

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL**



**“SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATIZADO DE UNA PLANTA
DE SULFONACIÓN”**

**INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO QUÍMICO**

**POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACIÓN DE
CONOCIMIENTOS**

**PRESENTADO POR:
EDUARDO RONNY QUIROZ SANCHEZ**

LIMA – PERÚ

2004

DEDICATORIA

A Dios representado por el Señor de los Milagros, por ser el guía de todos mis actos y por todo lo que recibo cada día de Él.

A mi madre por el gran esfuerzo realizado para poder culminar con satisfacción mis estudios y titulación.

A mi padre, por apoyar también en la obtención de mi título.

A mi esposa e hijos, por que son la luz y fuerza que me impulsa a continuar superándome constantemente.

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de alguna u otra manera hicieron posible mediante sus consejos, apoyo y recomendaciones la culminación con éxito de ésta tesis.

Nombrar a todos sería difícil, pues podría olvidarme de algunos, pero ellos saben que los llevo en mi corazón.

ÍNDICE

1	RESUMEN.....	5
2	INTRODUCCIÓN.....	6
3	DESARROLLO DE CONCEPTOS Y TÉCNICAS.....	7
3.1	SULFONACIÓN – DEFINICIÓN.....	7
3.2	TÉCNICAS DE SULFONACIÓN.....	8
3.2.1	<i>Tratamiento con trióxido de azufre o un compuesto de.....</i>	<i>8</i>
	<i>éste :</i>	<i>8</i>
3.2.2	<i>Procedimientos de Oxidación.....</i>	<i>9</i>
3.2.3	<i>Reacciones con sulfitos :</i>	<i>11</i>
3.2.4	<i>Métodos de Condensación y Polimerización :</i>	<i>11</i>
4	CARACTERIZACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS	12
4.1	AZUFRE.....	12
4.1.1	<i>Obtención y Usos del Azufre.....</i>	<i>15</i>
4.1.2	<i>Principales Usos.....</i>	<i>16</i>
4.2	OLEUM.....	17
4.3	ALQUILBENCENO LINEAL.....	17
4.4	ALQUIL BENCENO RAMIFICADO	18
5	CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO	19
5.1	ÁCIDO SULFÓNICO	19
6	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	20
6.1	QUÍMICA DEL PROCESO :.....	21
6.2	PROCEDIMIENTOS DEL PROCESO	21
6.2.1	<i>SECADO DE AIRE.....</i>	<i>21</i>
6.2.2	<i>AZUFRE FUNDIDO</i>	<i>23</i>
6.2.3	<i>PRODUCCIÓN DE SO₃.....</i>	<i>23</i>
6.2.4	<i>SULFONACIÓN DE PELÍCULA</i>	<i>25</i>
6.2.5	<i>ENVEJECIMIENTO</i>	<i>26</i>
6.2.6	<i>TRATAMIENTO DE GAS AGOTADO.....</i>	<i>27</i>
7	SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO.....	28
7.1	INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL.....	28
7.1.1	<i>SECADO DE AIRE.....</i>	<i>28</i>
7.1.2	<i>AZUFRE FUNDIDO</i>	<i>30</i>
7.1.3	<i>PRODUCCIÓN DE SO₃.....</i>	<i>30</i>
7.1.4	<i>SULFONACIÓN DE PELÍCULA</i>	<i>32</i>
7.1.5	<i>ENVEJECIMIENTO</i>	<i>33</i>
7.1.6	<i>TRATAMIENTO DE GAS AGOTADO.....</i>	<i>34</i>
8	PROPUESTA DE MEJORA DE CONTROL EN EL PROCESO	35
9	BIBLIOGRAFÍA	35
10	APENDICE	36

1 RESUMEN

TÍTULO: SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATIZADO DE UNA PLANTA DE SULFONACIÓN.

La Automatización de las Plantas de procesos químicos, es una realidad que en nuestro país se está dando de manera acelerada.

Esto requiere del conocimiento adecuado de los Sistemas de Control para cada etapa del proceso, además de caracterizar de manera primordial las variables que deben de estar controladas para que el proceso sea llevado de una manera adecuada y en las mejores condiciones.

El presente informe presenta la automatización de una Planta de Sulfonación.

El producto que se obtiene de un proceso de sulfonación, en este caso para la materia prima a ser sulfonada, es el ácido alquil benceno sulfónico.

Este producto, según la materia a sulfonar; tiene como principal uso, ser materia prima para detergentes, pasta de dientes, crema lavavajillas, etc.

El proceso de sulfonación presenta varias etapas, en la cual se presenta la automatización de cada una de ellas.

Estas tienen un sistema de control bien definido, que hace el control de la misma se realice desde una oficina y las correcciones del proceso se hagan desde el mismo sitio.

Además se presenta algunas propuestas de mejora en el sistema de control en algunas etapas.

También se presentan diagramas de automatización de cada una de las etapas del proceso.

2 INTRODUCCIÓN

El tema de Control y Automatización de Plantas Industriales cada vez se va haciendo más imprescindible en la industria por muchos motivos.

Uno de los principales, puede mencionarse el del costo de mano de obra.

Aquí en donde se hace posible que desde un panel en una oficina, se pueda controlar el proceso de producción de una Planta.

Otro de los puntos, que también se debe mencionar, es el de la seguridad, que por las mismas características del producto en proceso, haga peligroso el tener personal que pueda poner en riesgo su vida.

También mencionar la minimización de efluentes líquidos y emisiones gaseosas.

Dentro del tema a tratar, se mostrará el proceso de producción del ácido sulfónico y del Sistema de Control Automatizado con la que se lleva a cabo.

Se observará la manera como se hace el control de cada una de las secciones por la que se lleva a cabo el proceso.

El producto final, el ácido sulfónico, es materia prima para la elaboración, principalmente de detergentes.

Así también, dependiendo de la materia prima a usar es la característica y uso del producto final.

Aquí se procesa generalmente, alquil benceno lineal y alquil benceno ramificado, dando como productos, que por su característica se utilizan para producir detergentes sólidos y líquidos y otros, generalmente se usa para elaborar crema lavavajillas.

Cabe mencionar que el proceso es en sí sencillo, pero que requiere de un control estricto para trabajar con seguridad, no dañando el medio ambiente, obteniendo un producto de buena calidad y economía, para tener a nuestros clientes satisfechos, y generando ingresos a nuestra Empresa.

3 DESARROLLO DE CONCEPTOS Y TÉCNICAS

3.1 SULFONACIÓN – DEFINICIÓN

La palabra sulfonación designa todo procedimiento por el cual el grupo sulfo, $-\text{SO}_2\text{OH}$ (grupo sulfónico), esta unido a un átomo de carbono, o algunas veces a un átomo de nitrógeno. Se incluye aquí los métodos en que el azufre, en estado de valencia inferior, se unirá al carbono y la sulfonación es el proceso que consiste en una oxidación.

Los métodos de enlace del grupo $-\text{SO}_2\text{OH}$ al nitrógeno se denominan ordinariamente N-sulfonación o sulfamación, según el producto formado. La palabra sulfonación se emplea también para designar el tratamiento de cualquier compuesto orgánico con el ácido sulfúrico, cualquiera sea la naturaleza de los productos formados.

Distinguiremos cuatro tipos de compuestos químicos sulfonados:

alifático y alicíclicos

aromático

heterocíclico

N - sulfonados.

Las tres primeras categorías son semejantes en que tienen el grupo $-\text{SO}_2\text{OH}$ unido a un átomo de carbono, cuya sola naturaleza determina la clasificación. De esta suerte, los ácidos alcanosulfónicos pueden contener en su cadena saturada grupos aromáticos o heterocíclicos.

La mayor parte de los usos de los sulfonados depende de la presencia en la molécula del grupo $-\text{SO}_2\text{OH}$, hidrofílico, altamente polar. En los detergentes, y análogamente en los agentes mojadores, emulsivos y dispersantes, el grupo sulfonato soluble en agua está combinado con una porción orgánica soluble en los aceites en varias maneras posibles para producir una variedad de efectos deseados.

3.2 TÉCNICAS DE SULFONACIÓN

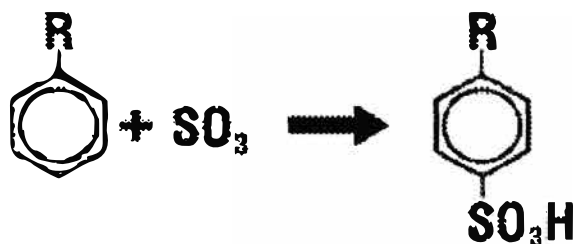
Los principales procedimientos de sulfonación pueden ser clasificados del modo siguiente:

1. Tratamiento directo con trióxido de azufre o un compuesto de éste.
2. Procedimientos oxidantes (procedimiento indirecto).
3. Reacciones con sulfitos (procedimiento indirecto).
4. Métodos de condensación y polimerización (procedimiento indirecto).

La clasificación en métodos directos e indirectos se emplea algunas veces para indicar si un procedimiento de sulfonación comprende una o más etapas.

3.2.1 Tratamiento con trióxido de azufre o un compuesto de éste :

Es éste procedimiento más extensamente aplicable que los demás, y se emplea en la preparación de los cuatro tipos de compuestos químicos de sulfonados y en el tratamiento de aceites fijos y fracciones de petróleo. Aquí se cita como sulfonación directa.



El ácido sulfúrico concentrado y el óleum de variada concentración son los reactivos más comunes para la sulfonación directa.

Otro reactivo que encuentra extenso empleo es el trióxido de azufre.

El trióxido de azufre es teóricamente el agente de sulfonación más eficaz y directo de este tipo, puesto que sólo entraña la adición directa:

El ácido sulfúrico y el trióxido de azufre libre tienen propiedades opuestas como agentes de sulfonación, tal como se muestra en la siguiente tabla:

CARACTERISTICAS DE LA SULFONACION

Factor	H ₂ SO ₄	SO ₃
Velocidad de	Lenta	Rápida
Calor de	Proc. Endotérmico	Fuertemente exotérmica
Extensión de la	Parcial	completa
Disponibilida	Abundante	Poco
Acido	Mucho remanente	No hay
Formación de otros pr.	Ligera	Extensa en muchos
Capac. del reactor	Voluminoso	Mínima
Visc.de la mezcla de rx	Baja	Elevada en algunos

El óleum (solución de trióxido de azufre en ácido sulfúrico al 100%) es un compromiso práctico entre esos dos extremos. Las ventajas del trióxido de azufre y las correspondientes del óleum (rápida y completa reacción, mínima capacidad de reactor y ausencia de ácido agotado) han llegado a ser industrialmente atractivas de manera creciente a causa de los altos costos de mano de obra y de capital fijos, y la necesidad de obviar la eliminación de ácido de desecho, en tanto que las desventajas como el elevado calor de reacción – que origina ennegrecimiento o descomposición – y fuerte viscosidad , pueden ser vencidas por el diseño de ingeniería, elección de las condiciones de empleo de un disolvente.

