-1001	Nivel	Caudal de entrada	ON/OFF	L-V1001-2

Lazo L-TR1001-1: Control de nivel a TR-1001

Objetivo:

Mantener el nivel de las torres de refrigeración dentro de los rangos de nivel máximo y nivel mínimo.

Para ello se utiliza un control ON/OFF, que consiste en cerrar la válvula de alimentación cuando éste alcance el nivel máximo, dejando así de llenarlo y dando paso o no al llenado de otra torre de refrigeración.

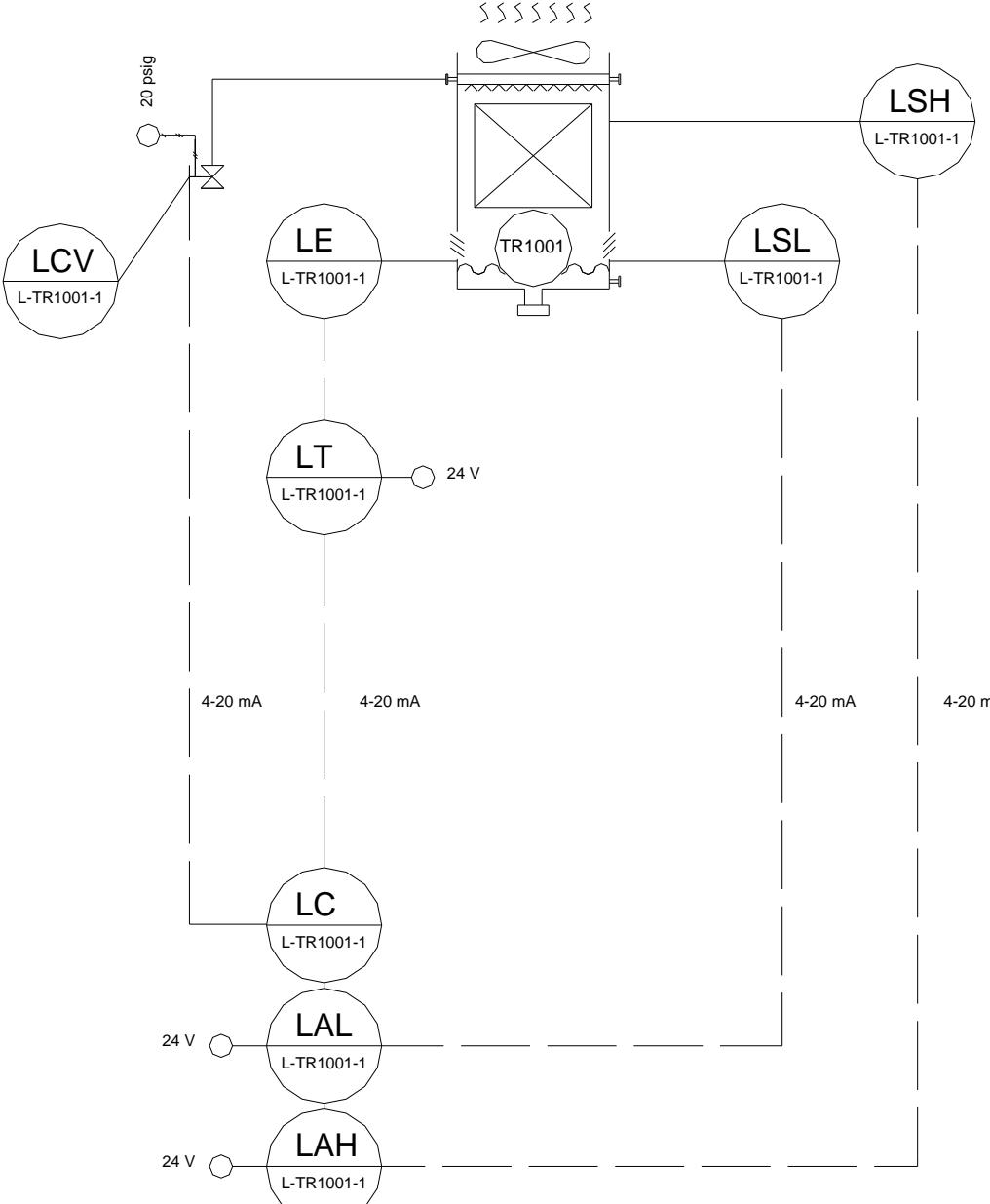
A la entrada de cada torre de refrigeración, existe una válvula de todo o nada.

La alarma de nivel mínima se utiliza para indicar a la sala de control que las torres de refrigeración se encuentran bajo mínimos y se deben llenar. Lo contrario ocurre con la alarma de nivel máximo.

Caracterización del lazo:

- Ítem: TR-1001/TR-1004
- Variable controlada: Nivel de líquido en la torre de refrigeración.
- Variable manipulada: Caudal de entrada en la torre de refrigeración.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en la torre.
- Método de control : ON-OFF

Lazos Análogos: TR-1002 a TR-1005

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: L-TR1001-1 Proyecto no: 1	Área: 1000
	Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal	Preparado por: esAAcle	Fecha: 17/06/10	
LAZOS ANALOGOS L-TR1002-1 a L-TR-1005-1		COMPONENTES DEL LAZO		
		LE-TR1001-1 Medidor de nivel LT-TR1001-1 Transmisor de nivel LC-TR1001-1 Controlador de nivel LCV-TR1001-1 Válvula de control de nivel LAH-TR1001-1 Alarma de nivel alto LAL-TR1001-1 Alarma de nivel bajo LSL-TR1001-1 Switch de nivel bajo LSH-TR1001-1 Switch de nivel alto		
CAMPO PANEL	PROCESO FRONTERA			
	UNIDAD DE CONTROL INTERIOR			
	CONEXIONES CAMPO-PANEL			

Lazo L-CH1001-1: Control de nivel a CH-1001

Objetivo:

Mantener el nivel de los chillers dentro de los rangos de nivel máximo y nivel mínimo.

Para ello se utiliza un control ON/OFF, que consiste en abrir la válvula a la salida cuando éste alcance el nivel máximo, dejando así que se vacíe y dando paso o no al llenado de otro chiller.

A la entrada de cada chiller, existe una válvula de todo o nada.

La alarma de nivel mínima se utiliza para indicar a la sala de control que las torres de refrigeración se encuentran bajo mínimos y se deben llenar. Lo contrario ocurre con la alarma de nivel máximo.

Caracterización del lazo:

- Ítem: CH-1001/CH-1007
- Variable controlada: Nivel de líquido de cada chiller.
- Variable manipulada: Caudal de salida del chiller.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el chiller.
- Método de control : ON-OFF

Lazos Análogos: L-CH1002-1 a L-CH1007-1

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: L-CH1001-1 Proyecto no: 1	Área: 1000
	Planta: Producción de acetaldehído Ubicación: Castellbisbal		Preparado por: esAAcle Hoja: 1/1	
				Fecha: 17/06/10
LAZOS ANALOGOS L-CH1002-1 a L-CH-1007-1		COMPONENTES DEL LAZO <ul style="list-style-type: none"> LC-CH1001-1 Controlador de nivel LT-CH1001-1 Transmisor de nivel LE-CH1001-1 Medidor de nivel LCV-CH1001-1 Válvula de control de nivel LAH-CH1001-1 Alarma de nivel alto LAL-CH1001-1 Alarma de nivel bajo LSH-CH1001-1 Switch de nivel alto LAL-CH1001-1 Switch de nivel bajo 		
CAMPO	PROCESO			
PANEL	CONEXIONES CAMPO-PANEL			
FRONTAL	INTERIOR			

Lazo T-V1001-1: Control de temperatura de V-1001

Objetivo:

Mantener la temperatura de la corriente de salida de las torres de refrigeración

Para ello se utiliza un control feed-back. Se mide la temperatura de salida de las torres de refrigeración y se transmite a un controlador que regula una válvula situada a la salida del V-1001.

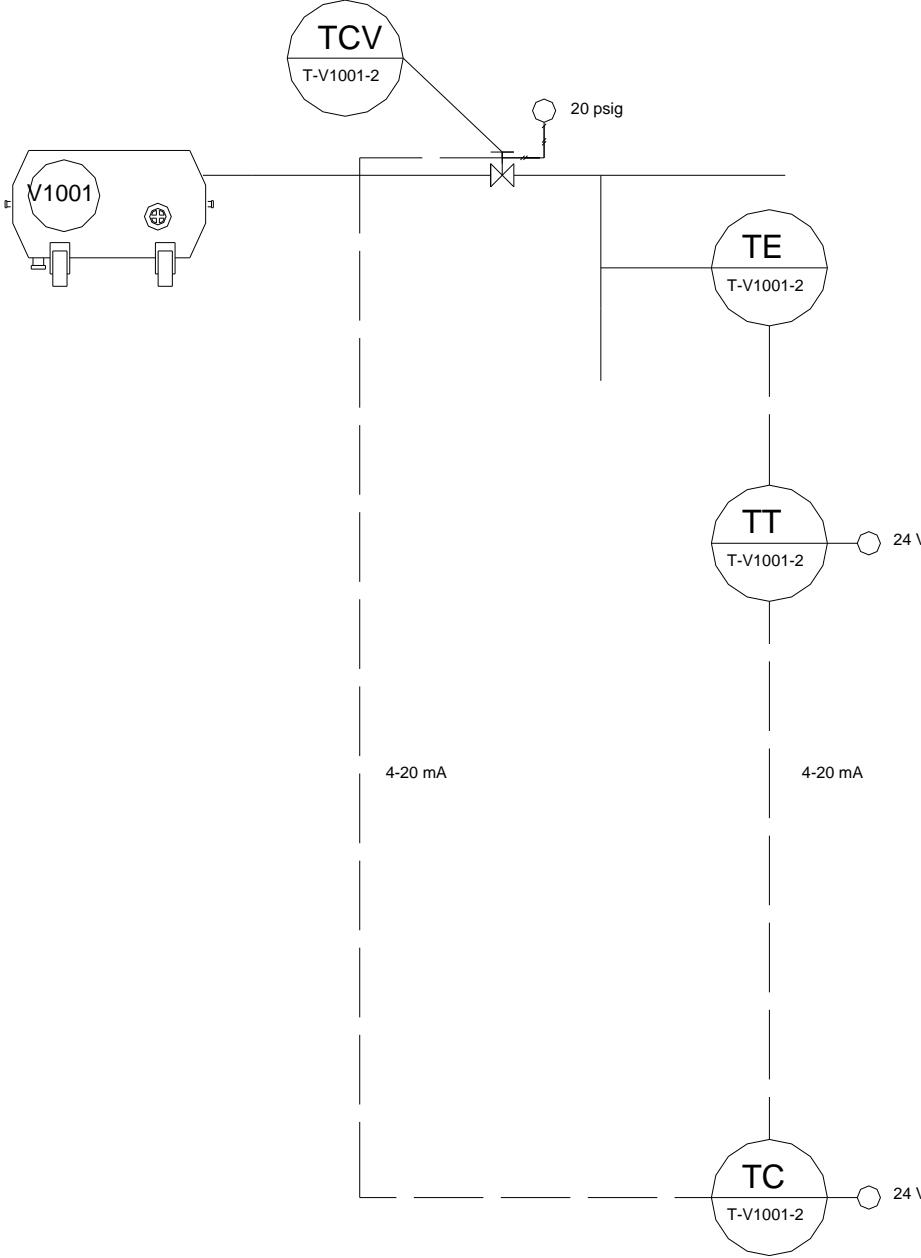
El V-1001 es un tanque de almacenamiento de agua de red, agua que está fría

Si se necesita agua de refrigeración más fría se abre dicha válvula

Caracterización del lazo:

- Ítem: V1001
- Variable controlada: Temperatura de la corriente fría.
- Variable manipulada: Caudal de salida del tanque.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en el proceso
- Método de control : feed-back

Lazos Análogos: T-V1002-1

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: L-T101-1 Proyecto no: 100	Área: 100 Preparado por: esAAcle Fecha: 17/06/10 Ubicación: Castellbisbal Hoja:	
Planta: Producción de acetaldehído		Preparado por: : esAAcle			
Ubicación: Castellbisbal		Hoja:			
LAZOS ANALOGOS T-V1002-1			COMPONENTES DEL LAZO: TE-V1001-1 Medidor de temperatura TT-V1001-1 Transmisor de temperatura TC-V1001-1 Controlador de temperatura TCV-V1001-1 Válvula de control de temperatura		
					
CAMPO	PROCESO	UNIDAD DE CONTROL	PANEL	CONEXIONES CAMPO-PANEL	
FRONTAL	INTERIOR				

Lazo L-V1001-2: Control de nivel a V-1001

Objetivo:

Mantener el nivel del tanque de almacenamiento situado anteriormente a las torres de refrigeración dentro de los rangos de nivel máximo y nivel mínimo.

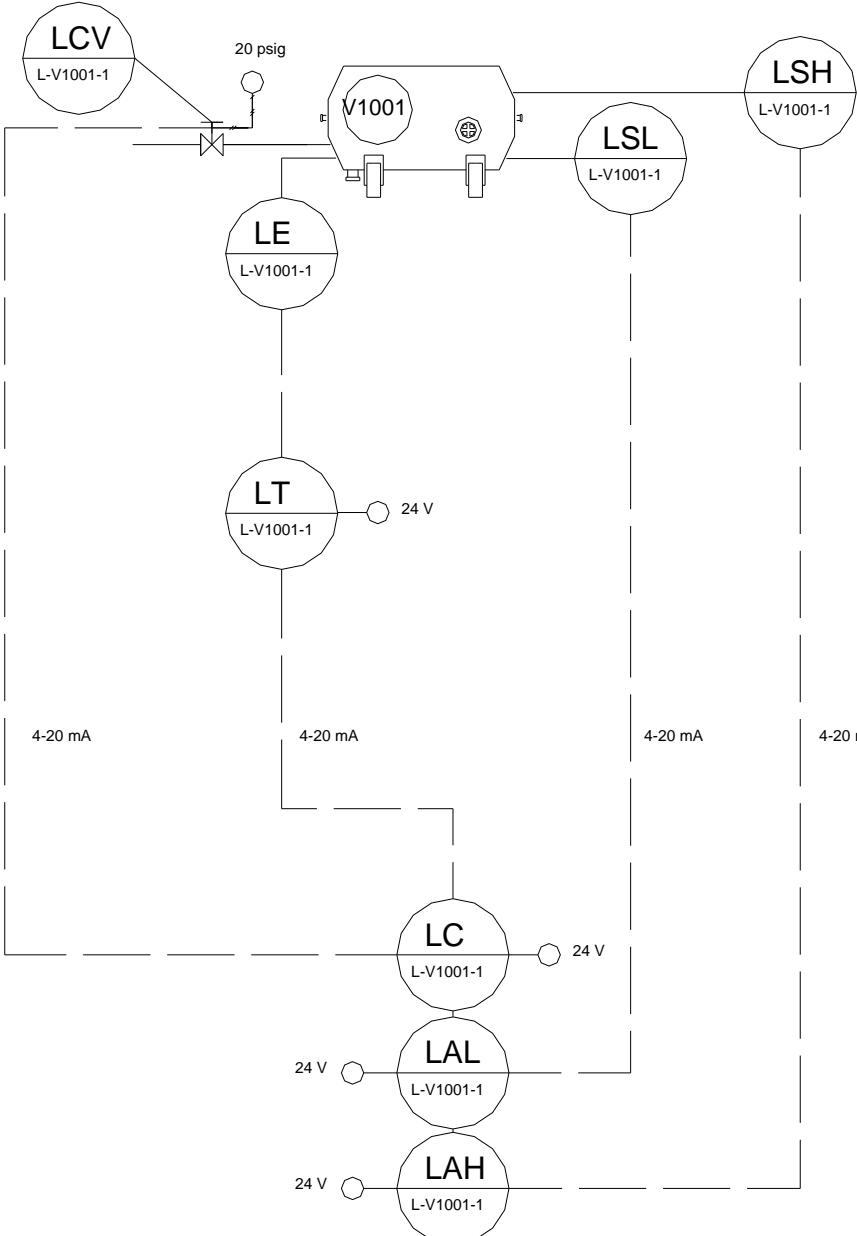
Para ello se utiliza un control ON/OFF, que consiste en cerrar la válvula de alimentación cuando éste alcance el nivel máximo, dejando así de llenarlo y viceversa.

