



PLANTA DE PRODUCCIÓ D'ÀCID FÒRMIC

PROJECTE DE FINAL DE CARRERA

GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA

ACME
chemicals

Guillermo Bachiller Pérez

Paula Gómez Lorente

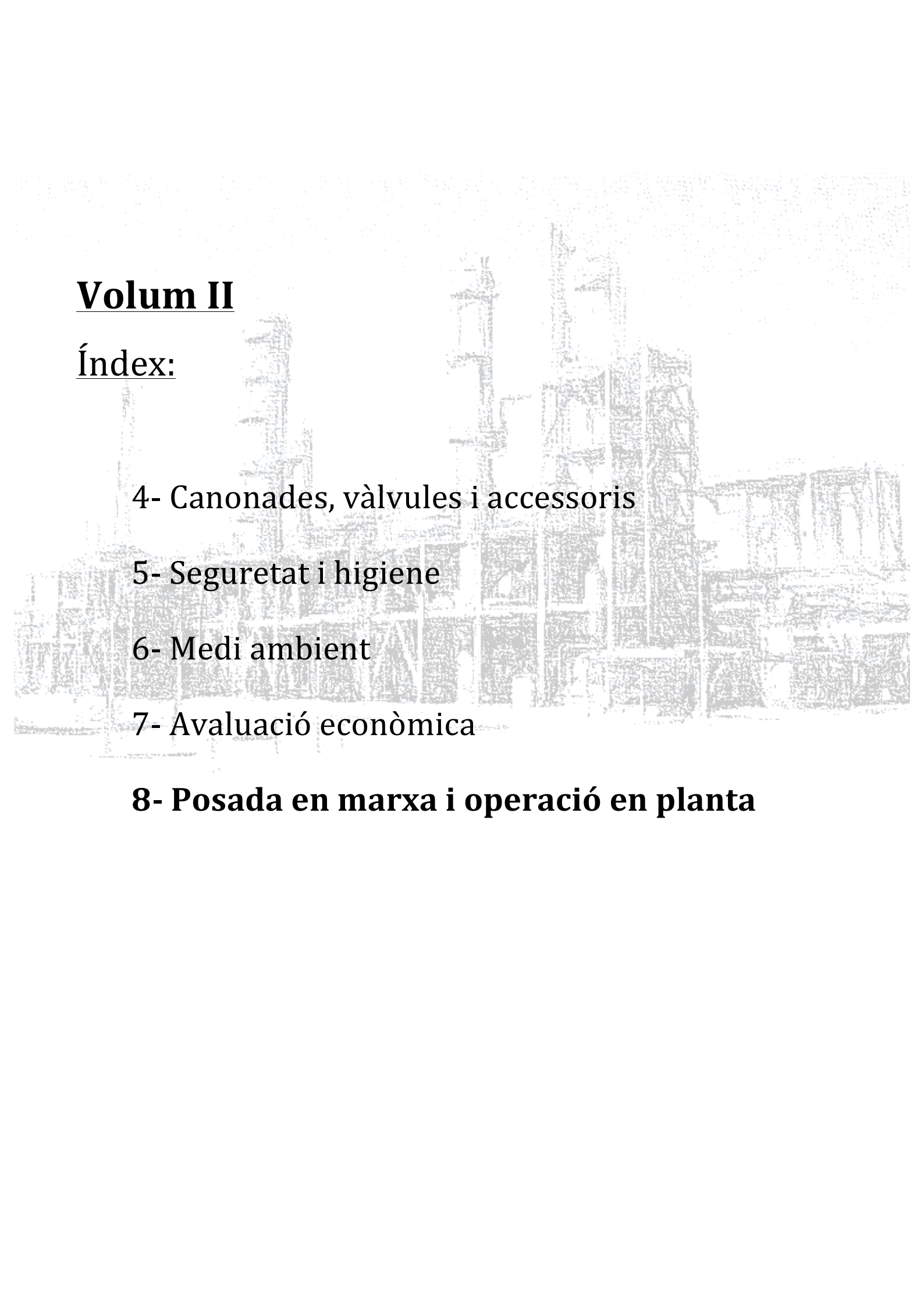
Jordi Andreu Morales Tapia

Jaume Rota i Sariol

David Torrent Herrero

Tutor: Marc Peris

Cerdanyola del Vallès, Juny 2016



Volum II

Índex:

4- Canonades, vàlvules i accessoris

5- Seguretat i higiene

6- Medi ambient

7- Avaluació econòmica

8- Posada en marxa i operació en planta

8- Posada en marxa

8.1-Posada en marxa	1
8.1.1-Proves preliminars i d'arrancada	1
8.1.2-Accions prèvies a la posada en marxa	2
8.1.2.1 Tests mecànics	2
8.1.2.2 Manteniment	3
8.1.2.3 Inspeccions.....	3
8.1.3 Posada en marxa de les diferents àrees.....	4
8.1.3.1-Àrea 200.....	4
8.1.3.2- Àrea 300.....	6
8.1.3.4- Àrea 500.....	7
8.1.4 Parades programades	8
8.1.5 Parada d'emergència de la planta	10
8.2- Operació en planta	11
8.2.1- Introducció	11
8.2.2- Operació en planta per àrees	11
8.2.2.1- Àrea 100.....	11
8.2.2.2- Àrea 200.....	13
8.2.2.3- Àrea 300.....	14
8.2.3.4- Àrea 400.....	14
8.2.2.5- Àrea 500.....	15

8.1-Posada en marxa

Aquest capítol té com a objectiu analitzar els punts més importants a l'hora de la posada en marxa de la planta de producció d'àcid fòrmic. A l'hora de realitzar la posada en marxa de la planta es seguirà el mateix ordre que segueix el procés i s'aniran obrint les àrees de forma cronològica, tot supervisant les accions i desenvolupant inspeccions i tests a mesura que es realitzen els processos.

És un procés a realitzar correctament, ja que el seu principal objectiu és que la planta arribi al estat estacionari treballant a règim tèrmic, hidràulic i màssic produint el producte a les concentracions desitjades.

8.1.1-Proves preliminars i d'arrancada

L'execució i posada en marxa d'un projecte ha d'incloure tot el relatiu a l'adequada revisió de les instal·lacions i a la realització de proves en els equips i línies de conducció.

Resulta convenient desenvolupar un llistat d'equips i sistemes (*Checklist*) a verificar per determinar l'estat de cadascun d'ells i així garantir que tots han quedat satisfactòriament provats i preparats per l'arrancada.

La planta de producció d'àcid fòrmic *ACME Chemicals* considerarà els següents aspectes:

- Es revisarà el llistat dels equips, línies i instruments elaborats per l'enginyeria a fi de no ometre cap.
- Es classificaran els equips, línies i instruments per tipus i serveis.
- En el llistat s'inclourà informació rellevant a l'hora de realitzar les proves (Cabal màxim, pressió d'operació, temperatura de treball, material, etc).
- Es desenvoluparà en conjunt amb les àrees d'enginyeria corresponents, un format de verificació per a cada tipus d'equip o sistema i aquest inclourà al responsable o responsables d'executar i verificar les proves.

- Es determinarà d'acord amb les normes oficials, acceptades nacional o internacionalment, així com amb els propis manuals dels equips, els mètodes de prova. És de vital importància que el responsable llegeixi i entengui tots els aspectes inclosos en els manuals d'instal·lació, operació i servei de cada equip.
- S'inclouran també els cronogrames d'execució. En moltes ocasions, els proveïdors els estableixen i es recomana que un representant es trobi present en el moment de la posada en marxa de l'equip, a fi de verificar l'adequada instal·lació d'aquest.
- En cas que durant el procés es detectin anomalies (fugues, per exemple) es deuran arreglar i repetir les proves.
- Durant el procés de posada en marxa, els operaris de la planta es trobaran presents en la mateixa, per tal que tinguin la certesa de que l'equip o sistema opera adequadament.

8.1.2-Accions prèvies a la posada en marxa

Prèviament a la posada en marxa d'una planta industrial, s'han de fer una sèrie de proves que tenen com a fi minimitzar els riscos que puguin ocasionar, més tard, un perill cap al personal de la planta o a la pròpia instal·lació. D'aquesta manera es dividiran aquestes tasques i feines en diferents apartats.

8.1.2.1 Tests mecànics

Aquests tests tenen com a objectiu conèixer la resistència mecànica dels diferents equips quan es troben sotmesos a condicions extremes d'operació. Es centren principalment en variacions de pressió i temperatura.

En aquests tests es posarà especial atenció a la resposta dels sistemes de seguretat.

Dintre d'aquests tests es troben els tests hidràulics i mecànics on els equips són sotmesos també a proves d'estanqueïtat, operació a diversos règims, etc. També es comprova el correcte funcionament de bombes i compressors en diferents condicions de treball per evitar mals majors en cas que hi haguessin fluctuacions en els caudals i en la temperatura d'operació.

