



**EPS**

Escola Politècnica  
Superior

## **Projecte/Treball Fi de Carrera**

**Estudi:** Enginyeria Tècn. Ind. Electrònica Ind. Pla 2002

**Títol:** Automatització d'un sistema de neteja Cleaning In Place

**Document:** 1.Memòria

**Alumne:** Cristina Massot Font

**Director/Tutor:** Josep Ramírez / Albert Figueras

**Departament:** Enginyeria Elèctrica, Electrònica i Automàtica

**Àrea:** ESA

**Convocatòria (mes/any):** Juny/2013

**ÍNDIX**

1.	INTRODUCCIÓ .....	4
1.1	Antecedents.....	4
1.2	Objectiu .....	4
1.3	Abast .....	4
2.	SISTEMES CIP EN LA INDÚSTRIA.....	6
2.1	Descripció .....	6
2.2	Importància del sistema CIP .....	6
2.3	Neteja .....	6
2.4	Sanitització .....	7
2.5	Àcid Peracètic.....	8
2.6	Pressió, velocitat i temps de contacte .....	9
2.7	Temperatures .....	10
2.8	Consideracions en el disseny .....	10
2.9	Boles difusores .....	10
2.10	Vàlvules de papallona.....	11
3.	DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS PRODUCTIU.....	12
3.1	Mòdul mesclador.....	12
3.1.1	Premix: .....	13
3.1.2	Mixer: .....	13
3.2	Sala blanca .....	15
4.	AUTOMATITZACIÓ .....	17
4.1	Necessitat d'automatitzar .....	17
4.2	Actuadors i pre-actuadors .....	17
4.2.1	Vàlvules pneumàtiques d'accionament electrònic.....	17
4.2.2	Bombes d'impulsió positiva.....	18
4.2.3	Bomba de dosificació per impuls .....	19
4.2.4	Motor Agitador .....	20
4.2.5	Variadors de freqüència.....	22
4.2.6	Pilot Luminós .....	23

4.2.7	Pilot lluminós indicador ingredients.....	24
4.2.8	Polsador Ingredients.....	24
4.2.9	Polsador d'emergència .....	25
4.3	Sensors .....	26
4.3.1	Detectors de nivell .....	26
4.3.2	Comptador de pulsos Dulcoflow .....	27
4.3.3	Cabalímetre Promag50H.....	27
4.3.4	Cabalímetre Flowphant T DTT35.....	28
4.3.5	Sondes de temperatura .....	29
4.3.6	Detector de posició electrovàlvules .....	30
4.4	AUTÒMAT .....	31
4.4.1	Entrades/Sortides del PLC .....	31
4.4.2	CPU Siemens S7-300 .....	33
4.4.3	Mòduls d'entrades i sortides .....	37
4.5	PANEL·L OPERADOR HMI .....	39
4.5.1	Característiques pantalla tàctil escollida .....	39
5.	PROGRAMACIÓ.....	41
5.1	Velocitat de motors .....	43
5.2	Escalat senyals analògiques.....	43
5.3	Descripció dels programes de neteja .....	44
5.3.1	Esbandit .....	45
5.3.2	Sanitització peracètic.....	45
5.3.3	Sanitització per temperatura.....	46
5.4	Grafset de neteja .....	48
5.5	Descripció programa de preparació de xarop.....	49
5.6	Grafset de preparació xarop .....	51
5.7	Emergència.....	53
6.	PANEL·L DE CONTROL.....	54
6.1	Pantalla inicial.....	54
6.2	Neteja CIP .....	55
6.2.1	Opcions CIP .....	59
6.3	Preparació Xarop.....	61
6.3.1	Opcions preparació .....	62

---

7.	RESUM DEL PRESSUPOST .....	64
8.	CONCLUSIONS.....	65
9.	RELACIÓ DE DOCUMENTS .....	66
10.	BIBLIOGRAFIA.....	67
A.	PROGRAMA .....	68

## **1. INTRODUCCIÓ**

### **1.1 Antecedents**

El projecte es realitza per a una empresa embotelladora d'aigua, on la seva activitat principal és recollir l'aigua procedent de la deu i embotellar-la en envasos de vidre.

En aquesta empresa actualment es sanititzen les línies de producció (embotellat) de manera manual. Fet que suposa que un o varis operaris s'han d'encarregar de bombar la solució detergent i accionar els elements necessaris per permetre el pas del fluid per tot el circuit que es vol netejar.

L'empresa es troba en fase de llançament de nous productes (begudes) i per tant en desenvolupament de la línia de producció que s'encarregarà de produir i envasar aquestes begudes, que s'envasaran en vidre, com es feia fins ara amb l'aigua, i també en llauna.

### **1.2 Objectiu**

Aconseguir que els nous processos que cal implementar per tal de fer possible la fabricació de les noves begudes, tinguin un funcionament automatitzat pel que fa a la neteja. També s'automatitza el procés de preparació de xarops, que és la primera fase dins del procés de producció de les begudes.

Dissenyar i programar un sistema Cleaning In Place (CIP) totalment automatitzat per la línia de producció destinada a un nou producte.

Per això, és bàsic conèixer i entendre el fonaments generals teòrics del procés de neteja in situ, per així poder determinar els aspectes més importants a l'hora de dissenyar el sistema que es vol implementar i l'automatització d'aquest.

A l'hora de determinar els aspectes tècnics més importants per la implementació d'un sistema automàtic de neteja in situ, cal tenir en compte el tipus de producte que circularà pel circuit de producció d'aquest per tal de programar el tipus de neteja i producte netejador a aplicar.

### **1.3 Abast**

En aquest projecte el que es pretén és automatitzar tots els passos que fan possible la neteja de la nova línia de producció. Dimensionant el total d'entrades i sortides que seran

necessàries a la vegada que el disseny de l'SCADA de comunicació i control home-màquina. Aquesta aplicació permetrà observar l'estat del procés de neteja a la vegada que regular paràmetres influents a la hora de sanititzar a través d'un panell tàtil.

## **2. SISTEMES CIP EN LA INDÚSTRIA**

### **2.1 Descripció**

Un sistema CIP es pot definir com una tècnica de circulació i recirculació d'aigua, solucions detergents i desinfectants pels equips de producció d'una indústria, sense necessitat de desmuntar-los i amb eficiència

### **2.2 Importància del sistema CIP**

La importància del CIP és sanititzar la línia de producció i fer més eficient el procés de neteja, amb el propòsit d'eliminar els pòsits de compostos orgànics propis del procés que són la base nutricional pel creixement de bacteries i precursors de fenòmens de bio corrosió.

Un aspecte molt important a tenir en compte per a una neteja correcta és que la totalitat de la superfície interior, incloent tots els accessoris, s'inundi i que l'agent de neteja flueixi contínuament. Cal evitar acumulació de líquid en el fons dels equips, perquè el líquid que es queda a l'interior de la línia perd la seva capacitat d'esterilització, desapareixent així l'efecte de rentat.

Els paràmetres que fan possible garantir la neteja són la concentració i tipus d'agents netejadors, la temperatura, el temps i el treball mecànic.

Els programes de rentat dependran del producte que circula per les canonades, del sistema i de les exigències de sanitització.

### **2.3 Neteja**

El procés de neteja té com a objectiu eliminar de la manera més completa i permanent la brutícia de les superfícies a netejar. Per això, durant el transcurs d'aquest procés cal superar considerables forces d'adherència que existeixen entre la superfície que es desitja netejar i el tipus de brutícia incrustada.

Segons la manera de netejar els equips, es diferencien 3 sistemes que es descriuen a continuació:

OPC (Open Plant Cleaning):

La neteja és manual, s'utilitza espuma a alta o mitja-baixa pressió en funció de l'energia necessària per contrarestar la força d'adhesió de la brutícia.

$$\text{Energia} = \text{cabal} \cdot \text{pressió} \quad (\text{Eq.1})$$

CIP (Cleaning In Place):

S'aconsegueix la major eficàcia del sistema de neteja automàtica quan la velocitat de les solucions detergents està entre 1.5 i 1.7 m/s. Amb aquestes velocitats s'aconsegueix el número de Reynolds de l'orde de 10.000 que indica que el flux és turbulent.

COP (Cleaning Out Place):

Consisteix en desmuntar les parts dels dipòsits i de les canonades que ho permeten, per a la seva neteja individual. Poden requerir una neteja d'aquest tipus elements com per exemple aixetes, agitadors o fins i tot vàlvules.

En qualsevol procés de neteja, l'elecció del detergent i del desinfectant és vital per garantir una neteja òptima. Per això, cal tenir en compte tres factors: el tipus de brutícia a eliminar (directament relacionada amb el producte en contacte amb la superfície de neteja); material de l'element (acer, pvc...) i característiques de l'aigua utilitzada.

La naturalesa i l'estat de la brutícia són responsables directes de l'èxit de la neteja, i influeixen en la determinació de la tècnica d'actuació.

Els materials de construcció dels elements a netejar són molt importants, ja que alguns productes químics són molt corrosius.

En la indústria alimentària existeix una normativa específica de materials permesos, en el nostre cas les canonades i equips productius estan fets d'acer inoxidable INOX 316L.

Les característiques de l'aigua de servei es basen en què l'aigua sigui clorada, és a dir, que sigui aigua potable.

## 2.4 Sanitització

La sanitització és el procés per mitjà del qual s'eliminen o disminueixen els microorganismes, utilitzant agents químics o físics.



Un sanititzant, és un compost que redueix però no necessàriament elimina els microorganismes del medi ambient i objectius inanimats. Són generalment utilitzats per a la sanitització de processos i estris que es troben en contacte amb aliments. Els sanititzants són substàncies que redueixen el número de microorganismes a un nivell segur. Ha de tenir propietats germicides o antimicrobianes i s'apliquen als objectius no vius per destruir els microorganismes; és el procés que es coneix com desinfecció o sanitització.

La principal diferència entre un desinfectant i un sanititzant és que, en un determinat ús de la dilució, el desinfectant ha de tenir una major capacitat per matar bacteries patògenes en comparació amb la d'un sanititzant.

Un sanititzant perfecte és el que ofereix una bona esterilització, sense malmetre altres formes de vida, ha de ser barat i no corrosiu. Lamentablement el sanititzant perfecte no existeix. La majoria de desinfectants són també, per la seva pròpia naturalesa, potencialment perjudicials (inclòs tòxic) pels éssers humans o animals, i per tant s'han de manipular amb especial atenció. Se solen utilitzar amb freqüència en hospitals, cuines, indústries alimentàries, etc., per matar organismes infecciosos.

L'elecció de la solució sanititzant que s'utilitzarà depèn de la situació particular. Alguns tenen un ampli espectre, és a dir, que maten gairebé tots els microorganismes, mentre que altres maten a un camp més reduït d'organismes que causen malalties, però es prefereixen per les seves altres propietats, com ara no ésser corrosius ni tòxics, o de baix cost.

## **2.5 Àcid Peracètic**

Aquest àcid és el producte escollit per sanititzar la línia, ja que és el que s'utilitza habitualment a la fàbrica per sanititzar la resta de línies. Per tant, per a la neteja CIP continuarem utilitzant aquest producte.

Es forma per reacció entre el peròxid d'hidrogen i l'àcid acètic. L'ús d'aquest producte està molt estès ja que és compatible amb el medi ambient i la seva efectivitat. A més, un altre avantatge important és la seva eficàcia a temperatures baixes, cosa que no succeeix amb altres sanititzants.

La concentració d'àcid peracètic és de 0.5 a 2% i té la propietat de tenir una acció desinfectant òptima a temperatura ambient (20-25°C).

## 2.6 Pressió, velocitat i temps de contacte

La mida de les canonades de producte està usualment determinada per la pressió de les mateixes. Pel sistema CIP, la mida de la canonada està determinat per la necessitat d'una velocitat de fluid suficientment alta per garantir la desincrustació.

La velocitat que assegura un règim turbulent dins la canonada és de 1.5 a 1.7 m/s. És essencial que el fluid circuli en règim turbulent, ja que provoca l'efecte mecànic que fa possible la desincrustació.

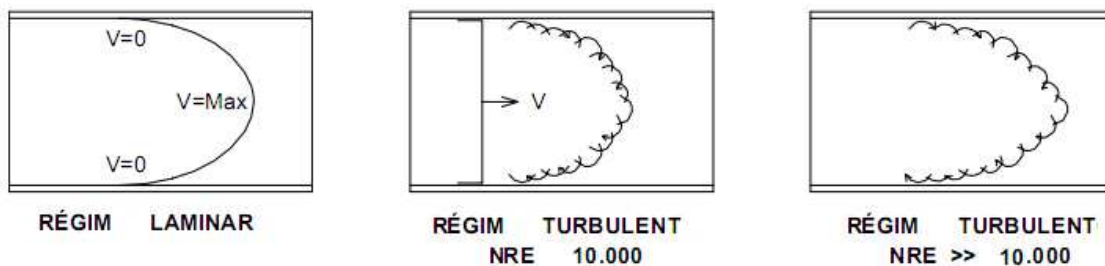


Figura 1. Règims de flux. Reynolds.

A l'hora de dissenyar el sistema de neteja CIP cal tenir en compte els diferents diàmetres de canonada per les quals ha de circular la solució netejadora. Com reflecteix la fórmula següent:

$$Q=v \cdot s \quad (\text{Eq.2})$$

El diàmetre de les canonades ha de ser dimensionat en funció del cabal que hi ha de circular per tal d'aconseguir la velocitat desitjada de 1.5 a 1.7 m/s. És per això que els diàmetres de les canonades no són uniformes en el circuit de producció. Cal fer atenció per garantir aquesta velocitat mínima a les canonades de major diàmetre. Això ho permet un bon càlcul de la bomba de recirculació.

El temps de contacte, o anomenat també temps d'actuació, representa l'estona que cal que s'estigui produint l'efecte mecànic i químic del detergent en una canonada, equip o recipient. La determinació d'aquest està directament relacionada amb el producte processat i l'element que cal netejar.

## 2.7 Temperatures

A diferents temperatures, els productes i substàncies modifiquen les seves propietats. L'aigua mateix, a diferents temperatures té diferents viscositats i diferents densitats. Els canvis en les propietats químiques de les substàncies que conformen la brutícia provoca que, en la majoria dels casos, amb l'augment de temperatura la neteja sigui més fàcil.

La temperatura elevada afavoreix que la desincrustació sigui més fàcil i per tant, la neteja més eficient. En aquest cas, la temperatura d'acció durant el procés de neteja es trobarà entre 70°C i 85°C. És important que superi els 70°C, ja que amb valors inferiors de 40°C i 65 °C s'aconsegueix tot el contrari, faria proliferar les possibles espores bactericides, augmentant així la seva activitat enlloc d'eliminar-les.

## 2.8 Consideracions en el disseny

El pas inicial per dissenyar un sistema CIP, és una avaluació de la línia d'alimentació i les canonades de desaiguar.

Verificar el desnivell de les canonades degut a que això podria ocasionar una mala neteja d'aquestes; el pendent mínim que han de tenir les canonades és d'un 1% per assegurar que s'escorrin adequadament. La mida i pendent de la canonada de retorn és important, sobretot en aquells casos en què és necessari drenar tan ràpid com sigui possible.

Els dipòsits i equips que intervenen en la producció són d'acer inoxidable 316L, amb fons cònic i una pendent mínima de l'1%. Si tenen aixetes o accessoris com l'agitador cal que tot sigui desmuntable, incloent pales i eix, per a la seva inspecció i neteja. A ésser possible els dipòsits disposen d'una porta que permet el pas d'una persona a l'interior.

## 2.9 Boles difusores

Són unes boles d'acer amb forats a la seva superfície, per on surt un flux constant d'aigua amb detergent que impacta contra la superfície interior del dipòsit. Es col·loquen a l'interior dels dipòsits per possibilitar la neteja automàtica d'aquests. La ubicació i el cabal adequats faran que es generi una capa constant de solució detergent a les parets de l'element, possibilitant l'acció química actuant continuadament sobre la brutícia.

Característiques tècniques:

Cal tenir en compte que el radi d'acció del fluid que surt pels foradets de la bola arriba a les parets del dipòsit. La pressió d'entrada a la bola i el disseny d'aquesta fan d'aquest element una eina pràcticament imprescindible per a la neteja de dipòsits.

A continuació veiem una figura de el tipus de bola escollida:

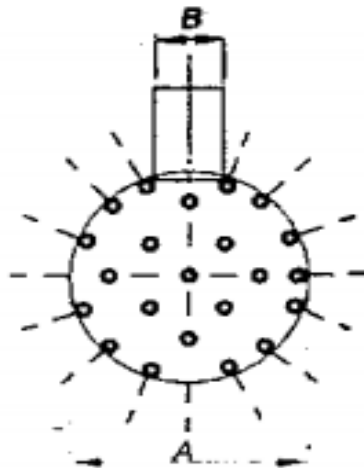


Figura 2. Bola difusora

### 2.10 Vàlvules de papallona

Són el tipus de vàlvula comercial més apta per a processos alimentaris gràcies a la seva construcció física en la qual no hi ha presència de racons ni cantonades on es pugui acumular brutícia i dificultar molt o impossibilitar la neteja de l'element. La seva construcció és simple, una anella que es subjecta a la canonada i al seu interior una circumferència que realitza girs de 90° permetent o no el pas del fluid.



Figura 3. Vàlvula de papallona

### 3. DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS PRODUCTIU

Per tal de planificar una bona neteja és imprescindible conèixer el tipus de producte que es fabricarà i la funció de tots els elements que intervenen en la producció.

El nou producte són begudes del tipus refresc i aigua amb un toc de sabor; que es fan a partir d'una solució lleugerament concentrada que se sol anomenar xarop. Per preparar el xarop cal una unitat mescladora que dissolgui els ingredients (aromes, vitamines, sucralosa...) amb l'aigua amb gas. Una vegada la mescla està homogeneïtzada el següent és donar servei al carbonatador i l'omplidora que envasarà el producte en vidre/llauna. Abans d'entrar a l'omplidora el producte entra al mixer carbonatador on es fa la proporció final, és a dir el refresc, i es carbonata per gasificar la beguda.

Per tant, el mòdul mesclador, l'omplidora i les canonades de connexió, són els elements que estan en contacte amb el producte i per tant que cal netejar i sanititzar.

La part nova d'aquesta línia de producció doncs, la conforma el mòdul mesclador que és el que fa possible la creació de les begudes que es comercialitzaran. És a la planta mescladora on s'aplicarà la neteja segons el concepte descrit, Cleaning In Place. A més, és la part del procés on la neteja cal que sigui més exhaustiva ja que és la que més s'embruta degut als ingredients introduïts per fer els xarops.

