

DISEÑO DE LA AUTOMATIZACION DE UN SISTEMA *HVAC* PARA UN CUARTO DE CONTROL EN LA INDUSTRIA PETROQUIMICA

JUAN SALVADOR ROSERO TOVAR

GERSON LUIS PEREZ TORRES

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA

CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.
2012

DISEÑO DE LA AUTOMATIZACION DE UN SISTEMA HVAC PARA UN CUARTO DE
CONTROL EN LA INDUSTRIA PETROQUIMICA

JUAN SALVADOR ROSERO TOVAR

GERSON LUIS PEREZ TORRES

Trabajo integrador presentado como requisito para optar al título de Especialista en
Automatización y Control de Procesos Industriales

M.Sc. JORGE E. DUQUE P.

Director

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLÍVAR

FACULTAD DE INGENIERIA

CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.

2012

CARTAGENA D .T. y C, septiembre de 2013

Señores

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLÍVAR

FACULTAD DE INGENIERIA

COMITE DE EVALUACION DE PROYECTO DE GRADO

Ref: Entrega de trabajo integrador como requisito para optar el título de especialista.

Cordial Saludo:

De la manera más atenta me dirijo a ustedes con el fin de realizar la entrega formal del trabajo integrador titulado "***DISEÑO DE LA AUTOMATIZACION DE UN SISTEMA HVAC PARA UN CUARTO DE CONTROL EN LA INDUSTRIA PETROQUIMICA***" como requisito para optar al título de especialista en automatización y control de procesos industriales, el cual fue realizado por los estudiantes JUAN SALVADOR ROSERO TOVAR y GERSON LUIS PEREZ TORRES a quienes asesoré en su ejecución.

Agradezco de antemano la atención prestada

Atentamente

Jorge E. Duque P.

Magister en Ingeniería Electrónica

CARTAGENA D .T. y C, octubre de 2013

Señores

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLÍVAR

FACULTAD DE INGENIERIA

COMITE DE EVALUACION DE PROYECTO DE GRADO

Ref: Entrega de monografía como requisito para optar el título profesional

Cordial Saludo:

De la manera más atenta me dirijo a ustedes con el fin de realizar la entrega formal del trabajo integrador titulado: **“DISEÑO DE LA AUTOMATIZACION DE UN SISTEMA HVAC PARA UN CUARTO DE CONTROL EN LA INDUSTRIA PETROQUIMICA”** como requisito para optar al título de especialista en automatización y control de procesos industriales.

Agradezco de antemano la atención prestada

Atentamente

Juan Salvador Rosero Tovar

Gerson Luis Pérez Torres

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Cartagena de Indias, octubre de 2013

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABLAS

RESUMEN.....	5
INTRODUCCION.....	5
1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	6
2. MARCO TEORICO.....	7
2.1 CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL SISTEMA HVAC.....	9
3. MODELOS Y ETAPAS DE INGENIERA.....	19
3.1 PRIMERA ETAPA.....	19
3.1.1 DEFINICION Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.....	19
3.1.1.1 FACTIBILIDAD TECNICA.....	21
3.1.1.1.1 SELECCIÓN DE SENSORES.....	21
3.1.1.1.1.1 SENSOR DE METANO.....	21
3.1.1.1.1.2 SENSOR DE AMONIACO.....	22
3.1.1.1.1.3 SENSOR DE DIOXIDO DE AZUFRE.....	23
3.1.1.1.1.4 SENSOR DE MONOXIDO DE CARBONO.....	23
3.1.1.2 FACTIBILIDAD ECONOMICA.....	23
3.2 SEGUNDA ETAPA.....	25
3.2.1 DISEÑO DEL SISTEMA.....	25
3.2.1.1 NORMAS Y/O ESTANDARES APLICABLES.....	26
4 COSTOS Y BENEFICIOS.....	28

4.1 COSTOS.....	28
4.2 BENEFICIOS.....	28
5 CONCLUSIONES.....	30
6. BIBLIOGRAFIA.....	31
7. ANEXOS.....	32

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Esquema básico de un sistema HVAC

FIGURA 2. Vista de las torres de enfriamiento

FIGURA 3. Diagrama en detalle del sistema HVAC

FIGURA 4. Algoritmo principal del sistema HVAC

FIGURA 5. Algoritmo función de arranque del sistema HVAC

FIGURA 6. Algoritmo función de recirculación de aire del sistema HVAC

FIGURA 7. Algoritmo función de reanudación del sistema HVAC

FIGURA 8. Algoritmo función de apagado sistema HVAC

FIGURA 9. Diagrama PI&D del sistema HVAC

FIGURA 10. Aspecto del sensor-transmisor GDS-48 LEL Smart IR

FIGURA 11. Aspecto del sensor EC F9 NH3 de Honeywell

FIGURA 12. Aspecto del detector de dióxido de azufre Siger Sensepoint de Honeywell

FIGURA 13. Aspecto del sensor-transmisor de monóxido de carbono Zareba de Honeywell

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. Condiciones de diseño del sistema HVAC

TABLA 2. Cuadro de cantidades de obra y materiales a implementar en el sistema HVAC

RESUMEN

Con el siguiente proyecto se pretende realizar el diseño de la automatización de un sistema HVAC para un cuarto de control en la industria petroquímica aplicando las normas y buenas prácticas de ingeniería. Dicho diseño se desglosa con los siguientes objetivos específicos:

- Caracterización del sistema HVAC y el cuarto de control en la industria petroquímica de acuerdo con sus especificaciones técnicas
- Selección de los sensores y actuadores necesarios que cumplan con las especificaciones
- Diseño de la estrategia de control con base en las especificaciones y las condiciones de operación del cuarto de control
- Diseño de la lógica de control del PLC con base en las normas IEC
- Diseño del sistema supervisorio teniendo en cuenta las buenas prácticas de ingeniería y normas aplicables
- Diseño de un protocolo de pruebas y mantenimiento del sistema automatizado
- Realización del estudio técnico-económico para la implementación del proyecto

Con lo anterior se busca garantizar seguridad y confiabilidad de la operación del cuarto de control, el cual se encarga, como su nombre lo indica, de todas las operaciones que controlan las condiciones óptimas del ambiente para los equipos ubicados en el cuarto de control y en el que de manera permanente se encuentra un considerable grupo de personas laborando en él, he aquí la mayor importancia en este sistema.

1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

El sistema de aire acondicionado del Cuarto de Control Central (CCB) de una empresa en el sector petroquímico de Cartagena de Indias, debe cumplir con las funciones de Calefacción, Ventilación y Aire acondicionado (de aquí en adelante se denominará como HVAC, por sus siglas en ingles, Heating Ventilation and Air Conditioning) fue diseñado para funcionar con dos de tres unidades, una de ellas en stand-by, y con una capacidad de 50T cada una. Este equipo se instalo durante la ejecución del proyecto de automatización.

El HVAC, consiste de un sistema inteligente de elementos que regulan presión, humedad y temperatura en cuarto ó edificio, además cuenta con sensores de gases externos, el cual permite detectar y aislar el interior del edificio de los gases exteriores. Su sistema de control es manejado por un PLC, en el cual se configuran todas las señales de entrada (temperatura, porcentaje de gases, presión, humedad, sistema contraincendios, etc.) y el controlador mantiene las variables de salida según los parámetros configurados, además restringe flujos mediante *dampers* (válvulas tipo mariposa) en caso de presencia de incendio ó gases tóxicos.

En una anterior inspección (mucho antes de la ejecución de este proyecto) realizada para verificar el estado funcional del sistema, se encontraron las siguientes condiciones:

- Se realizo prueba funcional a los Dámpers y éstos funcionan correctamente.
- Los sensores no se han calibrado desde su puesta en servicio.
- El sistema diferencial de presión funciona correctamente.
- Los filtros están fuera de servicio.
- Se evidencian señales cableadas con by-pass en la lógica del PLC.
- El indicador del diferencial de presión funciona correctamente.

Adicionalmente el sistema el sistema HVAC contaba con un sistema supervisorio instalado en un Laptop, el cual monitoreaba las variables de los componentes asociados a todo el sistema; dicho supervisorio tenía un software propietario de Carrier UTC llamado ComfortView 2.0. El software además de monitorear las variables también realizaba seguimiento al control del

PLC dependiendo de las alarmas de entrada que llegaban, el control básicamente consistía en:

- **Alarma contraincendios dentro del edificio:** Cuando aparece esta alarma el sistema apagaba las tres unidades hasta que desapareciera la alarma.

- **Alarma contra incendio fuera del edificio:** Cuando recibe esta señal de alarma el sistema cierra el dámper de aire exterior, apaga los motores de los filtros y mantiene la operación del edificio recirculando el aire. Cuando la señal desaparece abre el dámper, y cuando éste está abierto a más del 95% prende los motores de los filtros.

- **Señal de detección de gas:** Cuando la señal de gases esté por encima de los límites parametrizados, el sistema cierra el dámper exterior y deshabilita los filtros de aire hasta que la señal se restablezca.

- **Cambio de unidad con alarma:** Normalmente funcionan dos de tres unidades, cuando el sistema detecta alarma de una de las unidades, éste posiciona los dámpers, apaga el equipo con problemas y arranca la que está en stand-by.

Debido a la ausencia de rutinas de mantenimiento, el sistema HVAC del CCB presenta varias condiciones sub-estándares que lo hacen funcionar en la actualidad sólo como un sistema convencional de aire acondicionado, es decir, sólo recirculando el aire dentro del edificio, dejando a un lado las otras *funciones de seguridad* para las cuales fue concebido. Adicionalmente, la información acerca del algoritmo del sistema de control es nula, convirtiéndolo en una completa caja negra.

Teniendo en cuenta las múltiples condiciones fuera de su diseño original con que cuenta actualmente el sistema, se requiere realizar un mantenimiento integral al sistema de control para garantizar funcionalidad y confiabilidad ante condiciones de incendio y presencia de gases en el edificio del CCB. Lo que conlleva a plantear cambios y/o actualización en sensores y equipos varios para la puesta a punto del HVAC.

2. MARCO TEORICO

Un HVAC es un sistema que trabaja sobre el calentamiento, enfriamiento y deshumidificación del aire en un recinto con el fin de garantizar unas condiciones dadas en el mismo (ver figura 1).

El sistema HVAC está concebido para mantener las condiciones óptimas de un cuarto de control en donde normalmente se encuentra personal laborando y se encuentran ubicado todo el sistema de monitoreo y control de una empresa. En plantas petroquímicas esto representa una gran importancia teniendo en cuenta que en los alrededores del cuarto siempre existe la probabilidad de que se presenten gases y nubes tóxicas que provienen de plantas cercanas o de cualquier tipo de incendio o explosión que se produzca en las mismas instalaciones que pueden filtrarse al recinto mencionado.

En nuestro caso el sistema debe garantizar las condiciones optimas en 3 recintos (zona 1, zona 2 y zona 3 (ver figura 1) del cuarto del control con el fin de brindar seguridad al personal que permanece y/o ingresa a él.

El modo de operación del sistema es el siguiente:

- El sistema está constituido inicialmente por un conjunto de acondicionadores de aire, compuesto por 3 unidades, de las cuales 2 de ellas operan simultáneamente y, la restante, entra en caso de condición de alarma por falla en el funcionamiento de las 2 primeras unidades.
- Una vez el sistema considera que el aire al exterior del cuarto cumple con las condiciones de salubridad procede a ingresarlo al cuarto para acondicionarlo.
- Constantemente está sensando valores de temperatura, presión, humedad y gases para garantizar las condiciones del ambiente en el cuarto.
- En caso de que los sensores de gases detecten que el aire de entrada se encuentra por fuera de los parámetros establecidos ó la presencia de gases tóxicos, el sistema cierra el acceso (dámper zona 1, 2 y3) a cada una de las áreas y se pone en modo recirculación

del aire interno para garantizar la seguridad del personal. De igual manera, si la presión del aire al interior del cuarto excede los límites establecidos, el sistema cierra el dámper barométrico.

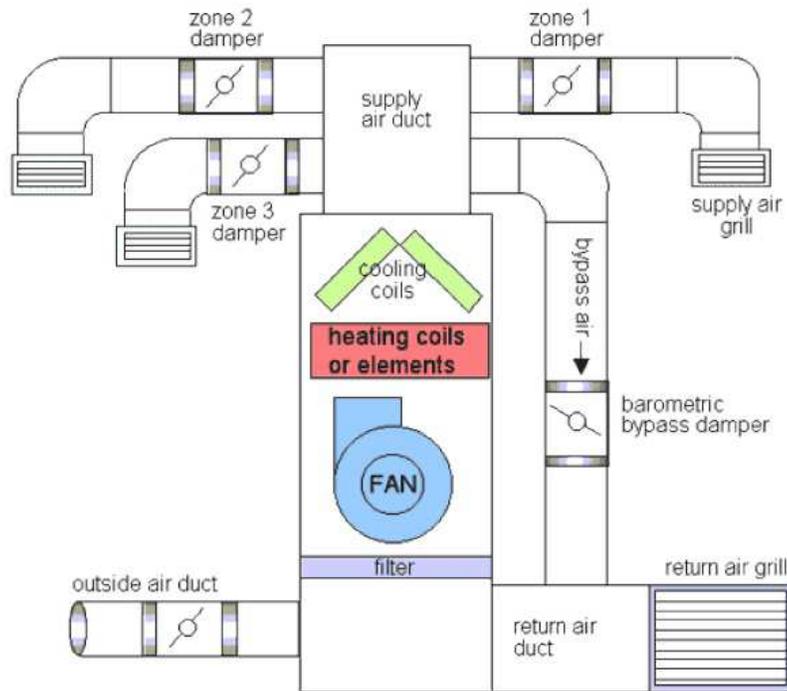


Figura 1. Esquema básico de un HVAC

- Ahora, en caso de que se genere alarma por salida de operación de una de las unidades de aire acondicionado el sistema la sustituye por la unidad que por diseño permanece en "stand-by" para continuar con la operación normal.

