



FRD.UTN

UNIVERSIDAD
TECNOLÓGICA
NACIONAL
FACULTAD
REGIONAL
DELTA

CAPÍTULO 08

P&ID

Producción de Ácido Tereftálico Purificado

ÍNDICE

08. P&ID.....	2
08.1 Zona 100. Etapa de Oxidación	3
08.1.1 Instrumentación de los silos SL-100, SL-101 y SL-102	3
08.1.2 Instrumentación de los tanques TK-101 y TK-101-1	3
08.1.3 Instrumentación de los tanques TK-100, TK-102 y TK-102-1	4
08.1.4 Instrumentación de los tanques TK-103 y TK-103-1	6
08.1.5 Instrumentación del tanque, TK-104.....	7
08.1.6 Instrumentación del reactor R-100, condensador de reflujo E-100 y pulmón TK-105.....	8
08.1.7 Instrumentación del tren de cristalización.....	10
08.1.8 Instrumentación del tanque pulmón, TK-106, centrífuga CF-100 y Tolva TLV-100.....	11
08.1.9 Instrumentación del secador rotatorio	12
08.2 Zona 200. Etapa de Recuperación	13
08.2.1 Instrumentación del condensador E-208.....	13
08.2.2 Instrumentación de la etapa de absorción. E-209, T-200, T-201.....	14
08.2.4 Instrumentación del tanque pulmón TK-200, columna de destilación de residuos T-202 y pulmón TK-202.	16
08.2.5 Instrumentación del sistema de destilación azeotrópica: T-203, TK-203, TK-201, TK-201-1 y decantador S-200.....	18
08.2.6 Instrumentación del pulmón de agua recuperada, TK-203.....	20
08.3 Zona 300. Etapa de Purificación	21
08.3.1 Tanque de pre-dilución TK-301	21
08.3.2 Tanque de mezcla TK-300 y reactor de hidrogenación R-300.....	21
08.3.3 Tren de cristalización	22
08.3.4 Condensadores E-300, E-301, E-302.....	23
08.3.5 Centrífuga CF-300.....	24
08.3.6 Secador rotatorio R-300.....	24

08. P&ID

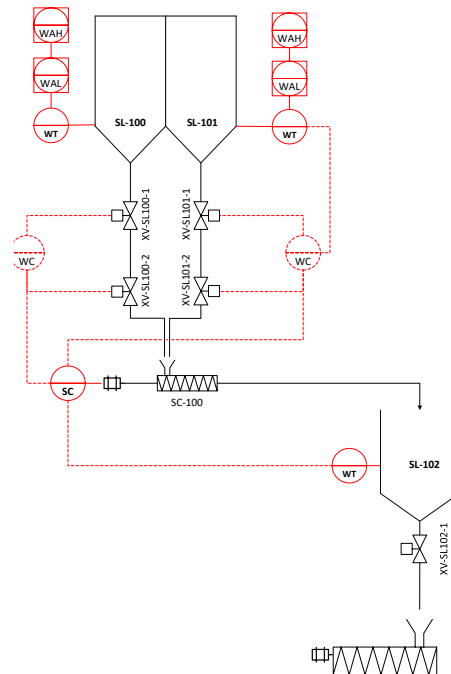
A través del diagrama P&ID, Piping and Instrumentation Diagram, podemos ver las tuberías y los componentes relacionados con el flujo de productos y materias primas de nuestro proceso y su instrumentación.

El P&ID presentado, contiene los equipos de proceso con su nombre y número de identificación, así como también los instrumentos de control. Estos se encuentran taguados según la Norma de simbología y diagramas de instrumentación ANSI ISA S5.1. ISA recomienda usar ciertas clases de líneas para representar flujos de proceso y señales de instrumento. Además, define los símbolos para válvulas y actuadores.

A continuación, se realizará una descripción general de los lazos de control. La descripción en detalle de la lógica de control, sensores, elementos finales, posiciones ante falla, tipos de control y tipos de señales, serán descriptas a través de la tabla que se encuentra en el Anexo H.

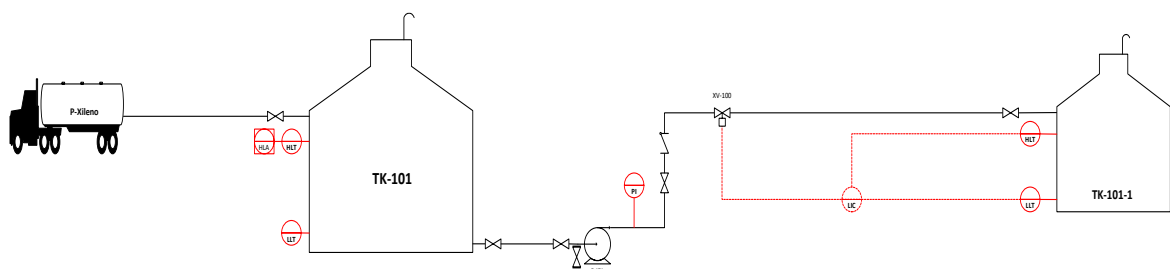
08.1 Zona 100. Etapa de Oxidación

08.1.1 Instrumentación de los silos SL-100, SL-101 y SL-102



Los silos SL-100 y SL-101 almacenarán los catalizadores acetato de cobalto y acetato de manganeso. Estos se encuentran instrumentados con el fin de realizar un control de peso. Los mismos son los encargados de realizar la relación de catalizadores, relación que se encuentra anidada al tornillo sinfin SC-100. El tornillo SC-100 es el encargado de dosificar la mezcla de catalizadores anteriormente mencionada al silo de almacenamiento SL-102.

08.1.2 Instrumentación de los tanques TK-101 y TK-101-1

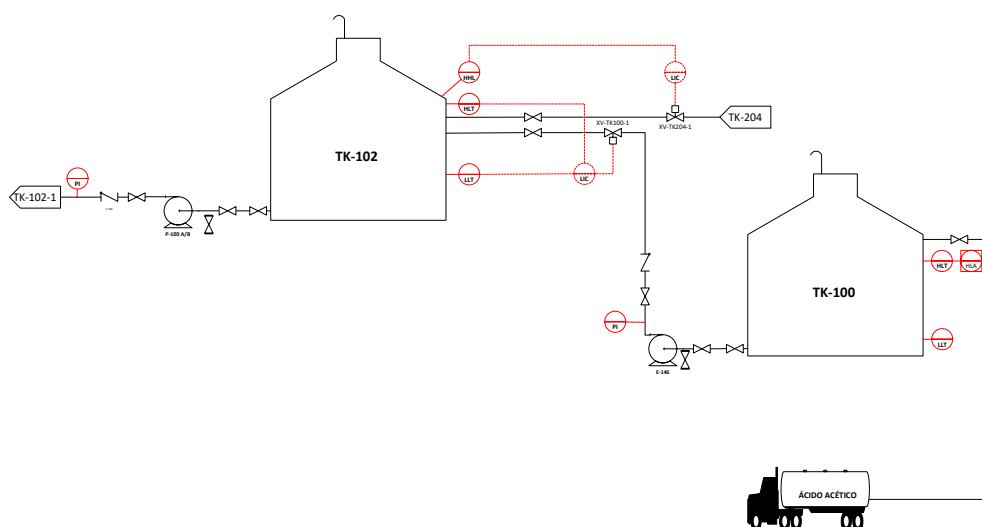


Los tanques mencionados corresponden al almacenamiento de p-xileno fresco, así como, al tanque de trasvase de esta materia prima.

El TK-101 se encuentra destinado a almacenar el p-xileno fresco, el cual será dosificado directamente desde la cisterna del proveedor. Este cuenta con sensores de alto y bajo nivel cuya función principal es indicar el momento en el que se debe reponer la materia prima, así como el llenado del tanque. Además, se tiene un enclavamiento de la bomba de descarga con el bajo nivel del tanque.

