

PLANTA DE PRODUCCIÓ D'ÀCID FÒRMIC



Universitat Autònoma de Barcelona
ESCOLA D'ENGINYERIA

Treball de Fi de Grau

GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA

Tutor: Josep Anton Torà



CREUS BOSCH, JÚLIA
JOVELL HIDALGO, DANIEL
MIRANDA SALES, JOSELINE
TOSCA PRÍNCIP, ALBERT
TRIQUELL ROSADO, JOAN



CAPÍTOL 8

POSADA EN MARXA

PLANTA DE PRODUCCIÓ D'ÀCID FÒRMIC



CAPÍTOL 8. OPERACIÓ DE LA PLANTA

8.1. ACCIONS PRÈVIES A LA POSADA EN MARXA DE LA PLANTA	5
8.1.1. SERVEIS GENERALS A PLANTA	6
8.1.2. EQUIPS DE PROCÉS.....	6
8.1.3. OMLERTA DELS TANCS DE MATÈRIES PRIMES (ÀREA 100)	8
8.2. POSTA EN MARXA DES DE ZERO.....	13
8.2.1. ÀREA 200	15
8.2.1. ÀREA 300	16
8.2.2. ÀREA 400	18
8.2.3. ÀREA 500	19

En el moment en que s'ha construït la planta de producció d'àcid fòrmic cal realitzar la posada en marxa de tots els elements involucrats per arribar a l'objectiu de producció que pretén el seu disseny. La posada en marxa de la planta es un període crucial pel rendiment posterior ja que aquesta presenta operacions en continu.

Per poder posar en marxa la planta de producció cal emprar una sèrie de passos protocol·litzats per minimitzar o eliminar complicacions en l'operació, generals per qualsevol instal·lació de producció.

En primer lloc, és important establir unes tasques prèvies que consisteixen en la realització de una sèrie de proves per comprovar el correcte funcionament dels equips que es troben a la planta.

En segon lloc, cal posar en marxa els serveis de planta, que són aquells que proporcionen els fluids bàsics a la resta d'equips perquè funcionin adequadament. També cal que l'àrea de tractament de residus, ja siguin d'efluents gasos o líquids es trobin operatives per tal de tractar els possibles efluents que presentin els ventajous i purgues de les diferents parts de la planta.

Finalment es procedeix a la posta en marxa del procés de producció seguint les indicacions dictades a tal efecte.

La posta en marxa de la planta pot donar-se de tres formes diferents: la posta en marxa des de zero o inicial de la planta, des de una parada d'emergència donada en qualsevol moment i des d'una parada planificada estipulada per raons de manteniment generalment. Els mètodes emprats en aquest capítol serveixen tant per una posta des de zero com per a planificada, ja que la situació es molt semblant.

Pel que fa a la parada d'emergència pot ser que la situació que esdevingui molt més complexa de resoldre i també dependrà del punt de partida, que pot ser molt variat segons la raó de parada de planta. Per tant, per aquest motiu aquest tipus de posada en marxa resta fora de l'abast d'aquest projecte.

8.1. ACCIONS PRÈVIES A LA POSADA EN MARXA DE LA PLANTA

Prèviament a la posta en marxa, com s'ha dit anteriorment, hi ha una sèrie de premisses i/o tasques a seguir estrictament per tal de verificar i protocol·litzar els procediments pertinents a la posada. Aquests són:

ORGANITZACIÓ I COMPROVACIÓ

- L'organització del personal que treballarà en les accions destinades i els torns de treball que tindran que trobar-se subjectes a legislació vigent.
- La comprovació de la disponibilitat de tots i cadascuns dels proveïdors de matèria primera, tals com els reactius, metanol, monòxid de carboni, solució de metòxid de potassi, alcohol benzílic i diferents serveis com el nitrogen.
- La comprovació i quantificació de l'*stock* de recanvis per equips de procés i de serveis i materials disponibles en magatzem de la planta.
- La comprovació de que tots els equips presents a planta incloent compressors, bombes, canonades, vàlvules i accessoris i també l'instrumental instal·lat correspongui amb la els requeriments establerts en la documentació de tots els anteriors.
- Realitza comprovacions i actualitzacions de tots els protocols emprats en cadascuna de les tasques anteriors.

INSPECCIÓ

- Equips de procés, de serveis i de tractament de residus.
- Canonades, vàlvules i altres.
- Instrumental i elements de software que s'hagin configurat per duu a terme les tasques consegüents en la posta en marxa.
- Cablejat instal·lat en cadascuna de les zones que sigui necessari.
- Existència i condicions de l'aïllament estipulats per les línies de canonades i equips.
- Existència, qualitat i quantitat de les mesures anticorrosives estipulades en les especificacions de cada equip i línia de procés.
- Estructures que conformen els diferents equips i línies de procés.
- Senyalitzacions de perills i riscos en les diferents zones de planta
- Mesures contra-incendis disponibles, on es revisaria que l'estació de bombeig presentes una bomba dièsel operativa.
- El material de protecció del personal a peu de planta i a la resta de zones on s'hagi estipulat per defecte l'ús d'aquest.

TEST

- Proves de pressió en els diferents equips de cada àrea implicada en la producció.
- Proves d'estanqueïtat en tots els equips de procés per corroborar el seu estat mecànic segons el disseny estipulat en les especificacions.
- Proves de pas i continuïtat de fluid per les diferents línies de canonada.



MANTENIMENT

- Calibratge de la instrumentació instal·lada a planta.
- Neteja dels equips implicats en la producció i serveis a planta.
- Substitució, si és cau, de peces, equips, canonades i altres que no compleixin amb les diferents proves realitzades.

8.1.1. SERVEIS GENERALS A PLANTA

Els serveis incorporats a la planta química tenen que estar actius i operatius, presentant gran fiabilitat i per tant necessiten d'un manteniment suficientment rigorós com per complir aquestes expectatives.

Generalment els equips de serveis, tals com calderes, torres de refrigeració, *chillers*, compressors de nitrogen, aire comprimit i altres són instal·lats per empreses externes especialitzades i per tant, seria raonable recórrer al personal de manteniment que presentin per assegurar que la instal·lació i funcionament sigui totalment correcte i adequada.