3.2.2 Procedimientos de Oxidación

El desarrollo industrial de este estudio es relativamente reciente y es aplicable especialmente a la preparación de alcanosulfonatos. Este procedimiento es conocido como sulfocloración, comprende el tratamiento directo de los alcanos con una mezcla de dióxido de azufre y cloro en presencia de la luz o de otros catalizadores para formar los cloruros sulfonílicos, del modo siguiente:



El cloruro de sulfurilo, SO_2Cl , reacciona de manera semejante. El procedimiento estrechamente relacionado de la sulfoxidación se verifica por la reacción:



La oxidación de los tioles (mercaptanes) y de los derivados de los tioles se emplea frecuentemente para preparar sulfonados de las series alifáticas y heterocíclicas. Pueden emplearse varios agentes oxidantes, la reacción es la siguiente :

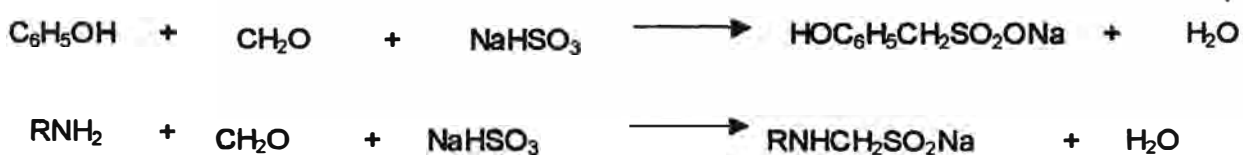


El cloruro sulfonílico correspondiente se forma cuando se emplea como agente oxidante el cloro acuoso :



3.2.3 Reacciones con sulfitos :

Las reacciones con sulfitos se emplean mucho en la preparación de los sulfonados alifáticos y en menor grado para la preparación de los compuestos aromáticos. Los sulfitos metálicos son los reactivos más comunes, pero se emplea a veces el ácido sulfuroso (dióxido de azufre y agua). Los alquenos, los óxidos alquilénicos, los aldehídos y las cetonas se adicionan a los bisulfitos para producir alcanosulfonados, en el primer caso, y en los otros tres casos hidroxialcanosulfonados. El bisulfito – formaldehído sódico reacciona con el hidrógeno activo en varios compuestos para introducir el grupo – CH₂SO₂ONa por sulfometilación, del modo siguiente en los casos de fenol y una amina :



Estas reacciones han tenido considerable aplicación industrial en la preparación de una variedad de productos.

La reacción de un haluro alcalino en condiciones más energéticas para preparar los sulfonados en las series del benceno y de la antraquinona.

3.2.4 Métodos de Condensación y Polimerización :

Se preparan sulfonados complejos a partir de otros más simples por polimerización de un sulfonado no saturado o, más frecuentemente, por condensación con otros compuestos orgánicos.

La sulfoalquilación es una reacción de condensación que ha sido extensamente estudiada empleando como agentes de sulfoalquilación las sales de la

N-metiltaurina, $\text{CH}_3\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{SO}_3\text{H}$, ácido 2- hidroxietanosulfónico (ácido isetiónico), ácido 2 – cloroetanosulfónico, o sultonas alifáticas, tales como la del ácido hidroxipropanosulfónico y la del ácido hidroxibutanosulfónico. Se han hecho reaccionar estos compuestos con cloruros de ácidos de cadena larga, fenoles, tiofenoles, aminas, alcoholes, almidón y celulosa. Ejemplos de este tipo de reacción con el 2- cloroetanosulfonato de sodio y la sultona del ácido 4- hidroxibutanosulfónico, son los siguientes :



La condensación del formaldehído con los ácidos sulfónicos fenólicos, o con los ácidos Naftalenosulfónicos, produce resinas con grados variables de solubilidad en el agua, según las condiciones. Las reacciones de condensación son las normales de la formación de resinas de fenol – formaldehído. Estos productos son manufacturados como agentes para el curtido o dispersantes y como resinas de intercambio de iones.

4 CARACTERIZACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS

4.1 AZUFRE

El elemento S es un no metal que no se disuelve en agua. En estado elemental tiene un olor muy ligero . El olor que generalmente se asocia al azufre (huevos podridos), es el

de un compuesto suyo, el H_2S . Los compuestos de azufre están muy vinculados a sustancias con olores muy marcados : el de los ajos, la mostaza, las cebollas o la col. El S forma parte de los tejidos vivos; se fija en las proteínas de las plantas y se incorpora a la cadena trófica de los animales que las comen. Por ello al quemar combustibles fósiles se producen diversos gases que contienen S, entre los que está el SO_2 uno de los compuestos que produce la lluvia ácida.

Se disuelve en agua produciendo el H_2SO_3 y se utiliza en numerosos procesos industriales como agente blanqueante. El principal destino del S es la obtención del H_2SO_4 , el compuesto de mayor importancia industrial y el que más se sintetiza, destinado entre otros fines a la obtención de fertilizantes.

Presencia en la Naturaleza

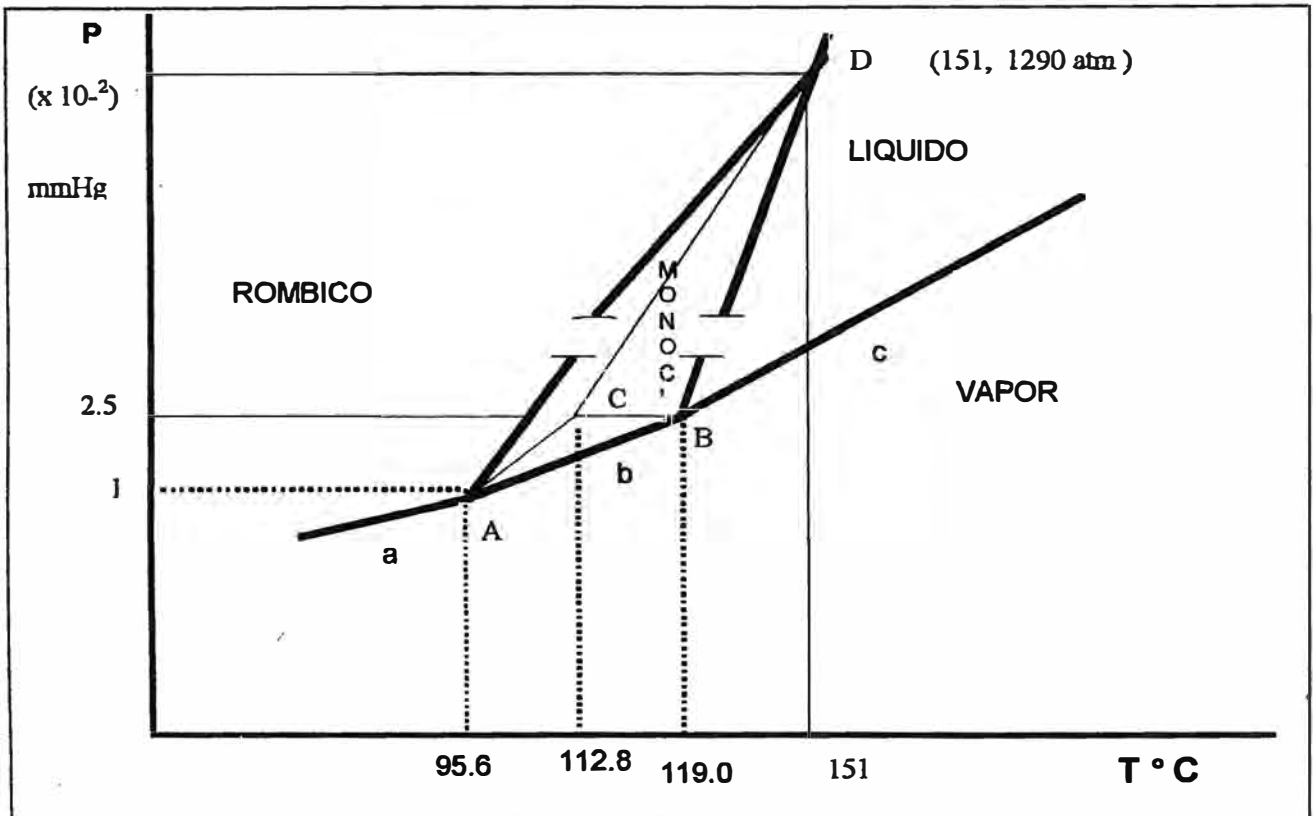
El azufre es uno de los elementos conocidos en estado libre desde la antigüedad en la que era utilizado con fines terapéuticos y rituales. Fue Lavoisier quien, en el siglo XVIII, lo identificó como elemento.

Los principales depósitos de azufre elemental se encuentran en Estados Unidos y Polonia. Algunos de estos depósitos provienen de la reducción anaeróbica de sedimentos de sulfatos llevada a cabo por bacterias. Otros depósitos se encuentran en zonas volcánicas.

Se encuentra en la litosfera combinado con metales formando sulfuros : PbS

(galena), ZnS (blenda) y CuFeS (calcopirita); y disulfuros : FeS_2 (pirita); combinado con el oxígeno formando sulfatos : BaSO_4 (Baritina), CaSO_4 (anhidrita) y otros oxosales y combinado con el hidrógeno formando H_2S , asociado a los depósitos de gas.

En el diagrama de equilibrio de fases del azufre la curva a representa la presión de vapor para el S rómbico, mientras que la curva b es la correspondiente al S monoclinico. Ambas se cortan en un punto (1×10^{-2} mmHg ; 95.6 °C). A esa temperatura ambas fases sólidas están en equilibrio, por debajo de esta temperatura, la fase estable es la fase rómbica y por encima la monoclinica.



El azufre empieza a fundir a unos 119°C . A pesar de esta temperatura de fusión tan baja, le cuesta bastante tiempo terminar de hacerlo debido a que el azufre es un pésimo conductor de calor. El azufre fundido es un líquido de color ámbar (paja) poco viscoso (su baja movilidad se justifica en la movilidad de los anillos de S_8). Conforme aumenta la temperatura estos anillos comienzan a romperse para formar dímeros S_8 , que a su vez pueden combinarse para dar cadenas de mayor tamaño. El aumento progresivo del tamaño de las cadenas confiere al azufre líquido una mayor viscosidad.