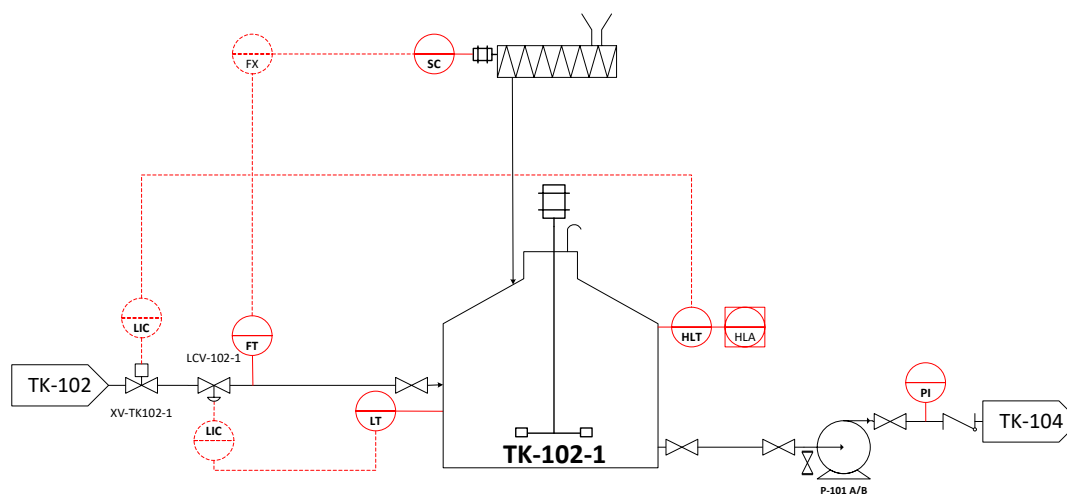
El p-xileno que será enviado a proceso es almacenado en el TK-101-1. El tanque se encuentra instrumentado con el fin de mantenerlo dentro de los niveles operativos, consumiendo el p-xileno que se encuentra almacenado en el TK-101.

08.1.3 Instrumentación de los tanques TK-100, TK-102 y TK-102-1



Estos tanques corresponden al almacenamiento de ácido acético fresco, así como el almacenamiento del ácido acético proveniente de la recuperación en la zona 200.

El TK-100 se encuentra destinado a almacenar el ácido acético fresco, el cual será dosificado directamente desde la cisterna del proveedor. Este cuenta con sensores de alto y bajo nivel cuya función principal es indicar el momento en el que se debe reponer la materia prima, así como el llenado del tanque.

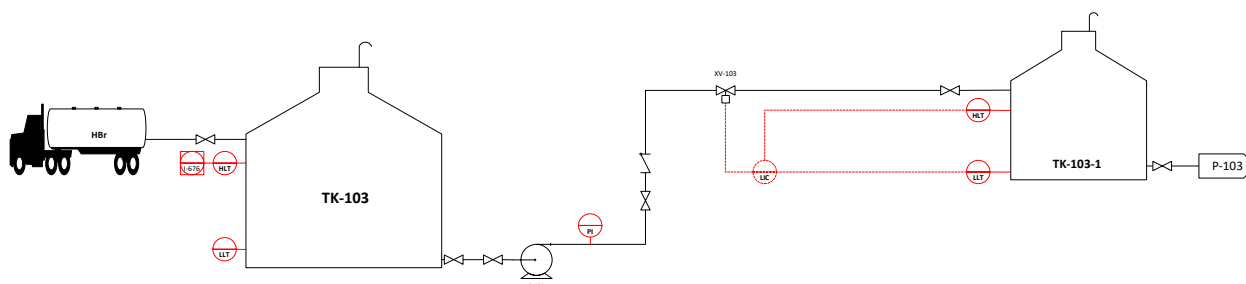


El TK-102 es el pulmón que recibe el acético fresco y el recuperado. Este, dentro de rangos normales de operación, es alimentado con acético recuperado y se encuentra instrumentado con un sensor para identificar una disminución en el caudal de recuperación. Es en este momento donde se alimenta al tanque con acético fresco para amortiguar las perturbaciones propias del proceso.

El TK-102-1 recibe la alimentación de ácido acético, así como la preparación de catalizadores proveniente del SL-102. Este tanque actúa como una operación de dilución de los catalizadores en el solvente para luego alimentar al proceso. El tanque se encuentra enlazado con el tornillo sinfín SC-101, el cual dosifica la medida correcta de catalizadores en relación con el caudal de ácido acético. A su vez, el tanque cuenta con sensores y alarmas de alto nivel que controlan la alimentación al mismo.

Por otro lado, en todos los tanques se tiene un enclavamiento de la bomba de descarga con el bajo nivel de cada tanque, con el fin de no accionarlas si estos se encuentran por debajo del mínimo operativo.

08.1.4 Instrumentación de los tanques TK-103 y TK-103-1

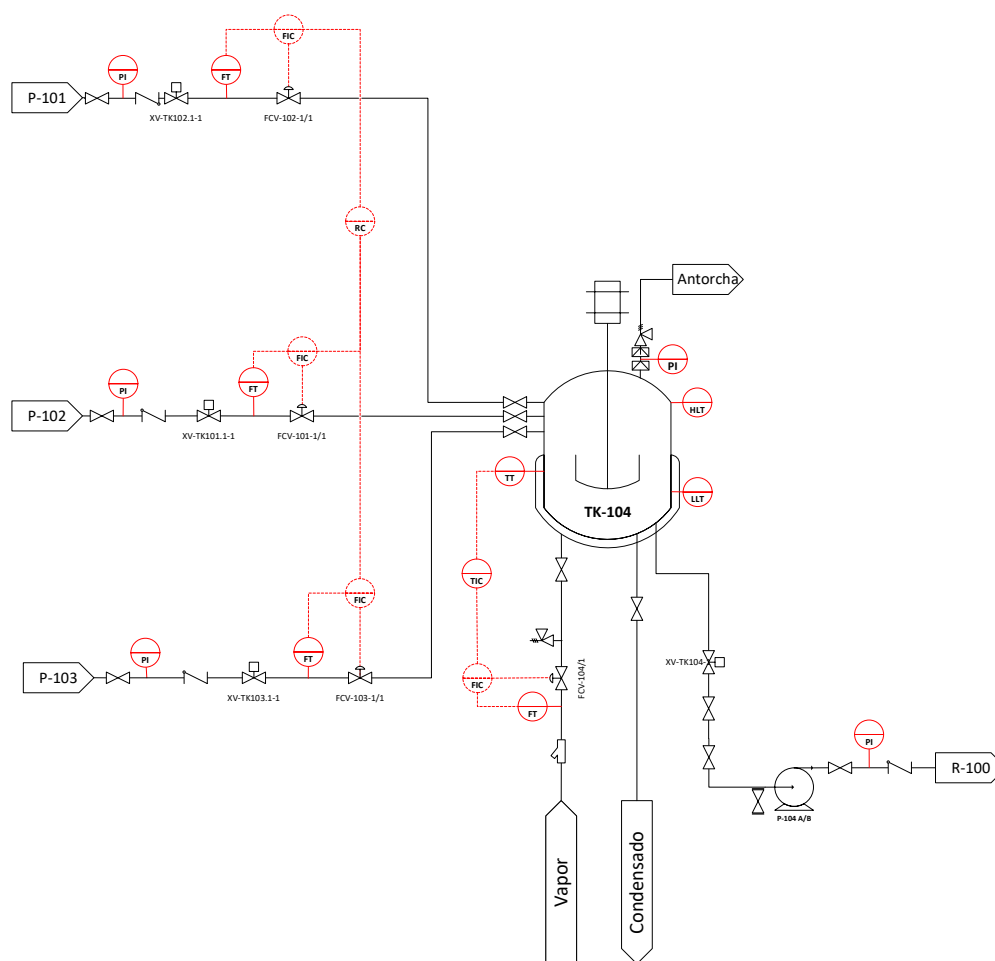


Los tanques mencionados corresponden al almacenamiento de ácido bromhídrico, así como, al tanque de trasvase de esta materia prima.

El TK-103 se encuentra destinado a almacenar el ácido bromhídrico fresco, el cual será dosificado directamente desde la cisterna del proveedor. Este cuenta con sensores de alto y bajo nivel cuya función principal es indicar el momento en el que se debe reponer la materia prima, así como el llenado del tanque. En la salida del tanque, se tiene la bomba enclavada al bajo nivel, para evitar que la bomba arranque si el nivel no es el adecuado.