Les proves hidràuliques consisteixen en la introducció d'aigua tintada pel circuit de canonades de la planta. D'aquesta manera, és senzill localitzar la presència de fugues,

porus o errors en les soldadures dels accessoris, comprovant també que els equips que contenen pes elevat no pateixin vibracions o deformacions durant la operació. Aquest procés es realitzarà una vegada cada cop que es pari la planta sencera i, al acabar, s'haurà de purgar la planta en la seva totalitat i assecar amb aire per evitar impureses quan el procés estigui operatiu.

Les proves de pressió consisteixen en la introducció d'un gas, per comprovar que els equips resisteixen les pressions màximes d'operació. Amb aquestes proves també es comprova l'estanqueïtat dels equips i vàlvules i és que, si la pressió no varia, significa que el sistema és estanc.

8.1.2.2 Manteniment

Entre les principals tasques de manteniment prèvies destaquen la inspecció visual dels equips, la comprovació de si es disposa de totes les eines necessàries per realitzar reparacions o modificacions, comprovació de lubricants i altres materials per al manteniment dels equips i comprovació de la organització dels materials i equips de reposició al magatzem. També està inclòs en les tasques de manteniment el calibratge de les bombes.

8.1.2.3 Inspeccions

Abans de posar en marxa la planta s'ha de fer una sèrie d'inspeccions entre les que destaquen:

- Revisió de l'interior de reactors, columnes, tancs...
- Comprovació mitjançant els PID de la instrumentació i equips tant principals com secundaris.
- Revisar la seguretat de l'estructura dels tancs.
- Revisar la xarxa de canonades i les connexions entre elles.
- Revisar la col·locació dels equips per garantir el seu fàcil accés i operativitat.
- Revisar el sistema de bombeig, venteig i control.
- Calibratge de l'instrumentació.

8.1.3 Posada en marxa de les diferents àrees

La posada en marxa de la producció d'àcid fòrmic es basa en aconseguir, com s'ha explicat anteriorment, que el procés treballi a regim tèrmic, hidràulic i màssic per tal de garantir el correcte desenvolupament dels diferents equips i aconseguir d'aquesta manera la concentració i la quantitat desitjada del producte realitzat. Per tal de dur a terme aquest procés, s'ha d'introduir el cabal necessari de reactiu als primers equips i emmagatzemar la resta de productes obtinguts, per tal de no malbaratar el procés.

Com s'ha comentat en el punt anterior, abans de començar a produir àcid fòrmic, s'ha de dur a terme proves hidràuliques, de manteniment i d'estanqueïtat dels equips.

A continuació es detallarà el procediment operatiu de la posada en marxa a seguir en cada àrea de la planta, començant ja des de l'àrea 200, ja que l'àrea 100 (Emmagatzematge dels reactius) no precisa una actuació acurada. Això es deu a que amb el manteniment i la comprovació dels nivells de tancs és suficient per considerar que es pot començar a produir el producte desitjat. Així, el procés dut a terme ha estat:

8.1.3.1-Àrea 200

En aquesta àrea es produeix la reacció de carbonilació entre el metanol i el monòxid de carboni. Per posar en marxa aquesta part fa falta que els tancs de l'àrea 100 estiguin plens i llestos per operar.

Abans de començar amb l'àrea 200, el primer que s'ha de fer és activar el control de nivell baix dels tancs, ja que estava parat a l'hora en que s'han omplert. Així doncs, un cop l'àrea 100 està totalment funcional, es podrà iniciar l'àrea 200 pròpiament dita.

1. Iniciació del sistema de refrigeració de mitja canya dels dos reactors de carbonilació. Abans d'omplir els reactors de bombolleig, s'activarà el control de temperatura i l'aigua de refrigeració del bescanviador E-201.
2. Posada en marxa del control de temperatura del reactor. Es donarà entrada al metanol i al monòxid de carboni, activant l'obertura de les vàlvules VB-201 i VB-209 respectivament per a cada corrent. Aquesta entrada serà progressiva, és a dir, no s'introduirà amb els cabals d'operació sinó que s'anirà augmentant el cabal a mesura que avanci la reacció.

