

Treball Final de Grau

Juny 2023

Planta de producció d'etilbenzè

ChemEBenz



Creating Endless
Breakthroughs

Grau en Enginyeria Química

Tutor del projecte: Rafael Bosch Palacios

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

Escola d'Enginyeria

Departament d'enginyeria química, biològica i ambiental

Lorente Puente, Aroa

Carreira Lopez, Pau

Aladid Pastor, Sergi

Durán Videra, Sergi

Sanchez Arco, Sergio

El Ballaoui El Bakkali, Dalil

Treball Final de Grau

Juny 2023

Planta de producció d'etilbenzè

ChemEBenz



Creating Endless
Breakthroughs

Capítol IX: Operació en Planta

Grau en Enginyeria Química

Tutor del projecte: Rafael Bosch Palacios

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

Escola d'Enginyeria

Departament d'enginyeria química, biològica i ambiental

Lorente Puente, Aroa

Carreira Lopez, Pau

Aladid Pastor, Sergi

Durán Videra, Sergi

Sanchez Arco, Sergio

El Ballaoui El Bakkali, Dalil



TAULA DE CONTINGUTS

9. Operació en planta	4
9.1. Introducció	4
9.2. Operació per àrees	5
9.2.1 Àrea Z-100. Emmagatzematge de matèries primeres	5
9.2.2 Àrea Z-200. Producció de la reacció	6
9.2.3 Àrea Z-300. Operacions de separació	9
9.2.4 Àrea Z-400. Emmagatzematge de producte acabat	12
9.2.5 Àrea Z-500. Àrea de tractaments	13
9.2.6 Àrea Z-600. Serveis de planta	14
9.2.7 Àrea Z-700. Oficines, vestuari i menjador	15
9.2.8 Àrea Z-800. Laboratoris i taller	15



9. Operació en planta

9.1. Introducció

L'operació en planta comença quan el procés ja s'ha estabilitzat i treballa en continu. Tot el procés es troba automatitzat i controlat per la instrumentació. Aquests dispositius s'encarreguen de mantenir el procés estable i en continu. Tot i així, hi ha determinades accions que no són en continu i requereixen la presència d'operaris i altres treballadors altament qualificats. Un exemple podria ser monitoritzar els paràmetres de control amb l'objectiu d'assegurar el correcte funcionament de la planta. Aquest personal ha d'estar preparat per intervenir de manera ràpida i eficient davant de qualsevol anomalia que s'hagi trobat i solucionar-la.

Les principals tasques que el personal de l'empresa ha de dur a terme durant l'operació de planta son les següents:

- Monitorització del sistema de control del procés.
- Resoldre anomalies que el sistema de control no preveu i no pot solucionar.
- Realitzar el manteniment dels equips i instrumentació per tal de garantir el correcte funcionament dels equips.
- Realitzar anàlisis dels reactius. Control de qualitat de les matèries primeres per tal d'assegurar que quan entrin a procés el comportament sigui l'esperat.
- Realitzar anàlisis del producte per certificar que la producció és la correcte. Control de qualitat del producte per tal d'assegurar que compleix el full d'especificacions.
- Resoldre situacions de perill o accidents.
- Càrrega i descàrrega de reactius i productes en discontinu en els tancs d'emmagatzematge.

Un seguiment periòdic de la planta assegura el seu correcte funcionament i ajuda a anticipar-se en cas de que pugui sorgir qualsevol tipus de complicació i poder-ho solucionar abans de que s'agreugi.

9.2. Operació per àrees

L'operació de la planta es divideix en diferents àrees, dóna't que en cadascuna d'elles variaran les funcions a realitzar pels diferents operaris. A més, segons l'àrea en la



qual es treballi els treballadors han d'utilitzar la protecció adient per cada cas. Les tasques que es descriuen a continuació, s'han de realitzar mentre el procés estigui funcionant en continu. És indispensable que totes les tasques es realitzin periòdicament per assegurar la seguretat de la planta i un funcionament correcte.

9.2.1 Àrea Z-100. Emmagatzematge de matèries primeres

L'àrea Z-100 és la zona on s'emmagatzemen les matèries primeres de la planta, concretament la mescla de toluè i de benzè. És important tenir en compte que es tracta d'un producte altament inflamable i per tant presenta un risc elevat d'incendi i d'explosió. Per aquesta raó, el personal que ha de treballar a l'àrea ha de portar l'equip de protecció individual adequat per poder estar-hi sense riscos i poder treballar realitzant les accions que li pertocin. En aquesta àrea les tasques a realitzar pels operaris són les següents:

- En el moment de càrrega de reactius als tancs, els operaris han d'estar presents corroborant que es segueixen els protocols de seguretat i es pugui evitar qualsevol error que derivi a una situació de perill, com per exemple un vertit. Resulta important prendre mostres dels reactius per comprovar que la puresa de les matèries primeres sigui la correcte.
- En el moment de descàrrega dels reactius, és necessari que els operaris revisin el funcionament dels sensors, vàlvules, així com, revisar periòdicament els elements i els equips que componen aquesta àrea. Els operaris han de realitzar el manteniment dels equips quan sigui necessari.
- Monitoritzar el nivell de líquid dels tancs d'emmagatzematge per tal de veure quan líquid queda en cada tanc. Cal treure el corrent de fluid quan un tanc s'ha buidat i començar a entrar corrent desde un altre ple.
- És important, la revisió de possibles fuites a canonades, equips o vàlvules.

9.2.2 Àrea Z-200. Producció de la reacció

L'àrea Z-200 és la zona de la planta on ocorren principalment les reaccions d'alquilació i transalquilació. També estan situats diferents bescanviadors per a garantir el rang de temperatures necessari per al procés. Tenim, per tant, 3 reactors d'alquilació, 1 de transalquilació i 6 bescanviadors de calor (2 funcionant amb oli tèrmic, 2 amb aigua de refrigeració i 2 que entrecreuen corrents). La totalitat dels equips d'aquesta secció treballen a altes pressions i temperatures i presenten un important grau de perillositat en cas d'accident. Aquesta zona és fonamental per al correcte funcionament de la planta de *ChemEBenz* i cal garantir el seu funcionament i la seva integritat en tot moment. Per a això es disposa de sistemes de control automàtics que garanteixen el correcte funcionament dels



bescanviadors permetent així una òptima realització de les reaccions. En aquesta àrea les tasques a realitzar pels operaris són les següents:

Operació:

- Caldrà prendre mostres a les entrades i sortides de tots els reactors (RA-201, RA-202, RA-203 i RT-201) per a examinar regularment que la composició és la desitjada i no es desvia dels valors permesos. Així, en cas de detectar-ne mostres atípiques se'n podrà actuar en conseqüència.
- S'haurà de monitorar les bombes i en cas de mal funcionament alternar-la amb el seu duplicat.

Supervisió:

- Cal que els operaris supervisin contínuament el correcte funcionament dels reactors i els seus accessoris com ara les vàlvules, disc de ruptura i els diferents sensors. En cas de detectar-se mal funcionaments s'hauran de prendre les mesures necessàries, que poden ser des de la substitució d'accessoris durant la mateixa operació o la parada parcial o total de la planta (depenent de si s'ha d'aturar un sol reactor d'alquilació, tots o el de transalquilació).
- Supervisar els sistemes de control del reactor assegurant una bona mesura de paràmetres crítics com ara la pressió, la temperatura o la quantitat de cabal que entra.
- Supervisar els controls de temperatura i cabal de tots els bescanviadors de la zona de producció per a assegurar un correcte control de les temperatures del procés.
- Revisar que ni les canonades ni els equips pateixin de fuites i, en cas de detectar-ne una actuar-ne immediatament.
- Supervisar que tots els equips mantinguin en perfectes condicions tots els seus elements de seguretat i de protecció contra atmosferes explosives.

Control:

- El sistema de control funciona de manera totalment autònoma un cop la planta està totalment operativa, però tot i així cal supervisar el funcionament correcte de tots els sistemes.



9.2.3 Àrea Z-300. Operacions de separació

L'àrea Z-300 és la zona de la planta immediatament posterior a la Z-200, on arriben els productes de la reacció amb l'objectiu d'obtenir l'etilbenzè concentrat, les recirculacions necessàries per al procés i el corrent de gas que servirà per bescanviadors de calor i per al motor de cogeneració. De la primera columna de rectificació FC-301 sortirà per caps el gas mencionat, de la columna FC-302 sortirà per caps un corrent que es dividirà entre les dues recirculacions i de la columna FC-303 sortirà per caps l'etilbenzè concentrat i per cues part del que anirà a la recirculació del reactor de transalquilació. En aquesta àrea tenim, per tant, 3 columnes de rectificació amb els seus reboilers i condensadors corresponents, i 2 bescanviadors de calor (1 funciona amb aigua de refrigeració i 1 entrecreuant corrents). Aquesta zona és crítica per a la producció de l'etilbenzè concentrat i cal garantir el seu funcionament i la seva integritat en tot moment. Per a això es disposa de sistemes de control automàtics que garanteixen el correcte funcionament de les columnes permetent així una òptima realització de les separacions. En aquesta àrea les tasques a realitzar pels operaris són les següents:

Operació:

- Caldrà prendre mostres a les entrades i sortides de les columnes de rectificació (FC-301, FC-302 i FC-301) per a examinar regularment que la composició és la desitjada i no es desvia dels valors permesos. Així, en cas de detectar-ne mostres atípiques se'n podrà actuar en conseqüència.
- S'haurà de monitorar les bombes i en cas de mal funcionament alternar-la amb el seu duplicat.