La alarma de nivel mínima se utiliza para indicar a la sala de control que las torres de refrigeración se encuentran bajo mínimos y se deben llenar. Lo contrario ocurre con la alarma de nivel máximo.

Caracterización del lazo:

- Ítem: V1001
- Variable controlada: Nivel de líquido en el tanque de almacenamiento.
- Variable manipulada: Caudal de entrada al tanque de almacenamiento.
- Set-point: Máximos y mínimos establecidos en la torre.
- Método de control : ON-OFF

Lazos Análogos: -

	ESPECIFICACIONES DEL LAZO DE CONTROL		Lazo: L-V1001-2	Área: 1000
	Planta: Producción de acetaldehído		Proyecto no: 1	
	Ubicación: Castellbisbal		Preparado por: esAAcle	Fecha: 17/06/10
LAZOS ANALOGOS		COMPONENTES DEL LAZO		
LE-V1001-1 Medidor de nivel LT-V1001-1 Transmisor de nivel LC-V1001-1 Controlador de nivel LCV-V1001-1 Válvula de control de nivel LAH-V1001-1 Alarma de nivel alto LAL-V1001-1 Alarma de nivel bajo LSH-V1001-1 Switch de nivel alto LSL-V1001-1 Switch de nivel bajo				
CAMPO CONEXIONES CAMPO-PANEL	PROCESO 	UNIDAD DE CONTROL	LE L-V1001-1 LT L-V1001-1 LC L-V1001-1 LAL L-V1001-1 LAH L-V1001-1	4-20 mA 4-20 mA 4-20 mA 4-20 mA
		PANEL FRONTAL		24 V 24 V 24 V

3.4. INSTRUMENTACIÓN

3.4.1. CLASIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE CONTROL DEL SISTEMA DE CONTROL

Los instrumentos a utilizar dentro del sistema de control se pueden clasificar de acuerdo a la función que realizan, a su tipo de arquitectura. A continuación se presentan las diferentes clasificaciones. De acuerdo a su función son:

a) Instrumentos ciegos

Son aquellos que no tienen indicación visible de la variable. Dentro de esta clasificación se tienen las alarmas, interruptores de presión y temperatura que poseen una escala exterior con un índice de selección de la variable, ya que sólo ajustan el punto de disparo del interruptor o conmutador al cruzar la variable el valor seleccionado. Son también instrumentos ciegos, los transmisores de caudal, presión, nivel y temperatura sin indicación.

b) Instrumentos indicadores

Estos disponen de un índice y de una escala graduada en la que puede leerse el valor de la variable. Según la amplitud de la escala se dividen en indicadores concéntricos y excéntricos. Existen también indicadores digitales que muestran la variable en forma numérica.

c) Instrumentos registradores

Dan los valores de lectura sobre papel.

De acuerdo a su arquitectura los instrumentos se clasifican como:

a) Instrumentos primarios o sensores

Ellos están en contacto directo 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, fuerza, posición, medida eléctrica, etc. Por ejemplo: en los elementos primarios de temperatura de termopar el efecto es la variación de fuerza electromotriz.

b) Transmisores:

Captan la variable de proceso a través del elemento primario y la transmiten a distancia en forma de señal neumática de margen 3 a 15 psi (libras por pulgada cuadrada) o electrónica de 4 a 20 mA de corriente continua, en nuestro sistema de control se realiza de forma electrónica. La señal neumática emplea la señal en unidades métricas 0,2 a 1 bar (0,2 a 1 Kg. /cm²). La señal digital más utilizada en algunos transmisores inteligentes es apta directamente para ordenador, estos instrumentos engloban: sensor, transductor y el convertidor.

c) Transductores.

Estos reciben una señal de entrada función de una o más cantidades físicas y la convierten modificada o no a una señal de salida. Son transductores, un relé, un elemento primario, un transmisor, un convertidor PP/I (presión de proceso a intensidad), un convertidor PP/P (presión de proceso a señal neumática), etc.

e) Convertidores

Estos son aparatos que reciben una señal de entrada neumática (3-15 psi) o electrónica (4-20 mA) procedente de un instrumento y después de modificarla envían la resultante en forma de señal de salida estándar. Por ejemplo un convertidor P/I (señal de entrada neumática a señal de salida electrónica, un convertidor I/P (celda de entrada eléctrica a una señal de salida neumática). Este término es general y no se debe de aplicar a un aparato que convierta una señal de instrumentos.

f) Receptores

Estos reciben las señales procedentes de los transmisores y las indican o registran. Los receptores controladores envían otra señal de salida normalizada a los valores ya indicados de señal neumática o en señal electrónica, que actúan sobre el elemento final de control.

g) Controladores

Estos comparan la variable controlada (presión, nivel, temperatura) 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 en forma de señal neumática, electrónica o digital procedente de un trasmisor.

h) Elemento final de control

Este recibe la señal del controlador y modifica el caudal del fluido o agente de control. En el control neumático, el elemento suele ser una válvula neumática o un servomotor neumático que efectúan su carrera completa de 3 a 15 psi (0,2 -1 bar). En el control electrónico la válvula o el servomotor son accionados a través de un convertidor de intensidad a presión (I/P) o señal digital a presión que convierte la señal electrónica de 4 a 20 mA.

En el control eléctrico el elemento suele ser una válvula motorizada que efectúa su carrera completa accionada por un servomotor eléctrico. Las señales neumáticas y electrónicas permiten el intercambio entre instrumentos de la planta. No ocurre así en los instrumentos de salida digital donde las señales son propias de cada suministrador.

A continuación se muestra una representación de los diversos instrumentos que se han mencionado.

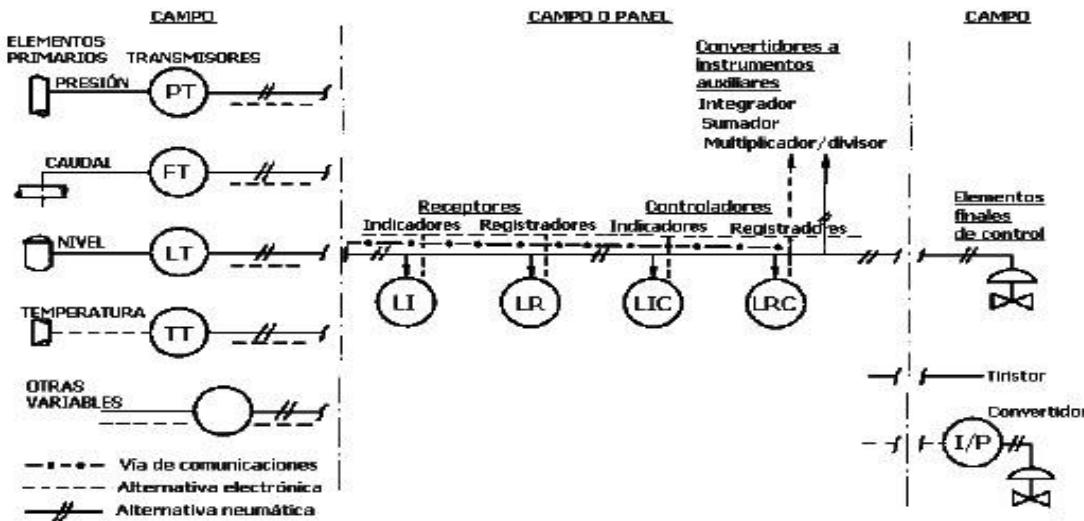


Figura 3-14. Esquema ilustrativo de la instrumentación utilizada

Las características básicas de los elementos de medida y transmisión son las siguientes:

- **Campo de medida (rango):** Conjunto de valores que pueda leer el instrumento. Viene definido por los valores extremos.
 - **Amplitud (span)** Diferencia entre el extremo superior e inferior del campo de medida.
 - **Error:** Diferencia entre el valor que proporciona el instrumento y el valor real de la magnitud. Existen tres tipos de errores:
 - **Error estático:** Se obtiene con el proceso en estado estacionario
 - **Error dinámico:** Se obtiene con el proceso en estado de cambio
 - **Error medio:** Media aritmética de valores crecientes y decrecientes de la variable medida.
 - **Zona muerta:** Rango de valores de la magnitud que no provocan variación en la salida del instrumento, es un porcentaje del span.
 - **Sensibilidad:** Relación entre un incremento en la salida del instrumento y el incremento de la variable que lo provoca, es medido en el estado estacionario, es un porcentaje del span y es inherente al instrumento de medida)
 - **Precisión:** Definida por los límites de los errores cometidos por el instrumento de medida. Es un porcentaje del span o en unidades de la variable de medida).

- **Resolución:** Mínimo incremento de la lectura del instrumento, es un porcentaje del span.
- **Repetibilidad:** Capacidad del instrumento de medida de repetir la medida para valores idénticos de la variable, obtenidos en el mismo sentido de variación y en las mismas condiciones de funcionamiento, es un porcentaje del span.
- **Histéresis:** Diferencia máxima entre los valores de lectura.
- **Deriva:** Variación de la señal de salida del instrumento durante un tiempo cuando la variable medida es constante, debida a causas internas o externas.
- **Fiabilidad:** Probabilidad que el comportamiento del instrumento este dentro de los límites de error especificados.
- **Ruido:** Cualquier perturbación eléctrica que modifique la lectura.
- **Temperatura de servicio:** Rango de temperatura donde el comportamiento del instrumento esta dentro de los márgenes de error especificado.

3.4.2. ELEMENTOS PRIMARIOS Y ELEMENTOS DE TRANSMISIÓN

Las variables que se miden y controlan en el sistema de control son cuatro: Presión, Temperatura, nivel y caudal. Estas variables están vinculadas a las condiciones del proceso. A veces también es necesario medir ciertas características físicas (densidad, viscosidad, etc.) y químicas (composición, conductividad, pH, etc.).

Dichas variables son realizadas por los elementos primarios de control, que posteriormente es transmitida por un elemento secundario. La definición de estos tipos de elementos es la siguiente:

- **Elemento primario:** es el elemento que capta la variable a medir y produce cambios en propiedades físicas que luego puede transformarse en una señal.

- **Elemento secundario:** capta la señal elaborado por el elemento primario y la transforma en una salida o genera una señal estandarizada que puede ser captada por otro instrumento en forma local o remota.

Estas dos partes pueden estar claramente separadas o pueden estar ambos elementos en el mismo dispositivo. Un medidor-transmisor se puede representar como dos sistemas en serie:

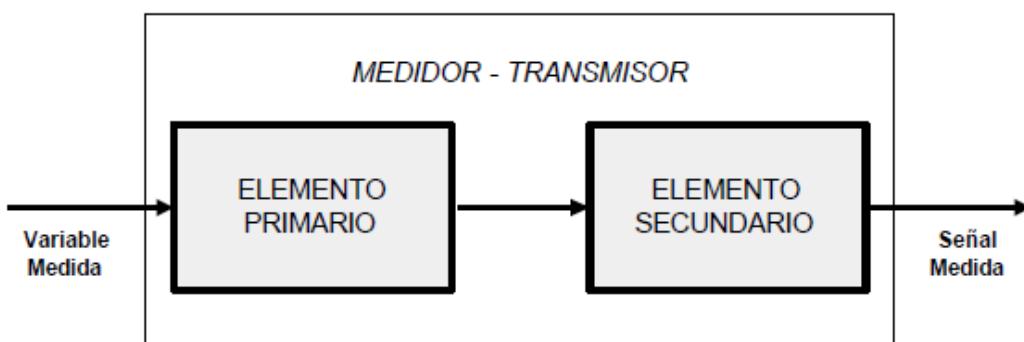


Figura 3-15. Sistema en serie de un medidor-transmisor

A continuación se describen los elementos de medición utilizados en nuestro sistema de control:

a) Sensores de temperatura:

Existen muchos dispositivos que sirven para medir la temperatura, pero no todos ellos han sido adaptados para su uso en las condiciones que se encuentran en los procesos industriales. Existen varios tipos de sensores de temperatura pero los más utilizados industrialmente son los termopares y las termo resistencias, que tienen como principio general la electricidad. En los termopares, la f.e.m. inducida en dos alambres de distintos metales o aleaciones depende en forma directa de la diferencia de temperatura entre los dos extremos soldados, su rango de funcionamiento es de -200 °C a 2000 °C.

En cambio las termo resistencias, su principio funcionamiento consisten en que la temperatura se infiere a partir de la variación en la resistencia eléctrica de un metal, generalmente platino, cobre o níquel, su rango de funcionamiento es de -200 a 700 °C.

Las termo resistencias ofrecen una precisión diez veces mayor a la de los termocupla, aunque tienen un rango de funcionamiento ligeramente más alto que las termo resistencias. Esto no influye ya que las temperaturas en nuestra planta no exceden los 700 °C. Las termos resistencias más utilizadas industrialmente son las de alambre de platino y se le calibra con una resistencia de 100 ohms a 0 °C.

