



PROJECTE FINAL DE CARRERA PLANTA DE PRODUCCIÓ DE CARBARYL

UAB
Universitat Autònoma
de Barcelona

e **escola
d'enginyeria**


REIRC
Enginyers

Elena Badia Elías
Regina Carrión Montesinos
Raquel Font Rodríguez
Iván Martínez Monge
Carles Puigdemívol Ayala

6. Anàlisi HAZOP

ÍNDEX

6 ANÀLISI HAZOP	3
6.1 INTRODUCCIÓ.....	3
6.2 EL MÈTODE HAZOP	4
6.2.1 Introducció	4
6.2.2 Planificació de l'anàlisi.....	5
6.2.3 Desenvolupament i paraules guia	5
6.3 APLICACIÓ DEL MÈTODE HAZOP A LA PLANTA DE CARBARYL	9
6.3.1 Tanques d'emmagatzematge de MIC i neutralització	9
6.3.2 Sistema d'emmagatzematge de fòsfor	24
6.3.3 Reactor de formació de MIC	35
6.3.4 Reactor de formació de MCC	45
6.3.5 Reactor de formació de Carbaryl	52
6.3.6 Columna de refinat de MIC CD-401	61

6 ANÀLISI HAZOP

6.1 INTRODUCCIÓ

Segons el document NTP 238: *"Los análisis de peligros y de operabilidad en instalaciones de proceso"*, quan es parla d'una instal·lació de procés, aquesta s'associa a un sistema productiu o una part d'ell en el que intervenen substàncies químiques sotmeses a diferents processos físics i químics de transformació amb l'objectiu d'obtenir productes intermedis o acabats.

Com ja és sabut, qualsevol procés que tingui lloc en una planta de producció ha de ser desenvolupat en unes condicions de treball concretes on, la composició de les substàncies que hi intervenen, així com la pressió i la temperatura siguin paràmetres perfectament controlats en tot moment.

Tot i que les instal·lacions són dissenyades considerant un funcionament del sistema, cal que aquest sigui capaç d'afrontar situacions, relativament previsibles, que es desviïn de la normalitat sense que això sigui sinònim d'una situació de perill o risc per les persones i bens involucrats en la producció.

Aplicant l'anàlisi de risc en un procés de producció es poden plantejar variacions del sistema combinant fallades, fets i circumstàncies que donin lloc a accidents de diferents conseqüències. Estudiant-ne la seva capacitat de resposta, relacionada amb les característiques de la planta i els elements de seguretat, és possible garantir una resposta activa.

En base a l'experiència relacionada amb accidents dins de les instal·lacions de procés, el document proposa la classificació de les causes dels mateixos en tres grups diferenciats:

Fallades de components

- Disseny inapropiat davant de pressió interna, corrosió i temperatura.
- Fallades en bombes, compressors, agitadors...

- Fallades en sistemes de control.
- Fallades en sistemes de seguretat.
- Fallades en sistemes de juntes i connexions.

Desviacions en les condicions normals d'operació

- Alteracions incontrolades de paràmetres com la pressió o la temperatura.
- Fallades en l'addició manual de components químics.
- Refredament o aportació de calor insuficient.
- Tallada del subministrament elèctric.
- Absència de nitrogen.
- Fallades en la parada i la posta en marxa.
- Formació de subproductes, residus o impureses.

Error humans i d'organització

- Falta de coneixement de riscos i prevenció dels mateixos.
- Formació insuficient.
- Càrrega psíquica excessiva.

Tenint en compte els orígens d'accidents presentats, aquests es poden preveure i aplicar les mesures considerades més adients per a la seva prevenció. El mètode HAZOP és una de les eines utilitzada en la indústria per fer-ho.

6.2 EL MÈTODE HAZOP

6.2.1 Introducció

El mètode HAZOP (HAZard and OPerability studies) també conegut amb el nom de AFO (Anàlisi Funcional de Operabilitat) té el seu origen a Anglaterra durant l'època dels 60 on va ser dissenyat per aplicar-se de forma específica a les plantes de producció de pesticides per tal de preveure possibles situacions d'inseguretat.

L'anàlisi HAZOP és basa sempre en les desviacions previsibles del funcionament normal de la planta, estimant la probabilitat de que aquestes es produeixin així com el potencial de perillositat que aquestes generen.

El procediment és du a terme de forma sistemàtica amb l'objectiu d'identificar els perills i resoldre'ls.

6.2.2 Planificació de l'anàlisi

L'anàlisi HAZOP és aplicable tant a plantes que es troben ja en funcionament com en plantes que es troben en la seva fase de disseny més avançada ja que cal tenir els objectius i l'abast de l'anàlisi definits així com la informació necessària recollida.

És imprescindible disposar de la següent informació abans de començar:

- Descripció del procés juntament amb els balanços de matèria i energia.
- Perillositat de les substàncies químiques que participen en el procés.
- Diagrames de procés: lay out, P&D...
- Característiques i disponibilitat de serveis.
- Descripció dels sistemes d'emergència.
- instruccions i procediment de treball en les operacions de la planta.

Tot i que de forma general l'objectiu és identificar alteracions perilloses del procés, amb les fallades que les originen i les conseqüències que aquestes tenen, abans de començar, cal determinar si l'estudi es realitzarà de la instal·lació completa o bé es limitarà a aquelles, àrees, seccions o equips que es considerin més potencialment perillosos dins del procés.

Per últim és defineixen les conseqüències que es tindran en compte, danys a treballadors, pèrdues de producció, danys a les instal·lacions de la planta i als equips, impacte ambiental...

6.2.3 Desenvolupament i paraules guia

Un cop delimitat l'abast de l'estudi, en cadascuna de les àrees i/o equips seleccionats, cal identificar diferents nodes o punts clarament localitzats en el sistema on s'aplicarà la tècnica d'anàlisi. Cadascun d'aquests nodes estarà caracteritzat per uns valors determinats de les variables de procés com ara la temperatura, pressió, cabal, nivell...

De forma sistemàtica s'apliquen en els nodes definits les diferents paraules-guia combinades amb les variables de procés nombrades per tal de conèixer la possibilitat de que aquestes portin a un funcionament erroni del sistema o inclús a una situació de perill.

La taula següent recull les paraules-guia utilitzades pel mètode HAZOP així com el seu significat i alguns dels paràmetres de procés principals als que aquestes es poden aplicar:

Taula 6.2.3.1 Paraules-guia del mètode HAZOP, significat, paràmetres on s'apliquen i exemples.

PARAULA GUIA	SIGNIFICAT	PARÀMETRES DE PROCÉS	EXEMPLE DE DESVIACIÓ	EXEMPLE DE CAUSA
NO	No s'aconsegueixen les intencions previstes en el sistema.	Temperatura Pressió Nivell Reacció Composició Cabal	No hi ha cabal en una línia	Fallada d'una bomba, vàlvula tancada, fuga, obstrucció per sediments...
MÉS/ MENYS	Augment o disminució quantitativa sobre la intenció del sistema referida a quantitats de mesura.	Temperatura Pressió Nivell Cabal Velocitat Temps	Més cabal	Vàlvula encallada i oberta, lectura de flux incorrecte...
A MÉS DE	Augment qualitatiu. S'aconsegueixen les intencions desitjades i es realitza una acció addicional.	Mescla Addició Separació	A més d'escalfar el reactor s'escalfen altres elements	Embrutiment de l'intercanviador de calor, fallada en el regulador...
PART DE	Disminució qualitativa. tan tots s'aconsegueixen part de les intencions desitjades.	Composició Mescla	Part de la mescla són impureses	Entrada de contaminants, fallades en l'aïllament, productes de corrosió...
INVERSIÓ	S'obté l'acció contrària a la desitjada.	Cabal Pressió Composició Reacció	Inversió de la reacció	Bomba invertida, fallada en una vàlvula antiretorn...

EN COMPTES DE	No s'obté l'efecte desitjat i té lloc alguna cosa totalment diferent.	Freqüència Material Reacció Temps	En comptes de funcionar el sistema està parat	Arrancades i aprades del procés, fallades en l'energia o els serveis, operacions de manteniment i neteja, presa de mostres...
------------------------------	---	--	---	---

Després de definir les desviacions possibles en cadascuna de les variables del sistema a partir de les paraules-guia presentades, se'n identifiquen les possibles causes i conseqüències per tal d'aplicar una de les alternatives següents:

- Les conseqüències no comporten cap risc i es descarta la desviació.
- Les conseqüències comporten riscos menors o mitjans i cal considerar-les.
- Les conseqüències comporten riscos majors, cal considerar-les i analitzar-les mitjançant un mètode més detallat i quantitatiu que el de tipus HAZOP.

En el cas de que calgui considerar les conseqüències el següent pas serà determinar mesures correctores que evitin o pal·liïn les causes de les desviacions.

De forma resumida els passos que se seguiran en l'anàlisi HAZOP de la planta de producció de Carbaryl són els següents:

1. Breu descripció de la instal·lació estudiada.
2. Definició de l'objectiu i el seu abast.
3. Definició dels elements crítics o nodes d'estudi.
4. Definició de les desviacions per a cadascuna de les variables de procés a partir de les paraules-guia.
5. Identificació de les possibles causes de cada desviació.
6. Identificació de les conseqüències possibles de la desviació i el seu risc associat.
7. Determinació de les mesures correctores que eviten o pal·lien les causes de les desviacions.
8. Comprovació de que aquestes mesures existeixen i en cas contrari plantejar canvis en la instal·lació.

Finalment per a recollir la informació relativa a l'anàlisi realitzat en cada sistema s'omplirà una taula amb el format presentat a la pàgina següent:

Taula 6.2.3.2 Recull de la informació relativa a l'anàlisi d'una desviació estudiada.

Sistema d'anàlisi:					Anàlisi realitzat per:		
Localització del node:							
Data:							
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ	
Paraula guia utilitzada.	Variable involucrada en la desviació.	Descripció de la desviació.	Possibles causes de la desviació.	Descripció del que podria passar si es donés la desviació.	Control (preventiu o de reacció) que redueix la desviació	Les mesures existeixen o cal plantejar-les.	

6.3 APLICACIÓ DEL MÈTODE HAZOP A LA PLANTA DE CARBARYL

L'objecte del projecte realitzat per REIRC Enginyers és la fabricació del pesticida Carbaryl, conegut amb el nom comercial de SEVIN.

En qualsevol planta química els aspectes relacionats amb la seguretat, d'operaris i persones que treballen en el procés, població més propera, medi ambient, equips i producció... són una prioritat durant el desenvolupament del projecte. En aquest cas a més, tenint present la catàstrofe produïda anys enrere a la ciutat de Bhopal, a l'Índia on varen morir milers de persones, s'ha considerat imprescindible prestar especial atenció a aquesta part del disseny de les instal·lacions.

L'anàlisi de perills i operació realitzat ha estat el tipus HAZOP ja que va ser especialment pensat per a plantes de producció de pesticides i permet preveure possibles situacions de risc, estudiar-ne les seves causes, conseqüències i accions correctores necessàries per evitar o pal·liar-ne els efectes.

Dins de la totalitat de la planta, l'estudi s'ha focalitzat en aquells equips que treballen amb foscè i MIC degut a la seva elevada toxicitat, al mateix temps s'han prioritzat aquells sistemes més potencialment peril·losos:

1. Tancs d'emmagatzematge de MIC i el seu sistema de neutralització.
2. Tancs d'emmagatzematge de foscè.
3. Reactor de formació de MIC.
4. Reactor de formació de Carbaryl.
5. Reactor de formació de MCC.
6. Columna de destil·lació a 26 atmosferes CD-301.
7. Columna de refinat de MIC CD-401.

6.3.1 Tancs d'emmagatzematge de MIC i neutralització

Tenint en compte l'excepteional toxicitat del MIC i considerant que el seu emmagatzematge va ser la probable font de l'accident a Bhopal, els tancs que el contenen i el seu sistema de neutralització han estat els primers en ser analitzats amb

el mètode HAZOP per tal d'evitar en la major mesura possible que es repeteixi una situació similar.

Cal tenir present que l'ús d'aquests tancs es limita exclusivament a situacions en les que sigui imprescindible emmagatzemar una part o la totalitat del MIC produït, per exemple, si els reactors R-501 i R-502, on el MIC reacciona amb 1-naphtol, fallen, o qualsevol dels equips que es troben després de la torre de destil·lació no funciona correctament, aquest sistema de tancs és capaç de retenir el MIC produït mentre es fan les operacions de manteniment necessàries i el sistema de neutralització és capaç de fer desaparèixer tot el MIC sense que aquest arribi a l'atmosfera en forma de gas.

A continuació es presenta la informació relativa al HAZOP aplicat seguint els passos esmentats:

1. Descripció de la instal·lació

Els tancs d'emmagatzematge de MIC i el seu sistema de neutralització estan formats pels components següents:

- Tanc horitzontal d'acer inoxidable AISI 316L amb capacitat total de 43m^3 , capçals de tipus toriesfèrics i gruix de paret de 20mm.
- Sistema de refrigeració amb toluè a -10°C circulant per un serpenti interior que manté el tanc a una temperatura de 4°C .
- Atmosfera de nitrogen per mantenir el tanc inertitzat a 1 atmosfera de pressió.
- Boca d'home per on realitzar inspeccions i on es col·loquen les connexions i sensors del tanc.
- Dues connexions d'entrada, una de nitrogen i una des de procés per on entra el MIC a emmagatzemar, i dues de sortida, una de MIC cap a procés o cap al sistema de neutralització i una de gasos (nitrogen o MIC) per evitar sobrepressions amb una vàlvula de venteig.
- Cubeta de retenció que permet recollir tot el MIC de l'interior del tanc en cas de fuga i que el dirigeix cap a la zona de neutralització.
- Un control de Nivell encarregat de mantenir els tancs a un 24% de la seva capacitat d'ompliment total.

- Un control de pressió format per dos llaços, un acciona una vàlvula de venteig per evitar sobrepressions i l'altre deixa entrar nitrogen en el cas de que sigui necessari augmentar la pressió en el tanc.
- Un control de temperatura que actua sobre el cabal de toluè refrigerant del serpentí interior.
- Un disc de ruptura que dirigirà els gasos a l'àrea de neutralització en el cas de que el sistema de control de pressió no sigui capaç de mantenir estable aquesta variable.
- Una columna d'absorció de MIC gas amb dissolució aquosa de NaOH.
- Dos sistemes de control de les condicions de la columna d'absorció, un relacionat amb el cabal d'entrada de MIC gas i un relacionat amb la pressió dins de l'equip.
- Un tanc de mescla on es prepara la dissolució aquosa de NaOH que es introduïda a la columna AB-801 el qual disposa d'un control de nivell.
- Una torre de cremat per tal de fer desaparèixer la sortida gas de la columna d'absorció. Aquesta compta amb un control de cabal d'entrada per regular la quantitat de gas natural que cal utilitzar en la combustió.
- Una torre de venteig que evita l'emissió de MIC des de la columna d'absorció a l'atmosfera en una situació de sobrepressió en aquesta.
- Una mànega d'aigua amb la pressió suficient com per arribar fins a la sortida de la torre de venteig reaccionant amb el MIC per evitar-ne l'alliberació.