Supervisió:

- Cal que els operaris supervisin contínuament el correcte funcionament de les columnes de rectificació, els reboilers, els condensadors i els seus accessoris com ara les vàlvules i els diferents sensors. En cas de detectar-se mal funcionaments s'hauran de prendre les mesures necessàries, que poden ser des de la substitució d'accessoris durant la mateixa operació o la parada parcial o total de la planta (en cas d'haver d'aturar alguna de les columnes).
- Supervisar els sistemes de control de les columnes assegurant una bona mesura de paràmetres crítics com ara la pressió, la temperatura o la quantitat de cabal que entra.
- Supervisar els controls de temperatura i cabal de tots els bescanviadors de la zona per a assegurar un correcte control de les temperatures del procés i per tant una obtenció de producte desitjada.



- Revisar que ni les canonades ni els equips pateixin de fuites i, en cas de detectar-ne una actuar-ne immediatament.
- Supervisar que tots els equips mantinguin en perfectes condicions tots els seus elements de seguretat i de protecció contra atmosferes explosives.
- Comprovar que les columnes no hi hagi 'weeping' a les columnes, en cas d'haver-hi revisar les condicions d'operació.

Control:

- El sistema de control funciona de manera totalment autònoma un cop la planta està totalment operativa, però tot i així cal supervisar el funcionament correcte de tots els sistemes.

9.2.4 Àrea Z-400. Emmagatzematge de producte acabat

L'àrea Z-400 és la zona on s'emmagatzema el producte acabat, concretament l'etilbenzè. És important tenir em compte que es un producte altament inflamable i per tant presenta un risc elevat d'explosió. Per aquesta raó, el personal que ha de treballar a l'àrea ha de portar l'equip de protecció individual adequat per poder estar-hi sense riscos i poder treballar realitzant les accions que li pertoquin. A més cal extremar precaucions i evitar que en cap cas l'etilbenzè rebi llum ja que en cas de fer-ho polimeritzarà. En aquesta àrea les tasques a realitzar són les següents:

- En el moment de càrrega del producte, és necessari que els operaris revisin el funcionament dels sensors, vàlvules, així com, revisar periòdicament els elements i els equips que componen aquesta àrea. Resulta important prendre mostres del producte per comprovar que la puresa sigui la correcte. Els operaris han de realitzar el manteniment dels equips quan sigui necessari.
- En el moment de descàrrega de producte, els operaris han d'estar presents corroborant que es segueixen els protocols de seguretat i es pugui evitar qualsevol error que derivi a una situació de perill.
- Monitoritzar el nivell de líquid del tancs d'emmagatzematge de producte acabat per tal de veure quan líquid queda en cada tanc. Quan un tanc de producte estigui ple s'ha de dirigir el corrent de producte cap a un tanc buit.
- És important, la revisió de possibles fuites a canonades, equips o vàlvules.
- Revisar que en cap cas hi hagi accés de llum ni a les canonades ni als tancs d'etilbenzè.



9.2.5 Àrea Z-500. Àrea de tractaments

A l'àrea de tractaments es l'encarregada de cremar el corrent de gas que surt per caps de la columna FC-301 amb un motor de cogeneració per a aconseguir electricitat i energia tèrmica i també es disposa d'una torxa. Es una zona clau per a l'economia de la planta ja que permet un estalvi en els requeriments energètics i tèrmics. Aquesta zona està equipada amb sistemes de control autònoms que garanteixen la seva seguretat i correcta operació. En aquesta àrea les tasques a realitzar pels operaris són les següents:

Operació:

- Com a tal aquesta zona no requerirà cap mena d'operació manual a priori. Només s'haurà d'operat manualment en cas d'incidència o durant les parades i posades en marxa.
- L'objectiu principal dels gasos de sortida es aprofitar-los generant energia tèrmica i elèctrica, per les grans avantatges que dona tenir-lo operatiu en la planta.
- La torxa s'utilitza només com a sistema de seguretat, per a la crema ràpida dels gasos de sortida i no crear emissions perilloses per a la salut humana i per al medi ambient a curt termini. Quan el motor de cogeneració estigui sota manteniment o no es trobi disponible.

