

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

**Títol:** Automatització d'un sistema de refrigeració i aspiració de material TPE, per dos injectores

**Document:** 1. Memòria

**Alumnes:** Martí Lloveras Mesas

**Tutor:** Miquel Rustullet Reñé

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

**Àrea:** Enginyeria de Sistemes i Automàtica

**Convocatòria (mes/any):** Setembre/2018

## ÍNDIX

1. INTRODUCCIÓ .....	4
1.1 Antecedents .....	4
1.2 Objecte .....	5
1.3 Especificacions i abast .....	5
2. PRODUCTE HNBH.....	7
2.1 Flexible.....	7
2.2 Ràcords.....	8
2.3 Proteccions .....	9
2.3.1 Antic sistema mecànic .....	9
2.3.2 Fabricació per INJECCIÓ.....	10
2.4 Material TPE .....	11
3. CONJUNT D'ASPIRACIÓ, INJECCIÓ, PERIFÈRICS I ALIMENTACIONS.....	12
3.1. Mòdul d'aspiració .....	12
3.2. Injectora FISER .....	13
3.3 Injectora BATTENFELD .....	14
3.4 Refrigeradora IP20 .....	15
3.5 Refrigeradora IP31 .....	15
3.6 Atemperador .....	16
3.7 Alimentadors .....	16
3.8 Alimentació Quadre de potència perifèrics .....	17
4. ELEMENTS DEL PROJECTE.....	18
4.1 Actuadors.....	18
4.1.1 Cilindre pneumàtic .....	18
4.1.2 Vibradors Tolva.....	19
4.1.3 Actuadors pneumàtics .....	20

4.1.4 Semàfor i bocina.....	21
4.2 Sensors i element d'informació.....	21
4.2.1 Cèl·lula de càrrega.....	22
4.2.2 Convertidor de senyal analògic.....	22
4.2.3 Detector REED .....	23
4.2.4 Barrera fotoelèctrica.....	23
4.3 Elements mecànics .....	24
4.3.1 Bifurcació metàl·lica (Y) .....	24
4.3.2 Tolva d'impulsió .....	25
4.4 Comandament i control .....	25
4.4.1 PLC .....	26
4.4.2 Mòdul 8 sortides .....	26
4.4.3 Font d'alimentació.....	27
4.4.4 Pantalla HMI .....	27
4.5 Quadre i subquadre.....	28
4.5.1 Proteccions elèctriques.....	28
4.5.2 Seccions .....	29
5. PROCÉ D'ASPIRACIÓ I AUTOMATITZACIÓ .....	30
5.1 Variables del procés.....	32
5.1.1 Variables Entrades digitals.....	32
5.1.2 Variables Sortides.....	33
5.1.3 Variables Memòria de bits .....	34
5.1.4 Variables Entrades Analògiques i altres.....	35
5.1.5 Variables Pantalla .....	35
5.2 GRAFCETS.....	36
5.2.1 GRAFCET de seguiment amb la guia GEMMA.....	37
5.2.2 Posada en l'estat inicial (A1).....	37

5.2.3	Marxa de preparació (F2).....	38
5.2.4	Producció normal (F1) .....	39
5.2.5	Marxa de tancament (F3).....	40
5.2.6	Marxa verificació en ordre (F5) .....	40
5.2.7	Marxa de test (F6).....	41
5.2.8	Producció tot i defecte (D3).....	41
5.2.9	Diagnòstic o tractament de defectes (D2) .....	42
5.2.10	Parada d'emergència (D1).....	43
6.	PROGRAMA DEL PROCÉS .....	44
6.1	Automàtic .....	44
6.2	Manual .....	47
6.3	Analògica Pes .....	48
6.4	Pantalla .....	50
6.5	Pantalla Emergència .....	50
6.6	Alarmes .....	51
6.7	Entrades.....	53
7.	SCADA EN EL PROCÉS .....	54
7.1	Visualitzacions SCADA .....	54
7.2	Variables de l'SCADA.....	58
8.	PRESSUPOST .....	59
9.	CONCLUSIONS .....	60
10.	RELACIÓ DE DOCUMENTS .....	61
11.	BIBLIOGRAFIA.....	62
12.	GLOSSARI .....	64
A.	CÀLCULS DE POTÈNCIES I SECCIONS .....	65
B.	CONNEXIONAT D'ELECTROVÀLVULES .....	66
C.	PROGRAMA .....	67

## 1. INTRODUCCIÓ

Actualment les empreses necessiten actualitzar-se en els seus sistemes de producció. Si no fos així la forta competitivitat de les empreses forçaria el tancament de la mateixa. Per fer factible la continuïtat d'una empresa, haurà de millorar constantment en els seus sistemes de producció, reduint costos i millorant eficàcia del procés de fabricació. S'haurà d'invertir en maquinària per què la intervenció humana sigui la menor possible.

Així doncs, les futures actuacions de la fabrica estaran dedicades a reduir la intervenció humana i evitar costos innecessari. La opció amb més força és la d'adaptar PLC's als sistemes de producció.

### 1.1 Antecedents

Hutchinson Nichirin Brake Hoses és una fàbrica ubicada al Baix Empordà, dedicada única i exclusivament a la fabricació de tuberia flexible per frens hidràulics. Una peça molt senzilla aparentment, però amb una gran enginyeria al darrera.

S'han d'aprofitar al màxim els recursos materials disponibles de l'empresa, ja que els seus sistemes de producció no son els més eficaços.

Tot i la sensació de la sortida de la davallada econòmica dels últims anys, l'empresa vol seguir mantenint els mateixos índex de creixement que durant aquest període. Per fer-ho, s'han adonat que substituint el tipus de proteccions de les seves tuberies, passant de l'antic sistema mecànic, un sistema que durant anys ha servit per col·locar les proteccions prefabricades al punt exacte del flexible, però que actualment presenta molts inconvenients respecte a les actuals injectores, capaces de realitzar amb menys temps i amb molta més qualitat, un tub amb unes proteccions molt més fiables que amb la màquina antiga.

## 1.2 Objecte

Es dissenyarà un sistema d'aspiració per dos injectores principals, per tal de satisfer les necessitats de material TPE d'aquestes màquines. Aquest sistema ha de ser capaç de proporcionar material amb un únic circuit d'aspiració, i poder controlar quina d'elles s'abasteix, amb vàlvules de pas de material. En l'aspiració, es crearà un sistema de vibració per la tolva d'absorció per tal de donar moviment continu al material. Per altra banda s'haurà de controlar el pes del sac de material per poder generar avisos als operaris per la seva reposició.

El sistema ha de ser capaç de refrigerar el sistema hidràulic de les injectores, així com refrigerar els motlles superiors, per tal de garantir el correcte funcionament de les màquines, així com reduir al màxim el temps de parada d'aquestes.

Afegirem un sistema d'atemperació pels motlles inferiors, per anivellar les temperatures entre motlles i així poder reduir les peces defectuoses, que deriven d'una elevada pèrdua de temperatura.

S'hauran d'alimentar les màquines refrigeradores i els perifèrics, i es disposarà en la base de l'estructura d'aspiració, per tal de facilitar qualsevol modificació posterior i centralitzar el procés. Aquest control es farà amb un PLC i serà capaç de gestionar tots els passos anteriorment esmentats i haurà d'estar en un quadre a part de l'alimentació, per tal de diferenciar entre potència i control.

A part, es crearà un sistema SCADA per poder facilitar a l'usuari, l'estat de la màquina, així com poder habilitar i deshabilitar els perifèrics des del mateix. En l'SCADA, també s'ha de poder veure quina màquina està activada, al igual que visualitzar l'estat de les alarmes.

## 1.3 Especificacions i abast

Dissenyarem un sistema d'aspiració de material TPE automàtic, d'aquesta manera definirem clarament dos punts, un sistema MANUAL, on podrem canviar el sac de material TPE i poder ajustar paràmetres, i un altre d'automàtic on dissenyarem un control perquè el procés sigui capaç de subministrar material a cada alimentador sense la intervenció de cap operari fins que el sac de matèria prima s'hagi consumit i sigui necessari el seu canvi.

Per altra banda, dissenyarem la potència elèctrica dels perifèrics, tals com refrigeradores, atemperador i quadre de control del sistema d'aspiració.

Quant al control i programació de projecte, des de Hutchinson ens donen la instrucció de que el dispositiu PLC ha de ser de la marca OMRON degut a que el programador intern de la fàbrica té més coneixements sobre aquesta marca i així facilitem les possibles modificacions posteriors que pot haver.

Per acabar, realitzarem l'SCADA on podrem visualitzar i modificar paràmetres del sistema d'aspiració, com per exemple el calibrat de la cèl·lula de càrrega per poder donar avís als operaris quan el sac s'hagi consumit.

## 2. PRODUCTE HNBH

La Hutchinson Nichirin Brake Hoses, compta amb anys d'experiència abans de la fusió amb NICHIRIN. Actualment es dedica única i exclusivament als flexibles de fre hidràulics pel sector automobilístic.

Tot i semblar ser un producte de senzilla fabricació, és un procés amb molta enginyeria dins el seu procés de fabricació i assemblatge. El seu departament de qualitat, realitza proves aleatòries als seus productes, fent que les temperatures de treball arribin a estar entre (-52°C i 150°C) i amb el test de durabilitat i resistència a l'envelliment (Boira salina), es calcula que té una vida útil d'entre 10 anys o més de 400.000 Km.

### 2.1 Flexible

Aquesta part, és per on recorre el líquid de frens i ha d'estar preparada per suportar un mínim de 1400N a la tracció i un mínim de 280 bars de pressió durant 2 minuts.

El procés de fabricació, comença envoltant un espàrrec de silicona blanc, anomenat espagueti, amb cautxú vulcanitzat. Llavors passa per un trenat amb cola per evitar que la part per on circula el líquid de frens provoqui hèrnies. Per donar una capa de reforç, es torna a fer la segona capa de contratrenat per donar més fiabilitat al flexible. Per acabar, es recobreix amb una capa de cautxú i es vulcanitza a una temperatura d'uns 300° durant dos hores.

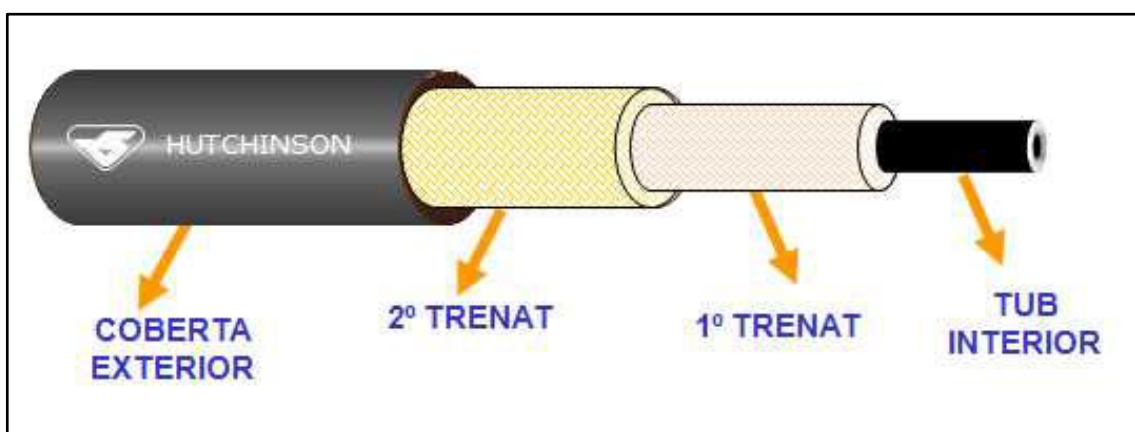


Figura 1 Flexible de fre hidràulic



## 2.2 Ràcords

Els extrems dels flexibles porten ràcords d'unió amb la pinça i distribuïdor del vehicle. D'aquestes peces existeixen una varietat concreta, que segons morfologia del vehicle i la pinça de fre, es poden adaptar millor a la connexió.



Figura 2 Ràcord Femella Cua curta



Figura 3 Ràcord Mascle Cua curta



Figura 4 Ràcord Femella Cua llarga



Figura 5 Ràcord Mascle amb llança



Figura 6 Ràcord Banjo

## 2.3 Proteccions

El flexible de fre hidràulic està en constant moviment degut al sistema de suspensió per les rodes fixes del darrera, i pel sistema de suspensió i direcció de les rodes del davant.

Aquests moviments fan que els flexibles es vegin afectats pel fregament amb altres parts del vehicle. Per contrarestar-ho es disposa de proteccions col·locades estratègicament o ràcords intermitjos per fixar parts susceptibles de ser afectades pel moviment.

Hi ha dos maneres de fabricar les proteccions, totes dues actualment actives tot i que una amb menys prestacions, i per tant mica en mica s'estan retirant les antigues màquines PIM PAM PUM per donar lloc al nou sistema d'injecció.

### 2.3.1 Antic sistema mecànic

Es un sistema mecànic a pressió que aprofita l'elasticitat del cautxú vulcanitzat per introduir-se dins el flexible. Son tres moviments, col·locació del flexible i la protecció en una base metàl·lica, tancament de la part superior de la base metàl·lica, i accionament d'un pistó que introdueix a pressió la protecció a una distància determinada segons la referència del fre hidràulic.

En aquest sistema de fabricació, a diferència del d'injecció, s'han de fabricar les proteccions a part, normalment externament amb un proveïdor.

Aquest sistema s'està retirant gradualment del procés de fabricació, per donar pas al sistema per injecció, molt més fiable per tres motius clarament definibles.

Per començar, la zona de fixació és més insegura, podent-se donar més casos de peces no acceptables per no trobar-se dins les toleràncies revisades pels verificadors. En segon lloc, el material TPE d'injecció presenta unes qualitats molt més resistents que el cautxú de l'antic sistema mecànic. Per acabar, el procés de fabricació de flexibles per minut, a diferència del sistema d'injecció, compta amb un ratio de 1 flexible cada 16 segons, a diferència del nou

sistema d'injecció, que està sobre 1 flexible per cada 4,2 segons. Així doncs, veiem com aquest sistema mecànic ha quedat desfasat sobre el nou sistema d'injecció.



Figura 7 Flexible amb proteccions per l'antic sistema mecànic

### 2.3.2 Fabricació per INJECCIÓ

El sistema per injecció, fa uns 10 anys que s'està utilitzant cada vegada més per les indústries. Les màquines d'injecció són premses hidràuliques, i n'hi ha d'horitzontal i de verticals. A HNBH, només es compta amb màquines verticals. Aquestes màquines compten amb bases per motlles, i cada referència li correspon el seu motlle.

En la part fixa de la base del motlle, es col·loca el motlle de la referència a fabricar. Per tant en cada motlle de la part fixa, hi haurà la meitat del flexible (No té perquè ser simètric), i la part on hi anirà la protecció estarà buida. Llavors baixa la part superior del motlle i s'injecta el material TPE i li donarà forma a la protecció. Cal a dir que la temperatura del material TPE a injectar s'ha de valorar en cada cas ja que segons la quantitat de material farà que la peça industrialitzada sigui favorable o desfavorable, a l'igual que la quantitat de colada de la peça fabricada ha de ser molt concreta, essent desfavorable, si no ha sigut suficient o si ha sigut excessiva.



Figura 8 Flexible amb proteccions per injecció

## 2.4 Material TPE

El material TPE ve de les sigles (Thermoplastic elastomers) o cautxú termoplàstic. Podríem dir que és una barreja d'un plàstic amb un cautxú, i donen lloc a un material amb propietats plàstiques i elastomèriques.

Dins dels molts tipus de material TPE existent, nosaltres ens centrarem en el material del grup TPE-V, és una barreja de cautxú vulcanitzat i és el més comú en els processos d'injecció.

En el grup TPE-V, trobem 4 subgrups, però el PP+EPDM és el que s'utilitza generalment en el procés d'injecció de la HUTCHINSON, així com en la indústria automobilística en general. PP vol dir polipropilè i EPDM, Etilè, propilè, diè del tipus M.

L'EPDM té una bona resistència a la abrasió i al desgast. Aquestes dos característiques fan que aquest material sigui un bon aliat en un flexible de fre hidràulic. A part d'aquestes característiques, també en té d'altres importants com poden ser aïllament elèctric, resistència als agents atmosfèrics, alcalis i àcids, i als productes químics en general, i la temperatura de treball està entre -40 i 140°C.

### 3. CONJUNT D'ASPIRACIÓ, INJECCIÓ, PERIFÈRICS I ALIMENTACIONS

Aquest conjunt compta amb 3 parts funcional: mòdul d'aspiració, Injectora FISER i Injectora Battenfeld.

Són la maquinària principal del projecte. Les injectores necessiten material TPE, i el mòdul d'aspiració serà l'encarregat de proporcionar aquest material a mesura que la tolva de cada injectora es vagi buidant.

#### 3.1. Mòdul d'aspiració

En aquest mòdul hi col·locarem el control general de l'automatització. La funció principal és la de subministrar de material TPE a les tolves o dipòsits d'alimentació de cada injectora, i modificar els paràmetres segons necessitats de calibratge.