#### 3.1 Mòdul mesclador

El mòdul mesclador està format essencialment per dos dipòsits: el premix i el mixer. Mitjançant un sistema de canonades, vàlvules i bombes, es crea el circuit necessari per a la preparació de xarops i la seva posterior neteja automatitzada. A la figura 5 que apareix a la pàgina 16 es mostra l'esquema del muntatge amb tots es elements a automatitzar.

El premix és el dipòsit on es prepara el que s'anomena el concentrat, que és la mescla anterior al xarop, i que conté la totalitat dels ingredients de la recepta però només una part de l'aigua mineral a afegir. Aquest concentrat és traspasat al mixer, gràcies a la bomba d'impulsió B1 i per l'electrovàlvula Y3, a la vegada que s'afegeix la quantitat determinada d'aigua fins a obtenir la mescla desitjada, és a dir, el xarop. La quantitat d'aigua que s'afegirà es comptabilitza a través del cabalímetre FCP que apareix en la figura 5. El xarop és agitat per recirculació i finalment s'envia a la sala de l'omplidora, per a l'envasat del producte, a través de B3 i Y11.

### 3.1.1 Premix:

El premix és el dipòsit de volum inferior, té un agitador (hèlice motoritzada), una boca per on s'introdueixen els ingredients, una canonada d'entrada d'aigua i una altra de sortida a la part inferior.

Pel que fa a la neteja, el dipòsit disposa d'una bola difusora, que permet la neteja interior del dipòsit, connectada a una canonada d'entrada per la qual es subministra aigua de servei a través de Y8, aigua calenta a través de Y9 i la dosi de sanititzant programada gràcies a la bomba dosificadora Bdosif i cabalímetre DF. Una canonada provinent de l'altre dipòsit (el mixer) es connecta a la canonada que entra a la bola difusora, d'aquesta manera es fa un circuit tancat que permetrà realitzar la recirculació durant la neteja Clean In Place (CIP) amb l'activació de B2 i l'obertura de Y7.

Disposa també de detectors de nivell HSL1 que és el nivell màxim i LLS1, nivell mínim. A la figura també apareix la sonda de temperatura ST1 que garanteix la temperatura de l'aigua calenta durant el programa de neteja en calent.

### 3.1.2 Mixer:

El mixer és el dipòsit més voluminós, en aquest cas l'agitació del producte serà a través d'un petit circuit de recirculació (Y5,Y6) impulsat per una bomba de recirculació (B2); d'aquest circuit de recirculació s'enllaça la canonada de recirculació cap al premix pel sistema CIP. A més, disposa d'un nivell visual, que és un tub de PVC que es col·loca a un lateral del dipòsit i permet controlar el nivell fluid al dipòsit a ull. L'entrada del concentrat provinent del premix es fa per la part inferior del dipòsit (Y3). De la sortida del mixer surt la canonada que permetrà la connexió del mòdul a l'etapa del procés on s'envasa el producte. Disposa també d'una bola difusora per a la neteja de la superfície interior del dipòsit.

De la mateixa manera, el premix també té instal·lats detectors de nivell mínim i màxim (LLS2 i HLS2) i una sonda de temperatura (ST2) per tal de confirmar que en arribar l'aigua calenta al mixer manté una temperatura establerta.

La figura que hi ha a continuació és una imatge real del mòdul mesclador sense l'automatització. El muntatge que es mostra és manual, així que cal la intervenció de varis operaris durant la preparació de xarops i neteja.



Figura 4. Imatge del mòdul mesclador

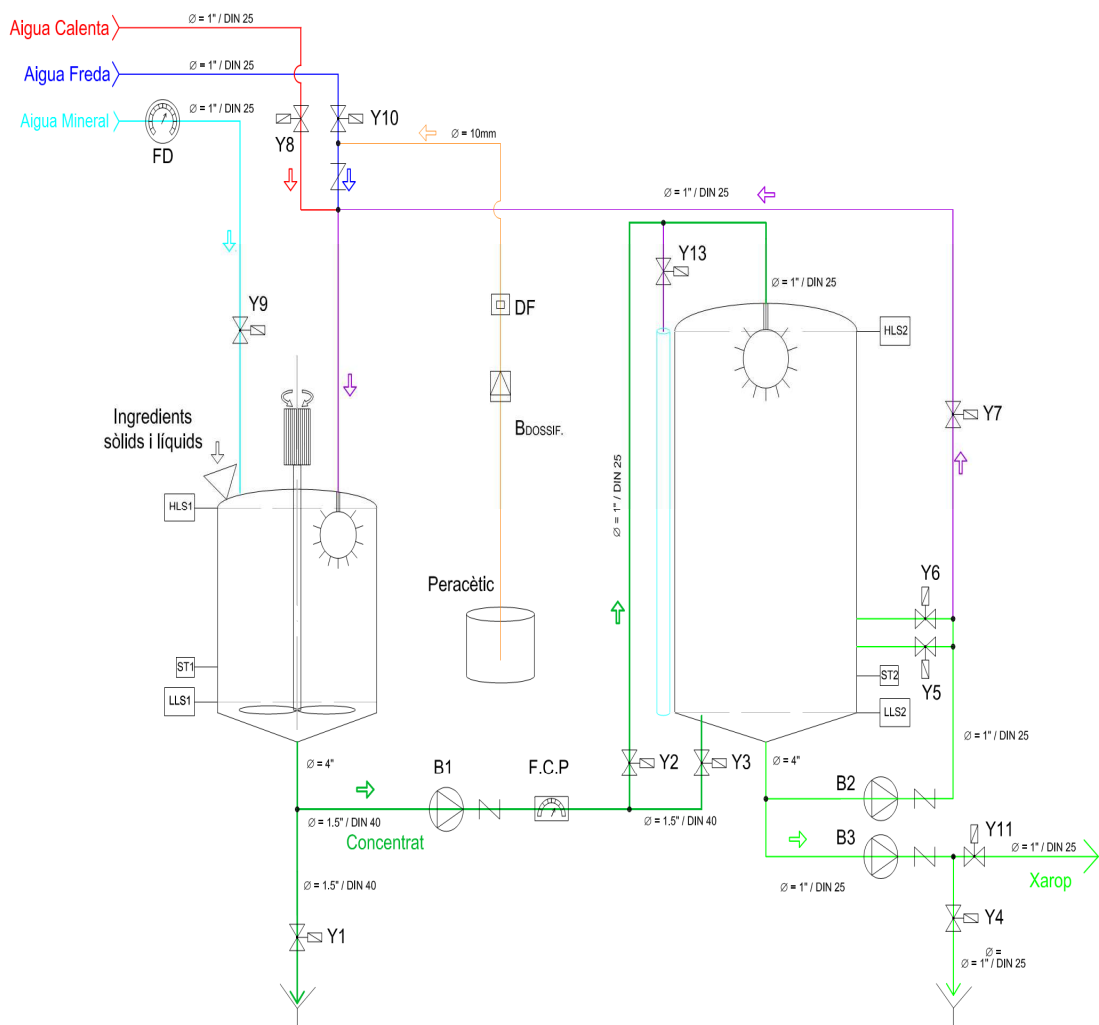


Figura 5. Esquema del mòdul mesclador

### 3.2 Sala blanca

La sala blanca és l'espai on es realitza la carbonatació i envasat del producte. S'anomena així degut als requeriments d'aquesta sala, ja que és el punt més crític pel que fa a contaminacions de producte, degut a que l'envàs resta uns segons destapat, un cop ple, fins que arriba a la tapadora. Cal que compleixi amb unes especificacions de qualitat de l'aire i higiene impecables.

Per això, en el disseny d'aquesta sala és important el tipus de filtres per a l'aire d'entrada, que han d'impedir l'entrada de partícules no desitjades, amb ventilació forçada i renovacions d'aire constants. També el terra ha de ser continu i amb pendent cap als desaigües, impermeable i fàcil de netejar i desinfectar. Les parets cal que siguin fàcilment netejables, recobertes amb materials impermeables, amb superfície llisa, color clar i amb una unió corba entre el terra i el sostre, evitant racons on es podria acumular brutícia. Se sol utilitzar resines epoxy per recobrir tant terra com parets per garantir una superfície contínua.



Figura 6. Interior d'una sala blanca.

Dins d'aquesta sala trobem el carbonatador i l'omplidora.



El carbonatador és l'element de la línia que s'encarrega que el producte final tingui la concentració de gas ideal. S'aconsegueix omplint el carbonatador i saturant el líquid que hi ha al seu interior amb CO<sub>2</sub>.

L'omplidora és l'element de la línia que com el seu nom indica és la que omple els envasos de producte. En aquest cas poden omplir-se tant ampolles de vidre de diferents volums, com llaunes en un futur.

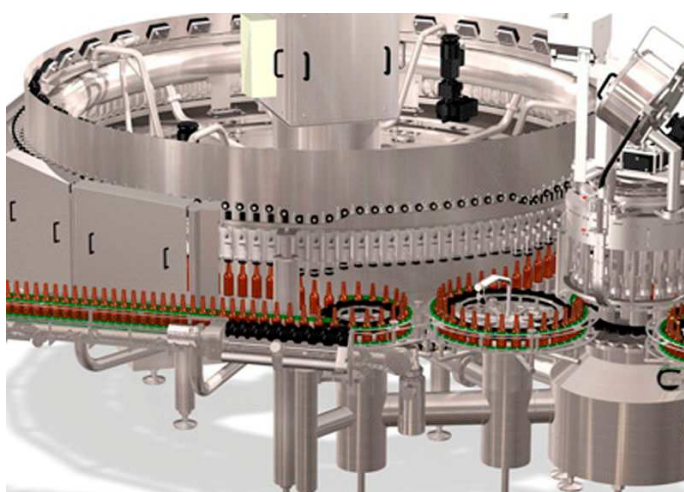


Figura 7. Representació d'una omplidora



Figura 8. Imatge d'un carbonatador

## **4. AUTOMATITZACIÓ**

Els PLC (Programmable Logic Controller) són dispositius electrònics molt utilitzats en automatització industrial.

Avui en dia el PLC no només controlen la lògica de funcionament de màquines, plantes i processos industrials, sinó que també es poden realitzar operacions aritmètiques fins operacions més complexes, com el maneig de taules (receptes) o gestionar senyals analògiques per realitzar estratègies de control.

### **4.1 Necessitat d'automatitzar**

L'automatització de la neteja de la nova línia de producció permetrà a l'empresa programar la sanitització d'aquesta de manera que pràcticament no farà falta la intervenció directa dels operaris. Automatitzant aquesta tasca s'aconseguirà poder aprofitar més el temps, estalviar en solucions detergents i, amb un bon dimensionament, també aigua. És a dir, les sanititzacions seran més eficients.

En aquest projecte s'automatitza la neteja de la part del procés encarregada de preparar i servir els xarops que conformen la recepta de les noves begudes. Així doncs el mòdul mesclador es sanititzarà individualment i de manera totalment automatitzada. Pel que fa a la preparació de xarops és de gran utilitat la seva automatització ja que permet treballar amb una estructura de receptes, amb la tipificació dels paràmetres que intervenen, com el temps d'agitació i comptabilització dels litres afegits, en funció del xarop a preparar.

S'escull Siemens com a proveïdor del PLC ja que a la fàbrica ja utilitzaven aquesta casa comercial. Per tant, ja disposaven de llicència i programari oficial Siemens, que ha calgut renovar i actualitzar, alhora que el personal tècnic ja té un bagatge amb aquests PLCs.

### **4.2 Actuadors i pre-actuadors**

#### **4.2.1 Vàlvules pneumàtiques d'accionament electrònic**

Les vàlvules que s'instal·len en el conjunt de dipòsits i canonades, i que intervenen en el procés de preparació de xarop, són del tipus de papallona, que compleixen la normativa alimentària i molt adequades pel seu muntatge i manteniment.

Totes les vàlvules que intervenen en la producció són de simple efecte i accionament electrònic, la qual cosa fa que només s'obren si estan alimentades. Això ens garanteix que en cas de fallada elèctrica aquestes es quedarien tancades de manera que s'eviten riscos.

Totes les vàlvules, Y1...Y12 són d'aquest tipus. Tan sols difereix el diàmetre de la vàlvula en funció de la canonada a la qual van acoblades.

Característiques	
Tensió	24Vdc
Grau de protecció	IP65

Taula 1. Característiques electrovàlvules nocado



Figura 9. Electrovàlvules nocado

#### 4.2.2 Bombes d'impulsió positiva

Les bombes centrífugues són les que garanteixen la circulació del fluid per tot el procés, compensant les pèrdues de càrrega de la instal·lació degudes a colzes, alçades manomètriques.

En l'esquema de procés aquestes bombes són B1, B2 i B3 que s'accionaran en producció i també durant la neteja. La instal·lació està dissenyada perquè en producció el fluid circuli a una velocitat entre 1 i 1.25 m/s, però a l'hora de netejar és necessària una velocitat de 1.5 a 1.7 m/s. Així doncs, cal instal·lar variadors de freqüència a aquelles bombes que tinguin

doble funció, per tal de complir amb les dues condicions. També disposa de variador el motor de l'agitador, ja que en funció de la preparació pot interessar modificar la velocitat d'agitació.

Les bombes escollides són del model S-211, que tenen les següents característiques elèctriques:

Característiques	
Tensió	220V
Potència	2,2kW
Velocitat nominal	3000 rpm
Cabal d'impulsió	0 a 20m <sup>3</sup> /h

Taula 2. Característiques bombes sanitàries Bominox



Figura 10. Característiques bombes sanitàries Bominox

#### 4.2.3 Bomba de dosificació per impuls

Les bombes dosificadores són l'element que ens permet controlar la dosificació adequada de producte químic al tanc durant la neteja CIP. Existeixen diferents tipus de bombes dosificadores i per a múltiples aplicacions, per exemple per al clor en piscines.

S'escull una bomba dosificadora de membrana el principi de funcionament de la qual consisteix a augmentar/disminuir la capacitat de la cambra de l'interior de la bomba a través de la pressió que apliquen les parets de la membrana. Aquesta s'expandeix i es contrau

provocant diferents pressions, que són les encarregades de fer entrar la dosis exacta a la cambra de la bomba i també qui impulsa el líquid cap a la sortida.

En aquest cas la bomba escollida és la bomba Beta b de ProMinent que és una bomba dosificadora electromagnètica de membrana. En aquest tipus de bombes el sistema de dosificació és a través d'una membrana que s'expandeix i es contrau per acció d'un electroimant. En aquest cas és el recorregut de la membrana és ajustable del 0 al 100% tot i que és recomanable del 30 al 100%. Correspon a Bdosif de l'esquema del mòdul mesclador (figura 5).

<b>Característiques</b>	
Capacitat de dosificació	0,74 a 32 l/h
Tensió	100-230 V
Potència	15,2 W
ml/carrera	1,58
carreres/min max.	180
Cabal	17,1 l/h

Taula 3. Característiques bomba beta Prominent



Figura 11. Bomba beta Prominent

#### 4.2.4 Motor Agitador

Aquest element s'instal·la al premix, i fa possible la mescla homogènia del concentrat abans de ser traspasat al mixer. Per les característiques necessàries a l'hora de crear el flux turbulent que mesclarà idòniament els ingredients amb el líquid. Cal que l'hèlice sigui del tipus marina.

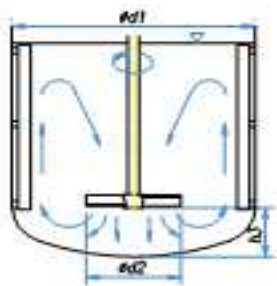


Figura 12. Representació moviment del flux

S'instal·larà l'agitador NBI 1.10-4150-1-dàmetre hèlice del fabricant Inoxpa.

<b>Característiques</b>	
Tensió	230V
Potència	1,5 kW
Velocitat nominal	250 rpm
Eix	1150mm
Hèlice	350mm
Moviment d'agitació reversible	

Taula 4. Característiques agitador Inoxpa



Figura 13. Agitador Inoxpa

#### 4.2.5 Variadors de freqüència

El variador de freqüència és un aparell per al control de la velocitat rotacional d'un motor de corrent alterna per mitjà del control de la freqüència d'alimentació subministrada al motor.

En aquest cas s'han escollit variadors de sèrie VTL 2800 de la casa Danfoss. Per al control de les bombes d'impulsió de producte s'escull el 2822 (VDF1, VDF2 i VDF3) mentre que per al control a través de potenciòmetre del motor de l'agitador el variador de freqüència escollit és el 2815 (VDF4). Com s'explica més endavant en l'apartat de programació, el control de velocitat dels motors es fa a través de l'autòmat que determinarà la freqüència que proporcionaran els variadors de freqüència.

<b>Característiques VTL2822</b>	
Tensió	1X220-240V
Potència	2,2kW
Intensitat	22A

Taula 5. Característiques variador Danfoss VTL2822

<b>Característiques VTL2815</b>	
Tensió	220V
Potència	1,5kW
Intensitat	15,2A

Taula 6. Característiques variador Danfoss VTL2815



Figura 14. Variadors de freqüència Danfoss

#### 4.2.6 Pilot Luminós

Per a poder controlar l'estat en què es troba el procés, es disposa d'uns indicadors lluminosos que ens indicaran si el sistema està en marxa, en espera, en fallada i parada d'emergència.

El dispositiu escollit també disposa de un buzzer de 85 dB que serà l'indicador acústic en cas de fallada o parada d'emergència, de manera que si en aquell moment no hi hagués cap operari a la zona del mesclador, hi podria anar algú a solucionar o advertir de l'anomalia.

Aquest dispositiu és el XVC1B3K de Telemecanique, amb pilots de tres colors: vermell per a la parada/pausa, taronja per a les emergències i finalment el verd per a l'estat de funcionament normal. Rebrà la senyal de 4 bits diferents per part de l'autòmat, corresponents als 3 colors i l'alarma.

Característiques	
Tensió	24Vdc
Grau de protecció	IP54

Taula 7. Característiques pilot indicador lluminós i acústic



Figura 15. Pilot indicador lluminós i acústic



#### 4.2.7 Pilot lluminós indicador ingredients

Quan el procés es troba en estat de preparació de xarop, cal introduir els ingredients a partir d'un moment en concret, aquesta indicació es donarà a través del pilot indicador de color verd següent. Aquesta indicació serveix perquè l'operari encarregat d'introduir els ingredients ho faci en el moment adequat; un cop introduïts els ingredients haurà de prémer la confirmació que els ingredients han d'estar introduïts.

El pilot escollit és el XVDLS33 de Telemecanique de color verd.

Característiques	
Tensió	24Vdc
Grau de protecció	IP54

Taula 8. Característiques pilot indicador lluminós



Figura 16. Pilot lluminós

#### 4.2.8 Polsador Ingredients

Aquest element és el botó que l'operari, o encarregat d'introduir els ingredients dins al premix en començar la mescla, per confirmar al programa que s'han introduït i que per tant la mescla és correcta per al traspàs al mixer (dipòsit més gran).