El ácido bromhídrico que será enviado a proceso es almacenado en el TK-103-1. El tanque se encuentra instrumentado con el fin de mantenerlo dentro de los niveles operativos, consumiendo el bromhídrico que se encuentra almacenado en el TK-103.

08.1.5 Instrumentación del tanque, TK-104

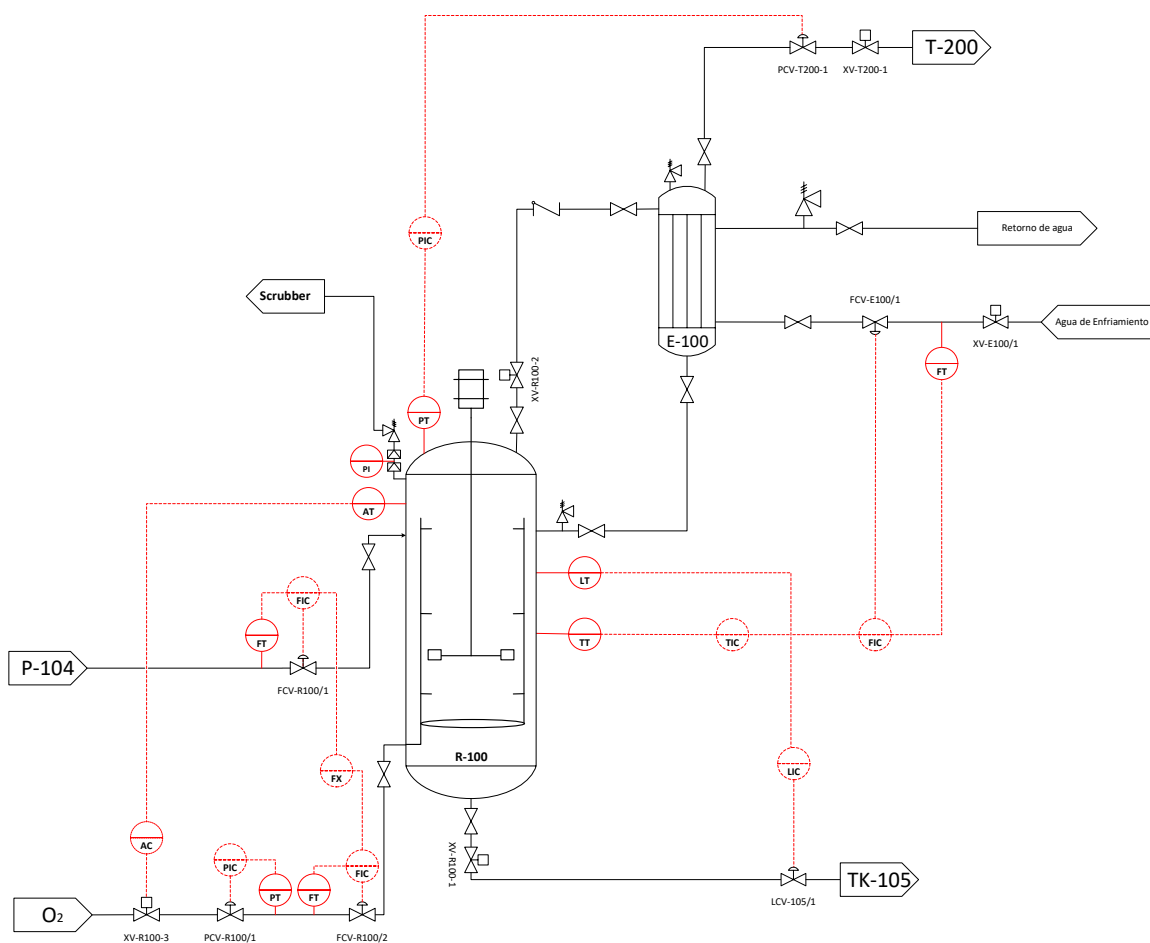


Es a través del tanque, TK-104, que se realiza la mezcla de las materias primas para alimentar al reactor de oxidación R-100. También, dentro de este tanque se obtiene la temperatura de alimentación deseada. Este se encuentra instrumentado para controlar caudales de alimentación de materia prima, con el fin de alcanzar la proporción deseada a través de un controlador de ratio, tomando como base de control al reactivo limitante, p-xileno. Otra variable para controlar es la temperatura de la mezcla la cual será alcanzada gracias a una alimentación de vapor de media hacia la camisa del tanque.

El tanque tiene un sensor de alto nivel enlazado a la válvula de ingreso de p-xileno ya que, si el nivel del tanque se ve perturbado por alguna razón y sube por encima del alto nivel, se cierra la entrada de p-xileno (la cual esta relacionada a las demás entradas de materias primas).

Además, también hay un sensor de bajo nivel en el tanque, el cual está enclavado a la bomba de descarga P-104 A/B para resguardo de integridad mecánica de la bomba en caso de que no haya ingreso de fluido, por estar el tanque en nivel inferior al operativo debido a alguna perturbación en el sistema.

08.1.6 Instrumentación del reactor R-100, condensador de reflujo E-100 y pulmón TK-105



El reactor R-100 es el encargado de llevar a cabo la reacción principal del proceso. Este se encuentra instrumentado para controlar variables como caudal, presión, temperatura y nivel dentro del recipiente.

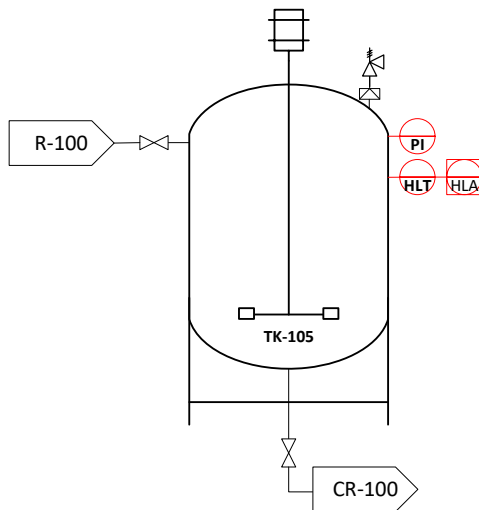
Los caudales controlados corresponden a la alimentación de materia prima proveniente del TK-104. Estos se encuentran directamente relacionados con el caudal de alimentación de oxígeno, ya que, este corresponde a un porcentaje en exceso con respecto a la

estequiometría de la reacción. A través de la alimentación de oxígeno se controla la presión de reacción.

El control de temperatura se realiza mediante la regulación de agua de enfriamiento que ingresa al condensador de reflujo. Esta acción modifica la capacidad de condensación lo que genera una variación en la presión del equilibrio y, por lo tanto, en la temperatura.