2.1 CONDICIONES DE OPERACIÓN DEL SISTEMA HVAC

El funcionamiento de un sistema HVAC consiste en climatizar un ambiente (suministro de aire frío ó caliente dependiendo de la situación) a un cuarto de control.



Figura 2. Vista de las torres de enfriamiento

En esta actividad, el sistema debe estar al tanto de cualquier alarma detectada en los equipos por mal funcionamiento, cualquier nivel de gases (oxígeno, metano, cloro y amoníaco) que ingrese al cuarto proveniente del exterior por fuera de rango ó señal de posible incendio dentro y fuera del edificio ó variación en la presión de aire en el recinto (por arriba ó por debajo de lo estipulado).

El sistema está constituido por las siguientes partes:

- Sistema de acondicionamiento de ambiente el cual involucra 3 subsistemas (2 activas, AC1-AC3, y 1 en stand-by, AC2, a espera de falla de las 2 anteriores) y cada una está constituida así:
 - 1 torre de enfriamiento (chiller)
 - 1 bomba de agua de condensación

- 1 filtro químico
 - 1 unidad climatizadora (1 calefactor, 1 humidificador, 2 ventiladores centrífugos, 1 sensor de humedad, 1 sensor de temperatura, 1 sensor de flujo de aire)
 - 1 unidad condensadora
 - 1 calefactor
 - 1 humidificador
- Dampers ó válvulas que controlan el flujo del aire en todo el sistema de ductos del cuarto
- Damper 1 (D1): controla flujo a la salida de la unidad climatizador AC1
 - Damper 2 (D2): controla flujo a la salida de la unidad climatizador AC3
 - Damper 3 (D3): habilita la suma de flujos entre unidades AC1 y AC2
 - Damper 4 (D4): habilita la suma de flujos entre unidades AC2 y AC3
 - Damper 5 (D5): habilita flujo para las unidades AC1 y AC2
 - Damper 6 (D6): habilita flujo para las unidades AC2 y AC3
 - Damper 7 (D7): controla la entrada de flujo de aire del exterior hacia el cuarto
- Interruptores de flujo de aire
- Interruptor 1: permite retorno de aire de las oficinas hacia la entrada de las unidades climatizadora en modo recirculación de aire (normalmente cerrada)
 - Interruptor 2: permite salida de la unidades climatizadoras hacia las oficinas tanto en modo recirculación de aire como en operación normal
 - Interruptor 3: permite salida de la unidades climatizadoras hacia los C.C.C tanto en modo recirculación de aire como en operación normal
 - Interruptor 4: permite retorno de aire de los C.C.C hacia la entrada de las unidades climatizadora en modo recirculación de aire (normalmente cerrada)

Como se puede apreciar en la figura 3, el sistema HVAC tiene su grado de complejidad, pero se puede entender fácilmente su funcionamiento. Para comprenderlo mejor, hay que referirse a la secuencia normal de arranque de cada equipos, la cual consiste, por ejemplo, tomando la unidad AC1:

- 1) Apertura del damper de suministro D1
- 2) Cierre del damper de interconexión con unidad de stand-by D5
- 3) Apertura del damper de retorno
- 4) Encendido del ventilador del filtro químico VF1
- 5) Encendido de la bomba de agua B1
- 6) Monitoreo del agua en B1
- 7) Arranque de la torre de enfriamiento T1
- 8) Apertura dámper de toma aire del exterior D7
- 9) Encendido del ventilador de la climatizadora UCL1
- 10) Encendido compresor C1-1 de la unidad condensadora UC1
- 11) Encendido compresor C2-1 de la unidad condensadora UC1

- 12) Monitoreo de la presión en unidad condensadora UC1
- 13) Monitoreo del sensor de temperatura en unidad climatizadora UCL1
- 14) Monitoreo del sensor de humedad en unidad climatizadora UCL1
- 15) Encendido ó apagado del sistema de calefacción y humidificación de la UCL1

Debido a que el sistema HVAC está sujeto a varios agentes externos, se pueden presentar las siguientes situaciones:

❖ **Situación 1:**

El sistema detecta una alarma en los equipos operantes AC1 ó AC3 ó que la temperatura de retorno del área bajo control supere los 80 °F (26,7 °C), éste debe:

- Apagar el equipo con alarma
- Activar alarma general para conexión con sistema de monitoreo principal del edificio
- Posicionar los dámpers para reemplazar al equipo alarmado
- Esperar a que los dámpers estén posicionados correctamente antes de enviar la orden de encendido del equipo de reemplazo
- Arrancar equipo de reemplazo
- Esperar a que el sistema con alarma cambie a estado normal
- Si el equipo alarmado se restablece como normal en todas sus variables, el sistema regresa a la posición normal y se desactiva la señal de alarma general

❖ **Situación 2:**

El sistema detecta alarma contra incendio dentro del edificio. En esta situación éste debe:

- Enviar señal de apagado a todas las unidades y mantiene esta posición hasta que la señal de alarma se restablezca como normal
- Reiniciar en procedimiento de arranque normal de los equipos

❖ **Situación 3:**

En este caso el sistema detecta alarma contra incendio fuera del edificio, con la cual ejecuta lo siguiente:

- Cierre del dámpers de aire exterior
- Envío de comando para deshabilitar los motores de los filtros
- Mantener la operación del edificio con aire de retorno 100% hasta que la alarma se restablezca
- Enviar comando de apertura de dámpers de aire exterior una vez restablecido la alarma
- Enviar comando para habilitar los filtros cuando el dámpers de aire exterior está abierto al 95%

❖ Situación 4:

La otra situación se da cuando el monitor de gases envía una señal mayor al límite establecido por el operador, en este caso se sistema actúa:

- Cerrando el dámper de aire exterior
- Deshabilita filtros de aire de los equipos hasta que la señal esté restablecida a nivel normal, donde se revierte la operación

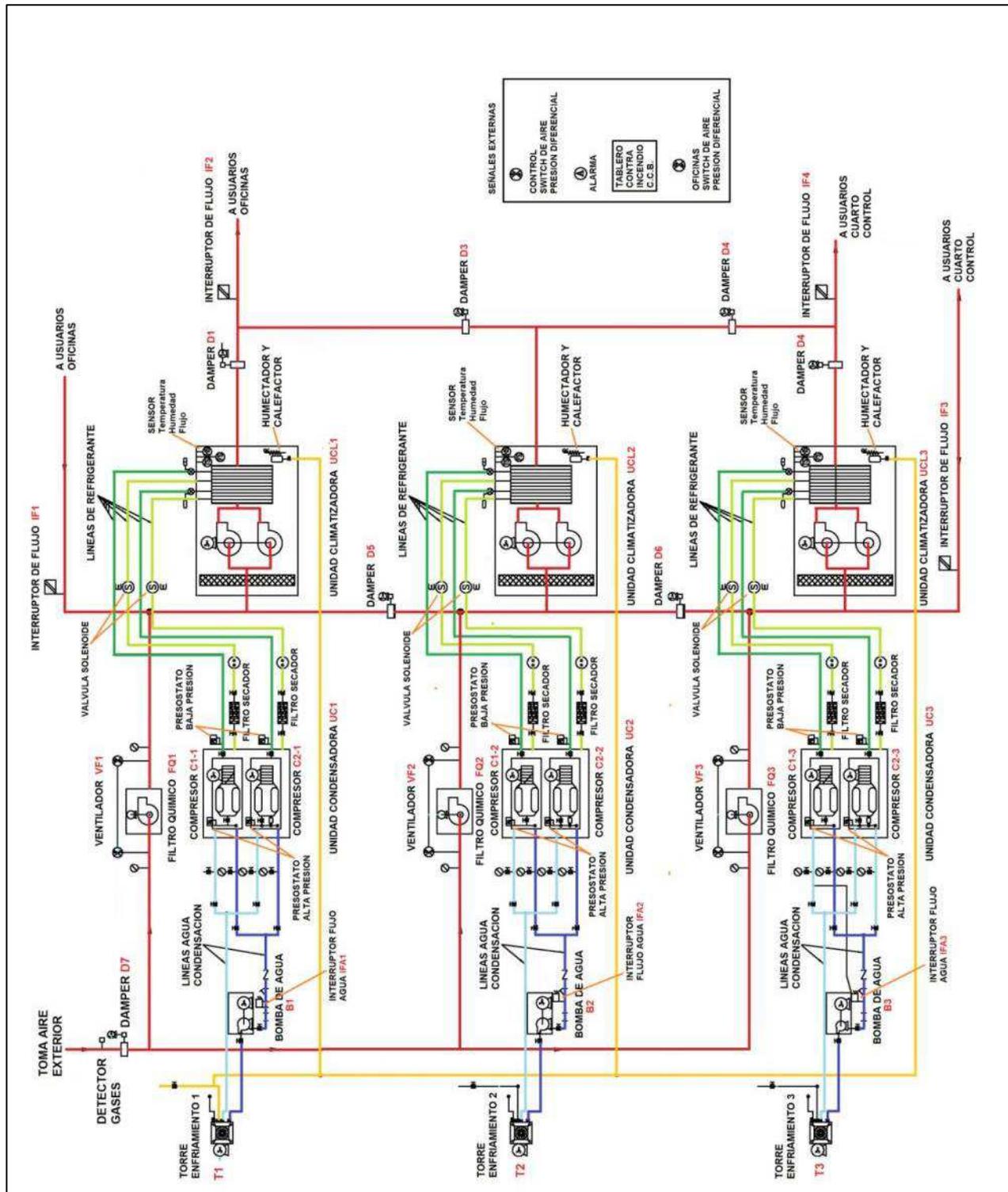
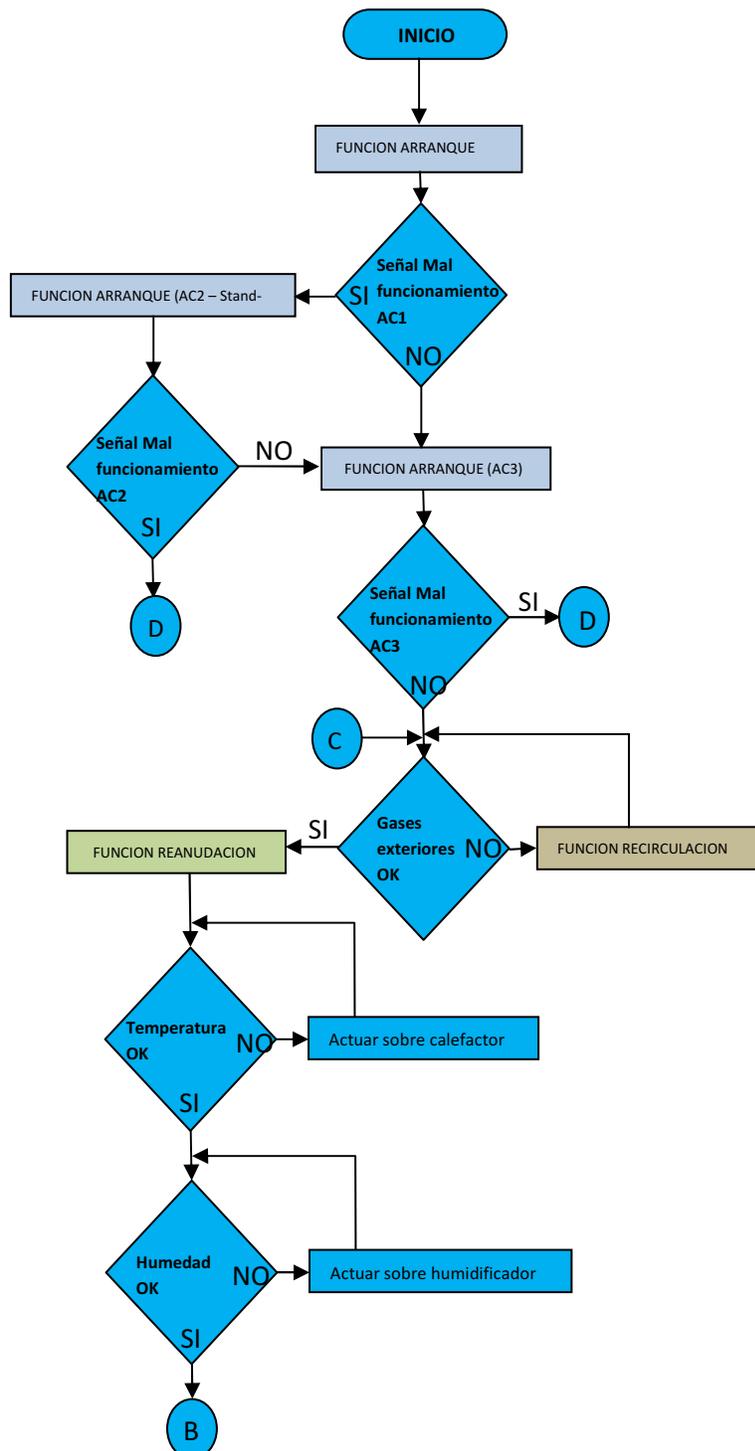


Figura 4. Algoritmo Principal del sistema HVAC: Esta rutina que siempre se está ejecutando, de esta manera se mantiene monitoreando todo el sistema con el fin de corroborar estados de falla y, en caso de encontrar alguna, llama a la respectiva función para que ejecute una acción específica que normalice ó lleve al sistema a una condición segura.



continúa...

