

PLANTA DE PRODUCCIÓ D'ETILBENZÈ

TREBALL DE FI DE GRAU EN ENGINYERIA
QUÍMICA



EBYL

Carles Contreras Rafanell
Aarón Llera Toro
Elena Hurtado López
Karima Jihari Bouabidi
Emma Zurera Gómez
Víctor Rodrigo Sánchez Altabás
Miguel Ángel Melendo Castaño

Tutor: Albert Bartrolí Almera

Cerdanyola del Vallés, Juny de 2023

UAB

Universitat Autònoma de Barcelona
Escola d'Enginyeria



EBYL

**Volum 8.
Posada en
marxa**

Taula de continguts

| | |
|---|----|
| 8. Posada en marxa | 2 |
| 8.1. Introducció | 2 |
| 8.2. Consideracions prèvies a la posada en marxa | 2 |
| 8.2.1 Documentació prèvia a la primera posada en marxa | 2 |
| 8.2.2 Tasques prèvies a la posada en marxa..... | 3 |
| 8.2.3 Serveis | 5 |
| 8.2.4 Equips..... | 5 |
| 8.2.5 Seguretat..... | 6 |
| 8.3 Posada en marxa des de zero | 6 |
| 8.3.1 Posada en marxa dels serveis | 6 |
| 8.3.2 Posada en marxa dels tancs d'emmagatzematge..... | 8 |
| 8.3.3 Posada en marxa del tractament de gasos | 9 |
| 8.3.4 Posada en marxa dels reactors catalítics (Àrea 200) | 9 |
| 8.3.5 Posada en marxa de les columnes flash (Àrea 300)..... | 10 |
| 8.3.6 Posada en marxa de les columnes de rectificació (Àrea 400)..... | 10 |
| 8.4 Parada de la planta planificada | 11 |
| 8.5 Parada d'emergència de la planta | 12 |

8. Posada en marxa

8.1. Introducció

Un cop construïda la planta, la posada en marxa representa el primer pas abans d'aconseguir el propòsit de la planta química. La posada en marxa és el procediment que permet verificar que tant el disseny com el muntatge dels equips i instal·lacions s'ha dut a terme de manera correcta. És el moment crític que determina si el disseny de la planta ha estat l'adequat.

La posada en marxa es pot donar tant a l'inici de producció d'una planta completament nova, com després d'una parada d'emergència o planificada. En tot cas, s'ha de seguir una sèrie de pautes i protocols ben estructurats per evitar complicacions i verificar que tot funciona degudament.

En el cas de l'empresa EBYL, l'operació de posada en marxa es realitzarà un cop finalitzada la construcció de la fàbrica i anualment després de realitzar la parada programada al mes d'agost. També, en cas d'haver realitzat alguna parada no planificada, tot i que, cal destacar que la forma de dur a terme la posada en marxa serà diferent en aquest cas que a les altres, tot depenent de la raó de fallada i del que els enginyers considerin.

Les consideracions a prendre i el procediment de posada en marxa s'explica en el present apartat. De manera general, es pot resumir que, en primer lloc, es faran proves als equips, instruments i instal·lacions amb aigua o altres substàncies no perilloses. Seguidament, s'habilitaran els serveis de planta i el tractament de residus i, per acabar, es procedeix a la posada en marxa del procés productiu.

8.2. Consideracions prèvies a la posada en marxa

Abans de procedir a la posada en marxa són necessàries tot un seguit de tasques prèvies, per tal d'evitar futures complicacions. Cal mencionar també que en el cas d'una posada en marxa des de zero, cal tenir en compte consideracions addicionals. Totes aquestes es troben explicades en els següents subapartats.