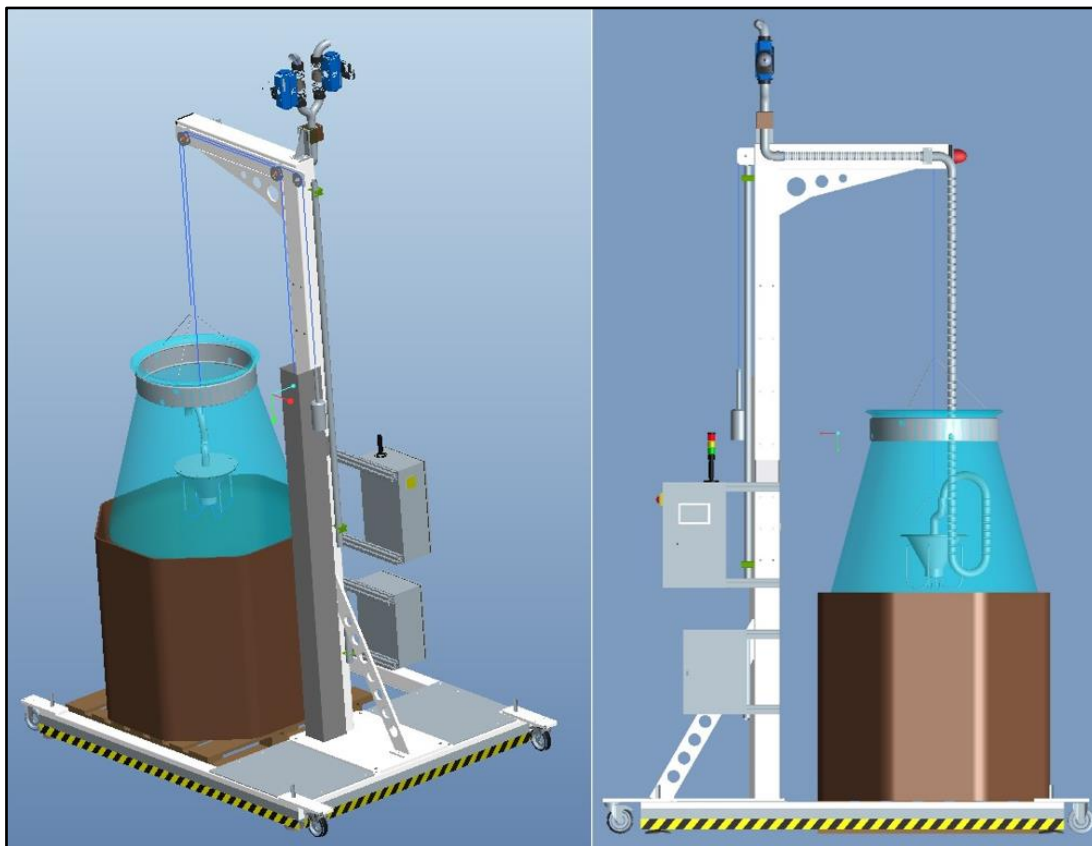


Figura 9 Mòdul d'aspiració isomètric i lateral

L'estructura suportarà la tolva d'impulsió, que està subjectada per un cable d'acer, i per tant té una posició única, i només s'haurà de moure alhora de canviar el sac de material TPE. Aquesta tolva, en el seu interior hi guarda dos vibradors, que s'activen per aire comprimit i fa vibrar la tolva d'impulsió, quan els dipòsits de cada injectora demandi material, que en aquest cas, donarem permís perquè s'obri un actuador i així tota la potència d'aspiració es dirigirà cap a un únic dipòsit, si es quedessin els dos actuadors oberts, la potència d'un dels aspiradors seria insuficient per fer arribar el material al dipòsit.

En la biga principal, hi posem un pistó d'1,2 metres de llarg, que subjectarà el sac, i l'anirà estirant cap a dalt a mesura que es buidi la saca principal, controlant-ne el pes amb una cèl·lula de càrrega Z620, capaç de suportar 150Kg. Per tant la cèl·lula de càrrega estarà entre el pistó i les cadenes de subjecció del sac principal. Hem de dir que el sac en tot moment estarà tocant a terra.

### **3.2. Injectora FISER**

Aquesta injectora, concretament una FISER SF2-150, serà una de les unitats bàsiques a controlar. Disposa de motlle superior, on l'equip hidràulic serà l'encarregat de fer-lo pujar i baixar fins el motlle inferior amb una força de tancament de fins a 1700kN. De motlles inferiors, n'hi ha 2 i són per què l'operari vagi treballant amb un d'ells mentre l'altre està amb el procés d'injecció. Les feines a realitzar mentre està en aquest procés són dues, la primera, extreure les peces ja injectades i comprovar visualment que estiguin amb totes les proteccions completament adherides i sense malformacions, i la segona, tornar a introduir els flexibles sense les proteccions dins els motlles per tornar a fer el procés d'injecció. Per què els motlles inferiors es moguin, es compta amb una banda magnètica que mourà d'esquerra a dreta segons estigui un motlle o un altre en funcionament.

La banda que ens interessa a nosaltres és on es troba el material TPE, i compta amb un dipòsit per uns 30 Kg de material, que per emplenar-lo, tenim alimentadors que més endavant ja explicarem quina és la funció específica.

Per acabar, tenim uns caudalímetres per poder regular la refrigeració del sistema hidràulic, i sistemes de motlles superior.

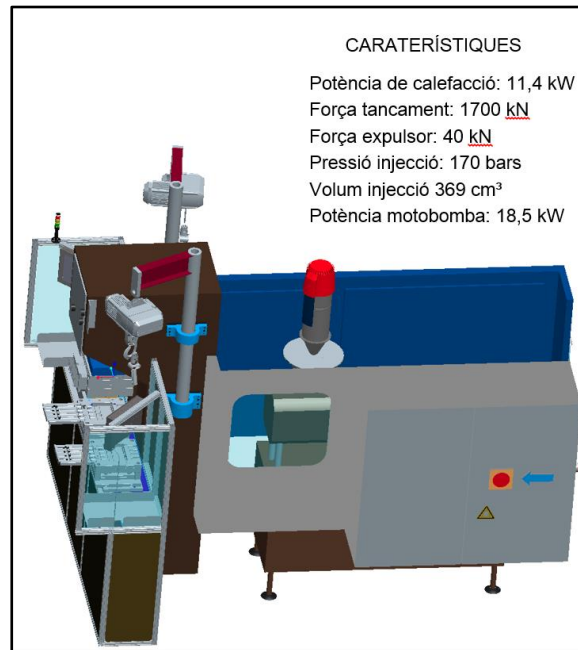


Figura 10 Injectora FISER amb alimentador

### 3.3 Injectora BATTENFELD

El model concret de la injectora és la BATTENFELD BA 350V. La diferència entre aquesta injectora i l'altre és la potència de tancament entre d'altres, aquesta té un poder de tancament de 350kN. Per totes les altres especificacions de funcionament, motlles, dipòsit de material TPE, caudalímetre per refrigeració i aspiració, tenen el mateix funcionament.

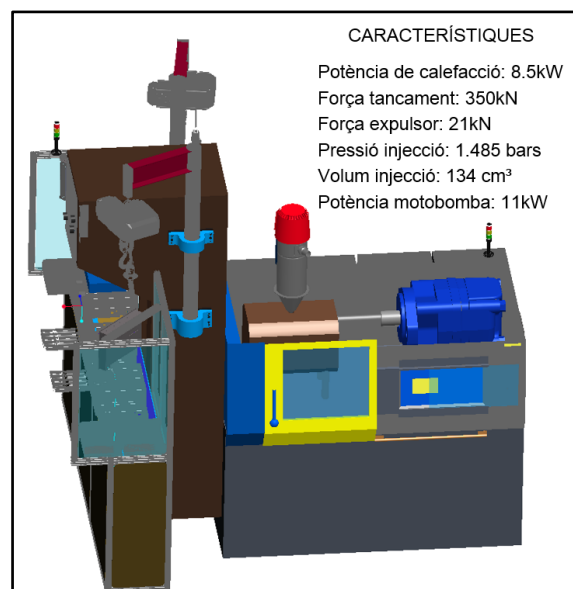


Figura 11 Injectora Battenfeld amb alimentador

### 3.4 Refrigeradora IP20

Aquesta refrigeradora s'utilitza per refrigerar els motlles de les injectores.

Perquè la injecció sigui efectiva, la temperatura del material TPE interior pot arribar als 300°C, així pot córrer en estat líquid pel recorregut interior de la base dels motlles i aprofitem per donar-li la temperatura adequada al material per fer el vulcanitzat de les proteccions. Si aquesta temperatura resta molt de temps a temperatures elevades, pot fer que l'excés de colada obstrueixi els injectors i haguem de parar la màquina per netejar els punts d'injecció. Així doncs, la refrigeradora IP20 s'encarrega de regular aquesta temperatura.

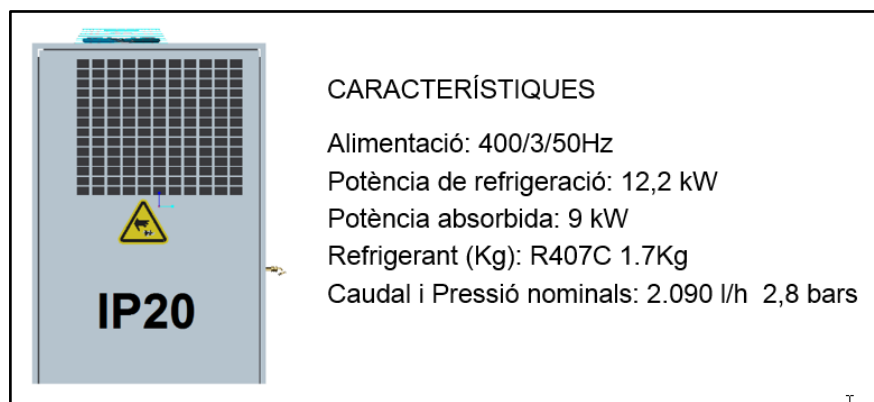


Figura 12 Refrigeradora IP20

### 3.5 Refrigeradora IP31

Aquesta refrigeradora s'utilitza per refrigerar el sistema hidràulic de les injectores.

Les injectores Battenfeld i Fiser, necessiten d'un sistema de refrigeració adequat pel sistema hidràulic, estem parlant de forces de tancament de 170kN, i sense l'ajuda d'un sistema extern de refrigeració, poden escalfar-se en excés i el sistema de seguretat intern de la injectora pararia el procés fins al refredament natural del sistema hidràulic. Per tant, amb aquesta refredadora, garantim el perfecte funcionament de les injectores.



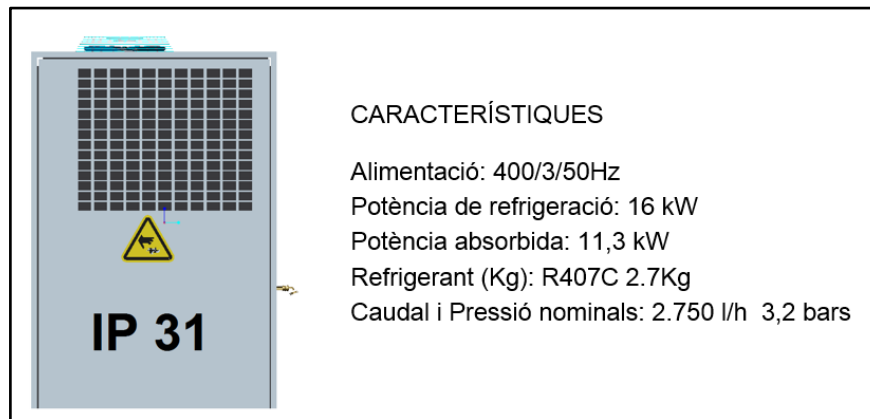


Figura 13 Refrigeradora IP31

### 3.6 Atemperador

La funció de l'atemperador és la de fer arribar els motlles inferiors a la temperatura de 30-35°C, així afavorim que la meitat del motlle inferior estigui a una temperatura adequada. Cal dir que el material dels motlles són d'acer i ferro i encara que la temperatura ambient estigui entre 22-25°C, la temperatura d'aquests materials pot estar per sota dels 15°C, i això pot fer que en el moment de la injecció, el material TPE per la seva part inferior es solidifiqui abans de temps i que hi hagin malformacions en les peces finals i obstrucció en els injectors.



Figura 14 Atemperador

### 3.7 Alimentadors

Els alimentadors, són els succionadors que porten el material TPE a la tolva d'alimentació de cada injectora. N'hi ha dos, un per cada injectora i son del mateix model: WITTMANN

FEETMAX S3 NET, amb una capacitat de treball d'entre 20 Kg/h en condicions constants, fins arribar als 250 Kg/h en el seu rendiment màxim.

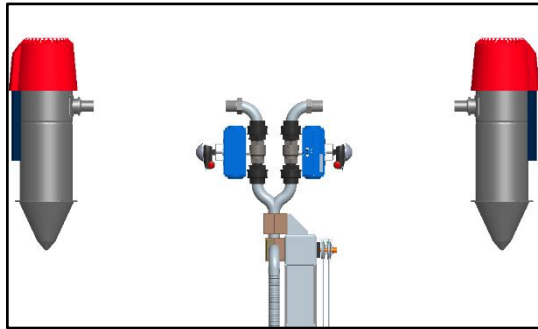


Figura 15 Alimentadors individuals

### 3.8 Alimentació Quadre de potència perifèrics

Per alimentar aquests perifèrics, alimentem el subquadre des del quadre general d'alimentació de la nau. La distància prevista que hi ha des del quadre general a subquadre son 35 metres.

En el subquadre previst, acordem posar un diferencial 4P 63A 30mA per la protecció de contactes directes i indirectes.

Per la protecció magneto-tèrmica de cada perifèric, posarem un PIA 4P 10A Curva C per l'atempador, un PIA 4P 16A Curva C per la refrigeradora IP20, i un PIA 4P 20A Curva C per la refrigeradora IP31. A part disposarem un PIA de 16A 2P per alimentar el quadre de control.

La línia a instal·lar del quadre general al subquadre serà de 4 cables unipolars 1x6 mm<sup>2</sup> RV-K 0.6/1kV lliure d'halògens instal·lats sobre rejivan metàl·lica, i la línia fins el quadre de control serà de cable multipolar 2x2,5mm<sup>2</sup> RV-K 0.6/1kV lliure d'halògens.

Per les línies de connexió als perifèrics, serà de cable multipolar 4x2.5mm<sup>2</sup> RZ1-K 0.6/1kV

## 4. ELEMENTS DEL PROJECTE

A part dels components més importants o els perifèrics, també actuen altres elements, tals com actuadors, sensors, controladors o utilitatges mecànics per donar forma al sistema d'aspiració de les injectores.

### 4.1 Actuadors

Per tal de garantir l'aspiració i la seva seguretat en el procés, compten amb una sèrie d'actuadors per facilitar la feina als operaris encarregats de la manipulació del mateix.

Cal recordar que els operaris que s'encarregaran de la manipulació de la màquina, són els que hauran d'estar previstos de la categoria 2 "preparadors", degut a que el procés no requereix comptar amb un operari durant el procés, però si requerirà l'actuació en cas d'alarma o finalització del sac de material TPE, serà llavors quan els operaris de categoria 2, després d'una formació prèvia podran accedir a la seva manipulació.

#### 4.1.1 Cilindre pneumàtic

Un dels actuadors més importants en el procés, és el cilindre pneumàtic que suporta el pes del material TPE. El cilindre, amb un sistema de politges, està lligat a un arc cilíndric, des d'on es subjecta el sac, i a mesura que es va buidant, el cilindre va fent impulsos verticals, i així el sac té un moviment continu. Si deixéssim el sac sense aquest moviment, arribaria un moment que la tolva d'impulsió arribaria a terra i encara quedaria material, perquè el material amb el que treballem, absorbeix la humitat i queda endurit.

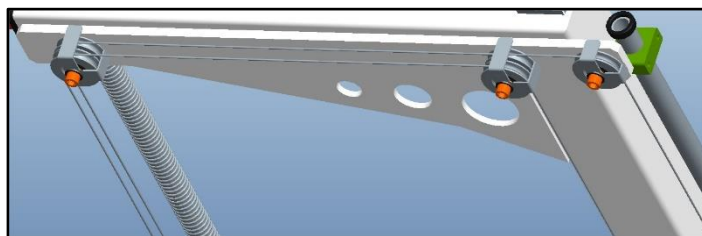


Figura 16 Conjunt politges

En la següent imatge, podem veure la funció del pistó, col·locat amb el sistema de politges, i al costat, podem apreciar el recorregut del plançó amb l'èmbol. Aquest actuador disposarà d'un limitador de pressió, perquè d'una manera mecànica sempre estigui tibant el cable del sac.



Figura 17 Imatge virtual subjecció pistó-sac

#### 4.1.2 Vibradors Tolva

Un altre element que s'activa quan qualsevol dels alimentadors està activat, són els vibradors de la tolva d'impulsió. Aquests vibradors necessiten aire comprimit per moure una bola metàl·lica interior i fer vibrar la tolva. Amb aquesta vibració, i els suports metàl·lics de la tolva d'impulsió, aconseguim que es mogui el material quan aquest està en una fase final. Si no fos així, la tolva es quedaria en un punt i absorbiria el material més proper i després es quedaria clavada en un punt sense poder absorbir més material.

Per què funcionin, necessita injecció d'aire comprimit, i li donarem la senyal pel PLC activant la bobina de l'electrovàlvula.

La pressió de l'aire comprimit el tenim fins a 4 bars regulats a l'entrada de l'estructura de de l'apirador de gransa. Per tant segons les característiques mirem les condicions de treball del vibrador a 4 bars de pressió.

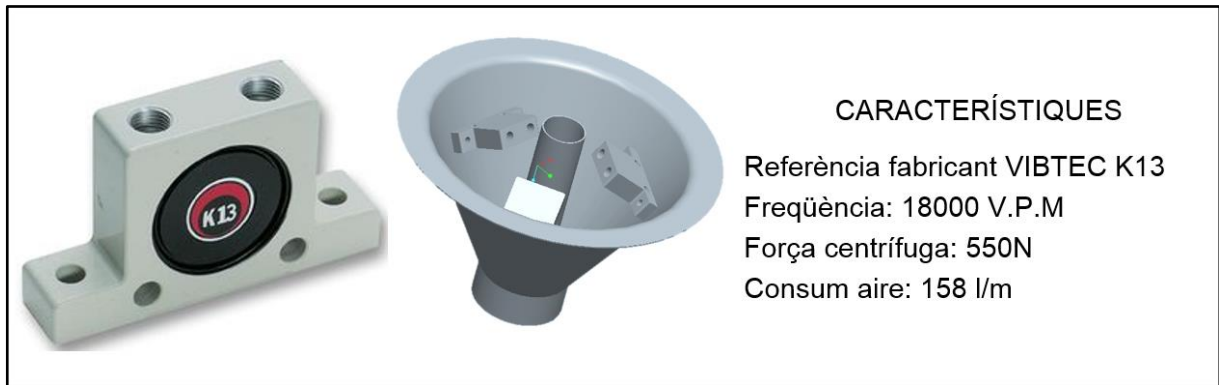


Figura 18 Vibrador pneumàtic

#### 4.1.3 Actuadors pneumàtics

Si en el moment de l'aspiració deixem oberts els dos conductes que van cap als dipòsits, la potència de l'aspirador es veuria afectada ja que en la bifurcació (Y), a part d'impulsar el material per la direcció del sac, també impulsaria per la part de l'altre dipòsit d'injectora, i la potència d'un alimentador, està dimensionat per canalitzacions de Ø40 mm. Per tant, en la peça mecanitzada de tipus Y, hi disposem dos actuadors pneumàtics per obrir la vàlvula de pas, només en el moment que l'alimentadora està succionant, i així garantim que tota la potència de l'alimentador sigui per l'injectora que demandi material TPE.

