



Planta per la fabricació de CClF_3

Grau en Enginyeria Química

Tutora: M^a Eugenia Suárez Ojeda

PART II: VOLUMS V, VI, VII i VIII

Andrés Palacios

Pedro Guerrero

Marc Catalá

Alberto Cárceles

Laia Camprubi

Índex

1. *Volum V: Seguretat i higiene*
2. *Volum VI: Medi ambient*
3. *Volum VII: Avaluació econòmica*
4. *Volum VIII: Posada en marxa*

VOLUM VIII:

Posada en marxa



Índex

8.1.	Introducció	2
8.2.	Tasques prèvies	2
8.2.1.	Checklist	3
8.3.	Posada en marxa des de zero per àrees.....	4
8.3.1.	Àrea 600 i àrea 700	5
8.3.2.	Àrea 200	6
8.3.3.	Àrea 300	8
8.3.4.	Àrea 400	9

8. Posada en marxa

8.1. Introducció

El volum de posada en marxa de la planta té com objectiu remarcar i analitzar els punts més importants a tenir en compte a la posada en marxa de la planta de producció de CFC-13. Per fer-ho, se seguirà el mateix ordre que segueix el procés i s'aniran posant en marxa les diferents àrees en les que es divideix per garantir un bon estat estacionari hidràulic, màssic i energètic.

La seqüència de posada en marxa present s'esmenten les diferents accions, inspeccions i tests a realitzar amb ordre cronològic. La seva finalitat és minimitzar els riscos de la planta, ja sigui pels seus treballadors com per la pròpia instal·lació.

Per assegurar una correcta verificació dels perills a analitzar a la posada en marxa és altament recomanable emprar mètodes d'anàlisis de riscos com són els anàlisis comparatius (checklists, ...), índex de riscos (índex Dow, ...) i generalitzats (HAZOP, ...). Al volum V dedicat a la seguretat de la planta s'ha realitzat un anàlisis HAZOP per tal de determinar els riscos més importants de la planta i en conseqüència, les zones que han de tenir un control més exhaustiu.

8.2. Tasques prèvies

Per tal de minimitzar els riscos que es poden ocasionar durant la posada en marxa s'ha de realitzar prèviament una sèrie de tasques que consisteixen en proves preliminars que es divideixen entre els tests mecànics, els tests hidràulics i pneumàtics, les tasques de manteniment, les inspeccions de la planta i la preparació dels equips. La seguretat i el reforçament dels sistemes de prevenció de riscos se'ls hi donarà una especial atenció al llarg de tots els tests esmentats.

Així doncs, s'estableix una "Checklist" que consisteix en una llista d'actuacions prèvies a la posada en marxa de la planta per garantir la seguretat, el bon funcionament de la maquinària i l'efectivitat del procés.

8.2.1. Checklist

En les "Checklists" s'agrupen les tasques a realitzar segons el tipus d'activitat per facilitar el seguiment i realitzar una posada en marxa sense cap tipus d'imprevist ni problema:

1. Manteniment
 - ✓ Materials i equips de recanvi al magatzem
 - ✓ Procediment d'inspecció d'equips establert
 - ✓ Eines especials i procediments disponibles
 - ✓ Disponibilitat del material necessari pel manteniment (lubricant, ...)
2. Inspeccions
 - ✓ Interior i rebliment dels recipients
 - ✓ Red de canonades i instrumentació segons el diagrama d'enginyeria
 - ✓ Disposició adequada dels equips per garantir el seu accés, l'operativitat i la seguretat.
3. Tests de pressió, neteja, assecat i purgues
 - ✓ Tests de pressió a equips i canonades
 - ✓ Neteja de les canonades i els equips
 - ✓ Test de continuïtat amb aire
 - ✓ Expansió de canonades i equips (comprovació del moviment lliure)
4. Comprovació del subministrament i serveis de planta
 - ✓ Energia elèctrica i il·luminació
 - ✓ Aïllament i seguretat
 - ✓ Aigua de refrigeració
 - ✓ Vapor
 - ✓ Condensats
5. Equipament
 - ✓ Motors elèctrics: rotacions i test sense càrrega
 - ✓ Compressors centrífugs: operacions preliminars de lubricació, instrumentació i control comprovats
 - ✓ Bombes: calibratge
 - ✓ Instrumentació: bufada amb aire net, assecatge i calibratge

6. Preparació d'operació

- ✓ Disponibilitat de les eines de mà, escales i mànegues
- ✓ Material pel producte acabat disponible: embotellament

7. Seguretat

- ✓ EPIs (Equips de protecció individuals) disponibles
- ✓ Primers auxilis i assistència mèdia disponible
- ✓ Materials de primers auxilis disponibles: màquines, antídots, llitera,...