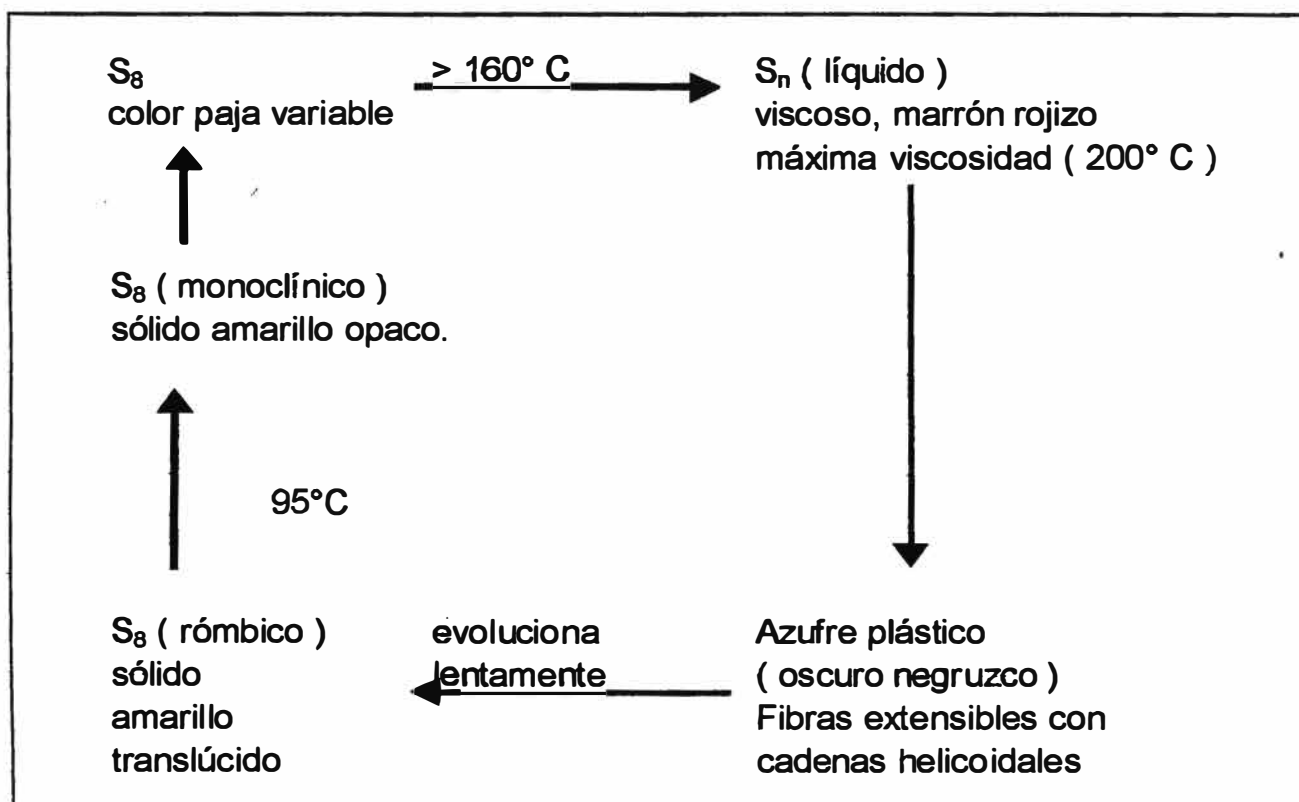
Por encima de los 190°C la viscosidad es máxima (si movemos el recipiente el líquido no se mueve).

Se estima que estas cadenas de tamaño máximo contienen 10^5 átomos de S. A partir de esta temperatura la viscosidad se vuelve a disminuir progresivamente. Si llegamos a

los 444°C (Temperatura de ebullición) el azufre se vuelve negro. El líquido presenta de nuevo una baja viscosidad.

Finalmente si provocamos un enfriamiento súbito sumergiéndolo en agua obtenemos un plástico de color marrón rojizo. El enfriamiento rápido provoca la formación de cadenas muy largas helicoidales. Si dejamos el plástico el tiempo suficiente, el plástico vuelve gradualmente al estado inicial.

Podemos resumir la transición entre los diferentes polimorfos de S en el esquema siguiente :



4.1.1 Obtención y Usos del Azufre

Métodos de Obtención:

- Extracción directa a partir de depósitos naturales en superficie..... 4%
- Recuperación a partir del H₂S presente en el gas natural y petróleo.....48%
- Proceso Frasch.Extracción minera de calizas porosa que contienen S..19%

- A partir de piritas (FeS_2) y otros minerales metal-azufre..... 17%
- Recuperación a partir de otros gases: 12%

4.1.2 Principales Usos

El azufre se presenta en el comercio o bien en forma de polvo o en forma de cilindros gruesos (azufre en cañón) que se obtienen por solidificación del fundido en moldes de madera. Por condensación del vapor sobre cámaras de mucha superficie, cerradas, se forma un polvo muy fino llamado flor de azufre. También se presenta en forma de barras finas llamadas pajuelas, provistas de mecha de algodón para facilitar su combustión con producción de SO_2 , para la fumigación de recipientes destinados a la fabricación y conservación de vinos y cervezas. Esta operación, denominada azufrado, tiene como fin la eliminación de microorganismos e insectos. Es también un elemento esencial para la vida ya que aminoácidos como la cisteína y muchos enzimas contienen azufre.

El 90% del S elemental se destina a la fabricación de SO_2 que a su vez se destina mayoritariamente a la síntesis de ácido sulfúrico, materia prima en la elaboración de fertilizantes



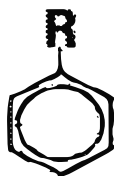
El resto (10 %) del S elemental se destina a la :

- Síntesis del CS_2
- Vulcanización del caucho
- Obtención de fungicidas, pólvora y productos farmacéuticos

4.2 OLEUM

El trióxido de azufre fumante, òleum, es una solución de trióxido de azufre en ácido sulfúrico de 100% (el cual a veces se menciona a veces como monohidrato , pues contiene SO_3 combinado con una molécula de agua). La concentración del óleum se expresa en tanto por ciento en peso de trióxido de azufre libre : así el óleum de 20% contienen 20% de SO_3 y 80% de H_2SO_4 en peso. Como las propiedades físicas del óleum son muy diferentes de las del ácido sulfúrico, se presentan independientemente

4.3 ALQUILBENCENO LINEAL



El alquilbenceno lineal (LAB) consiste de una molécula de cadena parafínica atado a un anillo de benceno, tal como se muestra en la figura

El LAB comercial, sin embargo, consiste de una mezcla de moléculas de LAB que varía en términos de longitud de cadena parafínica, posición del anillo bencénico a través de la cadena parafínica y concentración de un co-producto llamado dialquiltetralin. Estas variaciones en composición quedan intactas cuando el LAB es sulfonado a la forma de surfactante terminado, lineal alquilbenceno sulfonado (LAS). El más importante factor en términos de composición de LAB es el peso molecular promedio. El incremento del peso molecular promedio incrementa la actividad superficial y viscosidad de la solución, pero decrece la solubilidad en agua y la tolerancia al agua dura. Lo inverso es verdad cuando el peso molecular promedio decrece. El óptimo peso molecular promedio depende largamente de las condiciones de uso (temperatura, dureza del agua, concentración, etc.).

El LAB comercial es producido de la alquilación del benceno con varias mezclas de olefinas o cloroparafinas lineales de C10, C11, C12, C13 y C14. Los diferentes pesos

moleculares de los LABs son disponibles, normalmente en pesos moleculares promedio de 232 (C11) a 260 (C13). Este rango específico de peso molecular es el cual provee aceptable actividad superficial y solubilidad. El incremento del peso molecular sobre los 260 produce un LAS con mejor actividad superficial pero muy baja solubilidad en agua.

El decrecimiento del peso molecular por debajo de 232 produce un LAS muy soluble en agua el cual tiene una pobre actividad superficial.

El peso molecular del LAS también tiene una significativa influencia en la viscosidad de la solución del LAS.

Este es el porque de los lodos de LAS con alto peso molecular tienen alta viscosidad y son más difíciles de manejar en comparación a un lodo de LAS con bajo peso molecular.

El peso molecular óptimo del LAS es determinado por las condiciones sobre las cuales el LAS va a ser usado.

El LAS reacciona con los iones de la dureza del agua (calcio y magnesio) para formar sales insolubles. Esta interacción puede remover efectivamente el LAS del líquido de lavado, bajando su concentración y efectividad. Menos peso molecular del LAS es mucho menos sensible a la dureza del agua que el LAS de alto peso molecular y es además normalmente usado en formulaciones que no contienen ingredientes los cuales controlen la dureza del agua. Este es el por que el LAS C11 es típicamente usado en no formulados de lavandería y líquidos para lavar platos.

4.4 ALQUIL BENCENO RAMIFICADO

Es de manera similar que el LAS pero presenta ramificaciones en la cadena principal. Comúnmente se le conoce como dodecibenceno.

La sulfonación del dodecibenceno (mezcla de hidrocarburos derivados del petróleo) ha llegado a ser muy importante en la fabricación en gran escala de detergentes familiares e industriales y en la de agentes humedecedores (remojanteres).

El hidrocarburo citado como “ alquilato detergente de dodecibenceno “ se produce con materiales petrolícos abundantes (tetrapropileno o queroseno y benceno) y es fácilmente sulfonado para producir un detergente eficaz de buen color y olor.

Por otra parte, no es fácilmente destruirlo ni con un reactivo tan enérgico como el vapor de trióxido de azufre. De ahí la posibilidad de elegir cualquier agente de sulfonación en amplio campo de concentraciones . El empleo de vapor de trióxido de azufre es el único método para evitar que haya ácido gastado.

5 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO

5.1 ÁCIDO SULFÓNICO

Los ácidos sulfónicos se caracterizan por el grupo sulfo, $-\text{SO}_3\text{H}$ (ó $-\text{SO}_2\text{OH}$), y pueden considerarse derivados del ácido sulfúrico en que uno de los hidroxilos se ha reemplazado por un anión inorgánico o por un radical orgánico univalente.

Los ácidos sulfónicos orgánicos tienen la fórmula general RSO_3H y se clasifican como ácidos alcanosulfónicos, ácidos arenosulfónicos y ácidos sulfónicos heterocíclicos. La naturaleza del grupo R determina en gran medida las propiedades físicas y químicas del ácido; más en general, son ácidos no oxidantes, solubles en agua, estables, comparables en energía al ácido sulfúrico.

Los ácidos alcano- y arenosulfónicos y sus derivados son productos químicos industriales importantes, útiles como catalizadores, detergentes, emulsivos y aditivos para aceites lubricantes. Son intermedios en la preparación de compuestos fenólicos, colorantes, medicamentos y otros muchos compuestos orgánicos.

6 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La planta está diseñada para la producción de tensoactivos a partir de alquilbenceno, alcoholes grasos, alcoholes grasos etoxilados u olefinas alfa o metiléster, por medio de la sulfonación con SO_3 gaseoso.