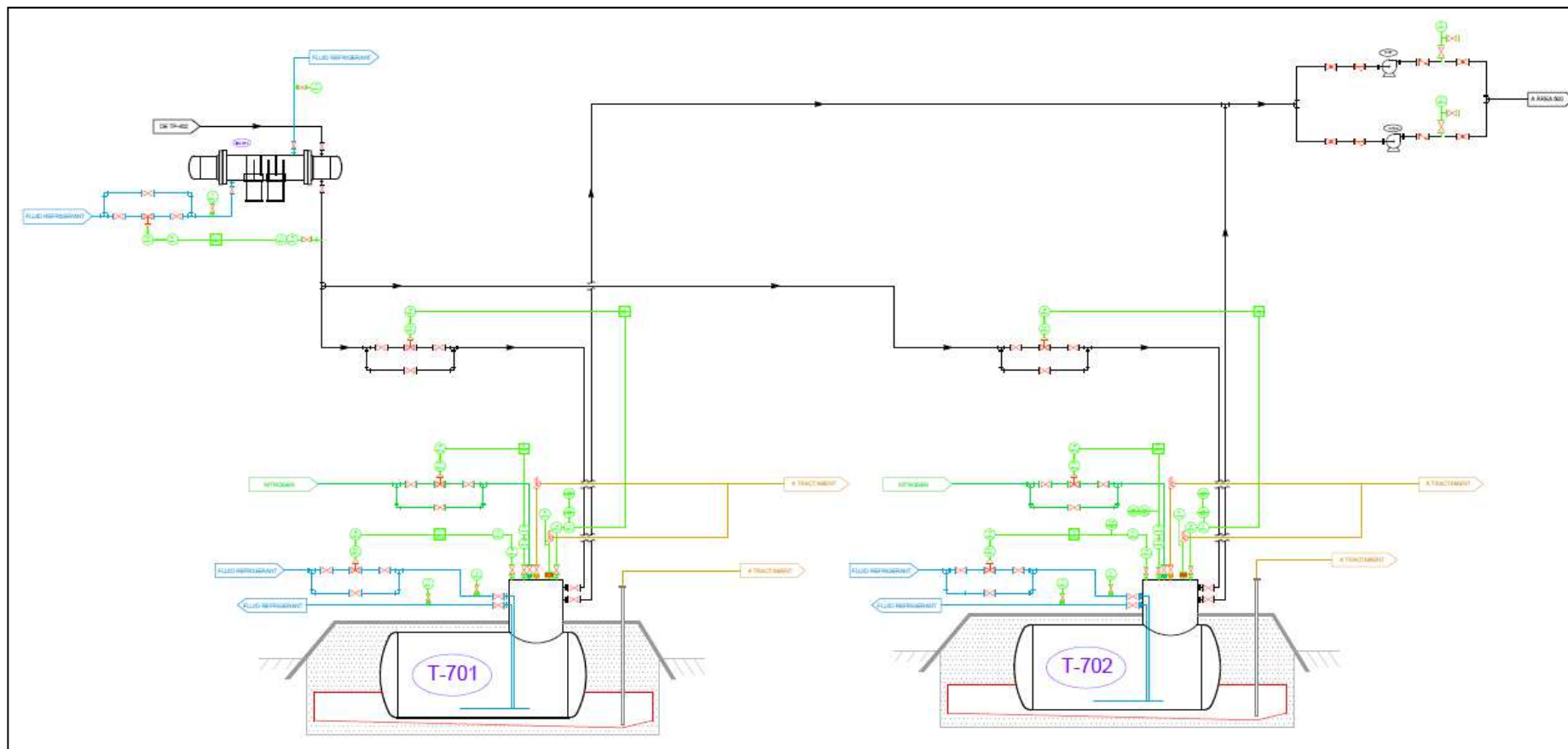


Figura 6.3.1.1 PID dels tancs d'emmagatzematge de MIC

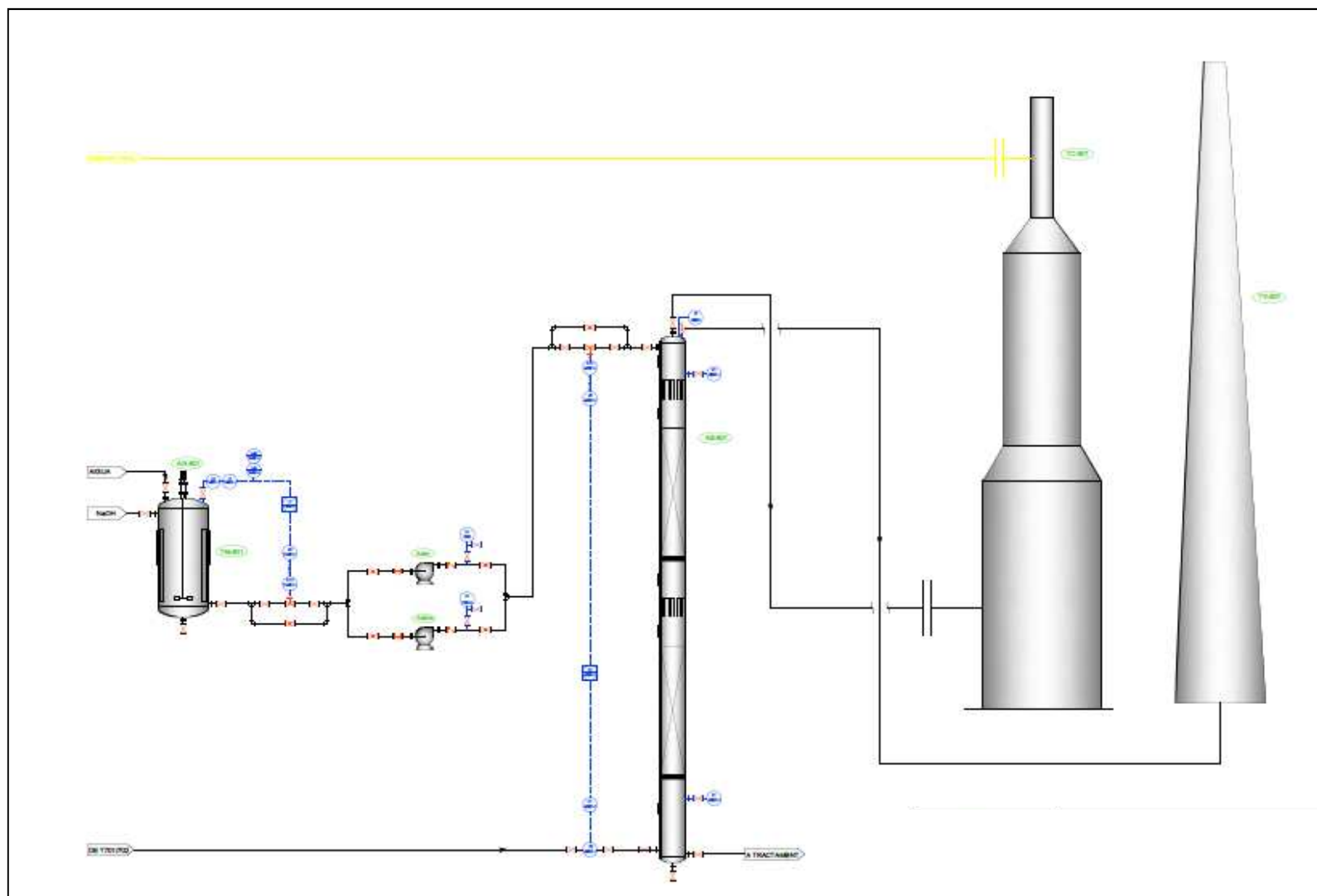


Figura 6.3.1.2 Diagrama del sistema de neutralització de MIC

2. Objectiu i abast de l'estudi

Aplicar el mètode HAZOP per estudiar possibles situacions de perill relacionades amb les variables d'operació del tanc d'emmagatzematge de MIC i el seu sistema de neutralització.

3. Nodes d'estudi

- 1: Tanc d'acer AISI 316L.
- 2: Tanc de mescla de solució aquosa de NaOH.
- 3: Columna d'absorció i neutralització de MIC.
- 4: Torre de cremat TC-801.
- 5: Torre de venteig TV-801 i mànega d'aigua.

La informació relacionada amb els passos 4, 5, 6, 7 i 8 es recull en la taula presentada a continuació:

Taula 6.3.1.1 Desviacions analitzades en el tanc d'emmagatzematge de MIC. Node 1.

SISTEMA ANALITZAT: Tancs d'emmagatzematge de MIC i neutralització.					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Tanc d'emmagatzematge de MIC						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	1.1 Cabal	No hi ha el cabal d'entrada esperat	1) fuga en canonada 2) conducció bloquejada, vàlvules tancades per error o encallades.	- Vessament de MIC a l'exterior (volatilitat elevada) - Sobrecarrega de les canonades d'entrada	A)Inspecció regular de l'estat de les canonades i vàlvules d'entrada.	OK manteniment
	1.2 Pressió	No hi ha pressió al tanc, formació de buit.	1) Falta d'entrada de nitrogen per fuga en canonada o vàlvula encallada tancada. 2)Fallada en el sensor de pressió 3)Excés de sortida de fluid del tanc per fallada de control de nivell o vàlvules de sortida.	Deformació del tanc	A)Inspecció regular de l'estat de les canonades i vàlvules. B)Alarma de pressió mínima. C) Instal·lació d'un segon sensor de pressió. D) Manteniment i supervisió del control de nivell i la seva instrumentació.	OK alarma LAL-T701/2-4 És imprescindible? OK alarma LAL-T701/2-4
	1.3 Estanquitat	No hi ha estanquitat al tanc, hi ha una esquerda	1) Corrosió o cops en l'equip.	Sortida de MIC cap a la cubeta.	A) Revisar de forma periòdica l'estat dels tancs.	OK

PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
MÉS	1.4 Cabal	Més cabal d'entrada de l'esperat.	1) Vàlvula de regulació d'entrada encallada totalment oberta. 2) Error en control de nivell. 3) Excés d'impulsió de la bomba	-Augment de nivell en el tanc. - Col·lapse de la bomba - Possible vessament del tanc. - Possible augment de la pressió.	A) Control de nivell i alarma de nivell màxim. B) inspecció regular de vàlvules. C) Cubeta de retenció per recollir vessament enviat a neutralització. D) Control de pressió i alarma de pressió màxima. E) revisió periòdica sistemes de control F) Revisió periòdica de l'estat de les bombes.	OK llaç L-T701/2-1 OK cubeta. OK llaç P-T701/2-3 OK manteniment
		Més cabal de nitrogen d'entrada del necessari.	1) Lectura errònia de pressió del sensor. 2) Vàlvula tot-res encallada oberta. 3) Excés de cabal enviat per la bomba.	Augment de pressió en el tanc de MIC.	A) Trencament del disc de ruptura, vàlvula d'alleujament i MIC dirigit a neutralització. B) Alarma pressió max. C) Obertura de la vàlvula de venteig i MIC dirigit a neutralització.	OK discs. Segon sensor de pressió? OK llaç de control P-T701/2-2.
	1.5 Pressió	Més pressió al tanc de la desitjada	1) Mesura errònia del sensor de pressió. 2) Vàlvula de venteig tot-res espatllada tancada. 3) Augment de temperatura i vaporització de part del MIC del tanc. 4) Reacció indesitjada en el tanc, formació de gasos.	Equip sotmès a sobrepressió, situació de perill.	A) Disc de ruptura de seguretat (MIC a neutralització). B) Revisió periòdica de l'estat de les vàlvules C) Control de pressió. D) Control de temperatura.	OK disc. OK manteniment. OK llaç P-T701/2-2 OK llaç T-T701/2-4

PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
MÉS	1.6 Temperatura	Més temperatura al tanc de la desitjada.	1) Entrada de MIC més calenta de l'esperada. 2) Error en la mesura del sensor de temperatura 3) Fallada en el sistema de refrigeració.	Risc de vaporització de part del MIC contingut en el tanc amb augment de pressió, situació perillosa.	A) Control de temperatura i alarma de temperatura màxima. B) Control de pressió allibera gasos a neutralització. C) Revisió periòdica estat instrumentació.	OK llaç T-T701/2-4. OK llaç P-T701/2-2 Sensor secundari? OK manteniment
	1.7 Nivell	Més nivell al tanc del desitjat.	1) Lectura errònia del sensor de nivell 2) Vàlvula tot-res encallada. 3) Excés de cabal d'entrada	Possibilitat de vessament del tanc i augment de pressió	A) Control de pressió. B) revisió periòdica de la instrumentació. C) Control nivell i alarma de màxim.	OK llaç P-T701/2-2 OK manteniment. Sensor secundari? OK llaç L-T701/2-1
MENYS	1.8 Cabal	Menys cabal de nitrogen del requerit.	1) Error en sensor de Pressió. 2) Fuga en canonada de nitrogen.	- Disminució de pressió en el tanc, possible formació de buit. - Possible entrada d'aire Comú amb 1	A) Revisió instruments de control. B) Control de pressió. C) Alarma de pressió mínima i màxima.	OK Segon sensor? OK llaç P-T701/2-2 i 3.
	1.9 Pressió	Menys pressió al tanc de la desitjada	1) Error en la mesura del sensor de pressió. 2) Problemes amb l'entrada de nitrogen.	Possibilitat de formació del buit en el tanc.	A)Revisió instruments de control. Aplica desviació 1.8	OK manteniment OK manteniment
	1.10 Nivell	Menys nivell al tanc del desitjat i sortida de fluid.	1) Error sensor de nivell. 2) Vàlvula de sortida encallada oberta.	Possibilitat de formació del buit en el tanc.	A) Revisió instruments de control. B)Control de pressió. C) Alarma de nivell mínim.	OK manteniment. OK llaç P-T701/2-3 OK alarma.

PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
PART DE	1.11 Impureses	El corrent d'entrada conté part d'impureses.	1) Menor puresa refinat de CD-401. 2) Fuga fluid refrigerant en bescanviador BC-701.	Reaccions no desitjades amb el MIC. Situacions de perill	A) Anàlisi periòdica composició de la sortida de CD-401. B) Revisió periòdica estat de l'equip BC-701	OK OK manteniment.
	1.12 Cabal	Part del cabal d'entrada és aire	1) Esquerda en canonades d'entrada	Perill de reacció indesitjada i augment de pressió per gasos de reacció.	A)Revisió periòdica canonades. B)Control de pressió i alarma màx.	OK OK llaç P-T701/2-2.
INVERS	1.13 Composició	La composició d'alguna de les entrades és aire.	Comú amb desviació 1.12	Comú amb desviació 1.12	Comú amb desviació 1.12	Comú amb desviació 1.12

Taula 6.3.1.2 Desviacions analitzades en el tanc de mescla de NaOH. Node 2.