...continuación

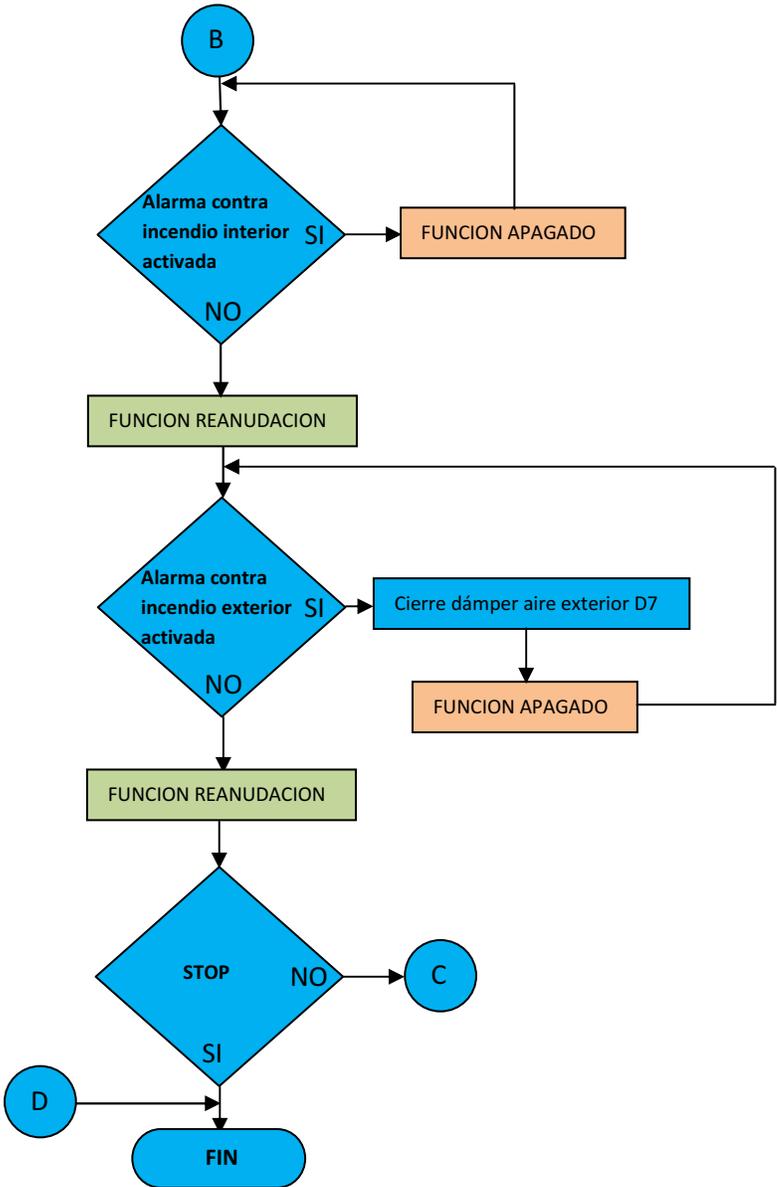
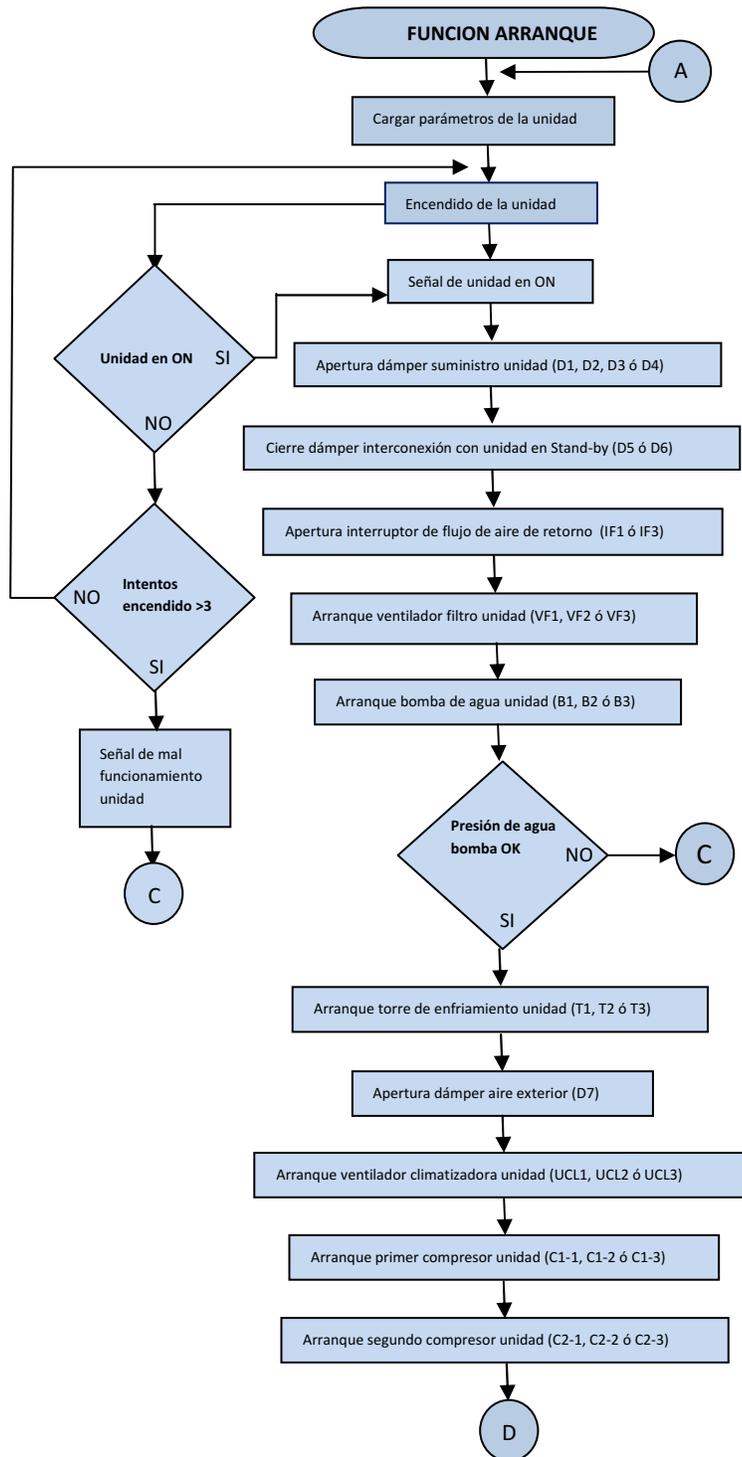


Figura 5. Algoritmo de la función arranque del sistema HVAC : Por medio de esta rutina se arrancan las unidades de aire acondicionado (AC1, AC2 ó AC3), según lo disponga el sistema HVAC ya sea por prioridad en la secuencia ó por daño de alguno de ellos.



continúa...

...continuación

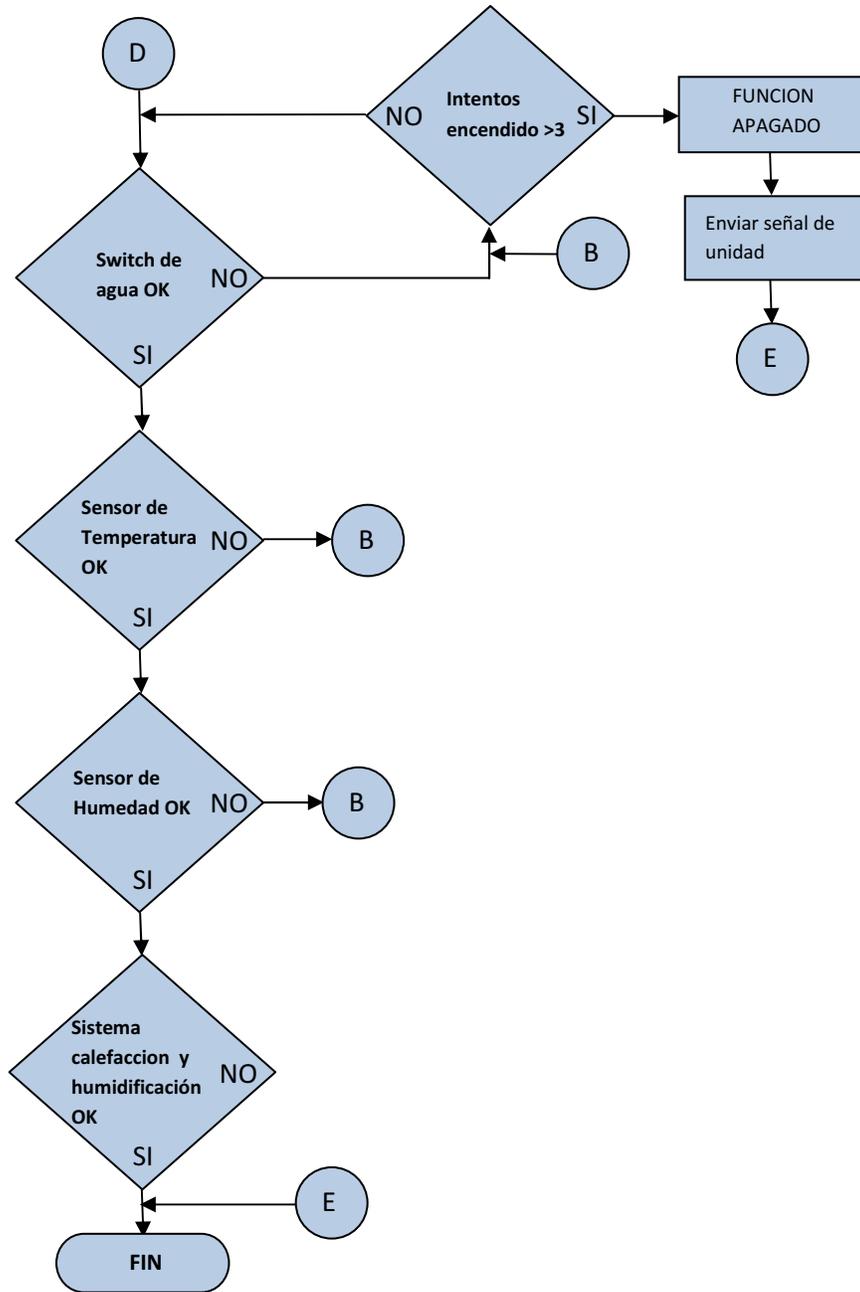


Figura 6. Algoritmo de la función Recirculación de aire del sistema HVAC: Por medio de esta rutina se programa el sistema HVAC para trabajar en modo recirculación de aire en el recinto, luego de detectar señal de incendio exterior ó mezcla de gases fuera de rango. En este caso el dámper que permiten el acceso del aire externo se cierra para impedir que ingresen al cuarto de control, pues se considera nocivo para el personal que se encuentra operando en él.

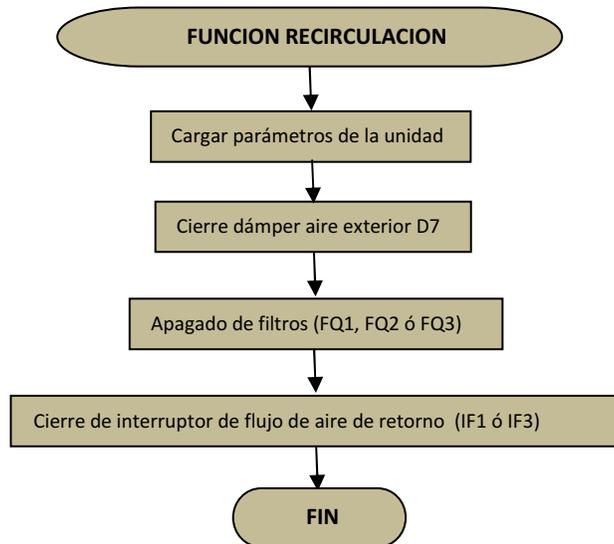


Figura 7. Algoritmo de la función Reanudación del sistema HVAC: Esta rutina se ejecuta una vez que el sistema detecta que ha desaparecido la condición de peligro (ya sea por cese de incendio ó inexistencia de gases nocivos) y habilita el subsistema de filtros para seguir tomando aire directamente del exterior con lo cual se finaliza el proceso de recirculación de aire.

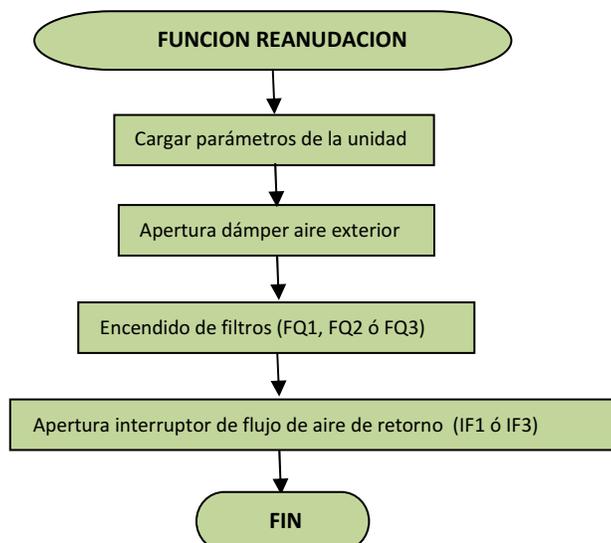
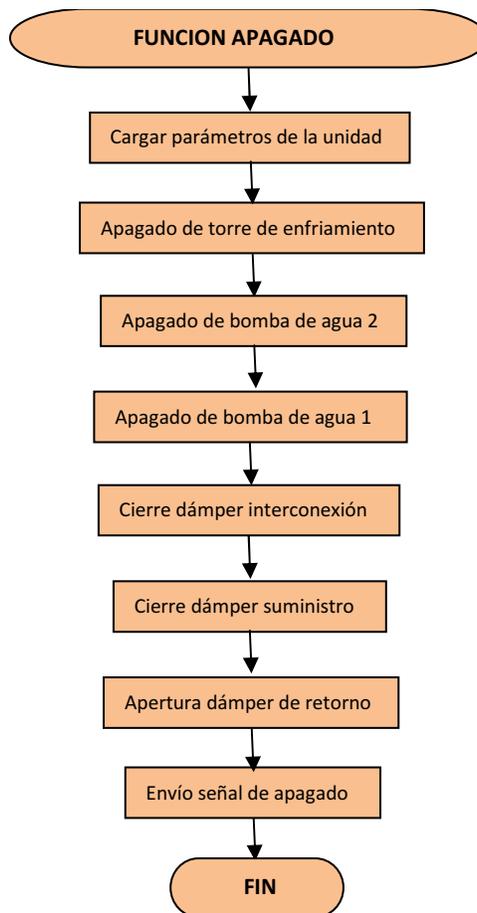


Figura 8. Algoritmo de la función de Apagado del sistema HVAC: Esta rutina se ejecuta para apagar todas las unidades que componen el sistema, también para el posicionamiento de dámpers, sí y sólo sí, se ejecutan labores de mantenimiento ó por la presencia de un incendio al interior del cuarto de control; en caso contrario, el sistema permanecerá trabajando de manera ininterrumpida.