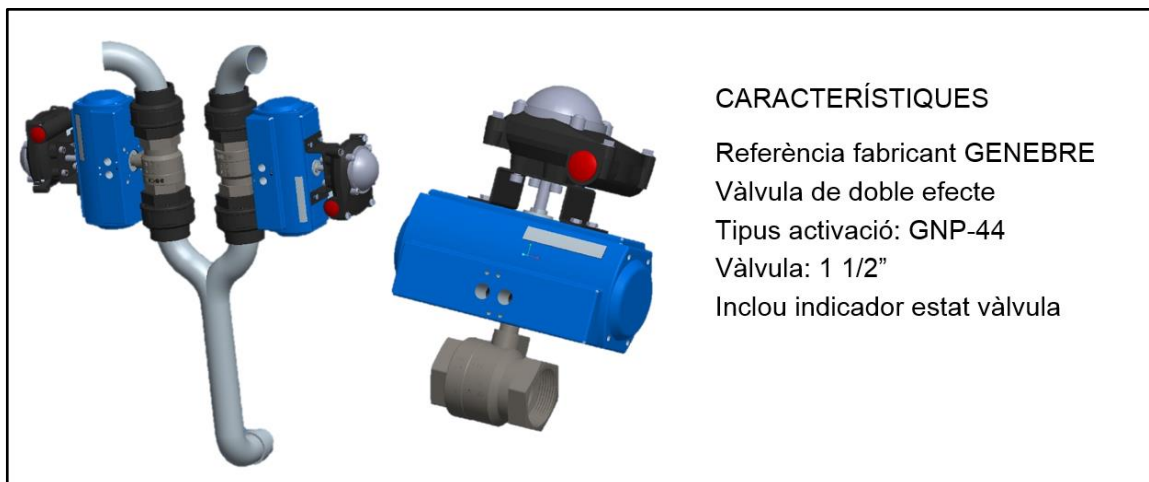


Figura 19 Vista actuadors en bifurcació, element i característiques

#### 4.1.4 Semàfor i bocina

Per poder donar informació acústica i lluminosa als operaris de que hem d'actuar sobre la màquina d'aspiració, disposem d'un semàfor d'estat amb botzina, i d'una balisa rotativa a la part més superior de l'estructura de l'aspirador.

La superfície de la planta de la Hutchinson, on anirà col·locat tot el mòdul, fa uns 1500m<sup>2</sup>, i hi ha molt de soroll. Per tant hem d'escollir els aparells a consciència, perquè qualsevol llum o senyal acústic no ens serviria.

L'impacte acústic de la fàbrica és força elevat, arribant a nivells d'entre 70-80 dB en jornades normals. Per seguretat es recomana l'ús de cascos durant la jornada de treball. Així doncs, el nivell acústic que necessitem, ha de ser superior als esmentats, i el lumínic, preferiblement, haurà de ser rotatiu per facilitar l'enfoc cap a la màquina.



Figura 20 Semàfor-Botzina12

#### 4.2 Sensors i element d'informació

D'elements que aportin informació al sistema n'hi ha de molts tipus. En aquest projecte en necessitem per saber l'estat vertical del sac amb el fi de cursa del pistó, la cèl·lula de càrrega per saber els Kg que queden etc. En els següents apartats passem a definir-ne les característiques de cadascun.

#### 4.2.1 Cèl·lula de càrrega

La funció de la cèl·lula càrrega és la de informar-nos del pes al final del sac, per poder donar l'avís a l'operari de que el sac està finalitzant. També, podem calibrar l'interval de pes per què puguem donar l'avís, així com la tara abans d'afegir el sac.

La cèl·lula de càrrega que necessitem, ha de treballar amb càrregues de fins a 150 Kg. Tot i que el sac està tocant a terra en tot moment, i més al principi, que els sacs de material TPE pesen 500Kg, i han de ser moguts amb toro mecànic, però hem de fixar una quantitat per què el pistó actuï, i el cable d'acer que el suporta estigui tensat en tot moment. Així garantim que a mesura que es buidi el material TPE, els impulsos del cilindre pneumàtic, facin moure el sac i no quedi endurit.



Figura 21 cèl·lula de càrrega, connexionat i característiques

#### 4.2.2 Convertidor de senyal analògic

Per poder calibrar la cèl·lula de càrrega, hem de tractar el senyal analògica que ens dona. Necessitem un convertidor, i com que es tracta d'una mesura proporcional, utilitzarem un convertidor 0-10V. El convertidor triat tracta l'equilibri de les resistència del pont de Winston i optem per escollir un mòdul que recomana el fabricant de la cèl·lula.



Figura 22 Convertidor senyal analògic

#### 4.2.3 Detector REED

Per saber quan s'ha acabat el sac, tenim un detectors REED, col·locarà al perfil del cilindre pneumàtic. D'aquesta manera, aconseguirem calibrar els fins de cursa del cilindre pneumàtic. Com que son detectors inductius, calibrarem els detectors perquè s'indueixin magnèticament quan l'èmbol passa per la posició desitjada, es a dir a la part més superior. Per la posició inicial no caldrà posar un inductiu, perquè comença en la seva part més inferior.

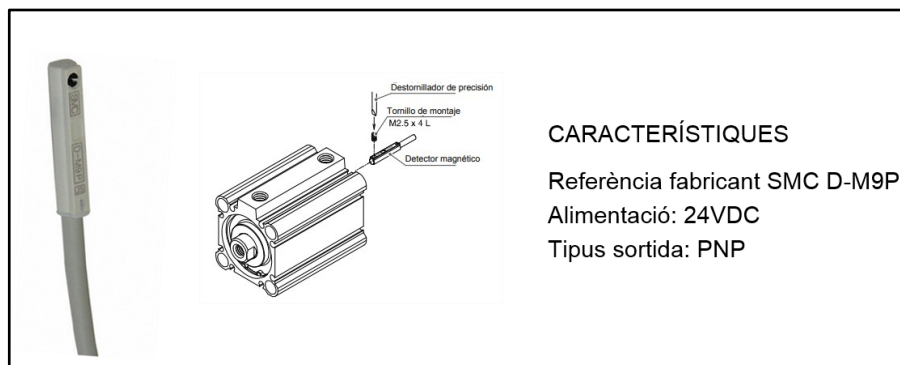


Figura 23 Sensor REED, posicionament en cilindre i característiques

#### 4.2.4 Barrera fotoelèctrica

Per acabar amb els elements de comunicació, posarem una barrera fotoelèctrica, a la base de l'estructura de l'aspirador. D'aquesta manera aconseguim, que si no hi ha sac a lloc, no pugui començar el programa. Amb això evitem, qualsevol moviment de l'aspirador mentre es manipula el sac, ja sigui per reposar-lo o moure'l.



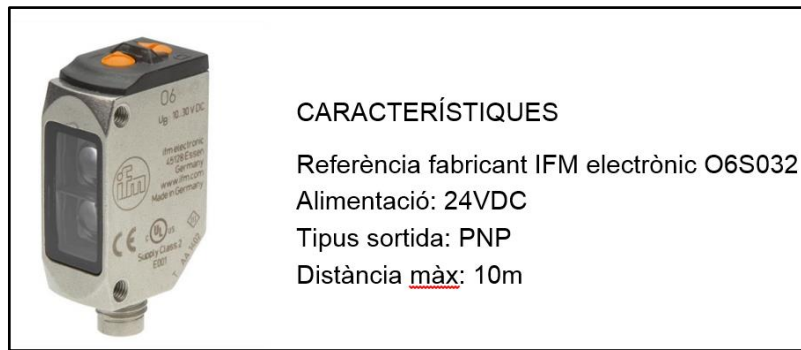


Figura 24 Barrera Fotoelèctrica

### 4.3 Elements mecànics

Els elements més importants per poder executar l'aspirador són la tolva d'impulsió, i la bifurcació del canal de conducció.

#### 4.3.1 Bifurcació metàl·lica (Y)

Per la realització de la bifurcació, s'ha tingut en compte el material a realitzar per la suportació que s'ha dissenyat així com la situació en l'estructura, i el pes que haurà de suportar. Recordem que a sobre de cada sortida de la bifurcació hi van col·locats els actuadors amb les vàlvules i els indicadors. Per tant, el material triat ha sigut l'acer inoxidable.

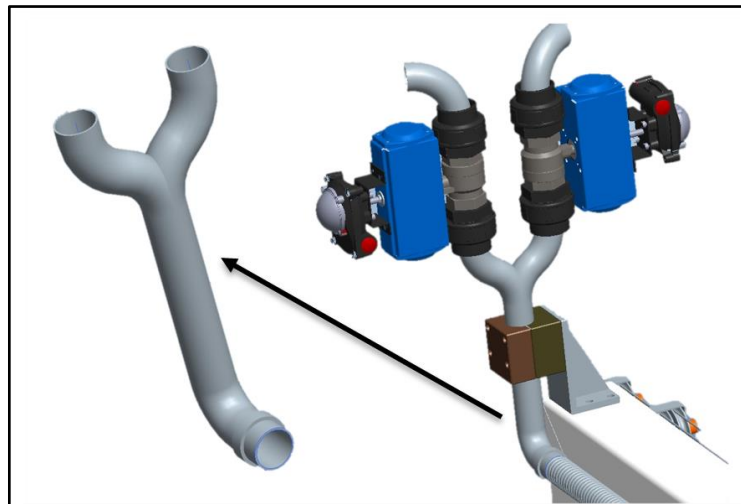


Figura 25 Utilatge Bifurcació

#### 4.3.2 Tolva d'impulsió

La tolva d'impulsió, és un element de compra estàndard, però se li han hagut de fer unes modificacions, perquè s'optimitzi la seva funció.

La primera modificació, ha sigut el tall de flauta a l' agulla del conducte. La funcionalitat d'aquesta modificació, és que la zona que està en contacte amb el material tingui més superfície d'obertura, i que al acabar en punta, en el moment de l'aspiració i amb la vibració faci una funció mínima d'excavació.

Per altra banda, la següent modificació, ha sigut la de soldar unes potes tipus aranya a la tolva. D'aquesta manera s'aconsegueix que la tolva no es tombi d'un costat i baixi totalment vertical durant l'alimentació de tot el sac, així com ajudar en el moviment del material TPE en el moment de la vibració



Figura 26 Detall tall flauta i potes aranya

#### 4.4 Comandament i control

Per poder fer el control automatitzat, l'empresa ens dona l'ordre de que el PLC més els seus mòduls afegits, siguin de la casa OMRON. El motiu és que, el preparador de les màquines de la Hutchinson té experiència en aquest tipus de programari i per tant s'utilitzaran aquests PLC.

Quant a la pantalla no tenim restriccions de marca ni model, per tant escollirem la que millor s'adapti en preu, qualitat i experiència per la direcció del projecte.

#### 4.4.1 PLC

Per escollir el PLC, necessitem saber les entrades i sortides totals, i si porta entrades analògiques ja que necessitem una per la cèl·lula de càrrega. A part, tot i que hem triat un PLC amb moltes entrades i sortides, segons la gamma CPL1, necessitarem un mòdul extra de sortides per poder fer front a la quantitat d'actuadors que actuen en aquest projecte.

## CARACTERÍSTIQUES

Referència fabricant OMRON CP1LEM40DRD

Alimentació: 24VDC (4.5W)

Tipus sortida: Relé

## Entarades analògiques: 2

I/O Digital: 24 entrades 12 Sortides

Port: Ethernet



Figura 27 PLC Omron CP1LEM40DRD

#### 4.4.2 Mòdul 8 sortides

Com que durant el procés necessitem més de 16 sortides digitals, necessitem dotar el PLC de sortides extres, per aquest motiu adquirirem un mòdul extra de sortides. Optem per un CP1W8ER, així optem a 8 sortides digitals més, tot i que no s'utilitzaran totes elles.

## CARACTERÍSTIQUES

Referència fabricant OMRON CP1W8ER

Alimentació: 24VDC (2,9W)

Tipus sortida: Relé

I/O Digitals: 8 Sortides



Figura 28 Mòdul sortides Omron CP1W8ER

#### 4.4.3 Font d'alimentació

L'alimentació d'aquests elements la farem amb una font d'alimentació 24 VDC. Tot i que s'ha de dir que també l'utilitzarem per altres elements, i per tant haurem de dimensionar-la i tenir en compte el corrent màxim de sortida o la potència total. Els elements a tenir en compte són: Barrera fotoelèctrica, sensors REED, convertidor analògic, semàfor, botzina, balisa etc.



Figura 29 Font Alimentació Meanwell

#### 4.4.4 Pantalla HMI

Per finalitzar amb el control, introduïm un SCADA al quadre de control per poder calibrar i veure l'estat de les màquines en cada moment. També l'utilitzarem per la gestió de les alarmes entre d'altres.

El sistema de comunicació entre la pantalla i el PLC, és amb cable UTP Cat6.



Figura 30 Terminal ESA 107 7"

## 4.5 Quadre i subquadre

En aquest apartat dimensionarem el quadre d'alimentació de l'aspirador, on passarem una línia que ve del quadre general de distribució. A part, del mateix quadre d'alimentació, passarem una línia per alimentar el subquadre de control pel PLC, endoll i font d'alimentació.

### 4.5.1 Proteccions elèctriques

Nom	Potència	Voltatge (U)	I màx.	Cos $\phi$	PIA
IP20	9 kW	400 V	15,28 A	0,85	4P 16 A
IP31	11,3 kW	400 V	19,19 A	0,85	4P 20 A
Atemperador	4,2 kW	400 V	7,13 A	0,85	4P 10 A
Subquadre	3,68 kW	230 V	16 A	1	2P 16 A
TOTAL QUADRE	28,18kW				

Taula 1 Proteccions magnetotèrmiques quadre

Nom	Potència	Voltatge (U)	I màx.	Cos $\phi$	Diferencial
Quadre alimentació	28,18 kW	400 V	47,85 A	0,85	63 A

Taula 2 Proteccions diferencial Quadre

Pel dimensionament de les proteccions magnetotèrmiques, hauran de ser de curva C, i pel dimensionament del diferencial, la sensibilitat haurà de ser de com a mínim 30mA. El

diferencial farà de seccionador general pel quadre d'alimentació, i correrà a càrrec de l'empresa, la protecció tèrmica des del quadre general de la fàbrica.

#### 4.5.2 Seccions

Nom	Potència	Voltatge (U)	Cos $\phi$	Distància	e (5%)	Secció
IP20	9 kW	400 V	0,85	7 m	20V	4x2,5mm <sup>2</sup>
IP31	11,3 kW	400 V	0,85	7 m	20V	4x4mm <sup>2</sup>
Atemperador	4,2 kW	400 V	0,85	6 m	20V	4x2,5mm <sup>2</sup>
Subquadre	3,68 kW	230 V	1	1,5 m	11,5V	2x2,5mm <sup>2</sup>
Quadre general	28,18 kW	400 V	0,85	35 m	20V	4x6mm <sup>2</sup>

Taula 3 Seccions quadre i subquadre

Quant a la derivació a terra haurem de passar un cable de la mateixa secció, per connectar als perifèrics, quadre i subquadre.

## 5. PROCÉ D'ASPIRACIÓ I AUTOMATITZACIÓ

A continuació anem a explicar el procés segons la guia GEMMA, cal dir que el procés següent no està subjecte a que puguem modificar gaire l'estat del procés, tot i així, explicarem cada bloc de la guia GEMMA, com un GRAFCET independent, denominats específicament per aclarir l'estat en el que s'està treballant.

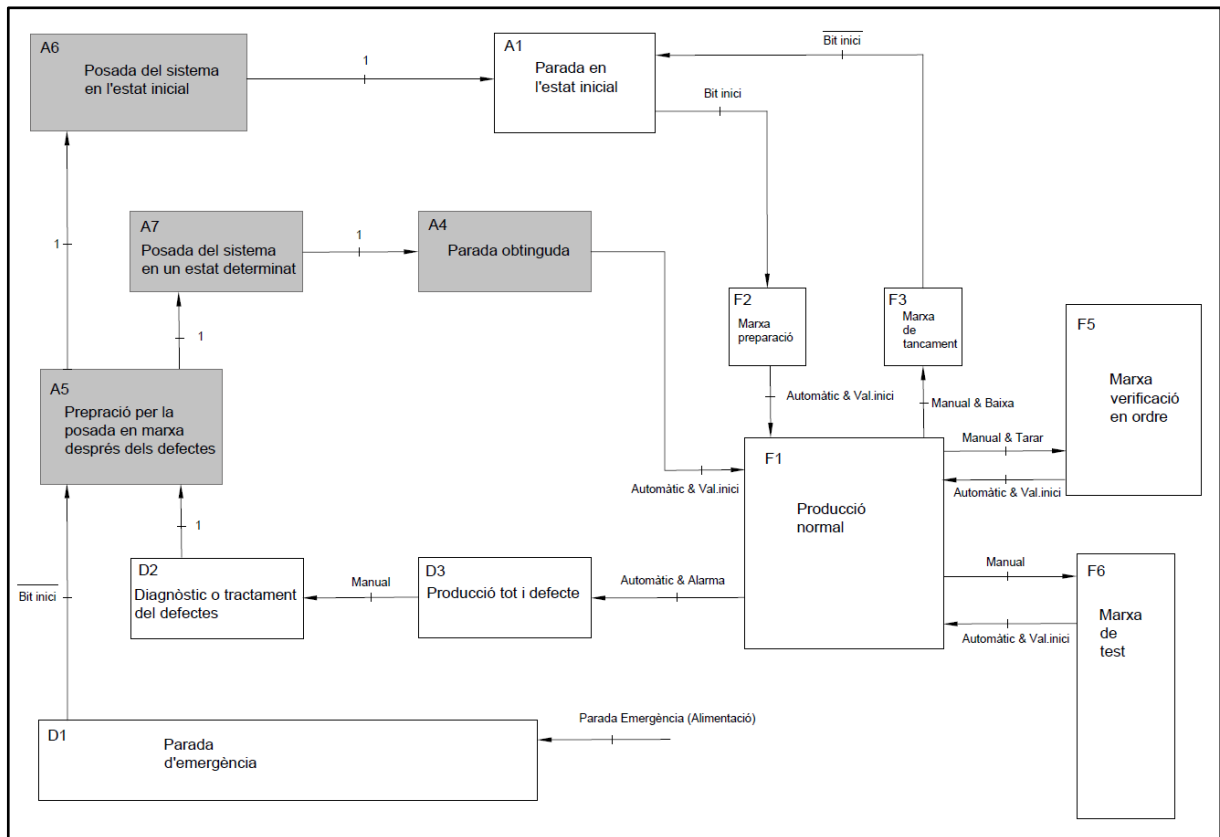


Figura 31 Model SCADA projecte aspiració

En la figura anterior, trobem el model SCADA del projecte, com podem veure, els blocs en gris, suposen la seva anul·lació directa, passant de l'últim bloc en blanc, cap al següent. Com s'observa, en la majoria de canvis de bloc, es fa per mitjà de Passem a analitzar etapa per etapa.