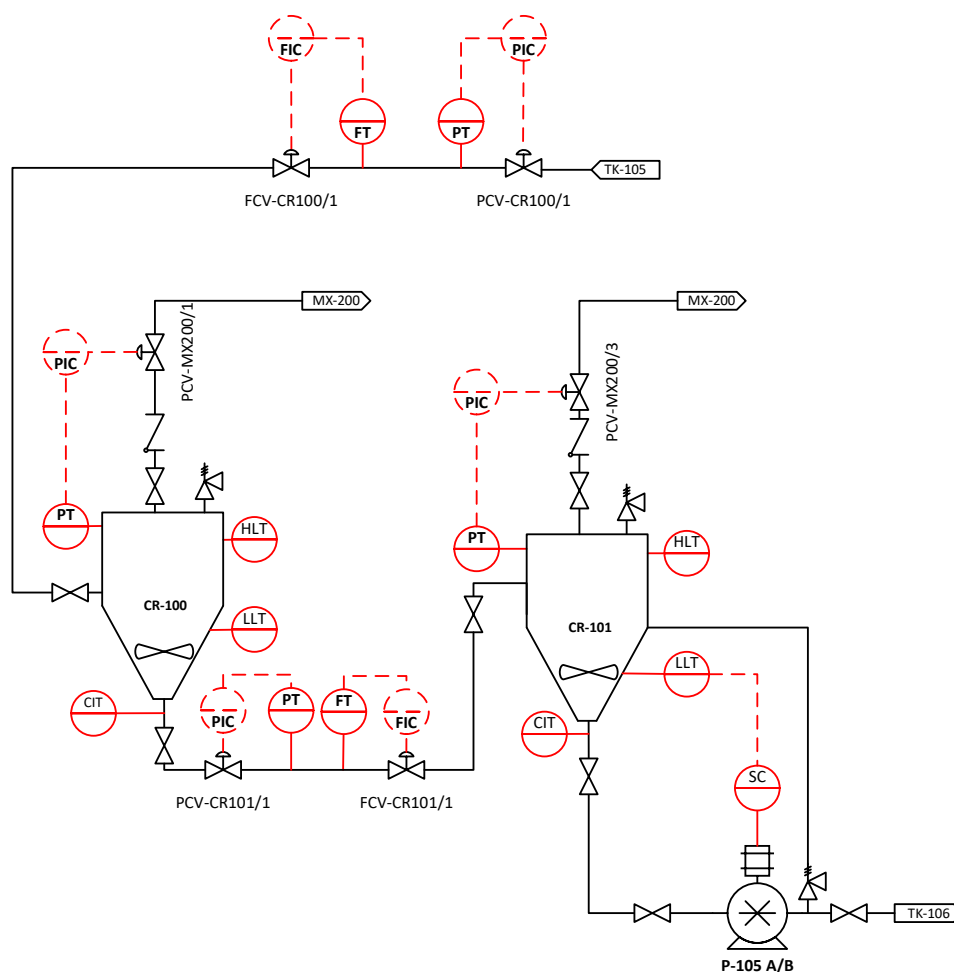
Además del control de presión por gases condensables, también se encuentran controlados los incondensables que se acumulan en el tope del reactor. Estos se encuentran regulados por una válvula de control de presión que mantiene dicha variable dentro de los rangos de operación.

El nivel dentro del reactor debe permanecer constante, ya que, se trata de un tanque agitado continuo. Esta variable se regula controlando el porcentaje de apertura de la válvula de descarga de producto de fondo.



El TK-105 corresponde al pulmón entre la etapa de reacción y cristalización. Este cuenta con sensores y alarmas de alto nivel, así como, elementos de indicación de presión.

08.1.7 Instrumentación del tren de cristalización

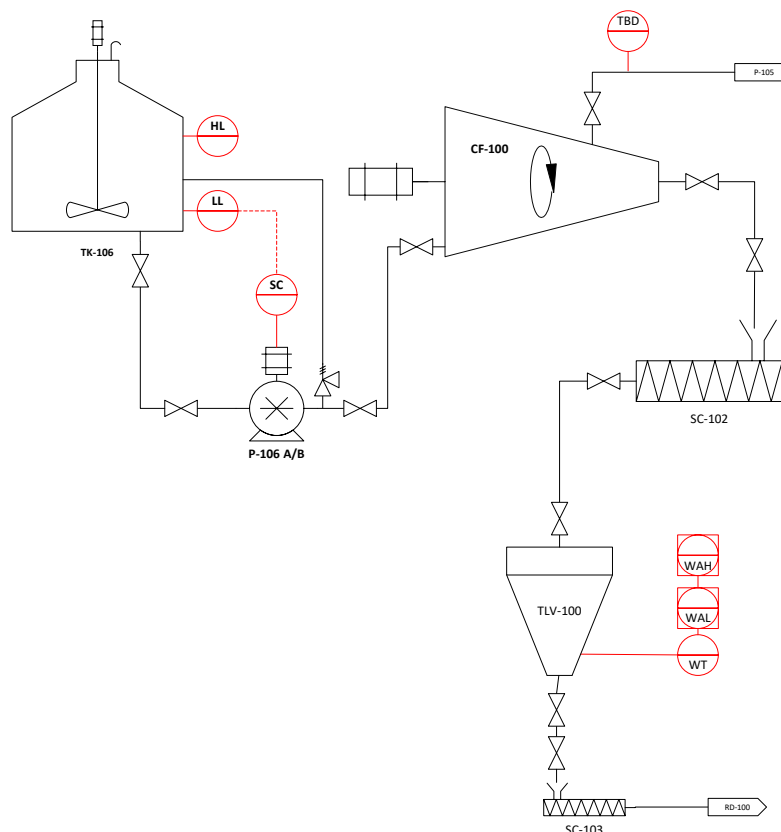


La etapa de cristalización corresponde a una serie de dos evaporadores flash. Ambos cristalizadores cuentan con control de presión y caudal en la alimentación. Estas variables se encuentran anidadas con el fin de alcanzar la presión de evaporación requerida por el proceso, así como, el caudal que demande el sistema.

Otra variable por controlar es la presión de operación, es decir, asegurar que se mantenga dentro de parámetros. Esta permanencia, se consigue a través de una válvula de control de presión que controla la acumulación de gases en el tope del cristalizador.

Los cristalizadores cuentan, además, con indicadores de nivel y de humedad en la descarga de producto sólido. Ambos con fines informativos para el operador.

08.1.8 Instrumentación del tanque pulmón, TK-106, centrífuga CF-100 y Tolva TLV-100

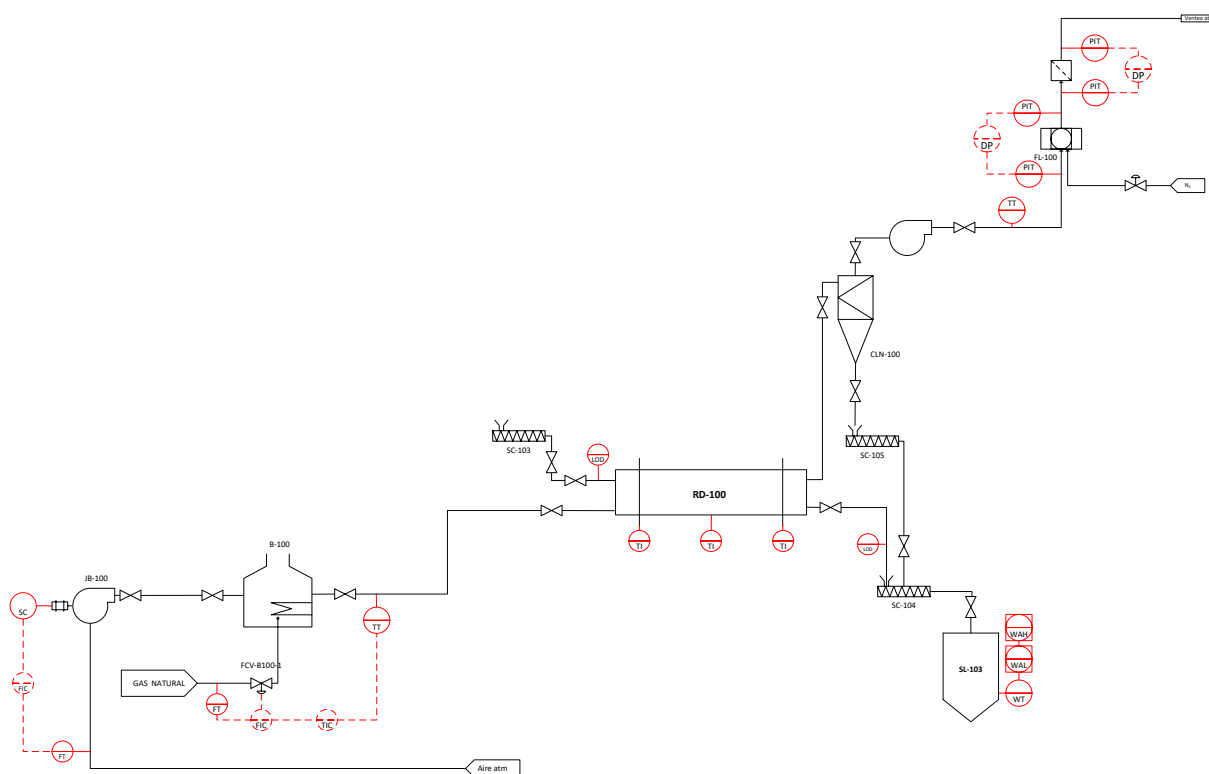


El tanque pulmón, TK-106, es el nexo entre la cristalización y el proceso de centrifugado. Este posee un control de nivel que lo mantiene dentro de rangos normales de operación. Esta maniobra la realiza a través del variador de velocidades de la bomba P-106.