Las termo resistencias de platino estándar fabricadas comercialmente resultan adecuadas para mediciones en el rango de -250 °C a 850 °C. Existen otros tipos de termo resistencias como la de níquel que no están condicionadas de medir temperaturas tan elevadas como lo hacen los sensores de platino. Los límites de alcance para las termo resistencias de níquel están aproximadamente en -60 °C y 180 °C. Las ventajas que presentan las termo resistencias de níquel es su capacidad de obtener una curva de calibrage bastante lineal (suministra una salida que es lineal con la temperatura) con bastante facilidad, además de su menor coste.

El sensor escogido para nuestras instalaciones es el ABB TSP321, útil para mediciones de temperatura en recipientes, tuberías, en medios líquidos y gaseosos. Incluye: elemento de medición, tubo protector con conexión de proceso, cabeza de conexión, convertidor de medición e indicador.

El material de construcción para el sensor es de acero 316 L y soporta una temperatura máxima de 600 °C, este valor son valores máximos calculados sin carga por el proceso, en casos particulares pueden desviarse considerablemente hacia arriba o abajo. Posteriormente en la hoja de especificaciones de la instrumentación utilizada se presentara el resto de las características principales del sensor.

b) Sensor de nivel:

Para los sensores de nivel se utilizarán dos tipos de sensores, aquellos asociados a lazos de control ON/OFF, es decir que realicen medidas discretas y aquellos asociados a lazos de control feed-back en donde los sensores realizaran medidas continuas.

Para las medidas continuas del nivel se utilizarán sensores de nivel que se basen en la presión diferencial. A continuación se realiza presenta el principio de funcionamiento: el peso de una columna de líquido equivale a una determinada presión, por lo tanto midiendo presiones se pueden determinar los niveles.

La relación existente entre la presión y el nivel es la siguiente:

$$P = \rho \cdot g \cdot H = \gamma \cdot H$$

Donde:

P: es la presión

ρ : es la densidad del fluido

g: es la gravedad

H: es la altura de la columna de líquido.

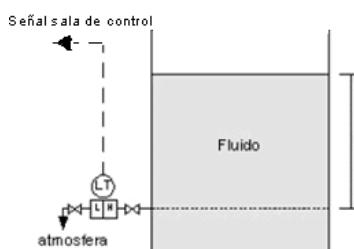


Figura 3-16. Medidor de nivel por presión diferencial

Con depósitos cerrados hay que colocar dos tomas de presión, una en el punto de medida y otra por encima del nivel del líquido. Estas dos tomas se conectan a las dos cámaras del sensor diferencial, cuya señal de salida será una medida del nivel de líquido sobre la toma inferior. Puede que se produzcan condensaciones cuando el depósito almacena un líquido a temperatura elevada, por lo que se suele disponer de válvulas de purga y depósitos de condensación por debajo de la toma del sensor.

El modelo escogido para nuestro sistema de control es el sensor 3051S de la marca Rosemount.

En el caso en que la señal sea discreta se utilizara otro tipo de sensores de nivel, se utilizaran switch de nivel que se activarán cuando el nivel llegue al máximo o a un mínimo, según donde estén colocados.

En nuestro sistema de control se utilizan los sensores de nivel Rosemount serie 2130. Estos switch son ideales para realizar la medida de un nivel máximo o mínimo en tanques, y esta diseñado para soportar temperaturas extremas entre -70°C y 260°C . y presiones superiores de 100 bar g, siendo perfecto su uso en prácticas comunes para realizar el control de nivel mediante un sistema de alarmas de nivel máximo y mínimo, tal como se muestra en la siguiente figura.



Figura 3-17. Instalación de un sistema de alarmas de nivel máximo y mínimo

Este tipo de switch no se ve afectado por el flujo, turbulencia, burbujas, espumas, vibraciones, sólidos u otras variaciones en el proceso. Además no requiere un calibrage y su instalación es sencilla. Otra de sus ventajas es que no tiene partes móviles por lo el switch no requerirá un mantenimiento y es apto para instalarlo en zonas propensas a explosiones, ya que es bastante seguro.

A continuación se presenta la forma correcta de colocar el switch dentro del equipo:

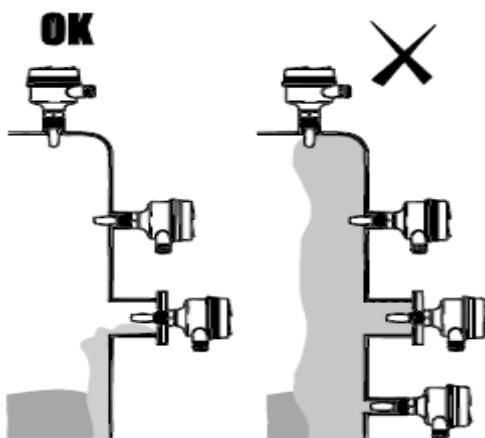


Figura 3-18. Esquema de la forma correcta e incorrecta de color un switch

Para realizar una correcta instalación de los switch es necesario seguir lo siguientes consejos:

- Siempre instalar en el estado “encendido”:
- Para nivel alto, usar el ajuste “dry on”, es decir el nivel alto se alcanza cuando el sensor esta cubierto por el líquido.
- Para nivel bajo, usar el ajuste “dry off”, es decir el nivel bajo se alcanza cuando el sensor esta descubierto por el líquido
- Asegurarse de que existe suficiente espacio para el montaje y para las conexiones eléctricas.
- Evitar la instalación cerca de la entrada de líquido al depósito.
- Evitar salpicaduras intensas en las horquillas.
- Asegurarse de que las horquillas no hagan contacto con la pared del depósito, ni con conexiones u obstrucciones internas.
- Los apoyos para la horquillas evitan la vibración ocasionada por la longitud de la horquilla.

c) Medidores de caudal

Los instrumentos que llevan a cabo la medida de un caudal se denominan caudalímetro o medidores de caudal, constituyendo una modalidad particular los contadores, los cuales integran dispositivos adecuados para medir y justificar el volumen que ha circulado por la conducción.

Introduciendo un tubo que contenga el medidor dentro de la conducción en donde se realiza la medición es posible medir el caudal, este procedimiento sigue la teoría del tubo de Pitot.

El tubo de Pitot es la forma más antigua de medir la presión diferencial y también de conocer la velocidad de circulación de un fluido en una tubería. Se trata de un pequeño tubo con la entrada orientada en contra del sentido de corriente del fluido. La velocidad del fluido en la entrada del tubo se hace nula, al ser un punto de estancamiento, convirtiendo su energía cinética en energía de presión, lo que da lugar a un aumento de presión dentro del tubo.

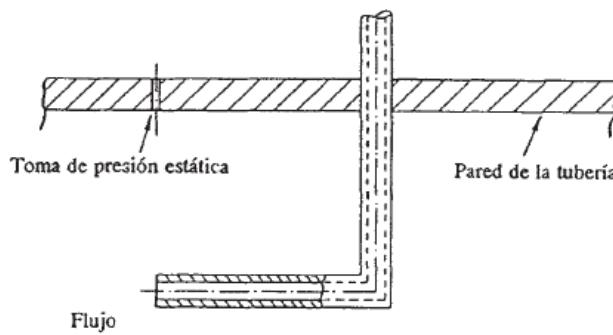


Figura 3-18. Tubo de pitot

El tipo de medidor escogido para nuestro sistema de control es el medidor de cabal 3051SMV de la marca Rosemount serie 3051S multivariable, el cual permite realizar diferentes medidas: diferencia de presión, presión estática y la temperatura del fluido.

Este medidor consigue un gran rendimiento en la medida del flujo y grandes mejoras energéticas que presenta este diseño.

Como características principales de su funcionamiento, el medidor de caudal 3051SMV es capaz de realizar medidas de presión entre el rango de -137,9 bar

hasta las 137,9 bar y el rango de temperaturas en que es capaz trabajar es de -200 a 850 °C.

En el caso de las conducciones de un diámetro inferior a las 4 pulgadas se utilizará un orificio para calcular la pérdida de presión que tiene el fluido por este accidente y posteriormente el caudal.

En el caso en que se tenga que medir el caudal de un gas se utilizará un medidor másico y no volumétrico.

El instrumento mayormente utilizado para medir gases es el anemómetro. El anemómetro más común es un contador de revoluciones adaptado a un pequeño molinillo movido por la corriente de gas, el anemómetro mide el número de revoluciones y tomando medidas de tiempo, se puede determinar, de acuerdo con la siguiente ecuación la velocidad de flujo del gas.

$$V = V_m \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}} \quad \text{Ecuación 3-1.}$$

Donde V es la velocidad de flujo del gas, V_m es la velocidad medida en el anemómetro, ρ_1 es la densidad del gas que se está midiendo y ρ_0 es la densidad del gas de calibración. Este tipo de anemómetros es útil para velocidades de flujo entre 0.3 y 45 m/s, no obstante, son sensibles al impacto y a la corrosión, por lo que no son recomendables para gases corrosivos, ni que carguen con cierta cantidad de sólidos en suspensión.

El equipo seleccionado para realizar la medición del caudal másico en los gases de nuestro proceso es el caudalímetro Rosemount 3095MFA ProBar.

d) Sensor de presión:

Los elementos primarios para la medida de la presión son dispositivos que traducen la presión en un movimiento mecánico que posteriormente se convierte en señal eléctrica o neumática. Son elementos situados junto al proceso que se deforman o se desplazan como consecuencia de la diferencia

entre la presión que se quiere medir y una de referencia, que generalmente es la atmosférica. El campo de aplicación de los medidores de presión es amplio y abarca desde valores muy bajos (vacío) hasta presiones de miles de bar.

Para nuestro sistema de control se utilizaran los sensores de presión Rosemount modelo 3051T capaces de medir presiones entre 10,3 mbar hasta 689 bar.

e) Medidor de composición:

Dentro de nuestra planta es necesario tener medidas de composiciones, ya sea por motivos medioambientales para no superar la concentración que indica la legislación o por motivos de calidad, para cumplir con la especificación de nuestro producto.

Debido a ello es necesario especificar dos tipos diferentes de medidores de composición, uno para gases y otro para líquidos

El medidor de la composición de gases de ABB perteneciente a la serie EL 300 modelo Magnos206, basado en el principio de medida magneto mecánico. Gracias a su corto tiempo de respuesta, es muy apropiado para medir variaciones de concentración muy rápidas en la muestra de gas. La calibración de cero se realiza sólo una vez al mes con aire o nitrógeno. Es apropiado para medir la pureza del oxígeno, plantas de fraccionamiento de aire, monitorización de biogas y sobre todo gases de proceso y monitorización de emisiones, lo que lo hace adecuado para nuestro sistema de control.

El medidor de concentración utilizado es un refractómetro de la marca Maselli Measurements modelo UR20. Este tipo de instrumento es instalado sobre la tubería donde es necesario o requerido conocer la concentración del flujo y da una medida online, también es posible instalarlo en un tanque de almacenamiento de líquidos.

3.4.3. LISTADO DE ELEMENTOS PRIMARIOS

A continuación se presenta una lista de los elementos primarios utilizados en el sistema de control, clasificados según el área en que se encuentran presentes.

INSTRUMENTOS ÁREA 100

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
T-101	L-T101-1	LE-T101-1	Medidor de nivel	Campo	Eléctrica
T-101	L-T101-1	LT-T101-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
T-101	L-T101-1	LSH-T101-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
T-101	L-T101-1	LAH-T101-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
T-102	L-T102-1	LE-T102-1	Medidor de nivel	Campo	Eléctrica
T-102	L-T102-1	LT-T102-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
T-102	L-T102-1	LSH-T102-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
T-102	L-T102-1	LAH-T102-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
T-103	L-T103-1	LE-T103-1	Medidor de nivel	Campo	Eléctrica
T-103	L-T103-1	LT-T103-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
T-103	L-T103-1	LSH-T103-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
T-103	L-T103-1	LAH-T103-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
T-104	L-T104-1	LE-T104-1	Medidor de nivel	Campo	Eléctrica
T-104	L-T104-1	LT-T104-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
T-104	L-T104-1	LSH-T104-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
T-104	L-T104-1	LAH-T104-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
T-105	L-T105-1	LE-T105-1	Medidor de nivel	Campo	Eléctrica
T-105	L-T105-1	LT-T105-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
T-105	L-T105-1	LSH-T105-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
T-105	L-T105-1	LAH-T105-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
T-106	L-T106-1	LE-T106-1	Medidor de nivel	Campo	Eléctrica
T-106	L-T106-1	LT-T106-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
T-106	L-T106-1	LSH-T106-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
T-106	L-T106-1	LAH-T106-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
T-107	L-T106-1	LE-T106-1	Medidor de nivel	Campo	Eléctrica
T-107	L-T107-1	LT-T107-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
T-107	L-T107-1	LSH-T107-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
T-107	L-T107-1	LAH-T107-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
T-108	L-T108-1	LE-T108-1	Medidor de nivel	Campo	Eléctrica
T-108	L-T108-1	LT-T108-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
T-108	L-T108-1	LSH-T108-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
T-108	L-T108-1	LAH-T108-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
T-109	L-T109-1	LE-T109-1	Medidor de nivel	Campo	Eléctrica
T-109	L-T109-1	LT-T109-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
T-109	L-T109-1	LSH-T109-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
T-109	L-T109-1	LAH-T109-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
T-110	L-T110-1	LE-T110-1	Medidor de nivel	Campo	Eléctrica
T-110	L-T110-1	LT-T110-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
T-110	L-T110-1	LSH-T110-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
T-110	L-T110-1	LAH-T110-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
T-101	L-T101-2	LE-T101-2	Medidor de nivel	Campo	Eléctrica
T-101	L-T101-2	LT-T101-2	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
T-101	L-T101-2	LSL-T101-2	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica
T-101	L-T101-2	LAL-T101-2	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
T-102	L-T102-2	LE-T102-2	Medidor de nivel	Campo	Eléctrica
T-102	L-T102-2	LT-T102-2	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
T-102	L-T102-2	LSL-T102-2	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica
T-102	L-T102-2	LAL-T102-2	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
T-103	L-T103-2	LE-T103-2	Medidor de nivel	Campo	Eléctrica
T-103	L-T103-2	LT-T103-2	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
T-103	L-T103-2	LSL-T103-2	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica
T-103	L-T103-2	LAL-T103-2	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
T-104	L-T104-2	LE-T104-2	Medidor de nivel	Campo	Eléctrica
T-104	L-T104-2	LT-T104-2	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
T-104	L-T104-2	LSL-T104-2	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica
T-104	L-T104-2	LAL-T104-2	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
T-105	L-T105-2	LE-T105-2	Medidor de nivel	Campo	Eléctrica
T-105	L-T105-2	LT-T105-2	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
T-105	L-T105-2	LSL-T105-2	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica
T-105	L-T105-2	LAL-T105-2	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
T-106	L-T106-2	LE-T106-2	Medidor de nivel	Campo	Eléctrica
T-106	L-T106-2	LT-T106-2	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
T-106	L-T106-2	LSL-T106-2	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica
T-106	L-T106-2	LAL-T106-2	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
T-107	L-T107-2	LE-T107-2	Medidor de nivel	Campo	Eléctrica
T-107	L-T107-2	LT-T107-2	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
T-107	L-T107-2	LSL-T107-2	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica
T-107	L-T107-2	LAL-T107-2	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
T-108	L-T108-2	LE-T108-2	Medidor de nivel	Campo	Eléctrica
T-108	L-T108-2	LT-T108-2	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
T-108	L-T108-2	LSL-T108-2	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica
T-108	L-T108-2	LAL-T108-2	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
T-109	L-T109-2	LE-T109-2	Medidor de nivel	Campo	Eléctrica
T-109	L-T109-2	LT-T109-2	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
T-109	L-T109-2	LSL-T109-2	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica
T-109	L-T109-2	LAL-T109-2	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
T-110	L-T110-2	LE-T110-2	Medidor de nivel	Campo	Eléctrica
T-110	L-T110-2	LT-T110-2	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
T-110	L-T110-2	LSL-T110-2	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica
T-110	L-T110-2	LAL-T110-2	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica

INSTRUMENTOS ÁREA 200

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
KR-401-A/B	L-KR-401-1	PE-KR401-1	Sensor de presión	Campo	Eléctrica
KR-401-A/B	L-KR-401-1	PT-KR401-1	Transmisor de presión	Campo	Eléctrica
KR-401-A/B	L-KR-401-1	LT-KR401-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
KR-401-A/B	L-KR-401-1	LAH-KR401-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
KR-401-A/B	L-KR-401-1	LSH-KR401-1	Sensor de nivel alto	Campo	Eléctrica
KR-401-A/B	L-KR-401-1	LSL-KR401-1	Sensor de nivel bajo	Campo	Eléctrica
KR-401-A/B	L-KR-401-1	LAL-KR401-1	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
KR-401-A/B	L-KR-401-1	TE-KR401-1	Sensor de temperatura	Campo	Eléctrica
KR-401-A/B	T-KR401-2	TT-KR401-2	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica
KR-401-A/B	T-KR401-2	TE-KR401-2	Sensor de temperatura	Campo	Eléctrica
CO-201A/B	F-CO201A/B-1	FT-CO201A/B-1	Transmisor de flujo	Campo	Eléctrica
CO-201A/B	F-CO201A/B-1	FY-CO201A/B-1	Relé de flujo	Campo	Eléctrica
CO-201A/B	F-CO201A/B-1	ST-CO201A/B-1	Transmisor de velocidad	Campo	Eléctrica
CO-201A/B	F-CO201A/B-1	PE-CO201A/B-1	Sensor de presión	Campo	Eléctrica
HE-201	T-HE201-1	TT-HE201-1	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica
HE-201	T-HE201-1	TE-HE201-1	Sensor de temperatura	Campo	Eléctrica
R-201-A/B	L-R201-1	TE-R201-1	Sensor de temperatura	Campo	Eléctrica
R-201-A/B	L-R201-1	LT-R201-1	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica
R-201-A/B	T-R201-2	TI-R201-1	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica
R-201-A/B	T-R201-2	TE-R201-2	Sensor de temperatura	Campo	Eléctrica
R-201-A/B	F-R201-3	FIT-R201-3	Transmisor indicador de temperatura	Campo	Eléctrica

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
R-201-A/B	F-R201-3	FIT-R201-3	Transmisor indicador de temperatura	Campo	Eléctrica
R-201-A/B	F-R201-3	FF-R201-3	Transmisor de control de proporciones	Campo	Eléctrica

INSTRUMENTOS ÁREA 300

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
S301-A/B	L-S301-1	LE-S301-1	Medidor de nivel	Campo	Eléctrica
P-201A/B	F-P201A/B-1	LT-S301-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
P-201A/B	F-P201A/B-1	FT-P201A/B-1	Transmisor de flujo	Campo	Eléctrica
P-201A/B	F-P201A/B-1	ST-P201A/B-1	Transmisor de velocidad	Campo	Eléctrica
P-201A/B	F-P201A/B-1	PE-P201A/B-1	Sensor de presión	Campo	Eléctrica
CT-301-A/B	T-CT301-1	TE-CT301A/B-1	Medidor de temperatura	Campo	Eléctrica
CT-301-A/B	T-CT301-1	TT-CT301A/B-1	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica

INSTRUMENTOS ÁREA 400

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
CP-401-A/B	T-CP401-1	TT-CP401-1	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica
CP-401-A/B	T-CP401-1	TE-CP401-1	Sensor de temperatura	Campo	Eléctrica
P-401A/B	F-P401A/B-1	FT-P401A/B-1	Transmisor de flujo	Campo	Eléctrica
P-401A/B	F-P401A/B-1	FY-P401A/B-1	Relé de flujo	Campo	Eléctrica
P-401A/B	F-P401A/B-1	ST-P401A/B-1	Transmisor de velocidad	Campo	Eléctrica
P-401A/B	F-P401A/B-1	PE-P401A/B-1	Sensor de presión	Campo	Eléctrica
CP-402-A/B	T-CP402-1	TT-CP402-1	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica
CP-402-A/B	T-CP402-1	TE-CP402-1	Sensor de temperatura	Campo	Eléctrica
CO-401-A/B	F-CO401-A/B-1	FT-CO401A/B-1	Transmisor de flujo	Campo	Eléctrica
CO-401-A/B	F-CO401-A/B-1	FY-CO401A/B-1	Relé de flujo	Campo	Eléctrica
CO-401-A/B	F-CO401-A/B-1	ST-CO401A/B-1	Transmisor de velocidad	Campo	Eléctrica
CO-401-A/B	F-CO401-A/B-1	PE-CO401A/B-1	Sensor de presión	Campo	Eléctrica
SA-401-A/B	F-SA401-1	FI-SA401-1	Indicador de flujo	Campo	Eléctrica
SA-401-A/B	F-SA401-1	FE-SA401-1	Sensor de flujo	Campo	Eléctrica
SA-401-A/B	L-SA401-2	LT-SA401-2	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
SA-401-A/B	L-SA401-2	LSL-SA401-2	Sensor de nivel bajo	Campo	Eléctrica
SA-401-A/B	L-SA401-2	LAL-SA401-2	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
SA-401-A/B	L-SA401-2	LSH-SA401-2	Sensor de nivel alto	Campo	Eléctrica
SA-401-A/B	L-SA401-2	LAH-SA401-2	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
SA-401-A/B	L-SA401-3	PE-SA401-3	Sensor de presión	Campo	Eléctrica
SA-401-A/B	L-SA401-3	PT-SA401-3	Transmisor de presión	Campo	Eléctrica
V-401-A/B	L-V401-1	LE-V401-1	Sensor de nivel	Campo	Eléctrica
V-401-A/B	L-V401-1	LT-V401-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
V-401-A/B	L-V401-1	LAH-V401-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
V-401-A/B	L-V401-1	LSH-V401-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
P-402-A/B	F-P402A/B-1	FT-P402A/B-1	Transmisor de flujo	Campo	Eléctrica
P-402-A/B	F-P402A/B-1	FY-P402A/B-1	Relé de flujo	Campo	Eléctrica
P-402-A/B	F-P402A/B-1	ST-P402A/B-1	Transmisor de velocidad	Campo	Eléctrica
P-402-A/B	F-P402A/B-1	PE-P402A/B-1	Sensor de presión	Campo	Eléctrica

INSTRUMENTOS ÁREA 500

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
CT-502-A/B	T-CT502-1	TT-CT501-1	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica
DE-501-A/B	L-DE501-1	LT-DE501-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
TD-501-A/B	F-TD501-1	FT-TD501-1	Transmisor de flujo	Campo	Eléctrica
C-T501-A/B	T-CT501-1	FT-TD501-2	Transmisor de flujo	Campo	Eléctrica
V-502-A/B	L-V502-1	LI-V502-1	Indicador de nivel	Campo	Eléctrica
V-502-A/B	L-V502-1	LT-V502-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
V-502-A/B	L-V502-1	LSH-V502-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
HE501-A/B	T-HE501-1	TT-HE501-1	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica
V-501-A/B	L-V501-1	LT-V501-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
V-501-A/B	L-V501-1	LAH-V501-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
V-501-A/B	L-V501-1	LSH-V501-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
P-501-A/B	F-P501A/B-1	FT-P501A/B-1	Transmisor de flujo	Campo	Eléctrica

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
P-501-A/B	F-P501A/B-1	FY-P501A/B-1	Relé de flujo	Campo	Eléctrica
P-501-A/B	F-P501A/B-1	ST-P501A/B-1	Transmisor de velocidad	Campo	Eléctrica
P-501-A/B	F-P501A/B-1	PE-P501A/B-1	Sensor de presión	Campo	Eléctrica
CO-502-A/B	F-CO501A/B-1	FT-CO501A/B-1	Transmisor de flujo	Campo	Eléctrica
CO-502-A/B	F-CO501A/B-1	FY-CO501A/B-1	Relé de flujo	Campo	Eléctrica
CO-502-A/B	F-CO501A/B-1	ST-CO501A/B-1	Transmisor de velocidad	Campo	Eléctrica
CO-502-A/B	F-CO501A/B-1	PE-CO501A/B-1	Sensor de presión	Campo	Eléctrica

INSTRUMENTOS ÁREA 600

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
HE-601-A/B	T-HE601-1	TE-HE601-1	Sensor de temperatura	Campo	Eléctrica
HE-601-A/B	T-HE601-1	TE-HE601-1	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica

INSTRUMENTOS ÁREA 700

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
V-701	L-V701-1	LE-V701-1	Sensor de nivel	Campo	Eléctrica
V-701	L-V701-1	LT-V701-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
V-702	L-V702-1	LE-V702-1	Sensor de nivel	Campo	Eléctrica
V-702	L-V702-1	LT-V702-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
V-703	L-V703-1	LE-V703-1	Sensor de nivel	Campo	Eléctrica
V-703	L-V703-1	LT-V703-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
V-704	L-V704-1	LE-V704-1	Sensor de nivel	Campo	Eléctrica
V-704	L-V704-1	LT-V704-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
V-705	L-V705-1	LE-V705-1	Sensor de nivel	Campo	Eléctrica
V-705	L-V705-1	LT-V705-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
V-706	L-V706-1	LE-V706-1	Sensor de nivel	Campo	Eléctrica
V-706	L-V706-1	LT-V706-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
V-707	L-V707-1	LE-V707-1	Sensor de nivel	Campo	Eléctrica
V-707	L-V707-1	LT-V707-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
V-701	T-V701-2	TE-V701-2	Sensor de temperatura	Campo	Eléctrica
V-701	T-V701-2	TT-V701-2	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica
V-702	T-V702-2	TE-V702-2	Sensor de temperatura	Campo	Eléctrica
V-702	T-V702-2	TT-V702-2	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica
V-703	T-V703-2	TE-V703-2	Sensor de temperatura	Campo	Eléctrica

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
V-703	T-V703-2	TT-V703-2	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica
V-704	T-V704-2	TE-V704-2	Sensor de temperatura	Campo	Eléctrica
V-704	T-V704-2	TT-V704-2	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica
V-705	T-V705-2	TE-V705-2	Sensor de temperatura	Campo	Eléctrica
V-705	T-V705-2	TT-V705-2	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica
V-706	T-V706-2	TE-V706-2	Sensor de temperatura	Campo	Eléctrica
V-706	T-V706-2	TT-V706-2	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica
V-707	T-V707-3	TE-V707-3	Sensor de temperatura	Campo	Eléctrica
V-707	T-V707-3	TT-V707-3	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica
V-701	F-V701-3	PE-V701-3	Medidor de presión	Campo	Eléctrica
V-701	F-V701-3	PT-V701-3	Transmisor de presión	Campo	Eléctrica
V-702	F-V702-3	PE-V702-3	Medidor de presión	Campo	Eléctrica
V-702	F-V702-3	PT-V702-3	Transmisor de presión	Campo	Eléctrica
V-703	F-V703-3	PE-V703-3	Medidor de presión	Campo	Eléctrica
V-703	F-V703-3	PT-V703-3	Transmisor de presión	Campo	Eléctrica
V-704	F-V704-3	PE-V704-3	Medidor de presión	Campo	Eléctrica

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
V-704	F-V704-3	PT-V704-3	Transmisor de presión	Campo	Eléctrica
V-705	F-V705-3	PE-V705-3	Medidor de presión	Campo	Eléctrica
V-705	F-V705-3	PT-V705-3	Transmisor de presión	Campo	Eléctrica
V-706	F-V706-3	PE-V706-3	Medidor de presión	Campo	Eléctrica
V-706	F-V706-3	PT-V706-3	Transmisor de presión	Campo	Eléctrica
V-707	F-V707-3	PE-V707-3	Medidor de presión	Campo	Eléctrica
V-707	F-V707-3	PT-V707-3	Transmisor de presión	Campo	Eléctrica

INSTRUMENTOS ÁREA 800

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
T-CC801-1	CC-801	TE-CC801-1	Medidor de temperatura	Campo	Eléctrica
T-CC801-1	CC-801	TT-CC801-1	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica
KR-801	L-KR801-1	PE-KR801-1	Sensor de presión	Campo	Eléctrica
KR-801	L-KR801-1	PT-KR801-1	Transmisor de presión	Campo	Eléctrica
KR-801	L-KR801-1	LT-KR801-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
KR-801	L-KR801-1	LAH-KR801-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
KR-801	L-KR801-1	LSH-KR801-1	Sensor de nivel alto	Campo	Eléctrica
KR-801	L-KR801-1	LSL-KR801-1	Sensor de nivel bajo	Campo	Eléctrica
HE-801	T-HE801-1	TE-HE801-1	Medidor de temperatura	Campo	Eléctrica
HE-801	T-HE801-1	TT-HE801-1	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica
SA-801	L-SA801-2	LT-SA801-2	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
SA-801	L-SA801-2	LSL-SA801-2	Sensor de nivel bajo	Campo	Eléctrica
SA-801	L-SA801-2	LAL-SA801-2	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
SA-801	L-SA801-2	LSH-SA801-2	Sensor de nivel alto	Campo	Eléctrica
SA-801	L-SA801-2	LAH-SA801-2	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica

INSTRUMENTOS ÁREA 900

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
KR-901	L-KR901-1	LT-KR901-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
KR-901	L-KR901-1	LAH-KR901-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
KR-901	L-KR901-1	LSH-KR901-1	Sensor de nivel alto	Campo	Eléctrica
KR-901	L-KR901-1	LSL-KR901-1	Sensor de nivel bajo	Campo	Eléctrica
KR-901	L-KR901-1	LAL-KR901-1	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
CP-901	T-CP901-1	TT-CP901-1	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica
CP-901	T-CP901-1	TE-CP901-1	Medidor de temperatura	Campo	Eléctrica
HE-902	T-HE902-1	TE-HE902-1	Medidor de temperatura	Campo	Eléctrica
HE-902	T-HE902-1	TT-HE902-1	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
R-901	A-R901-1	AE-R901-1	Medidor de concentración	Campo	Eléctrica
R-901	A-R901-1	AT-R901-1	Transmisor de concentración	Campo	Eléctrica
R-901	H-R901-2	HE-R901-1	Medidor de pH	Campo	Eléctrica
R-901	H-R901-2	HT-R901-1	Transmisor de pH	Campo	Eléctrica
R-901	V-R901-3	HT-R901-1	Transmisor de pH	Campo	Eléctrica
R-901	V-R901-3	VT-R901-1	Transmisor de pH	Campo	Eléctrica
RB-901	A-RB901-2	AE-RB901-1	Medidor de concentración	Campo	Eléctrica
RB-901	A-RB901-2	ST-RB901-1	Transmisor de velocidad	Campo	Eléctrica
RB-901	A-RB901-2	AT-RB901-1	Transmisor de concentración	Campo	Eléctrica

INSTRUMENTOS ÁREA 1000

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
TR-1001	L-TR1001-1	LT-TR1001-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
TR-1001	L-TR1001-1	LAH-TR1001-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
TR-1001	L-TR1001-1	LAL-TR1001-1	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
TR-1001	L-TR1001-1	LSH-TR-1001-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
TR-1001	L-TR1001-1	LSL-TR-1001-1	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica
TR-1002	L-TR1002-1	LT-TR1002-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
TR-1002	L-TR1002-1	LAH-TR1002-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
TR-1002	L-TR1002-1	LAL-TR1002-1	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
TR-1002	L-TR1002-1	LSH-TR-1002-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
TR-1002	L-TR1002-1	LSL-TR-1002-1	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica
TR-1003	L-TR1003-1	LT-TR1003-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
TR-1003	L-TR1003-1	LAH-TR1003-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
TR-1003	L-TR1003-1	LAL-TR1003-1	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
TR-1003	L-TR1003-1	LSH-TR-1003-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
TR-1003	L-TR1003-1	LSL-TR-1003-1	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
TR-1004	L-TR1004-1	LT-TR1003-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
TR-1004	L-TR1004-1	LAH-TR1003-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
TR-1004	L-TR1004-1	LAL-TR1003-1	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
TR-1004	L-TR1004-1	LSH-TR-1003-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
TR-1004	L-TR1004-1	LSL-TR-1003-1	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica
CH-1001	L-CH1001-1	LT-CH1001-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
CH-1001	L-CH1001-1	LAH-CH1001-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
CH-1001	L-CH1001-1	LAL-CH1001-1	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
CH-1001	L-CH1001-1	LSH-CH1001-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
CH-1001	L-CH1001-1	LAL-CH1001-1	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica
CH-1002	L-CH1002-1	LT-CH1002-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
CH-1002	L-CH1002-1	LAH-CH1002-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
CH-1002	L-CH1002-1	LAL-CH1002-1	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
CH-1002	L-CH1002-1	LSH-CH1002-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
CH-1002	L-CH1002-1	LAL-CH1002-1	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica
CH-1003	L-CH1003-1	LT-CH1003-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
CH-1003	L-CH1003-1	LAH-CH1003-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
CH-1003	L-CH1003-1	LAL-CH1003-1	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
CH-1003	L-CH1003-1	LSH-CH1003-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
CH-1003	L-CH1003-1	LAL-CH1003-1	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica
CH-1004	L-CH1004-1	LT-CH1004-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
CH-1004	L-CH1004-1	LAH-CH1004-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
CH-1004	L-CH1004-1	LAL-CH1004-1	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
CH-1004	L-CH1004-1	LSH-CH1004-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
CH-1004	L-CH1004-1	LAL-CH1004-1	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica
CH-1005	L-CH1005-1	LT-CH1004-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
CH-1005	L-CH1005-1	LAH-CH1004-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
CH-1005	L-CH1005-1	LAL-CH1004-1	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
CH-1005	L-CH1005-1	LSH-CH1004-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
CH-1005	L-CH1005-1	LAL-CH1004-1	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica
CH-1006	L-CH1006-1	LT-CH1006-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
CH-1006	L-CH1006-1	LAH-CH1006-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica

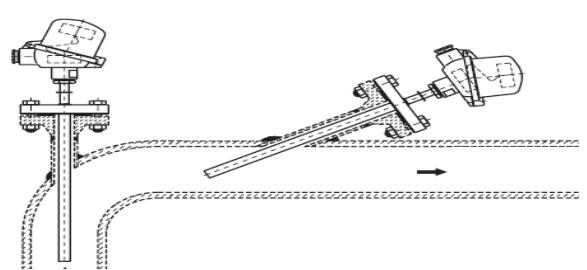
Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Situación	Actuación
CH-1006	L-CH1006-1	LSH-CH1006-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
CH-1006	L-CH1006-1	LAL-CH1006-1	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica
CH-1006	L-CH1006-1	LAL-CH1006-1	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
CH-1007	L-CH1007-1	LT-CH1007-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
CH-1007	L-CH1007-1	LAH-CH1007-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
CH-1007	L-CH1007-1	LAL-CH1007-1	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
CH-1007	L-CH1007-1	LSH-CH1007-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
CH-1007	L-CH1007-1	LAL-CH1007-1	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica
V-1001	T-V1001-1	TI-V1001-1	Indicador de temperatura	Campo	Eléctrica
V-1001	T-V1001-1	TT-V1001-1	Transmisor de temperatura	Campo	Eléctrica
V-1002	L-V1002	LT-V1001-1	Transmisor de nivel	Campo	Eléctrica
V-1002	L-V1002	LAH-V1001-1	Alarma de nivel alto	Campo	Eléctrica
V-1002	L-V1002	LAL-V1001-1	Alarma de nivel bajo	Campo	Eléctrica
V-1002	L-V1002	LSH-V1001-1	Switch de nivel alto	Campo	Eléctrica
V-1002	L-V1002	LSL-V1001-1	Switch de nivel bajo	Campo	Eléctrica

3.4.4. FICHAS DE ESPECIFICACIÓN DE ELEMENTOS PRIMARIOS

A continuación se presentan las fichas de especificación de los elementos primarios de control utilizados. Las fichas de especificación intentan reunir las características fundamentales que describen a un elemento primario de control. Nada más se describirán los elementos más importantes presentes dentro de la planta.

Este es el listado de las fichas de especificación de los elementos primarios de control que se presentan en este apartado:

- Sensor de temperatura serie ABB TSP321
- Sensor de nivel ON/OFF Rosemount series 2130
- Sensor de nivel diferencial Rosemount modelo 3150S_L
- Sensor de Caudal de líquidos Rosemount modelo 3051SMV
- Sensor de Caudal para gases Rosemount 3095 MFA
- Sensor de Presión Rosemount 3051 T
- Medidor de composición de gases ABB MAGNOS 206
- Sensor de CO₂ disuelto In Pro 5000 y transmisor 51000
- Medidor de composición de líquidos UR20
- Sonda Redox de ABB modelo SS/AP301-E
- Sensor de pH CLR modelo 101GELxxxx0xx

	Sensor de :	Item Nº: TT-KR401-1	Área:		
	Temperatura	Proyecto no: 1	200		
	Ubicación:	Preparado por	Hoja		
	Castellbisbal	esAAcle	1/1		
IDENTIFICACIÓN					
Lazo de control	T-KR401-2				
Denominación	Sensor de temperatura del KR-401-A/B				
Señal enviada a :	TIC-KR401-2 Controlador indicador de temperatura				
DATOS DE SERVICIO					
Fluido:	Acetaldehído, agua, ácido acético, crotonaldehido, oxígeno, etileno...	Estado:	Líquido		
	Unidades	Valor			
Presión de operación	Bar	3			
Temperatura de operación	ºC	117,8			
Densidad	Kg./m ³	1150			
DATOS DE OPERACIÓN					
Elemento de medida	Termómetro de resistencia.				
Alimentación	24 V				
Señal de salida	Señal del sensor, 4-20 mA, HART, PROFIBUS				
Variable medida	Temperatura	Tiempo de respuesta 90	18 segundos		
Sensibilidad	0,3 º C	Indicador en campo	Si		
Span	-50 a 400 º C	Calibrado	Si		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
Elemento sensor	Pt-100	Material tubo	SS 316 L		
Conexión al proceso	Rosca para atornillar	Tipo y norma	DIN 43772 -3G		
Temperatura máxima	600	Presión máxima:	700 bar		
Dimensiones	L = 530 mm D = 12 mm	Peso	1.5 a 5 Kg.		
DATOS DE INSTALACIÓN		IMAGEN: Instalación para DN pequeño			
Temperatura ambiente	Máxima: 130 Mínima: 40				
Distancia al controlador	-				
Subministrador					
Modelo	TSP321				

	Sensor de :	Ítem N°: LSH-V101-1	Área:		
	Nivel ON/OFF	Proyecto no: 1	100		
	Ubicación:	Preparado por	Hoja		
	Castellbisbal	esAACle	1/1		
IDENTIFICACIÓN					
Lazo de control	L-V101-1				
Denominación	Sensor de nivel on/off para el control de nivel del V-101				
Señal enviada a :	LIC-V101-1 Controlador indicador de nivel				
DATOS DE SERVICIO					
Fluido : Etileno	Estado: Líquido				
	Unidades	Valor			
Presión de operación	Bar	8			
Temperatura de operación	°C	-15			
Densidad	Kg./m ³	568			
DATOS DE OPERACIÓN					
Método de medida	Tecnología de horquillas vibradoras cortas				
Alimentación	Cable estándar de doble núcleo con cualquier fuente de alimentación de 20 a 60 V				
Señal de salida	4-20 mA (digital), directamente conectable a PLC				
Variable medida	Frecuencia de vibración	Retraso del switch	(seleccionable): 0.3, 1, 10 y 30 s.		
Frecuencia	1300 Hz.	Indicador en campo	Si		
Span	-	Calibrado	No		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
Elemento sensor	Horquillas	Material	SS 316 L		
Conexión al proceso	Rosca o brida	Norma	1.4401/1.4404		
Rango de temperatura	-70 a 260 °C	Presión máxima:	100 bar g		
Dimensiones	L = 450 mm D = 13 mm	Peso	-		
DATOS DE INSTALACIÓN		IMAGEN			
Temperatura ambiente	Máxima: - Mínima: -				
Distancia al controlador	-				
Subministrador	ROSEMOUNT				
Modelo	2130				

	Sensor de :	Ítem Nº: LE-T101-1	Área:		
	Nivel diferencial	Proyecto no: 1	100		
	Ubicación:	Preparado por	Hoja		
	Castellbisbal	esAAcle	1/1		
IDENTIFICACIÓN					
Lazo de control	L-T101-1				
Denominación	Medidor de nivel continuo del V-101				
Señal enviada a :	LIC-V101-1 Controlador indicador de nivel				
DATOS DE SERVICIO					
Fluido : Etileno	Estado: Líquido				
	Unidades	Valor			
Presión de operación	Bar	8			
Temperatura de operación	ºC	-15			
Densidad	Kg./m³	568			
DATOS DE OPERACIÓN					
Método de medida	Deformación de un diafragma				
Alimentación	Cable estándar de doble núcleo con cualquier fuente de alimentación de 20 a 60 V				
Señal de salida	4-20 mA, Foundation fieldbus, wireless heart				
Variable medida	Presión diferencial	Tiempo de respuesta:	90 ms.		
Sensibilidad	-	Indicador en campo	Plantweb LCD display		
Span	-20,7 a 20,7 bar/0,2 bar	Calibrado	Si		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
Elemento sensor	Sellos de diafragma	Material diafragma	SS 316 L		
Conexión al proceso	Brida extendida	Material carcasa	SS 316 L		
Rango de temperatura	-75 a 145 º C	Presión máxima:	139,7 bar g.		
Dimensiones	L _{brida} = 102 mm D _{carcasa} = 107 mm	Peso	4,3-14,3 Kg. (en función de los accesorios)		
DATOS DE INSTALACIÓN		IMAGEN			
Temperatura ambiente	Máxima: 85 ºC Mínima: -40 ºC				
Tipo de carcasa	Plantweb				
Subministrador	ROSEMOUNT				
Modelo	3051S_L				

	Sensor de :	Ítem Nº: FE-TD501-1	Área:		
	Caudal volumétrico	Proyecto no: 1	500		
	Ubicación:	Preparado por	Hoja		
	Castellbisbal	esAAcle	1/1		
IDENTIFICACIÓN					
Lazo de control	F-TD501-1				
Denominación	Sensor de flujo para la corriente lateral de la TD-501-A/B				
Señal enviada a :	FC-TD501-1 Controlador de flujo				
DATOS DE SERVICIO					
Fluido: Crotonaldehído, agua, acetaldehído, ácido acético....	Estado: Líquido				
	Unidades	Valor			
Presión de operación	Bar	1			
Temperatura de operación	ºC	99			
Densidad	Kg./m ³	948,14			
DATOS DE OPERACIÓN					
Método de medida	En función del elemento primario conectado al manifol				
Alimentación	24 V				
Señal de salida	4-20 mA, Foundation fieldbus, wirelessHART				
Variable medida	Presión diferencial y estática y Temperatura	Tiempo de respuesta:	310 ms.		
Sensibilidad	-	Indicador en campo	Plantweb LCD display		
Span	-137,9 a 137,9 bar	Calibrado	Si		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
Elemento sensor	Termo resistencia pt 100, diafragma aislado.	Material	SS 316 L		
Conexión al proceso	Brida coplanar	Material carcasa	SS 316 L		
Rango de temperatura	-40 a 121 ºC	Presión máxima:	139,7 bar g.		
Dimensiones	$L_{brida} = 230 \text{ mm}$ $D_{manifold} = 304 \text{ mm}$ $D_{carcasa} = 107 \text{ mm}$	Peso	4,3-14,3 Kg. (en función de los accesorios)		
DATOS DE INSTALACIÓN		IMAGEN			
Temperatura ambiente	Máxima: 85 ºC				
	Mínima: - 40 ºC				
Tipo de carcasa	Plantweb				
Subministrador	ROSEMOUNT				
Modelo	3051SMV				