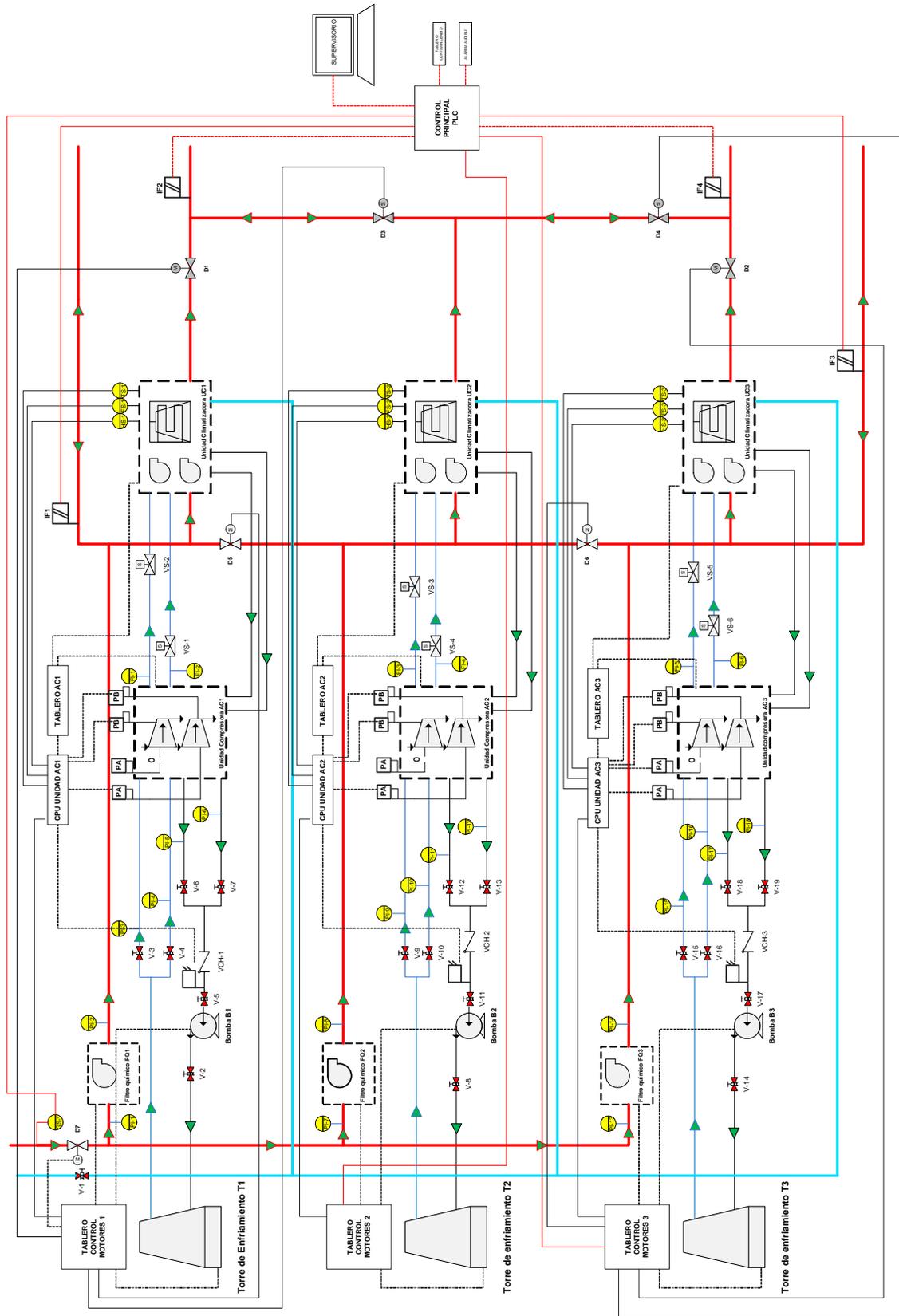


Figura 9. Diagrama PI&D del sistema HVAC

3. MODELOS Y ETAPAS DE INGENIERIA

3.1 PRIMERA ETAPA

3.1.1 Definición y estudio de factibilidad

Un estudio de factibilidad es un proceso por el cual se pueden medir los diferentes aspectos del posible éxito que se espera al implementar el nuevo diseño para el sistema HVAC.

Luego de estudiar exhaustivamente el sistema se llega a la conclusión que se presentarían 3 alternativas:

- ❖ **Alternativa 1:** En este caso se plantea la solución de poner a punto todos y cada uno de los subsistemas del HVAC sin la sustitución de accesorios propios del control, de esta manera, se implementarían mantenimientos mecánico y eléctrico con el fin de habilitar todas las acciones de los controladores. Se hace la salvedad que en esta alternativa no se contaría con un supervisorio, debido a ello, el HVAC quedaría completamente autónomo sin el beneficio de supervisión humana a través de software.
- ❖ **Alternativa 2:** Esta alternativa encierra el hecho de hacer una reevaluación del sistema y plantear la posibilidad de actualización de sensores, transmisores, controladores, supervisorio y mantenimiento general, pues actualmente el sistema HVAC no está funcionando como tal sino como un convencional sistema de aire acondicionado con recirculación de aire en el recinto. A parte de lo planteado anteriormente, en esta alternativa el sistema contaría con la opción de supervisión humana mediante software.
- ❖ **Alternativa 3:** Es aquella en la que se decide no implementar ninguna modificación al sistema, lo que indica que no habría costos asociados a compra de accesorios, diseños ni de instalaciones; los rubros estarían únicamente representados en mantenimientos.

Las anteriores alternativas deben ser estudiadas teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

3.1.1.1 Factibilidad técnica:

Consiste en el análisis de la tecnología existente en el sistema actual para recopilar la información sobre los componentes técnicos que posee el sistema y la posibilidad de hacer uso de los mismos. Debido a ello surgen 2 preguntas: ¿Qué tan práctica es la solución técnica a plantear? ¿Qué tan disponibles están los recursos técnicos y los especialistas?

Haciendo un estudio del sistema se observan varios puntos susceptibles de modificación:

- Cambio de sensores por otros de la misma tecnología o una más actualizada
- Implementación de otro supervisorio que cumpla con las mismas especificaciones

3.1.1.1.1 Selección de sensores

Para el sistema del cuarto de control se tienen 4 gases a monitorear en los alrededores (uno de éstos también hay que evaluarlo al interior del recinto, monóxido de carbono). Para la selección de los sensores se analizó una amplia gama encontrados en el mercado, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Precio
- Funciones que incluye: sensor, transmisor y/o controlador. No es deseable que tenga todo en uno, pues el sensor y el transmisor pueden estar en el mismo sitio, pero el controlador estará distante; debido a esto se requiere que sea sensor y/o transmisor
- Rango de medición
- Mínima concentración detectable
- Precisión
- Tiempo de respuesta. En este aspecto hay que tener en cuenta que el dispositivo que tenga el mayor tiempo de respuesta es el que define la velocidad del proceso de envío de información a procesar.
- Rango de temperatura de operación
- Rango de humedad de operación
- Rango de presión de operación
- Material de la carcasa
- Requerimientos para el montaje

- Máximo consumo
- Tipo de salidas
- Máxima longitud de cable
- Tipo de encapsulado
- Vida útil

3.1.1.1.1 Sensor de Metano

Según estudio realizado, luego de quedar dos equipos de marcas Honeywell y GDS Corp, el adecuado para este sistema es uno que incluye sensor y transmisor en uno de GDS Corp, el cual, además de cumplir con los parámetros de selección, es más barato y ofrece una vida útil de 5 años.

La referencia es *GDS-48 LEL SMART IR* (ver ficha técnica en el anexo).



Figura 10. Aspecto del sensor-transmisor GDS-48 LEL SMART IR

3.1.1.1.2 Sensor de amoníaco

Para este tipo de medición, teniendo en cuenta las condiciones del cuarto de control, la referencia escogida es la *EC F9 NH3 de Honeywell* (ver ficha técnica en el anexo).

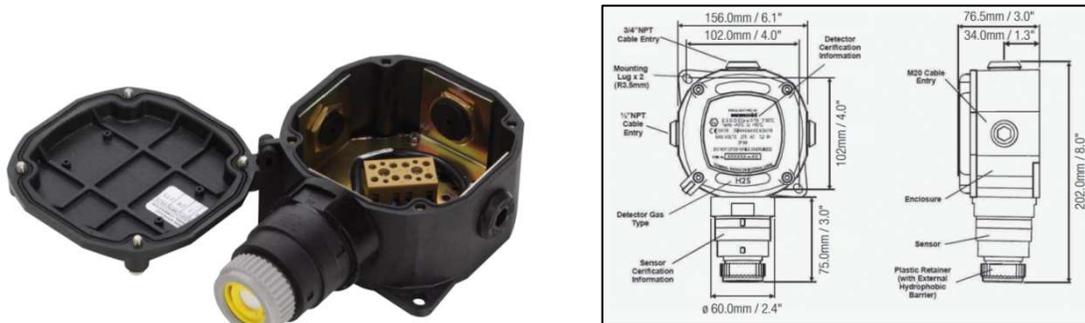


Figura 11. Aspecto del sensor de amoníaco *EC F9 NH3* de *Honeywell*

3.1.1.1.3 Sensor de dióxido de azufre

En lo que respecta a la detección del dióxido de azufre se escogió el *Sieger Sensepoint* de *Honeywell* (ver ficha técnica en el anexo).

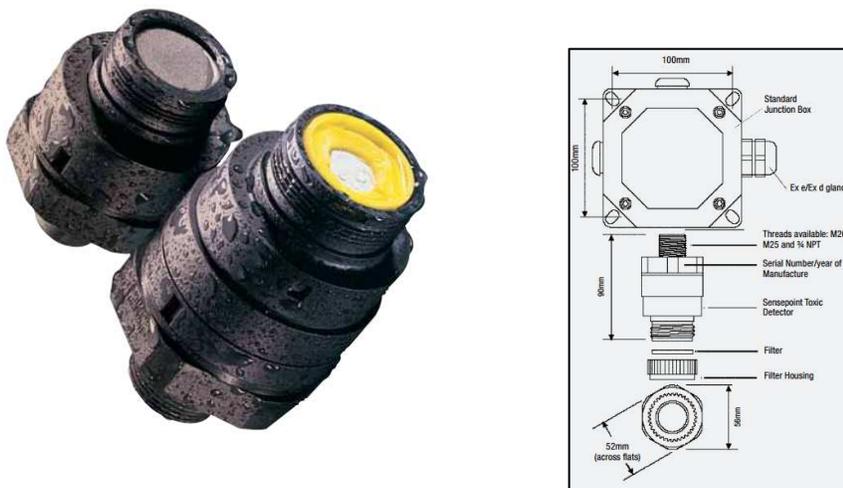


Figura 12. Aspecto del detector de dióxido de azufre *Sieger Sensepoint* de *Honeywell*

3.1.1.1.4 Sensor de monóxido de carbono

Para la detección de monóxido de carbono se escogió el *sensor-transmisor Zareba* de *Honeywell* (ver ficha técnica en el anexo).



Figura 13. Aspecto del detector monóxido de carbono *sensor-transmisor Zareba de Honeywell*

3.1.1.2 Factibilidad Económica:

Sirve para saber qué tan efectivo es el proyecto y cuál es su costo (análisis costo beneficio). Las técnicas para estimar la viabilidad económica son: análisis de repago, retorno de inversión, valor actual neto y tasa interna de retorno.

A continuación se detalla los resultados como producto del estudio de viabilidad financiera realizado:

3.1.1.2.1 Justificación financiera del Proyecto

Teniendo en cuenta el Riesgo al que están expuestos los trabajadores del CCB de una empresa de la industria del sector petroquímico de Cartagena de Indias se realizó la evaluación financiera con el fin de justificar la viabilidad del proyecto. Partiendo de lo anteriormente expuesto la pérdida más significativa que se puede llegar a generar es la afectación a las personas y en el caso más crítico la fatalidad de algunas de las personas presentes en el área expuesta teniendo en cuenta la peligrosidad de los gases presentes a los alrededores.

Haciendo un análisis de los costos en que puede llegar a incurrir la empresa en caso de que se materialice un incidente por la condición que presenta el HVAC del CCB de la Refinería de Cartagena en la actualidad, se estima que este puede llegar a costar alrededor de 3.000.000 Millones de pesos por persona por concepto de indemnización y teniendo en cuenta que en el Edificio laboran aproximadamente 20 personas el monto por indemnizaciones se encuentra alrededor de 60.000.000 Millones de pesos.

Para nuestro caso utilizaremos una probabilidad de Ocurrencia de 1% partiendo del hecho que

a la fecha no se ha dado nunca este tipo de incidentes en la industria del petróleo y que el análisis realizado con la matriz RAM arroja valoración M en cuyo caso se debe mitigar/Reducir para llevarlo a niveles tolerables.

Para efectos de nuestro análisis utilizaremos Tres indicadores financieros para expresar la viabilidad del proyecto como son TIR (Tasa Interna de Retorno), el Factor J ó relación Beneficio/Costo y el VPN (Valor presente Neto), también hay que anotar que la TMR (Tasa Mínima de retorno) establecido por Ecopetrol es del 11%.

Cabe aclarar que la alternativa seleccionada es la número dos (2) y para su selección se tuvo en cuenta el cuadro de análisis de alternativas (ver anexos). En las memorias de cálculo (ver anexos) se realizó un análisis con el riesgo base ó sin tener en cuenta la implementación de la alternativa propuesta y luego se realiza el mismo análisis con la alternativa implementada.

