

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
CERTIFICACION COMO PERITO EN RIESGO AMBIENTAL  
MODULO IV: CALCULO DE RIESGO AMBIENTAL  
DEL 3 AL 5 DE OCTUBRE DE 1994  
DIRECTORIO DE PROFESORES

ING. MARTINIANO AGUILAR RODRIGUEZ  
CONSULTOR INDEPENDIENTE  
NUBE 53  
COL. SAN JERONIMO  
10610 MEXICO, D.F.  
TEL. 595 32 20  
(COORDINADOR GENERAL)

ING. MIGUEL ALONSO CASTILLO HOIL  
JUBILADO POR LA COM. FED. DE ELECTRICIDAD  
SILVESTRE AGUILAR VARGAS 200  
COL. CONSTITUCION DE 1917  
09270 MEXICO, D.F.  
TEL. 691 80 20

ING. FRANCISCO ESCALANTE M.  
ASESOR EN CONTROL DE CONTAMINACION  
AMBIENTAL  
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
CALLE IZTAPAN DEL ORO 276  
COL. LA ROMANA  
54030 TLALNEPANTLA, EDO. DE MEXICO  
TEL. 565 63 78, 565 37 38

ING. ALEJANDRO GRACIAN GASCA

41. Jesús Josafat Romero Gascón  
Auditor  
AMC de Contmainación, S.A.  
Extremadura 149-C  
Col. Insurgentes mixcoac  
03920 México, D.F.  
Tel. 598 47 45
42. I.Q. José Ramón Solorio Torres  
Director técnico  
Calderas y servicios ambiental, S.A.C.V.  
5 de mayo No. 19  
Col. Sta. cruz atoyac  
03310 México, D.F.  
Tel. 605 10 27
43. Ing. Ernesto Taméz Escamilla  
Dueño  
Advance communications de México, S.A.C.V.  
Libertad 1822  
Col. Roma  
64700 Monterrey, Nuevo León  
Tel. 358 22 20
44. Ma. Antonieta Tejeda Muñoz  
Profesor  
UNAM.  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.  
Tel. 681 14 32
45. IQI. Alejandro Tello Miranda  
Auditor seguridad  
Pemex Gas y Petroquímica Básica  
Marina Nacional 329  
Col. Huastec  
11311 México, d.f.  
Tel. 531 60 42
46. Ing. Bernardo Tirado Juárez  
Académico  
UNAM  
Ciudad Universitaria  
04510 México, D.F.
47. Biol. José Antonio Torales Esquivar  
Consultor permanente  
Idein, Proyectos y ecología, S.A.C.V.  
Playa Copacabana 193  
Col. Militar Marte  
08830 México, D.F.  
Tel. 227 72 79 Pin, 531 99 39
48. Q. Carlos S. Valádez Sánchez  
Profesor  
FES Zaragoza  
Av. Guelatao 66  
Col. Ejército de Oriente  
09230 México, D.F.  
Tel. 539 91 30
49. IQ. Alberto Vanegas Mancilla  
Gerente Administrativo  
Aimex ingeniería y construcción, S.A.C.V.  
Tlalpan 1634  
Col. Ermita  
03590 México, D.F.  
Tel. 674 08 21
50. Ing. Alfredo Yáñez Baéz  
Gerente de Proyectos  
Aimex, Ing. y Const., S.A.C.V.  
Tlalpan 1634  
Col. Ermita  
03590 México, D.F.  
Tel. 674 19 55

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA  
CURSOS ABIERTOS  
**CERTIFICACION COMO PERITO EN RIESGO AMBIENTAL**  
**MODULO IV: CALCULO DE RIESGO AMBIENTAL**  
Del 3 al 5 de octubre de 1994.

FECHA	HORARIO	TEMA	PROFESOR
Lunes 3	17 a 21 hrs.	Taller de cálculo de evaluación de riesgo ambiental	Ing. Miguel A. Castillo H. Ing. Alejandro Gracian Gasca
Martes 4	17 a 21 hrs.	Taller de cálculo de evaluación de riesgo ambiental	Ing. Alejandro Gracian Gasca Ing. Francisco Escalante M.
Miércoles 5	17 a 21 hrs.	Taller de cálculo de evaluación de riesgo ambiental	Ing. Francisco Escalante M. Ing. Martiniano Aguilar Rdz.



1.- ¿LE AGRADO SU ESTANCIA EN LA DIVISI3N DE EDUCACION CONTINUA?

SI	NO
----	----

SI INDICA QUE "NO" DIGA PORQUE.

2.- MEDIO A TRAVES DEL CUAL SE ENTERO DEL CURSO:

PERIODICO EXCELSIOR		FOLLETO ANUAL		GACETA UNAM		OTRO MEDIO	
PERIODICO EL UNIVERSAL		FOLLETO DEL CURSO		REVISTAS TECNICAS			

3.- ¿QUE CAMBIOS SUGERIRIA AL CURSO PARA MEJORARLO?

---

---

4.- ¿RECOMENDARIA EL CURSO A OTRA(S) PERSONA(S)?

SI		NO	
----	--	----	--

5.- ¿QUE CURSOS LE SERVIRIA QUE PROGRAMARA LA DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.

---

---

6.- OTRAS SUGERENCIAS:

---

---



FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CERTIFICACION DE PERITOS EN RIESGO AMBIENTAL.  
MODULO IV: CALCULO DE RIESGO AMBIENTAL.

TALLER DE CALCULO DE EVALUACION DE RIESGO  
AMBIENTAL.