SISTEMA ANALITZAT: Tancs d'emmagatzematge de MIC i neutralització.					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Tanc de mescla de NaOH						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	2.1 Nivell	No hi ha nivell en el tanc.	1) Excés de succió de la bomba. 2)Error sensor de nivell. 3) Insuficient solució stock.	- El MIC en la torre AB-801 no és neutralitzat i surt en forma de gas per la part superior. - Possible formació de buit en el tanc.	A) MIC enviat a torre de cremat per ser eliminat. B) Revisió periòdica bombes. C) Revisió periòdica de control. D) Comprovació necessitats stock.	OK torre cremat. OK revisions.
	2.2 Agitació	No hi ha agitació en el tanc.	1) Fallada mecànica en l'agitador	Possibilitat de que NaOH precipiti no dissolt i tant sols entri aigua a AB-801	A)Torre de cremat TC-801 per eliminar de MIC gas no reaccionat en AB-801. B) Monitorització de l'estat de l'agitador.	OK torre de cremat. OK monitorització.
MÉS	2.3 Nivell	Més nivell al tanc del desitjat.	1) Lectura errònia del sensor de nivell. 2) Vàlvula encallada tancada.	Possibilitat de vessament del tanc	A)Revisió instruments control. B)Control de nivell i alarma de màxim.	OK OK llaç L-T801-1
MENYS	2.4 Nivell	Menys nivell dels desitjat.	1) Lectura errònia del sensor de nivell. 2) Vàlvula encallada oberta. Apliquen causes desviació 2.1.	Potencialment les de 2.1	A) Control de nivell i alarma de mínim. Apliquen les de 2.1	OK llaç L-T801-1

PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
INVERS	2.5 Composició	Composició diferent en el tanc.	1) Error humà.	El MIC que entra a la columna no és neutralitzat de la forma esperada, surt per la part superior de la columna.	A) MIC enviat a torre de cremat per ser eliminat. B) Supervisió en preparar la dissolució.	OK torre cremat OK

Taula 6.3.1.3 Desviacions analitzades en la columna d'absorció AB-801. Node 3.

SISTEMA ANALITZAT: Tancs d'emmagatzematge de MIC i neutralització.					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Columna d'absorció AB-801						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	3.1 Cabal	No hi ha cabal de líquid d'entrada.	1) Solució de NaOH exhaurida. B)Vàlvula de regulació de cabal d'entrada encallada. 2) Fallada en el sistema de control de cabal.	El MIC no és neutralitzat i surt en forma de gas per la part superior.	A) MIC dirigit a la torre de cremat TC-801. B) Comprovacions periòdiques de l'stock de solució C) revisió de vàlvules i sistema de control.	OK torre de cremat. OK
	3.2 Reacció	El MIC gas no reacciona en la columna	1) Desviació 3.1 2) Disseny erroni de AB-801 (temps de contacte, cabal de líquid necessari...)	Comuns desviació 3.1	A) MIC dirigit a la torre de cremat TC-801.	OK torre de cremat Es planteja redissenyar l'equip.

PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
MÉS	3.3 Cabal	Més cabal de MIC gas d'entrada	1) Vessament o fuga del tanc de MIC i cubeta de retenció plena. 2) Necessitat de neutralitzar més MIC del previst.	Part del MIC d'entrada a la columna no podrà ser neutralitzat amb l'absorció.	A) Control de cabal d'entrada de MIC. B) MIC no reaccionat dirigit a torre de cremat TC-801.	OK llaç F-AB801-2 OK torre de cremat.
	3.4 Pressió	Més pressió a la columna de la esperada.	1) Sortida de MIC gas col·lapsada (vàlvula encallada oberta). 2) Excés descontrolat de MIC gas a l'entrada.	Sobrepessió a la columna, situació de perill potencial.	A) Revisió periòdica vàlvules. B) Control de pressió amb alarma de màxim. C) Excés de gasos TC-801.	OK OK llaç P-AB801-1.
MENYS	3.5 Cabal	Menys cabal de solució de NaOH	1) Vàlvula de regulació de cabal d'entrada encallada. 2) Fallada en el sistema de control de cabal.	Potencialment comuns a desviació 3.1	A) MIC dirigit a la torre de cremat TC-801. B) revisió de vàlvules i sistema de control.	OK torre de cremat. OK
PART DE	3.6 Composició	Part de la composició gasosa són impureses	1) Impureses de corrosió de canonades i tanc. 2) Fuga de toluè del serpentí interior del tanc. 3) Refinat no pur de CD-401. 4) Fuga de toluè en BC-701	La solució aquosa introduïda a la columna pot no ser capaç de neutralitzar tots els components.	A) Part gas no neutralitzada a torre de cremat (tots els components oxidats al màxim). B) Revisions i manteniment dels equips previs a AB-801	OK torre de cremat. OK
	3.7 Cabal	Part del cabal de MIC gas no és neutralitzat	Comuns amb desviació 3.1 i 3.2	Comuns amb desviació 3.1 i 3.	Comuns amb desviació 3.1 i 3.	Comuns amb desviació 3.1 i 3.

Taula 6.3.1.4 Desviacions analitzades en la torre de cremat TC-801. Node 4.

SISTEMA D'ANÀLISI Tancs d'emmagatzematge de MIC i neutralització.					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Torre de cremat TC-801						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	4.1 Flux	No hi ha flux de gas natural.	1) Problemes amb el servei de gas natural de planta. 2) Problemes amb el subministrament de gas natural. 3) Fallada en el sistema de cabal.	El MIC no és cremat i surt en forma de gas per la part superior. Situació de perill.	A)Mànega d'aigua per fer reaccionar parcial o totalment el MIC que es dirigeix a l'atmosfera per pal·liar al màxim la situació de risc. B) Alarma per fuga de MIC i posta en marxa de pla d'evacuació de treballadors. C) Avís a la població que es trobi en zona de risc.	OK mànega. OK alarma. Dissenyar pla d'evacuació.
MÉS	4.2 Cabal	Més cabal de gas entra a la torre	1) Desviacions en la torre d'absorció. 2) Necessitat d'eliminar gran quantitat de MIC.	Més demanda de gas per cremar tot el MIC d'entrada.	A) Controlador de cabal a l'entrada per regular el gas natural utilitzat. B)Mànega d'aigua per situacions extremes.	OK llaç F-TC801-1 OK mànega.
PART DE	4.3 Composició	Part de la composició gasosa d'entrada són impureses	Comuns desviació 3.6	Els gasos resultat de la combustió poden ser contaminants o tòxics.	A) Tractament de gasos a la sortida de la torre de cremat	OK gasos a tractament.

Taula 6.3.1.5 Desviacions analitzades en la torre de venteig TV-80 i mànega1. Node 5.

SISTEMA D'ANÀLISI: Tancs d'emmagatzematge de MIC i neutralització.					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Torre de venteig TV-801 i mànega						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
MENYS	5.1 Pressió	La mànega té menys pressió de la requerida per arribar a l'alçada de la torre de venteig.	1) Falta de pressió des dels serveis de la planta. 2) Fuga en canonada. 3) Vàlvula encallada tancada. 4) Problemes en la xarxa d'aigua general.	El MIC no reacciona amb l'agua i és alliberat a l'atmosfera. Situació de perill.	A) Alarma per fuga de MIC i posta en marxa de pla d'evacuació de treballadors. B) Avís a la població que es trobi en zona de risc. C)Supervisió regular de servei d'agua. D)Revisió de canonades i vàlvules periòdica.	OK alarma i avís. OK supervisions. .

6.3.2 Sistema d'emmagatzematge de fosgè

En segon lloc s'han analitzat pel mètode HAZOP els tancs d'emmagatzematge de fosgè. El fosgè es troba en estat gasos en condicions normals i és una substància molt tòxica. A diferència del MIC, aquest és més dens que l'aire i si és alliberat a l'atmosfera es desplaça arran de terra.

El fosgè és una matèria primera per al procés de producció de Carbaryl. Es troba emmagatzemat en tancs soterrats a pressió atmosfèrica en forma de líquid i per tant refrigerat per sota de la seva temperatura d'ebullició (8°C) a 3°C. Els equips compten amb una atmosfera inerta de nitrogen per augmentar-ne la seguretat.

L'arribada del fosgè als tancs es dona per canonades des de la planta de producció situada dins del mateix complex industrial.

A continuació es presenta la informació relativa al HAZOP aplicat seguint els passos esmentats:

1. Descripció de la instal·lació

Els tancs d'emmagatzematge de fosgè estan formats pels components següents:

- Tanc horitzontal de Hastelloy B-2 amb capacitat total de 67m³, capçals de tipus torisfèrics i gruix de paret de 15mm.
- Sistema de refrigeració amb toluè a -10°C circulant per un serpenti interior que manté el tanc a una temperatura de 3°C.
- Atmosfera de nitrogen per mantenir el tanc inertitzat a 1 atmosfera de pressió.
- Boca d'home per on realitzar inspeccions i on es col·loquen les connexions i sensors del tanc.
- Dues connexions d'entrada, una de nitrogen i una des de la canonada de recepció per on entra el fosgè a emmagatzemar, i dues de sortida, una de fosgè cap a procés una de gasos (nitrogen o fosgè) per evitar sobrepressions amb una vàlvula de venteig.
- Cubeta de retenció que permet recollir tot el fosgè de l'interior del tanc en cas de fuga i que el dirigeix cap a la zona de neutralització.
- Un control de nivell encarregat de mantenir els tancs a un 50% de la seva capacitat d'ompliment total.

- Un control de pressió format per dos llaços, un acciona una vàlvula de venteig per evitar sobrepressions i l'altre deixa entrar nitrogen en el cas de que sigui necessari augmentar la pressió en el tanc.
- Un control de temperatura que actua sobre el cabal de toluè refrigerant del serpentí interior.
- Un disc de ruptura que dirigirà els gasos a l'àrea de neutralització en el cas de que el sistema de control de pressió no sigui capaç de mantenir estable aquesta variable.

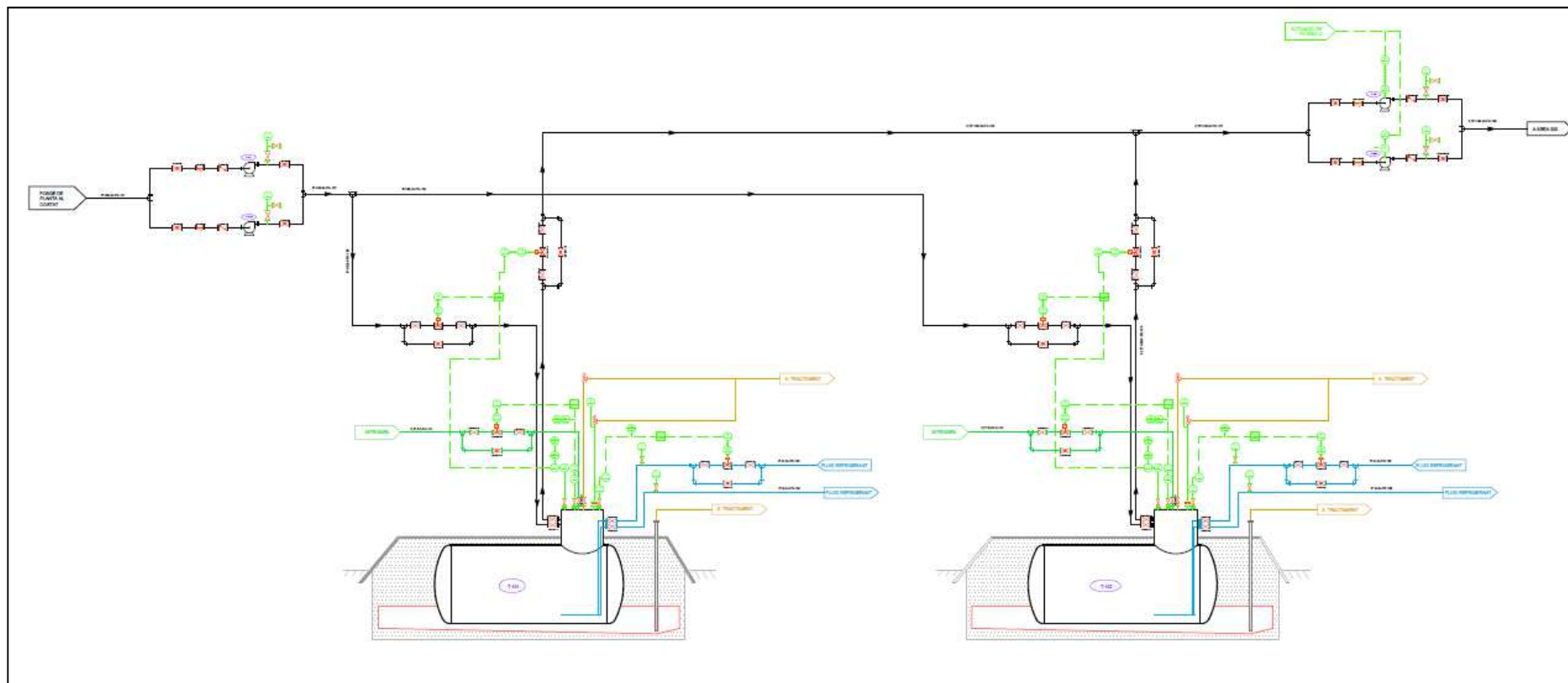


Figura 6.3.2.1 PID del tanc d'emmagatzematge de fòsgè.

2. Objectiu i abast de l'estudi

Aplicar el mètode HAZOP per estudiar possibles situacions de perill relacionades amb les variables d'operació del tanc d'emmagatzematge de fosc.

3. Nodes d'estudi

- 1: Connexions d'entrada des de la planta de producció de fosc fins als tancs.
- 2: Connexions de sortida de fosc dels tancs cap a procés.
- 3: Tancs de Hastelloy B-2.

La informació relacionada amb els passos 4, 5, 6, 7 i 8 es recull en la taula presentada a continuació:

Taula 6.3.2.1 Desviacions analitzades en els corrents d'entrada als tancs d'emmagatzematge de foscà. Node 1.

SISTEMA D'ANÀLISI: Sistema d'emmagatzematge de foscgè.					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Corrents d'entrada als tancs de foscgè.						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	1.1 Cabal	No hi ha cabal d'entrada.	1) Fallada de bomba 2) Fuga en canonada 3) Conducció bloquejada per error en vàlvules. 4) Parada en la producció de la planta de foscgè.	- Vessament de foscgè a l'exterior. - Sobrecàrrega en la bomba. - Baixada de nivell del tanc, possible manca de matèria primera.	A)Inspecció regular de l'estat de les canonades, bombes i vàlvules. B) Sistemes de desconexió automàtica de bombes per protegir-les. C) Control de nivell en el tanc. D) Perfecta comunicació amb responsable de planta de foscgè. E) Subministrador auxiliar de matèria primera.	OK manteniment. OK monitorització. OK llaç L-T101/2-1. Buscar subministrador auxiliar de foscgè?
MÉS	1.2 Cabal	Més cabal d'entrada de l'esperat.	1) Vàlvula de regulació d'entrada encallada oberta. 2) Error en control de nivell. 3)Excés d'impulsió de la bomba.	-Augment de nivell en el tanc. - Col·lapse de la Bomba. - Possible vessament del tanc.	A) Control de nivell i alarma de nivell màxim. B) inspecció regular de vàlvules. C) Cubeta de retenció per recollir vessament enviat a neutralització. E) revisió periòdica sistemes de control F) Revisió de les bombes.	OK llaç L-T101/2-1 OK manteniment OK cubeta. Cal augmentar la capacitat de la bomba.

PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
MÉS	1.3 Temperatura	Més temperatura de l'esperada al corrent d'entrada.	1) Part de l'aïllament de la canonada fet malbé. 2) Font de calor externa i propera a la canonada no esperada.	- Escalfament del fosc de l'interior de la canonada, perill de vaporització i augment de pressió en canonada. - Entrada de vapor al tanc, augment pressió.	A) Supervisió de l'estat de les canonades i el seu aïllament. B)Purgues al llarg de la canonada per poder extreure fluid massa calent o vapors. C)Control de temperatura i pressió al tanc.	OK supervisió. Més punts de purga? OK llaços P-T101/2-4 i T-T101/2-5.
	1.4 Pressió	Més pressió de la que pot suportar la canonada	1)Vàlvula d'aïllament de la conducció tancada per error. 2) Impulsió excessiva de la bomba. 3) Vaporització de part del fosc.	Conducció sotmesa a sobrepressió, possibilitat de fuga.	A) Sistema de desconnexió automàtica per protegir bombes. B)Indicador de pressió en la canonada. C) Purga de gas en la canonada.	OK control bomba. Més sensors de pressió? Més punts de purga?
MENYS	1.5 Cabal	Menys cabal d'entrada al tanc	1)Fuga en brida, vàlvula o canonada.	- Vessament de fosc a l'exterior. - Disminució de nivell en el tanc, possible falta de matèria primera.	A)Inspecció regular de l'estat de les canonades i vàlvules. B) Control de nivell en el tanc.	OK manteniment. OK llaç L-T101/2-1
PART DE	1.6 Composició	Part de la composició de la canonada és vapor	1) Escalfament de la canonada i vaporització de fosc	- Augment de pressió en la canonada.	A)Indicador de pressió en la canonada. B) Purga de gas en la canonada.	Més sensors de pressió? Més punts de purga?

Taula 6.3.2.2 Desviacions analitzades en els corrents de sortida dels tancs de fosc. Node 2.

SISTEMA D'ANÀLISI: Sistema d'emmagatzematge de fosc.					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Corrents de sortida dels tancs de fosc.						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	2.1 Cabal	No hi ha cabal de sortida cap a procés	1) Fallada de bomba 2) Fuga en canonada 3) Conducció bloquejada per error en vàlvules. 4) Fallada en sensor de nivell i tanc buit.	- Falta de matèria primera, parada de la producció. - Vessament de fosc a l'exterior. - Sobrecàrrega en la bomba.	A)Inspecció regular de l'estat de les canonades, bombes vàlvules i control. B) Sistemes de desconexió automàtica de bombes per protegir-les. C) Alarma de nivell mínim en tancs.	OK manteniment. OK monitorització. OK llaç L-T101/2-1.
MÉS	2.2 Cabal	Més cabal de sortida de l'esperat.	1) Vàlvula de regulació de sortida encallada oberta. 2) Error en control de nivell. 3)Excés d'impulsió de la bomba	-Disminució de nivell en el tanc massa ràpida, possible buidada. - Col·lapse de la bomba - Col·lapse en el procés (KR-301)	A) Control de nivell i alarma de nivell mínim. B) Inspecció regular de vàlvules, control i bombes C) Purga per a desviar l'excés de cabal abans d'arribar a KR-301.	OK llaç L-T101/2-1. OK manteniment. OK purgues.
	2.3 Temperatura	Més temperatura de l'esperada al corrent de sortida.	1) Part de l'aïllament de la canonada fet malbé. 2) Font de calor externa i propera a la canonada no esperada.	- Escalfament del fosc de l'interior de la canonada, perill de vaporització i augment de pressió en canonada.	A) Supervisió de l'estat de les canonades i el seu aïllament. B)Purgues al llarg de la canonada per poder extreure fluid massa calent o vapors.	OK supervisió. MÉS punts de purga?

PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
MÉS	2.4 Pressió	Més pressió de la que pot suportar la canonada	Comú amb desviació 1.4	Comú amb desviació 1.4	Comú amb desviació 1.4	Comú amb desviació 1.4
MENYS	2.5 Cabal	Menys cabal de sortida al tanc	1) Fuga en brida, vàlvula o canonada. 2) Fallada del control de nivell del tanc	- Vessament de fosc a l'exterior. - Augment de nivell en el tanc. - Falta de matèria primera en el procés	A) Inspecció regular de l'estat de les canonades, vàlvules, brides i control. B) Control de nivell en el tanc, alarma de màxim.	OK manteniment. OK llaç L-T101/2-1
PART DE	2.6 Composició	Part de la composició de la canonada és vapor	Comú amb desviació 1.6	Comú amb desviació 1.6	Comú amb desviació 1.6	Comú amb desviació 1.6

Taula 6.3.2.3 Desviacions analitzades en els tancs T-101/2. Node 3.

SISTEMA D'ANÀLISI: Sistema d'emmagatzematge de fosc.					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Tanc d'emmagatzematge de fosc.						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	3.1 Pressió	No hi ha pressió al tanc, formació de buit.	1) Falta d'entrada de nitrogen per fuga en canonada o vàlvula encallada tancada. 2) Fallada en el sensor de pressió 3) Excés de sortida de fluid del tanc per fallada de control de nivell o vàlvules de sortida.	Deformació del tanc	A) Inspecció regular de l'estat de les canonades i vàlvules. B) Alarma de pressió mínima. C) Instal·lació d'un segon sensor de pressió. Aplicar B. D) Manteniment i supervisió del control de nivell i la seva instrumentació.	OK alarma LAL-T101/2-1. És imprescindible? OK alarma LAL-T101/2-1.
	3.2 Estanquitat	No hi ha estanquitat al tanc, hi ha una esquerda	1) Corrosió o cops en l'equip.	Sortida de fosc del tanc i vaporització de la substància.	A) Revisar de forma periòdica l'estat dels tancs. B) Cubeta de retenció i tractament. C) Alarma nivell baix.	OK manteniment. OK cubeta. OK alarma LAL-T101/2-1.
	3.3 Nivell	No hi ha nivell de fosc en els tancs.	1) Fuga descontrolada en el tanc. 2) Fallada de control. 3) Falta de subministrament. 4) Vàlvula entrada encallada tancada o sortida encallada oberta.	Falta de matèria primera en el procés de producció, parada de planta.	A) Revisar l'estat dels tancs, instrumentació de control i vàlvules periòdicament. B) Subministrador alternatiu.	OK manteniment. És necessari proveïdor alternatiu?

PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
MÉS	3.4 Pressió	Més pressió al tanc de la desitjada	1) Mesura errònia del sensor de pressió. 2) Vàlvula de venteig tot-res espatllada tancada. 3) Augment de temperatura i vaporització de part del fosc del tanc.	Equip sotmès a sobrepressió, situació de perill.	A) Disc de ruptura de seguretat (fosc a tractament). B) Revisió periòdica de vàlvules i control. C) Control i alarma de pressió màxima. D) Control i alarma de temperatura màxima.	OK disc. OK manteniment OK llaç P-T101/2-3. OK llaç T-T101/2-5.
	3.5 Temperatura	Més temperatura al tanc de la desitjada.	1) Entrada de fosc més calenta de l'esperada. 2) Error en la mesura del sensor de temperatura. 3) Fallada en el sistema de refrigeració. 4) Aïllant en mal estat	Risc de vaporització de part del fosc en el tanc, augment de pressió, situació perillosa.	A) Control de temperatura i alarma de temperatura màxima. B) Control de pressió allibera gasos a tractament. C) Revisió periòdica estat instrumentació i aïllant.	OK llaç T-T101/2-5. OK llaç P-T101/2-3 Sensor secundari? OK manteniment
	3.6 Nivell	Més nivell al tanc del desitjat.	1) Lectura errònia del sensor de nivell. 2) Vàlvula tot-res entrada encallada oberta o sortida encallada tancada. 3) Excés de cabal d'entrada.	Possibilitat de vessament del tanc i augment de pressió.	A) Control nivell i alarma de màxim. B) Control de pressió. C) revisió periòdica de la instrumentació. D) Cubeta per recollir vessaments.	OK llaç L-T101/2-1. OK llaç P-T101/2-3. OK manteniment. Sensor secundari? OK cubeta.

PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQUÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
MENYS	3.7 Pressió	Menys pressió al tanc de la desitjada.	1) Error en la mesura del sensor de pressió. 2) Problemes amb l'entrada de nitrogen.	Possibilitat de formació del buit en el tanc.	A) Control de pressió i alarma de mínima. B) Revisió instruments de control.	OK llaç P-T101/2-3.
	3.8 Nivell	Menys nivell al tanc del desitjat i sortida de fluid.	1) Error sensor de nivell. 2) Vàlvula de sortida encallada oberta.	Possibilitat de formació del buit en el tanc.	A) Revisió instruments de control. B) Control de pressió. C) Alarma de nivell mínim.	OK. OK llaç P-T101/2-3. OK alarma.
PART DE	3.9 Composició	Part de fosc en el tanc en estat vapor.	1) Temperatura més elevada en el tanc. 2) Entrada de fosc massa calenta. 3) Pressió elevada en el tanc.	Possible sobrepressió en el tanc.	A) Control de temperatura en el tanc i alarma de màxim. B) Control de pressió en el tanc i alarma de màxim.	OK llaç T-T101/2-5 OK llaç P-T101/2-3.

6.3.3 Reactor de formació de MIC

En tercer lloc l'anàlisi de perills i operació HAZOP s'ha realitzat en el reactor de formació de MIC, R-401/2 degut a l'elevada toxicitat de la substància i els seus antecedents històrics.

En l'equip la síntesi de MIC es produeix amb la piròlisi de l'MCC obtenint el producte en forma de gas, la reacció és reversible amb la qual cosa les condicions són especialment importants per a la productivitat ja que han estat pensades per afavorir al màxim la formació de producte.

L'entrada al sistema es troba en estat líquid contenint en major part toluè i MCC, la sortida està formada per dues corrents, una en estat gasos formada principalment per MIC i HCl i una en estat líquid per on surt el dissolvent, toluè, amb una proporció de MCC no reaccionat que serà recirculat al mateix reactor.

El reactor treballa a pressió atmosfèrica, tot i així, la formació i sortida contínua de gasos i les característiques dels mateixos fa que sigui molt important realitzar-ne un control detallat que permeti treballar de forma segura en tot moment evitant situacions de sobrepressió o fugues descontrolades de producte gasós. La temperatura en l'interior és de 97 graus, aquesta s'assoleix gràcies a l'aportació de calor de l'entrada i de la resistència elèctrica instal·lada en els equips.

Durant el disseny funcional del reactor es va decidir dividir el volum requerit en dos tancs idèntics per tal de facilitar l'operació i evitar un tanc de dimensions molt elevades.

1. Descripció de la instal·lació

Els reactors de formació de MIC estan formats pels components següents:

- Tanc vertical de Hastelloy B-2 amb capacitat total de 100m³, capçals de tipus torisfèrics i gruix de paret de 10mm.
- Sistema d'escalfament amb resistència elèctrica de 12kW de potència instal·lada al interior del tanc per mantenir el reactor a 97°C.
- Agitador d'hèlix de 16kW de potència.
- Una entrada de reactiu formada per toluè i MCC amb traces d'HCl i MIC i dues sortides, una gasosa de MIC i HCl i una líquida amb toluè i petites quantitats de MCC i HCl.

- Un control de nivell encarregat de mantenir el tanc de reacció al voltant del 40% de la seva capacitat d'ompliment total.
- Un control de pressió que acciona una vàlvula de venteig a través de la qual poden sortir una part dels gasos per evitar sobrepressions (els gasos s'envien a tractament).
- Un control de temperatura que actua sobre la calor aportada per la resistència per tal de mantenir el reactor a 97°C.
- Un disc de ruptura que dirigirà els gasos de reacció a tractament en el cas de que el sistema de control de pressió no sigui capaç de mantenir estable aquesta variable.

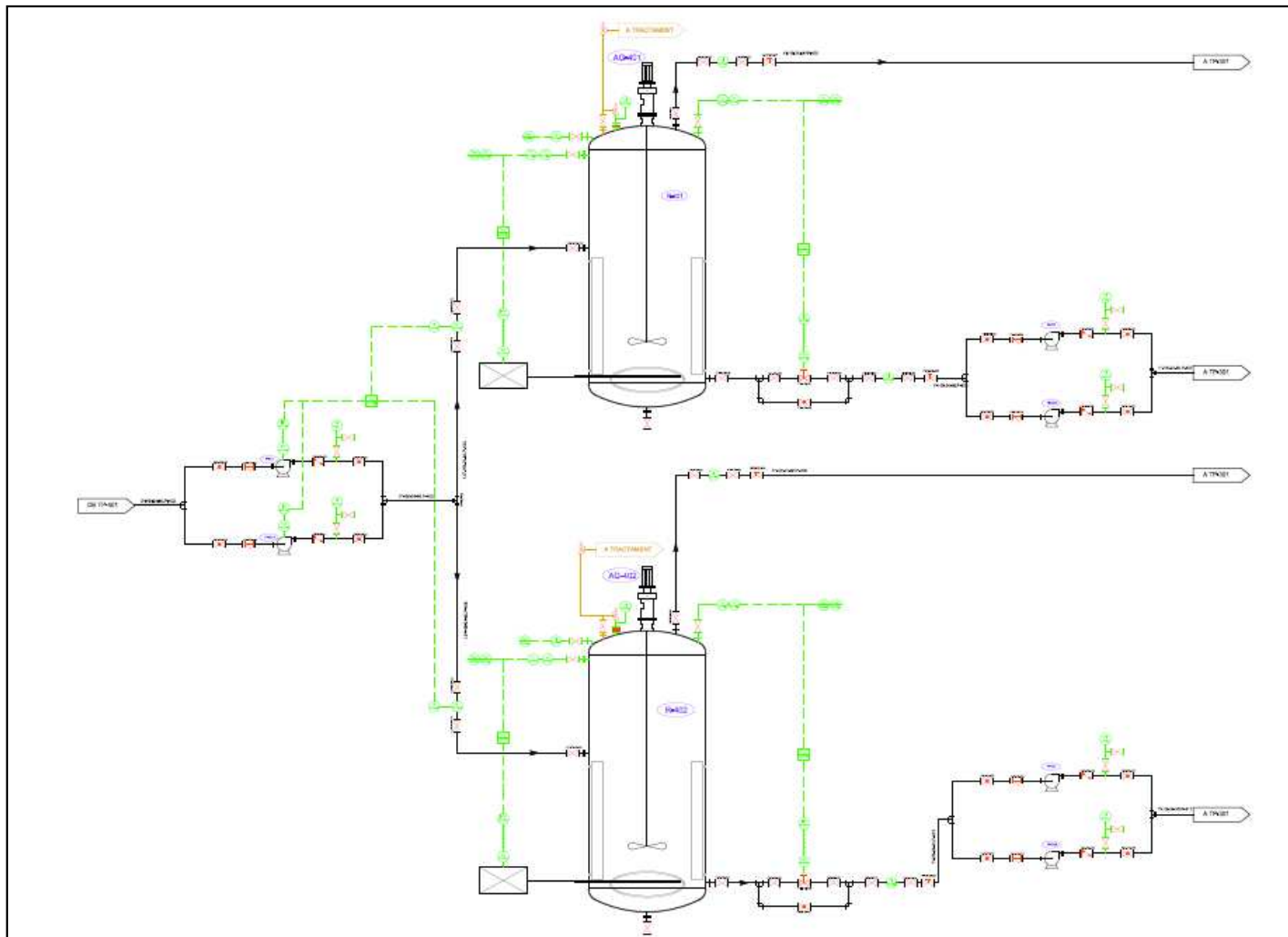


Figura 6.3.3.1 PID del reactor de formació de MIC.