La etapa A1, parada en l'estat inicial, és on es troba inicialment el procés abans de que arribi alimentació al quadre de comandament. Comencem encara que no hi hagi alimentació per què un cop s'alimenta, directament es passa a la etapa (F2) de marxa de preparació. Podem arribar a la etapa A1 des de 2 llocs, des de (F3) de marxa de tancament, un cop tenim la

màquina en la posició més adient per poder tancar-la des de l'alimentació (molt poques vegades), i des de la parada d'emergència (D1), que per normativa, totes les màquines han de tenir-ne una, i en aquest cas, talla el subministrament elèctric.

Per la etapa de marxa de preparació F2, el que fem és donar potència als perifèrics que necessitem pel sistema d'aspiració, en el cas que hi hagi alguna màquina que no puguem alimentar sortiria una alarma, inclosa la botzina per alertar els encarregats de la màquina. El mètode per activar aquest mode és amb el bit d'inici, així ens assegurem que abans de començar qualsevol procés, tindrem totes les màquines a punt.

La etapa F1, de producció normal és on es treballa la majoria del temps, i sempre s'activarà de la mateixa manera, amb el selector en automàtic i validant inici. Des de la pantalla, podrem veure l'estat de cada perifèric, i si alguna de les alimentadores està subministrant material TPE als dipòsits de les injectores.

El mètode de treball de la etapa F1, és activant el pistó automàticament per tensar el cable que suporta el sac, i aquest parará quan el limitador de pressió s'activi regulat a una pressió suficient per què el pistó mantingui el cable suficientment tensat. Per altra banda, activarà i desactivarà les vàlvules de material TPE quan les injectores donin permís. En tot moment s'estarà mesurant el pes del sac, per què quan quedi entre 50 i 100Kg soni la botzina i que l'operari canviï el sac. En aquest cas és quan es passa a la etapa D3 de producció tot i defecte.

L'etapa de test F6, s'activa, passant a mode manual, i amb els bits creats per la pantalla SCADA, podrem activar i desactivar els perifèrics a la nostra conveniència per poder provar i comprovar el que necessitem, com per exemple pujar i baixar pistó, alimentadores, vàlvules TPE etc. Des de l'etapa F6, per tornar a la producció normal, haurem de seleccionar automàtic i validar inici.

La etapa F5 de marxa de verificació en ordre, és on podrem tarar el sac de gransa buit, per poder calibrar els marges de pes, un cop estigui finalitzant el sac, quan està en producció normal F1. Per arribar a F1, passem directament de la producció normal, o també un cop estem en marxa de preparació F2, haurem de passar el selector a manual més el bit creat per la pantalla de l'SCADA anomenat "tarar".



Per acabar els blocs de producció ens queda la marxa de tancament F3, cal dir que aquest sistema gairebé sempre estarà en marxa i per tant, ben poques vegades s'haurà d'utilitzar aquesta etapa. Quan estiguem en producció normal, passarem a F3 amb el selector de manual, i el pulsador mantingut "baixa", amb això aconseguim que el sac baixi fins la part més baixa anul·lant el perill que pugui haver, i per finalitzar, desconnectem de l'alimentació des del quadre d'alimentació. Amb aquesta maniobra s'anul·la el bit d'inici.

A continuació, explicarem el bloc de procés en defecte, i començarem amb l'etapa de la parada d'emergència D1. Per arribar a aquest bloc, estant en el bloc que estem, s'ha de premer el pulsador d'emergència i desconnectarem l'alimentació, llavors passem directament a l'etapa A1 de parada en l'estat inicial. Per reactivar, es posa a lloc el pulsador d'emergència, i es reconnecta.

Seguint en el procés en defecte, quan apareixi una alarma, normalment serà la de sac de gransa finalitzat, encara quedaran restes per poder seguir treballant i poder seguir en producció per unes quantes alimentades més. En aquesta etapa s'avis a l'operari mitjançant senyal acústic i lluminós del semàfor més una balisa. D'aquí passarem a l'etapa D2.

En l'etapa D2 haurem de depurar les alarmes obtingudes, sempre amb el selector en manual. Per tornar a la producció normal, un cop depurades les alarmes, ja sigui canviant de sac o altres, haurem de tornar el selector a automàtic i validar inici.

## **5.1 Variables del procés**

Per entendre millor el procés, coneixerem les variables del programa i descriurem cada part per separat.

### **5.1.1 Variables Entrades digitals**

Les variables entrades digitals del sistema son 15, i encara tenim 9 entrades sobrants per utilitzar-les en cas que es vulgui utilitzar posteriorment.

Nom	Tipus dada	Direcció	Comentari
inEvBattenObert	BOOL	0.00	Estat electrovàlvula Battenfeld oberta
inEvBattenTancat	BOOL	0.01	Estat electrovàlvula Battenfeldtancada
inEvFiserObert	BOOL	0.02	Estat electrovàlvula Fiser oberta
inEvFiserTancat	BOOL	0.03	Estat electrovàlvula Fiser tancada
inNivellAspBatten	BOOL	0.04	Nivell aspiració Battenfeld
inNivellAspFiser	BOOL	0.05	Nivell aspiració Fiser
inDetFinalSac	BOOL	0.06	Detecció final sac
InDetIniciSac	BOOL	0.07	Detecció inici sac
inBarrera	BOOL	0.08	Estat barrera
inSelManAuto	BOOL	0.09	Selector 0:Auto 1:Man
inPolsPujar	BOOL	0.10	Pulsador Pujar cilindre
inPolsBaixar	BOOL	0.11	Pulsador baixar cilindre
inPolsValidarInici	BOOL	1.00	Pulsador Validar/Inici
inBattenOn	BOOL	1.01	Potència Battenfeld ON
inFiserOn	BOOL	1.02	Potència Fiser On

Taula 4 Variables entrades digitals

### 5.1.2 Variables Sortides

Nom	Tipus dada	Direcció	Comentari
outBattenAspir	BOOL	100.00	Activar aspiració Battenfeld
outFiserAspir	BOOL	100.01	Activar aspiració Fiserfeld
outGranzaPujar	BOOL	100.02	Pujar cilindre pneumàtic
OutGranzaBaixar	BOOL	100.03	Baixar cilindre pneumàtic
outEVGBatten	BOOL	100.04	Electrovàlvula gransa Battenfeld
outEVGFiser	BOOL	100.05	Electrovàlvula gransaFiser
outBattenEvOli	BOOL	100.06	Electrovàlvula hidràulic Battenfeld
outBattenEvAigua	BOOL	100.07	Electrovàlvula motlles Battenfeld
outBattenEvAtemp	BOOL	101.00	Electrovàlvula atemperador Battenfeld
outFiserEvOli	BOOL	101.01	Electrovàlvula hidràulic Battenfeld
outFiserEvAigua	BOOL	101.02	Electrovàlvula motlles Battenfeld
outFiserEvAtemp	BOOL	101.03	Electrovàlvula atemperadorBattenfeld
outPotRefrigOli	BOOL	101.04	Potència refrigerador hidràulic
outPotRefrigAigua	BOOL	101.05	Potència refrigerador motlles
outPotRefrigAtemp	BOOL	101.06	Potència atemperador
outGranzaVibrador	BOOL	101.07	Activar vibrador
outSemaforVerd	BOOL	102.00	Llum verd semàfor
outSemaforGroc	BOOL	102.01	Llum groc semàfor
outSemaforVermell	BOOL	102.02	Llum vermell semàfor
outSemaforSirena	BOOL	102.03	Botzina semàfor
outBalissa	BOOL	102.04	Balissa
outValidarIniciLed	BOOL	102.05	Led pulsador validar/inici

Taula 5 Variables sortides

### 5.1.3 Variables Memòria de bits

La majoria d'aquests bits han estat creats per poder organitzar la programació ordenadament. Si separéssim els bits creats en grups segons programació, serien els següents: Per començar, els bits creats quan el sistema està treballant en mode manual, on els bits assignats comencen amb "bMan...", en segon tenim els bits creats per poder treballar en mode automàtic, i l'assignació serà "bauto...", continuariem amb els bits "bHAb..." que son els que s'utilitzaran en el SCADA per poder habilitar i deshabilitar els perifèrics a la nostra conveniència.

Nom	Tipus dada	Direcció	Comentari
bAutoBattenEvOli	BOOL	W10.06	Permís EV Automàtic Battenfeld Oli
bAutoBattenEvAigua	BOOL	W10.07	Permís EV Automàtic Battenfeld Aigua
bAutoBattenEvAtemp	BOOL	W10.08	Permís EV Automàtic Battenfeld Atemp
bAutoFiserEvOli	BOOL	W10.09	Permís EV Automàtic Fiser Oli
bAutoFiserEvAigua	BOOL	W10.10	Permís EV Automàtic Fiser Aigua
bAutoFiserEvAtemp	BOOL	W10.11	Permís EV Automàtic Fiser Atemp
bAutoPotRefrigOli	BOOL	W10.12	Potència Refrigerador Oli Automàtic
bAutoPotRefrigAigua	BOOL	W10.13	Potència Refrigerador Aigua Automàtic
bAutoPotRefrigAtemp	BOOL	W10.14	Potència Atemp
bHabBattenEvOli	BOOL	H8.00	Habilitar EV Oli Battenfeld
bHabBattenEvAigua	BOOL	H8.01	Habilitar EV Aigua Battenfeld
bHabBattenEvAtemp	BOOL	H8.02	Habilitar EV Atemp Battenfeld
bHabFiserEvOli	BOOL	H8.03	Habilitar EV Oli Fiser
bHabFiserEvAigua	BOOL	H8.04	Habilitar EV Aigua Fiser
bHabFiserEvAtemp	BOOL	H8.05	Habilitar EV Atemp Fiser
bHabPotRefrigOli	BOOL	H8.06	Habilitar potència refrigerador Oli
bHabPotRefrigAigua	BOOL	H8.07	Habilitar potència refrigerador Aigua
bHabPotRefrigAtemp	BOOL	H8.08	Habilitar potència Atemp
bManBattenAspir	BOOL	H10.00	Permís aspiració Manual Battenfeld
bManFiserAspir	BOOL	H10.01	Permís aspiració Manual Fiser
bManPolsEvFiser	BOOL	H10.03	Pulsador de pantalla EV Fiser
bManPolsEvBatten	BOOL	H10.04	Pulsador de pantalla EV Battenfeld
bManBattenEvOli	BOOL	H10.06	EV Oli Battenfeld Manual
bManBattenEvAigua	BOOL	H10.07	EV Aigua Battenfeld Manual
bManBattenEvAtemp	BOOL	H10.08	EV Atemp Battenfeld Manual
bManFiserEvOli	BOOL	H10.09	EV Oli Fiser Manual
bManFiserEvAigua	BOOL	H10.10	EV Aigua Fiser Manual
bManFiserEvAtemp	BOOL	H10.11	EV Atemp Fiser Manual
bManPotRefrigOli	BOOL	H10.12	Potència refrigerador oli Manual
bManPotRefrigAigua	BOOL	H10.13	Potència refrigerador aigua Manual

Taula 6 Variables memòria de bits

Com es veu en la taula anterior, la quantitat de bits creats son molts, però gràcies a la diferenciació d'aquests grups abans explicats, hem aconseguit fer un sistema de programació molt intuïtiu alhora de treballar amb els següents bits.

#### 5.1.4 Variables Entrades Analògiques i altres

En aquest apartat podem veure les 4 entrades analògiques primeres, que són del tipus de dada paraula. Com es pot veure, en les especificacions de l'assignació, al final de cada nom, apareix una "X" o una "Y", i és degut a que per calibrar farà una recta, on la pendent seran aquest paràmetres. Les altres variables que hi ha en el programa son bits de pols, indicadors i la temporalització quan sona l'emergència.

Nom	Tipus dada	Direcció	Comentari
PesApr1500Control	CHANNEL	D400	D20
PesApr1500ControlXm	CHANNEL	D401	Cèl·lula de càrrega APR canal de control
PesApr1500ControlY0	CHANNEL	D402	Cèl·lula de càrrega APR canal de control
PesApr1500ControlY1	CHANNEL	D403	Cèl·lula de càrrega APR canal de control
P_Cycle_time_Value	UDINT	A264	Temps d'exploració actual
P_Max_Cycle_Time	UDINT	A262	Temps de cicle màxim
P_0_2S	BOOL	CF101	Bit de pols de rellotge de 0,2 seg
P_EQ	BOOL	CF006	Indicador de igual que
P_On	BOOL	CF113	Indicador sempre on
TempEmerg	BOOL	T0015	Temps acústic per emergència

Taula 7 Variables Entrada analògica i altres

#### 5.1.5 Variables Pantalla

Les variables de la pantalla, són una memòria de bits creats per poder interactuar amb la pantalla, la majoria son bits i tenen el prefix "bScr..." n'hi ha que simplement son "Scr..." i son del tipus de dada INTEGER, per les mesures de pes de la cèl·lula de càrrega.

Nom	Tipus dada	Direcció	Comentari
ScrPesActual	INT	D20	Valor per la pantalla de pes
SCcrPesTarat	INT	D22	Valor del pes ja tarat
ScrValorMaxPes	INT	D24	Consigna màxim
ScrValorMinPes	INT	D23	Consigna mínim
ScrValorTarat	INT	D21	Valor que restem al real, i passem a tarat
ScrCanviPantalla	INT	D11	Núm. Pantalla es vol anar

Taula 8 Variables memòria de bits pantalla

Nom	Tipus dada	Direcció	Comentari
ScrCanviPantalla	INT	D11	Núm. Pantalla es vol anar
ScrCanviPantallaComando	INT	D10	Vol dir escriure
bScrBattenAspir	BOOL	200.00	Permís aspiració Battenfeld
bScrFiserAspir	BOOL	200.01	Permís aspiració Fiser
bScrPolsEvBatten	BOOL	200.02	Polsador electrovàlvula Batten
bScrPolsEvFiser	BOOL	200.03	Polsador electrovàlvula Fiser
bScrGranzaPujar	BOOL	200.04	Polsador pujar cilindre
bScrGranzaBaixar	BOOL	200.05	Polsador baizar cilindre
bScrBattenEvOli	BOOL	200.06	Electrovàlvula regriferació oli Battenfeld
bScrBattenEvAigua	BOOL	200.07	Electrovàlvula regriferació aigua Battenfeld
bScrBattenEvAtemp	BOOL	200.08	Electrovàlvula atemperador Battenfeld
bScrFiserEvOli	BOOL	200.09	Electrovàlvula regriferació oli Fiser
bScrFiserEvAigua	BOOL	200.10	Electrovàlvula regriferació aigua Fiser
bScrFiserEvAtemp	BOOL	200.11	Electrovàlvula atemperador Fiser
bScrPotRefrigOli	BOOL	200.12	Potència refrigerador Oli
bScrPotRefrigAigua	BOOL	200.13	Potència refrigerador Aigua
bScrPotRefrigAtemp	BOOL	200.14	Potència refrigerador Atempador
bScrGranzaVibrador	BOOL	200.15	Vibració
ScrPolsTarar	BOOL	203.00	Pulsació per tarar
ScrAlarmaDisplay	BOOL	W0.03	Display alarma
ScrIconaAlarma	BOOL	W0.02	Icona de l'alarma

Taula 8 Variables memòria de bits pantalla

## 5.2 GRAFCETS

Com que ja sabem les variables a utilitzar del sistema, ho plasmarem en els graficets de cada bloc de la GUIA GEMMA. Per fer-ho, a part d'anomenar cada bloc per la seva referència de la guia, també es farà de manera que la puguem identificar per l'actuació real que fa dins la guia.

### 5.2.1 GRAFCET de seguiment amb la guia GEMMA

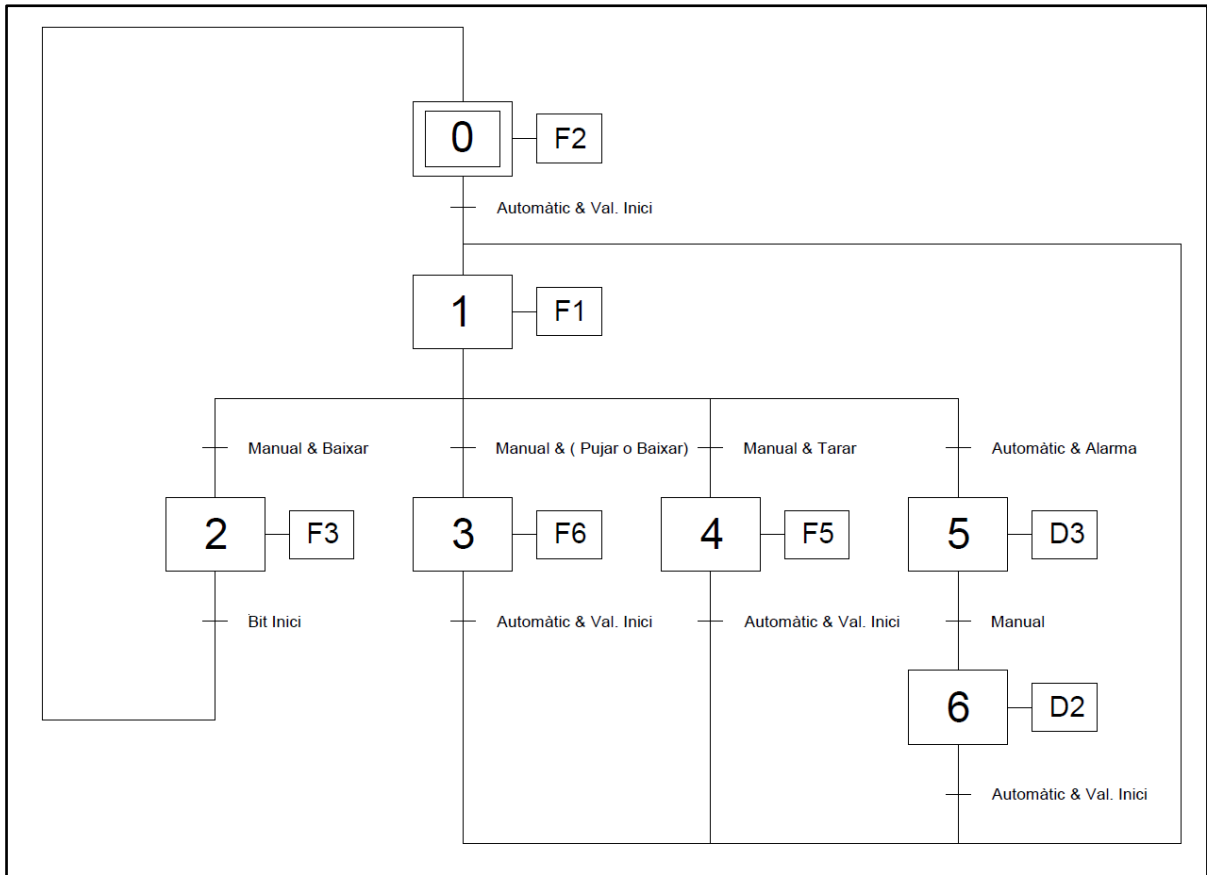


Figura 32 Grafcet de seguiment

La figura anterior serveix per poder veure a on ens porta cada actuació que fem amb els actuadors del procés. Cal dir que el sistema està pensat en SET i RESET, com es pot veure en el codi del programa.