Como resultado de lo anterior se obtuvo una relación Beneficio/Costo de 8,3 lo cual indica que es un proyecto viable financieramente debido a que el factor J es mayor que 1. La TIR dio como resultado 54% es decir que la tasa interna de retorno para esta iniciativa se encuentra por encima del 11% que es la mínima establecida por Ecopetrol, es decir que también es viable tomando como medida este indicador. Y por último el VPN dio KUSD \$745,83 lo cual es un indicador muy bueno ya que la inversión que se tiene presupuestado realizar es de KUSD \$55,65 contra un retorno de inversión de KUSD \$745,83.

3.2 SEGUNDA ETAPA

3.2.1 Diseño del sistema:

Algo sumamente importante en cualquier diseño es conocer los parámetros con las cuales se tiene pensado trabajar el proyecto, debido a que definen las restricciones y rangos en los que se deben ubicar las variables a controlar:

CONDICIONES AMBIENTE EXTERIOR	
Temperatura bulbo seco	98° F (36,7° C)
Temperatura bulbo húmedo	86° F (30° C)
Altura sobre el nivel del mar	2m
Humedad relativa	95%

Ambiente	Tropical
CONDICIONES AMBIENTE INTERIOR	
Temperatura bulbo seco	62° F (16,7° C)
Temperatura bulbo humedo	70° F (21,1° C)
Humedad relativa	50% ± 5%
Presurización	0,1" C.A.
Velocidad mínima del aire hacia el exterior	60 fpm (0,305 m/seg)

Tabla 1. Condiciones de diseño del sistema HVAC

Confrontando los valores de rango para cada una de las variables a controlar versus los accesorios sobre los que se plantea actualización y/o cambio para el sistema, se obtiene el siguiente cuadro de ellos y sus cantidades:

CANTIDADES DE OBRAS Y MATERIALES EDIFICIO CUARTO CONTROL		
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
SISTEMA DE DETECCIÓN DE GASES CORROSIVOS, COMBUSTIBLES O TÓXICOS	UND	1
SENSOR Y TRANSMISOR INFRARROJO DE GASES COMBUSTIBLES	UND	1
SENSOR Y TRANSMISOR ELECTROQUIMICO DE AMONIACO	UND	1
SENSOR Y TRANSMISOR ELECTROQUIMICO DE DIOXIDO DE AZUFRE	UND	1
SENSOR Y TRANSMISOR ELECTROQUIMICO DE ANHIDRIDO SULFUROSO	UND	1
CONTROLADOR DE CUATRO CANALES	UND	1
KIT DE CALIBRACION PARA GASES COMBUSTIBLES	UND	1
KIT DE CALIBRACION PARA AMONIACO	UND	1
KIT DE CALIBRACION PARA DIOXIDO DE AZUFRE	UND	1
KIT DE CALIBRACION PARA ANHIDRIDO SULFUROSO	UND	1
SWITCH DE FLUJO DE AIRE PARA DUCTOS DE SUMINISTRO Y RETORNO	UND	4
CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE PLC	UND	1
CONTROLADOR DE LA UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADO	UND	3
SUPERVISORIO	UND	1
MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE INTERFASE DE ALARMAS Y SEÑALES INDICADORAS DE OPERACION	GBL	1
MONTAJE DE EQUIPOS	GBL	1
CALIBRACION, PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	GBL	1
FILTRO QUIMICO ESPECIAL DE AIRE EXTERIOR 1600 CFM DBS 404	UND	3
SWITCH DIFERENCIAL DE PRESION	UND	1

Tabla 2. Cuadro de cantidades de obra y materiales a implementar en sistema HVAC

3.2.1.1 Normas y estándares aplicables al proyecto:

Se tuvo en cuenta las normas técnicas internacionales para el desarrollo del proyecto y

tomando como base las normas ISA e IEC:

ICEA S-73-532 Estándares para cables de control

IEC 61131-3 Controladores lógicos programables (PLC)

NEMA Asociación nacional de fabricantes eléctricos

API 551 Medición de procesos

API 552 Sistemas de transmisión

ISA 5.1 Símbolos de instrumentación y su identificación

ISA S20 Especificación para formatos para medición de procesos e instrumentos de control, elementos primarios y válvulas de control

ISA-SP18 Gestión de sistemas de alarma y guía de diseño

API RP-500-1997 Classification of locations for electrical installation at petroleum facilities classified as class I, division 1 and division 2 Clasificación de sitios para instalación eléctrica

API RP-554-1995 Process Instrumentation and Control (5.4 Internal Environment)

ISA-S71.04 Condiciones ambientales para medición de procesos y sistemas de control.

4. COSTOS Y BENEFICIOS

4.1 Costos

La realización del presente Proyecto trae consigo los siguientes Costos:

- Montaje
- Interventoría
- Costos de Operación
- Costos de Mantenimiento
- Perdidas por disponibilidad y Confiabilidad (corresponde a la probabilidad de que ocurra un accidente por la no disponibilidad del sistema de filtración y del impacto que puede generar en la productividad).

En los anexos se encuentra el cálculo de los costos de Interventoría utilizando como fuente la información entregada por la coordinación de proyectos de la Refinería de Cartagena, estos alcanzan los 24,283 Dólares. En cuanto a los costo de mantenimiento éstos fueron obtenidos de consultas realizadas al área de mantenimiento y del sistema de gestión de mantenimiento Elipse de Ecopetrol S.A. durante el año 2011 los cuales oscilan alrededor de los 17.000 dólares; los costos de operación corresponden al consumo de energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del sistema HVAC los cuales no fueron tenidos en cuenta para este análisis.

4.2 Beneficios

La realización del presente proyecto trae consigo los siguientes beneficios:

- Seguridad al personal que ingresa al cuarto de control
- Protección para los equipos de control
- Implementación de un sistema de monitoreo para las actividades realizadas en el sistema HVAC

- Reducción de costos de mantenimiento de los equipos involucrados en el acondicionamiento de aire, debido al sistema de monitoreo a implementar y de la electrónica de los equipos presentes dentro de las instalaciones.
- Finalmente, trae consigo beneficios económicos al corto, mediano y largo plazo, pues como se pudo constatar en los cuadros anteriores, NO implementar el sistema de automatización no es un ahorro, pues los riesgos asociados de dejar el sistema como está tienen un valor económico y mucho más grande que el de implementarlo.

5 CONCLUSIONES

En cuanto al rediseño, el cual consistió básicamente en analizar lo existente y proponer cambios por elementos actualizados, pero cumpliendo la misma función y cuya operación estuviera dentro de los parámetros que actualmente se manejan; asimismo, no desconociendo las condiciones ambientales que en un momento dado podrían afectarlos, se corrobora el hecho de que aún cuando dichos cambios representan una inversión nada despreciable, es bastante baja comparada con las repercusiones que traería el hecho de no hacerlo, según lo reza el análisis financiero realizado en el anexo.

Teniendo en cuenta la inspección realizada al sistema HVAC (con antelación a la ejecución de este proyecto) se hizo hincapié en aquellas secciones que ocasionan funcionamiento anormal en el mismo. Debido a ello no se analizaron puntos como: dämpers, sistemas diferencial de presión, indicadores de presión, pues están en perfectas condiciones y no requieren de modificaciones y/o cambio.

Los filtros químicos requieren de mantenimiento, pues no está funcionando en la actualidad y es considerado el pulmón del cuarto de control; sin su apoyo el sistema HVAC no tiene razón de ser. La referencia de éste corresponde a uno marca PURAFIL DEEP BED SCRUBBER de 800 CFM.

En cuanto al supervisorio el sistema estaba funcionando con un software propietario de Carrier UTC llamado ComfortView 2.0, el cual según diligencia realizada, Carrier cuenta con la actualización de éste, representando una gran ventaja, pues no habría que hacer mayores modificaciones a la rutina de control. De esta manera se suprime el cableado en by-pass en el que se tiene actualmente el sistema.

Finalmente en la parte que se plantean cambios es en lo que respecta a los sensores de metano, amoníaco, dióxido de azufre y monóxido de carbono, los cuales no han sido calibrado en mucho tiempo. Con el fin de evitar lecturas erróneas se recomienda cambiarlos por otros de características semejantes en cuanto a los rangos de trabajo, pero actualizados tecnológicamente.

Con las anteriores observaciones se logra poner al sistema a trabajar verdaderamente como un HVAC, es decir, que las tres unidades de acondicionamiento puedan trabajar en las combinaciones que se requiere y siempre con un respaldo en stand-by; además que en caso de detectarse mezcla de gases nocivos en el exterior, el sistema pueda reaccionar, posicionar dampers y ponerse en modo recirculaci3n de aire; finalmente, en caso de incendio al interior, ser capaz de apagar todas y cada una de las unidades y llevar el sistema a posici3n segura.

6 BIBLIOGRAFIA

- 1. Morris, s. Brian. Programmable Logic Controllers. Columbus, ohio. 2000.
- 2. American Petroleum Institute. Recommended Practice.
- 3. Portus, Lincoyán. Matemáticas Financieras. 4ª. Ed, McGrawHill, 1997.
- 4. Creus, Antonio. Instrumentacion Industrial, cap. 5, p-186
- 5. Mandado Pérez, Enrique. Controladores Lógicos y Autómatas programables. Barcelona España: marcombo. 2000.
- 6. Jiménez, Francisco. Mercado M., Roberto. Banco para el Control de Nivel en Tanques Interconectados en Paralelo. Cartagena: Universidad Tecnológica de Bolívar, 2002. P. 1, 5, 40, 57.
- 7. Ogata, Katsuhiko. Ingeniería De Control Moderna, Universidad de Minnesota. ed. México: Ann Marie Longobardo, p. 215-220.

DOCUMENTOS WEB:

- <http://www.vancontrols.com/shop/item.asp?itemid=1264>
- http://www.ueonline.com/petro_chem.shtml#UObP2hZZTOs
- https://www.combustiondepot.com/store/cart.php?m=product_list&c=555
- <http://sensidynegasdetection.com/products/industrial-point-gas-detection-products/gas-detection-controllers/sensalert-four-channel-gas-detection-controller.html>
- Instrumentación Industrial - Medición de flujo másico, En pagina Web <http://www.sapiens.itgo.com/documents/doc20.htm>. consultado: Junio 2008
- SIEMENS AG INDUSTRY SECTOR. "SIMATIC S7-200 Tecnología de control al máximo nivel, Internet: (https://www.click4businessplies.siemens.de/images_artikel/e20001-a1020-p272-x-7800.pdf).
- GRUMSTRUP, B.F. HAGEN, M.*. Salidas HART, TEXC.A en pagina web: <http://www.texca.com/hart.htm#Perspectivas>, 1999
- CANALES, Juan. Aplicación De Sistemas De Información En Los Procesos De Producción, En pagina web: <Http://canales9.tripod.com/Articulo.htm> consultado: junio 2008
- MEICHSNER, Kurt. El protocolo HART, En pagina Web: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mv?xid=95&rank=1>, enero 2004
- <http://www.yokogawa.com/fld/PRESSURE/EJX/fld-ejx-group-01en.htm>
- <http://www2.emersonprocess.com/en-US/brands/rosemount/Pressure/Pages/index.aspx>

7 ANEXOS

FILTRO QUÍMICO ESPECIAL

TIPO	DBS 404
Gabinete	Aluminio extruido 3003H14
Número de pasos	3
Velocidad del aire	100 FPM
Flujo de aire	1.600 CFM
Tiempo de residencia del aire	2.0 Sg.
Diferencial de presión en prefiltros	0.2 I.WG
Diferencial de presión en cada lecho de media filtrante	0.70 I.WG
Diferencial de presión en el filtro final	0.3 I.WG
Prefiltros	(2) 24" X 24" X 2"
Prefiltros	(2) 12" X 24" X 2"
Filtro final	(2) 24" X 24" X 5"
Diámetro Blower	15" aprox.
Código fabricación	ASTM A-6
Certificación	ISO 9001
MOTOR	
Capacidad del motor eléctrico	5.0 HP aprox.
Voltios/Fases/Ciclos/RPM	460/3/60/1.750
Tipo	TEFC
Conexión	"Y" Estrella
Aislamiento	Clase "F" tropicalizado
Devanado	Alambre de cobre
Rodamientos	Sellados tipo Z Z
Vida operación normal	50.000 horas
Ambiente de operación	Acido industrial y marino.
Marcas	General Electric, Siemens, US Motor, Baldor
Lechos de media filtrante	3
MEDIAS FILTRANTES	
Certificación	UL Class I - II
1º lecho	Carbón activado, alúmina activada y hidroxido de potasio en peletas de 1/8" diámetro aprox.
2º lecho	carbón acticado y acido fosfórico en peletas de 1/8" de diámetro aprox.
3º lecho	oxido de aluminio, permanganato de potasio, bicarbonato de sodio y agua en peletas de 1/8" diámetro
Estación de Medición	Manómetros para pre-filtro y filtro final
Tipo de manómetro	Magnetico
Material carcaza del manómetro	Aluminio estandar

SISTEMA DE DETECCION DE GASES

SENSOR PARA GASES COMBUSTIBLES	
Tipo	Infra-rojo
Rango de medición	0 - 100% LEL
Mínima concentración detectable	1.0 % LEL
Precisión	+/- 5% de la escala total
Tiempo de respuesta	< 60 segundos
Rango de temperatura de operación	-20° C a 70° C
Rango de humedad de operación	0 - 99%
Rango de presión	13 - 16 psi
Oxígeno requerido	0
SENSOR PARA AMONIACO	
Tipo	electroquímico
Rango de medición	0 - 100 ppm
Mínima concentración detectable	1.0 ppm
Precisión	+/- 10% de la escala total
Tiempo de respuesta	< 15 segundos
Rango de temperatura de operación	-20° C a 45° C
Rango de humedad operación	0 - 90%
Rango de presión	13 - 16 psi
Oxígeno requerido	1% por volumen mínimo
SENSOR PARA ANHIDRIDO SULFUROSO	
Tipo	electroquímico
Rango de medición	0 - 100 ppm
Mínima concentración detectable	0.2 ppm
Precisión	+/- 10% de la escala total
Tiempo de respuesta	< 15 segundos
Rango de temperatura continua	-20° C a 45° C
Rango de humedad	0 - 90%
Rango de presión	13 - 16 psi
Oxígeno requerido	1% por volumen mínimo
SENSOR PARA DIOXIDO DE AZUFRE	
Tipo	
Rango de medición	0 - 20 ppm
Mínima concentración detectable	0.1 ppm
Precisión	+/- 10% de la escala total
Tiempo de respuesta	< 10 segundos
Rango de temperatura de operación	-20° C a 45° C
Rango de humedad de operación	0 - 90%
Rango de presión	13 - 16 psi
Oxígeno requerido	1% por volumen mínimo