Característiques	
Tensió	24Vdc
Intensitat	6A
Grau de protecció	IP65
Diàmetre	16mm

Taula 9. Característiques polsador Siemens 3SB2



Figura 17. Polsador Siemens 3SB2

#### 4.2.9 Polsador d'emergència

En tot procés industrial és necessari el polsador d'emergència que aturarà d'immediat el procés. Cal que hi sigui per seguretat de les persones, de la maquinària i del procés. També davant de possibles errors humans greus.

Característiques	
Tensió max	500V
Intensitat	10A
Grau de protecció	IP65
Diàmetre	29mm

Taula 10. Característiques polsador d'emergència telemecanique ZB4BS844



Figura 18. Polsador d'emergència telemecanique ZB4BS844

### 4.3 Sensors

#### 4.3.1 Detectores de nivell

En el mercat existeixen diferents maneres de mesurar el nivell d'un dipòsit, a través de sensor de nivell de cable, canya, capacitius, inductius....

Per aquest projecte s'escullen el detectors de nivell del tipus capacitiu de la marca Endress+Hausser. El model aconsellat pel proveïdor, tenint el compte que ha d'estar amb contacte amb químics per la sanitització i la temperatura que cal que suporti, és el Liquitfanth FTL20.

Aquests sensors comuniquen a l'autòmat si el nivell del fluid interior dels dipòsits es troba per sobre o per sota dels nivell mínims i màxims establerts. (LLS1, HLS1 en el premix i LLS2, HLS2 en el mixer).

Característiques	
Tensió	10 a 35Vdc
Intensitat	<15mA
Senyal tipus	0/1
Duració de l'impuls	0,5 a 1s

Taula 11. Detector de nivell



Figura 19. Detector de nivell

#### 4.3.2 Comptador de pulsos Dulcoflow

Dulcoflow és un cabalímetre que compta el nombre de dosis impulsades per la bomba dosificadora. És el dispositiu que governa la bomba dosificadora en funció de la seva lectura i per tant assegura que s'introdueix la dosis d'àcid peracètic adequada. A través del PLC s'atura la bomba dosificadora en assolir el valor estipulat. Per tant, és l'element DF que s'instal·la just després de Bdosif, com es pot apreciar a la figura 6.

Característiques	
Tensió	5 a 30Vdc
Connexió	PNP
Sortida de freq.	2...10000Hz

Taula 12. Característiques comptador de pulsos dulcoflow



Figura 20. Comptador de pulsos dulcoflow

#### 4.3.3 Cabalímetre Promag50H

Aquest dispositiu ens informa de la quantitat de litres que han circulat, de manera que ens serveix com a comptador totalitzador. A través de la programació ens permet assegurar el compliment de la recepta duran el procés de preparació de xarops i a la vegada permet confirmar el pas de fluid durant el procés de neteja. En l'esquema del mòdul mesclador s'indica com a FCP.

Característiques	
Tensió	3 a 30Vdc
Sortida pulsos	2...1000Hz
Mesura de cabal max.	4700dm <sup>3</sup>

Taula 13. Característiques cabalímetre Promag



Figura 21. Cabalímetre Promag

#### 4.3.4 Cabalímetre Flowphant T DTT35

Aquest instrument detecta el pas de fluid a la vegada que compta el nombre de litres que transcorren a través seu. El principi de funcionament d'aquest detector és a través del refredament de la canya, que s'ha escalfat prèviament i que està en contacte amb el fluid amb circulació. Fa un càlcul del qual en troba el cabal màssic total que fa possible el canvi de temperatura de la canya en un medi i velocitats determinades. A major velocitat o cabal massic del medi, més refredament del sensor de temperatura (llei de King).

El detector de cabal màssic escollit és de la casa Endress+Hausser i ens permetrà la monitorització, visualització i medició de valor de cabal màssic de líquids en el rang de 0.03 a 3 m/s. En el nostre disseny s'instal·la a la canonada d'entrada d'aigua mineral per rebre la confirmació sobre si hi circula o no cabal. La seva posició es pot observar a la de l'esquema del mòdul mesclador, on està indicat com a F.D.

<b>Característiques</b>	
Tensió	18 a 30Vdc
Intensitat	<100mA
Temps de resposta	6 a 12 s
Temps commutació	100ms
Grau protecció	IP65
Connexió a procés	inox 316L

Taula 14. Característiques Flowphant T



Figura 22.Flowphant T

#### 4.3.5 Sondes de temperatura

S'utilitzen per al control, monitorització i visualització de temperatura de procés en aplicacions higièniques. S'instal·len en el premix (ST1) i el mixer (ST2), per tal de comprovar la temperatura al seu interior durant la sanitització per temperatura.

Les sondes de temperatura que s'instal·len en el procés són del tipus pt-100, de 3 fils. S'escull el model Thermophant T TTR35 d'Endress+Hauser, que suporta els químics que intervindran en el procés de neteja. Tolerància del sensor segons normativa, IEC 751 classe A amb un error de mesura inferior al 0.16%. Mesura la temperatura a través de la resistència d'un sensor de platí col·locat a la punta de la sonda que varia de valor en funció de la temperatura.

<b>Característiques</b>	
Tensió	12 a 30Vdc
Intensitat	4...20mA
Rang de temperatura	-50...150°C
Temps commutació	100ms
Grau protecció	IP65
Connexió	PNP

Taula 15. Característiques sonda de temperatura Thermophant



Figura 23. Sonda de temperatura Termophant

#### 4.3.6 Detector de posició electrovàlvules

Algunes de les electrovàlvules del procés estan dotades de sensors de posició per tal de rebre una senyal a l'autòmat quan aquestes estiguin tancades

Aquestes electrovàlvules són: les de desaiguar els dipòsits, la de la canonada de subministrament de xarop i la d'entrada de vichy, (Y1, Y4, Y11 i Y9), i porten un microrruptor de confirmació de posició de vàlvula en repòs. Saber si aquestes vàlvules estan tancades és rellevant, ja que condicionen algunes accions del procés, per exemple abans d'iniciar el programa de neteja cal confirmar que les vàlvules de desaiguar estan tancades, sinó malgastaríem aigua i producte sanititzant.

Característiques	
Tensió	24Vdc
Grau de protecció	IP65
Tipus de senyal	0/1

Taula 16. Característiques microrruptors electrovàlvules nocado



Figura 24. Detall del microrruptor en una electrovàlvula nocado

## 4.4 AUTÒMAT

### 4.4.1 Entrades/Sortides del PLC

ELEMENT	ACTIVADOR	REF	DESCRIPCIÓ	ENTRADA PLC
PREMIX	Fi cursa Electrovàlvula vichy	SY9	Ens indica que la vàlvula s'ha tancat	%I0.2
	Fi cursa Electrovalvula desaiguar	SY1	Ens indica que la vàlvula s'ha tancat	%I0.0
	Sonda de temperatura pt-100	ST1	Mesura de la temperatura premix	A1 0
	Detetor de nivell inferior	LLS1	S'activa quan el fluid arriba al nivell mínim	%I0.4
	Detector de nivell superior	HLS1	S'activa quan el fluid arriba al nivell màxim	%I0.5
MIXER	Sensor Electrovàlvula desaiguar	SY4	Ens indica que la vàlvula s'ha tancat	%I0.1
	Electrovalvula sortida xarop	SY11	Ens indica que la vàlvula s'ha tancat	%I0.3
	Sonda de temperatura pt-100	ST2	Mesura de la temperatura mixer	AI 1
	Detetor de nivell inferior	LLS2	S'activa quan el fluid arriba al nivell mínim	%I0.6
	Detector de nivell superior	HLS2	S'activa quan el fluid arriba al nivell màxim	%I0.7
ALTRES ELEMENTS	Cabalímetre Flowphant T	FCP	Ens indica que la vàlvula s'ha tancat	%I1.0
	Detector de cabal Promag 50	FD	Ens indica que la vàlvula s'ha tancat	%I1.2
	Contador de pulsos DucloFlow	DF	Ens indica que la vàlvula s'ha tancat	%I1.3
	Polsador ingredients	Pingr	Ens indica que la vàlvula s'ha tancat	%I1.1
	Polsador emergència	Pe	Ens indica que la vàlvula s'ha tancat	%I1.7
	PANTALLA			

Taula 17. Entrades PLC



ELEMENT	ACTIVADOR	REF	PRE-ACTIVADOR	DESCRIPCIÓ	SORTIDA PLC
PREMIX	Motor agitador 1,5 kw	Mag	contactor	activar motor	%Q2.6
			Variador de freqüència 2815	marxa/paro i sentit de gir velocitat	%Q2.4 %Q2.5 AO 3
	Bomba d'impulsió concentrat 2,2kw	B1	contactor	activar bomba	%Q1.5
			Variador de freqüència 2822	marxa/paro i velocitat	%Q1.6 AO 0
	Vàlvula aigua calenta	Y8	electrovàlvua pneumàtica	obrir vàlvula	%Q.7
	Vàlvula vichy	Y9	electrovàlvua pneumàtica	obrir vàlvula	%Q1.0
	Vàlvula aigua freda	Y10	electrovàlvua pneumàtica	obrir vàlvula	%Q1.1
	Vàlvula desaiguar	Y1	electrovàlvua pneumàtica	obrir vàlvula	%Q0.0
Vàlvula a MIXER (1)	Y2	electrovàlvua pneumàtica	obrir vàlvula	%Q0.1	
Vàlvula MIXER (2)	Y3	electrovàlvua pneumàtica	obrir vàlvula	%Q0.2	
MIXER	Bomba agitació xarop 2,2kw	B2	contactor	activar bomba	%Q2.1
			variador freq 2822	marxa/paro i velocitat	%Q2.0 AO 1
	Bomba d'impulsió xarop 2,2kw	B3	contactor	activar bomba	%Q2.3
			variador freq 2822	marxa/paro i velocitat	%Q2.2 AO 2
	Vàlvula nivell visual	Y13	electrovàlvua pneumàtica	obrir vàlvula	%Q1.3
	Vàlvula agitació horaria	Y5	electrovàlvua pneumàtica	obrir vàlvula	%Q0.4
	Vàlvula agitació antihoraria	Y6	electrovàlvua pneumàtica	obrir vàlvula	%Q0.5
	Vàlvula retorn cip	Y7	electrovàlvua pneumàtica	obrir vàlvula	%Q0.6
Vàlvula desaiguar	Y4	electrovàlvua pneumàtica	obrir vàlvula	%Q0.3	
Vàlvula sortida xarop	Y11	electrovàlvua pneumàtica	obrir vàlvula	%Q1.2	
ALTRES ELEMENTS	Bomba dossificadora peracetic vario c prominent	Bdossif.	contactor	activar bomba	%Q3.4
	Pilot triple marxa/paro/pausa	Pestat			%Q3.0 %Q3.1 %Q3.2 %Q3.3
	Pilot indicador ingredients	Ping.			%Q2.7

Taula 18. Sortides PLC

De les taules anteriors s'obté un recompte total de:

15 entrades, de les quals 13 són entrades digitals i 2 són entrades analògiques corresponents a la mesura de temperatura de les sondes de temperatura.

31 sortides, de les quals 27 són sortides digitals i 4 són analògiques corresponents a l'ajustament de freqüència pels variadors, és a dir la velocitat d'impulsió de la bomba.

Cal tenir present que el mòdul mesclador a automatitzar correspon a la línia de fabricació de producte de nou llançament, i per tant és previsible que en un futur el projecte s'haurà d'ampliar. Un cop es vegi la resposta dels nous productes, i sobretot si tenen èxit, caldrà ampliar considerablement la instal·lació ja que la planta dissenyada fins al moment quedaria obsoleta pel dimensionament, i farà falta una instal·lació més gran.

S'escull la gamma de Siemens de S7-300 ja que proporciona la versatilitat desitjada, a més de garantir que acceptarà els futurs canvis i proporciona una capacitat i velocitat de processador adequades per al present projecte.

S7-300 ofereix múltiples opcions: disposa de potents mòduls centrals, funcions tecnològiques complementàries, i interfícies industrials a través d'ethernet/profinet. S'utilitza Micro Memory Card (MMC) com a memòria de dades i programa; fa innecessària una pila tampó i estalvia despeses de manteniment. A més, en aquesta targeta de memòria es pot guardar un projecte associat amb símbols i comentaris, simplificant les feines de manteniment. Tanmateix, la MMC permet l'actualització senzilla del programa o del firmware sense programadora. Es pot utilitzar durant el funcionament per guardar i consultar dades, per exemple, arxivar mesures o processar receptes.

Valorant el total d'elements a controlar i els dispositius hardware presents al mercat es fa la selecció més adequada per a les nostres necessitats.

#### 4.4.2 CPU Siemens S7-300

Siemens disposa d'una ampla gamma de material per automatitzar processos industrials, agrupats dins la gamma SIMATIC.

El quadre següent recull les CPUs per a s7-300 que comercialitza la casa Siemens.

Version	CPU	Isochronous mode on PROFIBUS/PROFINET	Integrated interfaces	Integrated I/O	Integrated technological functions
<b>Standard CPUs</b>					
	CPU 312, 314 <sup>1)</sup>		MPI		
	CPU 315-2 DP <sup>1)</sup>	● / -	MPI, DP		
	CPU 315-2 PN/DP <sup>1)</sup>	● / ●	DP/MPI, PROFINET		
	CPU 317-2 DP	● / -	DP/MPI, DP		
	CPU 317-2 PN/DP <sup>1)</sup>	● / ●	DP/MPI, PROFINET		
	CPU 319-3 PN/DP	● / ●	DP/MPI, DP, PROFINET <sup>2)</sup>		
<b>Compact CPUs</b>					
	CPU 312C <sup>1)</sup>		MPI	Digital	<ul style="list-style-type: none"> <li>Counting</li> <li>Rules</li> <li>Frequency measurement</li> <li>Pulse width modulation</li> <li>Pulse generator</li> </ul>
	CPU 313C <sup>1)</sup>		MPI	Digital, analog	
	CPU 313C-2 PtP		MPI, PtP	Digital	
	CPU 313C-2 DP <sup>1)</sup>		MPI, DP	Digital	<ul style="list-style-type: none"> <li>As above, and additionally</li> <li>Positioning</li> </ul>
	CPU 314C-2 PtP <sup>1)</sup>		MPI, PtP	Digital, analog	
	CPU 314C-2 DP <sup>1)</sup>		MPI, DP	Digital, analog	
<b>NEW</b>	CPU 314C-2 PN/DP <sup>3)</sup>	● / ●	DP/MPI, PROFINET	Digital, analog	
<b>Fail-safe CPUs</b>					
	CPU 315F-2 DP <sup>1)</sup>	● / -	MPI, DP		Fail safety with PROFIsafe profile
	CPU 315F-2 PN/DP <sup>1)</sup>	● / ●	DP/MPI, PROFINET		
	CPU 317F-2 DP <sup>1)</sup>	● / -	DP/MPI, DP		
	CPU 317F-2 PN/DP <sup>1)</sup>	● / ●	DP/MPI, PROFINET		
	CPU 319F-3 PN/DP	● / ●	DP/MPI, DP, PROFINET <sup>2)</sup>		
<b>Technology CPUs</b>					
	CPU 315T-2 DP	● / -	DP/MPI, DP(DRIVE)	Digital	<ul style="list-style-type: none"> <li>Synchronous operation</li> <li>Traversing to fixed stop</li> <li>Pressure mark correction</li> <li>Cam control</li> <li>Controlled positioning</li> </ul>
	CPU 317T-2 DP	● / -	DP/MPI, DP(DRIVE)	Digital	
	CPU 317TF-2 DP	● / -	DP/MPI, DP(DRIVE)	Digital	

Figura 25. CPU's per S7-300 de Siemens

Del total de CPUs possibles dins de la gamma, s'escull la CPU 314C-2PN/DP que és una CPU compacta: disposa d'entrades i sortides integrades, amb port ethernet per a la comunicació amb la pantalla tàctil i lector de targetes MMC per bolcar el programa, de manera que no cal anar fins al punt on hi ha el PLC instal·lat amb un portàtil per a descarregar el programa. A més, la gamma de 314 permet la programació a través de s7-graph.

S'escull aquesta CPU ja que la relació de configuració amb E/S i el fet que ja porti integrat el port d'ethernet necessari per comunicar amb la pantalla tàctil, la fa molt adequada per aquesta automatització.

Seguidament es mostra la relació de memòria utilitzada per al programa dissenyat, i es comprova que aquest no sobrepassa capacitat de la CPU escollida.

Carga de la memoria de PLC_2									
Objetos	Memoria de carga	Memoria de trabajo	Memoria remanente	I/O	DI	DO	AI	AO	
1	-	-	-		0%	70,83%	50%	0%	
2									
3	Total:	-	-	-	Configuradas:	32	24	4	4
4	Ocupados/as:	29944 bytes	21010 bytes	4502 bytes	Ocupados/as:	0	17	2	0
5	Detalles								
6	▶ OB	372 bytes	282 bytes						
7	▶ FC	12416 bytes	11250 bytes						
8	▶ FB	5208 bytes	4446 bytes						
9	▶ DB	11948 bytes	5032 bytes	4502 bytes					
10	▶ Tipos datos	-	-						
11	Variables PLC			0 bytes					

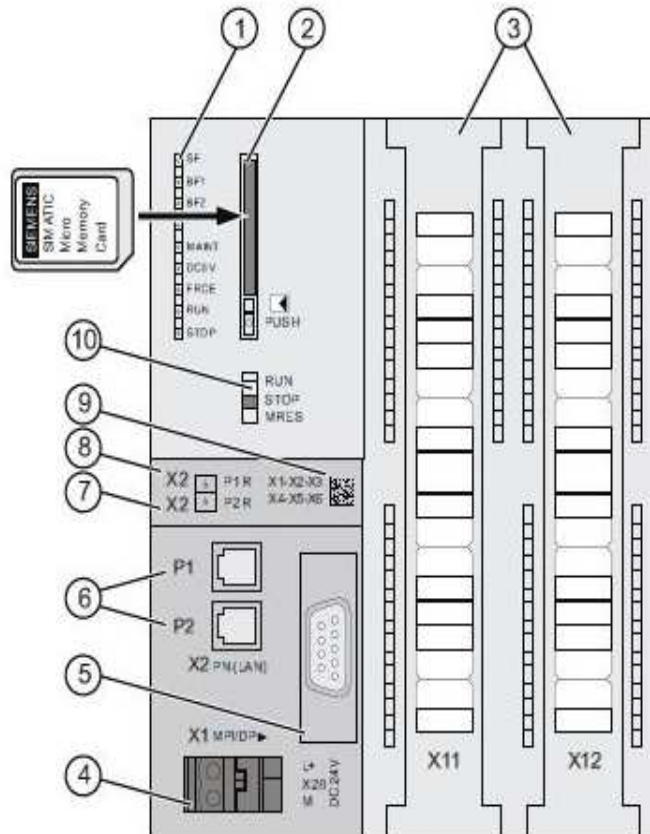
Figura 26. Quadre d'informació de la memòria utilitzada.