SEPTIEMBRE 1994.

### **XIII.- TALLER DE CALCULO DE EVALUACION DE RIESGO AMBIENTAL.**

#### **ANÁLISIS DE UN CONJUNTO DE SISTEMAS ELEMENTALES POR DIFERENTES METODOS.**

##### ***OBJETIVOS.***

Las cuestiones que un analista de riesgos debe resolver cuando evalúa la confiabilidad de un sistema real son varias. Entre estas debe estar la elección del método que debe utilizar para ese propósito particular, es decir debe decidir si construye un árbol de fallas, un árbol de causas, o un árbol de consecuencias, una check list, un análisis de modo de falla y efectos o una combinación de métodos.

En este taller se utilizara deliberadamente un ejemplo simplificado con objeto de lograr los siguientes objetivos:

- Ilustrar las ventajas y desventajas mayores de los métodos descritos en la parte XI Análisis, Evaluación y Gestión de Riesgo Ambiental de este curso; algunas dificultades podrán ser mas aparentes que otras.
- Mostrar que los varios métodos dan el mismo resultado pero en muy diferente forma.

##### ***PRESENTACION DEL SISTEMA***

El equipo industrial considerado se usa para enfriar ácido nítrico antes de que entre a un reactor químico. Este ejemplo se ha utilizado con éxito para propósitos de entrenamiento.

##### ***DESCRIPCION GENERAL***

El equipo estudiado se considerara como un sistema hecho de sistemas elementales; este equipo se muestra en la Fig. 1.

La temperatura de salida del ácido nítrico T2 está controlada por una válvula de control en el sistema de agua de enfriamiento; adicionalmente se provee un sistema de seguridad para contrólár la alimentación de ácido nítrico si el régimen de flujo de agua es insuficiente.

Esencialmente el sistema se provee para mantener el valor de la temperatura T2 del ácido nítrico dentro de un rango aceptable. Una vez que la función principal del sistema se ha formulado claramente la condición degradada se puede definir como "falla a mantener la temperatura T2 dentro de un rango aceptable".

Un análisis preliminar de riesgo ha mostrado que una temperatura excesiva en el reactor podría resultar en una explosión, el evento indeseable obvio es "excesiva elevación en la temperatura T2".

En el caso de sistemas más complejos que cumplen varias funciones o interactúan con otros sistemas, el inventario de eventos indeseables no siempre es así de fácil. El razonamiento deductivo no es suficiente y se requiere un método para ayudar a la identificación de estos eventos.

Para clarificar la forma de operación y diseño del sistema y especifican los siguientes puntos.

El sistema está alimentado por un sistema de alimentación de ácido nítrico cuya temperatura y régimen de flujo pueden ser modificados, esto es, la temperatura de entrada y el régimen de flujo pueden incrementarse, resultando en una elevación en la temperatura T2 del ácido nítrico. Después de un pequeño disturbio "normal" pueden ocurrir dos tipos de cambio en las condiciones de entrada.

a) Incremento moderado en el régimen de flujo o temperatura: el sistema de control tiene suficiente tiempo para mantener la temperatura T2 dentro de un rango aceptable; esto se conoce como "elevación corregible en la temperatura T2".

b) Incremento significativo en el régimen de flujo o temperatura: el sistema de control no tiene suficiente tiempo para mantener la temperatura T2 dentro de un rango aceptable aún si la válvula V2 abre completamente. Estas condiciones se consideran excepcionales y se refieren como "no corregibles" de elevación de temperatura T2.

La válvula de control V2 abre o cierra en cumplimiento a los comandos del sistema de control; bajo condiciones normales esta válvula se considera que está abierta a la mitad.



Se considera que el sistema opera continuamente: se supone que cierra después de que se detecta cada falla y las transiciones a condiciones de no riesgo se toman en cuenta, sin embargo, se considera que el sistema continúa operando después de la pérdida de suministro eléctrico de 220 volts y 48 volts.

La tarea del operador se restringe a monitorear y controlar las operaciones. En el evento de una elevación en la temperatura del ácido nítrico (ya sea que la elevación sea corregible o no corregible) el operador no tiene tiempo de tomar acción. Bajo condiciones normales de operación, el operador chequea periódicamente los sistemas de control y seguridad. En estas ocasiones el operador puede dejar el controlador de temperatura en el modo de operación manual de forma que este controlador es incapaz de responder a la elevación de la temperatura del ácido nítrico.

### ***DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS ELEMENTALES.***

En el caso presente hay cinco sistemas elementales como se muestra en la Fig.

El sistema de ácido nítrico, sistema elemental S1, que comprende principalmente lo siguiente:

- a) Válvula V1 operada con motor de conectada-desconectada (parte mecánica y motor).
- b) Tubos del cambiador de calor. Este es un cambiador de calor tubular de doble pared a contra flujo. El flujo de ácido nítrico en los tubos es a una presión abajo de el agua de enfriamiento.

Para simplicidad del caso la tubería no será analizada.

Sistema de agua o sistema elemental S2 que comprende principalmente lo siguiente:

- a) Bomba de circulación operada con motor.
- b) Válvula de control operada con aire (parte mecánica y aire de control).
- c) Carcasa del cambiador de calor.

Sistema de seguridad o sistema elemental S3 que comprende lo siguiente:

- a) Medidor de flujo e instrumentación asociada.
- b) Relevador del circuito de cierre de la válvula V1 en el régimen bajo flujo de agua de umbral. El "régimen bajo flujo de agua" de umbral se define como sigue:

Conforme el régimen de flujo de agua permanece arriba de éste umbral los valores normales de temperatura de ácido nítrico no pueden solos llevar a una temperatura excesiva T2.