El aire de proceso es alimentado a la planta por medio de sopladores tipo roots, siendo enfriado para permitir la condensación de la mayor cantidad de humedad y secado en una columna de sílica gel.

El azufre fundido es alimentado por medio de una bomba de dosaje al horno, donde la oxidación con aire seco en contracorriente forma SO_2 . El gas SO_2 es enfriado de 700°C a 420°C aproximadamente y pasa a través de la torre de conversión compuesta por 4 capas de catalizadores e intercambiadores de calor entre los lechos, donde se oxida a SO_3 .

El gas SO_3 es enfriado y enviado a la unidad de sulfonación a una concentración variable (de 2.5 a 5 % en volumen) de acuerdo a la materia prima procesada.

La sulfonación se lleva a cabo en un reactor de película especial, constituido por un haz de tubos, en cuya parte interior la reacción toma lugar entre la materia prima (la cual fluye como una película líquida a lo largo de las paredes del tubo) y el SO_3 (alimentado a alta turbulencia dentro de los tubos). La reacción es del tipo exotérmico y el enfriamiento se lleva a cabo por medio de agua de enfriamiento enviado en el lado de la carcasa.

El calor de la reacción es de 24,5 Kcal / mol.

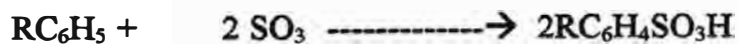
Los gases agotados son tratados primero en un precipitador electrostático (a fin de eliminar el condensado de ácido) y luego en una columna de lavado de SO_2 con soda, donde el gas SO_2 es transformado a una solución de sodio (sulfito / sulfato).

6.1 QUÍMICA DEL PROCESO :

A. Producción de SO₃ :



B. Sulfonación :



C. Lavado de gases



6.2 PROCEDIMIENTOS DEL PROCESO

Para todos los equipos indicados en esta parte, remitirse al apéndice.

6.2.1 SECADO DE AIRE

El aire de la atmósfera, adecuadamente filtrado para eliminar el polvo, fluye al compresor de aire de proceso K1.

La presión de descarga del compresor es bastante suficiente para transportar el aire no sólo a través de la unidad de producción de SO₃, sino también a través de la unidad de película y al tratamiento de gas agotado.

Después de la compresión, el aire de proceso es enfriado a una temperatura de $+5^{\circ}\text{C}$ en los intercambiadores de calor I1 é I2, para condensar parte de la humedad del aire atmosférico.

En el primer intercambiador de calor I1, el medio de enfriamiento es agua fría, mientras que en el segundo I2, el medio de enfriamiento es una solución de agua-etilenglicol a una temperatura controlada de 2°C .

La solución de etilenglicol circula por medio de la bomba centrífuga B1, dentro del haz de tubos del intercambiador de calor I2 y es colectada dentro del tanque T1.

Parte de la solución de etilenglicol fluye por medio de la bomba B2, del tanque T1 al evaporador del grupo de refrigeración GR1, donde este es enfriado a una temperatura de -2°C .

La temperatura de la solución de glicol a la salida del grupo de refrigeración es controlada por medio del controlador de temperatura que estrangula al compresor del grupo de refrigeración.

Después del enfriamiento, el aire de proceso fluye a la torre de absorción C1 donde este es deshumidificado a un punto de rocío de -60°C aproximadamente.

La torre de secado C1 está compuesta por 2 lechos de absorción de silicagel conectado uno a otro en paralelo, mientras uno está funcionando, el otro está en regeneración.

La capacidad del silicagel de cada cama es suficiente para garantizar 8 horas de operación.

La cama de regeneración consta de 2 fases separadas:

1. calentamiento del silicagel a una temperatura de 160°C aproximadamente, para evaporar el agua absorbida.
2. Enfriamiento del silicagel a una temperatura de 35°C aproximadamente.

La regeneración del silicagel es llevada a cabo por circulación de aire caliente que viene de los enfriadores.

Cuando no hay disponible aire caliente, el aire fresco de la atmósfera es calentado por medio del intercambiador I3.

El aire de regeneración fluye por medio de un ventilador K2 a través de la cama absorbente y posteriormente es descargado a la atmósfera.

El enfriamiento del silicalgel es obtenido por medio de un circuito cerrado, en el cual el aire de regeneración es enfriado en el intercambiador de calor I4 y luego recirculado a través del ventilador K2 a la cama absorbente, el medio de enfriamiento es agua fría.

6.2.2 AZUFRE FUNDIDO

El azufre fundido que proviene del tanque fundido T2, es filtrado para evitar que las válvulas de las bombas se atoren y luego alimentado al quemador de azufre por medio de una bomba dosificadora. Una segunda bomba dosificadora es suministrada como repuesto.

Las bombas y las tuberías principales son calentados con vapor a fin de mantener la temperatura constante para que sea alcanzado el valor óptimo de la viscosidad para el bombeo del azufre con una caída de presión mínima.

6.2.3 PRODUCCIÓN DE SO₃

El SO₂ es producido en el horno H1, quemando el azufre con el aire deshumidificado que viene de la torre secadora C1.

En el inicio, el azufre es encendido por el encendedor eléctrico EE1, tan pronto como el azufre está ardiendo, el encendedor será apagado.

La mezcla aire / SO₂ a la temperatura de 650°C aproximadamente es enfriado bajo 600°C por la tubería enchaquetada y luego fluye al intercambiador de calor I5, donde es enfriado a 435°C, la temperatura óptima para la oxidación catalítica de SO₂ a SO₃.

La torre de conversión C2 está compuesta por 4 capas de catalizador (pentóxido de vanadio), con 2 etapas de enfriamiento intermedias para traer de vuelta la reacción a las condiciones óptimas desde los puntos de vista cinéticos y termodinámicos (430°C – 435°C).

La operación de enfriamiento de la primera interetapa es llevada a cabo por el intercambiador de calor I6.

El gas entre la 2da. y 4ta. capa del catalizador es enfriada por el aire de enfriamiento. La temperatura de la mezcla aire / SO₃ a la salida de la torre de conversión C2 es aproximadamente 430°C. Este debe enfriarse bajo 60°C antes de ingresar al reactor de sulfonación R1.

Por esta razón, el gas de proceso fluye a través de los intercambiadores de calor I7 e I8 donde es enfriado con aire atmosférico frío.

El aire de enfriamiento para todos los intercambiadores es transportado por el ventilador K3.

El aire que proviene de los enfriadores de SO₂ / SO₃ a 300°C aproximadamente es enviado primero al intercambiador de calor luego a la regeneración de silicagel.

Como la razón de conversión SO₂ / SO₃ es pequeña, bajo los 380°C las capas de pentóxido son pre-calentadas hasta la temperatura correcta antes de empezar a alimentar el azufre.

Durante la fase de precalentamiento, el horno H2 es usado para transportar aire caliente dentro de los tubos del intercambiador I5, para calentar el flujo de aire de proceso y luego las capas catalíticas.

El aire caliente es producido mezclando los gases calientes que vienen del quemador H2 / H3 con aire fresco.

El aire de combustión es transportado por el ventilador K4 mientras que el aire de dilución es alimentado por el ventilador K3 al H2.

El oleum producido por las trazas de agua se mantienen presentes en el aire de proceso, son colectados en el tanque T3 y luego dosado con la bomba B3 a la columna lavadora C3.

6.2.4 SULFONACIÓN DE PELÍCULA

La reacción de sulfonación es llevada a cabo en el reactor de película de caída multitubular R1.

En este reactor la materia prima orgánica a ser sulfonada y la corriente de SO_3 son transportadas al tope del reactor, por medio de cabezales de distribución, el orgánico es distribuido a lo largo de las paredes interiores de los tubos de reacción y fluye al fondo del reactor en co-corriente con el SO_3 .

La mezcla es luego colectado dentro del separador V4 donde el gas agotado es separado del material orgánico sulfonado.

El nivel del orgánico dentro del separador V4 es mantenido en el mínimo a fin de minimizar el tiempo de residencia del ácido sulfónico en contacto con el SO_3 residual. Después del separador V4, el gas pasa a través del ciclón S1 y es enviado luego al tratamiento de gas agotado.

Debido a que la reacción de sulfonación es exotérmica, el agua de enfriamiento es circulada por la bomba B4 a través de la carcasa del reactor.

La temperatura del agua de enfriamiento que entra al reactor es mantenida constante controlando el flujo de agua de alimentación “ fresca “ alimentada al lazo de refrigeración por medio del indicador controlador de temperatura TIC / TV 4.

La planta está provista con un sistema de control de reacción molar SO_3 / orgánico basado en el uso de 3 transmisores de flujo FT1 de aire de dilución, FT2 gas SO_3 y FT3 alimentación de LAB al reactor.

La relación SO_3 / aire es otro parámetro importante para determinar la calidad de los surfactantes producidos, por tanto la concentración de la corriente de SO_3 puede ajustarse en el rango 5% - 3%, añadiendo aire de dilución a la corriente principal .

Por medio de la bomba B6 a entrega constante, es posible también reprocesar el ácido sulfónico fuera de especificación, producido durante el arranque, mediante la alimentación de éste al mezclador M1 y luego mezclada con el orgánico fresco dentro del sulfonador.

El reactor de sulfonación tiene un sistema de emergencia, el cual en caso de una falta repentina de materia prima, debido por ejemplo a fallas de energía, automáticamente corta el flujo de alimentación de SO_3 y alimenta por gravedad el líquido a través del reactor, desde un tanque de alimentación separado evitando así algún daño al producto bajo procesamiento y alguna necesidad de limpieza del reactor.

6.2.5 ENVEJECIMIENTO

El ácido sulfónico del separador gas / líquido T4 es transportado por la bomba B5 operando a nivel constante en la línea de succión al envejecimiento.

Cuando el alquilbenceno está bajo procesamiento, el ácido sulfónico es enviado al tanque de envejecimiento agitado T5, donde el rendimiento de la reacción es incrementada.

El paso final es la estabilización del ácido sulfónico con agua bombeada mediante la bomba dosadora B7 al mezclador M2.

El flujo de agua de estabilización es ajustada manualmente por el operador ajustando la longitud del pulso de la bomba dosadora.

El ácido y el agua son mezclados íntimamente por el mezclador de cizalla M2 y transportada por la bomba B8 operando a nivel constante en la línea de succión al almacenamiento.

Ambos tanques el T5 y el M2 son equipados con chaquetas alimentadas con agua de enfriamiento (el T5 también tiene un serpentín) para remover el calor relacionado con la estabilización.

6.2.6 TRATAMIENTO DE GAS AGOTADO

La corriente de gas agotado, que viene de la sulfonación es tratado antes de que sea descargado a la atmósfera a fin de separar cualquier traza orgánica posible y para eliminar el SO_2 no convertido y trazas de SO_3 .