Com es pot observar el programa ens ocupa un total de 29Kb, i que per tant la CPU suporta sense cap inconvenient. Deixant espai a les possibles ampliacions en la instal·lació que provocaran que el programa de control augmenti de mida.

A continuació un recull de les dades tècniques destacades, acompanyades d'una figura estreta del manual de Siemens (37-300 CPUs 31xC i 31x) on es representa la CPU 314C-2PN/DP i les seves parts principals.

<b>Característiques</b>
192 kb de memòria, dels quals 64 kb són remanents
0,06 ms per operacions de bits
Funcions tecnològiques
E/S integrades: 24 entrades digitals, 16 sortides digitals, 4 entrades analògiques i 2 sortides analògiques
1 pt100, 4 comptadors ràpids (60kHz)
Interfície 1: MPI/DP
Interfície 2: ethernet profinet amb dos ports switch
Font d'alimentació integrada 24Vdc
Necessita Micro Memory Card MMC

Taula 19. Característiques CPU314C-2PN/DP



Cifra	Descripción
①	Indicadores de estado y error
②	Ranura de la Micro Memory Card SIMATIC con expulsor
③	Conexiones de las entradas y salidas integradas
④	Conexión para la fuente de alimentación
⑤	1. interfaz X1 (MPI/DP)
⑥	2. Interfaz X2 (PN), con switch de 2 puertos
⑦	Puerto PROFINET 2 El estado del puerto 2 se señala mediante un LED de dos colores (verde/amarillo):
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LED encendido en verde: Existe un LINK con un interlocutor</li> <li>• LED cambia a amarillo: Tráfico de datos activo (RX/TX)</li> </ul>
	R: Puerto en anillo para crear una topología en anillo con redundancia de medios
⑧	Puerto PROFINET 1 El estado del puerto 1 se señala mediante un LED de dos colores (verde/amarillo):
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LED encendido en verde: Existe un LINK con un interlocutor</li> <li>• LED cambia a amarillo: Tráfico de datos activo (RX/TX)</li> </ul>
	R: Puerto en anillo para crear una topología en anillo con redundancia de medios
⑨	Dirección MAC y código de barras 2D
⑩	Selector de modo

Figura 27. Esquema CPU 314C-2PN/DP (manual S7-300)

## 4.4.3 Mòduls d'entrades i sortides

El quadre següent és el resum de mòduls d'entrades i sortides per a S7-300.

Digital inputs <sup>\*)</sup>

Module	Voltage range	Number of channels
SM 321 <sup>1)</sup>	24 V DC	16, 32, 64
SM 321 <sup>2)</sup>	48 ... 125 V DC	16
SM 321	24/48 V UC	16
SM 321 <sup>3)</sup>	120/230 V AC	8, 16, 32

Analog inputs <sup>\*)</sup>

Module	Measuring range	Resolution	Number of channels
SM 331 <sup>2)</sup>	Power	Up to 16 bit	2, 8
SM 331 <sup>2)</sup>	Current (also HART)	Up to 16 bit	2, 8
SM 331 <sup>2)</sup>	Resistance	Up to 16 bit	1, 4, 8
SM 331 <sup>2)</sup>	Thermocouples	Up to 16 bit	2, 6, 8
SM 331	Resistance thermometer	Up to 15 bits	1, 4, 8

## Digital inputs/outputs

Module	Voltage range	Number of channels
SM 323 <sup>2)</sup>	24 V DC	8 or 16 DI and DO
SM 327	24 V DC	8 DI and 8 DX (parameterized as input or output)

## Analog inputs/outputs

Module	Measuring range	Resolution	Number of channels
SM 334 <sup>2)</sup>	Power	Up to 13 bit	2, 4
SM 334 <sup>2)</sup>	Current	8 bit	4
SM 334 <sup>2)</sup>	Resistance	13 bit	4
SM 334 <sup>2)</sup>	Resistance thermometer	15 bit	4
SM 335 <sup>2)</sup>	Power	14 bit	4
SM 335 <sup>2)</sup>	Current	14 bit	4

Digital outputs <sup>\*)</sup>

Module	Voltage range	Current range	Number of channels
SM 322 <sup>2)</sup>	24 V DC	0.5 A	8, 16, 32, 64
SM 322 <sup>2)</sup>	24 V DC	2 A	8
SM 322 <sup>2)</sup>	48 ... 125 V DC	1.5 A	8
SM 322 <sup>2)</sup>	120/230 V AC	1 A	8, 16, 32
SM 322	120/230 V AC	2 A	8
SM 322	UC (relay)	0.5 A ... 5 A	8, 16

## Analog outputs

Module	Measuring range	Resolution	Number of channels
SM 332 <sup>2)</sup>	Power	Up to 16 bit	2, 4, 8
SM 332 <sup>2)</sup>	Current (also HART)	Up to 16 bit	2, 4, 8

<sup>\*)</sup> Fail-safe digital inputs, digital outputs and analog inputs available.

Figura 28. Quadre dels mòduls de S7-300

Per completar la CPU compacta escollida faran falta els següents mòduls:

1 mòdul de sortides digitals SM 322:

16 sortides digitals 24Vdc 0,5A que ens completa les sortides digitals que la CPU compacta no ens proporcionava.



Figura 29. Mòdul sortides digitals

1 mòdul de sortides analògiques SM332:

2 sortides analògiques amb resolució de 11/12 bits per fer front a les sortides analògiques que fan falta. En aquest cas, i degut a que aquest tipus de mòduls de sortides són cars, es mira d'ajustar al màxim.



Figura 30. Mòdul sortides analògiques

## 4.5 PANELL OPERADOR HMI

La interfície de visualització i comunicació amb el procés es realitza a través una pantalla tàctil de 15" Touch Basic Panel de Siemens. En aquest dispositiu es visualitzarà un sinòptic del procés i es podrà accedir a ajustar alguns dels paràmetres de configuració dels programes de neteja (temps de contacte, dosis de producte, temperatura) i opcions de preparació de xarop, en funció de la recepta a seguir.

### 4.5.1 Característiques pantalla tàctil escollida

El model de pantalla tàctil desitjat és la KTP 1500 Basic colors de Siemens. És la pantalla amb més polsades comercialitzada per Siemens, disposa de múltiples opcions molt útils en el món industrial. Es comunica amb la CPU via Ethernet.

<b>Característiques</b>	
Display	15" TFT Display 256 colors
Resolució	1024x768 pixels
Pantalla	Touch screen resistive analog
Alimentació	24Vdc
Interfícies	1xRJ45 for PROFINET
Grau de protecció	IP65, NEMA 4x front if mounted IP rear
Software de configuració	WinCC Basic (TIA Portal)/WinCC flexible

Taula 20. Característiques KTP1500 Basic Colors de Siemens

Cal destacar d'aquest dispositiu que per la seva capacitat i gràcies al software de programació WinCC, permet treballar a través de receptes, ja que disposa d'una plataforma d'administració de receptes i visor d'aquestes. Permet configurar pantalles d'avisos i sistema d'alarmes.



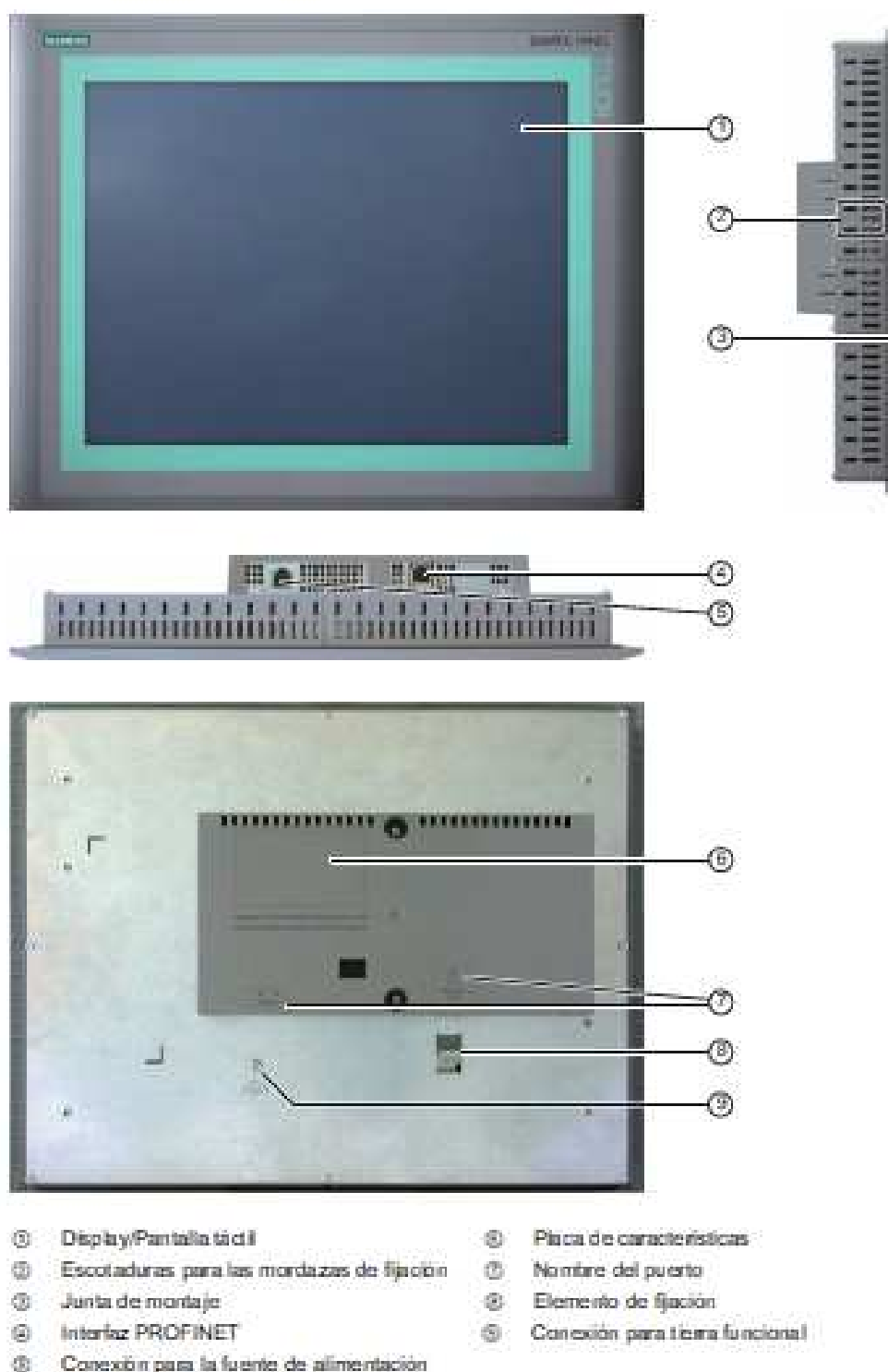


Figura 31. Descripció física pantalla tàctil KTP1500 Siemens

## 5. PROGRAMACIÓ

Per a la realització de la programació del projecte han estat molt útils els coneixements apresos durant la carrera en l'assignatura tecnologies d'automatització i control.

Degut a les innovacions comercials de Siemens, l'autòmat S7-200 s'està deixant d'implementar, i les noves sèries d'autòmats programables pretenen unificar el software de programació per a tots els models, que és el Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal). Aquest nou software desenvolupat per Siemens aporta simplicitat, fent l'entorn de programació molt intuïtiu i compacte.

Tot i els múltiples avantatges que presenta la interfície, sempre representa una dificultat afegida el fet de canviar d'entorn de programació. A continuació es pot veure una imatge del nou entorn de programació.

Dins de TIA Portal s'unifiquen els programes oficials necessaris en la programació de l'autòmat, com és el cas de l'Step7, el WinCC per al disseny de l'SCADA de control i el PLCsim per a la simulació del programa introduït.

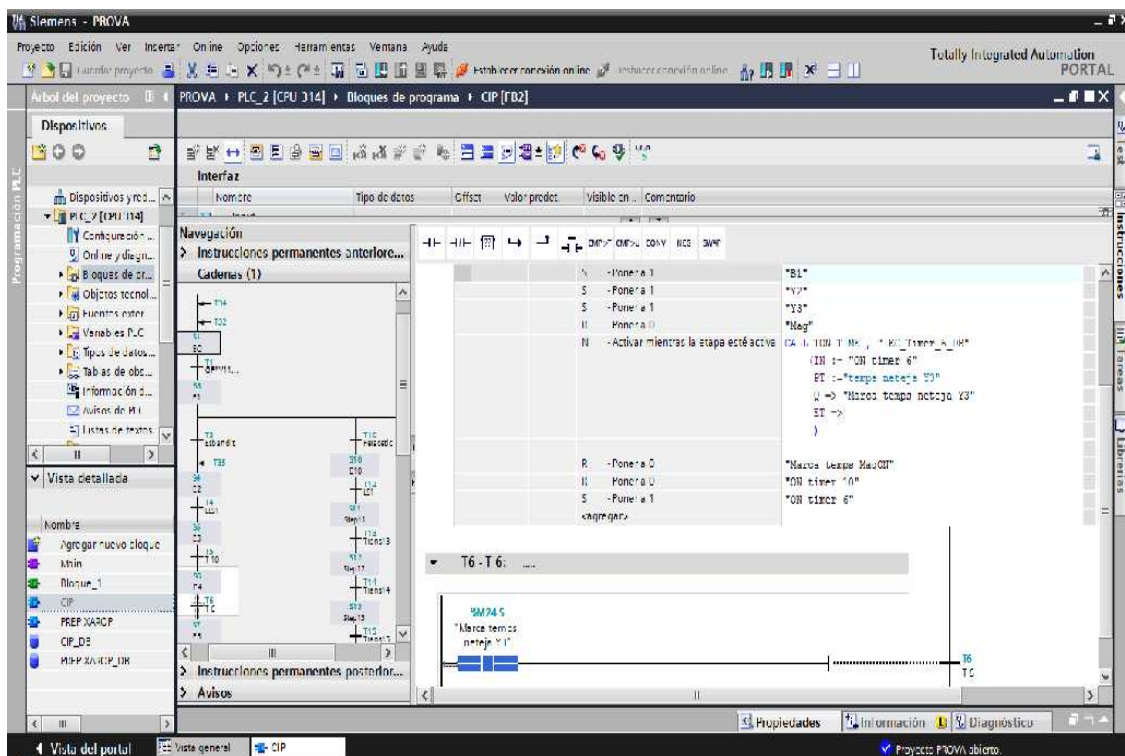


Figura 32. Captura de pantalla de TIA Portal v11 Siemens

De Step7 n'hi ha varies versions, en funció dels paquets de programació amb els que es complementa aquest software. La versió instal·lada a l'empresa és l'Step7 Professional, que disposa d'un paquet de programació (S7-Graph) que fa possible programar l'autòmat directament amb graficet, fet que fa la programació més simple, intuïtiva i organitzada.

Per poder introduir un graficet cal crear un bloc de programa i escollir com a llenguatge de programació graph. Perquè s'executi el bloc de programa s'ha de cridar des del programa principal OB1. Els blocs de programa van associats a DBs d'instància que contenen les variables internes indispensables per a l'execució del graficet. També s'han creat blocs de funció, que contenen petits programes (o subrutines) on es realitzen operacions com per exemple la lectura i tractament del senyal rebut de les sondes.

Una altra eina que proporciona el software utilitzat és el gestor de receptes. Permet la creació de diferents receptes, amb una estructura fixa pel que fa al format de les variables que la conformen i que es defineixen en un bloc de dades que cal que es correspongui amb l'estructura de la recepta. Cada recepta pot tenir diferents registres que difereixen entre ells pels valors de les seves variables però no pel format.

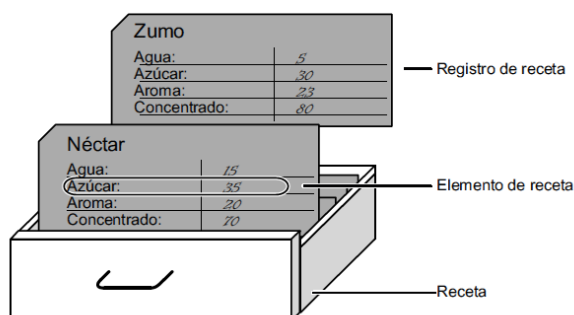


Figura 33. Estructura d'una recepta

Per a la selecció i edició de les receptes, el software proporciona el visor de receptes que forma part del WinCC, i facilita la utilització d'aquesta eina a través de l'SCADA de control. L'usuari accedeix a la recepta desitjada i pot modificar el valor de les variables creant així els registres desitjats. En aquest projecte s'aplica per a la configuració dels diferents paràmetres que influeixen en els programes de neteja i de preparació de xarops (temps de contacte, temps de desaiguar, temps d'agitació).

## 5.1 Velocitat de motors

Com s'ha descrit anteriorment, caldrà aconseguir dues velocitats de fluid diferents: 1.2m/s aproximadament durant el procés de producció i 1.5m/s durant el procés de neteja.

Fer possible aquest requeriment és gràcies als variadors de freqüència instal·lats als motors de les bombes B1, B2 i B3. A través de senyals digitals governarem la marxa/paro i el sentit de gir; mentre que disposarem d'una sortida analògica que és la que enviarà la corresponent relació de freqüència per obtenir la velocitat desitjada. La relació de voltatge i freqüència és de tipus lineal com es pot observar en la següent figura.

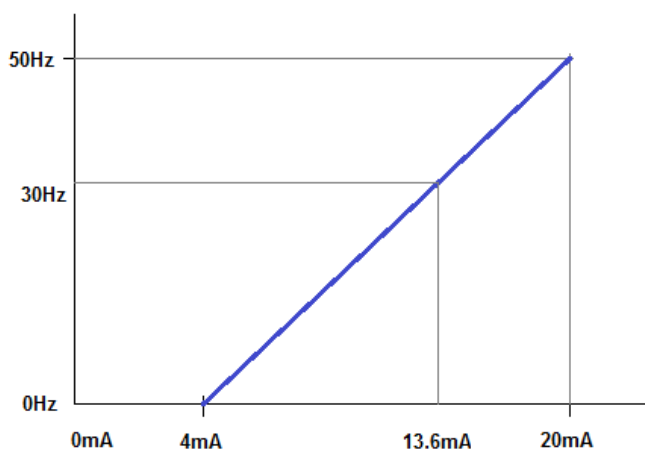


Figura 34. Relació freqüència-intensitat

Per assolir la velocitat de producte (1.2m/s) cal ajustar el variador de freqüència a 30Hz, en canvi quan el programa executi la neteja la freqüència serà de 50Hz. Segons la relació mostrada, 30Hz correspondrà a 13.6mA i per a 50Hz correspondrà a 20mA.