8. Protecció contra incendis

- ✓ Procediment d'extinció contra incendis previst
- ✓ Procediment d'actuació en cas d'incendi, fuga o explosió previst
- ✓ Disponibilitat d'elements contra incendis extintors, espumes, mànegues,...
- ✓ Brigada contra incendis organitzada i formada

Tot el seguit de proves esmentades a l'inici d'aquest apartat i que han d'estar verificades a partir de la "Checklist" anterior únicament s'han de realitzar per la primera posada en marxa de la planta, així és garantia que no hi ha cap equip defectuós. Tan sols es tornarien a realitzar en el cas que se substituís un equip o una part del procés.

8.3. Posada en marxa des de zero per àrees

La posada en marxa es basa en aconseguir que tots els equips de la planta treballin a règim hidràulic, tèrmic i màssic per garantir la correcta operació de la planta. Per fer-ho, s'ha d'introduir a la planta el cabal necessari per tots els equips de la zona delimitada que es vulgui posar a règim. Abans però s'ha de fer proves hidràuliques i d'estanqueïtat a tots els equips.

Aquestes zones limitades no coincideixen 100% amb les àrees de la planta ja que s'ha d'anar obrint els diferents equips a mida que es pot anar garantint un bon règim i equilibri en els tres aspectes esmentats però sempre esperant que l'àrea anterior treballi a règim abans de continuar amb la següent.

Cal tenir en compte que l'àrea 100 d'emmagatzematge de matèries primeres i l'àrea 500 d'emmagatzematge de producte acabat no precisen una seqüència d'actuacions per la posada en marxa.

8.3.1. Àrea 600 i àrea 700

Abans de començar la posada en marxa de tot l'equipament de la planta cal comprovar el correcte funcionament de l'àrea de serveis, ja que d'ella depèn el bon funcionament de tota la planta. Cal garantir:

1. Eliminació de residus gasosos

Les instal·lacions per l'eliminació dels residus gasosos que pertanyen a l'àrea 700 han d'estar funcionant i preparades un cop es posi en marxa la planta, ja que al llarg d'aquesta no tan sols es poden generar sobrepressions que es dirigiran cap al tractament de gasos per motius de seguretat, sinó que també s'enviaran corrents que no compleixen les especificacions establertes per ser comercialitzats i que són perillosos pel medi ambient.

Aquesta àrea ha de ser la primera en estar operativa sempre ja que en qualsevol moment ja sigui en la purga dels diferents equips o en la reposició de les matèries primeres es poden generar gasos que han de ser tractats. Per aquest motiu el funcionament d'aquesta àrea és innegociable tan bon punt es comenci a operar a la planta.

2. Activació del sistema elèctric

Aquesta operació es dona a terme pel personal de manteniment elèctric. Sempre s'ha de tenir en compte no produir una simultaneïtat de subministra elèctric.

3. Activació del sistema contra incendis i de l'aigua de xarxa

Garantir el correcte estat dels hidrants per possibles incendis. Tenir en compte que les vàlvules de control han de ser operades manualment fins que el sistema d'aire estigui activat.

4. Posada en marxa de la torre de refrigeració

La torre de refrigeració de la planta, que utilitza aigua de xarxa per refredar els corrents i tornar-los a la torre, precisa d'aquesta aigua per garantir el correcte funcionament de la resta de la planta. Per aquest motiu inicialment s'ha d'omplir tot el sistema d'aigua, així com també les línies del sistema de refrigeració.