8.1.2. EQUIPS DE PROCÉS

8.1.2.1. PROVES HIDRÀULIQUES I DE PRESSIÓ

Les proves hidràuliques consisteixen en la introducció de traçador, aigua desionitzada amb un pigment inert, a les diferents línies de procés per tal de observar i analitzar el moviment d'aquest per tota la planta i poder detectar, si s'escau, la presència de possibles fuites degut a errors de fabricació en les soldadura de canonades, unions, vàlvules defectuoses, bombes, compressors i altres.

El propòsit d'aquestes proves és recollir dades relatives a l'anàlisi mecànic de paràmetres que puguin esser potencialment perillosos per al sistema, tals com la vibració o les deformacions durant les proves efectuades. Aquestes proves només es duen a terme posteriorment de la construcció de la planta per comprovar que totes les unitats de procés i àrees implicades funcionin adequadament.

És important que un cop finalitzades les proves es purgui cada línia totalment i s'assequi el circuit de procés amb aire ja que podrien produir-se problemes de contaminació i/o incompatibilitats en el procés de posta en marxa amb els fluids de procés.

Finalment, pel que fa a les proves de pressió, aquestes son similars a les hidràuliques encara que consisteixen en el pas d'un gas sec(p.e. aire) per tal de comprovar que els equips de procés compleixin estrictament les condicions de pressió màxima generades i garanteixin la seguretat i condició mecànica estipulada en el disseny.

8.1.2.2. POSADA A PUNT DE SERVEIS

Nitrogen per blanketing: El nitrogen subministrat a planta es necessita per la inertització dels tancs i per contrarestar la diferència de pressió de buidatge, omplerta i mantenir la pressió d'aquests. Aquest nitrogen és emmagatzemat en un tanc que ha de ser revisat periòdicament per comprovar el seu estat. El nitrogen s'emmagatzema en estat líquid, és a dir, en un tanc criogènic. Abans de procedir a la posada en marxa de qualsevol equip de planta és realitzarà un escombrat de totes les línies de procés amb nitrogen per evitar la presència d'aire dins la instal·lació.

Aigua contra incendis: Per posar operativa l'aigua contra incendis caldrà tenir omplertes les piscines d'aigua per assegurar el subministrament d'aquesta i seguidament activar els sistemes de seguretat tals com els hidrants i ruixadors.

Aire comprimit: La posta en funcionament del servei d'aire comprimit és necessària per activar el funcionament de totes aquelles vàlvules de control i automàtiques que el requereixin. Per això s'activaran les vàlvules d'aire i es faran revisions periòdiques al compressor per tal d'assegurar el seu bon funcionament.

8.1.2.3. POSADA A PUNT DE BOMBES I COMPRESSORS

En el cas de la posta a punt de d'equips de bombeig, és important tenir en compte que les bombes centrífugues emprades en planta, a diferencia de les de desplaçament positiu, que també s'hi troben, no són autoencebadores i per tant caldrà seguir un procediment a l'hora de posar-les en marxa, evitant la presència d'aire.

Per posar en marxa les bombes centrífugues, caldrà que l'eix intern de la bomba estigui totalment inundat. Això s'aconsegueix obrint completament la vàlvula de comporta d'aspiració, afluixant la rosca de purga d'aire i esperar a que tant la canonada d'aspiració com el cos de la bomba estiguin totalment omplerts amb el fluid a bombejar per a continuació, tancar novament la rosca de purga de la bomba

En cas d'una aspiració negativa cal emprar mètodes alternatius d'encebament, com omplir la canonada i la bomba amb una font d'alimentació externa del fluid connectada a l'orifici d'encebament i afluixant el tap de purga.

Pel que fa als equips de compressió es requereix obrir la vàlvula de purgats que incorporen en el dipòsit que presenten i obrir el regulador de gas de sortida. Seguidament el compressor desprendreà aire per la sortida i per la vàlvula de purgats: cal mantenir-lo en funcionament uns minuts per a que les impureses que puguin haver-hi surtin durant aquest procediment.

A continuació cal realitzar la connexió amb la seva respectiva sortida d'aire i esperar fins que el dipòsit d'aire estigui totalment carregat i verificar que s'atura en arribar a la pressió màxima.

Finalment cal ajustar el regulador de pressió de sortida a les necessitats que requereixi el procés. Aquest procediment cal que es repeteixi com a mínim un cop al mes, a més a més de les parades de la planta ja planificades.

8.1.3. OMLERTA DELS TANCS DE MATÈRIES PRIMES (ÀREA 100)

8.1.3.1. Tancs de metanol

L'omplerta dels tancs de metanol es realitza en paral·lel i de forma automàtica gràcies a la implementació de controls interlocks automatitzats. El present apartat pretén descriure de forma general el funcionament d'aquest control.

OBJECTIU: Omplir els tancs T-101/104 de metanol.

ESTAT FINAL: Tancs omplerts al 80% de la seva capacitat, a la pressió de disseny i amb el control de nivell operatiu.

REQUISITS: Totes les vàlvules tancades.

OBSERVACIONS: Control automàtics per interlocks.

PROCEDIMENT:

- Inertitzar els tancs de metanol amb nitrogen deixant circular nitrogen per les vàlvules autoreguladores de contrapressió (BL-1139, BL-1141, BL-1143, BL-1145) per a evitar la formació d'atmosferes explosives pel contacte del metanol amb l'oxigen que pugui haver al tanc fins assolir la pressió de disseny d'aquests (1,2 bar). Aquestes vàlvules permetran el pas de nitrogen sempre i quan la pressió s'allunyi del punt de consigna.
- Connectar la mànega al camió cisterna, assegurant que els finals de carrera ZS-1001 i/o ZS-1002 corroboren l'obertura o el tancament de las vàlvules C-103 i/o C-104.
- Comprovar que les vàlvules posteriors a les bombes d'omplerta de líquids C-107 i/o C-108 estan obertes.
- Obrir la vàlvula de comporta manual CM-101.
- Connectar la bomba d'omplerta de metanol P-105A i/o P-105B.
- Durant l'omplerta les vàlvules automàtiques HV-1015, HV-1017, HV-1019, HV-1021 romanen obertes fins a assolir el nivell determinat. L'omplerta es fa tanc a tanc i de forma seqüencial, de forma que quan un tanc és ple la vàlvula d'omplerta d'aquest es tanca per tal d'omplir el següent de la sèrie.
- Les vàlvules d'alleujament de pressió O-1140, O-1142, O-1144 i O-1146 regularan la pressió deixant sortir els gasos de l'interior del tanc per a que la pressió no superi la de disseny.
- Desconnectar les bombes d'omplerta de líquid.
- Tancar la vàlvula CM-101.
- Corroborar que els finals de carrera ZS-1001 i/o ZS-1002 marquen el tancament de las vàlvules C-103 i/o C-104.
- Desconnectar la mànega del camió cisterna.