2. Objectiu i abast de l'estudi

Aplicar el mètode HAZOP per estudiar possibles situacions de perill relacionades amb les variables d'operació del reactor de formació de MIC. L'anàlisi es realitza en un dels tanc de reacció i és equivalent per l'altre.

3. Nodes d'estudi

- 1: Connexió d'entrada des del tanc pulmó TP-401 al reactor.
- 2: Connexió de sortida gasosa del reactor.
- 3: Connexió de sortida líquida del reactor.
- 4: Tanc de reacció de Hastelloy B-2 amb capacitat de 100m³.

La informació relacionada amb els passos 4, 5, 6, 7 i 8 es recull en la taula presentada a continuació:

Taula 6.3.3.1 Desviacions analitzades en el corrent d'entrada al reactor de MIC. Node 1.

SISTEMA D'ANÀLISI: Reactor de formació de MIC					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Corrent d'entrada des de TP-401 al reactor de MIC						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	1.1 Cabal	No hi ha cabal d'entrada.	1) Fallada de bomba 2) Fuga en canonada 3) Conducció bloquejada per error en vàlvules. 4) Parada en punt anterior del procés. 5) TP-401 buit.	- Possible vessament a l'exterior - Sobrecàrrega en la bomba. - Falta de reactiu en el procés, possible parada de planta.	A) Inspecció regular de l'estat de les canonades, bombes i vàlvules. B) Sistemes de desconexió automàtica de bombes per protegir-les. C) Control de nivell en el tanc TP-401. D) Indicador de cabal d'entrada.	OK manteniment. OK monitorització. OK llaç L-TP401-1. OK indicador.
MÉS	1.2 Cabal	Més cabal d'entrada de l'esperat.	1) Excés d'impulsió de la bomba. 2) Problemes en el tanc pulmó TP-401.	- Possible augment de nivell en el reactor si el controlador no pot compensar la pertorbació. - Col·lapse de la Bomba.	A) Control de nivell i alarma de nivell màxim. B) Monitorització i revisió de bombes. D) Control en el tanc pulmó TP-401	OK llaç L-R401-2 OK manteniment Cal augmentar la capacitat de la bomba. OK llaç L-TP401-1.
	1.3 Temperatura	Més temperatura en la connexió d'entrada.	1) Problemes en condensador C-402 2) Problemes en columna CD-302 3) Font de calor propera a la canonada incontrolada. 4) Problemes amb aïllat.	- Possible augment de la temperatura en el reactor si el controlador no pot compensar la pertorbació.	A) Control en el condensador C-402. B) Control en la columna CD-401. C) Revisió del sistema d'aïllament i voltants de les instal·lacions.	OK controls OK manteniment i rondes de treballadors supervisant instal·lacions.

PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
MENYS	1.4 Cabal	Menys cabal d'entrada al tanc	1) Fuga en brida, vàlvula o canonada. 2) Problemes en tanc pulmó TP-401 o equips previs.	- Vessament de producte a l'exterior. - Possible disminució del nivell del tanc si el control no pot compensar la pertorbació.	A) Inspecció regular de l'estat de les canonades i vàlvules. B) Control en el tanc TP-401 i equips previs.	OK manteniment. OK controls.
	1.5 Temperatura	Menys temperatura en la canonada d'entrada de l'esperada.	1) Problemes amb l'aïllament de la canonada o de TP-401. 2) Problemes en condensador C-402 3) Problemes en columna CD-302.	- Disminució de la temperatura en el reactor si control no pot compensar la pertorbació (efecte negatiu en reacció)	A) Revisió del sistema d'aïllament i voltants de les instal·lacions. B) Control en el condensador C-402. C) Control en la columna CD-401.	OK controls OK manteniment

Taula 6.3.3.2 Desviacions analitzades en el corrent de sortida gas del reactor de formació de MIC. Node 2.

SISTEMA D'ANÀLISI: Reactor de formació de MIC					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Corrent de sortida gasos						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	2.1 Cabal	No hi ha cabal de sortida.	1) Fallada de bombeig 2) Fuga en canonada 3) Conducció bloquejada per error en vàlvules. 4) No te lloc la reacció. 5) Error en control de pressió vàlvula de venteig oberta.	- Possible emissó perillosa a l'exterior - Falta de fluid en el procés, possible parada de planta.	A)Inspecció regular de l'estat de les canonades, bombes i vàlvules. B) Monitorització del cabal de sortida del reactor per assegurar que te lloc la reacció.	OK manteniment. OK monitorització.
MÉS	2.2 Cabal	Més cabal de sortida de l'esperat.	1)Excés d'impulsió del bufador	- Col·lapse de les parts posteriors del procés per excés de cabal .	A)Monitorització i revisió de bufadors.	OK manteniment
MENYS	2.3 Cabal	Menys cabal de sortida de l'esperat.	1)Fuga en brida, vàlvula o canonada. 2) No es dona la reacció.	- Emissió de producte a l'exterior. - Falta de fluid en el procés.	A)Inspecció regular de canonades i vàlvules. B) Monitorització del cabal de sortida del reactor per assegurar que te lloc la reacció.	OK manteniment. OK controls.
PART DE	2.4 Composició	Part de composició no esperada.	1)Problemes en el reactor (no reacció, vaporització de toluè...)	- Problemes en el procés posterior.	A) Presa de mostres regular a la sortida gasosa del reactor.	OK vàlvula de presa de mostres.

Taula 6.3.3.3 Desviacions analitzades en el corrent de sortida líquida del reactor de formació de MIC. Node 3.

SISTEMA D'ANÀLISI: Reactor de formació de MIC					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Corrent de sortida líquida.						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	3.1 Cabal	No hi ha cabal de sortida.	1) Fallada de la bomba. 2) Fuga en canonada. 3) Conducció bloquejada per error en vàlvules.	- Possible vessament a l'exterior - Falta de fluid en el procés, possible parada de planta.	A)Inspecció regular de l'estat de les canonades, bombes i vàlvules. B) Monitorització del cabal de sortida del reactor.	OK manteniment. OK monitorització.
PART DE	3.2 Composició	Part de composició no esperada.	1)Problemes en el reactor (no reacció, vaporització de toluè...)	- Problemes en el procés posterior.	A) Presa de mostres regular a la sortida gasosa del reactor.	OK vàlvula de presa de mostres.

Taula 6.3.3.4 Desviacions analitzades en el reactor de formació de MIC. Node 4.

SISTEMA D'ANÀLISI: Reactor de formació de MIC.					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Tanc de reacció de MIC						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	4.1 Estanquitat	No hi ha estanquitat al tanc, hi ha una esquerda	1) Corrosió o cops en l'equip.	Vessament de fluid de procés i emissió de gasos tòxics a l'atmosfera.	A) Revisar de forma periòdica l'estat dels tancs. B) Alarma nivell baix.	OK manteniment. OK alarma LAL-R401-1.

PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	4.2 Agitació	No hi ha agitació en el reactor.	1) Fallada del motor de l'agitador.	Falta d'homogeneïtzació en la part líquida del fluid de procés.	A) Monitorització de l'estat del motor de l'agitador.	OK monitorització.
	4.3 Reacció	No hi ha reacció.	1) Condicions de pressió i temperatura no òptimes. 2) No hi ha cabal d'entrada de producte.	Paralització de la planta.	A) Control de temperatura. B) Control de pressió. C) Monitorització del cabal d'entrada.	OK llaços L-R401-1 i 3 OK monitorització.
MÉS	4.4 Temperatura	Més temperatura en el reactor de la esperada	1) Entrada de fluid de procés més calenta de l'esperada. 2) Error en la mesura del sensor de temperatura. 3) Fallada en la resistència.	Risc de vaporització de part del toluè, possible augment de pressió per generació de vapors, situació perillosa.	A) Control de temperatura i alarma de temperatura màxima i desconnexió de resistència automàtica. B) Control de pressió allibera gasos a tractament. C) Revisió periòdica estat instrumentació.	OK llaç T-R401-1. OK llaç P-R401-3. Sensor secundari? OK manteniment
	4.5 Pressió	Més pressió al reactor de la desitjada	1) Mesura errònia del sensor de pressió. 2) Vàlvula de venteig tot-respatllada tancada. 3) Augment de temperatura i vaporització de part del toluè del tanc. 4) Desplaçament de la reacció cap a reactius.	- Equip sotmès a sobrepressió, situació de perill. - Menys productivitat, problemes en equips posteriors.	A) Disc de ruptura de seguretat (gasos a tractament). B) Revisió periòdica de vàlvules i control. C) Control i alarma de pressió màxima. D) Control i alarma de temperatura màxima.	OK disc. OK manteniment OK llaç P-R401-3. OK llaç T-R401-1.

PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
MÉS	4.6 Nivell	Més nivell al tanc del desitjat.	1) Lectura errònia del sensor de nivell. 2) Vàlvula de regulació de sortida encallada tancada. 3) Excés de cabal d'entrada descontrolat.	-Possible sobrepressió perillosa. - Possibilitat de vessament del tanc.	A) Control nivell i alarma de màxim. B) Control de pressió. C) Revisió periòdica de la instrumentació.	OK llaç L-R401-2. OK llaç P-T101/2-3. OK manteniment. Sensor secundari?
MENYS	4.7 Nivell	Menys nivell al tanc del desitjat.	1) Error sensor de nivell. 2) Vàlvula de sortida encallada oberta. 3) Menys entrada de l'esperada.	- Falta de reactiu, possible desplaçament de la reacció a reactius.	A) Revisió instruments de control i vàlvules. B) Alarma de nivell mínim. C) Indicador de cabal d'entrada i sortida.	OK manteniment. OK llaç L-R401-2. OK indicadors.
	4.8 Temperatura	Menys temperatura de l'esperada	1) Entrada més freda de l'esperada. 2) Fallada en sensor de temperatura. 3) Fallada en la resistència. 4) Problemes amb servei elèctric.	- Possible desplaçament de la reacció cap a reactius menor productivitat. - Possible baixada de la pressió en el tanc (si extrem possible buit).	A) Control de temperatura. B) Revisió de la instrumentació de control i resistència.	OK llaç T-R401-1. OK manteniment.
INVERSIÓ	4.9 Reacció	La reacció es dona en el sentit contrari.	1) Temperatura baixa. 2) Pressió elevada. 3) Excés de productes.	- No productivitat. - Augment de fracció líquida, disminució fase gasosa. - Potencial situació perillosa no controlada.	A) Control de temperatura B) Control de pressió C) Mesura periòdica de les composicions a la sortida del reactor.	OK llaç T-R401-1. OK llaç P-R401-3. OK vàlvules de presa de mostra.

6.3.4 Reactor de formació de MCC

A la planta de producció de Carbaryl el fosgè és utilitzat com a matèria primera juntament amb l'MMA per a la síntesi de MCC. Tot i que per aquesta substància és emmagatzemada en forma de líquid, un cop en el procés es requereix en la seva forma vapor per a la reacció esmentada.

Degut a la seva elevada toxicitat i tenint en compte que està present en la instal·lació en fase gas es considera prioritari analitzar pel mètode HAZOP aquells equips on hi intervingui.

A més de les característiques pròpies de la substància, la reacció entre el fosgè i l'MMA es dona en qüestió de pocs segons i a una temperatura molt elevada (260°C) raons de més per a prestar especial atenció a la seguretat d'aquest primer reactor.

L'equip multitubular (25 tubs) té 2 metres de longitud, per tubs hi circulen els gasos i té lloc la síntesi de MCC, en tractar-se d'una reacció exotèrmica, per carcassa es fa circular toluè fred encarregat d'emportar-se l'excés de calor generat i mantenir el reactor a la seva temperatura d'operació.

El producte de sortida, majoritàriament MCC i HCl és dirigit a la columna d'absorció AB-301 on es dissol i es refreda amb toluè a 4°C.

1. Descripció de la instal·lació

El reactor de formació de MCC està format pels components següents:

- Reactor multitubular de 25 tubs de 4 polzades de diàmetre i 2 metres de longitud.
- Sistema de refrigeració de toluè circulant per l'espai entre tubs i carcassa amb l'objectiu de mantenir el reactor a 260°C.
- Dues entrades de reactius, fosgè i MMA, en forma de gas evaporats i preescalfats en diferents equips de bescanvi de calor, a 205 i 240°C respectivament, i una sortida, també en forma gasosa, formada majoritàriament per MCC i HCl productes de reacció i part de fosgè que entra en excés estequiomètric al reactor.
- Un control de temperatura que actua sobre el cabal de toluè que circula per la carcassa del reactor per tal de mantenir el reactor a la seva temperatura d'operació.