5. Activació del descalcificador

L'àrea de serveis presenta un equip doble de descalcificació d'aigua per tal d'aconseguir aigua sense sals que sigui la idònia per realitzar l'absorció de l'HCl amb l'aigua i prèviament

comercialitzar-ho. Aquest equip s'ha de posar en funcionament en el mateix moment que comença a circular aigua de xarxa dins de la planta.

6. Activació de l'aire d'instrumentació

S'ha de garantir a partir d'un compressor que l'aire d'instrumentació proporcionat tingui la pressió suficient en la línia, ja que si no és així les vàlvules de control de tipus pneumàtic no poden funcionar correctament.

7. Posada en marxa dels chillers

Els chillers són imprescindibles per l'àrea 100 i les dues àrees de procés (200 i 300). Per aquest motiu, s'ha de garantir el seu correcte funcionament a l'inici de la posada en marxa per poder assolir les condicions de treball a qualsevol d'aquestes tres àrees ja esmentades.

8. Activació del sistema de vapor i de retorn del condensat

Comprovar que prèviament a la seva activació, la caldera té l'aigua disponible suficient per funcionar.

9. Activació del sistema de nitrogen

El tanc d'emmagatzematge del nitrogen i la seva instal·lació ha d'estar operativa per tal de ser efectiu a l'hora d'operar correctament el sistema d'absorbidors A-301 i A-302 de l'àrea 300.

10. Proves hidràuliques i d'estanqueïtat

S'haurà de comprovar que tots els equips tenen el temps de residència i la capacitat de retenir líquid esperada (és a dir, que no tenen pèrdues). D'aquesta manera s'ompliran els equips d'un dissolvent orgànic (ja que no és possible emprar aigua per perill a que en quedin restes) el qual es recuperarà a la sortida. D'aquesta manera es veurà com, efectivament, tota la planta pot posar-se a règim hidràulic sense la necessitat de gastar matèries primeres.

8.3.2. Àrea 200

L'àrea 200 és l'àrea on té lloc la primera fluoració per aconseguir el producte final. Per aquest motiu, cal tenir un correcte règim de tota l'àrea perquè el producte final sigui el desitjat.

Les accions que s'han de seguir es presenten a continuació de forma seqüencial i dividides per les unitats operacionals més viables alhora de posar en marxa la planta:

Posada en marxa reactor R-201

Comprovar que totes les vàlvules automàtiques i manuals estan tancades inicialment.

1. Posar en funcionament la bomba P-204 i obrir la vàlvula automàtica VA-R-201-01 per tal de que comenci a circular el Dowtherm-J en el circuit tancat que passa pel tanc T-203. Simultàniament, posar en marxa la caldera per tal de poder proporcionar el vapor necessari pel bescanviador E-206 i E-203.
2. Obrir la P-205 perquè l'HF comenci a entrar al bescanviador E-202, seguidament al bescanviador E-203 i arribar per últim al reactor R-201. I al mateix temps posar en marxa la bomba P-201 i la P-202 per omplir el bescanviador E-201 i finalment arribar també al reactor R-201.

NOTA. El cabal emprat ha de ser el necessari per poder tenir els equips plens i que puguin operar correctament.

3. Amb les vàlvules de sortida del reactor tancades (VA-R-201-02, VA-R-201-04 i VA-R-201-05) es recircula el cabal cap al tanc T-201 per tal d'aconseguir posar a règim el reactor. Per què tingui lloc la recirculació s'han d'obrir les vàlvules VA-R- 201-06 i VA-R-201-07.
4. Un cop s'assoleix el règim tèrmic dins del reactor, prèviament havent assolit el règim hidràulic, actuarà la PSV de manera que s'haurà d'obrir les vàlvules del corrent de caps del reactor abans esmentades per tal d'enviar el corrent gasos cap al condensador CN-203 i s'acabi emmagatzemant al tanc T-202.
5. S'obrirà la vàlvula VA-T-202-01 del corrent que surt del tanc T-202 per recircular-lo cap al reactor R-201 fins que s'assoleixi l'equilibri hidràulic, tèrmic i màssic. Abans s'ha de garantir que la primera columna de l'àrea 200 està omplerta i pot començar a treballar a reflux total.