8.2.1 Documentació prèvia a la primera posada en marxa

En principi tots els equips adquirits han estat provats i testats prèviament pels proveïdors, tot i això, es requereix una demostració per mitjà de documents oficials. Per garantir que aquest test previ s'ha dut a terme correctament, cada equip ha de tenir la següent documentació:

- Certificats de materials
- DQ, IQ i OQ
- Manuals d'equips, accessoris i instrumentació

8.2.1.1 *Certificats de materials*

Un certificat de material és un document firmat per l'empresa proveïdora que acredita que el material expedit correspon a les especificacions i composicions establertes. El proveïdor es farà càrrec d'oferir la qualitat exigent, sobretot quan es treballa amb substàncies perilloses en condicions extremes de pressió i temperatura. En cas que el material no compleix amb les propietats, el proveïdor serà el responsable de les pèrdues de la planta.

En el cas d'EBYL, la planta està dotada d'equips i accessoris principalment fets amb acer inoxidable 316L. Aleshores, cal comprovar que s'han rebut totes les especificacions i que s'ajusten a les condicions de treball que s'indiquen.

8.2.1.2 DQ, IQ i OQ

Com que es tracten moltes vegades d'equips complexos i específics, cal obtenir altres documents dels proveïdors:

- DQ: Correspon a la qualificació del disseny, és a dir, és un protocol de verificació que assegura que l'equip compleix amb els requisits i normes de seguretat legals a més de complir els requisits operatius definits pel client.
- IQ: Correspon a la qualificació d'instal·lació. És un document que certifica tots els aspectes clau de l'equip i tot el necessari per a la seva instal·lació. Verifica, també, que tota la instal·lació és adequada als requisits i normes de seguretat legals indicats a la DQ.
- OQ: Correspon a la qualificació d'operació. Consisteix en un document que verifica que l'equip opera com s'ha definit en el disseny i determina els valors òptims d'operació per totes les variables de control.

8.2.1.3 Manuals d'equips, accessoris i instrumentació

Finalment, cal tenir guardada i disponible tota la documentació referent a manuals de manteniment i funcionament de tots els equips, accessoris i instrumentació. Aquests manuals expliquen pas a pas com s'ha de realitzar el manteniment, parades, posades en marxa, reparacions i altres consideracions per a cada un dels equips. També ofereixen informació detallada de les seves característiques, fet que resulta molt útil per a futurs canvis o estudis.

8.2.2 Tasques prèvies a la posada en marxa

Per garantir que s'assoleix un estat estacionari de la forma més segura i eficient possible, s'ha de seguir una sèrie de passos, sigui des de zero o després d'una parada. Les accions i consideracions a tenir en compte abans d'una posada en marxa s'especifiquen a continuació:

1. Organització i comprovacions

- Organització del personal i dels torns
- Comprovació de la disponibilitat dels proveïdors, tant de matèries primeres i catalitzador com de serveis i recanvi de peces
- Comprovació del magatzem de recanvis de la planta
- Comprovació de la documentació proporcionada en referència als equips
- Comprovació de tots els protocols

2. Inspeccions

- Inspecció visual de l'interior de recipients com equips i tancs
- Inspecció visual de canonades, comprovant les característiques i etiquetat
- Inspecció visual d'accessoris, comprovant l'etiquetatge
- Comprovar la configuració de la instrumentació i elements de *software*
- Inspecció visual del cablejat i comprovar l'existència de senyals
- Inspecció visual de l'aïllant

- Inspecció visual de les estructures de la línia de producció
- Inspecció del sistema contra incendis, com el nombre d'extintors o el nivell de la bassa
- Comprovació de la correcta senyalització de riscos a la planta
- Comprovació de l'estat general de la planta

3. Proves

- Prova de pressió en equips i canonades
- Prova d'estanquitat
- Prova de pas i continuïtat del fluid per canonades
- Funcionament i rotació de motors elèctrics
- Revisió de fuites, comprovació del funcionament de l'estació de bombeig del sistema contra incendis
- Proves d'instrumentació i control
- Proves del sistema elèctric de la planta