### 5.2.2 Posada en l'estat inicial (A1)

La posada en l'estat inicial, és la màquina sense alimentació, això és degut a que la programació és una mica complexa pel procés descrit, i que la màquina comença a actuar a partir que el PLC rep alimentació. Així doncs, per activar el següent bloc, és amb el bit d'inici.

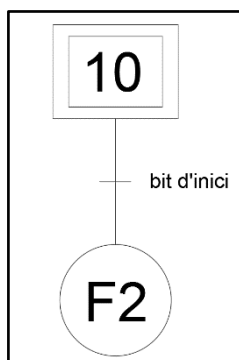


Figura 33 GRAFCET Etapa A1

### 5.2.3 Marxa de preparació (F2)

La marxa de preparació, consisteix a activar la potència de les màquines refrigeradores IP20, IP31 i l'atemperador. També, quan li arriba l'estat de cada injectora, activa o deixa desactivades les vàlvules d'entrada a cada zona a refrigerar o atemperar. Per sortir d'aquest mode, només cal, deixar en manual, o selecciona automàtic i validar inici.

Cal dir que, si en qualsevol moment, estem en qualsevol bloc, i entra l'activació d'una injectora, automàticament s'activen les vàlvules sense la necessitat de passar pel bloc F2.

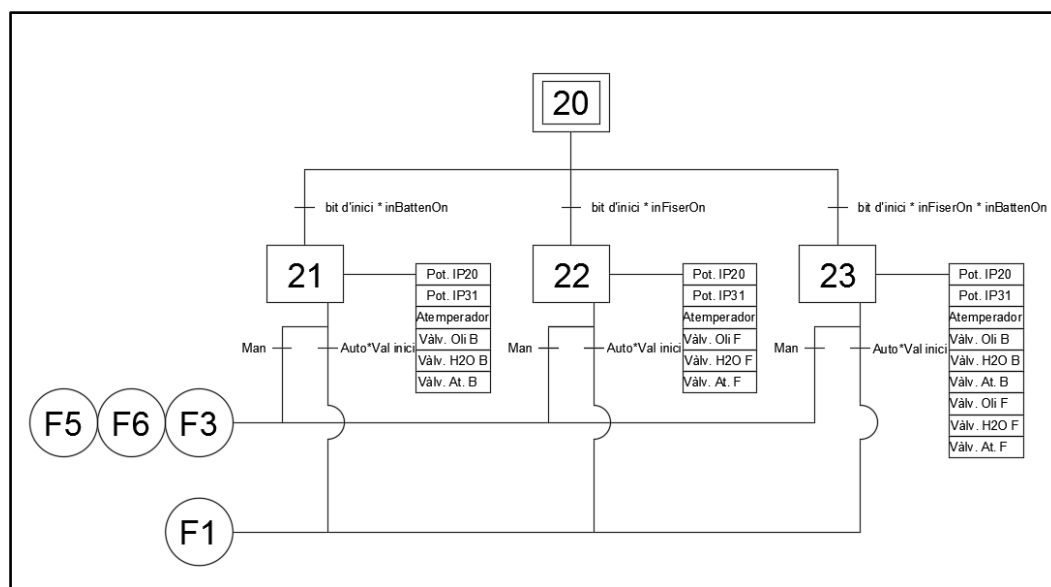


Figura 34 Etapa F2

### 5.2.4 Producció normal (F1)

En aquest bloc, s'activa únicament amb el selector en automàtic, i prement validar inici. En aquest bloc, està constantment mesurant el pes per mostrar-lo a la pantalla, així com comparant-lo amb les consignes de pes màxim i mínim prèviament calibrades, per si ha d'activar l' alarma de canvi de sac. Un cop s'activa el bloc, també activa l'electrovàlvula de pujada del pistó, que s'atura amb el limitador de pressió, i així es manté el cable tensat pel sac.

Quant a l'aspiració, si arriba el senyal del dipòsit de l'alimentador de cada injectora per què s'empleni, fa obrir la vàlvula de material de la injectora activada, l'aspiració de l'alimentadora per succionar el material, i la vàlvula per moure els vibradors de la tolva d'impulsió. S'acaba quan l'alimentadora ja no necessita més material.

Del bloc F, podem passar als blocs F3, F5, F6 i D3. Per activar qualsevols dels blocs F, només cal seleccionar manual, en el cas de F3, haurem de mantenir premut el polsador de baixar fins que el sac baixi fins a baix de tot. En cas del bloc F5, a part de mode manual, haurem de prémer "tarar" de la pantalla, per poder ajustar el pes, en cas que vulguem canviar algun paràmetre, així com canviar la consigna de pes, dels límits mínim i màxim.

Per passar al bloc F6, només haurem de seleccionar manual, i ja es podrà habilitar o deshabilitar els perifèrics necessaris, per fer les proves que calguin.

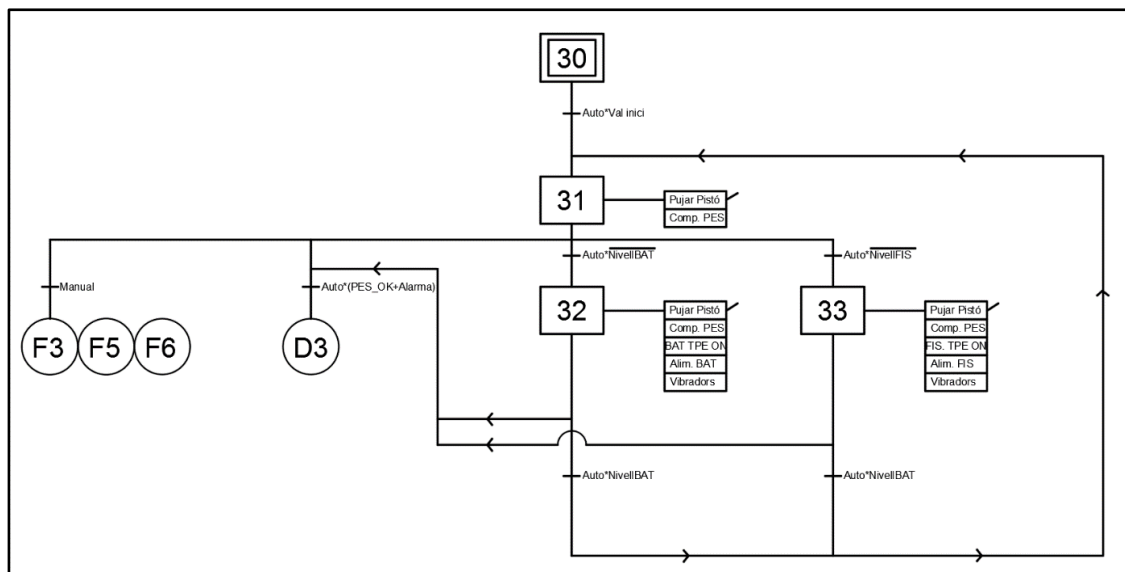


Figura 35 GRAFCET Etapa F1



### 5.2.5 Marxa de tancament (F3)

La marxa de tancament, consisteix en deixar preparada la màquina per tancar-la de l'alimentació, baixant el sac fins a baix de tot per evitar qualsevol perill pels usuaris. S'activa a partir de la producció normal (F1), i per desactivar el bloc, i activar (A1), es desconnecta de l'alimentació.

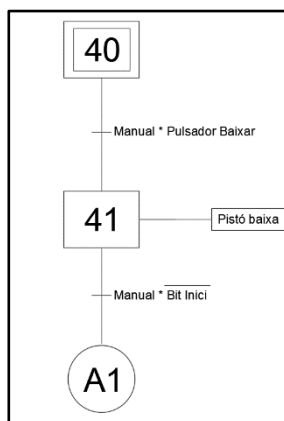


Figura 36 GRAFCET Etapa F3

### 5.2.6 Marxa verificació en ordre (F5)

Aquest bloc ens serveix per tarar el pes del sac en la posició que volem. Per tarar-ho, hem de posar un sac completament buit penjat a l'arc de suportació, i que la tolva d'impulsió estigui suportada pel sac, i el cable d'acer de suportació de la tolva estigui tensat. Cal dir, que per fer tot això, primer hem d'esperar a tenir el sac completament buit, i llavors es podrà completar.

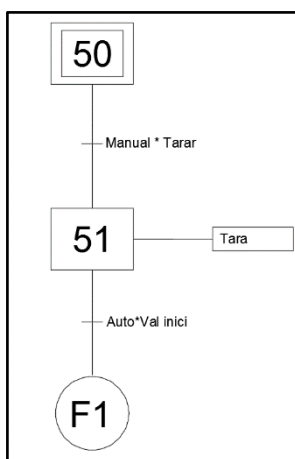


Figura 37 GRAFCET Bloc F5

### 5.2.7 Marxa de test (F6)

Per la marxa de test, haurem d'estar prèviament en el bloc (F1), i s'activarà posant el selector en "manual". Un cop aquí, tenim una varietat d'operacions a realitzar, des de pujar el pistó, baixar el pistó, habilitar i deshabilitar perifèrics etc. Cal dir, que no podrem tornar a passar a mode automàtic, o bloc (A1), fins que tornin a estar habilitats tots els perifèrics.

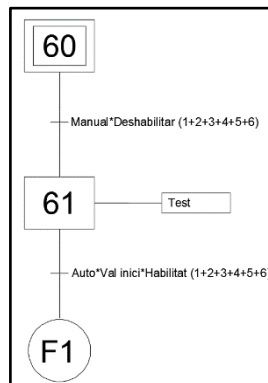


Figura 38 GRAFCET Etapa F6

### 5.2.8 Producció tot i defecte (D3)

Aquest bloc és completament igual al bloc A1, la diferència entre un i l'altre, és que tenim a la pantalla l'alarma activada i la balisa, el semàfor taronja o vermell en ON. Si bé, el procés no farà res si té algun perifèric espatllat.

L'activació del bloc, es fa amb selector en automàtic i el bit alarma activat., i la desactivació, es fa canviant de sac i depurant les alarmes.

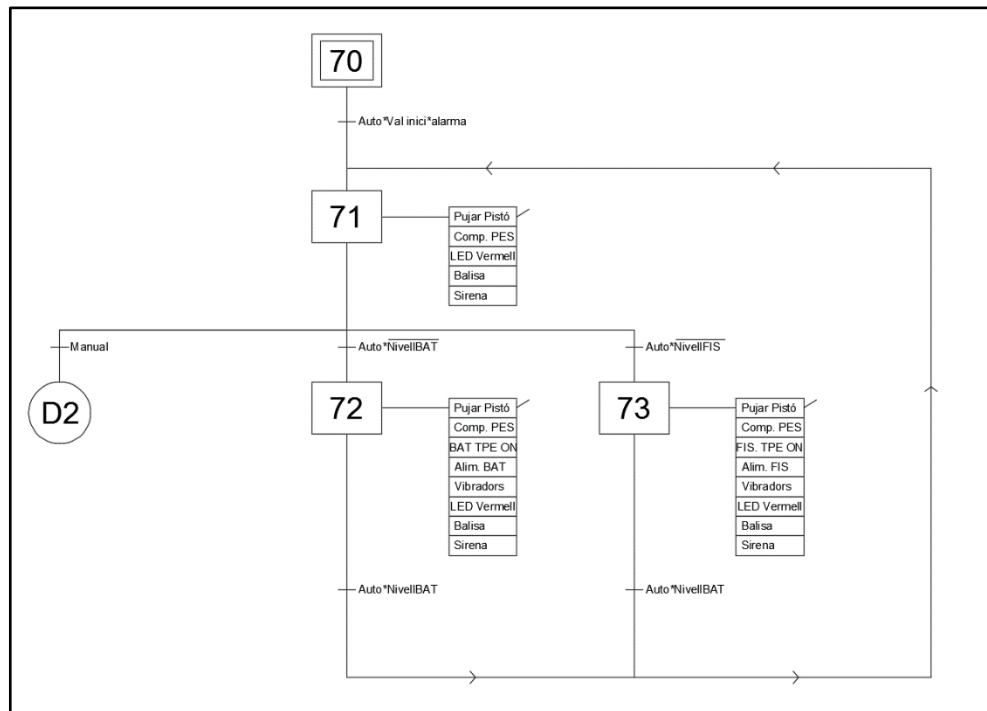


Figura 39 GRAFCET Etapa D3

### 5.2.9 Diagnòstic o tractament de defectes (D2)

Pel que fa al diagnosi de defectes i la seva depuració, que normalment serà el canvi de sac, s'haurà de passar el selector a manual, i depurar per la pantalla de l'SCADA els defectes. En cas que sigui el sac, l'operari haurà de canviar el sac per poder depurar-lo.

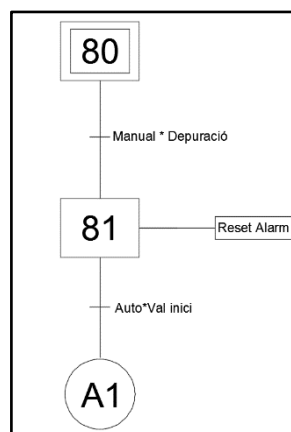


Figura 40 GRAFCET Etapa D2

### **5.2.10 Parada d'emergència (D1)**

Per finalitzar, explicarem el bloc de parada d'emergència. Aquesta parada, és de tipus mecànic, anul·lant l'alimentació de tot el subquadre, i per tant no està en el GRAFCET de seguiment, per què el que fem és anul·lar el bit d'inici. Així doncs, per activar-lo, només haurem de desconnectar l'alimentació del subquadre, ja sigui per l'interruptor GROC-VERMELL, o directament de les proteccions elèctriques. No caldrà desactivar-lo, per què directament, passa a l'estat A1.

## 6. PROGRAMA DEL PROCÉS

Per fer una introducció del programa, direm que és un procés força estàtic i no seqüencial, es a dir, l'automatització està pensada de manera que partint d'un estat inicial o un estat de repòs, el programa activarà els actuadors a mesura que es vagin succeint unes condicions d'accionament determinades, i un cop acabat, es tornarà a l'estat de repòs o inicial fins que es torni a donar una situació per actuar

En aquest cas, hem dissenyat la programació per contactes, essent més senzill realitzar-la. La programació, realitzada amb el programari CX-Programmer, compta amb varis mòdul separats segons el selector, que pot estar en mode manual o automàtic.

Hem dissenyat sis subprogrames més un que executarà el procés segons les ordres dels subprogrames. Els subprogrames son: Manual, automàtic, alarmes, pantalla, pantalla emergència i analògic pes.

### 6.1 Automàtic

Quan seleccionem el mode automàtic, no vol dir que el procés funcioni automàticament, sinó que necessitarà de la pulsació de validar/inici per què comenci a actuar el procés automàticament. Per mantenir aquest estat automàtic i fer pujar el cilindre pneumàtic, ho fem amb la funció KEEP, i el que fem és crear el bit W0.00 per poder utilitzar-lo en el programa SORTIDES. Per desconnectar la funció KEEP, només haurem de canviar el selector a manual.

En aquest cas, sempre estaria pujant el pistó, i com que els sacs, son de 1Tn, podria fer que es trenqués el cable d'acer. Per tant, s'ha col·locat una vàlvula limitadora de pressió en el cilindre pneumàtic, que talla la introducció d'aire per evitar que això succeeixi.

En el mode automàtic, haurem d'avisar a l'operari que s'ha acabat el sac de gransa i que ja podem retirar-lo. Per fer aquesta funció hem de comparar un valor de mínim i màxim, que ens dóna la cèl·lula de càrrega. És a dir, nosaltres posem un valor mínim, que serà el d'haver tarat, la tolva d'impulsió menys el contrapès, més l'aro de suport del sac. Llavors tarem el màxim, i aquest valor, serà la tolerància del valor mínim més  $\pm 20\text{Kg}$ . Hem de dir que en el programa ANALÒGIC PES, tractarem l'entrada analògica, i el valor de consigna, tant de mínim, com màxim el tractarem en el programa PANTALLA.

Dit això, per crear el bit de sac buit, creem una funció ZCP, on introduïrem els valors que haguem consignat de mínim i màxim, i els compararem, amb el pes actual. A part, com que el sac té petites oscil·lacions i la mesura de pes varia contínuament, podria ser que s'arribés al pes actual momentàniament i actués en conseqüència. Per tant, posem un temporitzador per evitar que soni la botzina abans de temps. Fem un reset del bit W0.01, quan tornem a validar/inici.