## 5.2 Escalat senyals analògiques.

Les senyals analògiques és defineixen amb un rang de valors entre 0 i el topall de l'escala. Normalment el PLC ho interpreta com a valors enters, amb varis rangs de precisió depenent del dispositiu o del nombre de bits disponibles per a emmagatzemar dades. Pressió, temperatura, flux o pes són habitualment senyals analògiques.

També poden utilitzar tensió i intensitat amb una magnitud proporcional al valor de la senyal que processem. Per exemple, una entrada de 4-20mA o 0-10V serà convertida en enters.

En aquest cas el programa Step 7 professional disposa d'una funció, anomenada funció SCALE (FC 105) que precisament escala un valor procedent d'una entrada analògica dins d'un rang de valors predeterminat. D'aquesta manera es podrà utilitzar la sortida d'aquest bloc per a realitzar operacions aritmètiques dins el graficet de programació. A continuació, podem veure un exemple de la implementació de la funció SCALE en el programa.

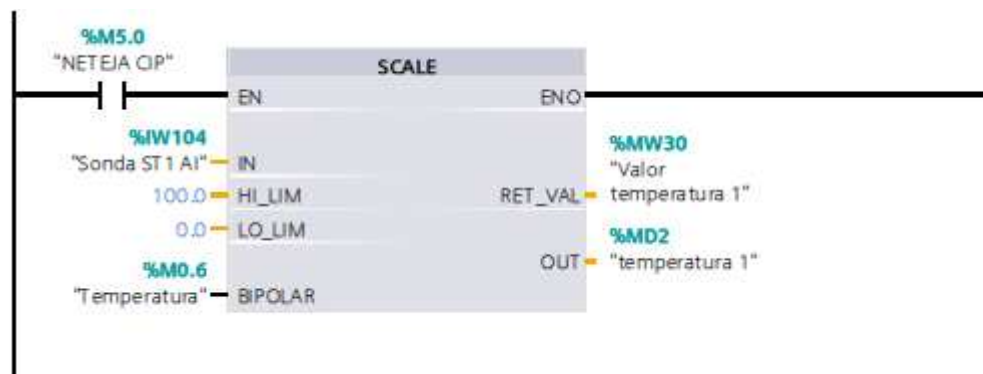


Figura 35. Escalat d'un senyal d'entrada analògic de temperatura

### 5.3 Descripció dels programes de neteja

Segons el xarop que es prepara al mòdul mesclador poden sorgir diferents necessitats a l'hora de sanititzar la planta, degut als ingredients que conformen les diferents receptes.

Per tant, per fer front a aquest requeriment cal tipificar diferents combinacions entre dosis de producte, temperatura de l'aigua, temps d'actuació... per tal que el procés de neteja estigui garantit.

Les especificacions dels programes de neteja les determina el cap de laboratori, ja que és qui certifica a l'empresa que la línia es sanititza correctament. En cas d'alguna anomalia en la producció o contaminació microbiològica de la línia, serà el responsable del pla de neteja qui garanteixi la solució de l'anomalia i la sanitització. Les especificacions tenen l'objectiu d'assegurar el compliment dels requeriments de qualitat i inoqüitat exigits per la normativa a la qual està subjecte el producte, que és la normativa alimentària.

Finalment, doncs, s'acaben programant 3 tipus de neteja, que han de permetre l'eliminació dels diferents tipus de brutícia que es pot produir. Aquests programes tenen uns quants paràmetres que es poden ajustar fent possible petites modificacions en quant a temps d'actuació, temperatura, dosis d'àcid peracètic. En cas que fes falta una seqüència de neteja

molt diferent a les estipulades caldria afegir o tornar a programar algunes de les condicions de grafcet.

A continuació s'explica més detalladament en què consisteixen aquests programes de neteja i en quins casos s'aplicaran.

### 5.3.1 Esbandit

L'objectiu d'aquesta seqüència és fer una passada amb aigua de servei per tot arreu del procés, és a dir, esbandir.

Com es pot observar el en diagrama de flux, l'esbandit comença amb l'entrada d'aigua de servei per la bola difusora, que farà una pluja a l'interior del premix. Un cop l'aigua acumulada al dipòsit arriba al nivell mínim (LLS1) s'acciona l'agitador i seguidament es bomba el fluid cap al mixer. L'aigua entra al mixer per la bola difusora i també per Y3 durant uns instant, ja que sinó no s'esbandiria. Quan el mixer arriba al nivell mínim comença la recirculació a través de B2. S'obren les electrovàlvules Y5 i Y6 uns instants i després Y7 dóna pas al fluid cap al premix fent la recirculació. Per últim es desaiqüen els dos dipòsits a la vegada.

Aquesta acció es realitza després de sanititzar amb peracètic, fins assegurar que no hi ha traces de peracètic a la línia, i en finalitzar preparacions de xarop per tal d'evitar possibles incrustacions.

### 5.3.2 Sanitització peracètic

El programa de sanitització amb peracètic s'executa periòdicament; es pot considerar el programa estàndard de neteja ja que en condicions normals ens assegura l'eliminació de la brutícia i possibles agents bacterians que ens produeix la preparació del xarop.

El programa fa que entri aigua al premix per la bola difusora a la vegada que es va dosificant el peracètic. Una vegada arriba al nivell mínim s'acciona l'agitador i, a diferència de l'esbandit, es deixa inundar fins al nivell màxim. Un cop inundat comença el transvasament cap al mixer, tenint en compte també Y3, fins aconseguir inundar també el mixer. Un cop inundat comença la recirculació a través de B2 per aconseguir que la solució netejadora passi per tot arreu. Es manté durant un temps determinat a l'interior dels dipòsits i canonades, aquest temps és l'anomenat temps de contacte, durant el qual el peracètic actua contra les bactèries. Finalment, un cop ha transcorregut el temps de contacte, es desaiqüen els dipòsits i comença l'esbandit, per eliminar les restes de sanititzant. Com es pot veure en el diagrama, un cop finalitzada la sanitització amb peracètic es procedeix a l'execució de l'esbandit.

Per a la sanitització amb peracètic influeix la concentració i la temperatura de l'aigua de servei en la qual es dosifica el producte. Pel que fa a la temperatura de l'aigua, serà a temperatura ambient, ja que les especificacions químiques del producte determina que és quan és més eficaç. Així doncs, en funció del grau de desinfecció que sigui necessari s'augmenta o es disminueix la dosi, que segons les especificacions, la concentració va del 0.5% al 2%.

Aquest programa es podria dir que serà la neteja estàndard. S'aplicarà en canviar el tipus de xarop per tal d'eliminar les aromes, i sobretot sempre que es finalitzi la producció. També en aquells casos en què el mòdul mesclador estigui uns quans dies sense utilitzar-se, caldrà tornar a sanititzar-lo per tal de garantir la innocuïtat del producte a preparar.

### 5.3.3 Sanitització per temperatura

L'acció que ens garanteix la neteja i matança de bacteris és la temperatura de l'aigua de servei. L'aigua de servei ens arriba calenta de la caldera de la fàbrica i mitjançant la programació cal que assegurem que en fer la neteja s'assoleix la temperatura desitjada. En cas que l'aigua no fos prou calenta cal avortar el pla de neteja, buidant l'aigua introduïda al procés i només s'inicia la sanitització de temperatura a partir de complir amb la consigna de temperatura fixada.

Així doncs, una vegada s'assoleix la temperatura desitjada comença el procés d'inundació del premix a través de la bola. Un cop s'ha omplert fins al nivell mínim s'activa l'agitador, i en el moment que s'omple fins al nivell màxim es bomba l'aigua calenta cap al mixer. Aquest s'inunda i comença la recirculació a través de B2 de la mateixa manera com s'ha explicat en els anteriors programes. Finalment es desaigüen els dos dipòsits a la vegada i es deixa refredar el circuit. En aquest cas no s'esbandeix ja que no s'han utilitzat productes per a la neteja.

Aquest pla de desinfecció s'aplicarà sempre que amb la sanitització estàndard no sigui suficient, i també periòdicament, cada 3 o 4 mesos per exemple. Així doncs es pot considerar que és un programa de neteja de reforç i que estarà inclòs dins el pla de neteja anual de la planta embotelladora.

A continuació es pot observar el diagrama de flux que resumeix i reflecteix els 3 programes de neteja diferents que s'aplicaran.

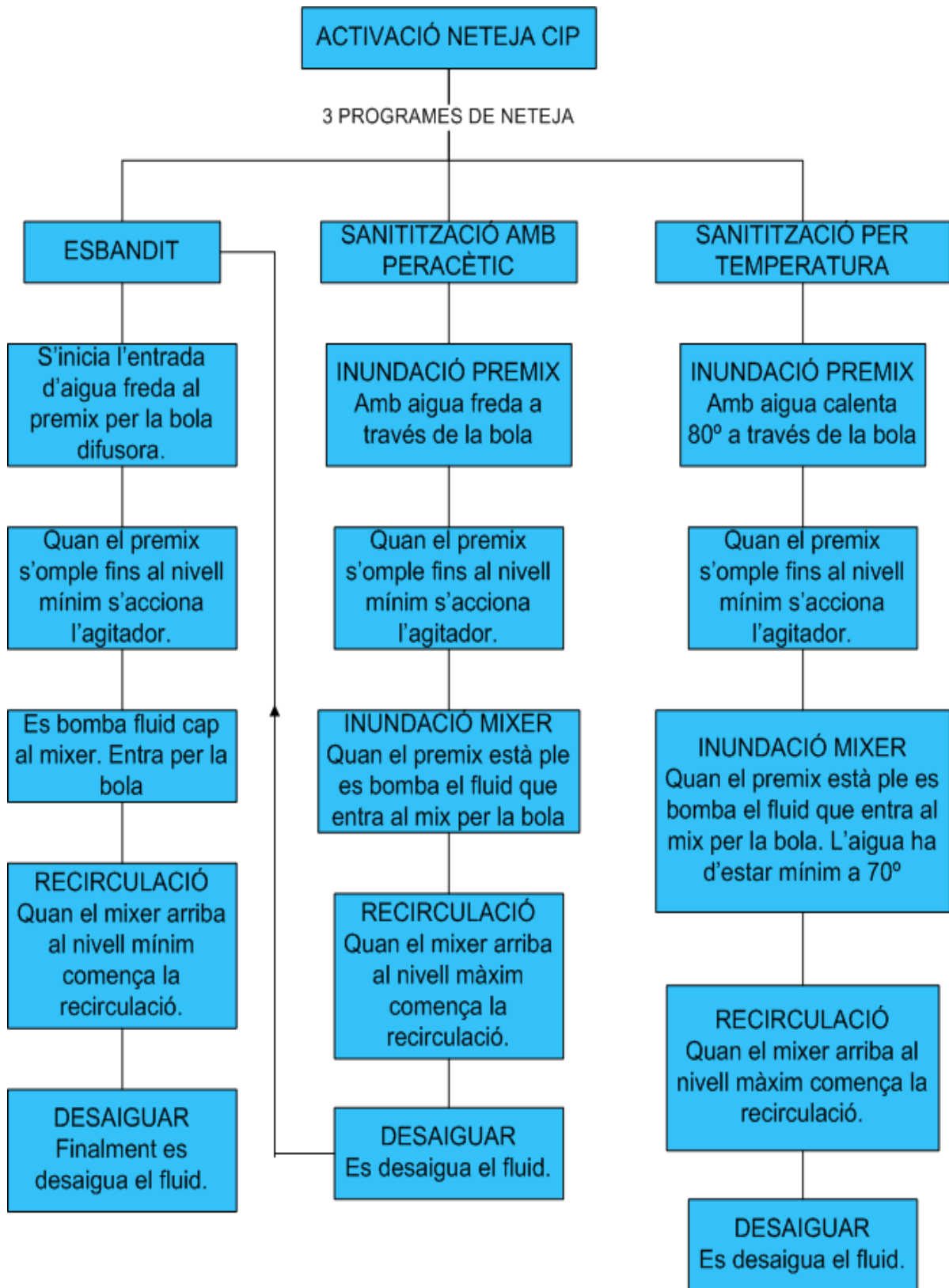


Figura 36. Diagrama flux representatiu de la neteja



### 5.4 Grafcet de neteja

El grafcet de neteja es construeix a partir de les especificacions acordades amb el personal qualificat. Com es pot veure disposa de tres branques principals, les quals corresponen als tres programes de neteja descrits anteriorment.

A continuació tenim una imatge del grafcet introduït a l'Step 7.

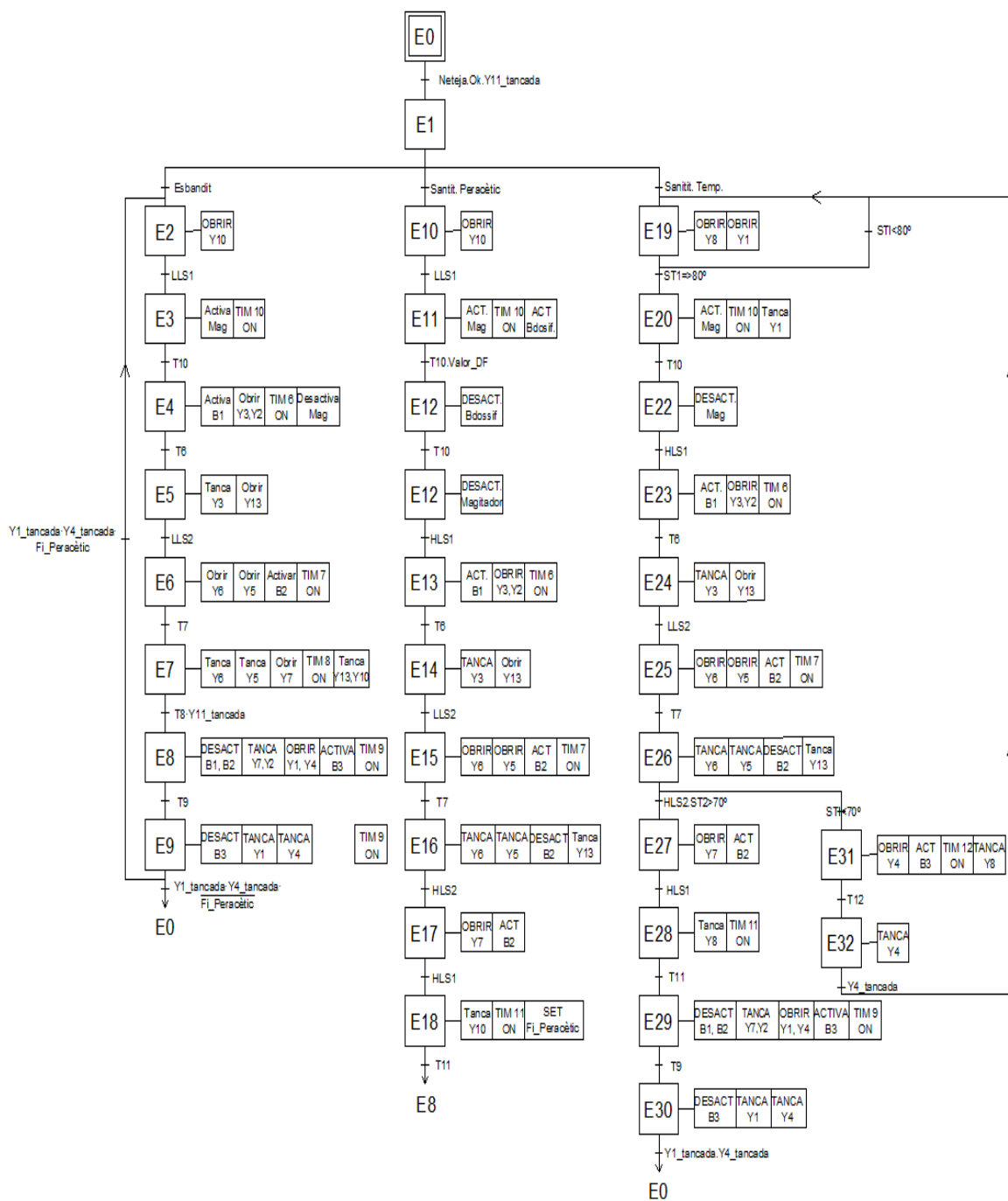


Figura 37. Grafcet de neteja CIP

Com es pot observar, com a condició inicial cal que s'hagi escollit la opció de neteja per pantalla i que les electrovàlvules de desaiguar i la de servir a producció (Y1, Y4 i Y11) estiguin tancades.

Un cop inicialitzat el grafcet pot evolucionar per una de les 3 branques en funció del programa escollit: Esbandit, Sanitització amb peracètic i sanitització amb temperatura.

Es pot apreciar com la branca de grafcet corresponent a la sanitització amb peracètic salta a l'etapa E8 que correspon a desaiguar els dipòsits. Un cop fet, si el grafcet ve de fer una sanitització amb peracètic va a parar a E2 per esbandir les restes de producte, tal i com s'havia indicat en el diagrama de flux.

Com s'ha explicat anteriorment, el software utilitzat permet la programació amb grafcet. Per introduir el grafcet al bloc de programa creat amb llenguatge graph, primerament cal construir el grafcet amb l'estructura dissenyada. Un cop s'han inserit les etapes i branques desitjades es procedeix a la configuració de les accions que s'han de dur a terme a cada etapa. S'aconsegueix a través d'unes instruccions preconfigurades pel programa, com per exemple les habituals de Set/Reset. Pel que fa a les transicions, les condicions que s'han de complir per validar el canvi d'etapa, es programen amb llenguatge de contactes.

## 5.5 Descripció programa de preparació de xarop

En el disseny del programa de preparació de xarop també s'han acordat especificacions amb el cap de laboratori, per a poder abastir totes les condicions requerides per a la preparació de les receptes conegudes actualment.

Cal tenir en compte les necessitats productives, és a dir, el litres/hora que envasa l'omplidora per tal de calcular els batchs correctes i que ens abasteixin la sala blanca durant un temps de producció conegut. Per exemple, mig torn de producció, 1 hora, 2 hores... Per això, s'acorda que el programa ha de permetre que mentre el mixer abasteix el carbonatador, es pugui fer una nova mescla al premix per tal d'aconseguir una producció continuada durant més temps si cal, sense haver de passar per un programa de neteja. L'única limitació és que la nova preparació ha de ser amb la mateixa recepta amb la qual s'ha iniciat el programa de producció; de no ser així és necessària una neteja per no barrejar els gustos.