4. Manteniment

- Calibratge de la instrumentació necessària
- Substitució d'equips, accessoris i/o instrumentació que ho requereixin
- Neteja general d'equips i zona de treball
- Revisió de l'estat del catalitzador
- Disposició del taller amb totes les eines disponibles

En el cas de la posada en marxa d'una màquina en concreta, aquesta només es podrà efectuar sempre que ho indiqui el departament d'enginyeria i, perquè això es dugui a terme s'ha de complir que:

1. La màquina només ha de posar-se en funcionament un cop es tingui la certificació CE que acredita que és segura.
2. Les adequacions, correccions i/o modificacions que es deriven dels informes de revisió de les màquines, s'han d'executar en paral·lel als processos d'instal·lació. En cap moment s'han de postergar per a després del muntatge un cop la màquina ja estigui produint.
3. No obstant el punt anterior, determinades intervencions de seguretat es poden executar després de la posada en marxa si es compleixen les següents condicions:
 - Són intervencions menors que no afecten de manera directa a la seguretat dels treballadors.
 - Ha sigut revisat i validat tant per Enginyeria com pel departament de seguretat.
 - En cap cas es poden sobrepassar els tres mesos des de la posada en marxa i l'obtenció final de la CE. Es considera molt greu disposar d'un informe amb no conformitats sense resoldre i tenir la màquina en funcionament.

8.2.3 Serveis

Els serveis representen una part fonamental dins la planta química, ja que permeten mantenir en tot moment la producció. Per aquest motiu cal assegurar el correcte subministrament de tots aquests. Per fer-ho cal fer les següents tasques:

- Assegurar el manteniment general i revisar que no hi hagi cap fuga
- Assegurar el subministrament elèctric en tots els punts de la planta. Verificar el funcionament dels quadres elèctrics i comprovar la correcta il·luminació arreu
- Verificar el funcionament dels compressors d'aire comprimit i revisar que l'aire arribi a les vàlvules sense cap pèrdua de pressió elevada
- Comprovar l'accés al nitrogen necessari per a la inertització dels tancs
- Revisar les entrades i sortides d'aigua de xarxa a la planta
- Disposar de combustible suficient per al funcionament de les calderes, cremadors i oxidador
- Subministrar aigua i electricitat a tot arreu que es requereixi
- Comprovar el circuit tancat del grup de fred de manera que s'assoleixi les condicions de temperatura i pressió necessària de l'estat estacionari

8.2.4 Equips

La preparació dels equips consisteix a fer proves hidràuliques i de pressió i preparar tant bombes com compressors.

8.2.4.1 *Proves hidràuliques i de pressió*

Les proves hidràuliques consisteixen a fer passar una mescla d'aigua amb traçador, és a dir, un colorant, per tot el circuit de canonades i equips de la planta. D'aquesta manera es localitzen possibles fuites o defectes en les soldadures i es determina també la resistència mecànica dels equips.

Aquestes proves un cop realitzades abans de la posada en marxa, no es tornaran a dur a terme donat que l'aigua no és un compost present en la reacció química. Per tant, s'ha de netejar i assecar tot el circuit per tal de no perjudicar en cap aspecte al procés.

Pel que fa a les proves de pressió, s'introdueix un gas a pressió al sistema i així es comprova que tots els elements poden suportar la màxima pressió d'operació sense fallades ni ruptures. Paral·lelament, aquesta prova a pressió també permet comprovar l'estanquitat dels equips, vàlvules i accessoris, és a dir, si la pressió es manté, significa que el sistema és estanc.

8.2.4.2 *Preparació de bombes i compressors*

Per una correcta posada en marxa de les bombes, com que la majoria són de tipus centrífuga, cal emplenar-les completament de líquid i evitar en tot moment la presència d'aire a dins. Totes les bombes també disposen d'elements de seguretat a la sortida del líquid que proporcionen senyals i informació per prevenir que aquestes cavitin.