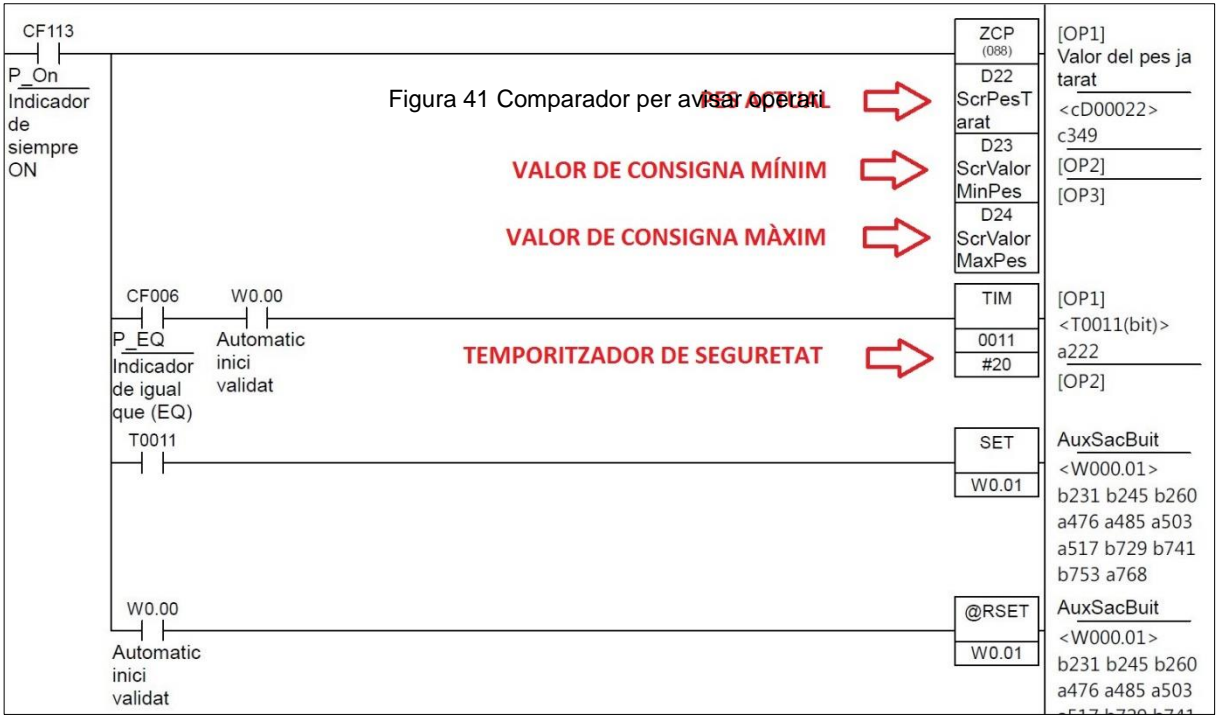


Figura 41 Comparador per avisar operari

En l'estat automàtic, hem creat un bit per donar permís d'apiració a les alimentadores. Ho farem amb dos KEEP, un per cada injectora. On el mètode serà el mateix per cadascuna, habilito aspiració quan arriba senyal de nivell, quan el sac no està buit, i si la injectora està en mode ON. Aquí doncs tractarem el senyal per poder donar activació d'aspirar al programa SORTIDES.

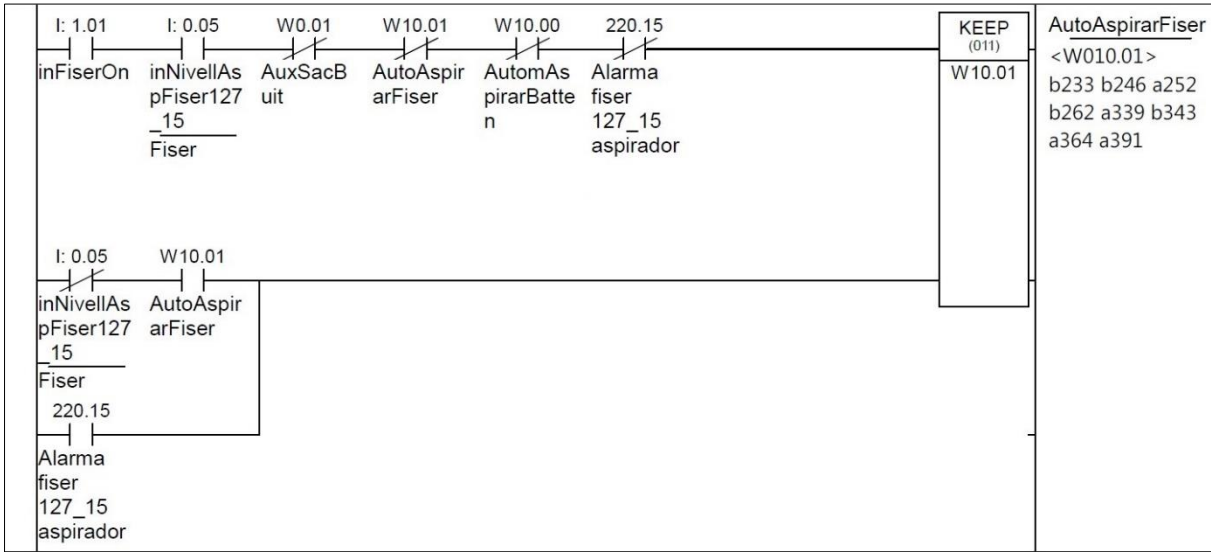


Figura 42 Habilitació aspiració injectora Fiser

Com veiem, aquí només hem posat la FISER, però la Battenfeld l'hem dissenyat de la mateixa manera. Com es pot veure, per abandonar el KEEP, el podem fer de 3 maneres: Si arribem a nivell de dipòsit d'injectora, si s'activa l'alarma de l'injectora, o quan seleccionem manual, fem un reset al bit d'aspiració en automàtic (AutoAspirar Fiser).

Tot i estar en el mode automàtic i havent d'estar sempre actives per seguretat: les vàlvules de refrigeració i les vàlvules per atemperar, les activarem des de SORTIDES, perquè també utilitzarem bits per poder habilitar o deshabilitar-les des de la pantalla SCADA.

El procés a seguir en totes les vàlvules de refrigeració és el mateix.

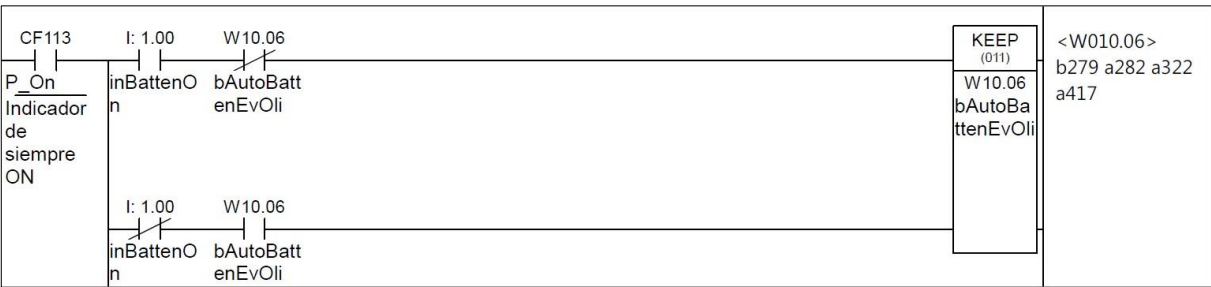


Figura 43 Bit activació en automàtic de la vàlvula de refrigeració de sistema hidràulic injectora Battenfeld

I per la vibració és el següent.

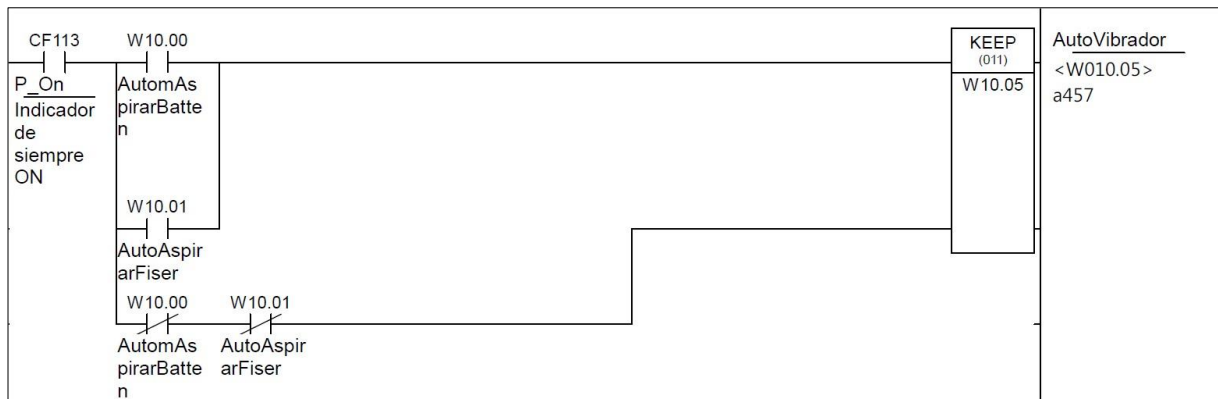


Figura 44 Bit d'activació per vibració en mode automàtic

## 6.2 Manual

En mode manual, hi ha moltes accions que s'assemblen, tot i que la diferència és que ara, s'activen per SCADA, i com que la pulsació funciona diferent, necessitem de funcions DIFU Diferenciate UP, o simplement, activació en flanc de pujada. Veiem un exemple de crear un bit d'aspiració en manual.

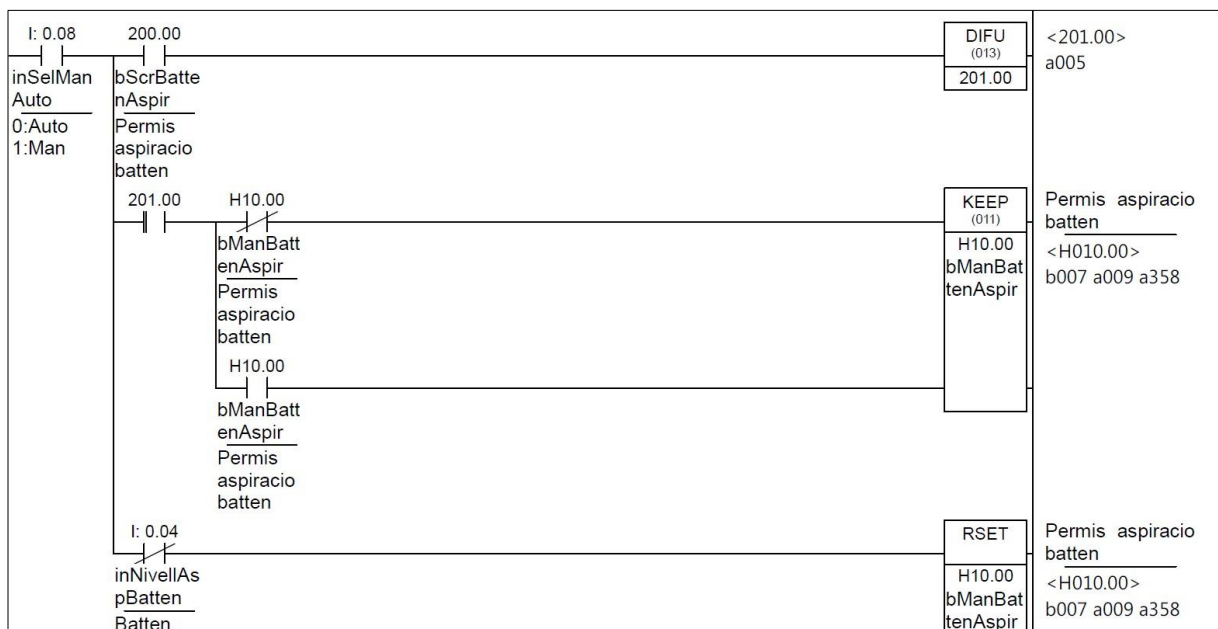


Figura 45 Exemple permís activació en manual per pantalla



D'aquest mateix sistema, tant per Fiser com per Battenfeld, i els seus components, tals com permís aspiració, vàlvules de material, vàlvules de refrigeració sistema hidràulic, vàlvula refrigeració motlles, i vàlvules de l'atemperador. I també per activació de potència de atemperador, refrigerador IP20, IP31 i la vibració de la tolva

### 6.3 Analògica Pes

Comencem tenint una mesura física com és el pes del sac, i primerament necessitem passar-la a una mesura analògica. La cèl·lula de càrrega, és la que s'encarrega de fer aquest primer pas. Després, amb el convertidor, passem aquesta mesura analògica, a una mesura digital de 0-10V. Finalment, el PLC, ha de poder llegir aquesta sortida digital.

Memoria del PLC - NuevoPLC1 - D										
	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9
D00020	28B9	0570	2349	0032	0064	0000	0000	0000	0000	0000
D00400	0000	03FF	0000	03FF	3A98	0000	0000	0000	0000	0000

Figura 46 Memòria D PLC Omron

Per fer-ho, la memòria del PLC en la seva direcció D400, que son dades del tipus INTEGER, agafen una mesura de control. Tot els valors son en hexadecimal i els hem de passar a decimal. D401=03FF (1023) D403=03FF (1023) D404=3A98 (15256), aquí la informació que ens està donant és el rang màxim al que podrem arribar, i son les dades de control per escalar. Bàsicament el que fa és, agafar 4 valors, D400 i D402, son els valors X0 i Y0, i D403 i D404, son els valors X1 i Y1. si ens imaginem un espai 2D, i posem aquests valors, tenim una recta, i per tant un escalat dels valors. Només ens quedarà transformar la primera dada D20 des dela D400, amb la funció APR(069)

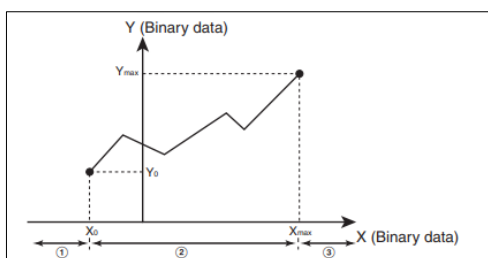


Figura 47 Linealització PLC

Un cop linealitzat, s'escala per poder tenir un número concret i així treballar a partir d'aquest, que serà el pes que sortirà a la pantalla per poder intuir el pes que queda al sac.

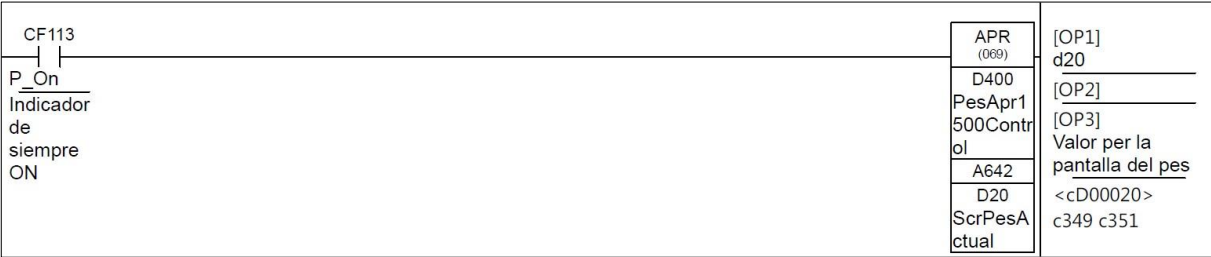


Figura 48 Escalat de valor analògic

Les dades de la direcció D20, són per poder fer càlculs amb ells. Com es veu, tenim les dades D20=28B9 (10425), aquest nombre és el valor que volem que es vegi a la pantalla, però hem de pensar que està sumat la part de la tolva, l'aro i el sac, així que necessitem una dada per poder agafar el pes sense aquests objectes. Així doncs, creem un altre D21, que serà una dada que l'agafarem sempre que vulguem, amb un polsador de l'SCADA per poder TARAR. La mesura l'agafarem quan tinguem posat un sac sense res. La següent dada que tenim, serà la resta entre, el valor pesat D20 – D21 = D22.

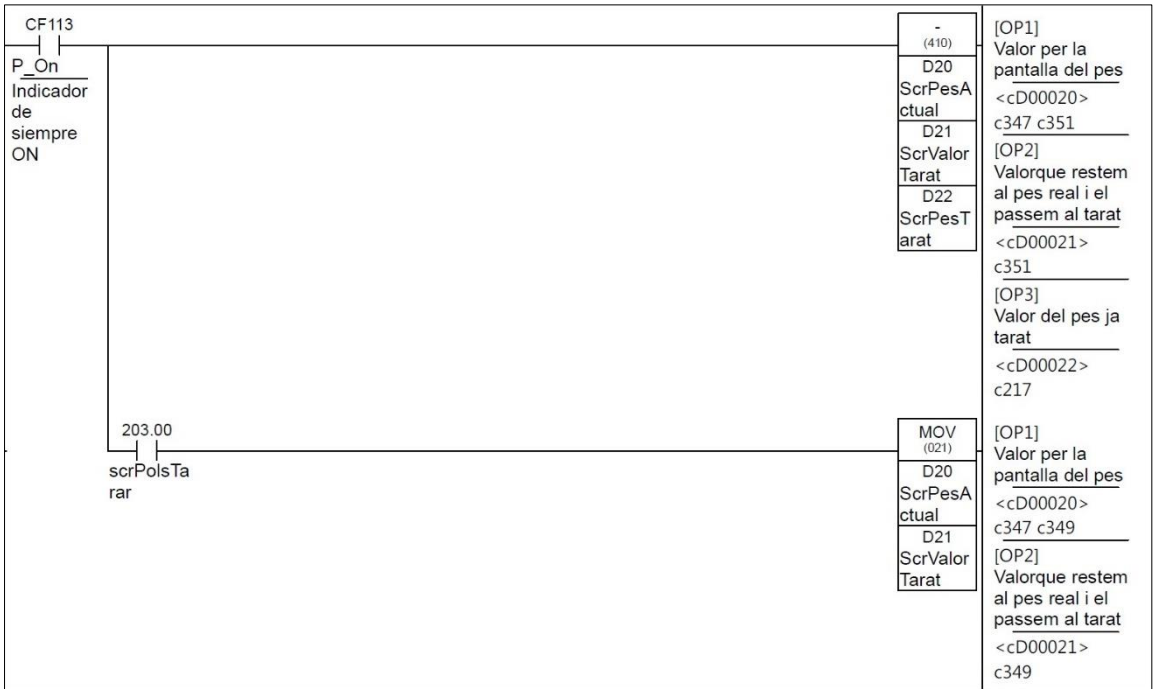


Figura 49 pulsació per pantalla per tarar

6.4 Pantalla

El motiu d'aquest subprograma és per poder visualitzar els gifs d'animació de l'SCADA de la tuberia d'aspiració, la tuberia de refrigeració de la part hidràulica de les injectores i de la refrigeració dels motlles, així com la tuberia de l'atemperador.

Per poder executar aquest programa, utilitzarem el mateix mòdul DIFU de flanc de pujada, i alimentar el CNTR amb el bit de l'impuls del DIFU. Així doncs utilitzarem el comptador reversible com un temporitzador a l'aturada de 10 segons per fer un cicle, i si encara està activa la sortida de gif animada, torna a començar per aquest període fins que s'acabi l'actuador previst.