La figura 38 que es presenta a continuació representa les diferents seqüències que fan possible la preparació de xarops.

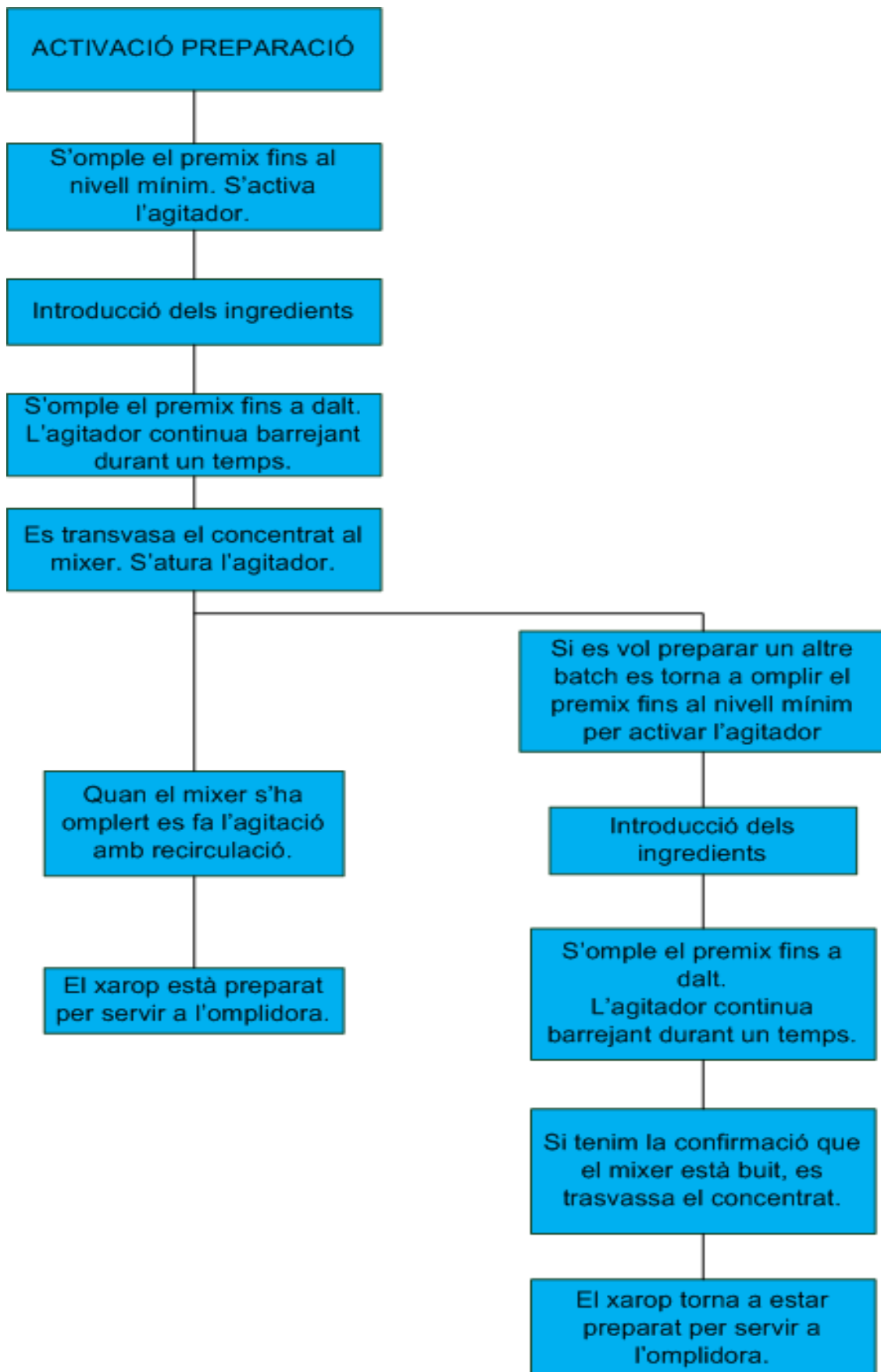


Figura 38. Diagrama de flux representatiu del procés de preparació de xarops

Com s'observa en el diagrama de flux anterior procés de preparació de xarops consisteix en l'entrada d'aigua mineral al premix fins que s'assoleix el nivell mínim d'aquest dipòsit s'acciona l'agitador i s'indica per pantalla que ja es poden introduir els ingredients corresponents al xarop que es vol preparar.

Aquest és l'únic pas que es fa de forma manual, així que una vegada l'operari ha introduït els ingredients és necessari que ho confirmi polsant el botó "ingredients introduïts" que apareix al panell. Un cop l'autòmat té la confirmació que s'han introduït els ingredients i ha transcorregut el temps establert per a l'agitació, el grafcet envia el concentrat cap al mixer. En aquest moment es comptabilitza (a través del cabalímetre intel·ligent FCP), el volum que s'ha traspasat i s'acaba d'omplir el mixer fins al nivell màxim o fins a la quantitat de litres establerts per recepta. Finalment la mescla aconseguida al mixer, que és el xarop, s'agita per recirculació durant un temps mínim i fins que l'ordre de servir a producció es fa efectiva. Si es volgués preparar un nou batch amb la mateixa recepta, és possible un cop el contingut del premix ha estat traspasat cap al mixer i el premix ha estat desaiquat.

## **5.6 Grafcet de preparació xarop**

Tal i com s'ha especificat amb el personal tècnic i s'ha descrit anteriorment, el grafcet següent correspon a la programació del procés de preparació de xarops.

La inicialització del procés comença amb l'ordre donada a través del panell tàctil. Seguidament es permet l'entrada d'aigua al premix, es configura la indicació de la introducció d'ingredients i es fa complir el temps mínim d'agitació establert. A continuació, com ja s'ha explicat anteriorment, es fa el traspàs del concentrat del premix cap al mixer i aquest s'omple fins a enrasar o bé fins que el cabalímetre ens indica que ja han entrat els litres necessaris.

A partir d'aquest moment es poden produir dues accions simultànies (observar branca simultània en el grafcet que apareix a continuació) .Per una banda el premix ja està carregat amb el xarop i a punt per enviar-lo a producció; mentre que per altra banda el premix es desaiqua. Un cop el premix s'ha desaiquat es pot escollir fer una nova preparació del mateix xarop, a la vegada que el mixer pot estar servint a producció si s'ha donat l'ordre de producció. Per tant, si es dona aquesta situació disposarem de dues accions simultànies

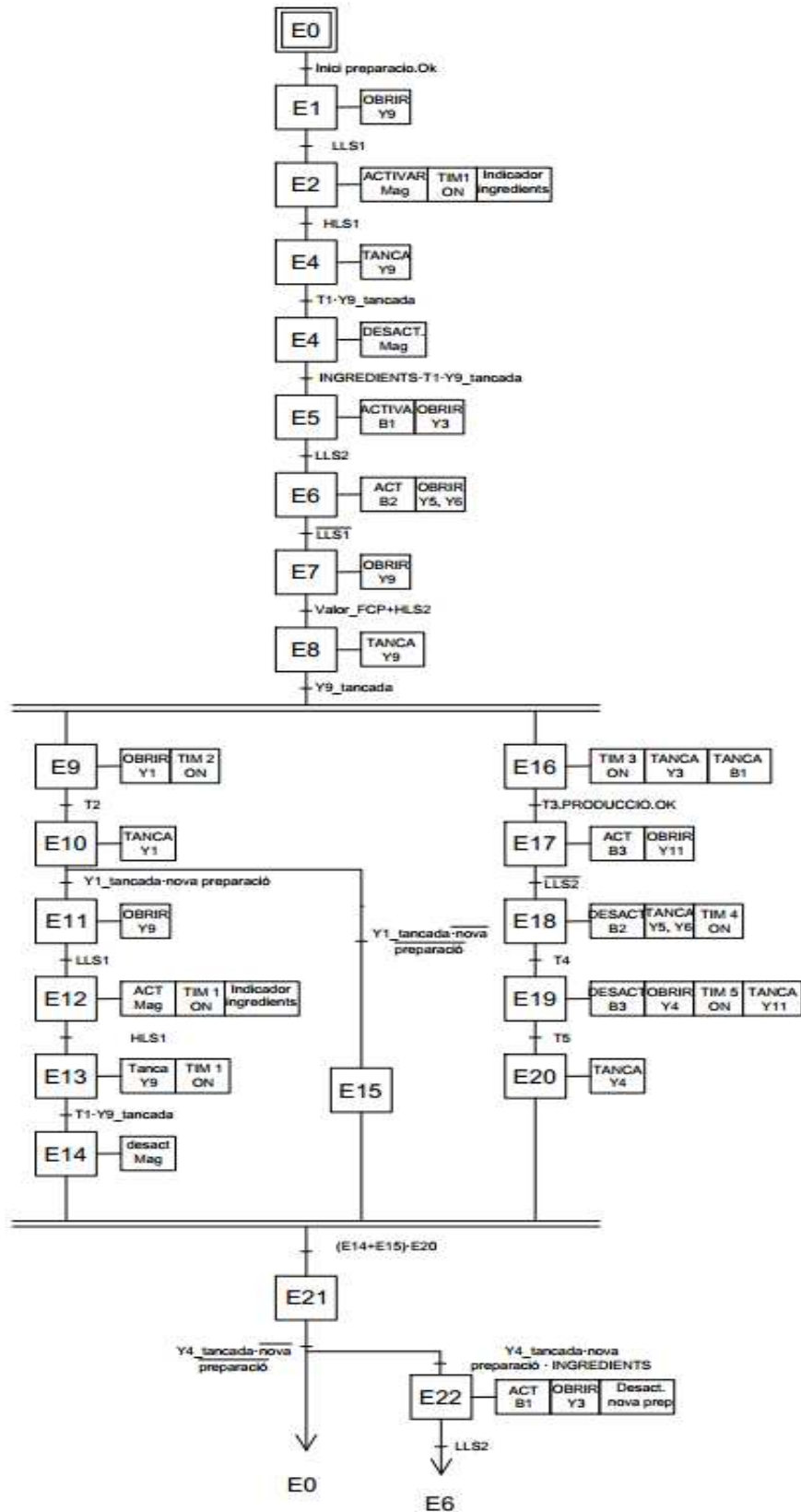


Figura 39. Grafset de preparació xarop.

## 5.7 Emergència

A continuació, es mostra el programa que reseteja totes les sortides d'autòmat si es polsa la parada d'emergència. En aquest cas s'ha programat amb llenguatge de contactes i s'inclou dins del bloc de programa OB1.

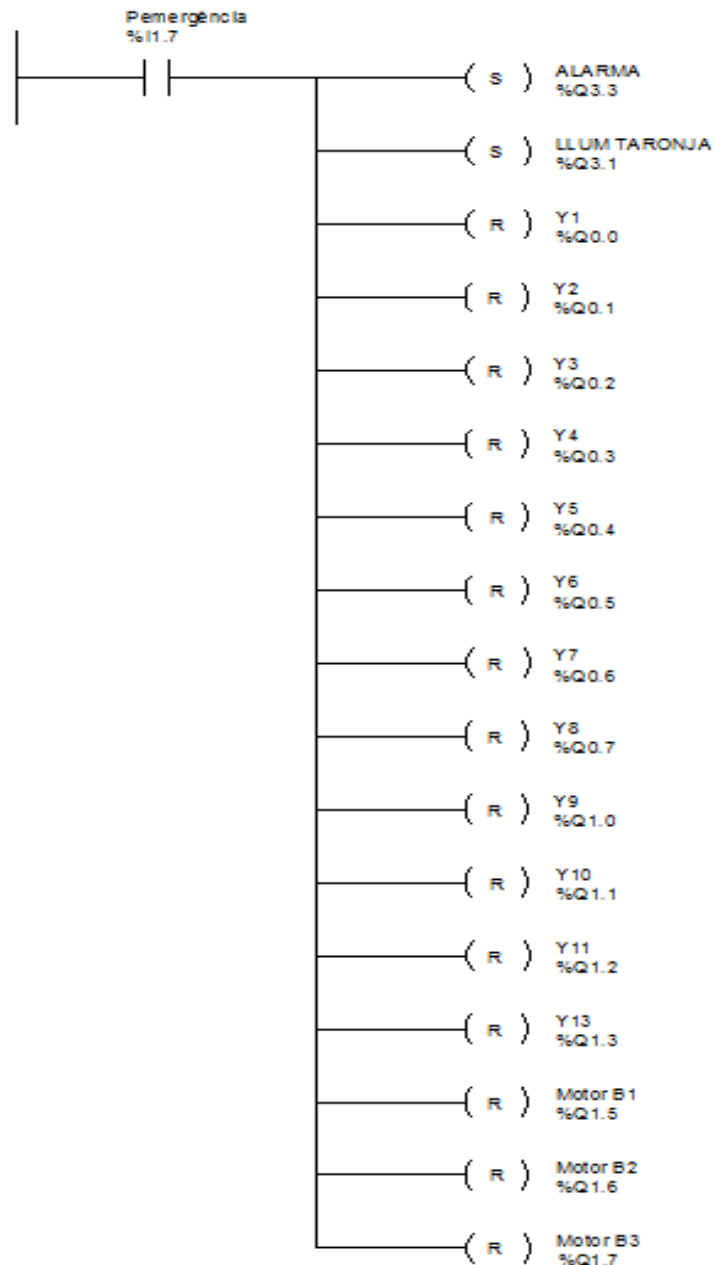


Figura 40. Diagrama de contactes de l'emergència

## 6. PANELL DE CONTROL

Es crea la interfície de control i visualització del procés, de manera que a través de la pantalla tàctil s'accedeix als menús que permeten escollir entre les diferents opcions desitjades a fer amb el mòdul mesclador, des d'escollir el programa de neteja, la recepta de xarop a preparar, així com la modificació dels paràmetres que influeixen en els processos.

Com s'ha esmentat abans, el software de disseny i programació del panell tàctil utilitzat a estat el WinCC. El procediment ha estat crear una plantilla amb els botons de sistema desitjats com per exemple el home o administració d'usuaris. El següent ha estat la inserció dels elements que ens ajuden a representar el procés a controlar, com els dipòsits, bombes, motors, vàlvules, etc. Seguidament cal crear els botons que han de permetre accedir als menús programats i els corresponents quadres de confirmació de les accions escollides. Finalment, un cop s'han dissenyat les diferents pantalles, cal assignar les variables de procés als elements corresponents; així s'aconsegueix la visualització del procés.

El fet que el control i la visualització sigui a través de panell tàctil ajuda a reduir considerablement el nombre d'entrades al PLC.

En aquest capítol també es descriu cadascuna de les pantalles configurades, amb la informació que ens proporcionen i les opcions a les quals ens permeten accedir i/o modificar.

### 6.1 Pantalla inicial

A la pantalla inicial apareixen diferents missatges informatius: hora, data i el menú que ens permet escollir entre neteja, preparació i producció.

Al pulsar l'opció "neteja" el programa ens mostra la pantalla on podem escollir entre els diferents programes o modificar paràmetres d'aquests. Si s'acciona el botó de "preparació xarop" s'activa la pantalla on es pot escollir entre les diferents receptes programades que es volen preparar i també es pot accedir a les opcions per modificar paràmetres. Finalment, l'opció de producció fa referència al transvasament del xarop preparat cap a la sala blanca per envasar; aquesta opció és possible després d'haver activat la "preparació de xarop".

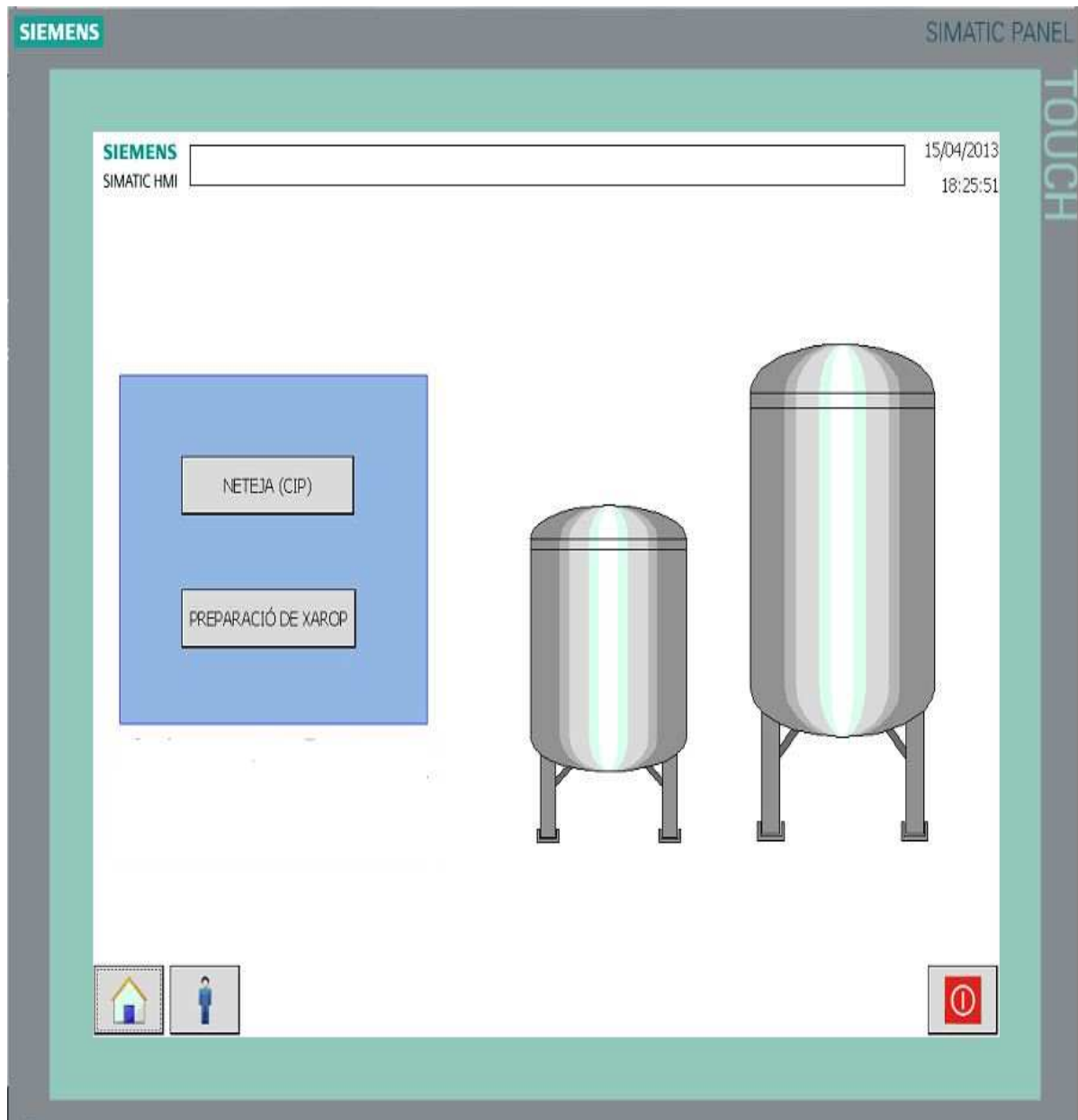


Figura 41. Visualització de la pantalla inicial

## 6.2 Neteja CIP

En aquesta pantalla visualitzarem l'estat del procés Cleaning In Place una vegada s'ha iniciat el programa de neteja desitjat. A la vegada es podrà accedir al menú d'opcions per a les possibles modificacions (ex. canvi de producte sanititzant). En aquest menú d'opcions només hi podrà accedir personal autoritzat com el cap de manteniment o bé el cap del laboratori, en definitiva aquelles persones que l'empresa decideixi, evitant així cap manipulació inadequada.