El sistema de control o sistema elemental S4 que está compuesto por lo siguiente:

- a) El sensor de temperatura que registra la temperatura T2 y envía una señal eléctrica al controlador.
- b) El controlador que ordena a la válvula V2 abrir o cerrar.

Sistemas auxiliares o sistema elemental S5, que agrupa los siguiente:

- a) Suministro de energía eléctrica que incluye lo siguiente:

Sistema de 6.6 kV que alimenta al motor de la bomba de agua de circulación.

Sistema de 220 volts que alimenta al motor de la válvula V1.

Sistema de 48 volts que alimenta al medidor de flujo y a la instrumentación asociada, al circuito del relevador del sistema de seguridad y al sistema de control.

- b) Suministro de aire comprimido de control para la válvula de control V2
- c) Alimentación de agua que asegura una presión de succión adecuada para la bomba de circulación impulsada por motor.
- d) Alimentación del ácido nítrico.

El ambiente o sistema elemental S6. El sistema S6 cubre todas las condiciones ambientales las cuales si varían significativamente pueden afectar la operación de los sistemas mencionados (por ejemplo un cambio significativo en la temperatura externa producida por fuego).

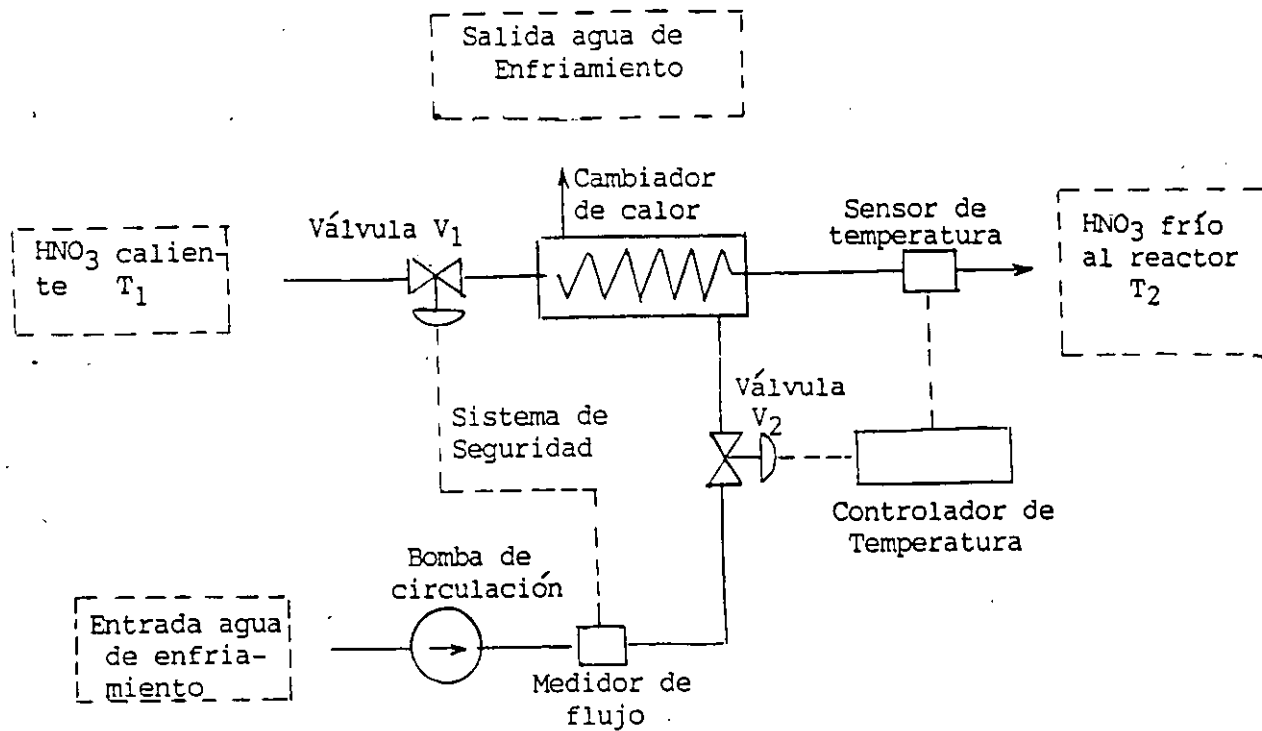


FIG. 1 .- ARREGLO DEL SISTEMA

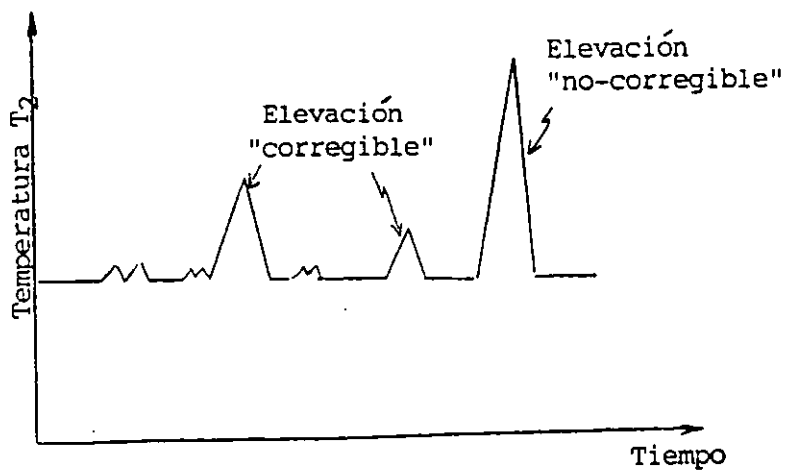


FIG. 2 .- VARIACION DE LA TEMPERATURA T<sub>2</sub> DEL ACIDO NITRICO

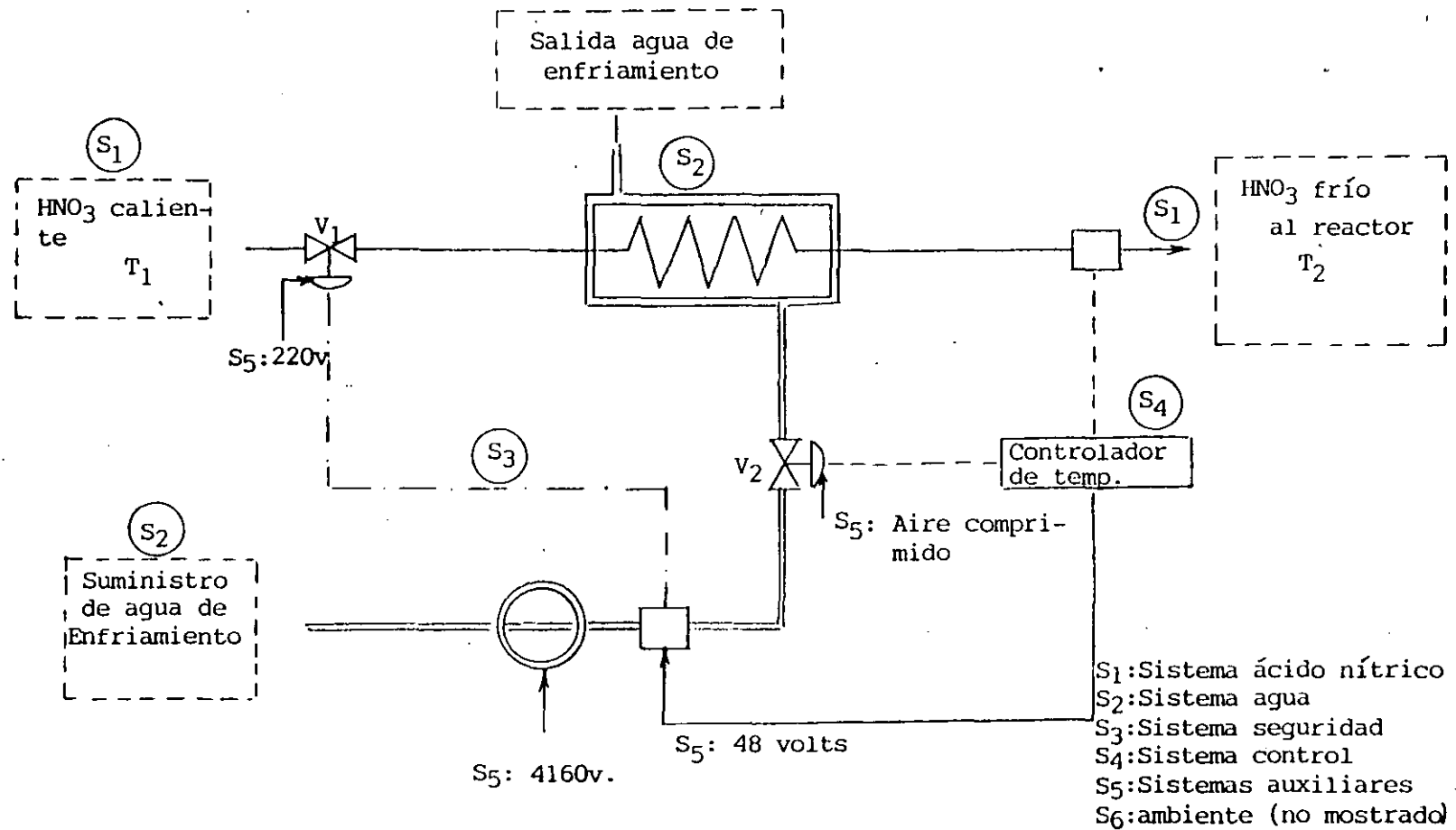


FIG. 3 .- SISTEMA DESAGREGADO EN SISTEMAS ELEMENTALES

ANALISIS DE MODO DE FALLA Y EFECTOS (AMFE) DE SISTEMA ELEMENTAL

SISTEMA ELEMENTAL: \_\_\_\_\_

Identificación de componente (código de identificación, nombre, tipo, localización).	Funciones, Estado	Modos de Falla	Posibles causas de Falla (internas o externas)	Efectos en el Sistema elemental	Efectos en otros sistemas elementales	Observaciones

7



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

CERTIFICACION DE PERITOS EN RIESGO AMBIENTAL

MODULO IV:  
CALCULO DE RIESGO AMBIENTAL

ANALISIS DE MODO DE FALLA Y EFECTO (AMFE) DE SISTEMA ELEMENTAL

ING. FRANCISCO ESCALANTE

ANALISIS DE MODO DE FALLA Y EFECTOS (AMFE) DE SISTEMA ELEMENTAL

SISTEMA ELEMENTAL: \_\_\_\_\_

Identificación de componente (código de identificación, nombre, tipo, localización).	Funciones, Estado.	Modo de Falla	Posibles causas de falla (internas o externas)	Efectos en el Sistema elemental.	Efectos en otros sistemas elementales.	Observaciones