	Sensor de :	Ítem Nº: FE-SA401-1	Área:	
	Caudal mísico de gases	Proyecto no: 1	400	
	Ubicación:	Preparado por	Hoja	
	Castellbisbal	esAAcle	1/1	
IDENTIFICACIÓN				
Lazo de control	F-SA401-1			
Denominación	Sensor de caudal volumétrico para la columna SA-401-A/B			
Señal enviada a :	FC-SA401-1 Controlador de flujo			
DATOS DE SERVICIO				
Fluido:	Acetaldehído, etileno, Oxígeno, agua, acido acético, crotonaldehido...			
	Unidades	Valor		
Presión de operación	Bar	1		
Temperatura de operación	°C	50		
Densidad	Kg./m ³	1,19		
DATOS DE OPERACIÓN				
Método de medida	Mediante un Anemómetro y una Termo resistencia integral			
Alimentación	24 V			
Señal de salida	4-20 mar, Foundation fieldbus, wirelessHART			
Variable medida	Velocidad de circulación y temperatura	Tiempo de respuesta:	310 ms.	
Sensibilidad	-	Indicador en campo	Plantweb LCD display	
Span	-137,9 a 137,9 bar	Calibrado	Si	
DATOS DE CONSTRUCCIÓN				
Elemento sensor	Sensor Annubar y termo resistencia pt 100	Material	SS 316 L	
Conexión al proceso	Brida o Rosca	Material carcasa	SS 316 L	
Rango de temperatura	-40 a 121 °C	Presión máxima:	250 bar	
Dimensiones	L _{total} = 295mm	Peso	-	
	D _{carcasa} =228,6 mm			
	L _{montaje tub.} = -			
DATOS DE INSTALACIÓN		IMAGEN		
Temperatura ambiente	Máxima: 85 °C			
	Mínima: - 40 °C			
Tipo de carcasa	Plantweb			
Subministrador	ROSEMOUNT			
Modelo	3095 MFA Probar			

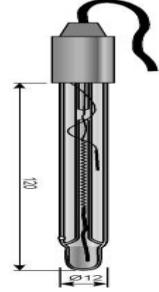
	Sensor de :	Ítem Nº: PE-SA401-3	Área:	
	Presión	Proyecto no: 1	400	
	Ubicación:	Preparado por	Hoja	
	Castellbisbal	esAAcle	1/1	
IDENTIFICACIÓN				
Lazo de control	P-SA401-3			
Denominación	Sensor de presión de la columna SA-401-A/B			
Señal enviada a :	PC-SA401-3 Controlador de presión			
DATOS DE SERVICIO				
Fluido :	Oxígeno, etileno, vapor de agua, cloruro de etilo, cloruro de metilo..	Estado:	Gas	
	Unidades	Valor		
Presión	Bar	1		
Temperatura	°C	30,02		
Densidad	Kg./m³	1,16		
DATOS DE OPERACIÓN				
Método de medida		Deformación de un diafragma		
Alimentación		24 V		
Señal de salida		4-20 mar, Foundation fieldbus, wirelessHART		
Variable medida	Presión manométrica o absoluta	Tiempo de respuesta:	100 ms.	
Sensibilidad	-	Indicador en campo	Plantweb LCD display	
Span	10,3 a 689 bars	Calibrado	Si	
DATOS DE CONSTRUCCIÓN				
Elemento sensor		Material	SS 316 L	
Conexión al proceso	Brida o Rosca	Material carcasa	SS 316 L	
Rango de temperatura	-40 a 121 °C	Presión máxima:	250 bar	
Dimensiones	$L_{total} = 183 \text{ mm}$	Peso	-	
	$D_{carcasa} = 105 \text{ mm}$			
	$L_{montaje tub.} = 160 \text{ mm}$			
DATOS DE INSTALACIÓN		IMAGEN		
Temperatura ambiente	Máxima: 85 °C			
	Mínima: - 40 °C			
Tipo de carcasa	Plantweb			
Subministrador	ROSEMOUNT			
Modelo	3051T			

	Sensor de :	Ítem Nº -	Área:
	Composición de gases	Proyecto no: 1	900
	Ubicación:	Preparado por	Hoja
	Castellbisbal	esAAcle	1/1
IDENTIFICACIÓN			
Lazo de control	Monitorización		
Denominación	Sensor de composición de gases para la monitorización de los gases de salida a la atmósfera.		
Señal enviada a :	-		
DATOS DE SERVICIO			
Fluido: trazas de cloruro de etilo y metilo, etileno, acetaldehído...		Estado: Gas	
	Unidades	Valor	
Presión	Bar	1	
Temperatura	°C	40	
Densidad	Kg./m³	-	
DATOS DE OPERACIÓN			
Método de medida	Comportamiento paramagnético del oxígeno		
Alimentación	24 V		
Señal de salida	4-20 mA		
Variable medida	Concentración	Tiempo de respuesta 90	4
Warm up time	1 hora	Calibrado	Si
Span	0-100% Vol. O ₂	Calibrado con	Nitrógeno, oxígeno
DATOS DE CONSTRUCCIÓN			
Componente de medida	Oxígeno	Rango de temperatura	5 a 50 °C
Rango de medida mínimo:	0-2 % Vol. O ₂	Material cámara en contacto con la muestra	SS 316 L
Rango de medida máximo	100% Vol. O ₂	Presión máxima:	-
Dimensiones	L = 530 mm D = 12 mm	Peso	-
DATOS DE INSTALACIÓN		IMAGEN:	
Temperatura ambiente	Máxima: - Mínima: -		
Distancia al controlador	-		
Subministrador			
Modelo	Magnos 206		

	Sensor de :	Ítem Nº: AE-R901-1	Área:		
	CO ₂ disuelto	Proyecto no: 1	900		
	Ubicación:	Preparado por	Hoja		
	Castellbisbal	esAAcle	1/1		
IDENTIFICACIÓN					
Lazo de control	A-R901-1				
Denominación	Sensor de concentración de CO ₂ en el reactor R-901				
Señal enviada a :	AC-R901-1	Controlador de concentración			
DATOS DE SERVICIO					
Fluido : Agua a depurar		Estado: Líquido			
	Unidades	Valor			
Presión	Bar	1			
Temperatura	°C	40			
Densidad	Kg./m ³	948			
DATOS DE OPERACIÓN					
Método de medida	Potenciometría (Severinghaus)				
Alimentación máxima	18 V				
Señal de salida	4-20 mA				
Variable medida		Tiempo de respuesta 90	120 s		
Precisión	pCO ₂ 10-900 mbar	Menor valor detectable	10 mbar pCO ₂		
Span	0 a 1000 mbar pCO ₂	Interferencias con	SO ₂ , NH ₃ , H ₂ S		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
Variable medida	CO ₂ Disuelto	Material carcasa	AISI 316 L		
Conexión al proceso	Brida	Resistencia membrana	Silicona reforzada		
Rango de temperaturas	0-60 °C	Tipo de diafragma			
Dimensiones	D=12 mm	Presión máxima	3 bar a 25 °C		
	L=120 mm				
DATOS DE INSTALACIÓN		IMAGEN: Sensor completo / cuerpo interior / cuerpo del sensor			
Temperatura almacenamiento	Máxima: -				
	Mínima: -				
Distancia al controlador	-				
Subministrador	METTLER TOLEDO				
Modelo	InPro 5000 CO ₂ sensor y transmisor CO ₂ 5100				

	Sensor de :	Ítem Nº: -	Área:		
	Composición de líquidos	Proyecto no: 1	900		
	Ubicación:	Preparado por	Hoja		
	Castellbisbal	esAAcle	1/1		
IDENTIFICACIÓN					
Lazo de control	Monitorización				
Denominación	Sensor de composición de líquidos para monitorizar el cumplimiento de los límites de vertido				
Señal enviada a :	-				
DATOS DE SERVICIO					
Fluido : Agua depurada	Estado: Líquido				
	Unidades	Valor			
Presión	Bar	1			
Temperatura	°C	40			
Densidad	Kg./m³	1000			
DATOS DE OPERACIÓN					
Método de medida	Refractometría				
Alimentación	24 V				
Señal de salida	4-20 mA				
Variable medida	Concentración	Tiempo de respuesta 90	4 s		
Resolución	0.05 % Brix	Calibrado	Si		
Span	0-95 Brix	Calibrado con	Nitrógeno, oxígeno		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
Elemento sensor	Sensor óptimo CCD de alta resolución	Rango de temperatura	-5 a 105 °C		
Rango de medida mínimo:	0-2 % Vol. O ₂	Material cámara en contacto con la muestra	SS 316 L		
Rango de medida máximo	100% Vol. O ₂	Presión :	1- 10 bar a 20 °C 1-8 bar a 100 °C		
Dimensiones	L = 530 mm D = 12 mm	Peso	3.3 a 5 Kg.		
DATOS DE INSTALACIÓN		IMAGEN:			
Temperatura ambiente	Máxima: - Mínima: -				
Distancia al controlador	-				
Subministrador					
Modelo	UR20 ST				

	Sensor :	Ítem Nº: VE-R901-1	Área:		
	Combinado pH/Redox	Proyecto no: 1	900		
	Ubicación:	Preparado por	Hoja		
	Castellbisbal	esAAcle	1/1		
IDENTIFICACIÓN					
Lazo de control	V-R901-3				
Denominación	Sensor de pH y Redox para el reactor R-901				
Señal enviada a :	VC-R901-1 Controlador de pH/Redox				
DATOS DE SERVICIO					
Fluido :Agua		Estado: Líquido			
	Unidades	Valor			
Presión	Bar	1			
Temperatura	°C	40			
Densidad	Kg./m ³	948			
DATOS DE OPERACIÓN					
Método de medida	Potenciometría				
Alimentación máxima	18 V				
Señal de salida	4-20 mA				
Variable medida	Concentración iones H ⁺ y potencial redox	Velocidad de adquisición	3 s		
Unión de referencia	PTFE poroso	Compensador de temperatura	Pt 100		
Span (pH)	0-14	Span(Redox)	-2000-2000 mV		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
Cable de conexión	9 m	Material Electrodo redox	platino		
Conexión al proceso	Rosca	Material electrodo pH	vidrio		
Rango de temperaturas	0 a 105 °C	Sistema de referencia	Ag/AgCl 3,5 M KCl en matriz en forma de gel		
Dimensiones	D=26,7 mm L=276,9 mm	Presión :	6 bar a 25 °C		
DATOS DE INSTALACIÓN		IMAGEN:			
Temperatura almacenamiento	Máxima: - Mínima: -				
Distancia al controlador	-				
Subministrador	ABB				
Modelo	SS/AP301-E				

	Sensor de :	Ítem Nº: HE-R901-1	Área:		
	pH	Proyecto no: 1	900		
	Ubicación:	Preparado por	Hoja		
	Castellbisbal	esAAcle	1/1		
IDENTIFICACIÓN					
Lazo de control	H-R901-2				
Denominación	Sensor de pH para el reactor R-901				
Señal enviada a :	HC-R901-1	Controlador de pH			
DATOS DE SERVICIO					
Fluido : Agua a depurar		Estado: Líquido			
	Unidades	Valor			
Presión	Bar	1			
Temperatura	ºC	40			
Densidad	Kg./m³	948			
DATOS DE OPERACIÓN					
Tipo de electrodo	Electrodo de membrana				
Alimentación máxima	18 V				
Señal de salida	4-20 mA				
Variable medida	Concentración iones H ⁺	Indicador	LED rojo de 5 dígitos		
Resolución	-	Mantenimiento	1 hora en solución tampón pH=7		
Span	0-14	Calibrado	Soluciones tampón pH=4 y pH=7		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
Electrolito de referencia	KCl 3,3 M gel saturado con Agul	Material cuerpo de la membrana	Cristal		
Conexión al proceso	Brida	Resistencia membrana	150 MW a 25°C		
Rango de temperaturas	5-60 °C	Tipo de diafragma	Cerámico poroso		
Dimensiones	D=12 mm L=120 mm	Presión :	1 bar		
DATOS DE INSTALACIÓN		IMAGEN:			
Temperatura almacenamiento	Máxima: 60 °C Mínima: 0 °C				
Distancia al controlador	-				
Subministrador					
Modelo	1010GELxxxx0x				



3.5. ELEMENTOS FINALES DE CONTROL

3.5.1. LISTADO DE ELEMENTOS FINALES DE CONTROL

A continuación se presenta el listado de elementos final de control utilizados en la planta en función del área en que se encuentran.

Listado de elementos finales de control del área 100

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Posición en fallo de aire	Final de carrera	Situación	Actuación
T-101	L-T101-1	LVH-T101-1	Válvula todo o nada	Cerrada	Si (A/C)	Campo	Neumática
T-102	L-T102-1	LVH-T102-1	Válvula todo o nada	Cerrada	Si (A/C)	Campo	Neumática
T-103	L-T103-1	LVH-T103-1	Válvula todo o nada	Cerrada	Si (A/C)	Campo	Neumática
T-104	L-T104-1	LVH-T104-1	Válvula todo o nada	Cerrada	Si (A/C)	Campo	Neumática
T-105	L-T105-1	LVH-T105-1	Válvula todo o nada	Cerrada	Si (A/C)	Si (A/C)	Neumática
T-106	L-T106-1	LVH-T106-1	Válvula todo o nada	Cerrada	Si (A/C)	Campo	Neumática
T-107	L-T107-1	LVH-T107-1	Válvula todo o nada	Cerrada	Si (A/C)	Campo	Neumática
T-108	L-T108-1	LVH-T108-1	Válvula todo o nada	Cerrada	Si (A/C)	Campo	Neumática
T-109	L-T109-1	LVH-T109-1	Válvula todo o nada	Cerrada	Si (A/C)	Campo	Neumática
T-1010	L-T1010-1	LVH-T1010-1	Válvula todo o nada	Cerrada	Si (A/C)	Campo	Neumática
KR-401-A/B	L-KR401-1	PCV-KR401-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
KR-401-A/B	T-KR401-2	FCV-KR401-2	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática

Listado de elementos finales de control del área 200

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Posición en fallo de aire	Final de carrera	Situación	Actuación
HE-201-A/B	T-HE201-1	TCV-HE201-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
KR-401-A/B	L-KR401-1	PCV-KR401-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
KR-401-A/B	T-KR401-2	TCV-KR401-2	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
R201-A/B	L-R201-1	LHV-R201-1	Válvula todo o nada	Abierta	Si (A/C)	Campo	Neumática
R201-A/B	T-R201-2	TCV-R201-2	Válvula de regulación	Cerrada	Si (A/C)	Campo	Neumática
R201-A/B	F-R201-3	FCV-R201-3 a	Válvula de regulación	Abierta	Si (A/C)	Campo	Neumática
R201-A/B	F-R201-3	FCV-R201-3 b	Válvula de regulación	Abierta	Si (A/C)	Campo	Neumática