Pel que fa la sortida del reactor per cues, la sortida del líquid, el funcionament de la vàlvula automàtica per enviar-ho al sistema de nanofiltració funcionarà a partir de que s'obri l'operació a la següent secció de l'àrea 200.

Posada en marxa C-201 i C-202

1. Obrir la vàlvula automàtica VA-R-201-03 per deixar sortir els productes formats dins del reactor R-201 mentre continuen obertes les vàlvules VA-R-201-06 i VA-R-201-07 de la recirculació cap al tanc T-201.
2. Comprovar que la posada en marxa del chiller d'aquesta àrea permet obtenir les condicions de temperatura desitjada a les columnes amb el Dowtherm-J.

3. Operar a reflux total la columna C-201 fins que es detecti que s'ha assolit les etapes d'equilibri termodinàmic i que les condicions d'operació són les desitjades.
4. Deixar d'operar a reflux total la columna C-201 fent que la sortida per cues sigui recirculada al tanc T-201 obrint les vàlvules VA-C-201-01 i VA-C-201-02.

NOTA. A partir del control establert pels cabals d'HF i CCl₄ que provenen de l'àrea 100 de matèries primeres, el cabal d'aquests anirà disminuint a mida que s'incrementi la recirculació de la columna C-201.

5. Tancar les vàlvules de recirculació internes, és a dir, les vàlvules VA-R-201-06 i VA-R-201-07 de recirculació del R-201 cap al tanc T-201 i la vàlvula VA-T-202-01 per la recirculació del tanc T-202 al reactor.
6. Operar a reflux total la columna C-202 obrint la bomba P-207 fins omplir-la i que pugui operar correctament. Un cop les condicions d'aquestes siguin les desitjades per l'operació s'obren les vàlvules automàtiques VA-C-202-01 i VA-C-202-02 per tal de que el corrent de cues es dirigeixi cap a l'àrea 400 i els gasos que surten per caps se'n vagin cap a l'àrea 300 (EV-301) per tal de ser absorbit amb aigua descalcificada..

8.3.3. Àrea 300

L'àrea 300 és la d'absorció d'HCl. La dificultat en la posada en marxa d'aquesta àrea és menor que en el cas de les altres dues àrees de reacció (àrea 200 i 400) ja que no es precisen recirculacions. La seqüència a seguir s'explica a continuació:

1. Obertura de les vàlvules de caps i cues de la columna C-202 de manera que deixa d'operar a reflux total.
2. Entrada del corrent de caps de la columna esmentada a l'absorbidor A-301 i A-302 passant pels bescanviadors E-301 i E-302. Abans d'arribar als bescanviadors passa per l'evaporador EV-301 que tot i no estar a règim, a l'entrar-hi HCl (pur) líquid saturat i tenint el Dowtherm J circulant a 30°C, immediatament passa a fase gas, evitant així el risc d'inundació a l'evaporador.
3. Comença l'absorció d'HCl amb l'aigua destil·lada provinent de l'àrea de serveis prèviament posada en marxa.

NOTA. En el cas que es formi una sobrepressió dins de l'absorbidor, els gasos responsables d'aquesta anirien cap a l'àrea 700 de tractament de gasos per mitjà de la PSV .

4. El producte que surt per cues de l'absorbidor A-301 es reuneix al tanc T-301 i s'emmagatzema amb els IBCs.

NOTA. L'HCl recollit en els IBCs durant la posada en marxa no pot ser comercialitzat ja que aquest no té la concentració desitjada (és molt més diluït). Un cop la planta ja operi en estat estacionari i la producció de HCl a vendre sigui la desitjada, es realitzarà una operació de "rework" per tal de barrejar la dissolució d'HCl diluïda amb el produït en l'estat estacionari per aconseguir la concentració desitjada. Aquesta operació de "rework" es donarà a terme al tanc T-301 d'aquesta mateixa àrea.

5. L'àrea 300 operarà en estat estacionari quan l'entrada des de l'àrea 200 tingui sempre la mateixa concentració i cabal, és a dir, operi a règim hidràulic, tèrmic i màssic.