3. Activació del control de nivell per tal de saber quina progressió del nivell presenten, per tal que quan el nivell de líquid estigui a l'alçada d'operació s'obrin les vàlvules de sortida (VM-R-201) i s'envii el corrent a l'àrea de medi ambient per tractar els productes fins que el producte de dins del reactor arribi a la composició desitjada.
4. Tancament de les vàlvules del corrent de medi ambient quan els productes arriben a l'estat estacionari i, per tant, a la composició desitjada, i obrir les vàlvules del procés que conduiran el corrent fins al separador de fases SVL-201 (VB-204)
5. Activació dels controls de nivell i pressió del SVL-201. Quan el separador arribi al nivell de líquid i pressió desitjada, s'obriran les vàlvules de sortida de caps i cues (VB-210 i VB-217).
6. Activació del control de temperatura i subministrament d'aigua de refrigeració al bescanviador E-202 de forma prèvia (permetent el pas d'aigua de refrigeració mitjançant la VB-211) a l'obertura de la vàlvula de sortida del SVL-201 (VB-210) .
7. Obertura de les vàlvules de sortida del SVL-201, a més de permetre l'entrada del metanol a la columna d'absorció mitjançant la P-204, tot regulant aquesta entrada amb el cabalímetre (FM-201) adherit al corrent. Al mateix temps, s'activa el control de temperatura i s'obre l'aigua de refrigeració del bescanviador E-203 (VB-220), on arribarà el corrent de vapor que surt de la columna per caps. El corrent de cues de l'absorbidor va destinat al M-202, on es barrejarà amb el corrent de cues del SVL-01 i el corrent de cues del SVL-202.
8. Activació del control de pressió de la C-202 i obertura de les vàlvules VB-229 i VB-232, per tal de refredar i escalfar el condensador i el *reboiler* respectivament quan comença a entrar líquid a la columna (pressuritzada amb nitrogen prèviament). Aquesta romandrà a relació de reflux total fins el moment que arribi a l'estat estacionari. Durant el procés en què la columna està plena i treballant a règim total, el cabal que hauria d'entrar és emmagatzemat a un tanc pulmó (TP-201) amb l'objectiu d'evitar el tractament del producte obtingut a la primera reacció i així aprofitar aquest producte quan la columna deixi de treballar a reflux total. Mitjançant el control de la temperatura per caps instal·lat, l'operari podrà saber en quin estat es troba la columna veient d'aquesta manera si es pot procedir a continuar amb el procés.

9. Obertura de les vàlvules i les bombes de sortida per les respectives sortides de caps i cues un cop s'ha assolit la destil·lació desitjada, dirigint els corrents cap al M-203. Aquest seguirà amb la segona reacció a l'àrea 300 per part del corrent de caps i dirigint el corrent cap a l'àrea 500, concretament cap a la C-502 per tal de tractar el metanol i l'aigua per part del corrent de cues.

Cal destacar que el corrent de cues, el qual es dirigeix cap a l'àrea 500, serà enviat al TP-502 per tal d'aprofitar el corrent de metanol i aigua generat. Quan aquest tanc pulmó es trobi al màxim de la seva capacitat, el corrent d'entrada serà enviat cap a l'àrea de medi ambient per tal de no malmetre les característiques del líquid emmagatzemat prèviament (en una columna de destil·lació la primera gota resultant és sempre més pura que la darrera).

Al mateix temps, el corrent de caps de la columna d'absorció passarà pel bescanviador E-203 i condensarà part del fluid per introduir-se en el separador SVL-202. S'activaran els controls de nivell i pressió del separador SVL-202 i quan s'arribi al nivell de líquid i pressió desitjada s'obriran les vàlvules de sortida de caps i cues.

El corrent de caps del separador SVL-02 es destinarà al forn d'oxidació tèrmica de l'àrea 600, a fi de ser cremat i poder eliminar d'aquesta manera el residu.

El corrent de cues obtingut al SVL-202 és enviat, com s'ha comentat anteriorment, al M-202 per tal que sigui mesclat amb els corrents 208 i 216 i siguin introduïts a la C-202.

8.1.3.2- Àrea 300

Un cop s'ha assolit l'estat estacionari a l'àrea 200, es procedeix a obrir l'àrea 300.

1. Obertura de la VB-301 per tal d'escalfar el bescanviador E-301 per escalfar el corrent específic. Un cop el bescanviador està preparat, s'obren les vàlvules d'entrada a l'àrea 300 (VB-302 i VB-402) i s'impulsa amb les bombes (P-301) el contingut del M-203. Aquest corrent passa pel bescanviador i arriba al tanc pulmó (TP-301). Per això, a mesura que s'obren les vàlvules d'entrada de l'àrea 300 també s'ha d'encendre el control de nivell d'aquest tanc.
2. Posada en funcionament del sistema de calefacció del reactor R-301 i connexió del sistema d'agitació per tal de començar a introduir la mescla al R-301 i procedir a la realització de la reacció d'hidròlisi. En aquest cas, com els reactius estan en la mateixa fase, les vàlvules de sortida del reactor romandran tancades fins que aquest assoleixi

el règim estacionari. Un cop el reactor estigui ple, es tancaran les vàlvules d'entrada del corrent de metanol i el fluid provinent dels caps de la columna C-202 s'emmagatzemarà en el tanc pulmó (TP-301). La intenció d'aquest tanc torna a ser la de no tractar reactius que estan en condicions per operar i emmagatzemar-los per quan el R-301 assoleixi l'estat estacionari.