ANALISIS DE MODOS DE FALLA Y EFECTOS de sistemas elementales

SISTEMA ELEMENTAL: S1 (sistema de acido nitrico)

IDENTIFICACION DE COMPONENTE (CODIGO, NOMBRE TIPO, UBICAC'N)	FUNCIONES, CONDICIONES	MODOS DE FALLA	POSIBLES CAUSAS DE FALLA. (CAUSAS INTERNAS/EXTERNAS)	EFECTOS SOBRE SISTEMAS ELEMENTALES	EFECTOS SOBRE OTROS SISTEMAS ELEMENTALES	OBSERVACIONES
<p>Nombre: VALVULA V1</p> <p>Tipo: VALVULA MOTO- RIZADA ON-OFF</p>	<p>Funcion: AISLAR LA LINEA DE ALIMENTACION DE ACIDO NITRICO, -- CUANDO EL FLUJO DE AGUA ES INSUFICIENTE</p> <p>Condiciones: Abierta bajo Conds.normales de operacion</p> <p>cerrada mientras tenga señal de bajo flujo de agua</p>	<p>cierre inadvertido</p> <p>falla en cerrar</p>	<p>*defecto mecanico</p> <p>*defecto electrico</p> <p>*defecto del control</p> <p>*defecto inducido de S3</p> <p>*defecto Mec.</p> <p>*defecto Elec.</p> <p>*defecto del control</p> <p>*defecto inducido de S3</p> <p>*falta de aliment.48V (S5)</p> <p>*falta de Aliment.380V(S5)</p>	<p>interrupcion de flujo de acido nitrico</p> <p>V1 falla en cerrar por flujo de agua insuficiente, subida de T2 incorregible por el sistema de control</p>	<p>sistema de control (S4) requerido para abrir valvula V2</p>	<p>al fallar suministro de 48V se pierde sistema de seguridad y el sistema de control (V1 y V2 permanecen como estan)</p>



ANALISIS DE MODOS DE FALLA Y EFECTOS de sistemas elementales

SISTEMA ELEMENTAL:

S1 (sistema de acido nitrico)

continuacion

IDENTIFICACION DE COMPONENTE (CODIGO, NOMBRE TIPO, UBICAC'N)	FUNCIONES, CONDICIONES	MODOS DE FALLA	POSIBLES CAUSAS DE FALLA. (CAUSAS INTERNAS/EXTERNAS)	EFECTOS SOBRE SISTEMAS ELEMENTALES	EFECTOS SOBRE OTROS SISTEMAS ELEMENTALES	OBSERVACIONES
<p>Nombre: INTERCAMBIADOR DE CALOR (tubos de intercambiador de calor)</p> <p>Tipo: doble pared</p>	<p>Funcion: circulacion y enfriamiento del acido nitrico antes de que entre al reactor</p>	<p>fuga interna</p> <p>obstruccion</p> <p>disminuye el enfriamiento</p>	<p>falta de hermeticidad (corrosion, vibraciones, soldadura defectuosa,..)</p> <p>cuerpo extraño sedimentos</p> <p>incendio en el cuarto del intercambiador de calor</p>	<p>entra agua en tubos, reaccion violenta Elevacion en T2 incorregible por sistema de control</p> <p>reduccion de dosificacion acido nitrico</p> <p>interrupcion de flujo de acido nitrico</p>	<p>debe operar el Sist. de Cont. S4, abriendo valvula V2</p> <p>debe operar el sistema de control S4</p>	

2

ANALISIS DE MODOS DE FALLA Y EFECTOS de sistemas elementales

SISTEMA ELEMENTAL: S2 (SISTEMA DE AGUA)

IDENTIFICACION DE COMPONENTE (CODIGO, NOMBRE TIPO, UBICAC'N)	FUNCIONES, CONDICIONES	MODOS DE FALLA	POSIBLES CAUSAS DE FALLA. (CAUSAS INTERNAS/EXTERNAS)	EFECTOS SOBRE SISTEMAS ELEMENTALES	EFECTOS SOBRE OTROS SISTEMAS ELEMENTALES	OBSERVACIONES
<p>Nombre: BOMBA</p> <p>Tipo: bomba motorizada</p>	<p>Funcion: circulacion de agua de enfriamiento</p>	<p>paro de bomba</p>	<p>*defecto Mec. *defecto Elec. (motor) *falta de aliment. 6.6V(S5)</p>	<p>interrupcion flujo de agua</p>	<p>debe operar el sistema de control S3, interrupcion de flujo de acido nitrico, debido a que V1 cierra (S2)</p>	<p>cuando S3 no opera; elevacion incorregible de T2</p>
<p>Nombre: VALVULA V2</p> <p>Tipo: Valvula de control neumatica</p>	<p>Funcion: regular flujo de agua segun Temp. de acido nitrico (T2)</p> <p>Condiciones: posicion regulada por S4; cuando falta aliment. 48V(S5) V2 permanece como esta</p>	<p>valvula permanece fija como esta</p> <p>cierre inadvertido</p>	<p>*defecto Mec. *defecto del control *defecto inducido (S4) *falta de corriente 48 V (S5)</p> <p>*defecto Mec. *defecto del control *falta del sistema neumatico de control (S5)</p>	<p>Flujo de agua permanece constante.</p> <p>interrupcion de flujo de agua</p>	<p>variaciones de Temp. de acido nitrico (T2) - s/control (S1) (particularmente: elevacion de T2 sin control)</p> <p>debe operar sistema de control (S3), interrupcion de flujo de acido nitrico por cierre de valvula V1 (S2)</p>	<p>Si S3 no opera hay aumento incorregible de</p>