8.1.3.2. Tancs de solució de metòxid de potassi

L'omplerta dels tancs de solució del metòxid de potassi es realitza en paral·lel i de forma automàtica gràcies a la implementació de controls interlocks automatitzats. El present apartat pretén descriure de forma general el funcionament d'aquest control.

OBJECTIU: Omplir els tancs T-105/106 de solució de metòxid de potassi.

ESTAT FINAL: Tancs omplerts al 80% de la seva capacitat, a la pressió de disseny i amb el control de nivell operatiu.

REQUISITS: Totes les vàlvules tancades.

OBSERVACIONS: Control automàtics per interlocks.

PROCEDIMENT:

- Inertitzar els tancs de solució de metòxid de potassi amb nitrogen deixant-hi circular nitrogen per les vàlvules autoreguladores de contrapressió (BL-1147, BL-1149) per a evitar la formació d'atmosferes explosives pel contacte del metòxid amb l'oxigen que pugui haver al tanc fins assolir la pressió de disseny d'aquests (1,2 bar). Aquestes vàlvules permetran el pas de nitrogen sempre i quan la pressió s'allunyi del punt de consigna.
- Connectar la mànega al camió cisterna, assegurant que els finals de carrera ZS-1039 i/o ZS-1040 corroboren l'obertura o el tancament de las vàlvules C-139 i/o C-140.
- Comprovar que les vàlvules posteriors a les bombes d'omplerta de líquids C-142 i/o C-143 estan obertes.
- Obrir la vàlvula de comporta manual CM-136.
- Connectar la bomba d'omplerta de solució de metòxid de potassi P-106A i/o P-106B.
- Durant l'omplerta les vàlvules automàtiques HV-1050, HV-1052 romanen obertes fins a assolir el nivell determinat. L'omplerta es fa tanc a tanc i de forma seqüencial, de forma que quan un tanc és ple la vàlvula d'omplerta d'aquest es tanca per tal d'omplir el següent de la sèrie.
- Les vàlvules d'alleujament de pressió O-1148, O-1150 regularan la pressió deixant sortir els gasos de l'interior del tanc per a que la pressió no superi la de disseny.
- Desconnectar les bombes d'omplerta de líquid.
- Tancar la vàlvula CM-136.
- Corroborar que els finals de carrera ZS-1039 i/o ZS-1040 marquen el tancament de las vàlvules C-142 i/o C-143.
- Desconnectar la mànega del camió cisterna.

8.1.3.3. Tancs d'alcohol benzílic

L'omplerta dels tancs d'alcohol benzílic es realitza en paral·lel i de forma automàtica gràcies a la implementació de controls interlocks automatitzats. El present apartat pretén descriure de forma general el funcionament d'aquest control.

OBJECTIU: Omplir els tancs T-107/108 d'alcohol benzílic.

ESTAT FINAL: Tancs omplerts al 80% de la seva capacitat, a la pressió de disseny i amb el control de nivell operatiu.

REQUISITS: Totes les vàlvules tancades.

OBSERVACIONS: Control automàtics per interlocks.

PROCEDIMENT:

- Inertitzar els tancs d'alcohol benzílic amb nitrogen deixant-hi circular nitrogen per les vàlvules autoreguladores de contrapressió (BL-1151, BL-1153) per a evitar la formació d'atmosferes explosives al tanc fins assolir la pressió de disseny d'aquests (1,2 bar). Aquestes vàlvules permetran el pas de nitrogen sempre i quan la pressió s'allunyi del punt de consigna.
- Connectar la mànega al camió cisterna, assegurant que els finals de carrera ZS-1062 i/o ZS-1063 corroboren l'obertura o el tancament de las vàlvules C-160 i/o C-161.
- Comprovar que les vàlvules posteriors a les bombes d'omplerta de líquids C-163 i/o C-164 estan obertes.
- Obrir la vàlvula de comporta manual CM-157.
- Connectar la bomba d'omplerta d'alcohol benzílic P-108A i/o P-108B.
- Durant l'omplerta les vàlvules automàtiques HV-1073, HV-1075 romanen obertes fins a assolir el nivell determinat. L'omplerta es fa tanc a tanc i de forma seqüencial, de forma que quan un tanc és ple la vàlvula d'omplerta d'aquest es tanca per tal d'omplir el següent de la sèrie.
- Les vàlvules d'alleujament de pressió O-1152, O-1154 regularan la pressió deixant sortir els gasos de l'interior del tanc per a que la pressió no superi la de disseny.
- Desconnectar les bombes d'omplerta de líquid.
- Tancar la vàlvula CM-157.
- Corroborar que els finals de carrera ZS-1062 i/o ZS-1063 marquen el tancament de las vàlvules C-139 i/o C-140.
- Desconnectar la mànega del camió cisterna.

8.1.3.4. Tancs d'aigua desionitzada

L'omplerta dels tancs d'aigua desionitzada es realitza en paral·lel i de forma automàtica gràcies a la implementació de controls interlocks automatitzats. El present apartat pretén descriure de forma general el funcionament d'aquest control.

OBJECTIU: Omplir els tancs T-109/110 d'aigua desionitzada.

ESTAT FINAL: Tancs omplerts al 80% de la seva capacitat, a la pressió de disseny i amb el control de nivell operatiu.

REQUISITS: Totes les vàlvules tancades.

OBSERVACIONS: Control automàtics per interlocks.