El aerosol orgánico y parte del SO_3 son colectados por el precipitador electrostático F1.

Para capturar el SO_3 , una corriente de aire atmosférico es soplado desde la entrega del ventilador K4. El agua contenida en el aire atmosférico formará con el SO_3 una niebla de H_2SO_4 que será capturada por el precipitador electrostático.

En esta unidad, es originada una diferencia de alto voltaje entre los electrodos y los tubos de descarga, el cual carga de electricidad las impurezas del líquido contenida en la corriente del gas.

Siendo las impurezas y las tuberías cargadas eléctricamente de signo opuesto, las cuales son atraídas a las paredes de las tuberías.

Aquí estas coalescen en forma de gotas líquidas las cuales caen siendo colectadas en el fondo del precipitador electrostático.

Periódicamente el operador vaciará el fondo del precipitador electrostático dentro de un contenedor móvil.

A fin de mantener limpio los elementos de aislamientos de los electrodos, una corriente de aire a una temperatura de 60°C , es transportado por el ventilador K4 a los aisladores del precipitador.

La corriente gaseosa, conteniendo el SO_2 no convertido y el SO_3 residual, es tratada en una torre empacada C3, donde el agua y la soda cáustica son añadidas y recicladas continuamente.

La torre C3 es hecha de acero al carbono ebonized y contiene una capa de anillos de relleno de plástico.

El gas que pasa a través de la capa de anillos es lavada en contracorriente con la solución alcalina, el SO_2 y el SO_3 contenido en el gas agotado, reacciona con la solución generando por tanto sulfito de sodio y sulfato de sodio.

La concentración del sulfito de sodio / sulfato de sodio en la solución reciclante es aproximadamente 10% en peso.

Si la concentración es menor, la solución pierde el efecto antiespuma.

Si es mayor, la sal muestra una tendencia a precipitar causando incrustaciones en la torre con el consecuente incremento de la caída de presión.

7 SISTEMA DE CONTROL AUTOMATIZADO

7.1 INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

7.1.1 SECADO DE AIRE

° Control de la Temperatura de la solución de etilenglicol.

La temperatura de la solución de glicol corriente arriba del intercambiador de calor I2 es controlado por el TIC 2, el controlador opera sobre la válvula de 3 vías V1 que recicla parte del fluido a la succión de la bomba B1 donde este es mezclado con glicol frío del T1.

La parte restante es reciclada a la parte superior de tanque T1. El TIC 2 es ajustado a 2°C para evitar la formación de hielo sobre la superficie externa del I2.

La temperatura de la solución de glicol dentro del tanque T1 es controlado por el interruptor de temperatura Alto / Bajo TSHL 1 que es parte de la lógica arranca/ para del grupo enfriador GR1.

Un interruptor de temperatura baja TSL 1 es prevista en la línea de glicol frío para apagar el chiller GR1 si la temperatura del glicol es demasiado baja; también este interruptor es parte de la lógica de la unidad enfriadora.

° Control de flujo de agua de enfriamiento al GR1

El flujo de agua de enfriamiento al enfriador GR1 es controlado por el PCV 1 manteniendo constante la presión del freón en el condensador del enfriador.

° Registro de la temperatura del aire de regeneración.

La temperatura del aire a la salida de la cama de silicagel bajo regeneración es registrada por la computadora por medio del transmisor de temperatura TE 1.

Datos de operación

- a. Calentamiento de la cama de 20°C a 160°C.
- b. Enfriamiento de la cama de 160°C a 35°C.

° Registro del Flujo de aire del Proceso

El flujo del aire del proceso es registrado por el computador por medio del medidor de flujo FT1.

° Control de la presión del presión de aire del proceso (PRC 1)

La temperatura del aire del proceso es controlado por la computadora.

El computador sensa la presión corriente arriba del controlador / registrador de flujo SO₃ / aire y verificando el flujo a través de la válvula de descarga PV1 mantiene constante la presión del sistema.

Para proteger la planta contra la sobrepresión son previstos 3 niveles de seguridad:

una señal de alarma es emitida por el computador cuando la presión corriente arriba PRC 1 alcance 0.45 bar (g) por la PAH 1.

La planta es apagada por el computador cuando la presión corriente abajo del compresor K1 alcanza 0.75 bar (g) (señal del PSH 2).

Una válvula de seguridad de presión es prevista para descargar todo el flujo de aire si la presión excede 0.75 bar (g) PSV 1.

° Lazo de Control PID

TIC 11.9

El actuador es directo. Actúa sobre la válvula de ingreso de etilenglicol. Sección secado de aire.

7.1.2 AZUFRE FUNDIDO

° Flujo de azufre fundido

La masa de aire es detectada y controlada actuando sobre la carrera del pistón.

El flujo de la bomba puede ajustarse desde cero hasta la máxima capacidad de la planta, siempre durante la operación.

° Cargado de azufre fundido

El tanque de alimentación T2 es provisto con un indicador de nivel, indicador de temperatura y es cargado manualmente.

7.1.3 PRODUCCIÓN DE SO₃

La temperatura del gas en la entrada / salida de las capas del catalizador son registradas por el computador

(TR2, TR3, TR4, TR5, TR6, TR7, TR8, TR9, TR10).

La temperatura de la mezcla reaccionante que ingresa a las capas del catalizador, deben mantenerse alrededor de los siguientes valores a fin de obtener el mejor grado de conversión

gas que ingresa a la primera capa del catalizador : 435°C

gas que ingresa a la segunda capa del catalizador : 445°C

gas que ingresa a la tercera capa del catalizador : 440°C

gas que ingresa a la cuarta capa del catalizador : 425°C

Las temperaturas de arriba pueden obtenerse manualmente ajustando el flujo de aire de enfriamiento a los intercambiadores I5 é I6.

Está instalado un dispositivo de alarma para temperatura excesivamente altas / bajas a la entrada de las capas de catalizador TALH 3, TALH5, TALH7, TALH9.

Está prevista una corriente de aire de enfriamiento para controlar la temperatura de mezcla reaccionante a la 3ra. y 4ta. capa del catalizador.

La temperatura de la mezcla aire / SO₃ saliendo del intercambiador I8, debe mantenerse en el rango de 55°C– 60°C por ajuste manual del flujo de aire de enfriamiento a los intercambiadores I7 é I8.

Las temperaturas son registradas por la computadora (TR11, TR12) que da también una alarma al operador cuando la temperatura a la salida del intercambiador I8 es demasiado alta (TAH 12).

° Temperatura de la mezcla SO₂ / aire

Una relación azufre / aire errónea (demasiado alta), podría resultar en una temperatura de la mezcla SO₂/ aire a la salida del horno del azufre demasiado alta. Esta temperatura es registrada por le computador (TR1) que también dá una alarma en caso de temperatura demasiado alta. (TAH 1).

° Temperatura de aire de Pre-calentamiento (sólo arranque).

A causa de un ajuste del flujo de aire secundario al quemador de pre-calentamiento (flujo demasiado bajo), la temperatura de aire de pre-calentamiento al intercambiador H2 podría exceder el valor óptimo.

La temperatura es indicada por el TI 14 en caso de temperatura demasiado alta, el computador dará una alarma para el operador (TAHH 14).

° Lazo de Control PID

TIC 12.7

El actuador es directo. Actúa sobre la válvula de aire de proceso. Sección producción de SO₃.

7.1.4 SULFONACIÓN DE PELÍCULA

Sulfonación

° Flujo de SO₃ / aire

Este control es operado por computadora.

Antes del mezclado con el aire de dilución, el flujo de gas es medido por la caída de presión diferencial (ítem FT2) y controlado por el computador por medio de la válvula neumática FV2.

La temperatura medida en la entrada al reactor R1 por el TE2 es controlada regulando la entrega del agua de reposición, por medio de la válvula neumática TV4.

Datos de Operación

Temperatura de agua de termostato corriente arriba del sulfonador = 30° C.

° Registro de temperatura

En esta sección hay transmisores de temperatura para detectar y registrar en la computadora a las siguientes corrientes:

Instrumentos	Corriente	Datos operación
TI1	gas SO ₃ a la entrada R1	45 – 55 ° C
TI2	ácido sulfónico en la succión de B5	40 – 50 ° C
TI3	LAB en la entrada de R1	30 – 50 ° C
TI5	agua de enfriamiento a la salida R1	32 ° C
TI6	agua de enfriamiento a la salida R1	32 ° C
TIC4	agua de enfriamiento entrada del R1	30 ° C

° Lazos de Control PID

FRC 16.2

El actuador es inverso. Actúa sobre la válvula de ingreso de gas (SO_3 – aire) al reactor. Sección Sulfonación.

PRC 16.1

El actuador es inverso. Actúa sobre la válvula de presión de aire. Sección Sulfonación.

FRC 16.1

El actuador es inverso. Actúa sobre la válvula de ingreso de aire para hacer diluir al SO_3 . Sección Sulfonación.

TIC 16.4

El actuador es inverso. Actúa sobre la válvula de ingreso de agua de enfriamiento. Sección de Sulfonación

FRC 16.3

El actuador es inverso. Actúa sobre la válvula de ingreso de LAB. Sección Sulfonación.

LIC 16.2

El actuador es inverso. Actúa sobre la válvula de producto LAS. Sección Sulfonación.

XRC 16.1

El actuador es inverso. Actúa sobre la válvula de ingreso de LAB, verificando la relación LAB / producto. Control en cascada. Sección sulfonación.

7.1.5 ENVEJECIMIENTO

° Flujo de ácido sulfónico

El flujo de ácido sulfónico es controlado por medio del transmisor de nivel LT1 que actúa sobre la bomba B8.

Temperatura de Ácido Sulfónico

La temperatura de ácido sulfónico es detectada por el transmisor de temperatura TE3 en la salida del tanque de envejecimiento T5 y registrada en el computador.

Temperatura de operación : 50°C – 55°C .

Temperatura de operación : 50°C – 55°C.

°Lazo de Control PID

LIC 16.4

El actuador es inverso. Actúa sobre el nivel de la línea de producto. Sección envejecimiento.

7.1.6 TRATAMIENTO DE GAS AGOTADO

° Control de flujo de soda cáustica a C3

El flujo de soda cáustica a la torre de absorción C3 es indicada por FI3 y controlado por la computadora, de acuerdo al procedimiento siguiente

El computador detecta el pH de la solución alcalina por medio del phmetro AE / AIC1 compara con el punto deseado y modificará, si es necesario el flujo de soda cáustica operando sobre la válvula automática AV1.

Valor deseado de pH : 9 – 10.