3. Obertura de les vàlvules VB-303 i activació de la bomba P-302 per tal d'introduir el corrent cap a la columna C-301 quan el reactor es trobi en règim estacionari. El procediment de posada en marxa de la columna és el mateix que l'anterior columna. Per tant, es seguiran els passos de forma idèntica. El tanc pulmó (TP-302) previ a la columna emmagatzemarà el corrent d'entrada mentre la columna es posa a règim.
4. Obertura de la VB-312 per tal de permetre que el corrent 306 vagi al bescanviador E-302, el qual el vaporitzarà utilitzant l'energia latent del vapor d'aigua a 3 atmosferes de pressió. Per tant, és important que abans de obrir les vàlvules de sortida de cues es posi en funcionament el bescanviador, encenent els seus controls de temperatura específics. Al mateix temps, s'obren les vàlvules de sortida del tanc de DMF i aquest és impulsat al M-301 on es mesclarà amb el corrent de sortida per cues de la C-301 i amb el corrent de cues de la columna C-504, quan aquesta estigui operativa. Pel que fa al corrent de caps, un cop condensat s'envia a l'àrea 500 per la seva purificació.

8.1.3.4- Àrea 500

Un cop la columna C-301 arriba a règim i s'obren les vàlvules de sortida, es posa en marxa l'àrea 500. Aquesta àrea es compon de 4 columnes de destil·lació les quals tenen com a objectiu la purificació de l'àcid fòrmic i la separació dels components intermedis els quals es recirculen.

El procediment de posada en marxa d'una columna de destil·lació ja ha estat explicat anteriorment a les corresponents àrees on apareixen aquests equips. Per això, aquestes quatre restants seguiran el mateix procediment, però amb les següents particularitats:

Columna C-501: Aquesta columna té com a entrada el corrent provinent de caps de la columna C-301, i igual que ens els casos anteriors, i per tal d'aprofitar el corrent de reactiu que entra a la columna mentre aquesta es troba a reflux total, el corrent és emmagatzemat al TP-501 a l'espera de ser destil·lat.

1. Obertura de la VB-502 per tal de recircular el corrent que surt pel cap de la C-501 on es barrejarà amb el cabal de metil format obtingut de la destil·lació de la C-202.
2. Obertura de la VB-505 per tal d'enviar el corrent de cues de metanol i aigua a la C-502.

Columna C-502: En aquesta columna són separats els corrents de metanol i aigua provinents de la C-501 i de la C-202, els qual prèviament han estat emmagatzemats al TP-502.

1. Obertura de la VB-513 per tal de deixar passar el corrent de metanol que surt pel cap de la columna i enviar-lo cap al M-201.
1. Obertura de la VB-516 per tal de deixar circular el corrent d'aigua obtingut per les cues de la C-502 i enviar-lo cap al M-401.

Columna C-503: Aquesta columna té com a entrada el corrent provinent del M-301 i, a diferència de totes les altres columnes, i degut a la composició del corrent d'entrada, aquesta no presenta un tanc pulmó per emmagatzemar el reactiu sobrant quan la columna es troba a reflux total, per la qual cosa tot el corrent és tractat a l'àrea 600.

1. Obertura de la VB-522 quan la columna assoleixi l'estat estacionari per tal de destinar el corrent que surt dels caps cap al M-401 i recircular d'aquesta manera l'aigua separada en aquesta columna.
2. Obertura de la VB-526 per tal d'enviar el corrent que surt de la part inferior de la C-503, el qual està format d'àcid fòrmic i DMF, i enviar-lo a la següent columna (C-504)

Columna C-504: Aquesta columna és la que acaba de purificar l'àcid fòrmic fins al punt desitjat i el separa del DMF, el qual és recirculat cap al M-301. Correspon a la última columna del procés i presenta, com totes les altres columnes (a diferència de la C-503), un tanc pulmó (TP-503) per tal d'emmagatzemar el producte obtingut a la columna anterior mentre la C-504 treballa a reflux total.