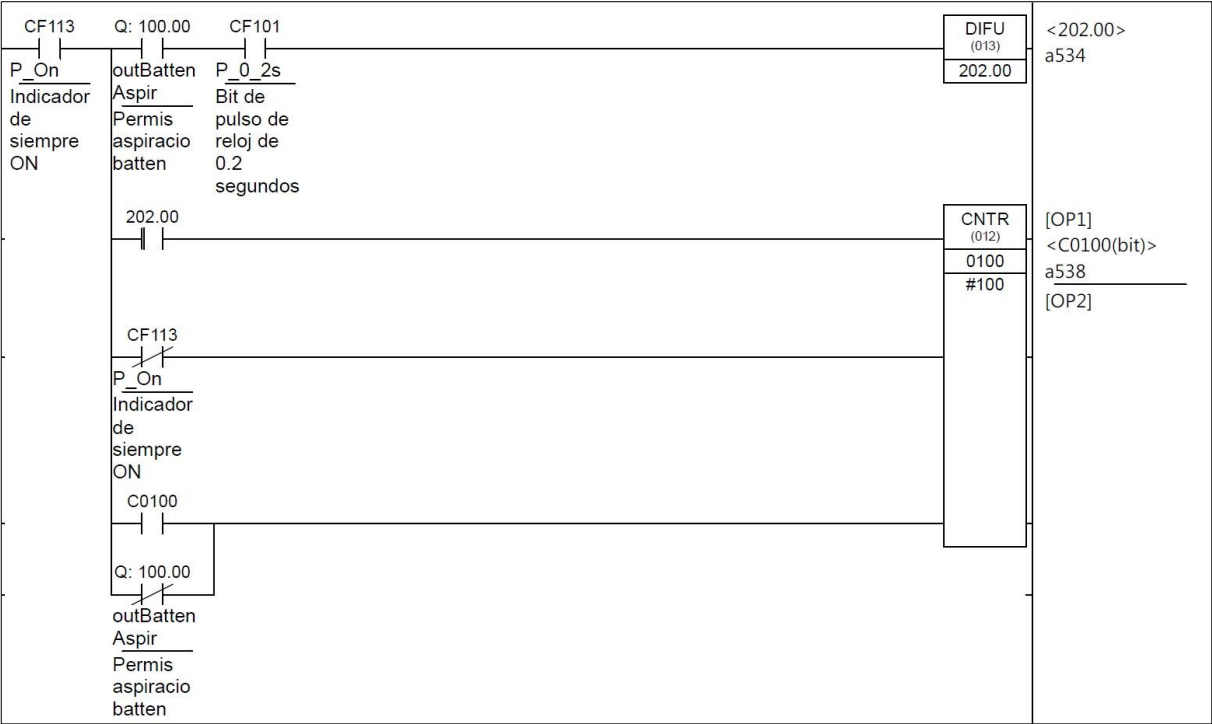


Figura 50 Activació comptador invers per animació SCADA

6.5 Pantalla Emergència

Aquest programa, només està fet perquè quan s'activi l'alarma de canvi de sac, l'operari interaccioni amb la màquina, posant el número de pantalla a la que vol anar per poder realitzar les tasques de manteniment per alarma, o per canvi de sac.

El programa està fet amb dos funcions MOV, on la direcció de la memòria del PLC és la D. Concretament D11 i D12.

	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9
D00010	0000	000A	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000

Figura 51 Identificació de la memòria dels MOV

En la següent figura podem observar com passem a la pantalla d'alarma de canvi de sac, quan s'ha arribat al pes comparat per les consignes.

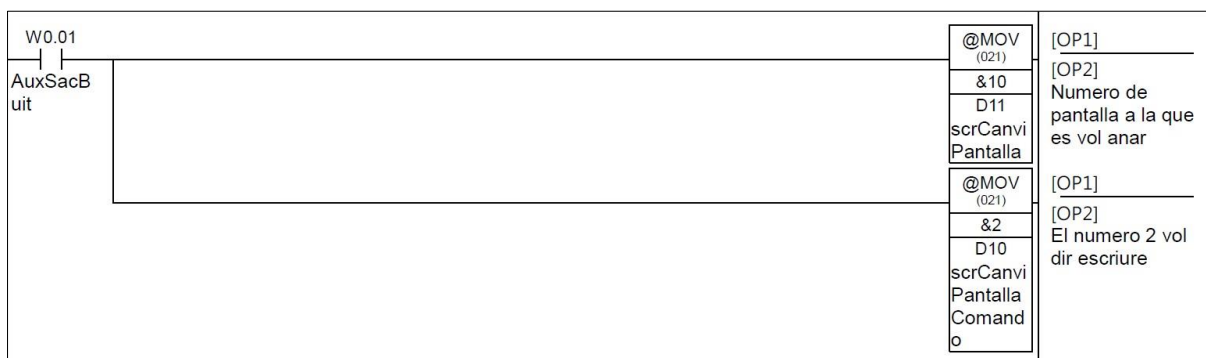


Figura 52 Visualització a pantalla per canvi de sac

## 6.6 Alarmes

El procés de l'aspiració i refrigeració, és força complex degut a que té uns elements força independent i el no funcionament d'un d'ells podria provocar greus danys materials a les injectores. Per solucionar-ho hem creat una gestió d'alarmes que no permeten el funcionament de la màquina en cas d'avaria, o interrupció del programa.

Per començar hem generat un control d'alarmes, on hem introduït totes les alarmes possibles en un mateix comparador, i cada cop que es detecta una alarma, després d'un temps de 20 segons, el MOV les prepara per la visualització a l'SCADA.

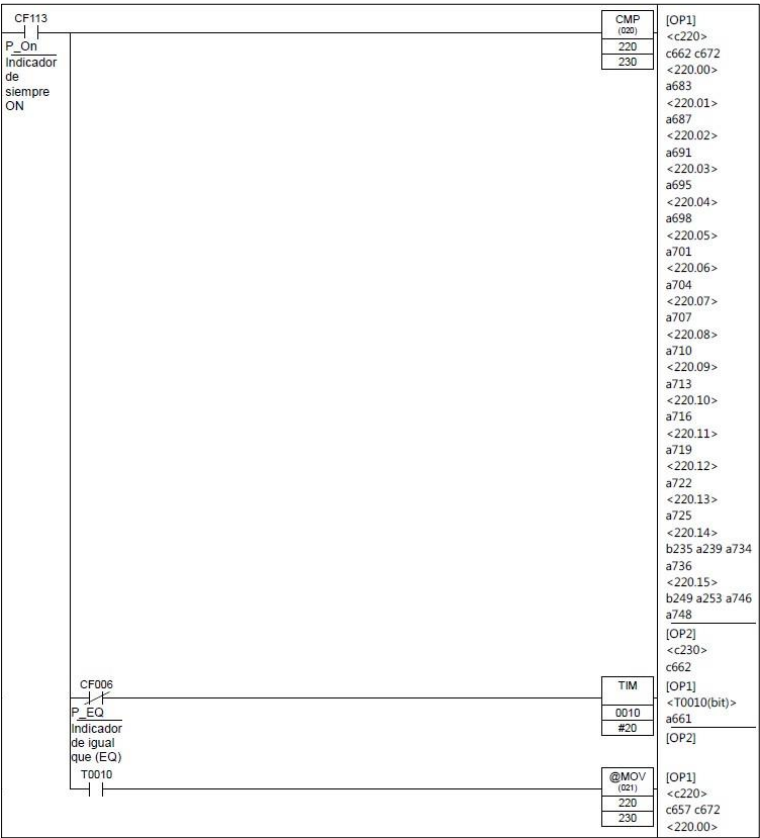


Figura 53 Conjunt alarmes per visualitzar a l'SCADA

A la imatge veiem com hem reunit les alarmes per què després d'un temps prudent, les mogui per la posterior visualització en el SCADA.

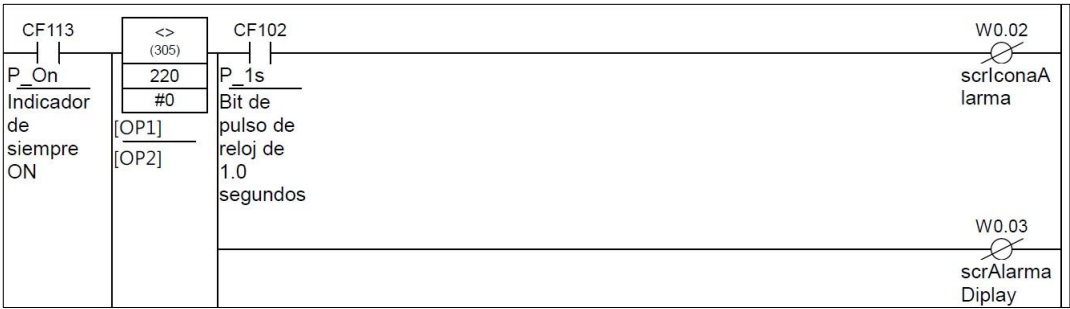


Figura 54 Bits per visualització a SCADA

En la següent imatge, podem veure com generem les alarmes de no obre o no tanca la vàlvula d'alimentació de la injectora Fiser. Tot i ser un exemple, la majoria d'alarmes del projecte funcionen de la mateixa manera o similar. Sempre tenint en compte, que les més importants

són les de potència de les màquines, deshabilitacions manuals de les màquines, vàlvules de refrigeració i atemperador, i que l'aspiració dels alimentadors s'ha espallat.

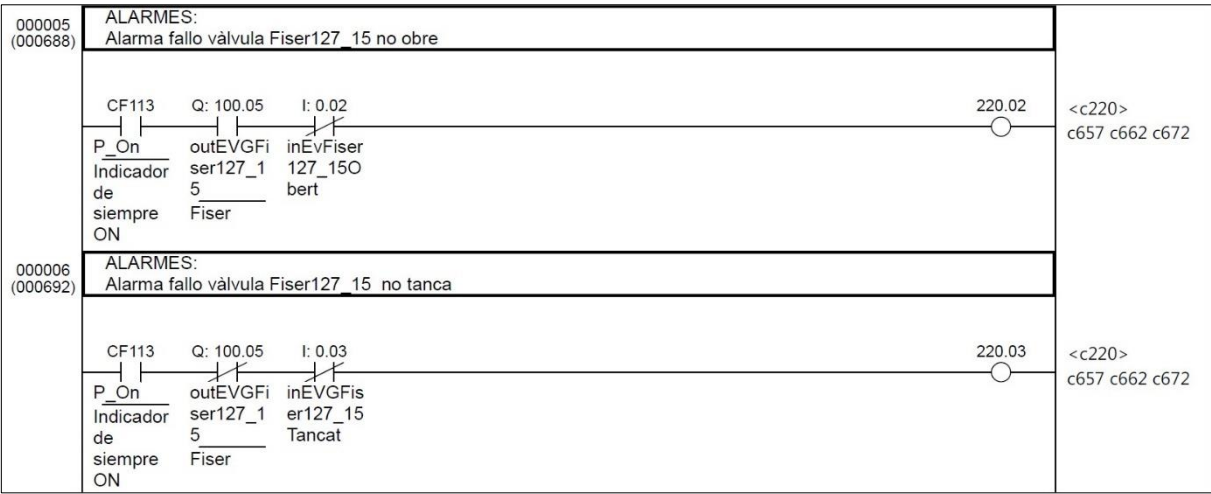


Figura 55 Exemple alarma

6.7 Entrades

Només ens queda explicar el mode sortides i algun exemple per acabar d'entendre el perquè dels subprogrames.

Com dèiem abans, la realització de subprogrames, és per poder crear bits en manual, i bits en automàtic per poder realitzar les mateixes operacions segons s'estigui en un mode o en un altre



Figura 56 Exemple d'activació de sortida en mode manual i automàtic

Com podem veure en la figura 56, podem activar la sortida de l'aspiració de l'alimentador pel programa entrades.

## 7. SCADA EN EL PROCÉS

### 7.1 Visualitzacions SCADA

L'SCADA d'aquest procés agafa molta importància alhora de visualitzar l'estat del procés, i alhora de gestionar les alarmes. També mitjançant l'SCADA, haurem d'agafar dades per calibrar el pes real de la bossa de material.

A continuació, passarem a explicar la visualització de les pantalles de l'SCADA, així com afegir la relació de bits creats, per donar forma a aquesta visualització.

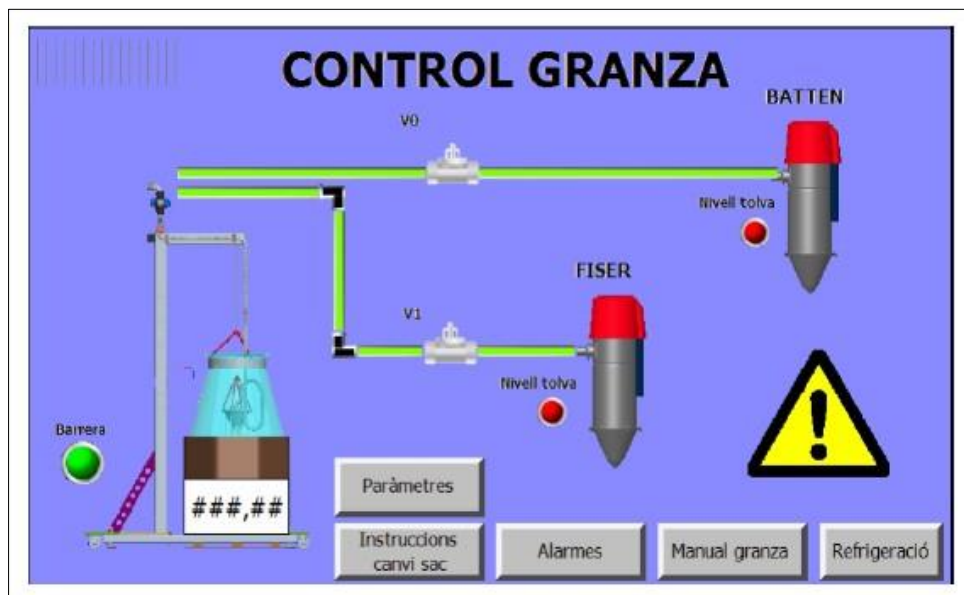


Figura 57 Vista preliminar

La imatge anterior, és la vista bàsica de l'SCADA. Aquí, podem veure el pes actual del sac, si la barrera està activada, i si el nivell de la tolva fa demandar material TPE.

A part, des d'aquí podrem passar a altres pantalles, ja sigui per controlar l'estat de les vàlvules, gestionar alarmes, canviar paràmetres, etc.

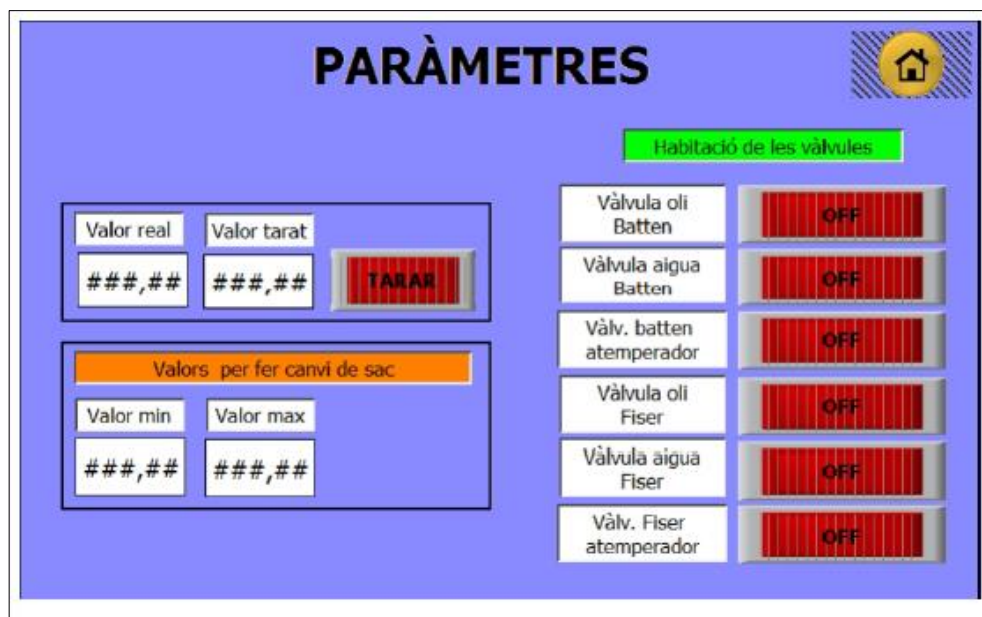


Figura 58 Vista de paràmetres

En questa vista, podem canviar les consignes de valor màxim i mínim de l'interval del comparador, per avisar a l'operari que ja pot canviar el sac de gransa. Respecte al pes, podem tarar cada vegada que vulguem, o si creiem que el pes que marca la pantalla, no s'ajusta ala realitat.

Quan a l'habilitació de les vàlvules, des del mode manual, podem actuar sobre les vàlvules que tenim disponibles en el menú de paràmetres. Cal dir, que hi ha unes alarmes que s'activarien en cas que aquesta màquina funcionés sense aquestes vàlvules, ja que el seu funcionament prolongat sense aquestes vàlvules, podrien produir greus danys a les injectores.

Tot i així, queda reservada la manipulació de la màquina al personal qualificat de l'empresa.

La següent imatge, és un mini manual d'ajuda a l'operari que ha de canviar el sac de material TPE, i tot i així estarà disponible una còpia en paper al costat de la màquina.



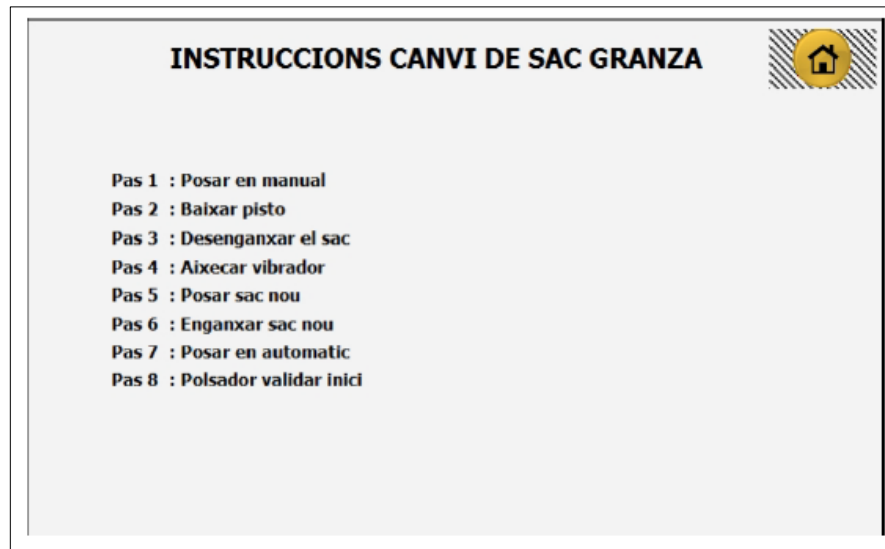


Figura 59 instruccions per canvi de material TPE

Com es pot apreciar, és una breu explicació pel canvi de gransa. Tot i així, els operaris encarregats de la seva manipulació, tindran una formació específica.