°Control de flujo del agua de dilución

El flujo de agua de dilución es controlado manualmente por el operador, siguiendo la indicación dada por FI1.

°Flujo de recirculación de solución alcalina

El flujo de la solución alcalina recirculada a la torre C3 debe ajustarse siguiendo la indicación dada por FI2.

°Lazo de Control PID

AIC 14.1

El actuador es directo. Actúa sobre la válvula de soda. Sección Tratamiento de gases.

8 PROPUESTA DE MEJORA DE CONTROL EN EL PROCESO

1. El sistema de control actualmente no cuenta con la automatización de la zona de azufre fundido, este sería hecho mediante la medición de temperatura del vapor para fundir el azufre.
2. Otro punto sería la instalación de válvulas para regular el ingreso de aire de enfriamiento a la zona de conversión, para mejorar el proceso desde el panel.
3. Establecer un control automático de ingreso de soda al lavador de gases, al notar la presencia de una mayor concentración de gases en la chimenea de SO_2 y SO_3 .

9 BIBLIOGRAFÍA

1. BALLESTRA, S.P.A.; Operation Handbook, Milán, Italy, January , 1996, Pág. 1
2. <http://www.uv.es/~borrasj/docencia/apuntes/azufre.pdf>
2. THE SOAP AND DETERGENT ASSOCIATION, Linear Alkylbenzene Sulfonate, 1996, pág. 1 .
3. R. KIRK, D. OTHMER; Enciclopedia de Tecnología Química, 1963, T2, pág. 924; T9, pág. 122; T14,pág. 804.
4. HERMANDE GROOT, W.; Sulphonation Technology in Detergent Industry; Ballestra S.P.A.; 1991; pág. 13.

10 APÉNDICE

LISTADO DE LAZOS DE CONTROL PID

SECCIÓN SECADO DE AIRE

TIC 11.9

El actuador es directo. Actúa sobre la válvula de ingreso de etilenglicol. Sección secado de aire.

SECCIÓN PRODUCCIÓN DE SO₃

TIC 12.7

El actuador es directo. Actúa sobre la válvula de aire de proceso. Sección producción de SO₃.

SECCIÓN TRATAMIENTO DE GASES

AIC 14.1

El actuador es directo. Actúa sobre la válvula de soda. Sección Tratamiento de gases.

SECCIÓN DE SULFONACIÓN

TIC 16.4

El actuador es inverso. Actúa sobre la válvula de ingreso de agua de enfriamiento. Sección de Sulfonación

FRC 16.1

El actuador es inverso. Actúa sobre la válvula de ingreso de aire para hacer diluir al SO₃. Sección Sulfonación.

FRC 16.2

El actuador es inverso. Actúa sobre la válvula de ingreso de gas (SO₃ – aire) al reactor. Sección Sulfonación.

FRC 16.3

El actuador es inverso. Actúa sobre la válvula de ingreso de LAB. Sección Sulfonación.

LIC 16.2

El actuador es inverso. Actúa sobre la válvula de producto LAS. Sección Sulfonación.

PRC 16.1

El actuador es inverso. Actúa sobre la válvula de presión de aire. Sección Sulfonación.

XRC 16.1

El actuador es inverso. Actúa sobre la válvula de ingreso de LAB, verificando la relación LAB / producto. Control en cascada. Sección sulfonación.

SECCIÓN ENVEJECIMIENTO**LIC 16.4**

El actuador es inverso. Actúa sobre el nivel de la línea de producto. Sección envejecimiento.

TIC 12.7

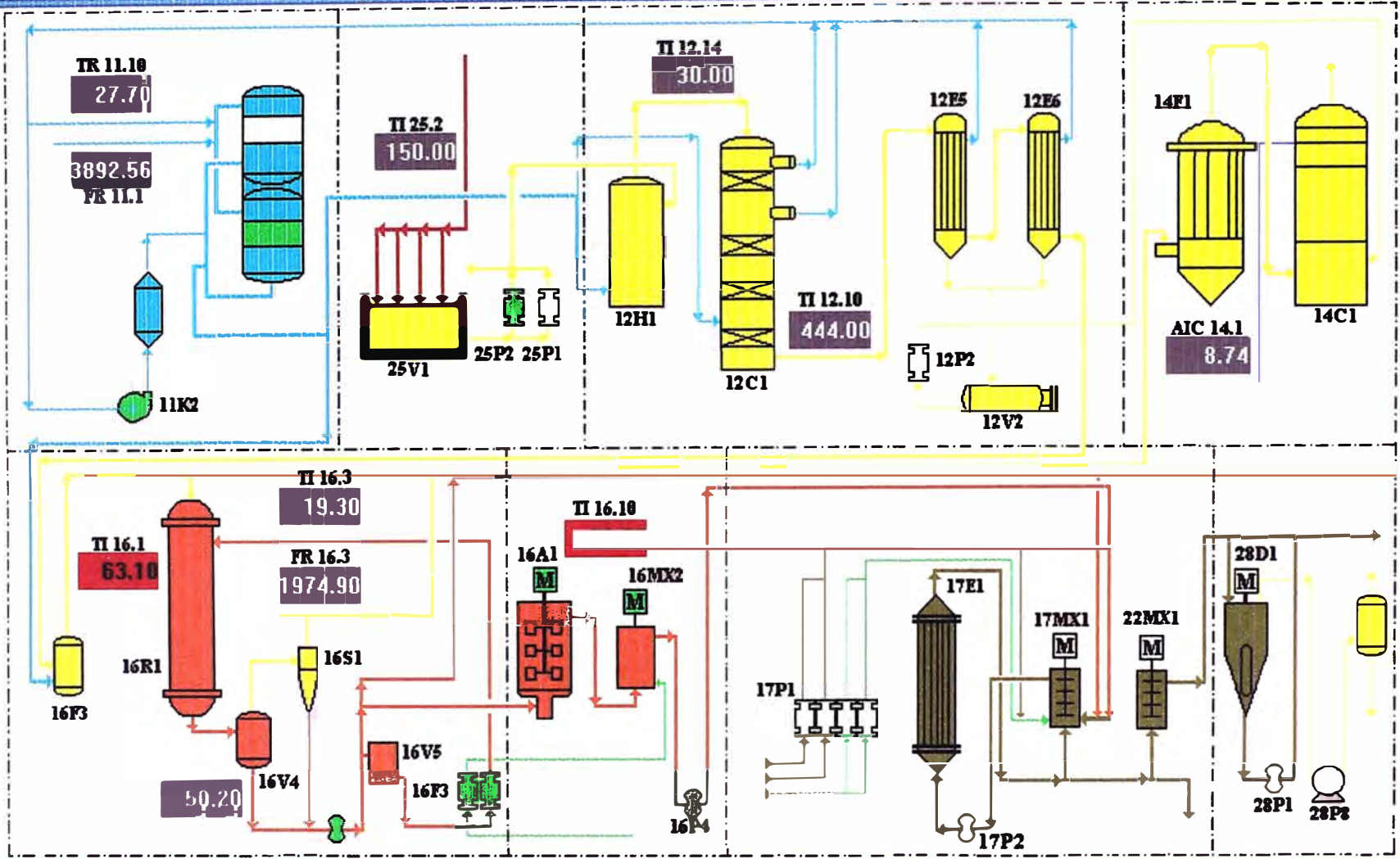
El actuador es directo. Actúa sobre la válvula de aire de proceso. Sección producción de SO₃.



SYSTEM UTILITY

DDB MW240 2000 Kg/h ACIDO

PC



All classes All zones

7/31/04 5:24:11 AM HIGH ALARM TR16.1

AB KTx boards driver | Runtime errors | SINGEN



SECT. 25

LOGOSYSTEM
Torino (ITALY)

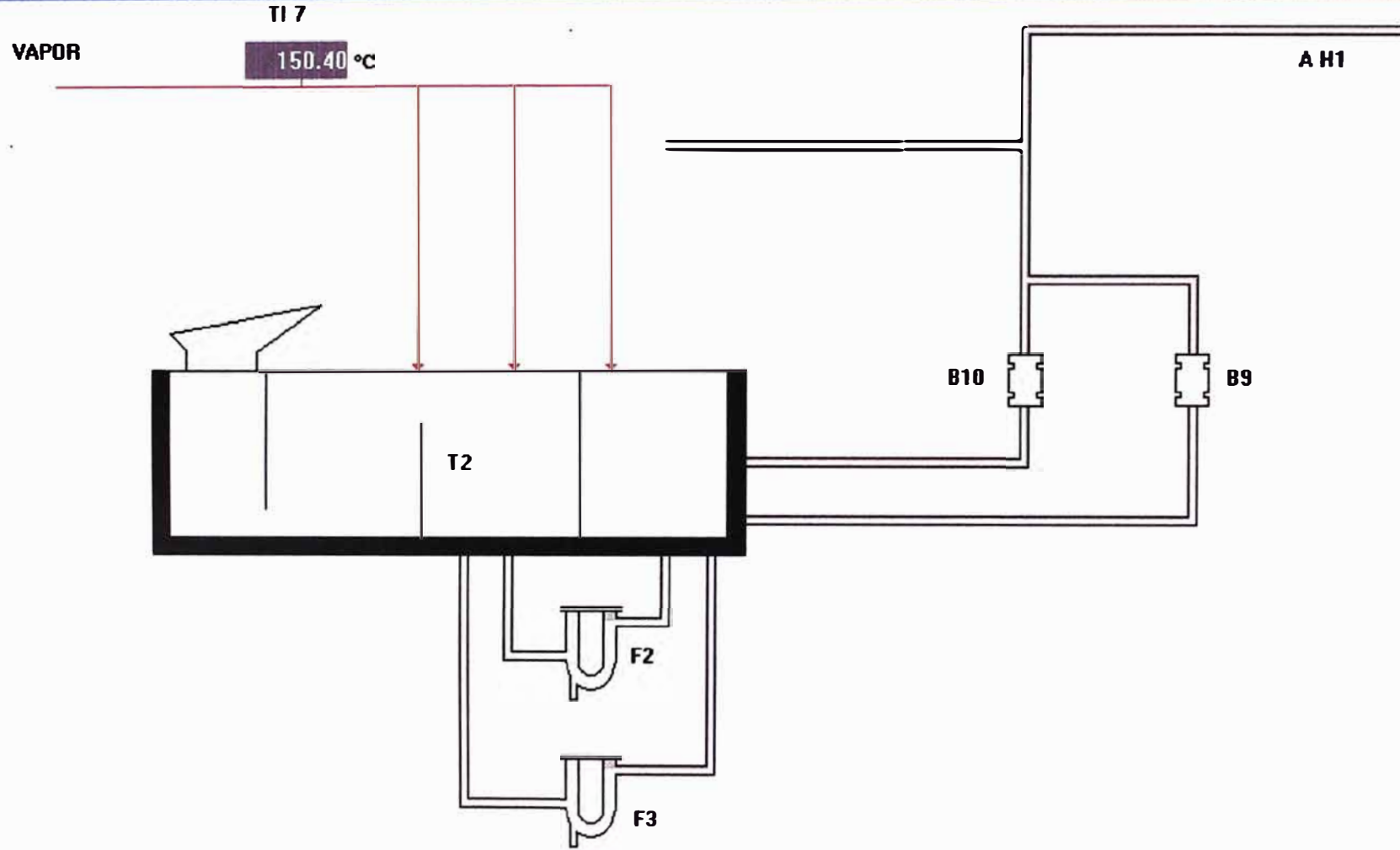
DB MW240 2000 Kg/h ACIDO

AZUFRE FUNDIDO

BALLESTRA
Milano (Italy)