1. Obertura de la VB-532 per tal d'enviar el corrent de caps cap a l'emmagatzematge del producte desitjat (T-501) quan la pròpia columna assoleix l'estat estacionari.
2. Obertura de les vàlvules VB-541 i VB-542 per tal que circuli aigua de refrigeració pels bescanviadors E-501 i E-502 i refredar d'aquesta manera el corrent 504.
3. Obertura de la VB-536 per tal de recircular el corrent de DMF que s'obté per les cues de la C-504 i enviar-lo fins al M-301, tancant així el cicle i la producció d'àcid fòrmic.

8.1.4 Parades programades

La planta està programada per realitzar dues parades i treballar ininterrompudament la resta de l'any. Aquestes parades, duraran 32 i 33 dies i es realitzaran a l'hivern i a l'estiu.

En aquest temps, es duran a terme els processos de neteja, manteniment i recanvi de productes utilitzats en el procés, com per exemple el catalitzador del forn d'oxidació.

La parada de la planta s'ha de realitzar cuidant tots els detalls, ja que un error podria comportar una pèrdua important de producte, reactius o intermedis de reacció.

El procediment per l'aturada de la planta s'explica a continuació:

En primer lloc es tanquen les vàlvules que subministren fluids als equips. A mesura que salten les alarmes dels sistemes de control per falta de reactius als equips, es van tancant els sistemes de calefacció, refredament, controls de caudals, de pressió, etc.

Es fa una especial menció a les columnes de destil·lació. Per no perdre producte final mentre es realitza la parada de la planta, a mesura que les columnes es quedin sense líquid es canviarà la relació de reflux, fent que la composició de sortida per caps i cues sigui sempre constant.

A mesura que la planta es vagi parant, s'aniran disminuint els serveis subministrats fins el tancament total d'aquests.

És molt important controlar la composició de sortida de l'àcid fòrmic. En cas que la seva puresa disminuís, aquest s'enviaria cap a les bases d'homogeneïtzació de l'àrea 600, juntament amb els fluids que quedin dins del sistema, per tal de no contaminar el producte que està a la puresa desitjada.

Un cop es buiden tots els equips i es paren tots els sistemes, es tanquen totes les vàlvules i es comprova que el sistema és estanc. Comença d'aquesta manera el manteniment i la neteja dels equips.

8.1.5 Parada d'emergència de la planta

Una parada d'emergència és una parada que ve donada per situacions externes al que s'ha dissenyat. És possible que la climatologia, la fallada d'algun equip o servei o un hipotètic incendi ens impedeixi el bon funcionament de la planta.

Davant de qualsevol situació d'emergència s'ha d'actuar de manera ràpida i eficient per tal de minimitzar els danys que aquesta pugui ocasionar. La parada podrà ser de caràcter local o de caràcter general.

En cas que hi hagués algun problema amb qualsevol dels reactors, la planta seguiria funcionant i el reactor doblat s'encarregaria de suplir el reactor espatllat.

Si el problema esdevingués en alguna de les columnes de la planta, els fluids d'aquesta i de les posteriors serien enviats a les bases d'homogeneïtzació, mentre que els fluids previs a la columna que té problema serien emmagatzemats en els tancs pulmó. Més tard, es contemplaria si es poden reutilitzar en el procés o si també s'haurien d'enviar a l'àrea de medi ambient.

És important mantenir la corrent elèctrica en qualsevol moment. Per aquesta raó, la planta compta amb un sistema electrògen que servirà per a que els sistemes de control segueixin funcionant de manera correcte i permetin una parada de forma segura.

8.2- Operació en planta

8.2.1- Introducció

En aquest capítol s'especificaran les tasques i els protocols que s'han de seguir quan la planta està operant en continu. És en aquest moment, en la operació en planta, quan la intervenció humana ja és pràcticament negligible en comparació amb la posada en marxa. Això és degut a la gran inversió en automatització del procés. Per tant, els sistemes de control s'encarregaran de controlar el procés i de mantenir l'estat estacionari de la producció. Per altra banda, s'ha de considerar que hi ha d'haver personal professional i operaris per poder respondre a qualsevol imprevist o problema que pugui sorgir en la planta, ja sigui per solucionar-lo o per supervisar la producció. Aquest personal de la planta s'ha d'encarregar de diferents tasques que estaran protocol·litzades. A continuació es mostra una llista d'aquestes tasques:

- Supervisar el procés i el sistema de control a partir de SCADA.
- Realitzar manteniment d'equips i instruments per garantir el bon funcionament d'aquests.
- Controlar i restaurar anomalies del procés que no s'hagin registrat en el sistema de control.
- Realitzar mostratge de matèries primes, procés i producte per garantir la qualitat de les substàncies i garantir el bon funcionament del procés. Realitzant aquests anàlisis es pot garantir l'estat estacionari del procés.