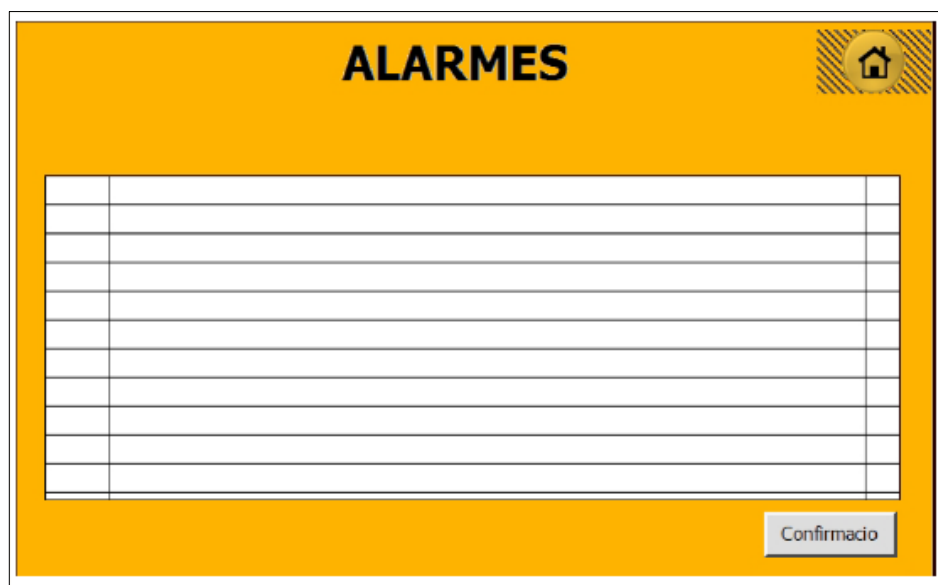


Figura 60 Visualització panell alarmes

En aquest panell d'alarmes, hi sortirà la llista de les alarmes actives del moment. A continuació, presentem una sèrie de panells que poden sortir en cas d'alarma.



Figura 61 Exemples d'alarmes en pantalla

En la figura anterior podem observar les alarmes que sortiran en cas que s'activin. Cal dir que en cas que s'activin, no influeixen en el procés, degut a que el programa ja està preparat per què no ho faci en la seva programació de SORTIDES.

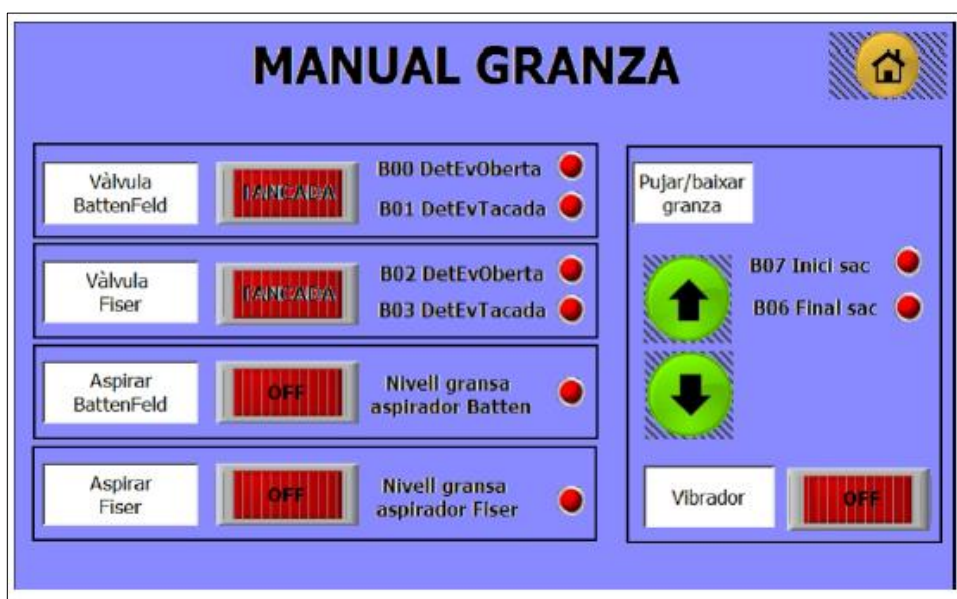


Figura 62 Manual Gransa

La vista de manual de gransa, ens dona molta informació, a la vegada que podem donar ordres per provar el procés.

A la banda més esquerra tenim els motors de les alimentadores si volguéssim fer alguna prova de potència, per exemple amb les dos alimentadores enceses. A part, tenim les electrovàlvules de la bifurcació per poder obrir-les o no segons ens convingui per fer proves.

A la banda dreta, podem interactuar amb el cilindre per l'SCADA, tot i tenir un quadre de control on podríem actuar des d'allà, també hem afegit un control des del panell de visualització. Des d'aquesta banda, només podem veure l'estat del sac, si està activada la seva fase inicial, o si està en la seva fase final. Per acabar podem activar i desactivar els vibradors de la tolva.

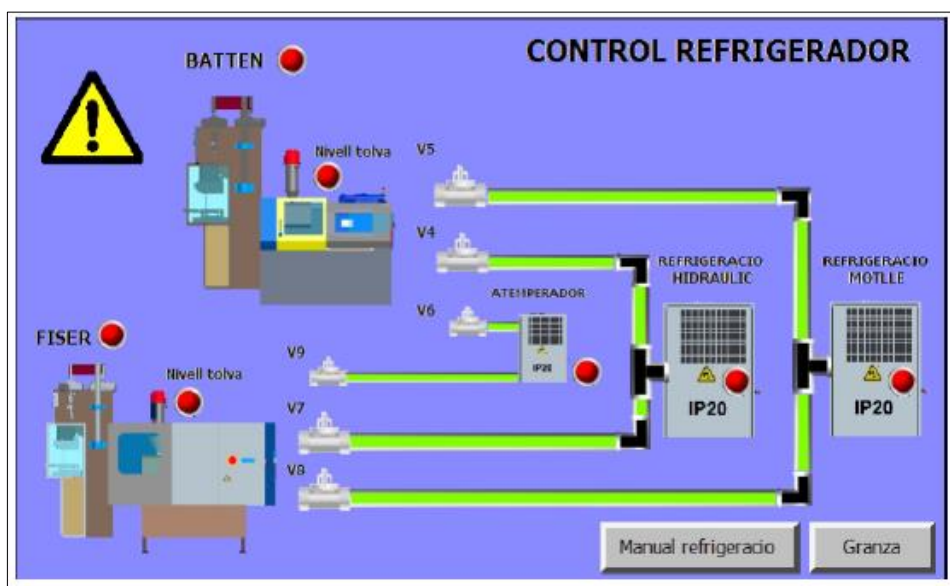


Figura 63 Control de refrigeració

Per acabar les imatges, des d'aquest panell podem visualitzar l'estat de la refrigeració, des de la potència de refrigeradors i atermidor, a l'estat de la circulació, ja que hem creat un programa de pantalla per poder veure els gifs animats de la refrigeració. També podem veure la potència de les injectores i si el nivell del dipòsit de les injectores està activat.

## 7.2 Variables de l'SCADA

Les variables creades per l'SCADA, comencen amb el prefix "bScr..." i són els bits creats per poder manipular des de la pantalla per poder: habilitar, deshabilitar, pujar pistó, baixar pistó etc. També, hi ha variables que són del tipus INTEGER, i s'utilitzaran per tractar el pes, i el canvi entre pantalles.

## **8. PRESSUPOST**

L'import del projecte Automatització d'un sistema de refrigeració i aspiració de material TPE, per dos injectores, ascendeix a quinze mil tres-cents un euros amb seixanta-nou cèntims, sense IVA.

## 9. CONCLUSIONS

S'ha dissenyat la unitat d'aspiració centralitzada, de tal manera que es garanteix la refrigeració de les injectores en tot moment. Només que una unitat injectora, o la unitat d'aspiració estiguin desconnectades, no hi hauria procés possible, ja que mentre l'aspiració governa la potència, les injectores governen el control de temperatura.

El programa d'automatització, s'ha dissenyat per què puguem cobrir les necessitat de material TPE de les injectores, reduint el temps al mínim possible per abastir-les. Tenint en compte que és la primera unitat d'injecció amb dispensador múltiple.

L'SCADA dissenyat, ens farà veure l'estat de les refrigeradores en cada moment, així com l'atemperador. Per la banda de l'aspiració, podrem veure dinàmicament l'estat de les vàlvules de la bifurcació per saber quina injectora està proveint-se de material TPE. També, amb l'SCADA, podrem calibrar el pes màxim i mínim per donar ordre de canvi de sac.

Finalment, tot i haver creat un sistema d'aspiració per dos injectores, posteriorment s'estudiarà la manera de fer el mateix però amb més injectores en un mateix sistema d'aspiració. Al igual que s'està estudiant organitzar una zona concreta de la fàbrica per donar lloc a la zona d'injecció amb diferents tipus de material TPE i centralitzar l'aspiració.

Martí Lloveras Mesas

Graduat en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Sant Feliu de Guíxols, 1 de setembre de 2018

## **10. RELACIÓ DE DOCUMENTS**

El projecte, Automatització d'un sistema de refrigeració i aspiració de material TPE, per dos injectores consta dels següents documents: Memòria, plànols, plec de condicions, estat d'amidaments i pressupost.

## 11. BIBLIOGRAFIA

BATTENFELD. Injectora 1 ([http://www.mullermachines.com/en/MachineTool/Details/14805/BATTE\\_NFELD-BA-350V---50V](http://www.mullermachines.com/en/MachineTool/Details/14805/BATTE_NFELD-BA-350V---50V) 14 de juny de 2018)

ESA. Terminal tàctil (<https://www.esa-automation.com/en/products/hmi/touch/sc/>, 28 de juliol de 2018 )

EUROKLIMAT. Refrigeradors ([http://www.ctarefrigeracion.com/descargas/pdf\\_ipe\\_smart/gamaIP-Smart.pdf](http://www.ctarefrigeracion.com/descargas/pdf_ipe_smart/gamaIP-Smart.pdf), 22 de juliol de 2018)

FESTO. Cilindre pneumàtic [https://www.festo.com/cat/en-gb\\_gb/data/doc\\_ENUS/PDF/US/D\\_NC\\_ENUS.PDF](https://www.festo.com/cat/en-gb_gb/data/doc_ENUS/PDF/US/D_NC_ENUS.PDF), 25 juliol de 2018)

FISER. Injectora 2 (<https://www.exapro.es/injectora-de-plastico-jbfiser-sf2-150-p71209010/> 1 de juliol de 2018)

GENEBRE. Vàlvules amb actuator (<https://www.genebre.es/10016-v-2027-con-actuador-neumatico> 14 de juliol de 2018)

IFM. Barrera fotoelèctrica (<https://ifm.com/mx/es/product/O6E203> 13 de juliol de 2018)

MEANWELL. Font d'alimentació (<https://www.meanwell.com/productPdf.aspx?i=136> 15 de juny de 2018)

MTR. Atemperador (<https://www.cemausa.com/docs/SMART2.pdf> , 21 juliol de 2018)

OMRON. Mòdul sortides ([http://download.siliconexpert.com/pdfs/2017/4/28/1/38/25/361/omr\\_/manual/3085213420742695cp1l\\_p081-e1\\_10\\_4\\_csm1004101.pdfid1916.pdfid1916.pdf](http://download.siliconexpert.com/pdfs/2017/4/28/1/38/25/361/omr_/manual/3085213420742695cp1l_p081-e1_10_4_csm1004101.pdfid1916.pdfid1916.pdf), 24 juliol de 2018)

OMRON. PLC ([https://industrial.omron.es/es/products/cp1l#specifications\\_ordering\\_info](https://industrial.omron.es/es/products/cp1l#specifications_ordering_info) 2 de juny de 2018)

REMBERG. Convertidor senyal. [http://www.remberg.es/PDF\\_archivos/Force%20Flex/FORCE%20ISO%20Flex.pdf](http://www.remberg.es/PDF_archivos/Force%20Flex/FORCE%20ISO%20Flex.pdf), 14 de juny de 2018)

SCHNEIDER. Semàfor i botzina (<https://www.schneider-electric.es/es/product-range/644-harmony-xvb/158850212-balizas-luminosas-completas/> 4 de juny de 2018)

SMC. Detector REED ([https://www.smc.eu/portal\\_ssl/WebContent/digital\\_catalog\\_2/jsp/view\\_features\\_list.jsp?dc\\_product\\_id=74995](https://www.smc.eu/portal_ssl/WebContent/digital_catalog_2/jsp/view_features_list.jsp?dc_product_id=74995) 18 de juliol de 2018)

UTILCELL. Cèl·lula de càrrega (<https://www.utilcell.es/celuladecarga/modelo-620/> 8 de juliol de 2018)

VIBTEC. Vibradors tolva ([http://uk.farnell.com/vibtec/k-13/pneumatic-ball-vibrator /dp/7135725/](http://uk.farnell.com/vibtec/k-13/pneumatic-ball-vibrator/dp/7135725/) 31 de juliol de 2018)

WITTMAN. Alimentadors ([https://www.wittmann-group.com/es\\_es/equipos-perifericos/alimentacion-de-material/feedmax-s3-net.html](https://www.wittmann-group.com/es_es/equipos-perifericos/alimentacion-de-material/feedmax-s3-net.html) 15 de juny de 2018)



## **12. GLOSSARI**

HMI: Interfície home màquina.

PLC: Controlador lògic programable

PP-EPDM: Polipropilè i etilè, propilè diè del tipus M

SCADA: Supervisió, control i adquisició de dades

TPE: Elastòmer termoplàstic

## A. CÀLCULS DE POTÈNCIES I SECCIONS

En aquest apartat mostrem la relació de fórmules utilitzades pel quadre de potències i seccions del capítol 4, apartat 5.

Per el càlcul de les intensitats en les alimentacions trifàsiques:

$$I_{\max} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \gamma} \quad (\text{Eq 1})$$

Per les intensitats en les alimentacions monofàsiques:

$$I_{\max} = \frac{P}{U \cdot \cos \gamma} \quad (\text{Eq 2})$$

Per les caigudes de tensió en trifàsic:

$$S = \frac{P \cdot L}{U \cdot \gamma \cdot e} \quad (\text{Eq 3})$$

Per les caigudes de tensió en monofàsic:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{U \cdot \gamma \cdot e} \quad (\text{Eq 4})$$

Quant a la resistivitat del material s'ha triat **56** m/Ohms\*mm<sup>2</sup> que correspon al coure a 20°C.

## B. CONNEXIONAT D'ELECTROVÀLVULES

En aquest Annex de la memòria, afegim una figura per conèixer les electrovàlvules que actuen en cada moment per poder refrigerar les injectores, i l' atemperació dels motlles de cada injectora.

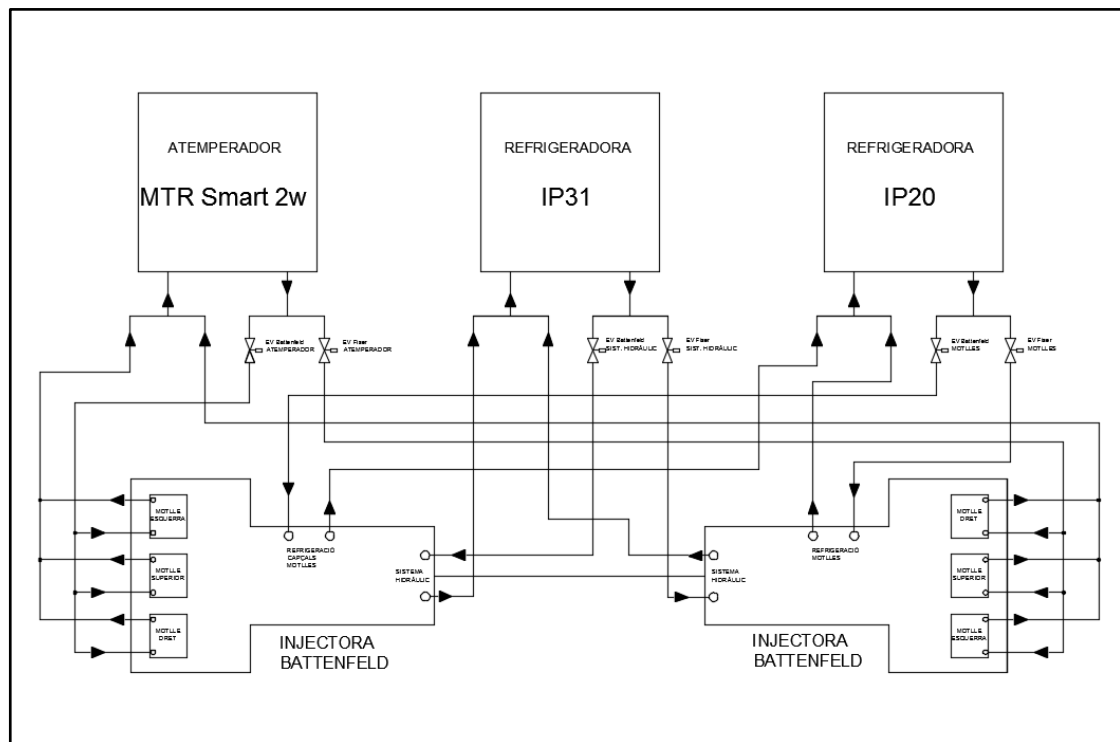


Figura 64 Electrovàlvules Refrigeradores i Atemperador

## **C. PROGRAMA**

Quant a la programació, afegirem l'arxiu del programa CX-Programmer, de OMRON.

Quant a la programació SCADA, afegirem l'arxiu VT-PROG, del software que la marca ESA permet descarregar per programar-lo.