PROCEDIMENT:

- Línia 184 roman connectada a la línia d'aigua provinent del descalcificador, assegurar que els finals de carrera ZS-1085 i/o ZS-1086 corroboren l'obertura o el tancament de les vàlvules C-180 i/o C-181.
- Comprovar que les vàlvules posteriors a les bombes d'omplerta de líquids C-183 i/o C-184 estan obertes.
- Obrir la clau de pas d'aigua provinent del descalcificador.
- Connectar la bomba d'omplerta d'aigua desionitzada P-107A i/o P-107B.
- Durant l'omplerta les vàlvules automàtiques HV-1099, HV-1101 romanen obertes fins a assolir el nivell determinat. L'omplerta es fa tanc a tanc i de forma seqüencial, de forma que quan un tanc és ple la vàlvula d'omplerta d'aquest es tanca per tal d'omplir el següent de la sèrie.
- Les vàlvules d'alleujament de pressió O-1155, O-1156 regularan la pressió deixant sortir els gasos de l'interior del tanc per a que la pressió no superi la de disseny.
- Desconnectar les bombes d'omplerta de líquid.
- Tancar la clau de pas d'aigua.
- Corroborar que els finals de carrera ZS-1085 i/o ZS-1086 marquen el tancament de les vàlvules C-180 i/o C-181.
- Tancar la clau de pas d'aigua provinent del descalcificador.

8.1.3.5. Tancs criogènics de monòxid de carboni

L'omplerta dels tancs criogènics de monòxid de carboni es realitza en paral·lel i de forma automàtica gràcies a la implementació de controls interlocks automatitzats. El present apartat pretén descriure de forma general el funcionament d'aquest control.

OBJECTIU: Omplir els tancs T-111/114 de monòxid de carboni.

ESTAT FINAL: Tancs omplerts al 80% de la seva capacitat, a la pressió de disseny i amb el control de nivell operatiu.

REQUISITS: Totes les vàlvules tancades.

OBSERVACIONS: Control automàtics per interlocks.

PROCEDIMENT:

- Encendre la bomba de buit P-110 i realitzar el nivell de buit estipulat en les especificacions de disseny.
- Comprovar que els finals de carrera ZS-1111 i/o ZS-1112 corroboren l'obertura o el tancament de les vàlvules C-196 i/o C-197.
- Comprovar que les vàlvules posteriors a les bombes d'omplerta de líquids C-199 i/o C-1100 estan obertes.
- Obrir la vàlvula de comporta manual CM-1139.
- Obrir la vàlvula trycock que incorpora cada tanc, que és el indicador de nivell més acurat i precís que incorpora el tanc. Aquesta esdevé un element fixat a una alçada de líquid determinada. En el moment que el nivell de líquid sobrepassa el punt de consigna fixat, el monòxid de carboni vessa per la vàlvula, indicant que l'omplerta del tanc s'ha d'aturar de forma immediata.
- Connectar la mànega d'omplerta de la fase líquida i la fase gas al camió cisterna criogènic.
- Connectar la bomba d'omplerta de monòxid de carboni líquid P-109A i/o P-109B.
- Durant l'omplerta les vàlvules automàtiques HV-1129, HV-1131, HV-1132 i HV-1134 romanen obertes fins a assolir el nivell determinat. L'omplerta es fa tanc a tanc i de forma seqüencial, de forma que quan un tanc és ple la vàlvula d'omplerta d'aquest es tanca per tal d'omplir el següent de la sèrie.
- Les vàlvules d'alleujament de pressió que incorpora el propi alleujaran la sobrepressió del tanc si fos necessari.
- Desconnectar les bombes d'omplerta de monòxid de carboni
- Corroborar que els finals de carrera ZS-1111 i/o ZS-1112 marquen el tancament de les vàlvules C-196 i/o C-197.
- Tancar la vàlvula de comporta manual.
- Desconnectar les mànegues d'omplerta de líquid i de gas.

8.2. POSTA EN MARXA DES DE ZERO

S'entén per posada en marxa des de zero la que es realitza per primera vegada des de la construcció de la planta, tot i que el procediment també serveix per la posada en marxa després de les parades programades per manteniment i/o neteja dels equips.

El present apartat recull un llistat del procediment a seguir per a la posada en marxa dels principals equips de cadascuna de les àrees que conformen la planta.

Per a que la planta pugui estar a règim cal seguir una seqüència per àrees, donant prioritat a certs equips respecte d'altres. La seqüència de prioritat de posada en marxa per àrees es descriu a continuació:

Taula 8-1 Seqüència de la posada en marxa

SEQÜÈNCIA	DESCRIPCIÓ	ÀREA	TIPUS
1	Electricitat	800	Serveis
2	Aire comprimit	800	Serveis
3	Aigua contra incendis	800	Serveis
4	Aigua de xarxa	800	Serveis
5	Gas natural	800	Serveis
6	Nitrogen	800	Serveis
7	Aigua de torre		Serveis
8	Purgues i EDAR	700	Tractament de residus
9	T-101/104		Emmagatzematge
10	T-105/106		Emmagatzematge
11	T-107/108		Emmagatzematge
12	T-109/110		Emmagatzematge
13	T-111/114		Emmagatzematge
14	Reactor R-201		Procés
15	DC-301		Procés
16	Reactor R-401		Procés
17	DC-501		Procés
18	DC-503		Procés
19	EDC-501		Procés
20	DC-504		Procés
21	DC-502		Procés
22	Àcid fòrmic		Emmagatzematge