EN.EMERG.SEO

DIS.EMERG.SEO



All classes

All zones

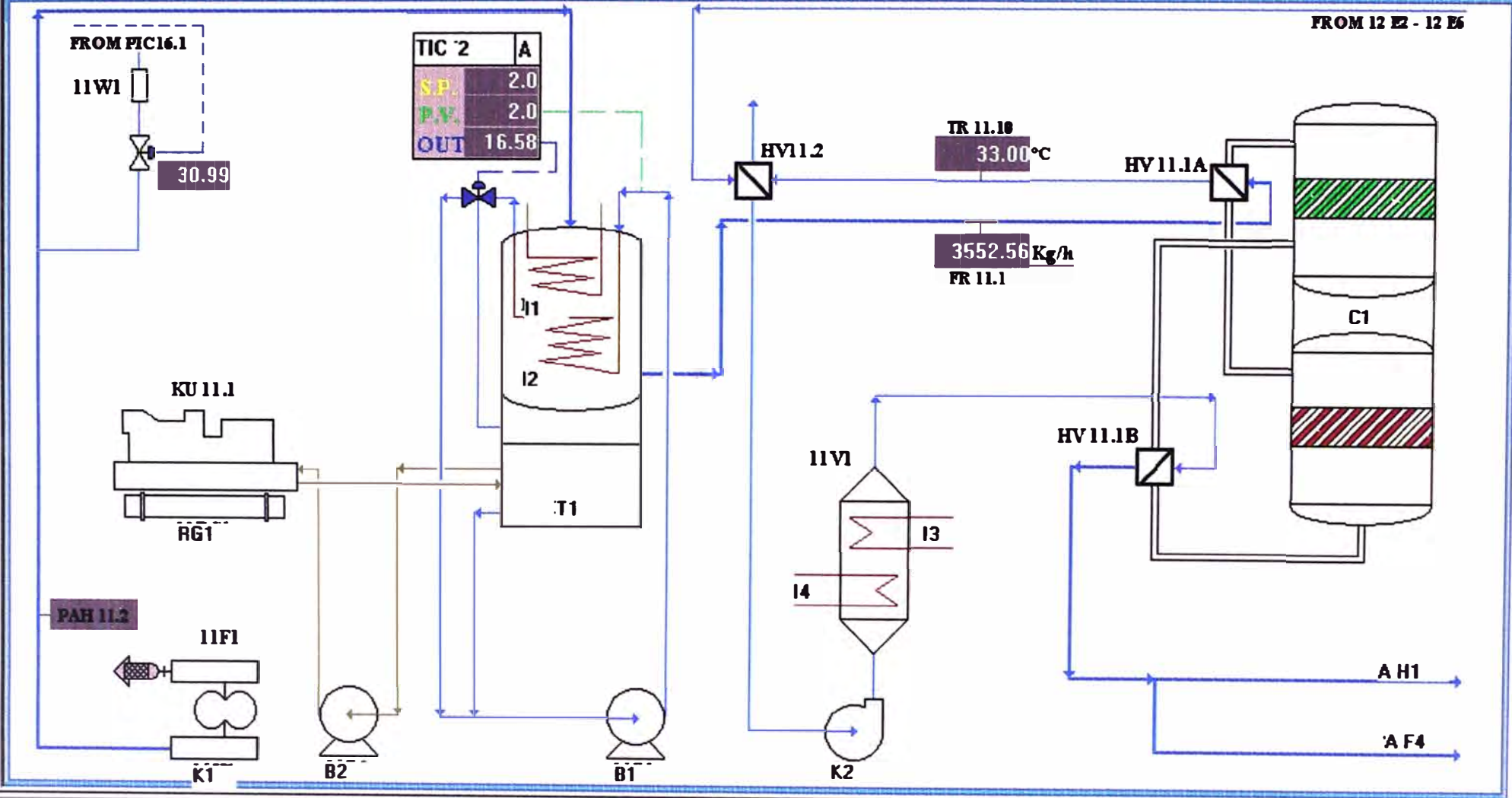
4/13/04 4:09:07 PM LOW ALARM TR16.10

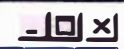
AB KT x boards driver Runtime errors SECT.25

Tot. Alarms: 3 Not Ack.: 0

MA NUM 4/27/04

4:26:05 PM





SECT. 12

LOGOSYSTEM
Torino (ITALY)

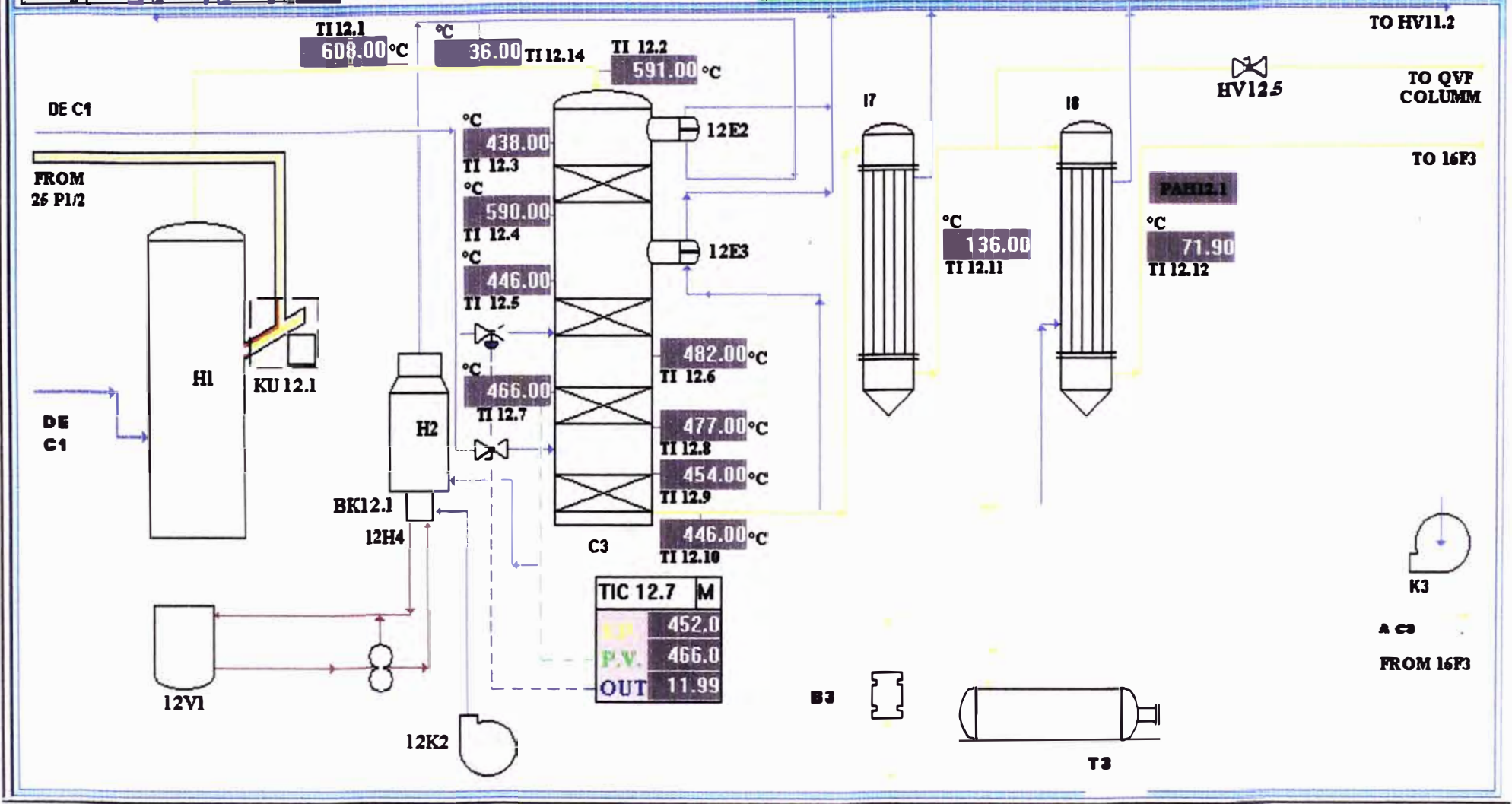
DDB MW240 2000 Kg/h ACIDO

SOS PRODUCTION

BALLESTRA
Milano (Italy)