Listado de elementos finales de control del área 300

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Posición en fallo de aire	Final de carrera	Situación	Actuación
S-301-A/B	L-S301-1	LCV-S301-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
CT-301-A/B	T-CT301-1	TCV-CT301A/B-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática

Listado de elementos finales de control del área 400

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Posición en fallo de aire	Final de carrera	Situación	Actuación
CP-402-A/B	T-CP402-1	TCV-CP402-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
SA-401-A/B	F-SA401-1	FCV-SA401-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
SA-401-A/B	L-SA401-2	LHV-SA401-2	Válvula de regulación	Cerrada	Si (A/C)	Campo	Neumática
SA-401-A/B	P-SA401-3	PCV-SA401-3	Válvula de regulación			Campo	Neumática
V-401-A/B	L-V401-1	LCV-SA401-1	Válvula de regulación			Campo	Neumática

Listado de elementos finales de control del área 500

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Posición en fallo de aire	Final de carrera	Situación	Actuación
CT-502-A/B	T-CT502-1	TCV-CT502-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
DE-501-A/B	L-DE501-1	FCV-DE501-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
DE-501-A/B	P-DE501-2	PCV-DE501-2	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
TD501-A/B	F-TD501-1	FCV-TD501-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
CT-501-A/B	T-CT501-1	TCV-CT501-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
V-501-A/B	L-V502-1	LCV-V502-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
HE-501-A/B	T-HE501-1	TCV-HE501-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
V-501-1	L-V501-1	LCV-V501-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática

Listado de elementos finales de control del área 600

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Posición en fallo de aire	Final de carrera	Situación	Actuación
HE-601-A/B	T-HE601-1	TCV-HE601-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática

Listado de elementos finales de control del área 700

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Posición en fallo de aire	Final de carrera	Situación	Actuación
V-701	L-V701-1	LCV-V701-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
V-702	L-V702-1	LCV-V702-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
V-703	L-V703-1	LCV-V703-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
V-704	L-V704-1	LCV-V704-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
V-705	L-V705-1	LCV-V705-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
V-706	L-V706-1	LCV-V706-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
V-707	L-V707-2	LCV-V707-2	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
V-701	T-V701-2	TZV-V701-2	Válvula de regulación de tres vías	Abierta	No	Campo	Neumática
V-702	T-V702-2	TZV-V702-2	Válvula de regulación de tres vías	Abierta	No	Campo	Neumática
V-703	T-V703-2	TZV-V703-2	Válvula de regulación de tres vías	Abierta	No	Campo	Neumática
V-704	T-V704-2	TZV-V704-2	Válvula de regulación de tres vías	Abierta	No	Campo	Neumática
V-705	T-V705-2	TZV-V705-2	Válvula de regulación de tres vías	Abierta	No	Campo	Neumática
V-706	T-V706-2	TZV-V706-2	Válvula de regulación de tres vías	Abierta	No	Campo	Neumática

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Posición en fallo de aire	Final de carrera	Situación	Actuación
V-707	T-V707-2	TZV-V707-2	Válvula de regulación de tres vías	Abierta	No	Campo	Neumática
V-701	F-V701-3	PCV-V701-3	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
V-702	F-V702-3	PCV-V702-3	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
V-703	F-V703-3	PCV-V703-3	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
V-704	F-V704-3	PCV-V704-3	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
V-705	F-V705-3	PCV-V705-3	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
V-706	F-V706-3	PCV-V706-3	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
V-707	F-V707-3	PCV-V707-3	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática

Listado de elementos finales de control del área 800

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Posición en fallo de aire	Final de carrera	Situación	Actuación
CC-801	T-CC801-1	TCV-CC801-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
KR-801	L-KR801-1	PCV-KR801-1	Válvula de regulación	Abierta	Si (A/C)	Campo	Neumática
HE-801	T-HE801-1	TCV-HE801-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
SA-801	L-SA801-2	LHV-SA801	Válvula todo o nada	Cerrada	Si (A/C)	Campo	Neumática

Listado de elementos finales de control del área 900

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Posición en fallo de aire	Final de carrera	Situación	Actuación
KR-901	L-KR901-1	PCV-KR901-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
CP-901	T-CP901-1	TCV-CP901-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
HE-902	T-HE902-1	TCV-HE902-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
R-901	A-R901-1	ACV-R901-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
R-901	H-R901-2	HCV-R901-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
R-901	V-R901-3	VCV-R901-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
RB-901	A-RB901-2	AY-RB901-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática

Listado de elementos finales de control del área 1000

Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Posición en fallo de aire	Final de carrera	Situación	Actuación
TR-1001	L-TR1001-1	LCV-TR1001-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
TR-1002	L-TR1002-1	LCV-TR1002-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
TR-1003	L-TR1003-1	LCV-TR1003-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
TR-1004	L-TR1004-1	LCV-TR1004-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
TR-1005	L-TR1005-1	LCV-TR1005-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
CH-1001	L-CH1001-1	LCV-CH1001-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
CH-1002	L-CH1002-1	LCV-CH1001-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
CH-1003	L-CH1003-1	LCV-CH1001-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
CH-1004	L-CH1004-1	LCV-CH1001-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
CH-1005	L-CH1005-1	LCV-CH1001-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
CH-1006	L-CH1006-1	LCV-CH1001-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
CH-1007	L-CH1007-1	LCV-CH1001-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
V-1001	T-V1001-1	TCV-V1001-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática
V-1001	L-V1001-2	LCV-V1001-1	Válvula de regulación	Abierta	No	Campo	Neumática

Otros elementos finales de control

Área	Equipo	Nº de Lazo	Ítem	Descripción	Observación	Situación	Actuación
200	CO-201-A/B	F-CO201A/B-1	FY-CO201A/B-1	Relé de flujo	Variador potencia del compresor	Campo	Eléctrica
300	P201-A/B	F-P201A/B-1	FY-P201A/B-1	Relé de flujo	Variador potencia de la bomba	Campo	Eléctrica
300	P301-A/B	F-P301A/B-1	FY-P301A/B-1	Relé de flujo	Variador potencia de la bomba	Campo	Eléctrica
400	P-401-A/B	F-P401A/B-1	FY-P401A/B-1	Relé de flujo	Variador potencia de la bomba	Campo	Eléctrica
400	CO-401-A/B	F-CO401A/B-1	FY-CO401A/B-1	Relé de flujo	Variador potencia del compresor	Campo	Eléctrica
400	P-402-A/B	F-P402A/B-1	FY-P402A/B-1	Relé de flujo	Variador potencia de la bomba	Campo	Eléctrica
500	P-501-A/B	F-P501A/B-1	FY-P501A/B-1	Relé de flujo	Variador potencia de la bomba	Campo	Eléctrica
500	P-502-A/B	F-P502A/B-1	FY-P502A/B-1	Relé de flujo	Variador potencia de la bomba	Campo	Eléctrica
500	P-503-A/B	F-P503A/B-1	FY-P503A/B-1	Relé de flujo	Variador potencia de la bomba	Campo	Eléctrica
500	P-504-A/B	F-P504A/B-1	FY-P504A/B-1	Relé de flujo	Variador potencia de la bomba	Campo	Eléctrica
500	P-505-A/B	F-P505A/B-1	FY-P505A/B-1	Relé de flujo	Variador potencia de la bomba	Campo	Eléctrica
500	CO-501-A/B	F-CO501A/B-1	FY-CO501A/B-1	Relé de flujo	Variador potencia del compresor	Campo	Eléctrica

3.5.2. DIMENSIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL

Las válvulas de control son elementos esenciales en cualquier proceso automatizado, dentro del bucle de control representan el elemento en donde convergen todas las acciones y decisiones previamente realizadas. Debido a ello la elección correcta de la válvula de control resulta uno de los diseños más importante.

En función de las necesidades de control dentro de las diferentes áreas de nuestra planta, se propone utilizar tres tipos de válvulas de control:

- Válvula automática de regulación
- Válvula automática toda o nada
- Válvula automática de tres vías

Aunque mayoritariamente se utilizan las válvulas automáticas de regulación y las válvulas automáticas todo o nada.

El diseño de las válvulas de control consiste en determinar el K_{vs} y C_v de cada válvula y el diámetro nominal. Para la caracterización del tipo de válvula es necesario especificar el valor de K_{vs} que corresponde al valor teórico de K_v para la carrera nominal H_{100} de la válvula. Bajo el valor de K_v se entiende el caudal volumétrico de agua en m^3/h a temperatura de 5 a 30°C, que pasa a través de la válvula con una pérdida de presión de $\Delta P = p_1 - p_2$ igual a 1 bar y para una determinada carrera H .

El C_v , es el caudal de agua en galones americanos por minuto que circulan a través de la válvula con una pérdida de presión de 1 psi. Tal como se observa la diferencia entre el K_{vs} y C_v son las unidades.

A continuación se presenta la secuencia de cálculo para determinar el valor de K_{vs} y C_v de las válvulas de control de la área 500.

a) Determinación de las propiedades del fluido

Las propiedades del fluido vienen determinadas por las condiciones del proceso. Para ellos es necesario referirse al N° de línea en donde esta ubicada la válvula, de esta manera es posible extraer las propiedades del fluido.

Las propiedades necesarias para realizar el diseño de la válvula son:

- ρ : densidad del fluido en Kg. /m³.
- W : caudal másico en Kg. /h
- Q : caudal volumétrico en m³/h.
- v : velocidad del fluido en m/s.

La velocidad del fluido viene determinada por la siguiente ecuación:

$$v = \frac{\frac{W}{\rho}}{\frac{\pi}{4} \cdot D^2}$$

b) Pérdida de carga en la válvula

La cual viene determinada por la siguiente ecuación:

$$\Delta P = \frac{e_v \cdot \rho}{1.013 \cdot 10^4}$$

Donde:

- ΔP : es la pérdida de presión en bar.
- ρ : densidad del fluido en Kg. /m³.
- $1.013 \cdot 10^4$ es la conversión de Kg. /m² a bar.
- e_v : es la pérdida de carga de la válvula en metros y viene definida por la siguiente ecuación :

$$e_v = \frac{k \cdot v^2}{2 \cdot g}$$

Donde:

- k : es la constante de la válvula, la cual depende del tipo de válvula y de su posición. Tiene un valor de 13 para una válvula de asiento y de 10 para una válvula todo o nada.

- v : velocidad del fluido en m/s.
- g : es la gravedad en m/s^2

b) Determinación del K_{vs}

El K_v de una válvula viene definido por la siguiente ecuación:

$$K_v = \frac{W}{\rho} \cdot \sqrt{\frac{\rho / \rho_{\text{agua}}}{\Delta P}} \quad \text{Para líquidos}$$

$$K_v = \frac{W}{14,2 \cdot m \cdot \sqrt{\rho \cdot p_1}} \quad \text{Para gases}$$

Donde:

- ρ : densidad del fluido en Kg. /m^3 .
- ρ_{agua} : densidad del agua en Kg. /m^3 .
- W : caudal másico en Kg. /h
- ΔP : es la pérdida de presión en bar.
- m : es el coeficiente de pérdida de presión adimensional definido como

$$m = \frac{p_1}{p_2}, \text{ siendo un valor típico el de } m=0,2.$$

Para calcular el K_{vs} y elegir el tipo de válvula, es válido multiplicar por 1,3 veces el K_v para conocer el K_{vs} . A continuación se presenta una tabla en donde se recogen los valores necesarios para la determinación del K_{vs} de la válvula.

Además se propone una válvula según el K_{vs} escogido calculado, siempre se escoge una válvula que tenga un K_{vs} similar o cercano en valores superiores. A continuación se presenta el dimensionamiento del área 500

REV.		0				Válvulas de	Control								
FECHA		6.06.2010				TRABAJO	Producción acetaldehído								
POR		O-1				AREA	500		-						
APPR'V						LOCALIZACIÓN	Castellbisbal								
CÓDIGO			ESTADO	DN	ρ (Kg./m ³)	W(Kg./h)	Q (m ³ /h)	v(m/s)	ev (m)	ΔP (bar)	Calculado		Catalogo		Modelo
VÁLVULA	TUBERÍA	FLUIDO									Kvs	Cvs	Kvs	Cvs	
TCV-CT502-1	2"-R-44-MF-502	MF	L	2	772,84	4166,40	5,39	0,74	0,28	0,02	32,53	37,82	40	46,51	Serie 240 3241-7
FCV-DE501-1	3"-R-44-RW-415	ML	L	3	917,53	113213,78	123,38	7,52	28,79	2,61	73,19	85,11	80	93,02	Serie 240 3241-8
PCV-DE501-2	5"-R-44-GPD-501	GPD	G	5	1,5092	487,42	322,96	7,08	25,56	0,00	139,71	162,45	160	186,05	Serie 240 3241-9
FCV-TD501-1	6"-R-44-SL-504	SL	L	6	948,14	46874,92	49,43	0,75	0,29	0,03	292,81	340,47	360	418,60	Serie 240 3241-10
TCV-CT501-1	5"-R-40-VA-518	VA	G	5	9,0314	4574,80	506,54	11,11	62,89	0,06	119,86	139,37	160	186,05	Serie 240 3241-11
LCV-V502-1	2"-R-44-MF-502	MF	L	2	772,84	4166,40	5,39	0,74	0,28	0,02	32,53	37,82	40	46,51	Serie 240 3241-12
TCV-HE501-1	16"-PV-42-AR-522	AR	L	16	1004	475920,00	474,02	1,33	1,16	0,12	1397,94	1625,51	1500	1744,19	Serie 240 3241-13
LCV-V501-1	8"-PV-42-RW-509	RW	L	8	1003,5	68460,61	68,22	0,58	0,17	0,02	520,47	605,20	630	732,56	Serie 240 3241-14
TCV-R201-2	4"-R-44-SCR-303	SCR	L	4	948,58	25281,28	26,65	0,91	0,42	0,04	130,12	151,30	160	186,05	Serie 240 3241-15
LCV-S301-1	3"-R-44-ML-207	ML	L	3	1000,7	11450,02	11,44	0,70	0,25	0,02	73,20	85,12	80	93,02	Serie 240 3241-16