En la següent imatge es mostra la pantalla inicial, on apareix el menú en el qual es pot escollir un programa de neteja o accedir a la pantalla opcions. En escollir un programa de neteja apareixerà un altre subquadre de confirmació de la selecció.

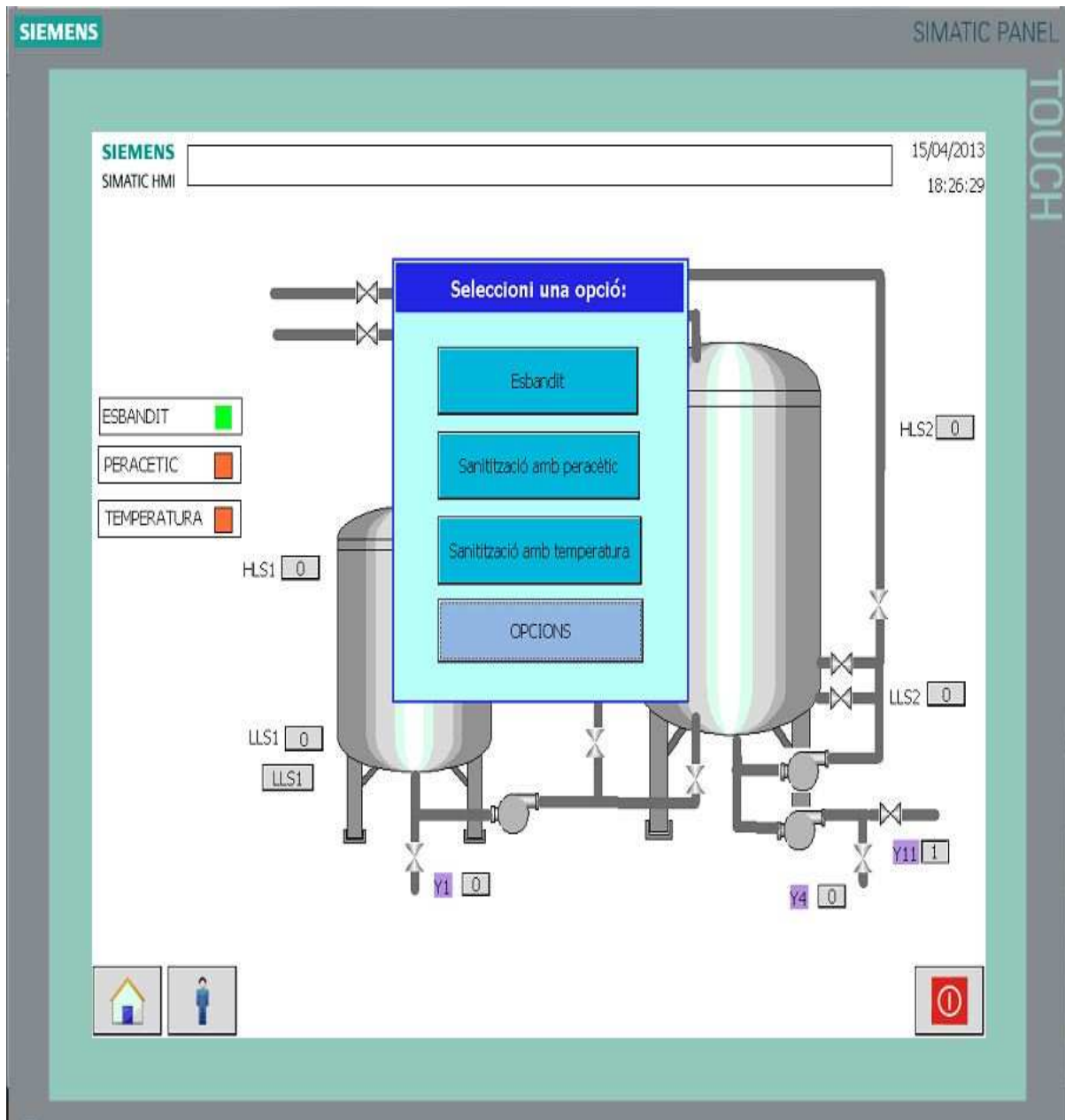


Figura 42. Visualització menú opcions neteja

En les següents imatges es mostra la visualització dels programes de neteja que es realitzen sense aigua calenta que són l'esbandit i la sanitització amb peracètic. Es mostra la visualització del pas del fluid pel circuit, com s'omplen els dipòsits i es fa la recirculació amb circuit tancat. El fluid es representa de color blau per tal d'indicar que la neteja es realitza amb aigua a temperatura ambient.

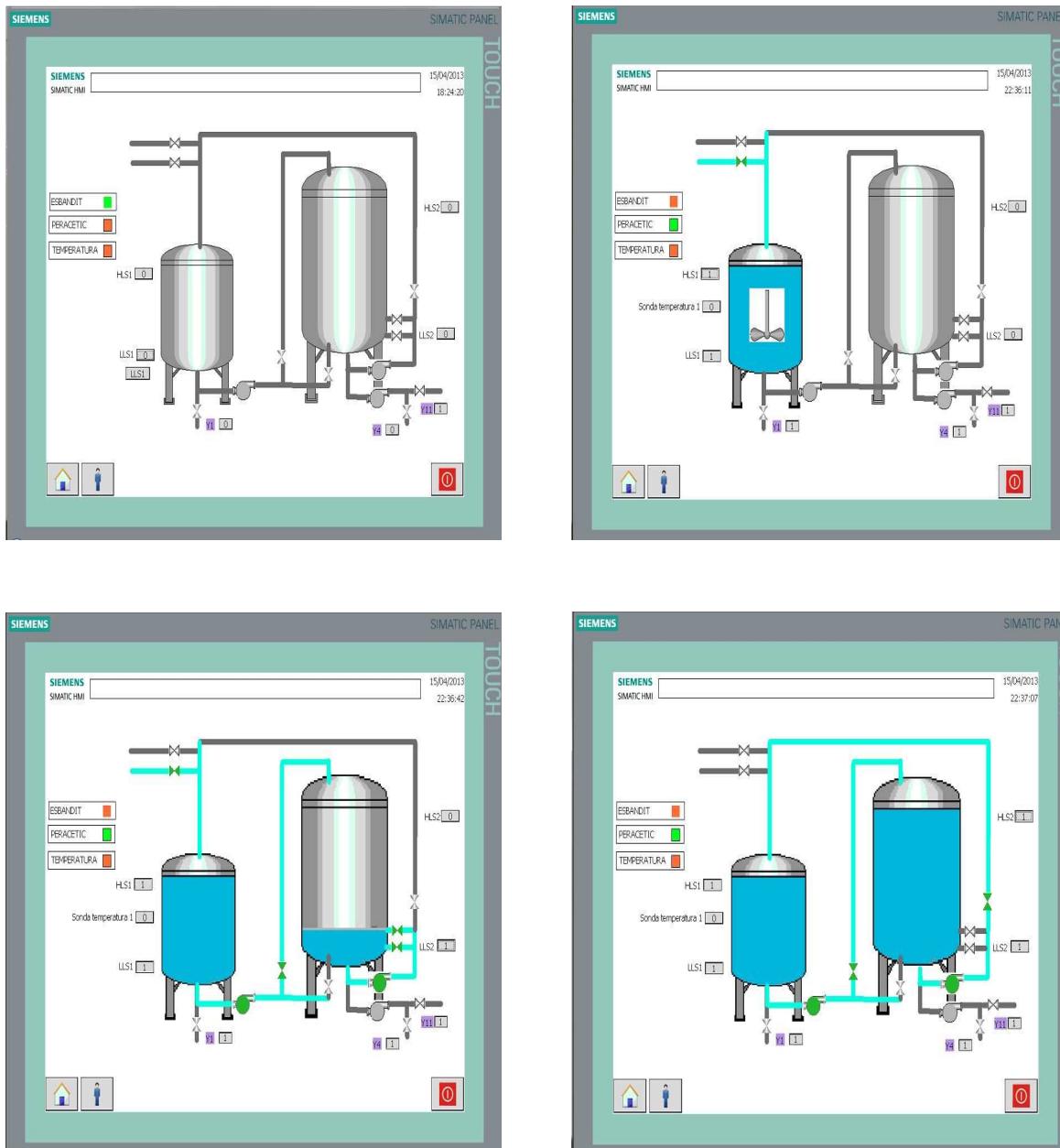


Figura 43. Conjunt de pantalles de la visualització.

Quan s'executa el pla de neteja de sanitització per temperatura, l'evolució del programa és molt semblant a la del programa de sanitització amb peracètic, però per indicar que és el que es fa amb aigua calenta, el fluid es simbolitza de color vermell, tal i com es pot observar en el conjunt de pantalles següent. En aquest cas igual que en la sanitització amb peracètic els dipòsits s'inunden abans de procedir a la recirculació.

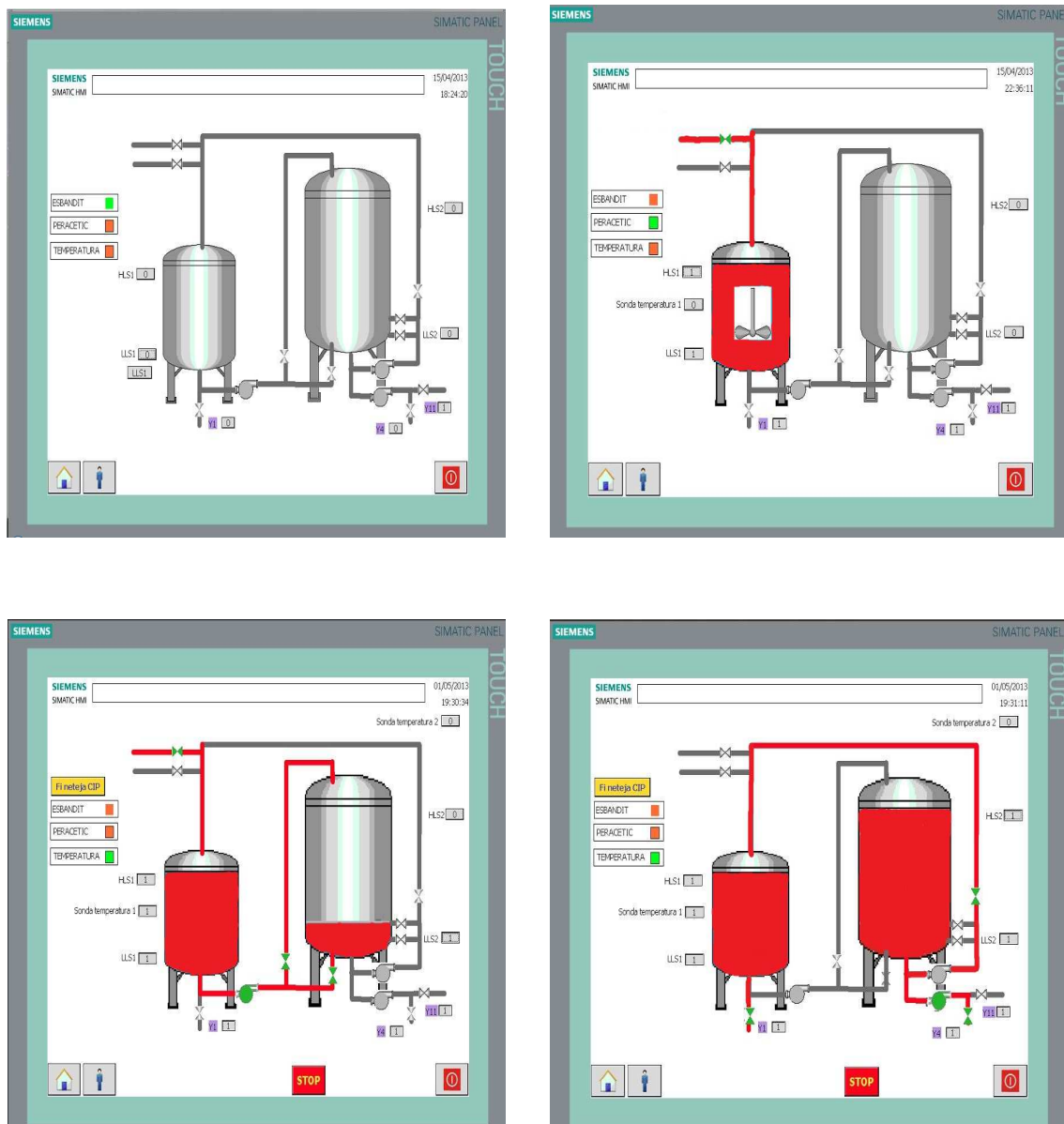


Figura 44. Conjunt de pantalles de la visualització.

### 6.2.1 Opcions CIP

En el menú d'opcions dels programes de neteja es poden modificar, segons sigui necessari, tots els paràmetres descrits anteriorment i tenen un efecte directe sobre el resultat. Aquest menú està pensat sobretot per facilitar la planificació i execució dels plans de neteja.

Com es pot veure en la figura següent, es disposa d'una pantalla on es pot escollir una recepta, modificar-la, crear-ne una de nova i a la vegada es visualitza el valor actual dels paràmetres configurables. També es pot apreciar el teclat que ens proporciona per defecte el WinCC.

Els paràmetres modificables són: temps agitador, temps obertura Y3, temps recirculació amb B2, temps obertura Y7, temps desaiugar dipòsits, temps de contacte, temperatura sonda 1 i temperatura sonda 2.

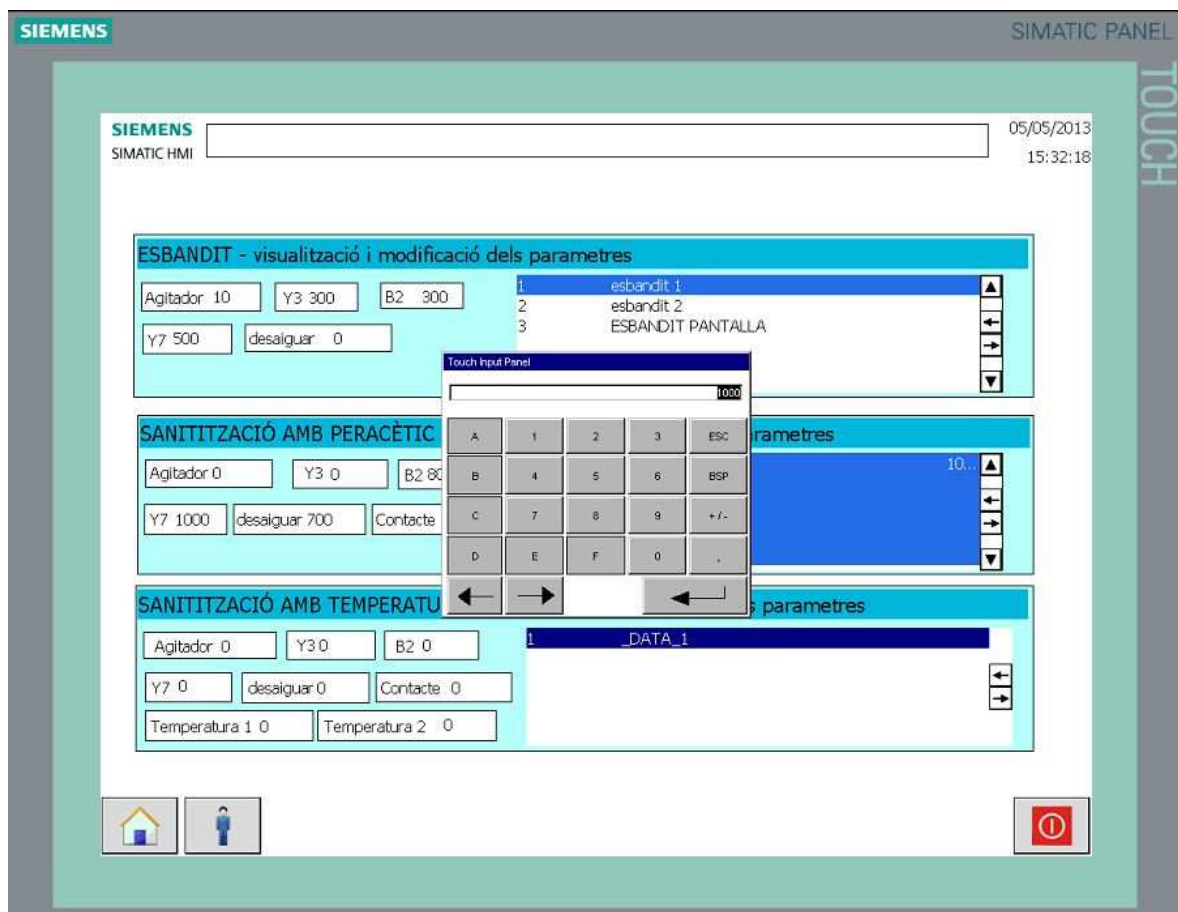


Figura 45. Pantalla opcions CIP

Organització jeràrquica de les pantalles descrites i que formen part del menú de neteja.