Supervisió:

- La zona de tractaments requereix supervisió contínua per a garantir un funcionament segur i eficient. Això implica la presència d'operadors capacitats que monitorin els equips i els paràmetres clau del procés.
- Cal que els operaris supervisin contínuament el correcte funcionament del motor de cogeneració i de la torxa, ja que sense aquests equips el rendiment econòmic de la planta empitjoraria i podrien ocórrer problemes greus de seguretat. En cas de detectar-se mal funcionaments s'hauran de prendre les mesures necessàries, que poden ser des de la substitució d'accessoris durant la mateixa operació o amb l'equip apagat.
- Els operadors supervisen el subministrament de gas a la zona de tractaments, que les canonades que transporten el gas no tinguin fuites i en cas de detectar-ne una actuar immediatament. Assegurar-se que es compleixin amb les especificacions necessàries per al funcionament del motor de cogeneració



- Control dels paràmetres importants, com serien la temperatura, la pressió i flux dels diferents punts del sistema, utilitzant sistemes de control i monitoratge per a garantir que els equips operin dins dels rangs segurs i eficients.
- Supervisar que tots els equips mantinguin en perfectes condicions tots els seus elements de seguretat i de protecció.

Control:

- El control de la zona de tractaments s'aconsegueix mitjançant sistemes de control automatitzats. Aquests sistemes permeten ajustar els paràmetres operatius i mantenir l'equilibri entre el motor de cogeneració i la torxa. Els sistemes de control automatitzats supervisen i ajusten automàticament els fluxos de gas, temperatura, pressió i altres paràmetres claus. Es basen en sensors i algorismes de control per a mantenir el funcionament òptim del sistema.

9.2.6 Àrea Z-600. Serveis de planta

L'àrea de serveis de planta també forma part del procés de producció i és l'encarregada d'escalfar, refredar i de subministrar aire comprimit a les vàlvules . En aquesta àrea s'hi troben 2 compressors, 9 torres de refrigeració i 12 calderes d'oli tèrmic. Aquesta zona és crítica per a poder mantenir les temperatures del procés i en cas d'estar inoperativa el procés s'hauria d'aturar i podria provocar greus problemes de seguretat. Per evitar els errors es disposa de sistemes de control automàtics que garanteixen el correcte funcionament de tots els equips un cop la planta està operativa. En aquesta àrea les tasques a realitzar pels operaris són les següents:

Operació:

- De la mateixa forma que la zona Z-500, aquesta zona no requerirà cap mena d'operació manual i només s'haurà d'operar manualment en cas d'incidència o durant les parades i posades en marxa.

Supervisió:

- Cal que els operaris supervisin contínuament el correcte funcionament de les calderes d'oli tèrmic i de les torres de refrigeració, ja que sense aquests equips és impossible operar en planta. En cas de detectar-se mal funcionaments s'hauran de prendre les mesures necessàries, que poden ser des de la substitució d'accessoris durant la mateixa operació o la parada



parcial o total de la planta (en cas que estiguin inoperatives i no puguin satisfer les necessitats de la planta).

- Supervisar els controls de temperatura i cabal de totes les calderes i torres de refrigeració per assegurar-se de que no afectin al desenvolupament normal de la producció.
- Revisar que ni les canonades ni els equips pateixin de fuites i, en cas de detectar-ne una actuar-ne immediatament.
- Supervisar que tots els equips mantinguin en perfectes condicions tots els seus elements de seguretat i de protecció contra atmosferes explosives.

Control:

- El sistema de control funciona de manera totalment autònoma un cop la planta està totalment operativa, però tot i així cal supervisar el funcionament correcte de tots els sistemes.

9.2.7 Àrea Z-700. Oficines, vestuari i menjador

L'àrea Z-700 consta de zones alienes a la producció en sí, per tant no escau ni operar, ni supervisar ni controlar amb els mateixos mètodes abans esmentats. Per tant, aquestes zones es poden generalitzar amb les tasques típiques a supervisar i a mantenir, com ara:

- Correcte funcionament dels sistemes d'alarma i control d'incendis.
- Funcionament de la il·luminació de l'establiment.
- Salubritat dels aliments proporcionats al menjador.
- Higiene de la instal·lació

9.2.8 Àrea Z-800. Laboratoris i taller

L'àrea Z-800 consta dels laboratoris i el taller on es fa el control de qualitat del producte, l'anàlisi de mostres i el desenvolupament d'I+D. És una zona dedicada a controlar que les diferents parts del procés compleixen els límits de qualitat i a trobar mesures per a millorar el procés. S'ha de garantir en tot moment els límits que ha de tenir qualsevol laboratori, estant completament equipat i amb els equips funcionant en tot moment. La supervisió i operació estarà a càrrec del personal que hi treballa. Cal garantir el seu funcionament per a poder les comprovacions escaients de diferents parts del procés de la planta, en cas de no estar operatiu podrien provocar-se desajusts en el procés i no detectar-se.