3.5.3. FICHAS DE ELEMENTOS FINALES DE CONTROL

	Tipo de Válvula	Ítem N°: LVH-V101-1	Área:
	Todo o nada	Proyecto no: 1	100
	Ubicación:	Preparado por	Hoja
	Castellbisbal	esAAcle	1/1
IDENTIFICACIÓN			
Lazo de control	L-V101-1		
Denominación	Válvula de control todo o nada para la carga de los tanques V-101		
Señal recibida desde:	LIC-V101-1 Controlador indicador de nivel		
DATOS DE SERVICIO			
Fluido : Etileno		Estado: Líquido	
	Unidades	Valor	
Presión	bar	8	
Temperatura	°C	-15	
Densidad	Kg./m³	568	
Caudal másico	Kg./h	3041,68	
CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA			
Característica inherente	Todo o nada		Presión máxima de alimentación
Actuador	Neumático		Posición en fallo de la señal
Final de carrera	Si		Aumento señal de entrada
Transductor	Si		Operable manualmente
DATOS DE CONSTRUCCIÓN			
Diámetro	2"	Presión nominal	PN-40
Forma del cuerpo	Asiento	Material cuerpo	Acero inoxidable
Área del actuador	60 cm²	Material obturador	Acero inoxidable
Tipo de actuador	3510	Carrera	7,5 mm
Temperatura de trabajo	-200 a 450 °C.	Caudal de fuga tipo	VI
DATOS DE INSTALACIÓN		IMAGEN	
Temperatura ambiente	Máxima: 90 °C Mínima: 10 °C		
Actuador respecto a la válvula	Vertical		
Subministrador	SAMSON		
Modelo	Serie 250 Tipo 3310 -1		

	Tipo de Válvula	Item Nº: PCV-KR401-1	Área:		
	Regulación	Proyecto no: 1	400		
	Ubicación:	Preparado por	Hoja		
	Castellbisbal	esAAcle	1/1		
IDENTIFICACIÓN					
Lazo de control	L-KR401-1				
Denominación	Válvula de control de presión para el KR-401-A/B				
Señal recibida desde:	PC-KR401-1 Controlador de presión				
DATOS DE SERVICIO					
Fluido : Etileno	Unidades	Estado: Líquido			
		Valor			
Presión	bar	4			
Temperatura	°C	-15			
Densidad	Kg./m ³	568			
Caudal másico	Kg./h	3041,68			
CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA					
Característica inherente	Lineal	Alimentación	4 bar		
Actuador	Neumático	Posición en fallo de la señal	Cerrada		
Final de carrera	No	DN disponibles	15 a 150		
Transductor	Si	Operable manualmente	No		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
Diámetro	2"	Presión nominal	PN-40		
Forma del cuerpo	Globo	Material cuerpo	SS 316 L		
Área del obturador en función del Kvs y DN	120/240/350/700/1400/2800 y 2800x2 cm ²	Material obturador	SS 316 L		
Tipo de actuador	3277	Carrera	15/30/60/120 mm		
Temperatura de trabajo	- 10 a 220 °C	Hermeticidad	VI		
DATOS DE INSTALACIÓN		IMAGEN			
Temperatura ambiente	Máxima:				
	Mínima:				
Actuador respecto a la válvula	Vertical				
Subministrador					
Modelo	Serie 240 Modelo 3241-7 DWA				

3.5.4. ESTACIONES REMOTAS DE CONTROL.

En las estaciones remotas se recolecta la información proveniente de un área determinada de la planta. Siguiendo el modelo de arquitectura distribuida para el sistema de control, en cada área de la planta habrá una estación remota en donde se realiza la recolección de señales desde el proceso.

En la estación remota de control se encontrará un conjunto de PLC's o bloque de controladores que establecerán las relaciones entre los elementos de los lazos pertenecientes al mismo sector.

Este bloque de PLC's o bloque de controladores serán los encargados de comunicarse con las el nivel superior dentro de la escala jerárquica de la distribución de las redes industriales mostrado en el apartado 3.2.4., correspondiente al Nivel de control, en donde se encuentran PC's, PLC's, terminales de visualización y sistemas SCADA.

Según la constitución de la planta, habrá 10 estaciones remotas de control, una para cada área de la planta.

Para realizar el dimensionamiento de una estación remota de control es necesario realizar el recuento de las señales que llegarán a la estación remota de control.

3.5.5. DIMENSIONAMIENTO DE LAS ESTACIONES REMOTAS DE CONTROL

El dimensionamiento requiere caracterizar las señales de entrada y salida de la estación remota de control, es decir para cada elemento de los lazos de control identificar si es una entrada analógica o entada digital o si es una salida analógica o digital.

A continuación se presenta un listado de los diferentes elementos considerados en el recuento de señales para el dimensionamiento de las estaciones remotas de control.

a) Válvulas de control todo o nada: Las válvulas toda o nada son elementos finales de control que tiene asociada 2 entradas digitales, correspondientes a la selección del modo de operación manual o automático. Además si tienen un sensor de final de carrera para la posición de abierto y cerrado aporta con 2 entradas digitales más al controlador. Respecto a las salidas, tienen 2 salidas digitales según el modo de operación escogido y otra para enviar la acción de control. Por lo tanto resumiendo las válvulas de control todo o nada tienen asociadas un máximo de 4 entradas digitales, y 2 salidas digitales.

b) Válvulas de control de regulación (válvula de asiento y de tres vías): Al igual que las válvulas todo o nada las válvulas de regulación tienen 2 entradas digitales asociadas a la elección del modo de operación manual o automático. Las salidas que tiene son 2 salidas 1 digital para la confirmación del modo de operación y una analógica para enviar la señal de control. Resumiendo las válvulas de regulación tienen asociadas: 2 entradas digitales, una salida analógica y una salida digital.

c) Sensores de temperatura, nivel y caudal continuo: Dichos elementos realizan una medición continua dentro del equipo o conducción en donde están instalados por lo tanto tienen asociada una entrada analógica al controlador.

d) Sensores de nivel alto y nivel bajo, alarmas de nivel alto y nivel bajo: Envían señales discretas, por lo tanto cada elemento representa una entrada digital al controlador

e) Bombas y compresores: De igual manera que las válvulas, las bombas tienen asociada una serie de entradas digitales al controlador en función del modo de operación manual (M) y automático (A), otra entrada digital de avería (Av.) y un sensor el cuál es opcional para la confirmación de marcha (CM). Por lo tanto las bombas de nuestra planta tienen asociadas 4 entradas digitales, una salida digital para la asignación del modo de operación y una salida analógica

con la señal de control. Las letras entre paréntesis es la nomenclatura utilizada para indicar las entradas y salidas digitales de las bombas.

3.5.6 RECUENTO DE SEÑALES POR ÁREAS.

Recuento de señales del área 100

Nº de lazo	Elemento	EA	ED	SA	SD
De L-V101-1 A L-V110-1	LT-V101-1 a LT-V110-1	10			
	LAH-V101-1 a LAH-V110-1		10		
	LHV-V101-1 a LHV-V110-1		40		20
	LSH-V101-1 a LSH-V110-1		10		
De L-V101-2 A L-V110-2	LT-V101-2 a LT-V110-2	10			
	LAL-V101-2 a LAL-V110-2		10		
	LHV-T101-2 a LHV-T110-2		22		10
	LSL-V101-2		10		
Válvulas automáticas	ZHV-T-1-ZHV-T-8		16		24
Total		20	118	0	54

Recuento de señales del área 200

Nº de lazo	Elemento	EA	ED	SA	SD
L-KR401-1	PT-KR401-1	1			
	LT-KR401-1	1			
	PCV-KR401-1		2	1	1
	LAH-KR401-1		1		
	LSH-KR401-1		1		
	LSL-KR401-1		1		
	LAL-KR401-1		1		
T-KR401-2	PT-KR401-2	1			
	TCV-KR401-2		2	1	1

Nº de lazo	Elemento	EA	ED	SA	SD
F-CO201A/B-1	FT-CO201A/B-1	2			
	ST-CO201A/B-1	2			
	FY-CO201A/B-1			2	
	M/A/Av./CM		4		1
T-HE201-1	TT-HE201-1	1			
	TCV-HE201-1		2	1	1
L-R201-1	LT-R201-1	1			
	LHV-R201-1		2	1	1
T-R201-2	TI-R201-2	1			
	TCV-R201-2		2	1	1
F-R201-3	FIT-R201-3a	1			
	FIT-R201-3b	1			
	FF-R201-3	1			
	FCV-R201-3a		2	1	1
	FCV-R201-3b		2	1	1
Total		13	24	9	8

Recuento de señales del área 300

Nº de lazo	Elemento	EA	ED	SA	SD
L-S301-1	LT-S301-1	1			
	LCV-S301-1		2	1	1
F-P201A/B-1	FT-P201A/B-1	2			
	ST-P201A/B-1	2			
	FY-P201A/B-1			2	
	M/A/Av./CM		4		1
T-CT301-1	TT-CT301A/B-1	1			
	TCV-CT301A/B-1		2	1	1
F-P301A/B-1	FT-P201A/B-1	2			
	ST-P301A/B-1	2			
	FY-P301A/B-1			2	
	M/A/Av./CM		4		1
Total		10	14	6	4

Recuento de señales del área 400

Nº de lazo	Elemento	EA	ED	SA	SD
T-CP401-1	TT-CP401-1	1			
	TCV-CP401-1		2	1	1
F-P401A/B-1	FT-P401A/B-1	2			
	FY-P401A/B-1			2	
	ST-P401A/B-1	2			
T-CP402-A/B	TT-CP402-1	1			
	TCV-CP402-1		2	1	1

Nº de lazo	Elemento	EA	ED	SA	SD
F-CO401A/B-1	FT-CO401A/B-1	2			
	FY-CO401A/B-1			2	
	ST-CO401A/B-1	2			
	M/A/Av./CM		4		1
F-SA401-1	FT-SA401-1	1			
	FCV-SA401-1		2	1	1
L-SA401-2	LT-SA401-2	1			
	LSL-SA401-2		1		
	LAL-SA401-2		1		
	LSH-SA401-2		1		
	LAH-SA401-2		1		
	LHV-SA401-2		4		1
P-SA401-3	PT-SA401-3	1			
	PCV-SA401-3		2	1	1
L-V401-1	LSH-V401-1		1		
	LT-V401-1	1			
	LAH-V401-1		1		
	LCV-V401-1		2	1	1
F-P402A/B-1	FT-P402A/B-1	2			
	FY-P402A/B-1			2	
	ST-P402A/B-1	2			
	M/A/Av./CM		4		1
Total		18	28	11	8

Recuento de señales del área 500

Nº de lazo	Elemento	EA	ED	SA	SD
T-CT502-1	TT-CT502-1	1			
	TCV-CT502-1		2	1	1
L-DE501-1	LT-DE501-1	1			
	FT-DE501-1	1			
	FCV-DE501-1		2	1	1
P-DE501-2	FT-DE501-2	1			
	PCV-DE501-2			1	
F-TD501-1	FT-TD501-1	1			
	FCV-TD501-1		2	1	1
T-CT501-1	TIT-CT501-1	1			
	TCV-CT501-1		2	1	1
L-V502-1	LT-V502-1	1			
	LCV-V502-1		2	1	1
T-HE501-1	TT-HE501-1	1			
	TCV-HE501-1		2	1	1
L-V501-1	LSH-V501-1		1		
	LT-V501-1	1			
	LAH-V501-1		1		
	LCV-V501-1			1	
F-P501A/B-1	FT-P501A/B-1	2			
	FY-P501A/B-1			2	
	ST-P501A/B-1	2			
	M/A/Av./CM		4		1
F-CO501A/B-1	FT-CO501A/B-1	2			

Nº de lazo	Elemento	EA	ED	SA	SD
F-CO501A/B-1	FY-CO501A/B-1			2	
	ST-CO501A/B-1	2			
	M/A/Av./CM		4		1
Total		17	22	12	8

Recuento de señales del área 600

Nº de lazo	Elemento	EA	ED	SA	SD
T-HE601-1	TT-HE601-1	1			
	TCV-HE601-1		2	1	1
Total		1	2	1	1

Recuento de señales del área 700

Nº de lazo	Elemento	EA	ED	SA	SD
L-V701-1 a L-V707-1	LT-V701-1	7			
	LCV-V701-1		14	7	7
T-V701-1 a T-V707-1	TT-V701-1	7			
	TZV-V701-1		14	7	7
Total		14	28	14	14

Recuento de señales del área 800

Nº de lazo	Elemento	EA	ED	SA	SD
T-CC801-1	TT-CC801-1	2			
	TCV-CC801-1		2	2	1
L-KR801-1	PT-KR801-1	1			
	PCV-KR801-1		2	1	1
	LT-KR801-1	1			
	LAH-KR801-1		1		
	LSH-KR801-1		1		
	LSL-KR801-1		1		
	LAL-KR801-1		1		
T-HE801-1	TT-HE801-1	1			
	TCV-HE801-1		2	1	1
L-SA801-2	LT-SA801-2	1			
	LHV-SA801-2		4		2
	LSL-SA801-2		1		
	LAL-SA801-2		1		
	LSH-SA801-2		1		
	LAH-SA801-2		1		
Total		6	18	4	5

Recuento de señales del área 900

Nº de lazo	Elemento	EA	ED	SA	SD
L-KR901-1	PCV-KR901-1		2	1	1
	LT-KR901-1	1			
	LAH-KR901-1		1		
	LSH-KR901-1		1		
	LSL-KR901-1		1		
	LAL-KR901-1		1		
T-CP901-1	TT-CP901-1	1			
	TCV-CP901-1		2	1	1
T-HE902-1	TT-HE902-1	1			
	TCV-HE902-1		2	1	1
A-R901-1	AT-R901-1	1			
	ACV-R901-1		2	1	1
H-R901-2	HT-R901-1	1			
	HCV-R901-1		2	1	1
V-R901-3	VT-R901-3	1			
	VCV-R901-3			1	
A-RB901-2	AT-RB901-1	1			
	ACV-RB901-1			1	
	ST-RB901-1	1			
	AY-RB901-1			1	
	Agitadores		3		3
Total		8	17	8	8

Recuento de señales del área 1000

Nº de lazo	Elemento	EA	ED	SA	SD
L-TR1001-1 a L-TR-1005-1	LT-TR1001-1	5			
	LCV-TR1001-1		5	10	5
	LAH-TR1001-1		5		
	LAL-TR1001-1		5		
	LSL-TR1001-1		5		
	LSH-TR1001-1		5		
L-CH1001-1 a L-CH-1007-1	LT-CH1001-1	7			
	LCV-CH1001-1		14	7	7
	LAH-CH1001-1		7		
	LAL-CH1001-1		7		
	LSH-CH1001-1		7		
	LAL-CH1001-1		7		
T-V1001-1	TT-V1001-1	1			
	TCV-V1001-1		2	1	1
L-V1002-1	LT-V1001-1	1			
	LCV-V1001-1			1	
	LAH-V1001-1		1		
	LAL-V1001-1		1		
	LSH-V1001-1		1		
	LSH-V1001-1		1		
Total		14	73	19	13