El decantador centrífugo cuenta únicamente con un indicador de turbidez cuya función es la de determinar la efectividad del grado de separación de la centrífuga.

La tolva TLV-100 es aquella que recibe el producto desde la centrífuga, y envía el producto hacia el secador rotatorio. Esta tolva tiene sensores de peso para mantenerla dentro de valores operativos.

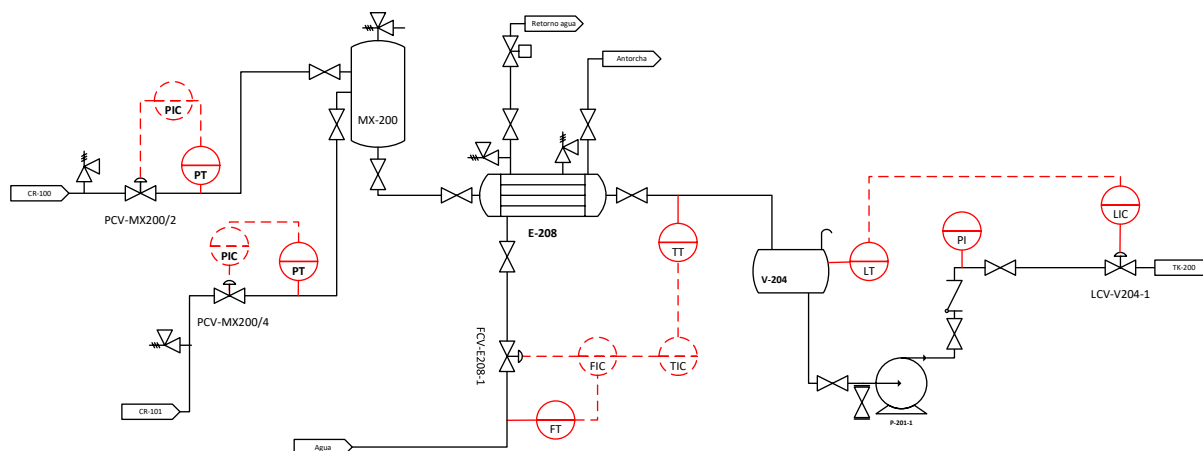
08.1.9 Instrumentación del secador rotatorio



El secador rotatorio RD-100 recibe el producto de la tolva TLV-100 a través de un tornillo sinfín, para terminar de secar hasta los valores deseados del producto crudo. Este secador tiene medidores de humedad a la entrada y a la salida, para controlar la eficiencia del secado. Además, posee diferentes sensores de temperatura ubicados en tres zonas diferentes del secador. Para que la operación se lleve a cabo, al secador ingresa aire, el cual es calentado previamente pasando por el quemador B-100, el cual tiene control de temperatura a través de la variación de caudal de gas natural. Además, se controla el caudal a través de lazo sobre el blower JB-100.

08.2 Zona 200. Etapa de Recuperación

08.2.1 Instrumentación del condensador E-208

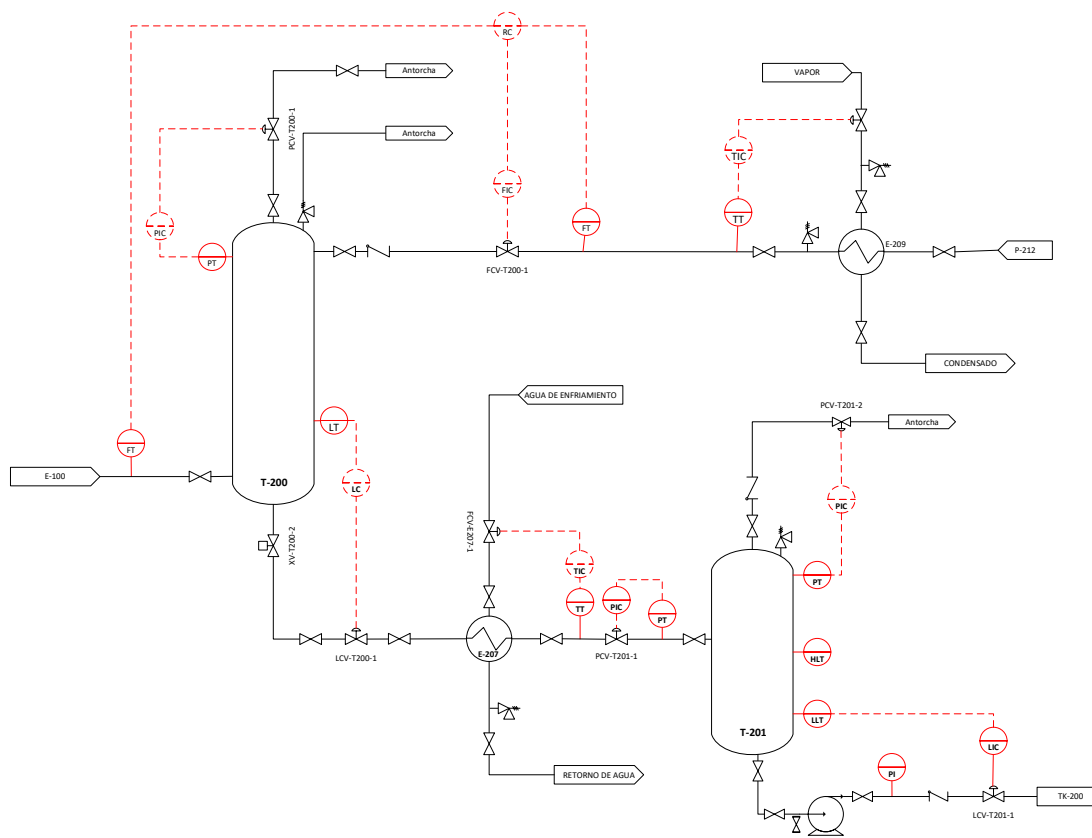


Los gases producto de la evaporación en la cristalización son almacenados en un pulmón, MX-200, para luego ser condensados en el condensador, E-208. La alimentación de este pulmón se encuentra instrumentada con el fin de regular la presión de condensación.

El condensador cuenta con un lazo de control de temperatura, ya que, este realiza una operación de subenfriamiento. La variable de interés en este lazo es la temperatura en la corriente de producto condensado. Se controla esta variable con el fin de regular el caudal de agua de enfriamiento para amortiguar cualquier perturbación en el proceso.

El recipiente encargado de almacenar el condensado es el recibidor, V-204. Este cuenta con un lazo de control de nivel que dependiendo de la demanda de proceso abre o cierra la válvula de control de nivel.

08.2.2 Instrumentación de la etapa de absorción. E-209, T-200, T-201.



Es a través del intercambiador E-209 que se obtiene la temperatura deseada, en el agua de lavado, para el proceso de absorción. Este intercambiador se alimenta de una corriente de agua de proceso, proveniente del tanque de almacenamiento, TK-203 y se encuentra instrumentado con un lazo de control de temperatura en la descarga de agua en la corriente de interés. Este lazo cumple la función de ajustar el caudal de fluido de intercambio para amortiguar cualquier perturbación en el proceso y asegurar que se alcance la temperatura requerida por el proceso.

La columna de absorción T-200, es la encargada de lavar los gases de combustión producto de la reacción de oxidación, lo que implica la recuperación del ácido acético que es arrastrado por estos gases. El lavado de gases es llevado a cabo con agua a 22 bar y 216°C.