ANALISIS DE MODOS DE FALLA Y EFECTOS (AMFE) de Siste Elementales

SISTEMA ELEMENTAL: S<sub>2</sub> (Sistema de Agua)

IDENTIFICACION DEL COMPONENTE (CODIGO, TIPO, NOMBRE, LOCALIZACION)	FUNCIONES, CONDICIONES	MODOS DE FALLA	CAUSAS POSIBLES DE FALLA (CAUSAS INTERNAS/EXTERNAS)	EFECTOS SOBRE EL SISTEMA ELEMENTAL	EFECTOS SOBRE OTROS SISTEMAS ELEMENTALES	OBSERVACIONES
Nombre: Cambiador de calor (carcasa)	Funcion Circulacion de agua de enfriamiento alrededor de los tubos	<ul style="list-style-type: none"> <li>.Apertura inadvertida</li> <li>.Fuga externa</li> <li>.Fuga externa</li> <li>.Taponamiento</li> <li>.Perdida de la funcion de enfriamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>.Fuego en la sala de instrumentacion (S<sub>6</sub>)</li> <li>.Defecto del control</li> <li>.Defecto inducido en S<sub>4</sub></li> <li>.Defecto sin fugas (defecto de soldadura)</li> <li>.Defecto sin fugas (corrosion, vibracion soldadura)</li> <li>.Cuerpo extraño</li> <li>.Fuego en la sala del cambiador de calor (S<sub>6</sub>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>.Aumento inadvertido del flujo de agua</li> <li>.Reduccion de flujo de agua no detectado por el medidor de flujo</li> <li>.Reduccion del flujo de agua no detectado por el medidor de flujo</li> <li>.Reduccion del flujo de agua de enfriamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>.Caida en T<sub>2</sub> (S<sub>1</sub>)</li> <li>.Elevacion en T<sub>2</sub> (S<sub>1</sub>), sistema de control requerido para operar (S<sub>4</sub>), apertura de valv. V<sub>2</sub> (S<sub>2</sub>), elevacion no corregible en T<sub>2</sub></li> <li>.Sistema de seguridad (S<sub>3</sub>) requerido para operar, interrupcion del flujo de acido nitrico debido a cierre de valv. V<sub>1</sub> (S<sub>1</sub>)</li> <li>.Sistema de control (S<sub>4</sub>) requerido para operar, apertura completa de valv. V<sub>2</sub> (S<sub>2</sub>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>.Solo se toma en cuenta una fuga significativa</li> <li>.Taponamiento parcial no se toma en cuenta por que tiene poco efecto</li> <li>.Se consideran incendios grandes que resultan en elevacion incontrolable de T<sub>2</sub></li> </ul>

ANALISIS DE MODOS DE FALLA Y EFECTOS (AMFE) de Sistemas Elementales

SISTEMA ELEMENTAL: S<sub>3</sub> (Sistema de Seguridad)

IDENTIFICACION DEL COMPONENTE (CODIGO, TIPO, NOMBRE, LOCALIZACION)	FUNCIONES, CONDICIONES	MODOS DE FALLA	CAUSAS POSIBLES DE FALLA (CAUSAS INTERNAS/EXTERNAS)	EFECTOS SOBRE EL SISTEMA ELEMENTAL	EFECTOS SOBRE OTROS SISTEMAS ELEMENTALES	
<p>Nombre Medidor de flujo</p> <p>Tipo Placa de orificio</p>	<p>Función Medición del flujo de agua</p>	<p>.Falla en la demanda (cuando se alcanza el umbral de bajo flujo)</p> <p>.Operación inadvertida</p>	<p>.Falla del sensor primario.</p> <p>.Pérdida de suministro de 48 volts (S<sub>5</sub>)</p> <p>.Sensor a la deriva</p>	<p>.Falla para detectar bajo flujo de agua</p> <p>.Detección espuria de bajo flujo de agua, sistema de seguridad requerido inadvertidamente para operar.</p>	<p>.Válvula V<sub>1</sub> (S<sub>1</sub>) no cierra cuando el flujo de agua es insuficiente, resultando elevación de T<sub>2</sub> no corregible.</p> <p>.Cierre de la válvula V<sub>1</sub> (S<sub>1</sub>), interrupción inadvertida del flujo de ácido nítrico.</p>	
<p>Nombre Circuito del relevador</p> <p>Tipo Electromecánico</p>	<p>Función Emisión de señal para válvula V<sub>1</sub> en bajo flujo de agua.</p>	<p>.Falla en la demanda</p> <p>.Operación inadvertida</p>	<p>.Falla primaria (defecto del relevador)</p> <p>.Pérdida de 48v. (S<sub>5</sub>)</p> <p>.Fuego en la sala de instrumentación (S<sub>6</sub>)</p> <p>.Defecto en el circuito del relevador</p>	<p>.Señal de bajo flujo de agua no transmitida</p> <p>.Señal para cerrar válvula V<sub>1</sub> emitida inadvertidamente</p>	<p>.Falla en cerrar de válvula V<sub>1</sub> (S<sub>1</sub>) cuando el flujo de agua es insuficiente, resultando elevación no corregible de T<sub>2</sub></p> <p>.Cierre inadvertido de V<sub>1</sub> (S<sub>1</sub>), e interrupción inadvertida del flujo de ácido nítrico</p>	<p>.Con fuego en la sala de instrumentación, cierra completamente la válv. V<sub>2</sub> y la válv. V<sub>1</sub> permanece abierta resultando en elevación no corregible de T<sub>2</sub></p>