En el cas dels compressors, s'han de netejar amb un sistema de purga, de manera que s'obre una vàlvula de purga i s'obre el regulador de gas de sortida. Després de ser netejat, es connecta aire i s'espera a carregar per complet el dipòsit d'aire verificant que s'arriba a la pressió màxima.

8.2.5 Seguretat

Abans d'una posada en marxa, no només cal considerar els elements com equips i sistemes de les instal·lacions, sinó que també cal revisar elements de seguretat com per exemple, que tots els treballadors disposin de tots els EPIs i que tots disposin de documentació referent a formacions, revisions mèdiques i cursos de preparació específics. Cal també tenir preparats els certificats d'equips a pressió, vàlvules de seguretat, discs de ruptura, etc., i comprovar el correcte funcionament de sistemes d'alarma, dutxes d'emergència, entre altres.

8.3 Posada en marxa des de zero

La posada en marxa des de zero és aquella on es realitza per primera vegada després de la construcció de la planta. El protocol a seguir, però, és igualment aplicable a altres posades en marxa seguides d'una parada planificada. Només existeixen algunes diferències com, per exemple, que els tancs estiguin a mig buidar en una parada planificada o que alguns equips continuïn activats. Una parada planificada pot no comportar una parada total de la planta.

A continuació, s'explica el procediment a seguir en la posada en marxa dels equips principals i àrees que conformen la planta EBYL. La **Taula 8.1.** especifica la seqüència en la qual s'han duu a terme aquestes accions. Hi ha equips i àrees que tenen més prioritat davant d'altres. Alguns equips, en canvi, es poden tractar de manera simultània, com els reactors o les columnes.

Taula 8.1. Seqüència de seguiment de la posada en marxa de la planta química EBYL

| Seqüència | Descripció | Àrea | Tipus |
|-----------|-----------------------|------|----------------|
| 1 | Electricitat | 600 | Serveis |
| 2 | Aire comprimit | 600 | Serveis |
| 3 | Aigua de xarxa | 600 | Serveis |
| 4 | Nitrogen | 600 | Serveis |
| 5 | Gas natural | 600 | Serveis |
| 6 | Aigua descalcificada | 600 | Serveis |
| 7 | Caldera de vapor | 600 | Serveis |
| 8 | Torre de refrigeració | 600 | Serveis |
| 9 | Chiller | 600 | Serveis |
| 10 | Tancs benzè | 100 | Emmagatzematge |
| 11 | Purges | 800 | Medi ambient |
| 12 | Cremador | 200 | Producció |
| 13 | Reactors | 200 | Producció |
| 14 | Separadors flash | 300 | Producció |
| 15 | Columnes | 400 | Producció |
| 16 | Tancs etilbenzè | 500 | Emmagatzematge |

8.3.1 Posada en marxa dels serveis

La posada en marxa dels serveis ha de ser prèvia a la producció, ja que sense ells no poden operar els diversos elements que componen el procés. No obstant això, s'ha de tenir en compte que no es poden posar tots els serveis en marxa a la vegada, sinó que s'ha de seguir un ordre que és l'indicat a la **Taula 8.1** de l'apartat anterior.

A l'apartat **8.2.3 Serveis**, s'ha explicat de forma general les consideracions que s'ha de tenir prèvies a la posada en marxa pel que respecta a l'àrea de serveis. En aquest apartat, però, s'indicaran totes les accions que s'han de dur a terme per a la posada en marxa de tots els serveis en l'ordre indicat. Aleshores, la **Taula 8.2** mostra els passos a complir:

Taula 8.2. Procediment de posada en marxa dels serveis de la planta química EBYL

| Seqüència | Servei | Procediment de posada en marxa |
|-----------|----------------------|--|
| 1 | Electricitat | <ol style="list-style-type: none"> 1. Posar en marxa el sistema de subministrament elèctric de la planta 2. Encendre els quadres elèctrics 3. Comprovar que tota la planta queda abastida de suficient energia elèctrica per treballar |
| 2 | Aire comprimit | <ol style="list-style-type: none"> 1. Posar en marxa els compressors d'aire comprimit situats a la sala de compressors 2. Mirar la pressió a diferents punts del sistema i comprovar que és la necessària arreu |
| 3 | Aigua de xarxa | <ol style="list-style-type: none"> 1. Obrir l'entrada d'aigua de xarxa a la planta 2. Comprovar que circular per tot el sistema sense problemes 3. Comprovar la sortida d'aigua de xarxa en aixetes, dutxes, lavabos, etc. |
| 4 | Nitrogen | <ol style="list-style-type: none"> 1. Obrir les vàlvules dels tancs de nitrogen de l'àrea de serveis 2. Inertitzar tots els equips que ho requereixin, sobretot els tancs d'emmagatzematge situats al parc de tancs 3. Comprovar que el fluid circula sense problemes i no hi ha fuites |
| 5 | Gas natural | <ol style="list-style-type: none"> 1. Obrir l'entrada de gas natural a la planta 2. Subministrar gas a la caldera de vapor |
| 6 | Aigua descalcificada | <ol style="list-style-type: none"> 1. Omplir el sistema, tancs pulmó i canonades 2. Posar en marxa el sistema de circuit tancat fins a assolir una aigua descalcificada amb les composicions d'interès pel procés |
| 7 | Caldera de vapor | <ol style="list-style-type: none"> 1. Omplir el sistema de canonades d'aigua descalcificada i fer entrar gas natural 2. Arrencar la caldera en circuit tancat fins assolir la temperatura i pressió de treball |

| Seqüència | Servei | Procediment de posada en marxa |
|-----------|------------------------|--|
| 8 | Torres de refrigeració | <ol style="list-style-type: none"> 1. Comprovar que l'equip es troba completament net 2. Subministrar aigua descalcificada i electricitat a l'equip 3. Fer funcionar la bomba i el ventilador i comprovar que el funcionament és el correcte 4. Arrencar la torre en circuit tancat juntament amb el chiller fins arribar a les condicions de temperatura i pressió d'interès pel procés 5. Fer el mateix procediment per totes les torres instal·lades |
| 9 | Chillers | <ol style="list-style-type: none"> 1. Comprovar que l'equip es troba completament net 2. Subministrar aigua descalcificada i electricitat a l'equip 3. Fer funcionar la bomba i el ventilador i comprovar que el funcionament és el correcte 4. Arrencar el chiller en circuit tancat juntament amb la torre fins a arribar a les condicions de temperatura i pressió d'interès pel procés 5. Fer el mateix procediment per tots els chillers instal·lats |

8.3.2 Posada en marxa dels tancs d'emmagatzematge

La posada en marxa d'aquests equips varia segons el tipus de condicions a la que treballen. En el cas d'EBYL, tots els tancs d'emmagatzematge són atmosfèrics i, per tant, la pressió de treball es trobarà al voltant d'1 atmosfera.

Aleshores, la primera posada en marxa dels tancs d'emmagatzematge de matèria primera (A-100) la realitzarà l'empresa proveïdora d'aquests, ja que és preferible que la primera vegada s'encarregui de dur-ho a terme un equip que conegui el procés a la perfecció.

El procediment a efectuar hauria de ser similar al següent:

- 1) Realitzar proves hidràuliques i veure si l'equip pateix fuites a cap lloc.
- 2) Activar controls de pressió, temperatura, nivell i cabal.
- 3) Realitzar proves de pressió: pressuritzar el sistema amb aire comprimit i observar que el sistema de venteig i tots els elements de seguretat operen sense problemes.
- 4) Despressuritzar el sistema de manera controlada.
- 5) Iniciar la inertització del sistema amb nitrogen fins a assolir la pressió desitjada.
- 6) Un cop pressuritzat el sistema amb nitrogen comença l'ompliment dels tancs.
- 7) Connectar el dipòsit del camió amb el conducte d'entrada a la bomba.
- 8) Iniciar amb totes les vàlvules tancades.
- 9) Obrir la vàlvula d'entrada al corrent que prové del proveïdor.
- 10) S'activa la bomba d'ompliment dels tancs.
- 11) L'operació acaba quan el nivell dels tancs correspongui amb l'indicat al full d'especificacions. La vàlvula d'entrada s'autoregula mitjançant l'automatització dels controls.
- 12) Repetir el procediment per a cada tanc i sempre que hi hagi una parada.

En el cas dels tancs d'emmagatzematge de producte acabat (A-500), el procediment a seguir serà el mateix només amb algunes diferències.

- 1) Realitzar proves hidràuliques i veure si l'equip pateix fuites a cap lloc.
- 2) Activar controls de pressió, temperatura, nivell i cabal.
- 3) Realitzar proves de pressió: pressuritzar el sistema amb nitrogen i observar que el sistema de venteig i tots els elements de seguretat operen sense problemes.
- 4) Despressuritzar el sistema de manera controlada.
- 5) Realitzar operacions d'inertització dels tancs de l'àrea 500.
- 6) Posar operatiu l'ompliment dels tancs quan s'hagi realitzat la posada en marxa de les àrees de producció.
- 7) Repetir el procediment per a cada tanc i sempre que hi hagi una parada.

Cal mencionar també que el tanc d'emmagatzematge de nitrogen gas provinent d'una empresa externa, tindrà el mateix procediment, però la seva posada en marxa serà paral·lela a la dels serveis i tractament de gasos.

8.3.3 [Posada en marxa del tractament de gasos](#)

Un cop s'ha posat en marxa els equips del sistema i serveis, s'ha de procedir a posar en marxa l'àrea de tractament de gasos (A-800). És molt important posar en marxa primer aquesta àrea perquè des del primer moment es poden donar venteigs que han de ser tractats.

El procediment a efectuar hauria de ser el següent:

- 1) Activar els controls de pressió i temperatura de l'oxidador.
- 2) Obrir les vàlvules d'entrada i sortida del compressor que s'activa amb els seus corresponents sistemes de control.
- 3) Es posa en marxa el compressor per comprovar que arriba aire suficient a l'oxidador.
- 4) Es posa en marxa el ventilador que proporciona aire del compressor.
- 5) Es comprova l'entrada de fuel gas per a realitzar la combustió. Aquest combustible haurà de provenir d'una empresa externa en el moment de la posada en marxa. Un cop la planta es trobi treballant en continua, el combustible s'obtindrà del mateix procés de producció.
- 6) En el moment que es posi en marxa l'àrea 800 es deixarà entrar gasos de venteig obrint la vàlvula d'entrada a l'oxidador.

8.3.4 [Posada en marxa dels reactors catalítics \(Àrea 200\)](#)

Després de posar en marxa l'àrea de tractament de gasos, es posen en marxa els quatre reactors catalítics que operen en el procés, R-201, R-202, R-203 i R-204. La posada en marxa de l'escalfador comporta pràcticament el mateix procediment que l'oxidador tèrmic regeneratiu i immediatament el següent equip que entra en joc són els reactors. Per tant, el procediment a realitzar hauria de ser el següent:

- 1) En cas d'haver de regenerar el catalitzador, es comença buidant aquest catalitzador dels tubs dels reactors i s'omplen amb catalitzador nou.
- 2) Activar els controls de pressió, temperatura i cabal dels reactors.