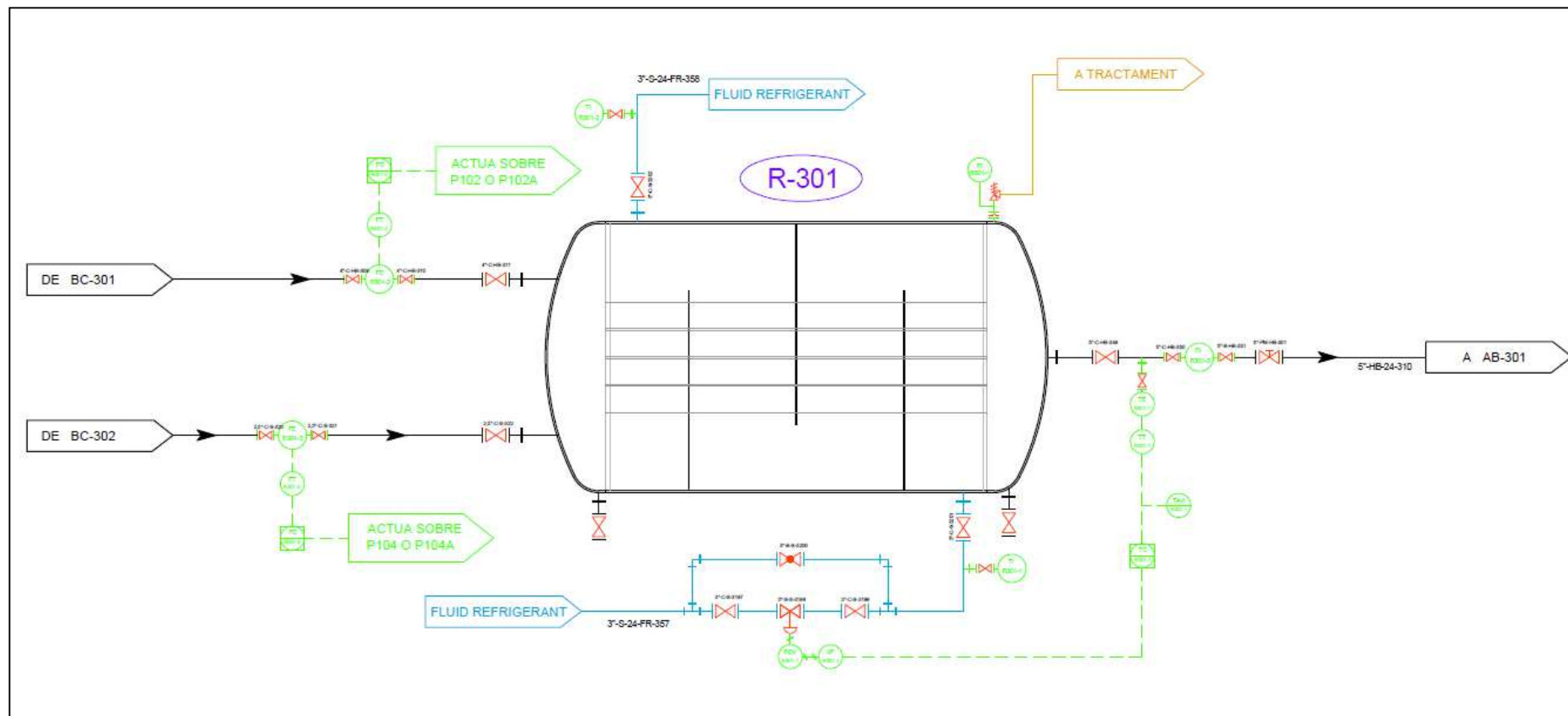


Figura 6.3.4.1 PID del reactor de formació de MCC.

2. Objectiu i abast de l'estudi

Aplicar el mètode HAZOP per estudiar possibles situacions de perill relacionades amb les variables d'operació del reactor de formació de MCC.

3. Nodes d'estudi

- 1: Connexió d'entrada de foscà gas a 204°C.
- 2: Connexió d'entrada de MMA gas a 240°C.
- 3: Connexió de sortida de productes cap a la columna AB-301.
- 4: Reactor multitubular R-301.

Tenint en compte que les característiques de les connexions de foscà i MMA (tots dos en estat gasós) així com els equips anteriors a l'entrada al reactor són molt semblants, l'estudi dels nodes 1 i 2 s'han realitzat de forma contínua. Cal però considerar que el foscà destaca per la seva toxicitat i l'MMA en canvi per la seva inflamabilitat i per tant cadascuna de les fugues requerirà un tracte diferent tot i provocar per igual una situació perillosa.

La informació relacionada amb els passos 4, 5, 6, 7 i 8 es recull en la taula presentada a continuació:

Taula 6.3.4.1 Desviacions analitzades en l'entrada al reactor de formació de MCC. Nodes 1 i 2

SISTEMA D'ANÀLISI: Reactor de formació de MCC					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Corrents d'entrada de reactius.						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	1.1 i 2.1 Cabal	No hi ha cabal d'entrada.	1) Fallada del bufador. 2) Fuga en canonada. 3) Conducció bloquejada per error en vàlvules. 4) Problemes en punts anteriors del procés.	- Possible fuga a l'exterior tòxica per fosc i inflamable per MMA - Falta de reactiu en el procés, possible parada de planta.	A) Inspecció regular de l'estat de les canonades, bufadors i vàlvules. B) Pla de seguretat contra incendis (MMA) i evacuació per situació de risc de salut (Fosc) C) Indicador de cabal a l'entrada.	OK manteniment. OK contra incendis. OK evacuació. OK indicador cabal.
MÉS	1.2 i 2.2 Pressió	Més pressió en la connexió d'entrada de l'esperada.	1) Excés d'impulsió del bufador. 2) Gas sobreescalfat en bescanviador previ. 3) Presència d'impureses en la conducció.	- Canonada sotmesa a sobrepressió, possible fuga de gas perillosa, inflamable o tòxica.	A) Monitorització de bufadors. B) Control de temperatura en bescanviadors de calor previs C) Punts de purga i indicadors de pressió en les canonades.	OK monitorització. OK control de temperatura. OK purgues i indicadors.
MENYS	1.3 i 2.3 Cabal /Pressió	Menys cabal d'entrada al reactor	1) Fuga en brida, vàlvula o canonada. 2) Fallada en bufadors. 3) Problemes en equips previs.	- Vessament de producte a l'exterior tòxica o inflamable, situació de perill. - Menor productivitat.	A) Monitorització de bufadors. B) Pla de seguretat contra incendis (MMA) i evacuació per situació de risc de salut (Fosc) C) Control i manteniment d'equips previs. D) Indicador de cabal a l'entrada. E) Indicador de composició a la sortida.	OK manteniment i revisió. OK pla de seguretat i incendis. OK controls. OK indicador.

PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
PART DE	1.4 i 2.4 Composició	Part de la composició en l'entrada és diferent.	1) Fuga d'oli tèrmic en els bescanviadors de calor previs.	- Possible augment de pressió en les canonades. - Problemes enbufadors i reactor per presència de fluid líquid.	A) Punts de presa de mostres i purgues al llarg de les canonades. B) Indicadors de pressió al llarg de les canonades.	OK vàlvules de presa de mostres i purgues. OK indicadors de pressió.

Taula 6.3.4.2 Desviacions analitzades en els corrents de sortida del reactor de formació de MCC. Node 3.

SISTEMA D'ANÀLISI: Reactor de formació de MCC					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Corrents de sortida de productes.						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	3.1 Cabal	No hi ha cabal de sortida.	1) Fallada de bufadors. 2) Fuga en canonada. 3) Conducció bloquejada per error en vàlvules. 4) Problemes en el reactor.	- Possible fuga a l'exterior tòxica per fosc, situació perillosa. - Falta de fluid de procés, possible parada de planta.	A) Inspecció regular de l'estat de les canonades, bufadors i vàlvules. B) Pla de seguretat i evacuació per situació de risc de salut (fuga tòxica) C) Indicador de cabal a la sortida.	OK manteniment. OK evacuació. OK indicador cabal.
MÉS	3.2 Pressió	Més pressió en la connexió de sortida de l'esperada.	1) Gas sobreescalfat en el reactor. 2) Presència d'impureses en la conducció.	- Canonada sotmesa a sobrepressió, possible fuga de gas perillosa i tòxica.	A) Control de temperatura en el reactor. B) Punts de purga i indicadors de pressió en les canonades.	OK llaç T-R301-1 OK purgues i indicadors.

PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
MENYS	3.3 Cabal /Pressió	Menys cabal de sortida al reactor	1) Fuga en brida, vàlvula, canonada o tubs del reactor. 2) Obstrucció en tubs del reactor. 3) Fallada del bufador	- Vessament de producte a l'exterior tòxica, situació de perill. - Manca de cabal en els equips posteriors.	A) Pla de seguretat en situació de perill. B) Indicador de cabal a l'entrada i la sortida. C) Monitorització de bufadors.	OK pla de seguretat. OK indicadors. OK monitorització.
PART DE	3.4 Composició	Part de la composició en la sortida és diferent.	1) Fuga de toluè en el reactor, tubs en mal estat. 2) No té lloc la reacció.	- Possible augment de pressió en la canonada. - Problemes en la part posterior del procés.	A) Punts de presa de mostres i purgues al llarg de les canonades. B) Indicadors de pressió al llarg de les canonades.	OK vàlvules de presa de mostres i purgues. OK indicadors de pressió.

Taula 6.3.4.3 Desviacions analitzades en el reactor de formació de MCC. Node 4.

SISTEMA D'ANÀLISI: Reactor de formació de MCC.					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Reactor multitubular de síntesi de MCC.						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	4.1 Reacció	No hi ha reacció.	1) Condicions de temperatura no òptimes. 2) No hi ha cabal d'entrada de producte.	- No hi ha producció de MCC, possible parada del procés.	A) Control de temperatura al reactor. B) Monitorització del cabal d'entrada. C) Punt de presa de mostres a la sortida.	OK llaç T-R301-1. OK monitorització. OK vàlvula de presa de mostres.

PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	4.2 Estanquitat	No hi ha estanquitat en els tubs.	1) Més corrosió de l'esperada per presència d'aire o impureses.	- Entrada de toluè al procés. - Entrada de gas reactiu al circuit de refrigeració amb toluè.	A) Presa de mostres i purgues al llarg de les canonades.	OK presa de mostres i purgues.
MÉS	4.3 Temperatura	Més temperatura en el reactor de la esperada	1) Entrada de gasos de procés més calenta de l'esperada. 2) Error en la mesura del sensor de temperatura. 3) Reacció descontrolada.	- Possible canvi en la productivitat. - Augment de pressió en els tubs.	A) Control de temperatura i alarma de temperatura màxima. B) Revisió periòdica estat instrumentació. C) Punt de presa de mostres a la sortida del reactor.	OK llaç T-R301-1. OK manteniment. OK presa de mostres.
	4.4 Pressió	Més pressió en els tubs de l'esperada	1) Sobreescalfament del reactor. 2) Excés de cabal a l'entrada. 3) Obstrucció d'algun dels tubs.	- Possible canvi en la productivitat. - Risc de fuga per sobrecàrrega en el reactor.	A) Indicador de pressió en els tubs del reactor. B) Control de temperatura en el reactor. C) Indicador de cabal a la sortida.	OK indicadors OK llaç T-R-301-1
MENYS	4.5 Temperatura	Menys temperatura a l'interior dels tubs.	1) Entrada de reactius més freda de l'esperada. 2) Fallada en el control de temperatura. 3) No te lloc la reacció.	- Menor productivitat. - Menor sortida de fosc de sense reaccionar.	A) Control de temperatura en el reactor. B) Punts de presa de mostra a la sortida del reactor o indicadors de composició.	OK llaç T-R301-1. OK vàlvules per a presa de mostres.
PART DE	4.6 Composició	Part de la composició dels tubs no és l'esperada.	1) Falta d'algun dels reactius, fosc o MMA. 2) Fuga en els tubs i entrada de toluè refrigerant.	- Menor productivitat. - Possible augment de la pressió en els tubs per presència de toluè (líquid o vapor)	A) Indicadors de cabal corrents d'entrada B) Indicador de pressió en els tubs del reactor. C) Purgues a les canonades.	OK indicadors. OK purgues.

6.3.5 Reactor de formació de Carbaryl

El següent punt del procés que s'ha analitzat pel mètode HAZOP ha estat el reactor de formació de Carbaryl ja que el MIC torna a ser-hi present, aquest cop, com a reactiu.

En aquest equip reaccionen el MIC i l'1-naftol per donar Carbaryl, els dos reactius s'uneixen abans d'entrar al reactor en una unió de canonades en forma de T, el MIC es troba en estat líquid a 20°C després de esser refredat en el bescanviador de calor BC-501 i el naftol dissolt en toluè a 80°C ja que en condicions normals és sòlid.

L'entrada al reactor es fa per la part inferior del mateix i la solució travessa els tubs plens de catalitzador on té lloc la reacció. A la sortida, per la part superior, la solució conté el producte, Carbaryl, dissolt en toluè i restes de MIC que no han reaccionat.

La reacció és exotèrmica i per tant cal bescanviar la calor generada per tal de mantenir el reactor al voltant de 93°C, aquest bescanvi és possible gràcies a la circulació de toluè fred per la carcassa del reactor multitubular.

La pressió no és un paràmetre tant important per a la reacció i aquesta es manté igual a la atmosfèrica, el que sí que cal tenir en compte és la pèrdua de càrrega del fluid de procés que està passant pels tubs del reactor ja que si la bomba encarregada d'impulsar-lo no li dona la força necessària per arribar a la part superior, no s'obtindrà la producció desitjada.

La resina utilitzada com a catalitzador haurà de ser regenerada de forma regular per tal de que continuï fent la seva funció, el procés de regeneració té tres fases diferenciades: en primer lloc es fa passar toluè pel reactor per tal d'eliminar restes de MIC amb l'objectiu de que aquest no reaccioni amb l'aigua de la solució regenerant, en segon lloc s'introdueix una dissolució aquosa portadora dels components regenerants que retornaran a la resina el seu poder d'intercanvi iònic, i per últim, es passa de nou toluè fresc per eliminar restes d'aigua dels tubs amb la mateixa finalitat que al inici dels processos.

Tenint en compte que la regeneració explicada es dona amb més freqüència que les operacions de manteniment, durant el disseny funcional del reactor, es decideix doblar l'equip per tal de treballar de forma contínua tot i la necessitat de regenerar el catalitzador. Tots dos reactors són idèntics pel que fa a disseny funcional i mecànic.

1. Descripció de la instal·lació

Els reactors de formació de Carbaryl estan formats pels components següents:

- Reactor multitubular de 320 tubs amb resina d'intercanvi iònic com a catalitzador fixat a l'interior dels tubs.
- Sistema de refrigeració de toluè circulant per l'espai entre tubs i carcassa amb l'objectiu de mantenir el reactor a 93°C de mitjana.
- Una entrada de reactius en forma de dissolució formada per toluè, 1-naphtol i MIC i una sortida, també en forma de dissolució, de toluè, Carbaryl i part de MIC.
- Un control de composició encarregat de mantenir les proporcions de reactius desitjades a l'entrada del reactor.
- Un control de temperatura que actua sobre el cabal de toluè que circula per la carcassa del reactor per tal de mantenir el reactor a 97°C i dos indicadors de temperatura, un a la part superior i un a la part inferior que informen de les condicions a l'interior dels tubs a l'entrada i la sortida del fluid de procés.
- Un sistema de regeneració del catalitzador format per un tanc de mescla de la solució aquosa amb els components regenerants i una entrada de toluè fresc des de l'àrea 100.