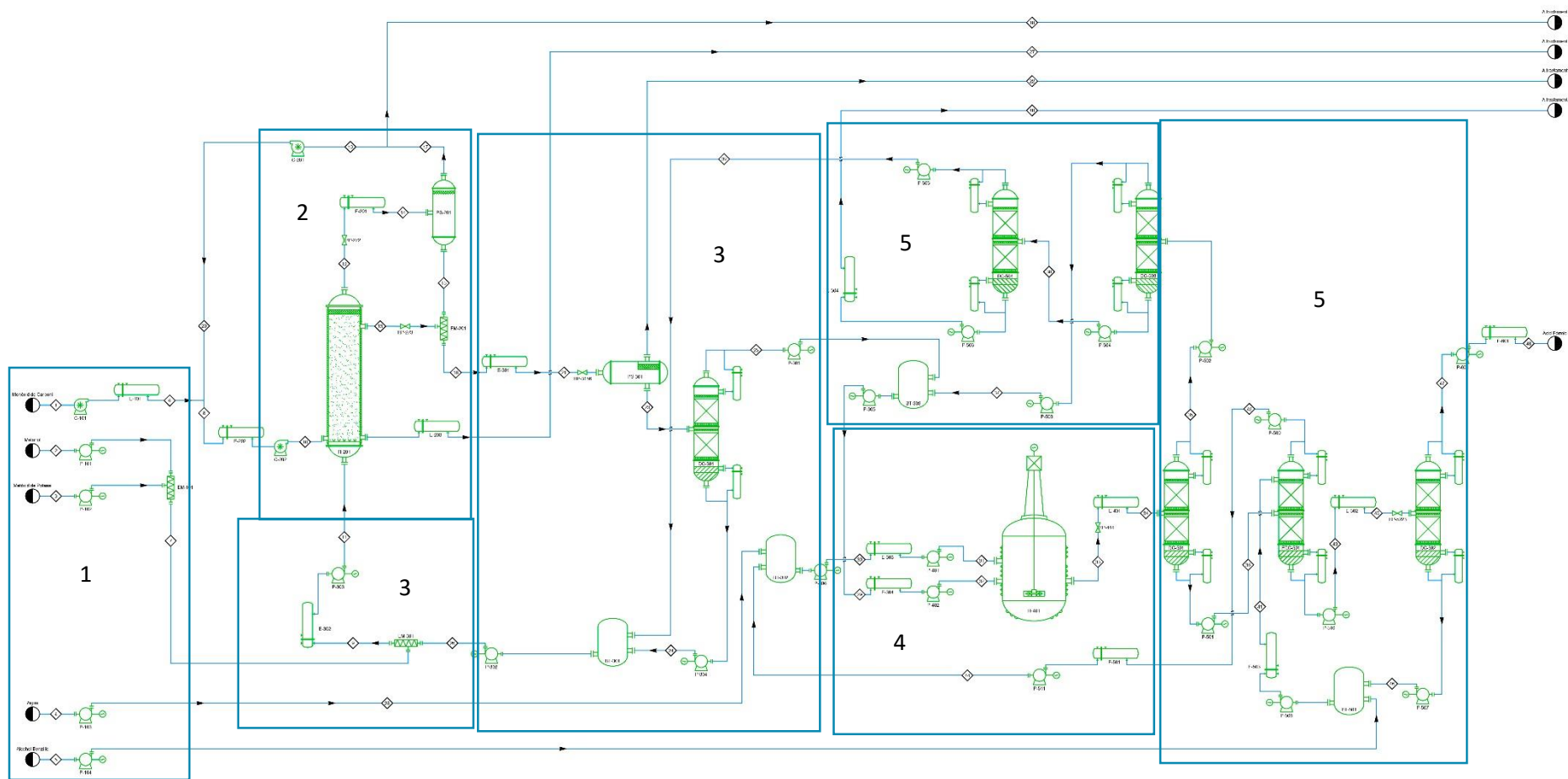


Figura 8 -1 Ordre de seqüència de posada en marxa de les diferents àrees de la planta.

8.2.1. ÀREA 200

L'àrea 200 inclou els bescanviadors E-201/203 que són claus per al bon funcionament del reactor. Tot i que la posada en marxa d'aquests equips es fa de forma automàtica amb els llaços de control implementats que regularan les necessitats de servei d'aigua glicolada o del fluid de servei de cadascun, fins que s'arribi a aquest estat, caldrà passar per un estat de transició fins a assolir l'estat estacionari.

Essent així, caldrà cerciorar-se que els serveis de planta estan totalment operatius i en règim.

8.2.1.1. Reactor de carbonilació (R-201)

La posada en marxa del reactor de carbonilació (R-201) és el punt conflictiu de l'àrea. Cal que l'estat estacionari de l'equip s'assoleixi de forma gradual incrementant els cabals de reactius. La posada en marxa del reactor inclou dues fases:

- Introducció del monòxid de carboni a pressió d'operació fins a assolir per part de l'equip la pressió de disseny.
- Introduir el metanol fresc en proporció al cabal de CO.

OBJECTIU: Posar en funcionament la columna de carbonilació a la pressió i a la temperatura que correspon.

ESTAT FINAL: Reactor operatiu en estat estacionari i a la pressió i temperatura de disseny.

REQUISITS: Tancs de reactius omplerts i en servei. Totes les vàlvules tancades. El bescanviador E-202 està a règim i operatiu.

PROCEDIMENT:

- Inicialitzar el servei de refrigerant tant a la camisa com al serpentí del reactor. En un primer moment la vàlvula de control TCV-206 romandrà totalment oberta així com les vàlvules de comporta C-224 i C-221. El sistema de control de refrigerant està implementat de tal forma que la vàlvula de control reguli el pas d'aigua glicolada en funció de la diferència de temperatures entre l'aigua de procés i la temperatura del medi de reacció.
- Comprovar que els finals de carrera ZS-1111 i/o ZS-1112 corroboren l'obertura o el tancament de les vàlvules C-196 i/o C-197.
- Comprovar que les vàlvules posteriors a l'estació de compressió C-213 i/o C-214 estan obertes.
- Engegar les estacions de compressió C-202A/B i corroborar el pas de monòxid de carboni segons la senyal rebuda del cabalímetre FT-203B.
- El sistema de control de pressió regularà la sortida de gasos a través de la vàlvula de control PV-205 en funció de la pressió a l'interior del reactor: en el moment en què la pressió superi els 45 bars, la vàlvula s'obrirà gradualment.

- Connectar les bombes dosificadores de metanol de l'àrea 100 P-101A i/o P-101B assegurant que els finals de carrera i les vàlvules posteriors a les bombes centrífugues permeten la correcta circulació del reactiu.
- Corroborar la circulació de metanol per la canonada a través de la senyal rebuda pel cabalímetre FT-203A o visualment a través de l'espiell PH-201. El sistema de control està ideat de tal forma que el cabal d'entrada al reactor es regula de forma automàtica i de forma proporcional al cabal de monòxid amb l'acció de la vàlvula de control FCV-203A.
- Durant l'omplerta amb metanol, els sistema de control de pressió i més contretament la vàlvula PV-205 regularà la sortida de gasos per a que la pressió a l'interior de l'equip no excedeixi el punt de consigna.
- Un cop el nivell de líquid arribi al holdup necessari per a la correcta operació del reactor, el control de nivell implementat deixarà sortir de forma gradual el líquid a través de la vàlvula de control de nivell LCV-204. Prèviament, el corrent líquid de sortida passarà través d'un sifó per evitar la sortida de gasos pel conducte esmentat.