ANALISIS DE MODOS DE FALLA Y EFECTOS (AMFE) de Sistemas Elementales

SISTEMA ELEMENTAL: S4 (Sistema de Control)

IDENTIFICACION DEL COMPONENTE (CODIGO, TIPO, NOMBRE, LOCALIZACION)	FUNCIONES, CONDICIONES	MODOS DE FALLA	CAUSAS POSIBLES DE FALLA (CAUSAS INTERNAS/EXTERNAS)	EFECTOS SOBRE EL SISTEMA ELEMENTAL	EFECTOS SOBRE OTROS SISTEMAS ELEMENTALES	OBSERVACIONES
Nombre Controlador	Función Ajuste de flujo de agua (usando válv. V <sub>2</sub> ) para temp. T <sub>2</sub> de ácido nítrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>.Falla para operar en demanda</li> <li>.Señal inadvertida de abrir valv. V<sub>2</sub></li> <li>.Señal inadvertida de cierre de valv. V<sub>2</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>.Defecto en sensor</li> <li>.Pérdida de energía de 48v. (S<sub>5</sub>)</li> <li>.Punto de ajuste a la deriva (ajuste equivocado del punto de ajustes)</li> <li>.Punto de ajuste a la deriva (ajuste equivocado del punto de control)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>.No hay señal para el sistema de control</li> <li>.Señal del controlador para abrir valvula V<sub>2</sub></li> <li>.Señal del controlador para cerrar valv. V<sub>2</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>.En bajo flujo de agua se alcanza el umbral, el sistema de seguridad (S<sub>2</sub>) es requerido para operar y se para el flujo de ácido nítrico</li> <li>.El flujo de agua permanece constante, no hay corrección por fluctuación de temp. T<sub>2</sub> (S<sub>1</sub>), y no hay corrección de elevación de T<sub>2</sub></li> <li>.Apertura de valv. V<sub>2</sub> (S<sub>2</sub>), incremento en flujo de agua de enfriamiento; temp. T<sub>2</sub> de ácido nítrico estabilizada abajo del valor normal</li> <li>.Cierre de válv. V<sub>2</sub> (S<sub>2</sub>), bajo flujo de agua de enfriamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>.Cuando se pierde suministro de 48v: se pierden sistema de control y sist. de seguridad (V<sub>1</sub> y V<sub>2</sub> permanecen como están)</li> <li>.En caso de aumento corregible en condiciones de ácido nítrico, no se corrige el riesgo.</li> </ul>

ANALISIS DE MODOS DE FALLA Y EFECTOS (AMFE) de Sistemas Elementales

SISTEMA ELEMENTAL: S4 (Sistema de control)

IDENTIFICACION DEL COMPONENTE (CODIGO, TIPO, NOMBRE, LOCALIZACION)	FUNCIONES, CONDICIONES	MODOS DE FALLA	CAUSAS POSIBLES DE FALLA (CAUSAS INTERNAS/EXTERNAS)	EFECTOS SOBRE EL SISTEMA ELEMENTAL	EFECTOS SOBRE OTROS SISTEMAS ELEMENTALES	OBSERVACIONES
		<ul style="list-style-type: none"> <li>. Falla de operar en demanda</li> <li>. Destruccion del sistema de control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Falla primaria del controlador</li> <li>. Error del operador (controlador dejado en posicion manual)</li> <li>. Perdida de 48v.</li> <li>. Fuego en la sala de instrumentacion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. No se envia senal valv. V2</li> <li>. Destruccion de S4, senal del controlador para cerrar valv. V2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. T2 (S1) se estabiliza a un valor arriba del normal cuando el flujo de agua alcanza el umbral, el sistema de seguridad (S3) es requerido para operar y se interrumpe el flujo de acido nitrico (S1)</li> <li>. El flujo de agua permanece constante; no hay correccion por fluctuacion de temp. T2 (S1)</li> <li>. Perdida de flujo de agua de enfriamiento (S2) falla de cerrar, resultando aumento en T2 no corregible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Solo se toman en cuenta desvios importantes para operar el sist. de seguridad; los otros desvios se suponen que resultan en temps. T2 aceptables</li> <li>. Cuando se pierde suministro de 48v: se pierde sist. de control y sist. de seguridad (V1 y V2 permanecen como estan)</li> </ul>

ANALISIS DE MODOS DE FALLA Y EFECTOS (AMFE) de Sistemas Elementales

SISTEMA ELEMENTAL: S5 (Sistemas Auxiliares)

IDENTIFICACION DEL COMPONENTE (CODIGO, TIPO, NOMBRE, LOCALIZACION)	FUNCIONES, CONDICIONES	MODOS DE FALLA	CAUSAS POSIBLES DE FALLA (CAUSAS INTERNAS/EXTERNAS)	EFECTOS SOBRE EL SISTEMA ELEMENTAL	EFECTOS SOBRE OTROS SISTEMAS ELEMENTALES	OBSERVACIONES
<p>Nombre Sistema de alimentacion de acido nitrico</p>	<p>Funcion Suministro de acido nitrico al reactor quimico</p>	<p>.Incremento moderado en el flujo de acido nitrico</p> <p>.Elevacion moderada en la temp. de acido nitrico corriente arriba</p> <p>.Incremento significativo en el flujo de acido nitrico</p>			<p>.Evaluacion en la temp. de acido nitrico <math>T_2</math> (<math>S_1</math>), corregible por el sist. de control (<math>S_4</math>); requerido para operar el sist. de control (<math>S_4</math>); apertura de valv. <math>V_2</math> (<math>S_2</math>)</p> <p>. Igual que arriba</p> <p>.Elevacion en la temp. de acido nitrico <math>T_2</math> (<math>S_1</math>) no corregible por el sistema de control</p>	