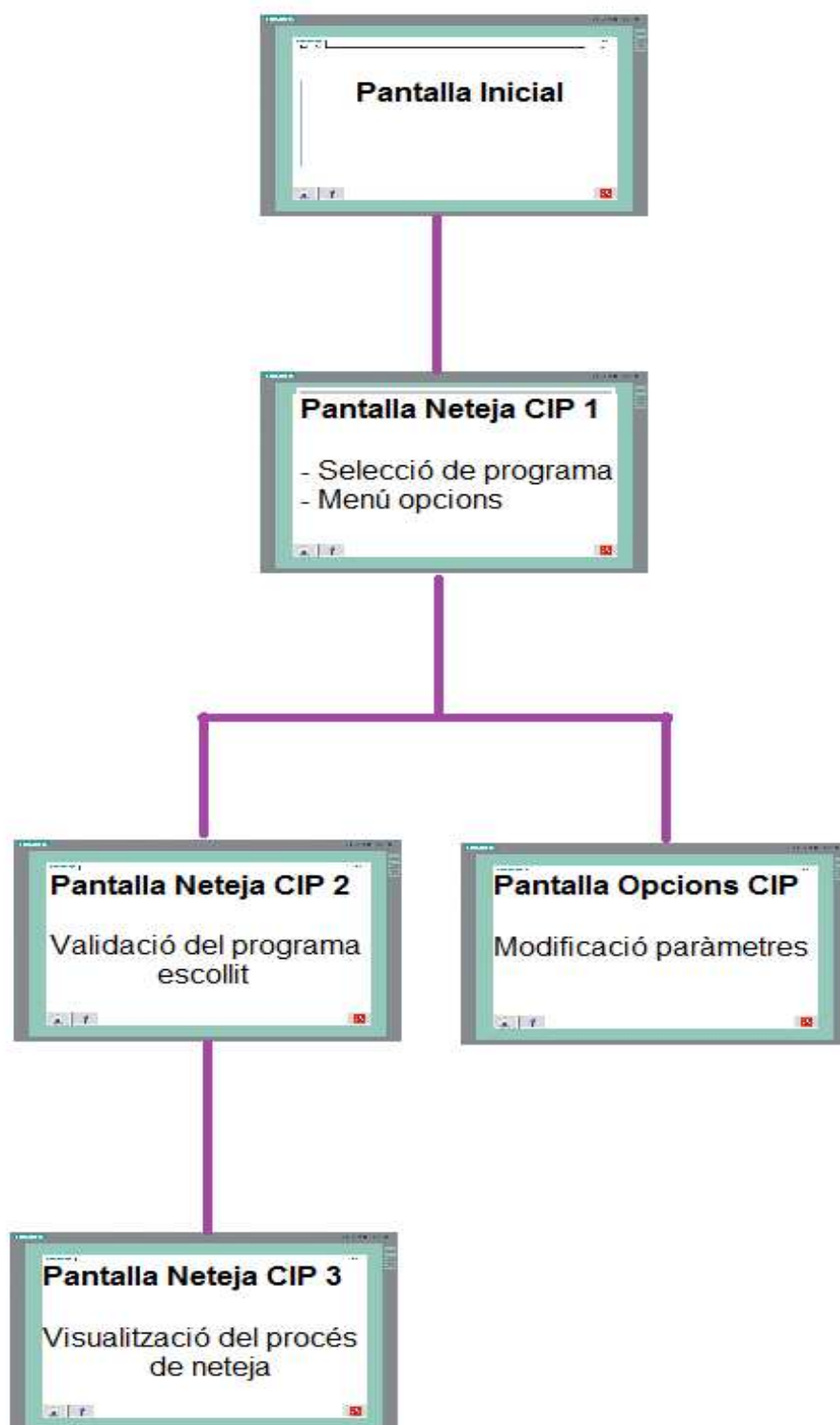


Figura 46. Arbre de pantalles CIP.

### 6.3 Preparació Xarop

Es representa el procés de preparació de xarop per tal de saber i controlar de manera ràpida i còmoda en quin punt del procés d'elaboració de la recepta es troba el mòdul mesclador.

També en aquest cas es pot accedir al menú opcions de preparació, on en funció de la recepta a seguir es podran establir els temps d'agitació desitjats en cada dipòsit i la quantitat de litres a afegir per aconseguir el xarop desitjat.

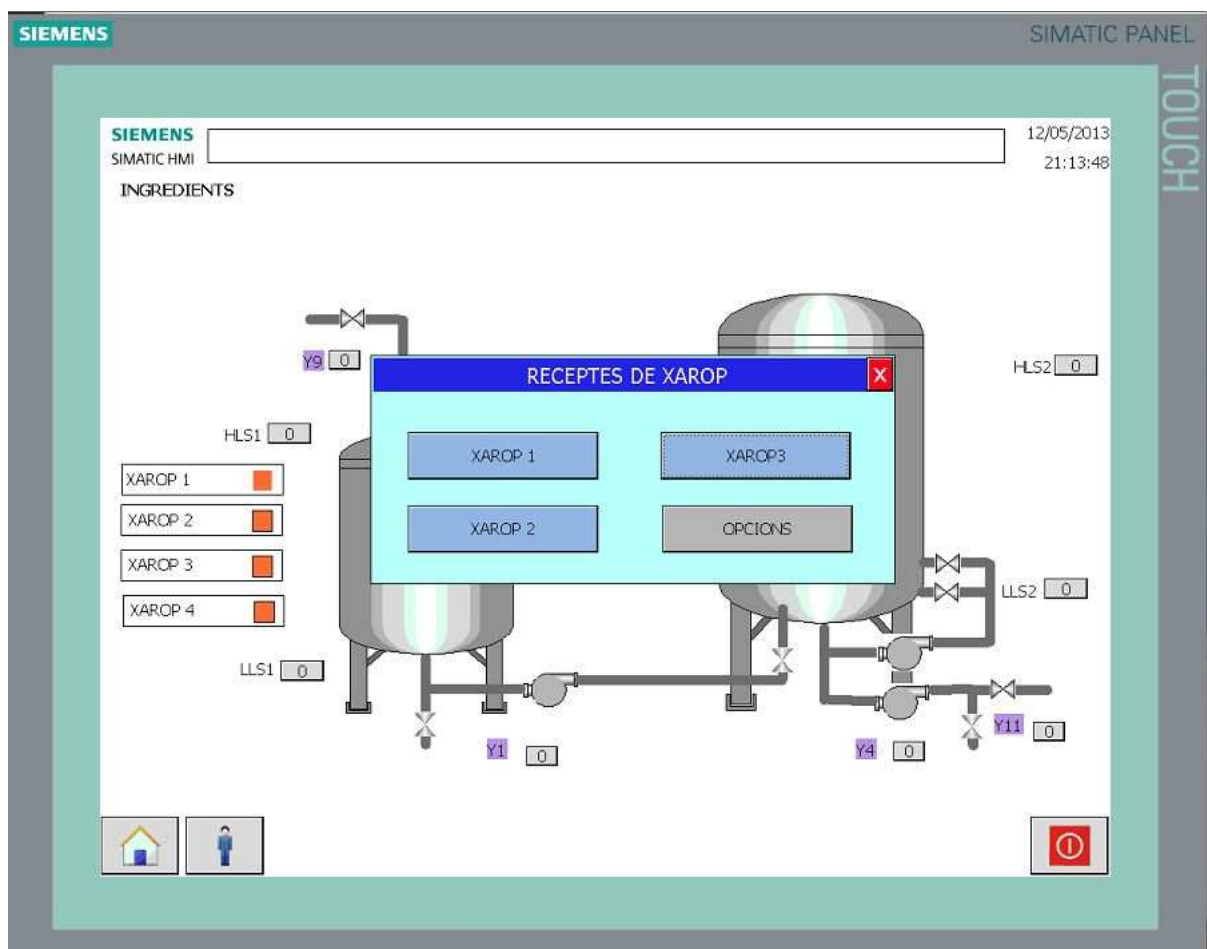


Figura 47. Visualització del menú per a preparació de xarops.

A continuació es pot observar com es veu la visualització del procés de preparació d'un xarop. S'aprecia el botó de confirmació conforme s'han introduït els ingredients, i en l'última pantalla d'aquesta visualització es mostren els botons que permeten escollir entre servir a producció o bé realitzar una nova preparació de la mateixa recepta.

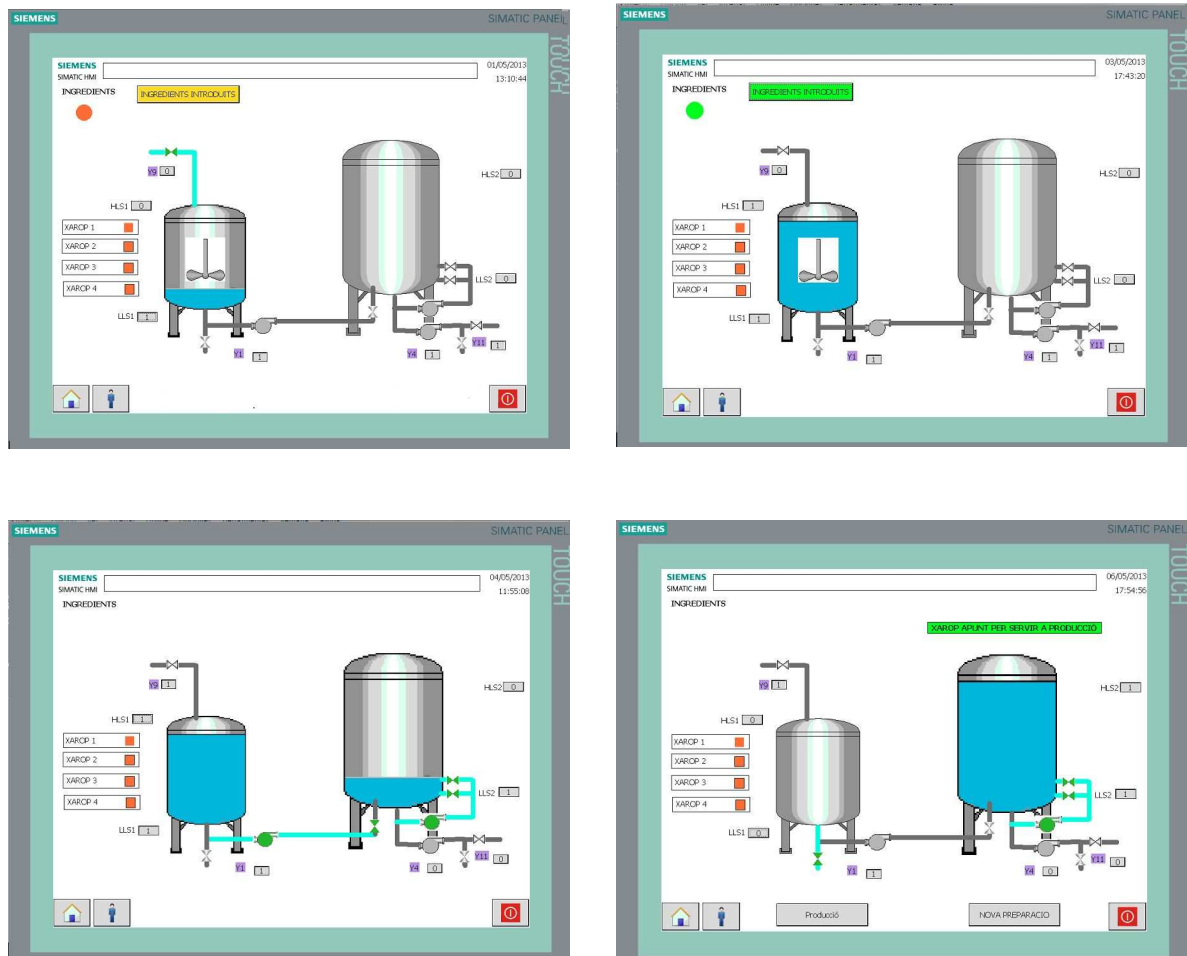


Figura 48 .Conjunt de pantalles de visualització preparació de xarop.

### 6.3.1 Opcions preparació

Finalment, trobem el menú que ens permet variar paràmetres de temps d'agitació, quantitat total de litres afegits al concentrat. Amb la variabilitat d'aquests paràmetres coneguts n'hi ha prou per garantir l'elaboració de totes les receptes estipulades fins al moment.

Els elements configurats per poder ser modificats en les receptes dels diferents xarops són: temps agitació premix, temps agitació mixer, temps desaiguar premix i temps desaiguar mixer

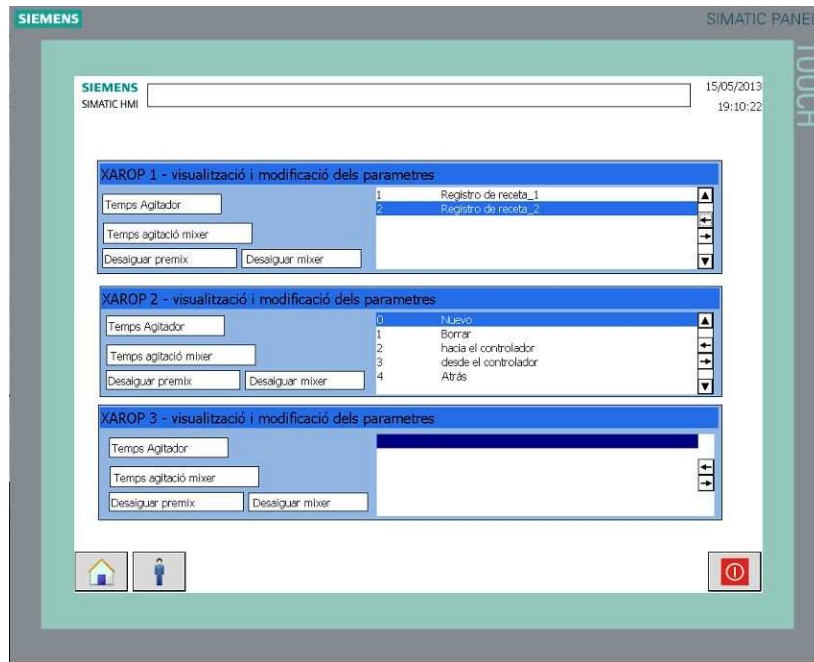


Figura 49. Visualització opcions preparació xarop

A continuació es presenta l'estructura de pantalles que segueix l'opció de preparació de xarop.

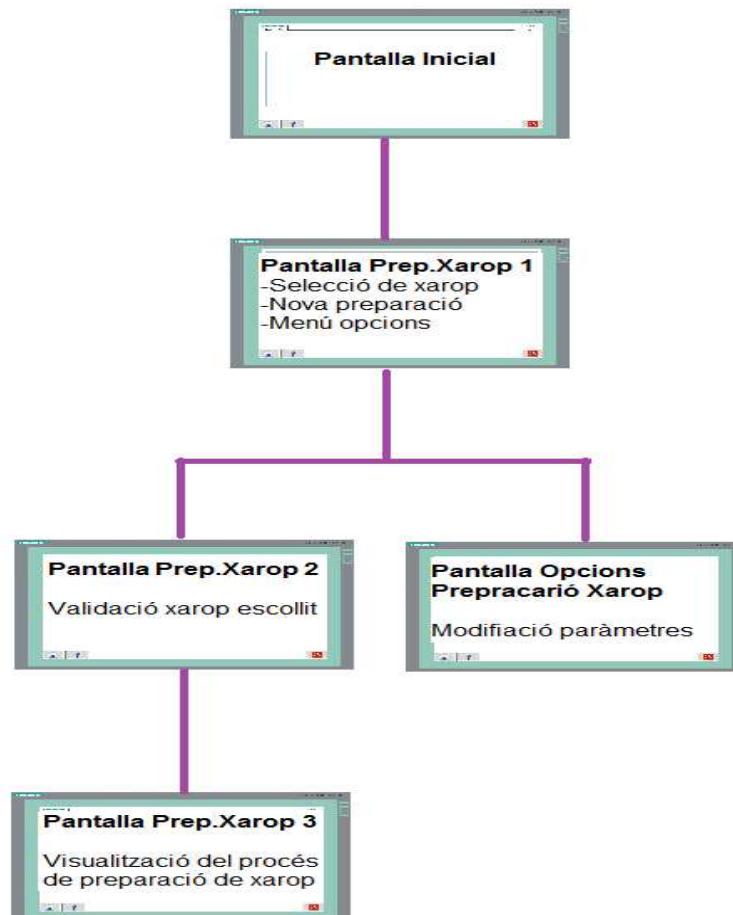


Figura 50. Arbre de pantalles opció preparació xarop



## **7. RESUM DEL PRESSUPOST**

El pressupost total d'aquest projecte és vint-i-sis mil vuit-cents sis euros amb vint-i-cinc cèntims sense IVA.

## 8. CONCLUSIONS

Es donen per assolits els punts exposats en el primer capítol d'aquest document. S'ha dissenyat el mòdul mesclador de manera que permet la neteja automatitzada Cleaning In Place que l'empresa volia. El sistema implementat ha estat programat seguint els requeriments que el personal qualificat i el director de la planta van especificar.

Una part dels requeriments a complir han estat determinats pel cap de laboratori, pel que fa a assegurar la innocuïtat de les produccions i una neteja adequada. Per altra banda, a l'hora d'escollir els elements que conformen l'automatització (autòmat, bombes, vàlvules...) s'ha tingut en compte les cases amb les quals l'empresa sol treballar, és a dir, els proveïdors.

Finalment, i després de temps i dedicació a aquest treball, es pot dir que s'han complert els objectius marcats a l'inici del projecte: s'ha dotat la instal·lació dels elements necessaris per a la neteja automatitzada. També s'ha dissenyat el programa de visualització i control del procés.

Cristina Massot Font

Enginyera tècnica industrial, especialitat en electrònica

Girona, 15 de maig de 2013

## **9. RELACIÓ DE DOCUMENTS**

Aquest projecte està format pels següents documents: memòria, plànols, plec de condicions, estat d'amidaments i pressupost.

## 10. BIBLIOGRAFIA

Buscador de normativa actualitzada

AENOR. Buscador de normes UNE online. (<http://www.aenor.es/aenor/normas/buscadornormas/buscadornormas.asp?modob=S>, 24 d'abril de 2013).

Informació sobre instrumentació i processos industrials

DIRECT INDUSTRY. The virtual industrial exhibition. (<http://www.directindustry.com>, 11 de març de 2013)

Recerca de solucions per a problemes concrets amb la programació:

INFOPLC. Actualidad y recursos sobre la automatización industrial. (<http://www.infoplcn.net/>, 19 d'abril de 2013)

SIEMENS AG. Manual de programació Step7 amb referència 6ES7810-4CA07-8DW0. Edició 01/2004. ([http://www.dte.us.es/tec\\_ind/electric/ap/Descarga/ProgramarSTEP7.pdf](http://www.dte.us.es/tec_ind/electric/ap/Descarga/ProgramarSTEP7.pdf), 3 de febrer de 2013)

Suport tècnic i descàrrega de recursos software sobre l'autòmat i el TIA portal:

SIEMENS INDUSTRY ONLINE SUPPORT. (<http://support.automation.siemens.com>, 15 de maig de 2013).

Recerca d'informació general:

WIKIPEDIA. La enciclopedia libre. (<http://es.wikipedia.org/>, 13 de gener de 2013)

## **A. PROGRAMA**

El programa realitzat i carregat a l'autòmat es troba dins el CD del projecte. El programa per executar-lo es el TIA Portal v11 de Siemens.