SISTEMA DE DETECCION DE GASES

TRANSMISOR INFRA-ROJO	
Sistema de muestreo	Difusión
Material de la carcaza	Metal alloy
Requerimientos para montaje	Tubería conduit
Tiempo de respuesta	<5 segundos
Rango de temperatura de operación	-20° C a 50° C
Rango de humedad de operación	0 - 99% HR
Rango de presión	13 - 16 psi
Máximo consumo	3.0 Wattios
Salidas análogas	4 -20 mA 400 OHM max. De Impedancia
Máxima longitud de cable	2.000 ft
Dimesiones aprox. em mm.	Alto: 230 Ancho: 155 profundidad: 125
Peso aprox. kgs	2.2
TRANSMISOR EXPLOSION PROOF	
Sistema de muestreo	Difusión
Material de la carcaza	Conduleta de aluminio
Requerimientos para montaje	Tubería conduit
Tiempo de respuesta	<5 segundos
Rango de temperatura de operación	-20° C a 50° C
Rango de humedad de operación	0 - 99% HR
Rango de presión	13 - 16 psi
Máximo consumo	3.0 Wattios
Salidas análogas	4 -20 mA 400 OHM max. De Impedancia
Máxima longitud de cable	2.000 ft
Diemnsiones aprox. mm.	Alto: 230 Ancho: 155 Profundidad: 125
Peso aprox. Kgs.	2.0
CONTROLADOR	
Encerramiento	NEMA 4X
Requerimientos para montaje	Montaje sobre pared y tubo conduit.
Potencia de entrada	100/130 VAC 60 Hz UPS 3 Servicios generales
Fusibles	AC 0.75 Amp. DC2.5 Amp.
Relay de salidas	6 A/ 24 VDC, 6 A/ 120 VAC, 3 A/240 VAC
DC entrada	12 a 16 VDC 1 Amp Max.
Consumo máximo	60Wattios
Rango de temperatura de operación	32° F a 104° F
Rango de humedad de operación	0 a 95% HR
Dimensiones aprox. en mm.	Alto: 320 Ancho: 270 profundidad: 160

INTERRUPTOR DIFERENCIAL DE PRESION

Voltaje de entrada	110 V
Rango de calibración	-5.0" a 5.0"1 W.C. ajustable
Resolución	0.01" W.C.
Conexiones de aire	1/4" OD tubo plástico flexible
Panel indicador de luces	un led rojo y un led verde
Display	LCD de 0.5" de ancho, 3 dígitos
Salida de alarma	Relay SPDT, con contactos de 5 amp. A 120 voltios
Salidas analogas	3
Potencia max. De consumo	5 Wtatts
Encerramiento	NEMA 13
Ambiente límite de operación	32° a 120° F
Humedad relativa de operación	10% 90%
Posición de instalación	Horizontal
Aprobación	UL 94 V-1 / V2

UNIDAD DE CLIMATIZACIÓN

DATOS GENERALES	
Localización	Cuarto de control
Capacidad	540.000 Btu/Hr
Temperatura exterior	98 ° f
Temperatura de evaporación	45 ° f
Temperatura del aire saliendo del serpentín	55 ° f
Presurización del área acondicionada	0.1 IN de agua
Temperatura interior de bulbo seco	62 ° f
Temperatura interior de bulbo húmedo	70 ° f
Humedad relativa interior	50% +/-5
Volumen total de aire	18.945 cfm
Velocidad del aire saliendo del serpentín	1.200 fpm
Tipo de descarga	Vertical hacia arriba
Peso en operación aprox.	1.250 kgs.
Refrigerante	R - 22
Dimensiones aprox.en mts.	Frente 2.30 Fondo 2.85 Alto 2.95
Gabinete	lámina galvanizada doble pared calibre 16
Aislamiento térmico interior	Poliuretano 1"
SERPENTÍN	
Tubería	Cobre con aletas de aluminio tipo A
Filas/Aletas por pulgada	41791
Área frontal	35.0 ft2 Aprox
SECCIÓN VENTILADOR	
Tipo	Centrífugo (doble ancho doble entrada)
Presión estática externa en pulg. De agua	0.5
Transmisión	Poleas y correas
MOTOR	
Potencia	18 HP
Velocidad	1.750 r.p.m.
Voltios/Fases/Frecuencia	460/3/60
Conexión	"Y" Estrella
Aislamiento	Clase "F" tropicalizado
Devanado	Alambre de cobre
Ambiente de operación	Acido industrial y marino.
Tipo	TEFC
Marca	General Electric, Siemens,US Motors, Baldor
SECCIÓN DE CALEFACCIÓN	
Tipo	Tubo aleteado
Capacidad en BTU/H	120000
Capacidad en KW	35
Número de etapas	3
SECCIÓN HUMIDIFICADOR	
Ciclo	Automático
Capacidad en Lbs/HR	25.0
KW	10.0
SECCIÓN FILTROS	
Eficiencia	0,65
Tipo	Metálico lavable
Espesor	4"
CENTRO DE CONTROL UNIDAD DE CLIMATIZACION	
Contactores con protección térmica	AEG Colombiana, ABB, Celco, Merlin Gerin, Siemens, Westinghouse, General Electric
Breakers	Siemens, G.E. o Westinghouse
Controles de humedad relativa	alta y baja
Relé temporizador	1 - 5 minutos

UNIDAD DE CONDENSACIÓN

Capacidad	540.000 Btu/Hr
Peso aprox.	2.000 Kgrs.
Gabinete	Angulos y perfiles de hierro
Dimensiones aprox. en Mts.	Ancho: 0.85 Largo: 2.00 Alto: 1.00
COMPRESORES	
Tipo	Semiherméticos reciprocantes
Cantidad	2
Capacidad c/u	270.000 Btu/Hr
Velocidad	1.750 r.p.m.
Voltaje/fases/frecuencia	460/3/60
RLA	45 amps
LRA	1195 amps
Potencia	40 HP
CONDENSADORES	
Tipo	Carcasa y tubos
Carcasa	tubería acero carbón SA-53 o rolados de lámina
Normas	TEMA B o R
Código	ASME
Tubos	Cobre aleateado
Haz de tubos	Fijo a los cabezales
Placas tubulares	Acero carbón SA-515 Gr 70
Soportes y baffles	Acero tipo 304 o 316
Cabezales	Acero SA-516 Gr. 70
Conexiones	NPT hasta 3" y con brida ANSI 150 Lbs de 4"
Cantidad	2
Capacidad	270.000 Btu/h.
Número de pasos	3
Longitud aprox.	1.83 m
Diámetro	12"
Presión diseño	380 PSI lado casco
Presión de diseño	200 PSI lado tubos
Temperatura de entrada de agua	90 ° F
CENTRO DE CONTROL	
Controles de presión	alta y baja

BOMBA DE AGUA DE CONDENSACION

Servicio	Recirculación
Líquido	Agua limpia
Peso específico	1.0
Capacidad requerida	160 g.p.m.
Altura total	35 pies
Máxima presión de descarga	40 psi
Accionamiento	Eléctrico
Impulsor	Bronce SAE 40
Carcaza	Steel alloy
EJE	
Manquito del eje	Bronce SAE 40
Lubricación	Exterior
Tipo de sellamiento	Sello mecánico
Norma de fabricación	ANSI
MOTOR ELECTRICO	
Potencia	5.9 HP
R.P.M.	1750
V/C/F	460/60/3
Conexión	"Y" Estrella
Aislamiento	Clase "F" tropicalizado
Devanado	Alambre de cobre
Ambiente de operación	Acido industrial y marino.
Tipo	TEFC
Marca:	General Electric, Siemens, US Motor,

TORRE DE ENFRIAMIENTO

Capacidad	59.0 T.R.
Temperatura entrada de agua	95° F
Temperatura salida de agua	90° F
Temperatura bulbo húmedo	75° F
BHP	1.50
CFM nominales	11400
Nivel de ruido	69 dB a 1.5 mts.
Peso en operación	750 Kg.
Agua de reposición por pérdidas	1.4 gpm Aprox.
DIMENSIONES	
Altura	2.700 mm.
Ancho	1.600 mm.
Largo	1.600 mm.
CONEXIONES	
Suministro	3"
Retorno	4"
Drenaje	2"
Rebose	2"
Llenado	1"
Rotor	Aluminio extruido
Tipo	Axial
Aletas	Graduables
Acople	Directo
MOTOR	
Potencia	4.1 HP mínimo
Operación	vertical
Tipo	TEFC
Protección	IP-55
V/C/F	460/60/3
Conexión	"Y" Estrella
Aislamiento	Clase "F" tropicalizado
Devanado	Alambre de cobre
Ambiente de operación	Acido industrial y marino.
Marca:	General Electric, US Motor, Siemens, Baldor

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES CCM (FILTRO QUIMICO, TORRE DE ENFRIAMIENTO Y BOMBA AGUA CONDENSACION)

DIMENSIONES	
Altura	90"
Ancho	20"
Profundidad (para montaje de frente solamente)	16"
Ducto vertical para cables	
Altura	
Ancho	90"
Profundidad	4 5/8"
Sección	8"
Ducto horizontal para cables	35 pulg 2
Altura	9"
Profundidad	8"

UNIDAD AIRE ACONDICIONADO TIPO PAQUETE

DATOS GENERALES	
Localización	Cuarto de baterías CCB
Capacidad	36.000 Btu/Hr
Capacidad T.R.	3
Temperatura exterior	98 ° f
Temperatura de succión	45 ° f
Temp. de bulbo seco	74 ° F
Temp. de bulbo húmedo	62 ° F
Humedad relativa	55% +/- 5
Peso en operación aprox.	420 Lbs.
Refrigerante	R - 22
Dimensiones aprox.	Ancho 45" Largo 58" Alto 26"
Diámetro tuberías de cobre	Succión 7/8" L. Líquido 3/8"
Gabinete	lámina galvanizada calibre 18
MÓDULO DE CONDENSACIÓN	
COMPRESOR	
Tipo	Hermético reciprocante
Cantidad	1
Capacidad c/u	36.000 Btu/Hr
Velocidad	3.600 r.p.m.
Voltaje/fases/frecuencia	460/3/60
SERPENTIN	
Tubería	Cobre con aletas de aluminio
Filas/Aletas por pulgada	feb-16
Área frontal	8.5 ft2 Aprox
VENTILADORES AXIALES	
Cantidad	1
Flujo de aire	3.200 cfm
Potencia del motor	1/2 HP
Voltage / Fases / Frecuencia	460 V. / 3 Ph. / 60 Hz.
Marca	Siemens, G.E. o Westinghouse
Velocidad	1.100 r.p.m.
Diámetro del aspa	22"
Tipo de descarga	Vertical
Tipo de sellamiento	TEFC
CENTRO DE CONTROL	
Contactores con protección térmica	Telemecanique, Siemens, G.E. o Westinghouse
Breakers	Siemens, G.E. o Westinghouse
Controles de presión	alta y baja, de alta reseteable
Relé temporizador	1 - 5 minutos
MÓDULO DE ACONDICIONAMIENTO	
Configuración	Horizontal
Descarga	Horizontal
Válvula de expansión	3 T.R.
Volumen de aire	1574 CFM
AISLAMIENTO TÉRMICO INTERIOR	
Material	Aislante térmico poliuretano expand.
Espesor	1"
Protección contra erosión	Si
SERPENTÍN	
Tubería	Cobre con aletas de aluminio
Filas/Aletas por pulgada	2/14
Área frontal Pies cuadrados	5.2 Aprox.
VENTILADOR CENTRIFUGO	
Tipo	DADE (doble ancho doble entrada)
Diámetro	10"
Largo	8"
Cantidad	1
MOTOR	
Potencia	3/4 HP mínimo
Velocidad	1.750 r.p.m.
Voltios/Fases/Frecuencia	460 V./ 3Ph. / 60 Hz.
Marca	Siemens, G.E., Westinghouse
Tipo de sellamiento	TEFC
FILTROS PARA POLVO	
Tipo	Metálico lavable
Cantidad aprox.	4
Dimensiones aprox	14" X 20" X 2"

DUCTOS DE SUMINISTRO Y RETORNO DE AIRE

Norma de fabricación	SMACNA
Material	Lámina galvanizada
Soportes	Angulos y platinas de hierro pintados
Aislamiento térmico	Fibra de vidrio 1 ½" espesor (DUCT-WRAP)
COMPUERTAS REGULADORAS DE VOLUMEN	
Norma de fabricación	SMACNA
Material compuerta	Lámina galvanizada calibre 22
Material eje	Varilla galvanizada de 1/4"
Sistema giro	tipo bisagra
DAMPER MOTORIZADO	
Norma de fabricación	UL 555C
Material del marco	Lámina galvanizada calibre 20
Material de las aletas	lámina de aluminio calibre 24
Eje	Acero carbón
Rodamientos	Escualizables pillow block
Lubricación	Boquillas de engrase externas
MOTOR	
Operación	vertical
Acople	Directo
Tipo	Modutrol
Protección	IP-54
V/C/F	110/60/1
Aislamiento	Clase "F" tropicalizado
Devanado	Alambre de cobre
Ambiente de operación	Acido industrial y marino.

EXTRACTOR AXIAL CUARTO BATERIAS

Cantidad	1
Volúmen	220 cfm
Tipo gabinete	Circular
Diámetro	8"
Aspas	Aluminio
Velocidad	1.800 rpm
MOTOR	
Potencia	0.05 Kw
RPM	1.800
Operación	Horizontal
Acople	Directo
Tipo	TEFC
Protección	IP-54
V/C/F	110/60/1
Aislamiento	Clase "F" tropicalizado
Devanado	Alambre de cobre
Ambiente de operación	Acido industrial y marino.