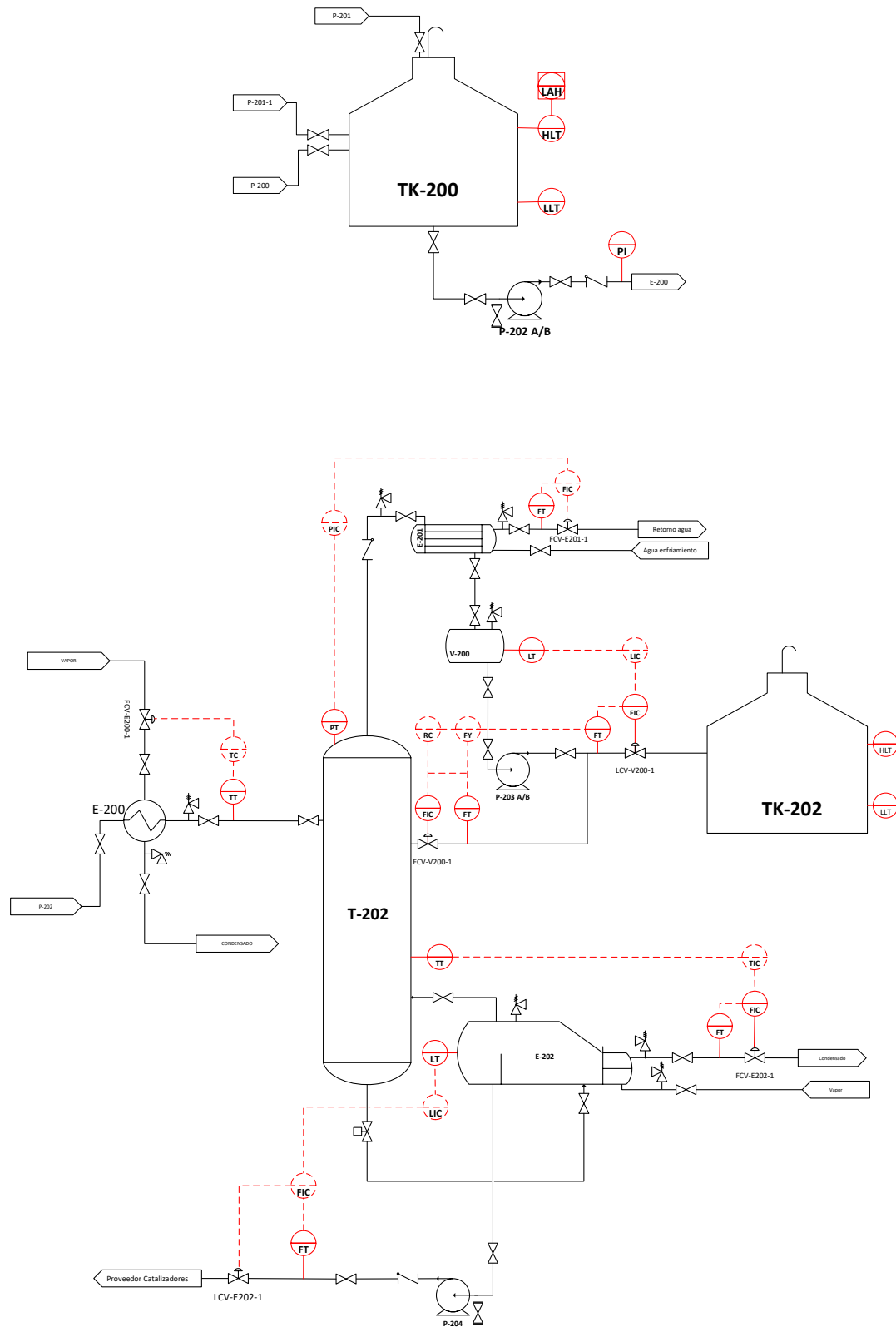
El absorbedor posee un controlador de ratio de caudales que relaciona la corriente gaseosa de entrada al equipo con la de agua de lavado y ajusta estas variables llevándolas a un valor preestablecido, con el accionar de una válvula de control de caudal.

Esta operación cuenta también con un control de nivel de líquido en el fondo de la columna. Dicho controlador regula el nivel de operativo a través de una válvula de control de nivel que se encuentra instalada en la descarga del producto líquido de la absorción.

La operación siguiente a la absorción es un intercambiador de calor que se encarga de enfriar esta corriente líquida de producto para posteriormente ser desgasificada a una presión atmosférica en la columna de desgasificación T-201.

La columna T-201 cuenta con dos lazos de control. El primero se trata de un controlador de nivel de líquido en el fondo de la columna, cuya función principal es mantener dentro de parámetros esta variable, variando el porcentaje de apertura de la válvula de control en la descarga. El segundo lazo, se corresponde con un lazo de control de presión cuyo objetivo es aliviar la acumulación de gases en el tope de la columna, y, por lo tanto, la presión. Esto se consigue accionando la válvula de control de presión que se encuentra instalada en la corriente de descarga de gases.

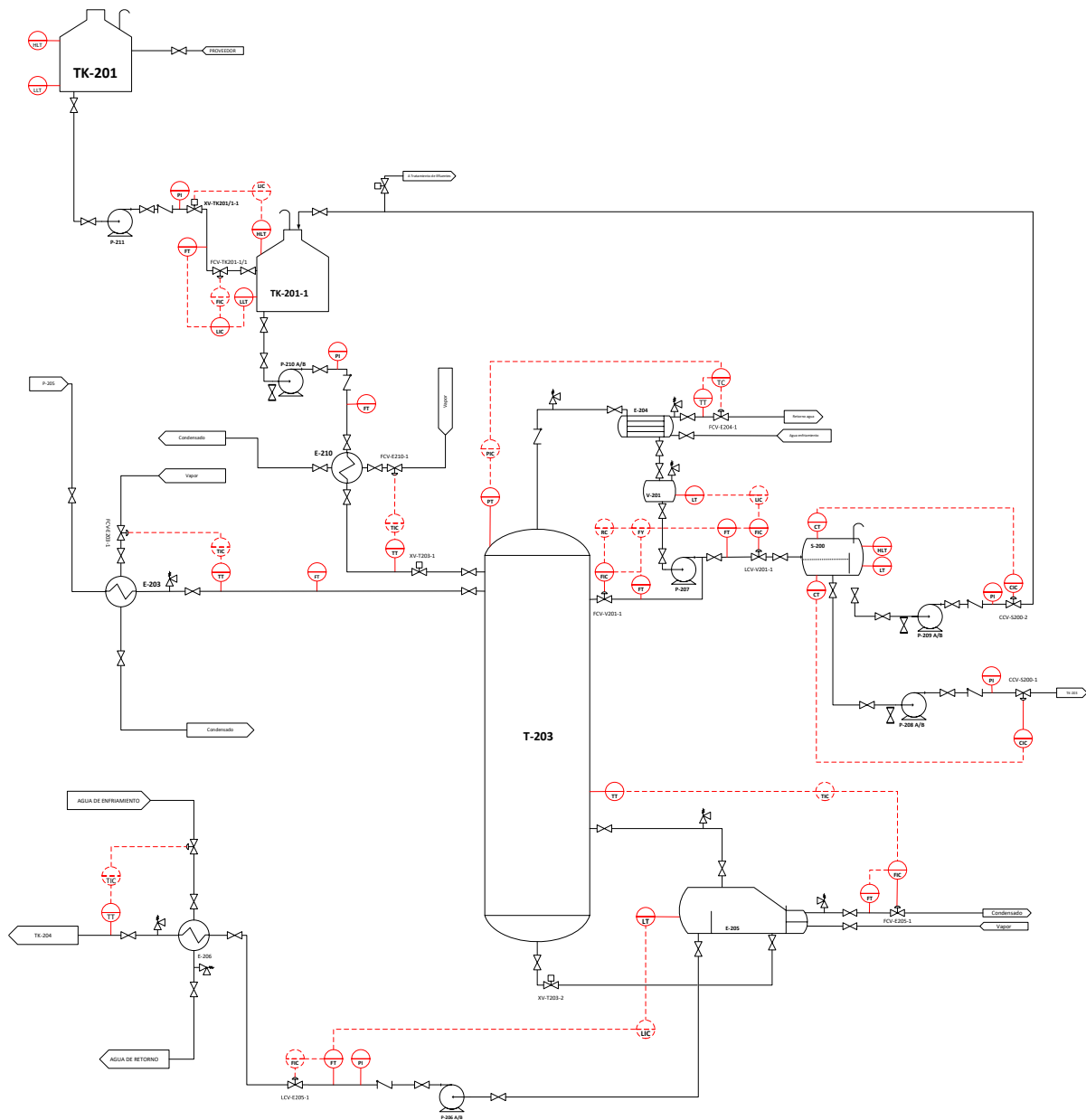
08.2.4 Instrumentación del tanque pulmón TK-200, columna de destilación de residuos T-202 y pulmón TK-202.