8.2.2- Operació en planta per àrees

En aquest apartat s'explicarà de forma genèrica com es duran a terme les tasques més significants que s'han de realitzar per a cada àrea. També s'explicaran aquells detalls que requereixin més atenció per part dels operaris en els equips de més risc.

8.2.2.1- Àrea 100

En aquesta àrea es realitza principalment l'emmagatzematge de matèries primeres. Es considera que la matèria primera vindrà en el temps preestablert amb el proveïdor per a poder garantir la producció d'àcid fòrmic, i que no caldrà fer avisos al proveïdor.

8.2.2.1.1- Emmagatzematge de Metanol

Es realitzarà l'emmagatzematge de metanol en dos tancs atmosfèrics que tenen una capacitat per abastir una setmana de procés més tres dies per si hi ha contratemps en el subministrament de matèries primes. El metanol vindrà cada setmana per camions cisterna i ompliran els tancs des de l'estació de descàrrega. Els operaris realitzaran de forma protocol·litzada la descàrrega del camió, tenint en compte les mesures de seguretat especificades en el *Capítol 5: Seguretat i Higiene*, com per exemple fer una presa a terra per evitar càrregues electrostàtiques. Els operaris per seguretat portaran els seus EPIs tenint en compte les propietats del metanol.

La funció d'aquests operaris, a més de realitzar descàrregues, es supervisar l'ompliment dels tancs de metanol, verificar les connexions i, en el pitjor dels casos, efectuar una resposta ràpida en cas de qualsevol problema d'incompatibilitat de característiques del producte, vessaments o fins i tot incendis. A més, aquests operaris verificaran el bon funcionament del control a partir de SCADA, que vindrà en la pantalla de control del tanc i realitzaran inspeccions i manteniment en les vàlvules i bombes que ho requereixin.

8.2.2.1.2- Emmagatzematge de Monòxid de Carboni i Nitrogen

L'emmagatzematge de monòxid de carboni es realitza per poder garantir la continuïtat del procés, ja que idealment aquest monòxid provindrà d'alguna empresa contigua mitjançant una canonada. En cas d'imprevist, manteniment o problemes del subministrament s'hauran d'utilitzar els tancs de monòxid de carboni criogènics instal·lats en planta. Quan es realitzi la càrrega dels tancs criogènics, els operaris hauran de portar els EPIs necessaris. En aquest cas caldrà portar màscares. Igual que en l'emmagatzematge de metanol, els operaris supervisaran i realitzaran la descàrrega de camions i estaran per actuar sobre qualsevol problema.

L'emmagatzematge de nitrogen es realitza de la mateixa forma que el monòxid de carboni, amb el mateix control i en les mateixes condicions d'emmagatzematge que el nitrogen.

Ambdós tancs són criogènics i per realitzar la descàrrega d'aquests, prèviament s'han de refredar les connexions per així evitar vaporitzar el líquid pressuritzat.

8.2.2.1.3- Emmagatzematge de Metòxid de Sodi

L'emmagatzematge del metòxid de sodi es realitza per poder utilitzar-lo com a catalitzador en el reactor de carbonilació. Aquest metòxid s'emmagatzema prèviament en un magatzem, on es dipositaran els *big bags* de metòxid, que s'aniran utilitzant per poder omplir la sitja diària de metòxid. En aquest cas, la descàrrega del material del proveïdor també la realitzen els operaris de planta, però tenint en compte que han de manipular "torus" mecànics i que han de portar EPIs determinats (guants, màscares, pantalles, mono de treball, etc.), ja que el metòxid és molt corrosiu. A més, s'ha d'anar amb molt de compte amb la manipulació d'aquest producte, ja que també es molt inflamable i explosiu en cas de contacte amb la humitat de l'aire.

Els operaris han de realitzar la descàrrega de material cap al magatzem i carregar en la estació de descàrrega de la sitja diària, comprovar l'estat de la instrumentació i del control per verificar el bon funcionament i, en el cas que no funcioni bé, també hauran de substituir el material defectuós i verificar el control d'humitat en el magatzem i la sitja.

8.2.2.1.4- Tanc agitat, T-106

En aquesta zona, els operaris únicament hauran de supervisar el sistema de control i controlar que tots els equips, bombes, vàlvules i sensors estiguin en bones condicions i que operin correctament. Es considera que el tanc agitat estarà controlat correctament amb el sistema de control.