EXTRACTOR AXIAL BAÑOS

Cantidad	2
Volúmen	150 cfm
Tipo gabinete	Circular
Diámetro	8"
Aspas	Aluminio
Velocidad	1.800 rpm
MOTOR	
Potencia	0.05 Kw
RPM	1.800
Operación	Horizontal
Acople	Directo
Tipo	TEFC
Protección	IP-54
V/C/F	110/60/1
Aislamiento	Clase "F" tropicalizado
Devanado	Alambre de cobre
Ambiente de operación	Acido industrial y marino.

SISTEMA DE PURGA DE HUMO Y FE-13

Cantidad	2
Volúmen	1.800 cfm
Tipo gabinete	Circular
Diámetro	12"
Aspas	Aluminio
Velocidad	1.800 rpm
Motor	
RPM	3.600
Operación	Horizontal
Acople	Directo
Tipo	TEFC
Protección	IP-54
V/C/F	110/60/1
Aislamiento	Clase "F" tropicalizado
Devanado	Alambre de cobre
Ambiente de operación	Acido industrial y marino.
Damper motorizado	2
Norma de fabricación	UL 555C
Material del marco	Lámina galvanizada calibre 20
Material de las aletas	lámina de aluminio calibre 24
Eje	Acero carbón
Rodamientos	Escualizables pillow block
Lubricación	Boquillas de engrase externas
Motor	
Operación	vertical
Acople	Directo
Tipo	Modutrol
Protección	IP-54
V/C/F	110/60/1
Aislamiento	Clase "F" tropicalizado
Devanado	Alambre de cobre
Ambiente de operación	Acido industrial y marino.
DUCTOS	
Norma de fabricación	SMACNA
Material	Lámina galvanizada
Aislamiento térmico	No requiere

CLASIFICACION ENCAPSULADO IP

Contra cuerpos sólidos I.P.	Contra los líquidos I.P.
<p>0  Sin protección</p>	<p>0  Sin protección</p>
<p>1  Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 50 mm</p>	<p>1  Protegido contra caídas verticales de gotas de agua</p>
<p>2  Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 12,5 mm</p>	<p>2  Protegido contra caídas de agua hasta 15° de la vertical</p>
<p>3  Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm</p>	<p>3  Protegido contra agua de lluvia hasta 60° de la vertical</p>
<p>4  Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm</p>	<p>4  Protegido contra proyecciones de agua en todas las direcciones</p>
<p>5  Protegido contra el polvo</p>	<p>5  Protegido contra lanzamiento de agua en todas las direcciones</p>
<p>6  Totalmente protegido contra el polvo</p>	<p>6  Protegido contra lanzamiento de agua similar a golpes de mar</p>
	<p>7  Protegido contra la inmersión</p>
	<p>8  Protegido contra efectos prolongados de inmersión bajo presión</p>

DETECTORES DE GAS FIJOS > LEL INFRARROJO

Detector de Gas sensor remoto GDS-48 con sensor SmartIR para Metano (CH₄) 0-100%LEL con cabeza sensora de acero inoxidable y a prueba de explosión (XP). Salida tipo puente (Wheatstone) 3 hilos.

Operating Voltage	Catalytic Bead: 2.0 VDC +/- 5% SmartIR Infrared: 4.5 VDC +/- 5% PID Detector: 4.0 VDC +/- 5%
Output	Bridge-style three-wire.
Temp Range	Catalytic Bead: -30°C to +70°C SmartIR Infrared: -30°C to +50°C PID Detector: -10°C to +50°C
Housing	Sensor head 316 stainless steel; junction box powder-coated aluminum.
Dimensions	Width 5.4" (137 mm), Height 8" (203 mm), Depth 5" (127 mm) Shipping weight 6.5 pounds (3 kg)
Approvals:	Sensor Head CSA certified for Div. 1 & 2 Groups B, C, D; Junction Box CSA certified for Div 1 & 2 Groups C, D.
Warranty	2 years on electronics and 1 year on sensors from date of purchase
Typical Sensor Life	5 years

DETECTORES DE GAS FIJOS > AMONIACO

Detector de Gas y Transmisor Honeywell Sieger Sensepoint para Amoniac (NH₃) 0-50 ppm con Sensor Tóxico Surecell M20. Salida de 4-20ma (2 hilos). Posee certificación ATEX/IECEX.

Ammonia (NH₃) 50/1000ppm	
Operating Temp	-20 to +40 °C
Operating Humidity	Continuous: 20 to 90% RH (non-condensing). Intermittent: 10 to 99% RH (non-condensing)
Storage Conditions	0 to 25 °C; 30 to 70% RH
Operating Pressure	90 to 110kPa
Warm-up Time	< 3 minutes
Response Time	T20 - T50 < 10 secs T90 < 65 secs
Supply	18 to 30VDC; 0.9W maximum
Signal Output	Loop powered 4-20mA
Linearity	< 5% fsd
Operating Life	18 months (typical)
Storage Life	6 months.
Stability (zero)	with time* < ±2% fsd / yr with temperature** < ±6% fsd with humidity < ±10% fsd
Stability (span)	with time* < ±20% fsd / yr with temperature*** < ±20% fsd with humidity < ±10% fsd
Weight	185g
Construc. Materials	Polyphenylene Sulphide (PPS)
I.P. (NEMA) Rating	IP65 (standard), IP67 (with weather protection fitted)
Certification Details (ATEX/ IECEx)	II 2 GD Ex d ia IIC T4 Gb Tamb -40°C to +65°C tb IIIC A21 IP67 T135°C Db Baseefa08ATEX0263X IECEX BAS08.0070X
Other Certifications	Russian: GOST
Applicable Standards	This product complies with the relevant CE standards including: EMC to EN50270, Flammable sensor to EN60079-29-1

DETECTORES DE GAS FIJOS > DIOXIDO DE AZUFRE

Detector de Gas y Transmisor Honeywell Sieger Sensepoint para Dióxido de Azufre (SO₂) 0-50 ppm con Sensor Tóxico Surecell M20. Salida de 4-20ma (2 hilos). Posee certificación ATEX/IECEX.

Sulfur Dioxide (SO₂) 15/50ppm	
Operating Temp	-15 to +40 °C
Operating Humidity	Continuous: 20 to 90% RH (non-condensing), Intermittent: 10 to 99% RH (non-condensing)
Storage Conditions	0 to 25 °C; 30 to 70% RH
Operating Pressure	90 to 110kPa
Warm-up Time	< 3 minutes
Response Time	T20 - T50 < 10 secs T90 < 90 secs
Supply	18 to 30VDC; 0.9W maximum
Signal Output	Loop powered 4-20mA
Linearity	< 5% fsd
Operating Life	18 months (typical)
Storage Life	6 months.
Stability (zero)	with time* < ±2% fsd / yr with temperature** < ±5% fsd with humidity < ±10% fsd
Stability (span)	with time* < ±2% fsd / yr with temperature*** < ±15% fsd with humidity < ±10% fsd
Weight	185g
Construc. Materials	Polyphenylene Sulphide (PPS)
I.P. (NEMA) Rating	IP65 (standard), IP67 (with weather protection fitted)
Certification Details (ATEX/ IECEX)	II 2 GD Ex d ia IIC T4 Gb Tamb -40°C to +65°C tb IIIC A21 IP67 T135°C Db Baseefa08ATEX0263X IECEX BAS08.0070X
Other Certifications	Russian: GOST
Applicable Standards	This product complies with the relevant CE standards including: EMC to EN50270, Flammable sensor to EN60079-29-1

DETECTORES DE GAS FIJOS > MONOXIDO DE CARBONO

Detector de Gas y Transmisor Honeywell Zareba para Monóxido de Carbono (CO) 0-200ppm. Incluye caja de conexión pre-cableada (1 roscado M20, 1 desmonte NPT de 3/4", 1 desmonte NPT de 1/2", 3 enchufes de cierre, placa de continuidad a tierra) y sensor de gas tóxico. Salida de 2 hilos de 4-20mA. Aprobado por ATEX.

General Specification					
Use	Low cost, fixed point gas detector for the protection of personnel and plant from flammable, toxic and oxygen gas hazards				
Detectable Gases					
Gas	Measuring Range			Operating Temperature*	
Ident. Name	1#	2	3	Min	Max
F Flammable	0-100% LEL			-40°C / -40°F	50°C / 122°F
O Oxygen	0-25% VOL			-15°C / 5°F	40°C / 104°F
C Carbon Monoxide*	0-200ppm	0-500ppm		-20°C / -4°F	50°C / 122°F
H Hydrogen Sulfide*	0-50ppm	0-20ppm	0-100ppm	-25°C / -13°F	50°C / 122°F
G Hydrogen	0-1000ppm			-5°C / 23°F	40°C / 104°F
L Chlorine	0-5ppm	0-15ppm		-20°C / -4°F	50°C / 122°F
S Sulfur Dioxide	0-15ppm	0-50ppm		-15°C / 5°F	40°C / 104°F
N Nitrogen Dioxide	0-10ppm			-15°C / 5°F	40°C / 104°F
A Ammonia	0-50ppm	0-1000ppm		-20°C / -4°F	40°C / 104°F
+ SureCut™ Sensing Technology	*Standard range			*Check certified temperature	
Construction					
Electrical	Flammable (0-100%LEL) 3 wire mV bridge 2.9-3.5V, 0.7W 200mA constant current		Toxic & Oxygen 2 wire loop powered 4-20mA (plus screen) 16-30Vdc, 0.9W	Junction Box Earth continuity plate BK4 terminal block (4 way) 4 x 0.5mm ² (20AWG) to 2.5mm ² (14AWG) 1 x M20, 1 x 3/4" NPT, 1x1/2" NPT	
Material	Polyphenylene Sulfide (PPS)		Polyphenylene Sulfide (PPS)	Fire retardant GFP	
Weight	190g		185g (205g oxygen)	600g	
Certification	Ex II 2 G D EExd IIC T6 T85 Deg C T _{amb} = -55°C to +55°C BAS98ATEX2156X SIRAD3ATEX1116X (Performance)		Ex II 2 G D EExd Ia IIC T4 T135 Deg C T _{amb} = -55°C to +65°C BAS98ATEX2157X	Ex II 2 G D EExe II T6 T85 Deg C T _{amb} = -40°C to +50°C SIRAD4ATEX3018	
Applicable Standards	This product complies with the relevant CE standards including: EMC to EN50270, Flammable to EN50054, Toxic to EN445544 (H ₂ S only)				
Environmental					
IP Rating	IP65 standard, IP66 with weather protection in accordance with EN60529:1992				
Operating Temperature	Dependent upon gas type and certification				
Operating Humidity Range	Continuous: 20-90%RH (non condensing), Intermittent: 10-99%RH (non condensing)				
Operating Pressure	90-110kPa				
Storage Conditions	Instrument: -40°C to +50°C (-40°F to +122°F)				

CUADRO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS

CRITERIOS	ALTERNATIVA No1	ALTERNATIVA No 2	ALTERNATIVA No 3
COSTOS	\$ 30.600.000	\$ 136.501.046	\$ 0
TIEMPO			
RIESGO	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Poca disponibilidad de Repuestos por tecnología obsoleta. ✓ Atrasos por impacto con otros proyectos que se están ejecutando en la misma área. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Que no exista compatibilidad tecnológica con la tecnología existente. ✓ Atrasos por impacto con otros proyectos que se están ejecutando en la misma área. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Deterioro de materiales y Equipos debido a la presencia de polvo, humedad y gases en el ambiente. ✓ Mayor probabilidad de incidente en las personas que laboran en el edificio por presencia de gases tóxicos. ✓ Afectación de la imagen de la empresa. ✓ Demandas civiles y penales por omisión ante la materialización de incidentes.
PREMISAS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El edificio de Control Central (CCB) actual con la entrada de la nueva Refinería quedara como una sala de control satélite enlazada con el nuevo Cuarto de Control Central de la Refinería 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El edificio de Control Central CCB actual con la entrada de la nueva Refinería quedara como una sala de control satélite enlazada con el nuevo Cuarto de Control Central de la Refinería. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El edificio de Control Central CCB actual con la entrada de la nueva Refinería quedara como una sala de control satélite enlazada con el nuevo Cuarto de Control Central de la Refinería.

RESTRICCIONES	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El sistema debe quedar habilitado antes de la visita de la aseguradora para la emisión de la nueva Póliza la cual se realizara en 30 de Enero de 2013. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El sistema debe quedar habilitado antes de la visita de la aseguradora para la emisión de la nueva Póliza la cual se realizara en 30 de Enero de 2013. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ N/A.
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Menor inversión al inicio del proyecto. ✓ Menor costo de la póliza de seguros. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mejora del sistema actual con tecnología Actualizada. ✓ Disponibilidad de Repuestos ✓ Menor costo de la póliza de seguros. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sin inversión
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Debido a que la mayoría de los equipos y materiales instalados en el proyecto inicial ya cumplieron su ciclo de vida es difícil disponer de repuestos en el mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mayor inversión al inicio del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mayor costo de la póliza de seguro. ✓ Se asume el riesgo de reclamaciones e indemnizaciones ante la ocurrencia de incidentes.