6



ANALISIS DE MODOS DE FALLA Y EFECTOS (AMFE) DE SISTEMAS ELEMENTALES

SISTEMA ELEMENTAL: S5 (Sistemas Auxiliares)

IDENTIFICACION DEL COMPONENTE (CODIGO, TIPO, NOMBRE, LOCALIZACION)	FUNCIONES, CONDICIONES	MODOS DE FALLA	CAUSAS POSIBLES DE FALLA (CAUSAS INTERNAS/EXTERNAS)	EFECTOS SOBRE EL SISTEMA ELEMENTAL	EFECTOS SOBRE OTROS SISTEMAS ELEMENTALES	OBSERVACIONES
Nombre Sistema de alimentacion de acido nitrico	Funcion Suministro de acido nitrico al reactor quimico	<p>.Incremento moderado en el flujo de acido nitrico</p> <p>.Elevacion moderada en la temp. de acido nitrico corriente arriba</p> <p>.Incremento significativo en el flujo de acido nitrico</p>			<p>.Elevacion en la temp. de acido nitrico T<sub>2</sub> (S<sub>1</sub>) corregible por el sist. de control (S<sub>4</sub>); requerido para operar el sist. de control (S<sub>4</sub>); apertura de valv. V<sub>2</sub> (S<sub>2</sub>)</p> <p>. Igual que arriba</p> <p>.Elevacion en la temp. de acido nitrico T<sub>2</sub> (S<sub>1</sub>) no corregible por el sistema de control</p>	

ANALISIS DE MODOS DE FALLA Y EFECTOS (AMFE) de Sistemas Elementales

SISTEMA ELEMENTAL: S<sub>5</sub> (Sistemas Auxiliares).

IDENTIFICACION DEL COMPONENTE (CDDIGO, TIPO, NOMBRE, LOCALIZACION)	FUNCIONES, CONDICIONES	MODOS DE FALLA	CAUSAS POSIBLES DE FALLA (CAUSAS INTERNAS/EXTERNAS)	EFECTOS SOBRE EL SISTEMA ELEMENTAL	EFECTOS SOBRE OTROS SISTEMAS ELEMENTALES	OBSERVACIONES
Nombre Sistema de agua de alimentación	Función Alimentación de agua al sist. de enfriamiento de ácido nítrico	.Elevación significativa en la temp. de ácido nítrico .Presion insuficiente			.Sistema de control (S <sub>4</sub> requerido para operar, apertura completa de válv. V <sub>2</sub> (S <sub>2</sub> 0). .Igual que arriba  .Reducción significativa en el flujo de agua (S <sub>2</sub> ), requerido para operar el sist. de seguridad (S <sub>3</sub> 0, interrupción del flujo de ácido nítrico (S <sub>1</sub> ))	
Nombre Sistema de aire de control	Función Suministro de aire comprimido a válv. V <sub>2</sub>	. Pérdida de presión			.Válv. V <sub>2</sub> (S <sub>2</sub> ) cierra completamente, sist. de seguridad requerido para operar, se para flujo de ácido nítrico (S <sub>1</sub> )	

ANALISIS DE MODOS DE FALLA Y EFECTOS (AMFE) de Sistemas Elementales

SISTEMA ELEMENTAL: S5 (Sistemas Auxiliares)

IDENTIFICACION DEL COMPONENTE (CODIGO, TIPO, NOMBRE, LOCALIZACION)	FUNCIONES, CONDICIONES	MODOS DE FALLA	CAUSAS POSIBLES DE FALLA (CAUSAS INTERNAS/EXTERNAS)	EFECTOS SOBRE EL SISTEMA ELEMENTAL	EECTOS SOBRE OTROS SISTEMAS ELEMENTALES	OBSERVACIONES
Nombre Sistema de 4.16 kv.	Función Suministro de energía al motor de la bomba	.Pérdida de sist. de 4.16 kv			.Paro de la bomba, paso de flujo de agua (S <sub>2</sub> ), sist. de seguridad requerido para operar, interrupción del flujo de ácido nítrico	.Si el sistema de seguridad falla de operar, habra una elevacion no corregible de T <sub>2</sub>
Nombre Sistema de alimentación de 220 volts	Función Suministro de energía al motor de la válvula V <sub>1</sub>	.Pérdida de alimentación de 220 volts			.La válvula V <sub>1</sub> permanece como esta	.La válvula V <sub>1</sub> (S <sub>1</sub> ) falla a cerrar cuando el flujo de agua es insuficiente, resultando en una elevación no corregible de T <sub>2</sub>
Nombre Sistema de suministro de 48 volts	Función Alimentación de energía a los sistemas de control y de seguridad	.Pérdida del suministro de 48 volts			.Pérdida de señal del sistema de control (S <sub>4</sub> ); la valv. V <sub>2</sub> (S <sub>2</sub> ) permanece como esta.  .Pérdida del sist. de seguridad (S <sub>3</sub> ); la válv. V <sub>1</sub> (S <sub>1</sub> ) permanece como esta.	. Hay una alarma "pérdida de 220 volts".  .Hay una alarma "pérdida de 48 volts"