- 3) Obrir les connexions dels bescanviadors de calor amb els reactors i comprovar que flueix aigua de refrigeració per la carcassa del reactor.
- 4) S'activen els controls de temperatura dels bescanviadors.
- 5) Es comprova que les vàlvules de seguretat s'obren correctament.
- 6) S'espera que els reactors s'omplin.
- 7) Realitzar paral·lelament la posada en marxa de l'àrea 300.
- 8) Realitzar paral·lelament la posada en marxa de l'àrea 400.
- 9) S'activen tots els controls de la zona, es tanquen les vàlvules que permeten el pas dels reactius provinents dels tancs d'emmagatzematge. Així s'aconsegueix crear un circuit tancat.
- 10) Repetir el mateix procediment per a tots els reactors.
- 11) Amb el circuit tancat s'opera fins a assolir l'estat estacionari i un cop arribats, s'obren les vàlvules de sortida del sistema i s'obren les vàlvules d'entrada als reactius.

8.3.5 Posada en marxa de les columnes flash (Àrea 300)

Un cop s'ha posat en marxa l'àrea de tractament de gasos, s'ha de posar en marxa de forma paral·lela als reactors, les columnes de destil·lació flash i les columnes de rectificació de l'àrea 300 i 400, respectivament. Les columnes flash són necessàries per obtenir tant quantitats de benzè que es recirculen a l'àrea de reacció, com metà i età en estat gasós que es reaprofiten com a combustible en altres parts de la planta.

El procediment a seguir per a la posada en marxa de les columnes flash, CF-301 i CF-302, és el següent:

- 1) S'obre el bypass del control de temperatura del bescanviador E-301 i E-302 introduint el corrent d'aigua provinent de torre de refrigeració.
- 2) S'activen els controls de temperatura del bescanviador i el control de nivell dels tancs.
- 3) Obrir la vàlvula d'entrada i sortida d'ambdues columnes flash i, comprovar que tant gas com líquid circulen correctament.
- 4) Comprovar l'existència de possibles fuites en el sistema i comprovar el funcionament de la reixeta a la part posterior de les columnes, per evitar la formació de gotes en el corrent de sortida de gasos.
- 5) Obrir el control de temperatura del bescanviador E-303 i comprovar que el fluid refrigerant, aigua de chiller, circula sense problemes.
- 6) Comprovar el funcionament i obertura de totes les vàlvules.

8.3.6 Posada en marxa de les columnes de rectificació (Àrea 400)

A continuació, l'últim pas és posar en marxa les columnes de rectificació que es troben a la darrera àrea de producció. Aquestes columnes, C-401 i C-402, són les que permeten obtenir el producte final d'etilbenzè. Porten associades ambdues, un condensador i reboiler, un tanc pulmó per al condensat i una bomba que impulsa el destil·lat per caps. El procediment, per tant, a seguir hauria de ser el següent:

- 1) Activar els controls de cabal, pressió, temperatura i de nivell de la columna, juntament amb el tanc de condensats i reboilers. A la vegada, programar els set points d'interès de cada llaç de control i esperar fins que s'arribi a aquest valor.

- 2) Obrir la vàlvula d'entrada a la columna i sortida de gasos excepte la vàlvula prèvia a la bomba en el corrent de líquid.
- 3) En conjunt amb la posada en marxa dels reactors i columnes flash, es crea un circuit tancat el qual farà assolir a tots els equips implicats un estat estacionari.
- 4) Un cop assolit l'estat estacionari de la columna, s'activa el control automàtic de reflux d'ambdues columnes.
- 5) Quan les dues columnes C-401 i C-402 arriben a l'estat estacionari, s'obren les vàlvules anteriors i posteriors de la bomba que proporciona el producte de cada columna. A la vegada, s'obriran totes aquelles vàlvules que formaven el circuit tancat, permeten l'operació normal del procés.

8.4 Parada de la planta planificada

La planta EBYL ha estat dissenyada per treballar 350 dies a l'any i proporcionar una producció de 350.000 tones anuals d'etilbenzè, sempre que no es doni cap accident i s'hagi de procedir a una parada d'emergència. La parada planificada es donarà 15 dies durant el mes d'agost.