PRESUPUESTO DE ALTERNATIVA SELECCIONADA

CANTIDADES DE OBRA Y MATERIALES					
EDIFICIO CUARTO DE CONTROL CENTRAL					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
1	Sistema de detección de gases corrosivos, combustibles o tóxicos:				
1.1	Sensor y Transmisor infra-rojo de gases combustibles	un	1	\$ 4.145.400	\$ 4.145.400
1.2	Sensor y Transmisor electroquímico para amoniaco	un	1	\$ 3.092.400	\$ 3.092.400
1.3	Sensor y Transmisor electroquímico para dióxido de azufre	un	1	\$ 2.770.200	\$ 2.770.200
1.4	Sensor y Transmisor electroquímico para anhídrido sulfuroso	un	1	\$ 2.770.200	\$ 2.770.200
1.5	Controlador de cuatro canales	un	1	\$ 5.220.000	\$ 5.220.000
1.6	Kit de calibración para gases combustibles	un	1	\$ 520.200	\$ 520.200
1.7	Kit de calibración para Amoniaco	un	1	\$ 774.000	\$ 774.000
1.8	Kit de calibración para dióxido de azufre	un	1	\$ 531.000	\$ 531.000
1.9	Kit de calibración para anhídrido sulfuroso	un	1	\$ 531.000	\$ 531.000
2	Suiche de flujo de aire en ductos de suministro y retorno	Un	4	\$ 347.400	\$ 1.389.600
3	Controlador lógico programable PLC	Un	1	\$ 7.000.000	\$ 7.000.000
4	Controlador de la Unidad	Un	3	\$ 4.000.000	\$ 12.000.000
5	Supervisorio	Un	1	\$ 30.000.000	\$ 30.000.000
6	Mantenimiento Sistema interfase de alarmas y señales ind. de operación	Un	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
7	Montaje de equipos	Gb	3	\$ 3.000.000	\$ 9.000.000
8	Calibración, Pruebas y Puesta en Marcha	Gb	3	\$ 5.000.000	\$ 15.000.000
9	Filtro químico especial aire ext. 1.600 cfm DBS 404	u	3	\$ 1.080.000	\$ 3.240.000
10	Suiche diferencial de presión	u	1	\$ 178.200	\$ 178.200
	VALOR TOTAL SIN AIU				\$ 100.162.200
	A		25%		\$ 25.040.550
	I		2%		\$ 2.003.244
	U		8%		\$ 8.012.976
	VALOR TOTAL CON AIU				\$ 135.218.970
	IVA SOBRE UTILIDAD		16%		\$ 1.282.076
	VALOR TOTAL CON IVA				\$ 136.501.046

FORMATO EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS REQUERIDOS PARA OPERAR

TMR (Ecopetrol)	11,1%	EA. KUSD				
FASE DEL PROYECTO	1					
RIESGO BASE	Beneficios Económicos en KUSD					
Pérdidas y Costos sin Proyecto	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	0	1	2	3	4	5
Perdidas por disponibilidad y confiabilidad	\$ 33.333	\$ 33.333	\$ 33.333	\$ 33.333	\$ 33.333	\$ 33.333
Perdidas por infraestructura						
Perdidas por energía						
Otras pérdidas	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Perdidas Brutas (por equipo y falla)	\$ 33.333	\$ 33.333	\$ 33.333	\$ 33.333	\$ 33.333	\$ 33.333
Maxima probabilidad de ocurrencia	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Perdidas brutas *probabilidad de ocurrencia	\$ 333	\$ 333	\$ 333	\$ 333	\$ 333	\$ 333
Costos de mantenimiento	\$ 17	\$ 17	\$ 17	\$ 17	\$ 17	\$ 17
Costos de operación						
Costos de disposición						
Costos de parada						
Costos ambientales						
Otros Costos						
Flujo de caja	\$ 350	\$ 350	\$ 350	\$ 350	\$ 350	\$ 350
Flujo de caja con declinación	\$ 350	\$ 350	\$ 350	\$ 350	\$ 350	\$ 350
Declinación Anual de producción (porcentaje)	0%					
VPN Total Riesgo base sin Declinación	\$ 1.642					
VPN Total riesgo base con Declinación	\$ 1.642					
VPN Riesgo base	\$ 1.642					

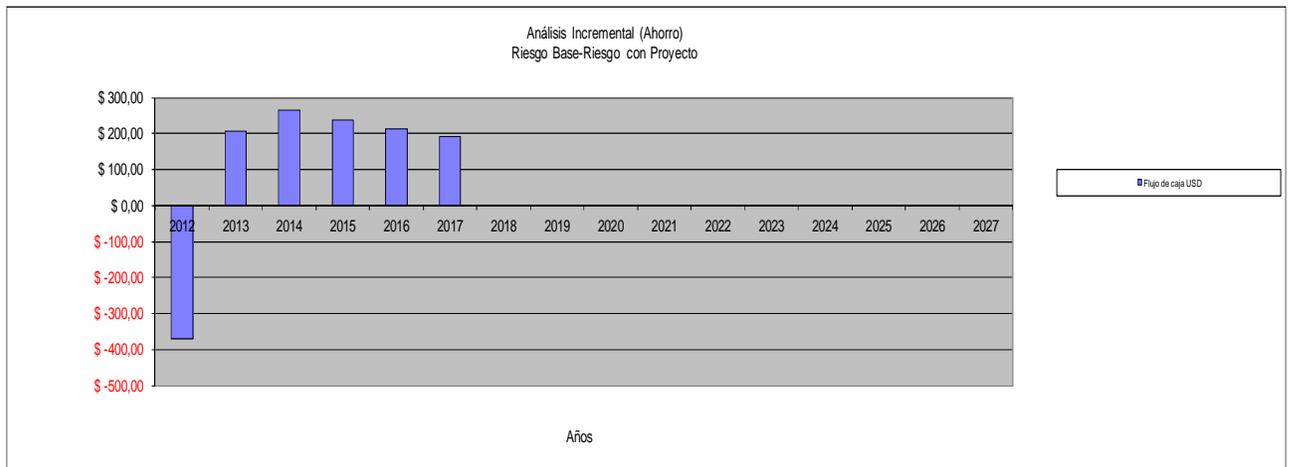
RIESGO CON PROYECTO	Inversiones en KUSD					
Inversion, Pérdidas y Costos con Proyecto	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	0	1	2	3	4	5
Diseño (Consultoría)						
Compras (Global para la actividad)						
Montaje (Global para la actividad)		\$ 56				
Interventoría	\$ 4,05	\$ 20,23				
AIU		\$ 19				
Bruto (Global para la actividad)	\$ 4	\$ 95	\$ 0	\$ 0		
Costo inicial de compra (Inversión inicial)	\$ 90					
Costos de mantenimiento	\$ 17	\$ 17	\$ 17	\$ 17	\$ 17	\$ 17
Costos de operación						
Costos de disposición						
Costos de parada						
Costos ambientales						
Otros Costos						
Perdidas por disponibilidad y confiabilidad	\$ 350	\$ 4	\$ 4	\$ 4	\$ 4	\$ 4
Perdidas por infraestructura						
Perdidas por energía						
Otras pérdidas						
Pérdidas Brutas (por equipo y falla)	\$ 350	\$ 4	\$ 4	\$ 4	\$ 4	\$ 4
FLUJO DE CAJA	\$ 722	\$ 119	\$ 24	\$ 24	\$ 24	\$ 24
VPN del Riesgo con proyecto	\$ 896					

Riesgo Base	1.642
Riesgo Alternativa (USD)	896
VPN Inversión Alternativa (USD)	90
VPN Costos de O&M (USD)	443

Relación Beneficio/Costo	8,30	
Análisis de Sensibilidad +	5,53	50%
Análisis de Sensibilidad -	12,77	-35%
Análisis de Sensibilidad Crítico	730%	

Riesgo base	\$ 350,33	\$ 315,33	\$ 283,83	\$ 255,47	\$ 229,95	\$ 206,97
Riesgo con proyecto	\$ 721,71	\$ 107,44	\$ 19,45	\$ 17,51	\$ 15,76	\$ 14,18
Análisis incremental	\$ -371,38	\$ 207,90	\$ 264,38	\$ 237,96	\$ 214,19	\$ 192,79

TIR	54%
Valor presente neto del análisis incremental	745,83



PERDIDAS POR DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD POR FALLA DE HVAC DEL CCB

Demanda afectación/ Persona (KUSD)	1.666,67
No de personas	20
Total demanda por la afectación a las persona en el CCB	33.333,33

Sueldo Promedio Mensual de los trabajadores en el CCB	\$ 8.000.000
Ingresos anuales Promedio	\$ 100.000.000
Tiempo estimado de Vida en Años	30
Nº Personas Laborando en el Edificio	20
Total devengado/Persona proyectado a 30 Años	\$ 3.000.000.000

PROMEDIO 2011 - 2012

Demanda Fatalidad por inhalación de gases Toxicos/Persona	KUS\$/DC
REFINERIA	1.666,67

COSTOS DE INTERVENTORIA

Fuente:

Recursos Interventoria

Gestoria Técnica

Recurso	Categoría	Unidad	Cantidad	Tiempo (meses)	Dedicación (%)	Vr. Unitario (Tarifa 2012)	FM	Vr. Parcial
Especialista Electronico	Profesional Junior	mes	1	12	50%	\$ 3.000.000,00	2,1	\$ 37.800.000,00
Computador		mes	1	12	20%	\$ 220.000,00	1,1	\$ 580.800,00
Avantel		mes	1	12	20%	\$ 287.970,00	1,1	\$ 760.241,00
								\$ 39.141.041,00
								IVA \$ 45.403.608,00
								DOLARES \$ 24.280,00

COSTO DE INTERVENTORIA AÑO KUSD		
AÑO	MESES	VALOR
2012	2	\$ 4
2013	10	\$ 20

DESCRIPCION					ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	DURACION
Mantenimiento sistema interfases de alarmas y señales indicadoras de operación					8	un	1,00	2,00
EQUIPOS			CANT	REND/DIA	TARIFA/DIA	VR.PARCIAL		
HERRAMIENTAS MENORES			1	0,500	20.000	40.000		
						40.000		
MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	VL.R. UNIT.	VR.PARCIAL		
FUNGIBLES Y CONSUMIBLES			GLB	0,020	20.000	400		
REPUESTOS			GLB	3,000	300.000	900.000		
						900.400		0 0 0
MANO DE OBRA	GRUPO	HH	CANT.	REND/DIA	SALARIO	VR.PARCIAL		
INGENIERO ELECTRON	CTA	8,00	0,5	0,50	336.000	336.000		
TECNICO ELECTRONIC	CTA	16,00	1	0,50	223.073	446.146		
								0,00
						782.146		
TRANSPORTE				PORCEN.		VR.PARCIAL		
				0,00%		0		
TRANSPORTE				0,00%		0		0
TOTAL COSTO DIRECTO							1.722.546	
ADMN.							20,00%	344.509
IMPREVISTOS							2,00%	34.451
UTILIDADES							8,00%	137.804
COSTO INDIRECTO							516.764	
COSTO TOTAL							2.239.310	

DESCRIPCION			ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	DURACION
Montaje de Equipos			9	un	3,00	6,00
EQUIPOS			CANT	REND/DIA	TARIFA/DIA	VR.PARCIAL
HERRAMIENTAS MENORES			1	0,500	20.000	40.000
Plataforma para trabajo en altura			1	0,500	250.000	500.000
						540.000
MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	VLR. UNIT.	VR.PARCIAL
FUNGIBLES Y CONSUMIBLES			GLB	0,020	20.000	400
						400
MANO DE OBRA	GRUPO	HH	CANT.	REND/DIA	SALARIO	VR.PARCIAL
INGENIERO ELECTRON	CTA	8,00	0,5	0,50	336.000	336.000
TECNICO ELECTRONIC	CTA	16,00	1	0,50	223.073	446.146
AYUDANTE TÉCNICO		16,00	1	0,50	105.500	211.000
						993.146
TRANSPORTE				PORCEN.		VR.PARCIAL
				0,00%		0
TRANSPORTE				0,00%		0
TOTAL COSTO DIRECTO						1.533.546
ADMON.						20,00% 306.709
IMPREVISTOS						2,00% 30.671
UTILIDADES						8,00% 122.684
COSTO INDIRECTO						460.064
COSTO TOTAL						1.993.610

DESCRIPCION			ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	DURACION
Calibración, Pruebas y Puesta en Marcha			10	un	3,00	5,00
EQUIPOS			CANT	REND/DIA	TARIFA/DIA	VR.PARCIAL
HERRAMIENTAS MENORES			1	0,600	20.000	33.333
EQUIPOS PARA CALIBRACION Y PUESTA			1	0,600	1.500.000	2.500.000
						2.533.333
MATERIALES			UNIDAD	CANTIDAD	VL.R. UNIT.	VR.PARCIAL
FUNGIBLES Y CONSUMIBLES			GLB	0,020	20.000	400
						400
MANO DE OBRA			GRUPO	HH	CANT.	REND/DIA
INGENIERO ELECTRON			CTA	13,33	1	0,60
TECNICO ELECTRONIC			CTA	13,33	1	0,60
						931.788
TRANSPORTE				PORCEN.		VR.PARCIAL
				0,00%		0
TRANSPORTE				0,00%		0
TOTAL COSTO DIRECTO					3.465.522	
ADMN.					20,00%	693.104
IMPREVISTOS					2,00%	69.310
UTILIDADES					8,00%	277.242
COSTO INDIRECTO					1.039.657	
COSTO TOTAL					4.505.178	

CUADRO DE INFORMACION BASICA	
ADMINISTRACION	0,2
IMPREVISTOS	0,02
UTILIDADES	0,08
TOTAL A.I.U.	0,3
POLIZAS Y SEGUROS	
TRANSPORTE	
I.V.A	0
PROPONENTE	
PROYECTO	
CLIENTE	ECOPETROL S.A.
OBRA	
PROYECTO	
HORAS DIARIAS	8
DOLLAR	
IMPUESTOS	0,15
LEGALIZACIÓN	0,02

Gestoria Técnica

Recurso	Categoría	Unidad	Cantidad	Tiempo (meses)	Dedicación (%)	Vr. Unitario (Tarifa 2013)	FM	Vr. Parcial
Especialista Electronico	Profesional Junior	mes	1	12	50%	\$ 4.800.000	2,1	\$ 60.480.000
Computador		mes	1	12	20%	\$ 220.000	1,1	\$ 580.800
Avantel		mes	1	12	20%	\$ 287.970	1,1	\$ 760.241

\$ 61.821.041,00

\$ 71.712.408,00

\$ 38.348,88

COSTO DE INTERVENTORIA AÑO KUSD		
AÑO	MESES	VALOR
2012	2	\$ 6
2013	10	\$ 32