El tanque TK-200 recibe las descargas líquidas del condensado de los cristalizadores y de la centrifuga. Este tanque tiene controles de alto y bajo nivel para mantener el equipo dentro de rango operativo.

La torre de agotamiento T-202 es aquella que recibe todo el licor madre, solución de la que debe separar los catalizadores. En la torre se controla primeramente la temperatura de la solución que ingresa, en el intercambiador E-200, por el control de caudal del fluido de intercambio térmico. En el tope del equipo, se debe controlar presión con un lazo ligado al caudal de agua de enfriamiento del condensador E-201. Además, en el tope, en la salida de producto donde se encuentra el acumulador, se controla el nivel de este mediante aperturas de válvulas de producto y reflujo de manera tal que se pueda mantener constante la relación de reflujo de la torre. Por su parte, en el fondo se controla la temperatura de la torre, mediante control de caudal del vapor del rehervidor, y control de nivel en el rehervidor por apertura de válvula de descarga.

08.2.5 Instrumentación del sistema de destilación azeotrópica: T-203, TK-203, TK-201, TK-201-1 y decantador S-200.



La torre T-203 es la unidad operativa en la cual se debe separar lo máximo que se pueda el agua del acético utilizando un agente de separación, el n-butil acetato en este caso. La Temperatura de entrada de solución acético-agua debe controlarse mediante la regulación de caudal de vapor en el intercambiador E-203. De la misma manera en el fondo de la columna el intercambiador de calor E-206 mantiene la temperatura de salida deseada por la regulación de caudal de vapor utilizado.

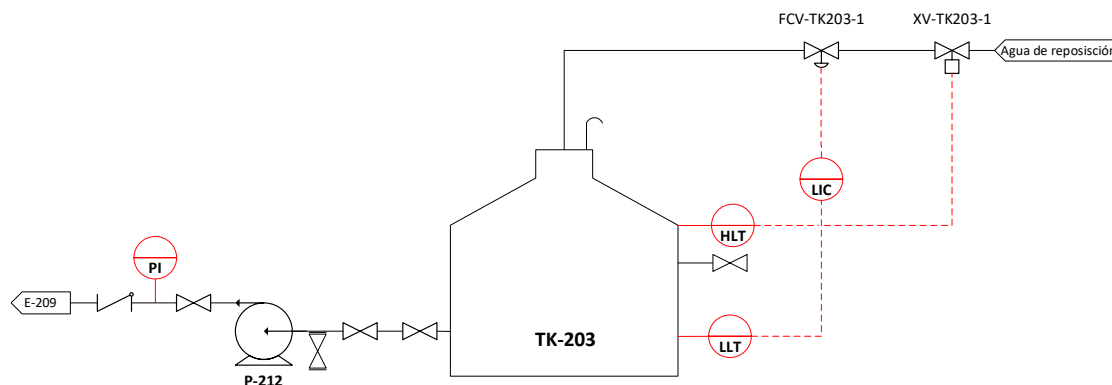
La temperatura en la torre se controla mediante el aumento o disminución del vapor en el rehervidor, mientras que el nivel en la torre se controla con un lazo de nivel en el mismo rehervidor, que abre o cierra la salida de producto de fondo.

En el tope de la columna se controla varias cosas, una de ellas es la presión en el equipo, que se mantiene entre rangos operativos mediante la regulación de condensado en el condensador E-204, variando la apertura del fluido de intercambio. Otra variable controlada es el nivel en el tanque receptor de condensado, el cual abre o cierra válvulas de salida de destilado y reflujo de tal manera que se mantenga la relación de reflujo constante.

Luego, el destilado es enviado a un decantador, el S-200, el cual cuenta con sensores de conductividad para detectar variación en la separación por diferencia de densidades entre el agua y el Carrier, que cuando la conductividad varía puede abrir o cerrar la válvula de salida CCV-S200-1 y CCV-S200-2, dependiendo de si sube o baja la conductividad respectivamente.

Por otro lado, el Carrier proviene del tanque TK-201-1, en el cual se recircula parte del n-butil acetato separado en el decantador, y para mantener el nivel del tanque constante, mediante un lazo de nivel abre la válvula FCV-TK201-1/1 que ingresa el arrastrador puro. Además, como segundo nivel de control, se tiene un sensor de alto nivel, que de ser necesario cierra la XV-TK201-1/1.

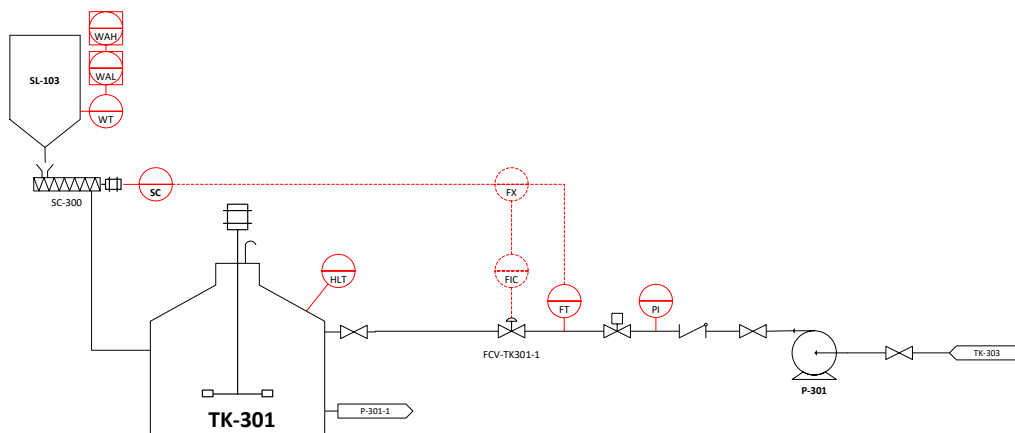
08.2.6 Instrumentación del pulmón de agua recuperada, TK-203



El tanque TK-203 recibe el agua del decantador saliente de la torre de destilado, y en este tanque se controla el nivel a través de apertura o cierre de la válvula FCV-TK203-1 y control de alto alto nivel con apertura o cierre de la válvula XV-TK203-1