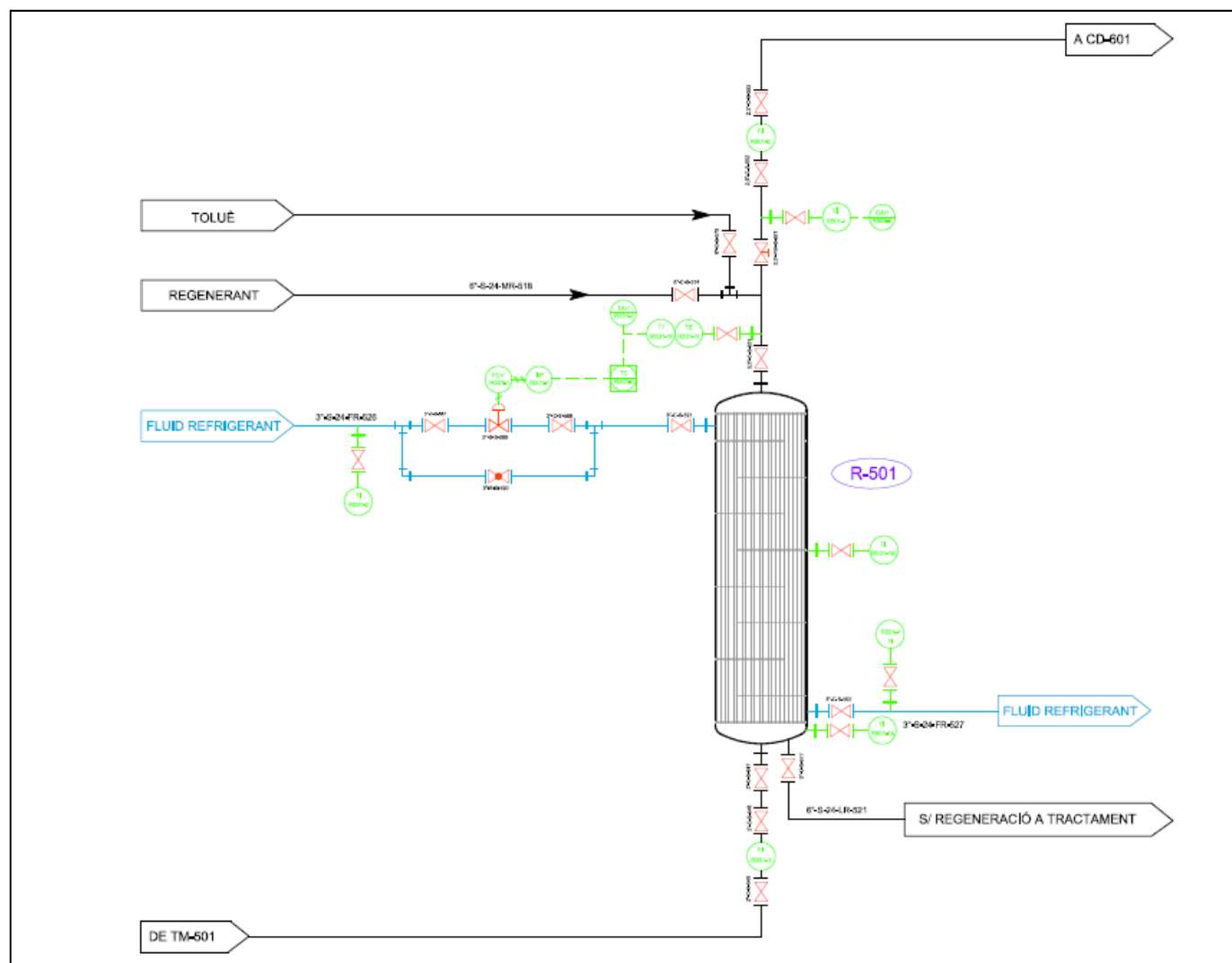


Figura 6.3.5.1 PID del reactor de síntesi de Carbaryl

2. Objectiu i abast de l'estudi

Aplicar el mètode HAZOP per estudiar possibles situacions de perill relacionades amb les variables d'operació del reactor de formació de Carbaryl. L'anàlisi es realitza en un dels reactors i és equivalent per l'altre.

3. Nodes d'estudi

- 1: Connexió d'entrada de reactius per la part inferior del reactor.
- 2: Connexió de sortida de productes per la part superior del reactor.
- 3: Reactor multitubular de llit catalític fix.

La informació relacionada amb els passos 4, 5, 6, 7 i 8 es recull en la taula presentada a continuació:

Taula 6.3.5.1 Desviacions analitzades en el corrent d'entrada al reactor de formació de Carbaryl. Node 1

.SISTEMA D'ANÀLISI: Reactor de formació de Carbaryl					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA:: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Corrent d'entrada de reactius.						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	1.1 Cabal	No hi ha cabal d'entrada.	1) Fallada de bomba. 2) Fuga en canonada. 3) Conducció bloquejada per error en vàlvules. 4) Problemes en punts anteriors del procés.	- Possible vessament a l'exterior (perillós) - Sobrecàrrega en la bomba. - Falta de reactiu en el procés, possible parada de planta.	A)Inspecció regular de l'estat de les canonades, bombes i vàlvules. B) Sistemes de desconnexió automàtica de bombes per protegir-les. C) Indicador de cabal a l'entrada.	OK manteniment. OK monitorització. OK indicador.
MÉS	1.2 Cabal	Més cabal d'entrada de l'esperat.	1)Excés d'impulsió de la bomba. 2) Problemes en el tanc de mescla TM-501. 3) Error en el controlador de composició.	-Possible inundació del reactor. - Canvi en la productivitat. - Possible excés de MIC no reaccionat a la sortida.	A)Monitorització i revisió de bombes i controls. B) Control en el tanc de mescla TM-501. C)Indicador de cabal a l'entrada. D) indicador de composició a la sortida.	OK manteniment OK control TM-501. OK indicadors.
	1.3 Temperatura	Més temperatura en la connexió d'entrada.	1) Font de calor propera a la canonada incontrolada. 2) Problemes amb sistema d'aïllament.	- Possible augment de la temperatura en el reactor si el controlador no pot compensar la pertorbació.	A)Revisió del sistema d'aïllament i voltants de les instal·lacions. B) Alarma de temperatura màxima.	OK manteniment i rondes de treballadors supervisant instal·lacions. OK alarma.

PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQUÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
MENYS	1.4 Cabal	Menys cabal d'entrada al reactor	1) Fuga en brida, vàlvula o canonada. 2) Fallada en la bomba d'impulsió de l'entrada. 3) Problemes en tanc de mescla TM-501 o equips previs. 4) Error en el controlador de composició.	- Vessament de producte a l'exterior. - Canvi en la productivitat.	A) Monitorització i revisió de bombes i controls. B) Control en el tanc de mescla TM-501. C) Indicador de cabal a l'entrada. D) Indicador de composició a la sortida.	OK manteniment i monitorització. OK control TM-501. OK indicadors.
PART DE	1.5 Composició	Part de la composició en l'entrada és diferent.	1) Error en el controlador de composició. 2) Problemes en equips previs, vàlvules i/o bombes.	- No s'obté la productivitat desitjada. - Reaccions no desitjades d'impureses amb MIC. - Possible excés de MIC a la sortida.	A) Monitorització i revisió de bombes, controls i vàlvules. B) Presa de mostres regular a l'entrada. C) Indicador de composició a la sortida.	OK monitorització i manteniment. OK vàlvules de presa de mostres. OK indicador de composició i alarma.

Taula 6.3.5.2 Desviacions analitzades en el corrent de sortida del reactor de formació de Carbaril. Node 2.

SISTEMA D'ANÀLISI: Reactor de formació de Carbaryl					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Corrent de sortida de productes.						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	2.1 Cabal	No hi ha cabal de sortida.	1) Falta d'impulsió de la bomba. 2) Vàlvula per aïllar equip encallada tancada. 3) Excés de pèrdua de càrrega del fluid.	- Falta de fluid de procés per continuar amb la producció. - Possible saturació del reactor o la bomba d'impulsió d'entrada.	A) Inspecció regular de l'estat de bombes i vàlvules. B) Sistemes de desconexió automàtica de bombes per protegir-les. C) Indicador de cabal a la sortida.	OK manteniment. OK monitorització. OK indicador.
MÉS	2.2 Cabal	Més cabal de sortida de l'esperat.	Comú amb desviació 1.2	Comú amb desviació 1.2	Comú amb desviació 1.2	Comú amb desviació 1.2
	2.3 Temperatura	Més temperatura en la connexió de sortida	1) Excés de temperatura a l'entrada. 2) Error en control de temperatura.	- Possible augment de la temperatura en el reactor si el controlador no pot compensar la pertorbació. - Possible canvi en la productivitat.	A) Alarma de temperatura màxima. B) Revisió del sistema de control.	OK alarma. OK manteniment.
MENYS	2.4 Cabal	Menys cabal de sortida al reactor.	Comuns amb desviació 1.4 i 2.1 (excepte vàlvula encallada tancada)	Comuns amb desviació 1.4 i 2.1	Comuns amb desviació 1.4 i 2.1	Comuns amb desviació 1.4 i 2.1

PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
PART DE	2.5 Composició	Part de la composició en la sortida és diferent.	1) Error en el controlador de composició. 2) Fuga en tubs i entrada de toluè refrigerant. 3) Arrossegament de resina de tubs.	- No s'obté la productivitat desitjada. - Possible excés de MIC a la sortida.	A) Monitorització i revisió de bombes, controls i vàlvules. B) Indicador de composició a la sortida.	OK monitorització i manteniment. OK indicador de composició i alarma.

Taula 6.3.5.3 Desviacions analitzades en el reactor de formació de Carbaril. Node 3.

SISTEMA D'ANÀLISI: Reactor de formació de MIC.					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Tanc de reacció de MIC						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	3.1 Reacció	No hi ha reacció.	1) Condicions de temperatura no òptimes. 2) No hi ha cabal d'entrada de producte. 3) Catalitzador inactiu	- Parada de planta, cal posada en marxa de reactor R-502, possible pèrdua de producció. - MIC dirigit als tancs d'emmagatzematge.	A) Control de temperatura. B) Monitorització del cabal d'entrada. C) Indicador i alarma de composició a la sortida.	OK llaç T-R501-1. OK monitorització. OK indicador i alarma.
MÉS	3.2 Temperatura	Més temperatura en el reactor de la esperada	1) Entrada de fluid de procés més calenta de l'esperada. 2) Error en la mesura del sensor de temperatura. 3) Reacció descontrolada.	- Possible canvi en la productivitat. - Possibilitat de fer malbé el catalitzador. - Risc de vaporització de part del toluè, possible situació perillosa.	A) Control de temperatura i alarma de màxima. B) Indicadors de temperatura a l'entrada i la sortida del reactor. C) Revisió periòdica estat instrumentació.	OK llaç T-R501-1. OK sensors. OK manteniment.

PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
MÉS	3.3 Nivell	Més nivell al tanc del desitjat.	1) Vàlvula de regulació de sortida encallada tancada. 2) Excés de cabal d'entrada descontrolat.	- Possible inundació i vessament del reactor.	A) Revisió periòdica de vàlvules. B) Indicador de cabal a l'entrada. C) Indicador i alarma de nivell.	OK manteniment. OK indicadors. Cal indicador de nivell?
INVERSIÓ	3.4 Circulació	Inversió de la direcció de la circulació en el reactor.	1) Falta de potència del fluid a l'entrada.	- Col·lapse de la bomba, situació descontrolada potencialment perillosa.	A) Instal·lació de purgues en canonades per situacions d'emergència.	OK purgues.

6.3.6 Columna de refinat de MIC CD-401

Per últim s'ha decidit analitzar pel mètode HAZOP una de les columnes de destil·lació que formen part del procés de producció de la planta.

Tenint en compte les característiques i els components presents en cadascuna d'elles s'ha escollit la columna de refinat de MIC CD-401 per a l'estudi ja que el seu objectiu és obtenir MIC molt pur per caps en el seu punt d'ebullició el qual, en cas de que fos necessari per funcionaments que es desviessin de la normalitat en la planta, seria emmagatzemat en l'àrea 700.

Coneixent la seva toxicitat i els antecedents de la substància pel que fa accidents, cal que el control de la columna, tant relacionat amb l'operació com amb la seguretat, sigui tingut en compte de forma especial.

L'entrada a l'equip prové del condensador C-401, es tracta d'un corrent líquid enriquit en MIC amb petites fraccions de MCC, HCl i toluè que cal separar per tal de continuar amb el procés. La sortida per caps a 39°C és un corrent de MIC pur a la seva temperatura d'ebullició que es dirigeix al bescanviador de calor BC-501 on és refredat previ a l'entrada del reactor de formació de Carbaryl. La sortida per cues a 108°C conté els components separats (MCC, HCl i toluè) i és dirigida al tanc pulmó TP-401 on s'homogeneïtza amb les demés entrades del reactor de piròlisi per tal d'optimitzar el procés.

La columna és de rebliment, treballa a pressió atmosfèrica i a un rang de temperatures d'entre 39 i 108°C amb una relació de reflux igual a 1.

1. Descripció de la instal·lació

La columna de refinat de MIC està formada pels components següents:

- Una columna de rebliment de més de 14 metres amb dues zones de diàmetre diferenciades, una superior igual a 0,45m i una inferior de 0,61m de diàmetre.
- Un bescanviador de tipus evaporador a la part inferior encarregat de vaporitzar el líquid que cau per la columna a una temperatura de 108°C.
- Un condensador a la part superior on es produeix el canvi de fase del MIC separat a la seva temperatura d'ebullició 39°C.

- Un tanc pulmó que fa possible la separació de la part del MIC que es dirigeix a procés i la part que és retornada a la columna com a reflux.
- Una entrada líquida a 20°C formada principalment per MIC amb restes de MCC, HCl i toluè que cal separar.
- Dos controls de temperatura: un al condensador regulant el cabal de toluè per mantenir-lo a 39°C i un últim situat a la part superior de la columna per regular el reflux en la mateixa.
- Dos controls de nivell, un per evitar la inundació de la columna de refinat que actuarà sobre el cabal de sortida per cues, i un segon al tanc pulmó TP-402 per mantenir-lo en el rang òptim.
- Un control de pressió a la columna que actua sobre el corrent d'oli tèrmic que circula per l'evaporador per tal d'augmentar o disminuir el flux de vapor a la columna.