Una parada de la planta és igual d'important que una posada en marxa. D'igual manera, s'ha de seguir un protocol per evitar malbaratar equips i altres aparells de la planta. Les parades anuals són força considerables donada la necessitat de fer reposar, per exemple, motors d'equips elèctrics o regenerar el catalitzador dels reactors quan aquests perdin la seva activitat o, sobretot, per fer una neteja de la planta en general i de tots els equips provocant l'eliminació de qualsevol contaminant que pugui afectar el procés.

Per realitzar aquesta parada s'ha de tenir en compte que no es pot fer instantàniament, sinó que s'ha d'anar disminuint el cabal de reactius i així anar disminuint la formació de producte fins que ja no es formi més producte. No obstant això, la planta EBYL no està preparada per treballar a cabals molt petits, és per això que es procedirà a disminuir el cabal d'entrada un terç, per tal d'intentar només treballar amb dos reactors. Després s'haurà de reduir el cabal dos terços i treballar amb un reactor. A les columnes de rectificació s'haurà d'incrementar la relació de reflux a causa de la disminució de cabal. Arribarà un punt on el cabal hagi disminuït prou per no poder continuar l'operació a planta de cap manera, en aquest moment es detindrà el procés.

Arribat al moment on ja no es produeixi més etilbenzè, cal mencionar que l'àrea 800 de tractament de gasos haurà de continuar operativa en tot moment, ja que durant la despressurització del procés es poden desprendre gasos que han de ser tractats. També en aquest punt s'ha de purgar el líquid que hagi pogut quedar a l'interior dels equips.

Un cop assegurat que tot el circuit es troba buit, es fa passar nitrogen gas emmagatzemat a l'àrea de serveis per inertitzar tot el procés i, en acabar ja es poden obrir equips i canonades per realitzar el manteniment pertinent. Aquest manteniment ha d'haver estat prèviament a la parada detalladament planificada, de manera que es facin les reparacions en el temps establert i no hi hagi retards en el procés de posada en marxa. A més a més, cal tenir en compte el temps que trigui a fer-se la parada total, el temps que necessiten les reparacions i les tasques de manteniment i, el temps que es necessitarà per tornar a arrencar el procés i arribar a l'estat estacionari.

8.5 Parada d'emergència de la planta

El cas ideal seria poder detenir la planta sempre amb una parada planificada, tal com s'explica a l'apartat **8.4 Parada de la planta planificada**. Tanmateix, no sempre és possible i hi ha situacions que requereixen una parada d'emergència. Existeixen diverses raons perquè la planta hagi de parar de cop i sense temps a reaccionar, normalment és per una fallada d'algun equip o servei envers algun canvi en el clima, un incendi, el senyal d'una alarma o altres fenòmens.

Una parada automàtica d'emergència se sol accionar pels sistemes de control instal·lats, que han detectat alguna anomalia en algun valor d'alguna consigna, sigui de temperatura, nivell o pressió, i no s'ha corregit. De totes maneres, sigui quina sigui l'anomalia detectada per a la parada del procés, s'haurà de detectar i solucionar en el menor temps possible, sempre que no presenti un perill per als operaris. Els protocols a seguir en cada cas seran diferents depenent de la situació.

Una de les àrees que hauria de continuar activa sempre que no hi hagi cap problema a la zona, és la de tractament de gasos, per tractar possibles alliberaments gasosos durant la parada d'emergència. Altrament, també es disposarà d'un generador elèctric que subministri electricitat en cas de veure's perjudicat el sistema elèctric i caldrà mantenir activa també l'aigua de xarxa per alguns sistemes que la necessitin indispensablement, per exemple, el sistema contra incendis.

Un cop solucionat el problema que hagi causat la parada, i sempre que sigui possible i segur, es procedirà a una posada en marxa de nou. El departament d'enginyeria serà el responsable de planificar una posada en marxa de la forma més segura, fiable i eficient possible.