8.2.2.2- Àrea 200

8.2.2.2.1- Reactor de Carbonilació

A l'àrea 200 es duu a terme la reacció de carbonilació entre el metanol i el monòxid de carboni. Durant aquest procés, els operaris hauran de supervisar que la reacció evoluciona com s'espera, tot comprovant que no hi ha variació en els controls de temperatura, pressió i nivell del tanc, tot supervisant el programa SCADA. Aquest programa és el que controla automàticament els controls anteriors.

A més, s'aniran prenent mostres per tal de proporcionar al laboratori una evolució acurada de la reacció i així modificar lleugerament la producció si s'escau.

Cal destacar que degut a l'alta pressió amb la que treballa aquest reactor, el procés anterior ha de realitzar-se amb molta cura per evitar incidents a la planta.

A part del reactor, a l'àrea 200 també es troben els dos separadors vapor-líquid, la primera columna de destil·lació i la columna d'absorció. En aquests equips, i degut al control instal·lat, només serà necessari supervisar com evoluciona el producte i vigilar que no hi hagi fuites.

8.2.2.3- Àrea 300

8.2.2.3.1- Reacció d'Hidròlisi

A l'àrea 300 es duu a terme la reacció d'hidròlisi entre el metil format i l'aigua, la qual es trobarà en excés. En aquesta part del procés, la funció dels operaris és la mateixa que en el cas de l'àrea 200: supervisar l'evolució de la reacció i dur a terme la presa de mostres per tal de proporcionar al laboratori una evolució de les condicions del producte obtingut.

A més, a l'àrea 300 també es disposa d'una columna de destil·lació, que tal i com s'ha explicat a l'apartat anterior, només es necessari supervisar l'evolució de la destil·lació d'aquesta.

8.2.3.4- Àrea 400

8.2.3.4.1- Emmagatzematge de DMF

En l'emmagatzematge de DMF, els operaris realitzaran la càrrega dels tancs seguint les mesures de seguretat, i realitzaran inspeccions d'equips, canonades, bombes, vàlvules, sensors, etc. En cas que algun d'aquests elements fos defectuós o es trobés en males condicions, es reemplaçaria. Els operaris han de portar els EPIs corresponents, ja que el DMF és una substància tòxica. Per tant, es recomana portar màscares i guants per realitzar qualsevol manipulació. A més, s'ha d'anar amb compte perquè el DMF pot crear atmosferes explosives.

Els operaris també realitzaran mesures en cas de vessaments del producte o fins i tot actuar de forma immediata en cas d'incendi o explosió.

8.2.2.4.2- Emmagatzematge d'aigua de procés

En aquesta zona, els operaris únicament han de comprovar que tots els equips funcionin correctament i que el sistema de control estigui operatiu i indiqui el mateix que el SCADA, ja que el aigua no és cap substància perillosa. En cas de vessaments, aquesta aigua es recollirà pel sistema de clavegueram.

8.2.2.5- Àrea 500

8.2.2.5.1- Purificació de l'àcid fòrmic

L'àrea 500 consisteix en la purificació de l'àcid fòrmic, recuperant la resta de compostos per poder-los reutilitzar. Aquesta àrea es compon de quatre columnes de destil·lació (C-501, C-502, C-503 i C-504), contant també els bescanviadors i les bombes que es requereixen per dur a terme aquesta part del procés productiu.

En aquesta àrea, com en les altres àrees de producció, el control és un factor molt important per operar correctament la planta, ja que les columnes estan dissenyades per treballar sota unes condicions de pressió i temperatura. Com en les columnes de les àrees 200 i 300, es realitzen controls de pressió, nivell, relació de reflux i temperatura del condensat.

8.2.2.5.2- Emmagatzematge d'àcid fòrmic

En l'emmagatzematge d'àcid fòrmic es compta amb quatre tancs disposats en una matriu de 2x2 amb una cubeta de retenció per qualsevol possible vessament. Els operaris realitzaran supervisions de com es va omplint el tanc i inspeccions dels equips, vàlvules i sensors. A més, també realitzaran la descàrrega de l'àcid fòrmic quan vinguin els camions cisterna a emportar-se el producte. També hauran de realitzar qualsevol manipulació amb els EPIs determinats, ja que el fòrmic és un producte corrosiu i inflamable, i han de seguir les normes de seguretat per evitar qualsevol incident. En cas que es produeixi qualsevol incident, els operaris realitzaran una resposta immediata.