OBSERVACIONS: Un cop realitzat el procediment descrit, caldrà monitoritzar contínuament el nivell i la pressió del reactor per tal d'acomplir amb les condicions d'operació. En el moment en què assoleixi l'estat estacionari, la purga de catalitzador es posarà en funcionament prèvia obertura de la vàlvula C-234.

De la mateixa manera que els bescanviadors de fases, la posada en marxa dels separadors de fases no requereix un procediment específic per a tal fi, sinó que els controls de pressió i nivell regularan els paràmetres necessaris per a assolir l'estat estacionari de l'equip passant per un estat de transició.

8.2.1. ÀREA 300

L'àrea 300 comprèn equips de bescanvi de calor, de separació de fases, tanc pulmó i una columna de destil·lació per a la purificació del format de metil. Encara que la posada en marxa de bescanviadors de calor i separadors de fase és automàtica i el funcionament dels llaços de control s'especifica en anteriors apartats.

8.2.1.1. Columna de destil·lació DC-301

OBJECTIU: Posar en funcionament la columna de destil·lació fins assolir les temperatures de caps i columnes estipulades al disseny de l'equip i la relació de reflux d'operació.

ESTAT FINAL: Columna a la pressió i perfil de temperatures de disseny i treballant a la relació de reflux fixada.

REQUISITS: Condensador i termosifó amb els fluids de servei operatius i en règim. Totes les vàlvules tancades.

PROCEDIMENT:

- Comprovar l'entrada d'aliment a la columna gràcies a la senyal rebuda del cabalímetre FT-319.
- Connectar les bombes P-301A i/o P-301B per tal de garantir el procediment de reflux total de líquid a caps de columna.
- La columna treballarà inicialment a reflux total de forma discontinua. Caldrà doncs omplir el nivell de líquid de la columna fins a la consigna establerta i tancar l'entrada d'aliment introduït a l'àrea a través de la vàlvula C-3144 que regula el cabal d'entrada al bescanviador E-304.
- Esperar a que la consigna de temperatura arribi al *setpoint* fixat per les condicions en les que opera la columna. La relació de reflux es graduarà gràcies a l'acció de la vàlvula de control de temperatura TCV-305A segons la senyal enviada per la sonda de temperatura TT-305 situada a caps de columna. El control del cabal de vapor que entra al termosifó vindrà marcat per la pressió diferencial que el control de pressió enregistra.
- Connectar les bombes P-301A i/o P-301B assegurant que els finals de carrera i les vàlvules posteriors a les bombes centrífugues permeten la correcta circulació del fluid.
- Esperar a que el dipòsit de condensats contingui un nivell de líquid suficient.
- En cas de sobrepressió durant l'omplerta del tanc de condensats la vàlvula O-3158 regularà la sortida de gasos segons les condicions de pressió fixades.
- El control de nivell de líquid regularà automàticament el cabal de destil·lat que surt de la columna una vegada aquesta arribi a un estat pseudoestacionari. El cabal de destil·lat es pot monitoritzar a través de la senyal rebuda pel cabalímetre FT-321.
- Connectar les bombes P-304A i P-304B que regulen el cabal de cues de la columna. Cal assegurar-se que els finals de carrera i les vàlvules posteriors a les bombes centrífugues permeten la correcta circulació del fluid. El cabal de cues es pot monitoritzar a través de la senyal rebuda pel cabalímetre FT-322.

OBSERVACIONS: Una vegada realitzat el procediment descrit caldrà monitoritzar el perfil de pressions a la columna i la temperatura de caps de columna.

8.2.2. ÀREA 400

De la mateixa manera que per a la resta d'àrees, l'àrea 400 comprèn equips de bescanvi de calor que funcionen amb controls automàtics. Aquest fet comporta que no sigui necessari un procediment específic per a la posada en marxa, sinó que l'equip passarà per un estat de transició

8.2.2.1. Reactor d'hidròlisi (R-401)

Tal i com ja succeeix amb la columna de bombolleig, el reactor d'hidròlisi opera a una pressió elevada i temperatures moderades. Aquest fet comporta que la posada en marxa passi per posar el reactor a les condicions de pressió i temperatura que el procés requereix.

OBJECTIU: Posar en funcionament el reactor d'hidròlisi a la temperatura i pressió d'operació

ESTAT FINAL: Reactor operatiu en estat estacionari i a la pressió i temperatura de disseny.

REQUISITS: Tancs de reactius omplerts i en servei. Totes les vàlvules tancades. El bescanviador E-401 està a règim i operatiu.

PROCEDIMENT:

- Inicialitzar el servei de vapor provinent de l'àrea 800 fent-lo passar per la mitja canya. El control de temperatura regula el cabal de vapor que hi circula a través de la vàlvula de control de temperatura TCV-402 segons les senyals enviades per les sondes de temperatura situades a la sortida de la mitja canya (TT-402B) i en el medi de reacció (TT-402A).
- Esperar a que el reactor assoleixi els 110°C.
- Comprovar que els finals de carrera ZS-405, ZS-406, ZS-407 i ZS-408 corroborin l'obertura o el tancament de les vàlvules C-401, C-402, C-411 i C-410 respectivament.
- Connectar les bombes P-401A/B i P-402A/B de dosificació d'aigua i format de metil respectivament.
- El control implementat controla automàticament les proporcions en les que entren els reactius gràcies a l'acció del comparador, que decideix l'acció de control en funció de les senyals rebudes pels transmissors de cabal FT-401A i FT-401B que a la vegada permeten monitoritzar els cabals de reactius afegits en tot moment.
- Esperar a que el reactor assoleixi la pressió de disseny.
- Activar el control de nivell LCV-403 que regularà el nivell de líquid per a que aquest no superi el 80% de la capacitat del reactor.
- En cas de sobrepressió per l'addició de reactius a l'interior del reactor, la vàlvula d'alleujament de pressió O-445 regularà la sortida de gasos segons les condicions de pressió fixades.

OBSERVACIONS: Un cop realitzat el procediment descrit, caldrà monitoritzar contínuament el nivell i la pressió del reactor per tal d'acomplir amb les condicions d'operació. En el moment en què assoleixi l'estat estacionari, tot el sistema estarà controlat automàticament segons les consignes fixades.