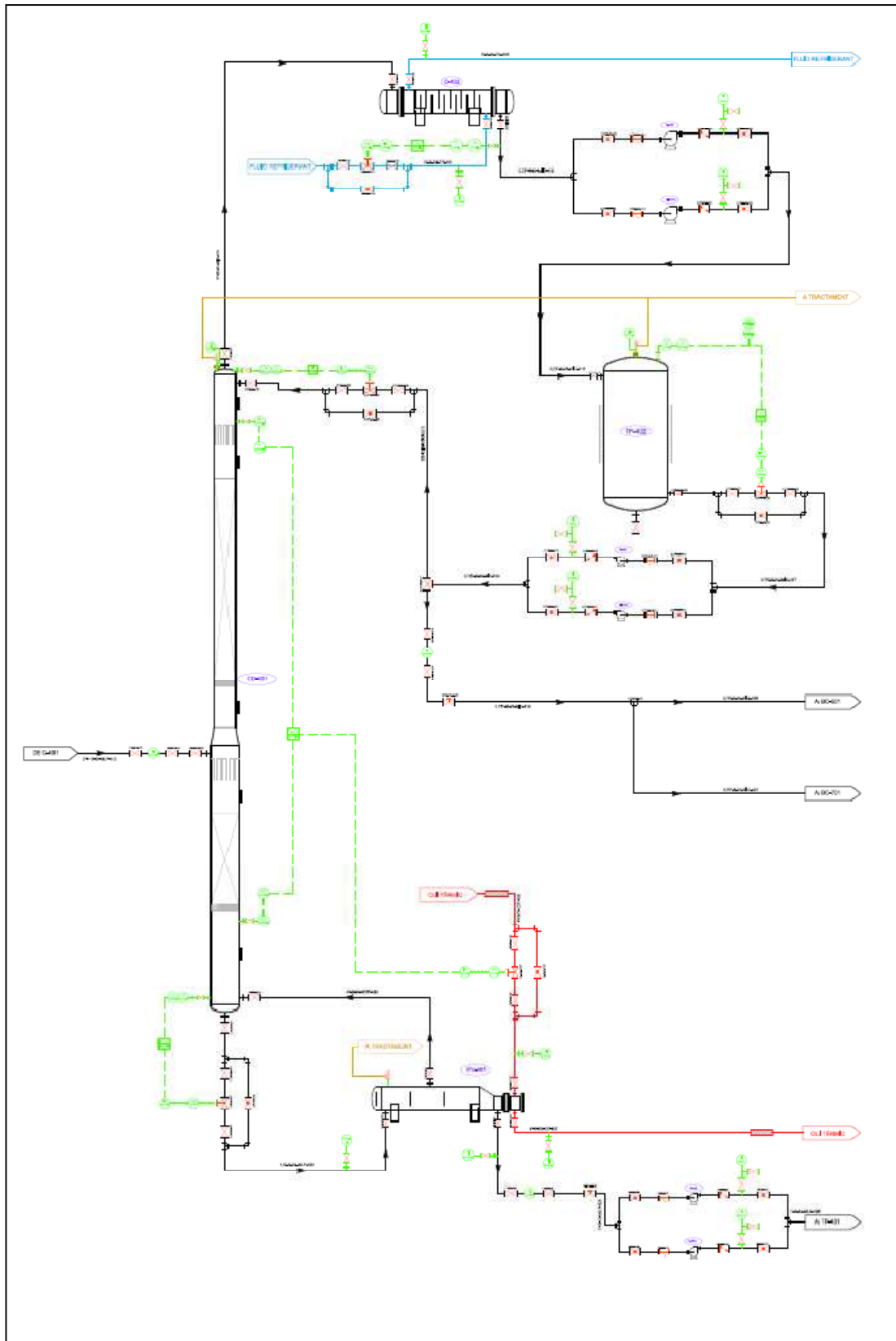


Figura 6.3.6.1 PID de la columna de refinat de MIC

2. Objectiu i abast de l'estudi

Aplicar el mètode HAZOP per estudiar possibles situacions de perill relacionades amb les variables d'operació de la columna de refinat de MIC CD-401.

Algunes de les situacions de perill de l'equip seran extrapolables a la resta de columnes presents en el procés en el cas de realitzar el seu anàlisi més endavant.

3. Nodes d'estudi

- 1: Connexió d'entrada a la columna de refinat CD-401.
- 2: Columna de rebliment refinat de MIC.
- 3: Evaporador de tipus a 108°C d'operació.
- 4: Condensador de MIC a 39°C de temperatura.
- 5: Tanc pulmó TP-402.

La informació relacionada amb els passos 4, 5, 6, 7 i 8 es recull en la taula presentada a continuació:

Taula 6.3.6.1 Desviacions analitzades en el corrent d'entrada a la columna de refinat de MIC. Node 1.

SISTEMA D'ANÀLISI: Torre de refinat de MIC					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Corrent d'entrada a la columna.						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	1.1 Cabal	No hi ha cabal d'entrada.	1) Falla sistema de bombeig previ. 2) Vàlvula per aïllar equip encallada tancada. 3) Fuga en la canonada.	- Falta d'aliment en l'equip, possible paralització del procés. - Vessament de fluid de procés a l'exterior, conté MIC gas, tòxic, situació de perill.	A)Inspecció regular de l'estat de bombes, vàlvules i canonades. B) Indicador de cabal a l'entrada.	OK manteniment. OK indicador.
MÉS	1.2 Temperatura	Més temperatura en la connexió d'entrada.	1)Excés de temperatura en el condensador previ C-401. 2) Font de calor propera a la canonada no controlada.	- Possible evaporació de part del fluid de procés i generació de sobrepressió en la canonada.	A) Sistema de control de temperatura en C-401 i alarma de màxim. B) Indicadors de pressió en diferents punts de les canonades. C) Punts de purga de gasos en les canonades. D) Inspecció regular de la zona de treball.	OK llaç T-C401-1 OK indicadors. OK purgues. OK inspeccions.

PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
MÉS	1.3 Cabal	Més cabal d'entrada de l'esperat	1) Excés d'impulsió del sistema de bombeig previ.	- Sobrepressió en la canonada. - Possible inundació de la columna si el control de nivell no pot compensar la pertorbació.	A) Monitorització de l'estat de les bombes. B) Indicadors de pressió a les canonades. C) Indicador de cabal a l'entrada. D) Control de nivell a la columna i alarma de nivell màxim.	OK monitorització. OK indicadors. OK llaç L-CD401-2.
MENYS	1.4 Cabal	Menys cabal d'entrada a la columna.	Comuns amb desviació 1.1 (excepte vàlvula encallada tancada)	Comuns amb desviació 1.1	Comuns amb desviació 1.1	Comuns amb desviació 1.1
PART DE	1.5 Composició	Part de la composició de l'entrada és diferent.	1) Problemes de funcionament del condensador C-401. 2) Presència d'impureses per corrosió o fuga en el condensador.	- Possibles reaccions indesitjades amb el MIC en la canonada. - Possibilitat de no aconseguir la separació desitjada en la columna.	A) Control en el condensador C-401. B) Punts de mostreig en les canonades.	OK control. OK punts mostreig.

Taula 6.3.6.2 Desviacions analitzades en la columna de refinat de MIC. Node 2.

SISTEMA D'ANÀLISI: Torre de refinat de MIC.					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Columna de refinat de MIC.						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	2.1 Reflux	No hi ha reflux d'entrada a la columna.	1) Falla sistema de bombeig previ. 2) Vàlvula per aïllar equip encallada tancada. 3) Fuga en la canonada. 4) Falla el control de temperatura de caps.	- Falta de cabal de líquid en la columna, problemes en el funcionament. - Vessament de fluid de procés a l'exterior, conté MIC gas, tòxic, situació de perill. - Augmenta la temperatura de la columna.	A) Inspecció regular de l'estat de bombes, vàlvules i canonades. B) Indicador de cabal a la sortida de la columna. C) Control de temperatura de caps a la columna.	OK manteniment. OK indicador. OK llaç T-CD401-1
MÉS	2.2 Nivell	Més nivell a la columna de l'esperat.	1) Fallada del control de nivell. 2) vàlvules de sortida encallades tancades. 3) Disminució de la temperatura i acumulació de líquid.	- Augment de pressió en la columna. - Sortida de líquid descontrolada per excés de nivell. - Parada de l'equip.	A) Control de nivell i alarma de màxim. B) Inspecció regular de vàlvules i control. C) Control de temperatura. D) Indicadors de cabal a les diferents connexions de la columna. E) Control de pressió en la columna.	OK llaç L-CD401-2 OK inspecció. OK llaç T-CD401-1 OK indicadors OK llaç P-CD402-3

PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
MÉS	2.3 Pressió	Més pressió en l'equip.	1) Excés de temperatura, més producció de gasos. 2) Excés d'alimentació en l'equip. 3) Excés de nivell en l'equip, problemes amb control o vàlvules de sortida.	- No s'aconsegueix la separació desitjada, varia la composició. - Sobrepressió i risc de deformació de l'equip, ruptura i fuga descontrolada. Situació perillosa, substàncies tòxiques.	A) Control de temperatura. B) Control de pressió. C) Disc de ruptura. D) Inspecció regular de vàlvules i sistema de control. E) indicador de cabal a l'entrada.	OK llaç T-CD401-1 OK llaç P-CD401-3 OK disc. OK manteniment. OK indicador.
	2.4 Temperatura	Més temperatura en l'equip.	1) L'evaporador de cues escalfa massa. 2) Poc reflux de líquid a la columna.	- Problemes de funcionament. - Possible descomposició de productes.	A) Control de temperatura en la columna i l'evaporador. B) Indicadors de temperatura en la columna.	OK llaços T-CD401-1 i T-KR401-1 OK indicadors.
MENYS	2.5 Temperatura	Menys temperatura en l'equip.	1) L'evaporador de cues no escalfa el suficient. 2) Problemes amb l'aïllament de l'equip	- No s'aconsegueix la separació desitjada. - Possible excés de líquid en la columna.	A) Control de temperatura. B) Revisió de l'estat de l'evaporador i control en el mateix. C) Manteniment del sistema d'aïllament.	OK llaç T-CD401-1 OK manteniment.
A MÉS DE	2.6 Composició	A més de MIC per caps hi ha altres substàncies.	1) L'evaporador no escalfa prou el fluid de procés. 2) Corrosió del reblliment o el material dels equips. 3) Excés de líquid a la columna.	- Possibles reaccions indesitjades del MIC amb impureses. - Menor productivitat i eficiència de la separació. - No és possible emmagatzemar el MIC, cal eliminar-lo.	A) Control de temperatura en KR-401. B) Revisió dels materials i manteniment del reblliment. C) Control de nivell en la columna.	OK llaç T-KR-401-1 OK manteniment OK llaç L-CD401-2

Taula 6.3.6.3 Desviacions analitzades en l'evaporador de la columna de refinat de MIC. Node 3.

SISTEMA D'ANÀLISI: Torre de refinat de MIC.					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Evaporador EV-401.						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
MÉS	3.1 Pressió	Excés de pressió en l'equip	1) Més temperatura i major generació de gasos. 2) Sortida de gasos bloquejada. 3) Excés d'entrada de líquid.	- Perill d'explosió i sortida de gasos tòxics. - Problemes en el funcionament de la columna.	A) Sensors de temperatura en el l'evaporador B) Disc de ruptura per sobrepressió. C) Revisió de vàlvules de sortida.	OK sensors. OK disc OK manteniment.
	3.2 Temperatura	Més temperatura en l'equip	1) Falla el control de pressió de la columna. 2) Entrada de líquid excessivament calenta. 3) Font de calor externa descontrolada	- Sortida de gasos més calents, possible descomposició dels mateixos. - Possible augment de pressió.	A) Sensor sde temperatura B) Disc de ruptura per sobrepressió	OK sensors. OK disc
MENYS	3.3 Temperatura	Menys temperatura en l'equip.	1) Falla el control de pressió. 2) Problemes amb l'oli tèrmic. 3) Problemes amb l'aïllament.	- Falta de vapor en la columna, problemes en operació. - No s'aconsegueix la separació desitjada. - Disminució de la temperatura de la columna.	A)Revisió de l'estat de l'evaporador i control en l'equip. B) Manteniment del sistema d'aïllament.	OK manteniment.
EN COMPTE DE	3.4 Oli	En comptes d'oli, toluè per tubs	1) Error humà en la posta en marxa de l'equip.	Comuns desviació 3.3 - Cal parar l'operació.	A) Formació acurada dels treballadors i supervisió de la posta en marxa.	OK

Taula 6.3.6.4 Desviacions analitzades en el condensador de la columna de refinat de MIC. Node 4.

SISTEMA D'ANÀLISI: Torre de refinat de MIC.					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Condensador C-403						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
MÉS	4.1 Pressió	Excés de pressió en l'equip	1) Més temperatura i menor condensació de gasos. 2) Sortida de líquid bloquejada. 3) Excés d'entrada de gas.	- Perill d'explosió i sortida de gasos tòxics. - Problemes en el funcionament de la columna.	A) Control de temperatura. B) Disc de ruptura per sobrepressió. C) Revisió de vàlvules de sortida.	OK llaç T-C403-1 OK disc OK manteniment.
	4.2 Temperatura	Més temperatura en l'equip	1) Falla el control de temperatura. 2) Entrada de gasos excessivament calenta. 3) Font de calor externa descontrolada	- Dificultat per condensar els gasos de caps. - Possible augment de pressió.	A) Control de temperatura B) Disc de ruptura per sobrepressió. C) indicador de temperatura de caps	OK llaç T-C403-1 OK disc OK indicadors
PART DE	4.3 MIC	Part de MIC no es condensa	1) Falla el control de temperatura, i és massa elevada. 2) Temperatura de la columna és massa elevada.	- Presència de gas i líquid en la canonada de sortida, pot generar sobrepressió. - Possible disminució del reflux i escalfament de la columna.	A) Controls i alarma de temperatura màxima. B) Indicadors de pressió a les canonades i purgues de gas.	OK llaç T-C403-1 OK indicadors
EN COMPTES DE	4.4 toluè	En comptes de toluè, oli en l'equip	1) Error humà en la posta en marxa de l'equip.	Comuns desviació 4.2 - Cal parar l'operació.	A) Formació acurada dels treballadors i supervisió de la posta en marxa.	OK

Taula 6.3.6.5 Desviacions analitzades en el tanc pulmó de la columna de refinat de MIC. Node 5.

SISTEMA D'ANÀLISI: Torre de refinat de MIC.					ANÀLISI REALITZAT PER:	
DATA: 09/06/2014						
LOCALITZACIÓ DEL NODE: Tanc pulmó TP-402						
PARAULA GUIA	VARIABLE	DESVIACIÓ	POSSIBLES CAUSES	CONSEQÜÈNCIES	MESURES CORRECTORES	AVALUACIÓ
NO	5.1 Estanquitat	No hi ha estanquitat en el tanc	1) Cops, corrosió del material o defectes de fabricació.	- Vessament de fluid a l'exterior, MIC tòxic i a la seva temperatura d'evaporació. Situació de perill. - Falta de fluid de procés en equips posteriors.	A) Revisió periòdica de l'estat dels tancs. B) Cubeta de retenció	OK manteniment. Cal cubeta de retenció en aquest tanc pulmó?
MÉS	5.2 Pressió	Excés de pressió en l'equip	1) Entrada de gasos 2) Massa temperatura, generació de gasos (problemes en C-403) 3) Nivell sobre el màxim	- Perill d'explosió i sortida de gasos tòxics.	A) Control de nivell B) Disc de ruptura C) Indicadors de pressió	OK llaç L-TP402-1 Cal disc de ruptura i indicador?
	5.3 Temperatura	Més temperatura en l'equip	1) Entrada de fluid calent, problemes en el condensador previ 2) Font de calor externa descontrolada	- Possible vaporització del líquid. - Augment de la pressió en el tanc	A) Indicador de temperatura.	Cal indicador de temperatura?
	5.4 Nivell	Més nivell en el tanc	1) Error en el control de nivell. 2) Vàlvula de sortida encallada tancada.	- Perill de vessament. - Possible augment de pressió. - Possible excés de cabal en el bescanviador posterior BC-501	A) Control de nivell en el tanc. B) Indicador de cabal a la sortida. C) Revisió de vàlvules periòdica.	OK llaç L-TP402-1 OK indicador OK manteniment.