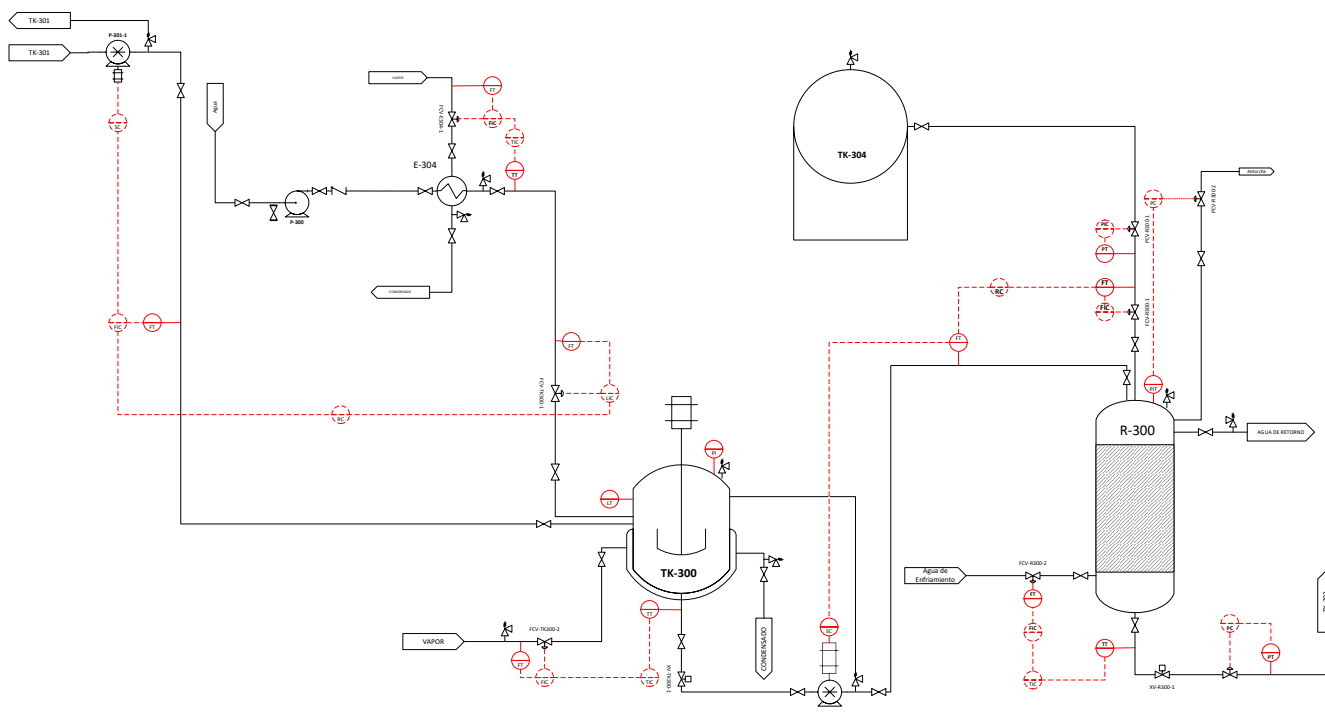
08.3 Zona 300. Etapa de Purificación

08.3.1 Tanque de pre-dilución TK-301



El tanque TK-301 recibe el producto crudo desde el silo SL-103 a través de un tornillo sinfín, el cual tiene el caudal ligado por un lazo a la velocidad de salida del sinfín. El silo por su lado tiene solamente sensores de alto peso y alto alto. En el tanque 301 solamente se controla el nivel de este.

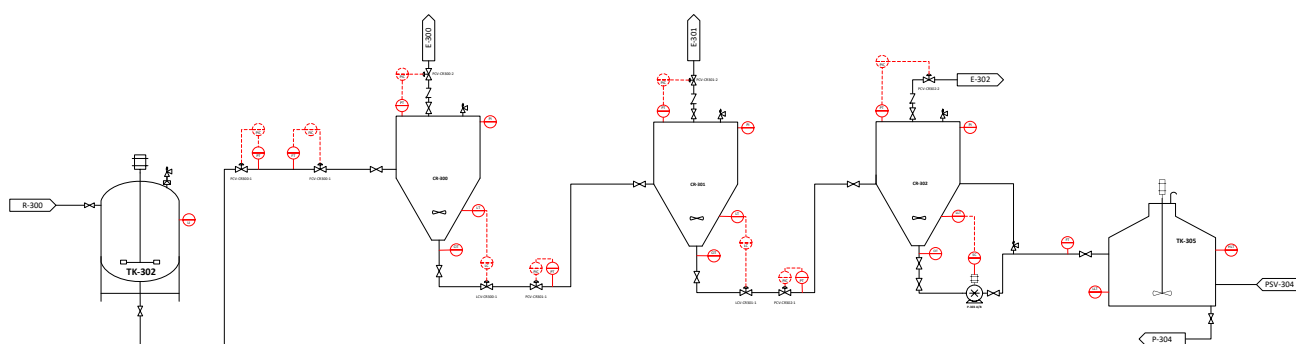
08.3.2 Tanque de mezcla TK-300 y reactor de hidrogenación R-300



El tanque TK-300 recibe el producto del tanque 301, y agua que es precalentada previamente en el E-304, y para que llegue y se mantenga la temperatura adecuada, se controla el caudal de vapor del intercambiador. El ingreso de agua y producto crudo entra en una relación específica que se controla mediante un lazo que relaciona los caudales de ambos. En el tanque 300 se termina de calentar la mezcla hasta la temperatura de entrada del reactor de hidrogenación R-300, mediante una camisa que mantiene la temperatura con la regulación de caudal de vapor que ingresa a la misma.

El reactor de hidrogenación R-300 tiene como ingreso el producto diluido y precalentado previamente y una corriente de hidrogeno proveniente del tanque TK-304. El hidrogeno debe entrar en una relación respecto a la alimentación de la dilución, la cual esta dada por un ratio controller entre la velocidad de la bomba P-302 de alimentación de la dilución y la apertura de la válvula de ingreso de hidrogeno FCV-R300-1. Además, en el tope del reactor se debe controlar la presión dentro del equipo, mediante el control que libera presión enviando parte del gas acumulado a la antorcha. Otra variable que se debe controlar es la temperatura en el recinto, lo cual se realiza mediante la medición de temperatura de descarga y la apertura o cierre de la válvula de ingreso de vapor a la chaqueta del reactor.

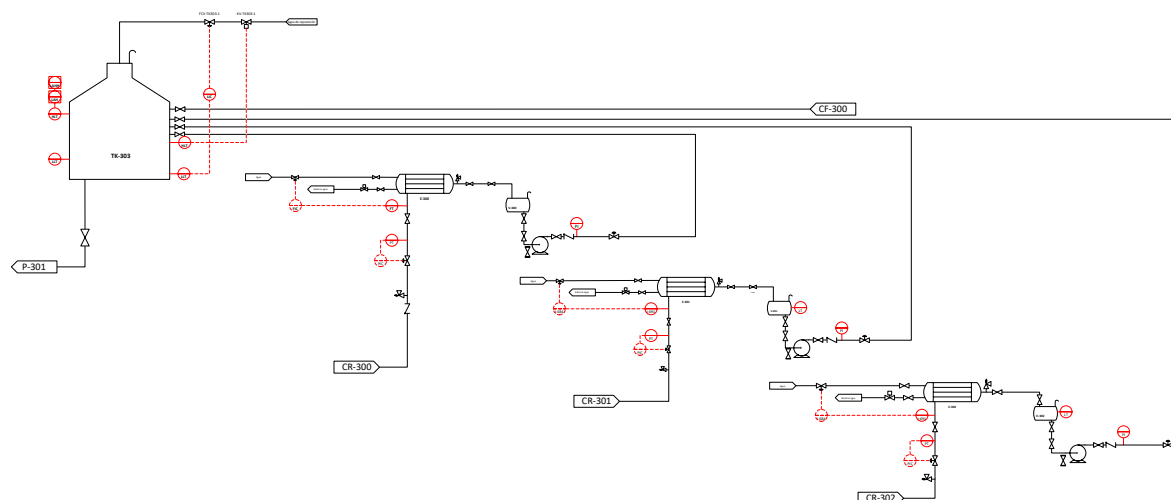
08.3.3 Tren de cristalización



En el tren de cristalización de la zona 300, se ingresa ya el producto purificado, que sale del reactor e ingresa primeramente en un tanque pulmón, el TK-302, que posee solamente un indicador de nivel. Luego el producto es enviado al primer cristalizador, que previamente debe tener la presión y caudal operativo, con los lazos que abren las válvulas PCV-CR300-1 y la FCV-CR300-1 respectivamente.

En los cristalizadores debe controlarse la presión, lo cual se logra abriendo las válvulas PCV-CR300-2, PCV-CR301-2 y PCV-CR302-2 respectivas a cada cristalizador. Además, debe mantenerse dentro de niveles operativos todos los cristalizadores, por lo que se tiene un control de bajo nivel que regula la salida con la velocidad del motor de la bomba de salida de cada cristalizador.

08.3.4 Condensadores E-300, E-301, E-302



Los condensadores E-300, E-301 y E-302 Reciben el producto evaporado de cada cristalizador de la zona 300, los cuales están a diferentes presiones y temperaturas, por lo que deben llevarse a un valor en común para luego ingresar al TK-303.

En cada condensador debe controlarse la presión de ingreso, mediante la apertura de la válvula de ingreso de vapor, y control de temperatura mediante cambio de caudal de agua de enfriamiento.

El tanque al que ingresa el condensado, tiene sensores de bajo y bajo bajo nivel que regulan la entrada de agua de reposición si la cantidad es menor a la adecuada. Luego de este tanque, el agua es enviada como agua de dilución en el tanque TK-301.

El secador rotatorio RD-300 recibe el producto de la tolva TLV-300 a través de un tornillo sinfín, para terminar de secar hasta los valores deseados del producto purificado final. Este secador tiene medidores de humedad a la entrada y a la salida, para controlar la eficiencia del secado y, además, posee diferentes sensores de temperatura ubicados en tres zonas del secador. Para que la operación se lleve a cabo al secador ingresa aire, el cual es calentado previamente pasando por un quemador, el cual tiene control de temperatura a través de la variación de caudal de gas natural. Además, en el secador se controla el caudal de aire a través de lazo sobre el blower de ingreso de aire.