8.2.3. ÀREA 500

L'àrea 500 comprèn equips de bescanvi de calor, tancs pulmó i columnes de destil·lació per la recuperació dels reactius i la purificació de l'àcid fòrmic. La posada en marxa dels bescanviadors de calor és automàtica i el funcionament dels llaços de control s'especifica en anteriors apartats.

8.2.3.1. Columna de destil·lació (DC-501)

OBJECTIU: Posar en funcionament la columna de destil·lació fins assolir les temperatures de caps i columnes estipulades al disseny de l'equip i la relació de reflux d'operació.

ESTAT FINAL: Columna a la pressió i perfil de temperatures de disseny i treballant a la relació de reflux fixada.

REQUISITS: Condensador i termosifó amb els fluids de servei operatius i en règim. Totes les vàlvules tancades.

PROCEDIMENT:

- Comprovar l'entrada d'aliment a la columna gràcies a la senyal rebuda del cabalímetre FT-5022.
- Connectar les bombes P-502A i/o P-502B per tal de garantir el procediment de reflux total de líquid a caps de columna.
- La columna treballarà inicialment a reflux total de forma discontinua. Caldrà doncs omplir el nivell de líquid de la columna fins a la consigna establerta i tancar l'entrada d'aliment introduït a l'àrea a través de la vàlvula C-443 que regula el cabal d'entrada al bescanviador E-401.
- Esperar a que la consigna de temperatura arribi al *setpoint* fixat per les condicions en les que opera la columna. La relació de reflux es graduarà gràcies a l'acció de la vàlvula de control de temperatura TCV-5002A segons la senyal enviada per la sonda de temperatura TT-5002 situada a caps de columna. El control del cabal de vapor que entra al termosifó vindrà marcat per la pressió diferencial que el control de pressió enregistra.
- Connectar les bombes P-502A i/o P-502B assegurant que els finals de carrera i les vàlvules posteriors a les bombes centrífugues permeten la correcta circulació del fluid.
- Esperar a que el dipòsit de condensats contingui un nivell de líquid suficient.
- En cas de sobrepressió durant l'omplerta del tanc de condensats la vàlvula O-5227 regularà la sortida de gasos segons les condicions de pressió fixades.

- El control de nivell de líquid regularà automàticament el cabal de destil·lat que surt de la columna una vegada aquesta arribi a un estat pseudoestacionari. El cabal de destil·lat es pot monitoritzar a través de la senyal rebuda pel cabalímetre FT-5024.
- Connectar les bombes P-501A i P-501B que regulen el cabal de cues de la columna. Cal assegurar-se que els finals de carrera i les vàlvules posteriors a les bombes centrífugues permeten la correcta circulació del fluid. El cabal de cues es pot monitoritzar a través de la senyal rebuda pel cabalímetre FT-5025.

OBSERVACIONS: Una vegada realitzat el procediment descrit caldrà monitoritzar el perfil de pressions a la columna i la temperatura de caps de columna

8.2.3.2. Columna de destil·lació (DC-503)

OBJECTIU: Posar en funcionament la columna de destil·lació fins assolir les temperatures de caps i columnes estipulades al disseny de l'equip i la relació de reflux d'operació.

ESTAT FINAL: Columna a la pressió i perfil de temperatures de disseny i treballant a la relació de reflux fixada.

REQUISITS: Condensador i termosifó amb els fluids de servei operatius i en règim. Totes les vàlvules tancades.

PROCEDIMENT:

- Comprovar l'entrada d'aliment a la columna gràcies a la senyal rebuda del cabalímetre FT-5094.
- Connectar les bombes P-503A i/o P-503B per tal de garantir el procediment de reflux total de líquid a caps de columna.
- La columna treballarà inicialment a reflux total de forma discontinua. Caldrà doncs omplir el nivell de líquid de la columna fins a la consigna establerta i tancar l'entrada d'aliment introduït a l'àrea a través de la vàlvula C-585 que regula el cabal de sortida de la columna DC-501.
- Esperar a que la consigna de temperatura arribi al *setpoint* fixat per les condicions en les que opera la columna. La relació de reflux es graduarà gràcies a l'acció de la vàlvula de control de temperatura TCV-5016A segons la senyal enviada per la sonda de temperatura TT-5002 situada a caps de columna. El control del cabal de vapor que entra al termosifó vindrà marcat per la pressió diferencial que el control de pressió enregistra.
- Connectar les bombes P-503A i/o P-503B assegurant que els finals de carrera i les vàlvules posteriors a les bombes centrífugues permeten la correcta circulació del fluid.
- Esperar a que el dipòsit de condensats contingui un nivell de líquid suficient.
- En cas de sobrepressió durant l'omplerta del tanc de condensats la vàlvula O-5225 regularà la sortida de gasos segons les condicions de pressió fixades.

- El control de nivell de líquid regularà automàticament el cabal de destil·lat que surt de la columna una vegada aquesta arribi a un estat pseudoestacionari. El cabal de destil·lat es pot monitoritzar a través de la senyal rebuda pel cabalímetre FT-5024.
- Connectar les bombes P-504A i P-504B que regulen el cabal de cues de la columna. Cal assegurar-se que els finals de carrera i les vàlvules posteriors a les bombes centrífugues permeten la correcta circulació del fluid. El cabal de cues es pot monitoritzar a través de la senyal rebuda pel cabalímetre FT-5097.

OBSERVACIONS: Una vegada realitzat el procediment descrit caldrà monitoritzar el perfil de pressions a la columna i la temperatura de caps de columna.

8.2.3.3. Columna de destil·lació (DC-504)

OBJECTIU: Posar en funcionament la columna de destil·lació fins assolir les temperatures de caps i columnes estipulades al disseny de l'equip i la relació de reflux d'operació.

ESTAT FINAL: Columna a la pressió i perfil de temperatures de disseny i treballant a la relació de reflux fixada.

REQUISITS: Condensador i termosifó amb els fluids de servei operatius i en règim. Totes les vàlvules tancades.