8.3.4. Àrea 400

És l'àrea de la segona fluoració on l'equip més importants és el reactor doblat de llit fix. Per tal de que operi correctament s'ha de realitzar la seqüència d'accions que s'enumeren:

1. Un cop obertes les vàlvules automàtiques de la columna C-202 (VA-C-202-01 i VA-C-202-02) entra el corrent de cues d'aquesta cap al tanc T-401 i seguidament a l'evaporador EV-401.
2. Obertura de la vàlvula automàtica VA-EV-401-01 que condueix el corrent des de l'evaporador EV-401 cap a la seqüència de bescanviadors E-401, E-402, E-403 i E-404.
3. Entrada al reactor R-401 o R-402 a partir de l'obertura de les vàlvules automàtiques VA-R-401-01 o VA-R-402-01 respectivament.
4. Posada en marxa del compressor CO-401 per impulsar el fluid a través de la seqüència de bescanviadors E-405, E-406 i E-407.
5. Entrada del corrent al condensador CN-403 i al tanc de condensats T-CN-403.

NOTA. Inicialment el corrent que entra al CN-403 no condensarà ja que no s'ha assolit el règim tèrmic d'operació de manera que al acumular-se vapor es formarà una sobrepressió, per aquest motiu s'obrirà un by-pass a partir de la vàlvula VA-CN-403-01 el cabal del qual anirà regulat per una vàlvula reductora de pressió VRP-CN-403-01 que enviarà la part proporcional d'aquest cabal gasós cap a l'àrea 600 de tractament de gasos mentre que l'altra part es liquarà i es recircularà mitjançant la vàlvula de tres vies VTV-T-401-01.

6. Obrir la vàlvula VTV-T-401-01 per recircular el cabal del tanc de condensats T-CN-403 cap al tanc T-401 per tornar a enviar el corrent cap a la seqüència de bescanviadors i el reactor. Aquesta recirculació interna estarà activa fins que s'assoleixi règim tèrmic a l'àrea, és a dir, quan comenci a condensar el cabal provinent dels reactors R-401 i R-402 en el tanc de condensats T-CN-403 i la sobrepressió al condensador CN-403 disminueixi.

NOTA. El funcionament dels dos reactors es basa en anar alternant l'operació d'un i de l'altra per evitar una operació en discontinu degut a la desactivació química del catalitzador situat en el llit fix.

7. Quan la sobrepressió disminueixi, es procedirà a l'obertura de la vàlvula VTV-T-401-01 que condueixi el cabal cap a la primera columna de l'àrea (C-401) que operarà a reflux total fins assolir les condicions d'operació.
8. Obertura de les vàlvules automàtiques VA-C-401-01 i VA-C-401-02 per tal d'omplir l'última columna de l'àrea 400 (C-402) que inicialment operarà a reflux constant fins assolir les condicions d'operació idònies.
9. Tancament de la vàlvula VTV-T-401-01 que habilita la recirculació interna del tanc de condensats T-CN-400 al tanc T-401 en el mateix moment que la columna C-402 assolixi les condicions d'operació dissenyades i s'obrin les vàlvules VA-C-402-01 i VA-C-402-02 per deixar d'operar a reflux total.

NOTA. Un cop la columna C-402 deixi d'operar a reflux total i s'obrin les vàlvules, s'habilitarà la recirculació cap al tanc T-401 obrint la vàlvula VA-C-402-01 per caps i es començarà a produir producte acabat en el moment que s'obra la vàlvula VA-C-402-02 situada a cues de la columna.

10. El producte acabat s'emmagatzemarà al tanc T-501 d'on s'aniran extraient diferents mostres que seran analitzades als laboratoris de la mateixa planta per determinar quan el CFC-13 té les condicions òptimes per ser venut. Mentre no rendeixi aquestes condicions, la vàlvula VA-T-501-02 s'obrirà perquè el producte sigui enviat a l'àrea 600 de tractament de residus. En el moment en què es determini que la concentració del producte acabat és la de venda, es procedirà al tancament de la vàlvula VA-T-501-02 i s'obrirà la vàlvula VA-T-501-03 perquè es dirigeixi cap al sistema de confinament de producte final P-500.