EN.EMERG.SEQ DIS.EMERG.SEQ



All classes All zones

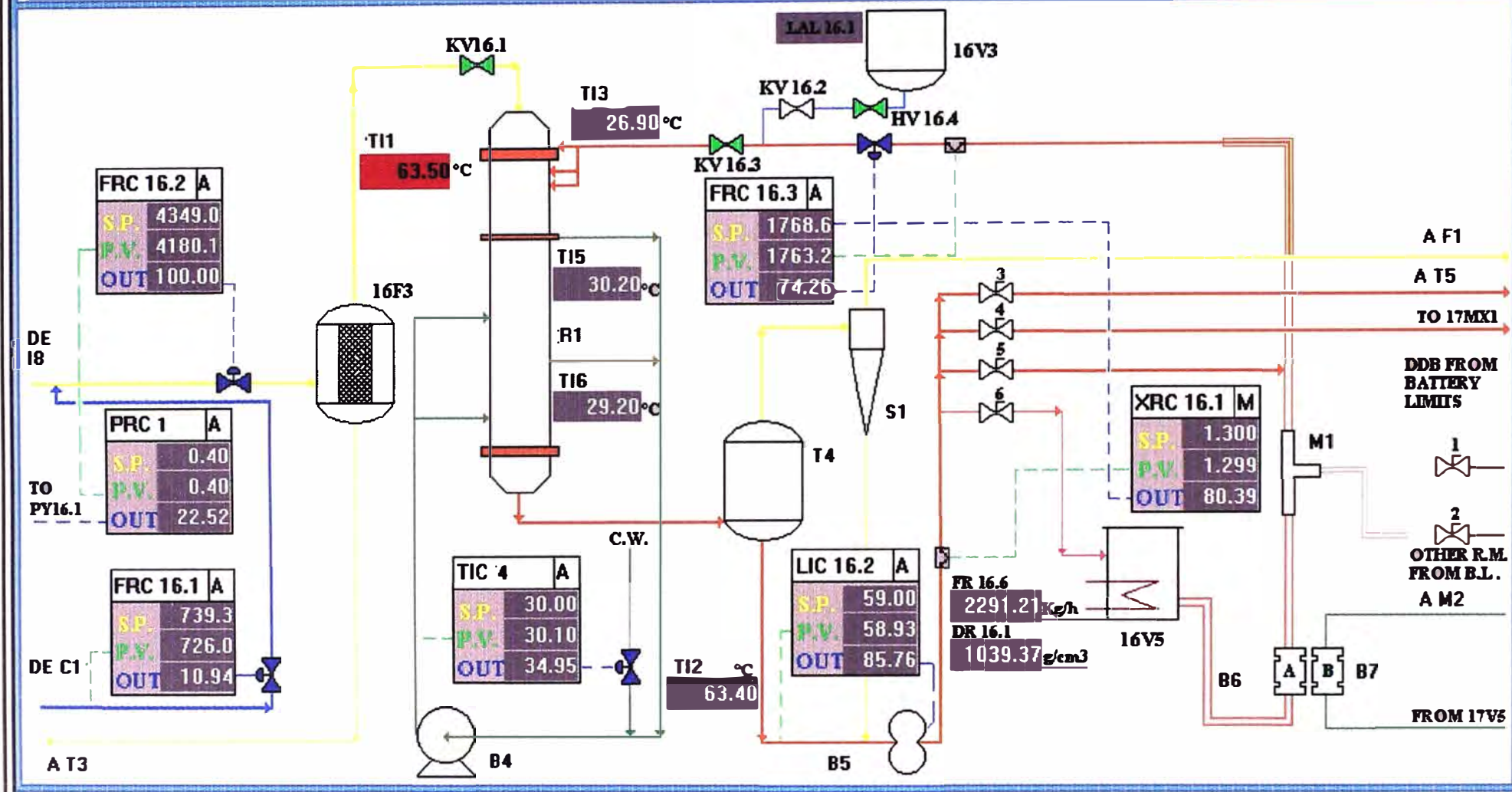
4/13/04 4:09:07 PM LOW ALARM TR16.10

AB KTx boards driver Runtime errors SECT.12



EN.EMERG.SEQ

DIS.EMERG.SEQ



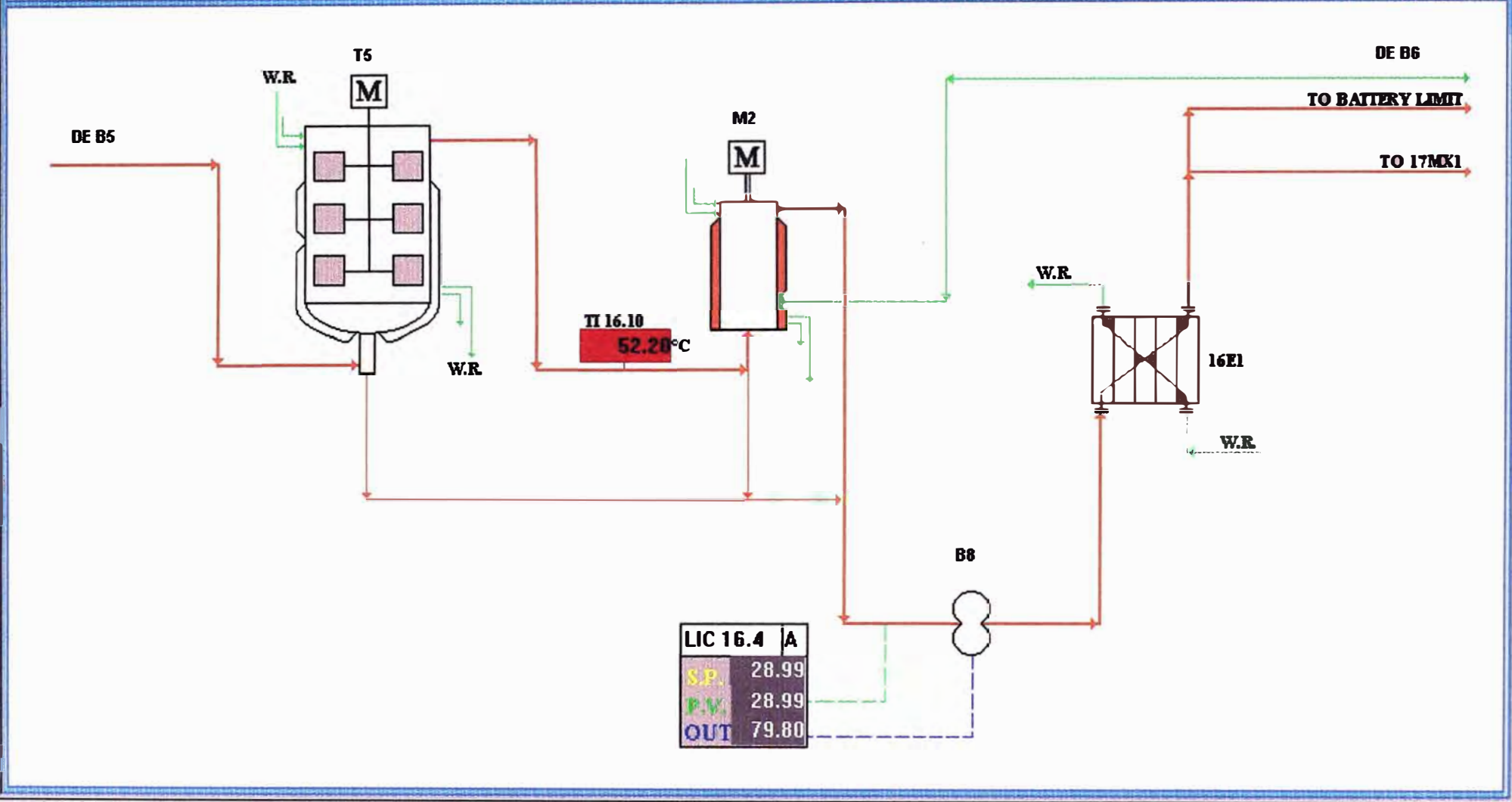
All classes All zones

4/13/04 4:09:07 PM LOW ALARM TR16.10



EN.EMERG.SEQ

DIS.EMERG.SEQ



All classes

All zones

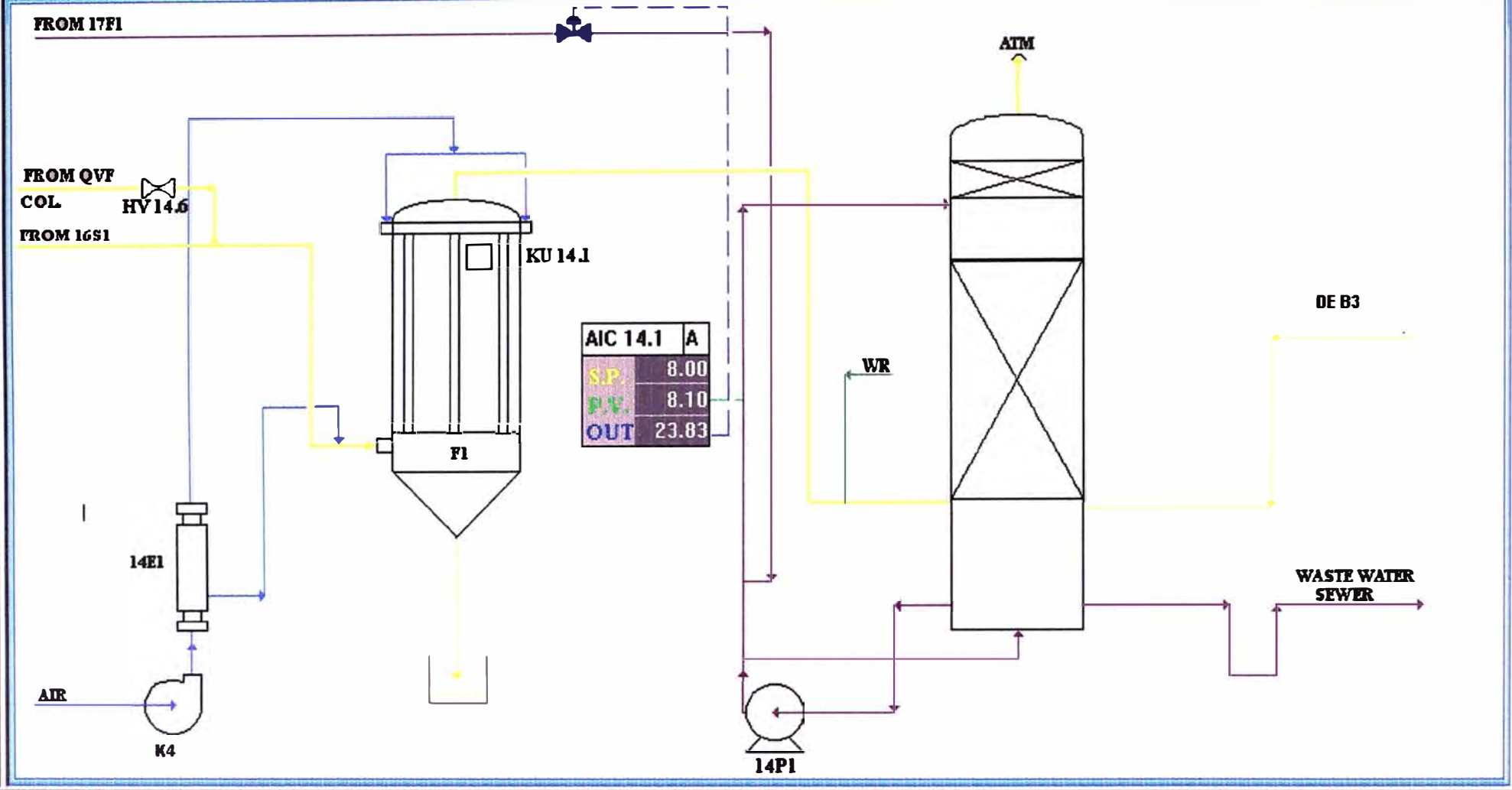
4/13/04 4:09:07 PM LOW ALARM

TI 16.10

AB KT x boards driver | Runtime errors | SECT.16_2



EN.EMERG.SEO | DIS.EMERG.SEO



All classes | All zones

4/13/04 4:09:07 PH LOW ALARM TR16.10

AB KTx boards driver | Runtime errors | SECT.14