PROCEDIMENT:

- Comprovar l'entrada d'aliment a la columna gràcies a la senyal rebuda del cabalímetre FT-5097.
- Connectar les bombes P-505A i/o P-505B per tal de garantir el procediment de reflux total de líquid a caps de columna.
- La columna treballarà inicialment a reflux total de forma discontinua. Caldrà doncs omplir el nivell de líquid de la columna fins a la consigna establerta i tancar l'entrada d'aliment introduït a l'àrea a través de la vàlvula C-532 que regula el cabal de sortida de la columna DC-503.
- Esperar a que la consigna de temperatura arribi al *setpoint* fixat per les condicions en les que opera la columna. La relació de reflux es graduarà gràcies a l'acció de la vàlvula de control de temperatura TCV-5016A segons la senyal enviada per la sonda de temperatura TT-5016 situada a caps de columna. El control del cabal de vapor que entra al termosifó vindrà marcat per la pressió diferencial que el control de pressió enregistra.
- Esperar a que el dipòsit de condensats contingui un nivell de líquid suficient.
- En cas de sobrepressió durant l'omplerta del tanc de condensats la vàlvula O-5225 regularà la sortida de gasos segons les condicions de pressió fixades.
- El control de nivell de líquid regularà automàticament el cabal de destil·lat que surt de la columna una vegada aquesta arribi a un estat pseudoestacionari. El cabal de destil·lat es pot monitoritzar a través de la senyal rebuda pel cabalímetre FT-5024.
- Connectar les bombes P-504A i P-504B que regulen el cabal de cues de la columna. Cal assegurar-se que els finals de carrera i les vàlvules posteriors a les bombes

centrífugues permeten la correcta circulació del fluid. El cabal de cues es pot monitoritzar a través de la senyal rebuda pel cabalímetre FT-5100.

OBSERVACIONS: Una vegada realitzat el procediment descrit caldrà monitoritzar el perfil de pressions a la columna i la temperatura de caps de columna.

8.2.3.4. Columna de destil·lació extractiva (EDC-501)

OBJECTIU: Posar en funcionament la columna de destil·lació extractiva fins assolir les temperatures de caps i columnes estipulades, la relació de reflux d'operació i la proporció d'aliment d'agent extractant envers l'aliment provinent de DC-501.

ESTAT FINAL: Columna a la pressió i perfil de temperatures de disseny i treballant a la relació de reflux fixada.

REQUISITS: Condensador i termosifó amb els fluids de servei operatius i en règim. Totes les vàlvules tancades.

PROCEDIMENT:

- Comprovar l'entrada d'aliment a la columna gràcies a la senyal rebuda del cabalímetre FT-5004A.
- Connectar les bombes P-509A i/o P-509B per tal de garantir el procediment de reflux total de líquid a caps de columna.
- La columna treballarà inicialment a reflux total de forma discontinua. Caldrà doncs omplir el nivell de líquid de la columna fins a la consigna establerta i tancar l'entrada d'aliment introduït a l'àrea a través de la vàlvula C-532 que regula el cabal de sortida de la columna DC-501.
- Esperar a que la consigna de temperatura arribi al *setpoint* fixat per les condicions en les que opera la columna. La relació de reflux es graduarà gràcies a l'acció de la vàlvula de control de flux FCV-5004C segons la senyal enviada pel cabalímetre de l'entrada d'aliment provinent de la columna DC-501. El control del cabal de vapor que entra al termosifó vindrà marcat per la pressió diferencial que el control de pressió enregistra.
- Esperar a que el dipòsit de condensats contingui un nivell de líquid suficient.
- En cas de sobrepressió durant l'omplerta del tanc de condensats la vàlvula O-5227 regularà la sortida de gasos segons les condicions de pressió fixades.
- El control de nivell de líquid regularà automàticament el cabal de destil·lat que surt de la columna una vegada aquesta arribi a un estat pseudoestacionari. El cabal de destil·lat es pot monitoritzar a través de la senyal rebuda pel cabalímetre FT-5024.
- Connectar les bombes P-510A i P-510B que regulen el cabal de cues de la columna. Cal assegurar-se que els finals de carrera i les vàlvules posteriors a les bombes centrífugues permeten la correcta circulació del fluid. El cabal de cues es pot monitoritzar a través de la senyal rebuda pel cabalímetre FT-5028.

OBSERVACIONS: Una vegada realitzat el procediment descrit caldrà monitoritzar el perfil de pressions a la columna i la relació d'entrada d'aliment a la columna.

8.2.3.5. Columna de destil·lació al buit

OBJECTIU: Posar en funcionament la columna de destil·lació fins assolir les temperatures de caps i columnes estipulades, la relació de reflux d'operació i les condicions de buit de disseny.

ESTAT FINAL: Columna a la pressió i perfil de temperatures de disseny i treballant a la relació de reflux fixada en condicions de buit.

REQUISITS: Condensador i termosifó amb els fluids de servei operatius i en règim. Totes les vàlvules tancades.

PROCEDIMENT:

- Encendre la bomba de buit P-512.
- Comprovar que la bomba de buit P-512 es troba operativa per realitzar les condicions de buit.
- Comprovar l'entrada d'aliment a la columna gràcies a la senyal rebuda del cabalímetre FT-5031.
- Connectar les bombes P-513A i/o P-513B per tal de garantir el procediment de reflux total de líquid a caps de columna.
- Esperar a que la consigna de temperatura arribi al *setpoint* fixat per les condicions en les que opera la columna. La relació de reflux es graduarà gràcies a l'acció de la vàlvula de control de temperatura TCV-5009A segons la senyal enviada per la sonda de temperatura TT-5009 situada a caps de columna. El control del cabal de vapor que entra al termosifó vindrà marcat per la pressió diferencial que el control de pressió enregistra.
- Connectar les bombes P-301A i/o P-301B assegurant que els finals de carrera i les vàlvules posteriors a les bombes centrífugues permeten la correcta circulació del reactiu.
- Esperar a que el dipòsit de condensats contingui un nivell de líquid suficient.
- El control de nivell de líquid regularà automàticament el cabal de destil·lat que surt de la columna una vegada aquesta arribi a un estat pseudoestacionari. El cabal de destil·lat es pot monitoritzar a través de la senyal rebuda pel cabalímetre FT-5032.
- Connectar les bombes P-507A i/o P-507B que regulen el cabal de cues de la columna. Cal assegurar-se que els finals de carrera i les vàlvules posteriors a les bombes centrífugues permeten la correcta circulació del fluid. El cabal de cues es pot monitoritzar a través de la senyal rebuda pel cabalímetre FT-5034.

OBSERVACIONS: Una vegada realitzat el procediment descrit caldrà monitoritzar el perfil de pressions a la columna i la temperatura de caps de columna.