



EPS

Escola Politècnica
Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Enginyeria Tècn. Ind. Electrònica Ind. Pla 1994

Títol:

Automatització d'una planta de preparació i distribució de pinsos

Document: 1. MEMÒRIA. Memòria descriptiva

Alumne: Jaume Delgà Castaño

Director/Tutor: Joan Puigmal Pairo

Departament: Electrònica, Informàtica i Automàtica

Àrea: ESA

Convocatòria (mes/any): maig/2007

Vol.: 1/2

1 INTRODUCCIÓ	8
1.1 Antecedents.....	9
1.2 Objecte	10
1.3 Especificacions i abast	11
2 DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS	13
2.1 Recepció de matèries	13
2.2 Molturació	16
2.3 Dosificació amb correcció.....	19
2.4 Barreja	22
2.5 Granulació	24
2.6 Sortida de matèries.....	27
3 JUSTIFICACIÓ DE L'AUTOMATITZACIÓ.....	31
3.1 Costos/productivitat	31
3.2 Innovació	34
3.3 Qualitat	34
3.4 Disponibilitat	35
4 ELEMENTS DE CONTROL.....	37
4.1 Activadors	37
4.1.1 Motors elèctrics.....	37
4.1.2 Pistons pneumàtics.....	43
4.1.3 Electrovàlvules servoaccionades.....	45
4.1.4 Resistències calefactores	47
4.2 Pre-activadors.....	48
4.2.1 Contactors	48
4.2.2 Relés.....	49

4.2.3 Electrovàlvules.....	50
4.2.4 Variadors de freqüència.....	51
4.3 Proteccions	51
4.3.1 Guardamotors	52
4.3.2 Fusibles seccionables.....	52
4.3.3 Interruptors magnetotèrmics i diferencials.....	54
4.4 Sensors.....	54
4.4.1 Sensors de nivell	54
4.4.2 Sensors de temperatura	59
4.4.3 Sensors de posició de finals de cursa.	60
4.4.4 Sensors reed	61
4.4.5 Sensors càrrega	62
4.4.6 Sumador-Condicionador.....	63
5 ANÀLISI DELS CONDICIONANTS DELS ACTIVADORS.....	65
5.1 Recepció de matèries	65
5.1.1 Motor elevador recepció (MER).....	65
5.1.2 Motor pop recepció (MPR).....	66
5.1.3 Motor cargol emplenat sitja 1 (MCES1).....	66
5.1.4 Motor cargol emplenat sitja 2 (MCES2).....	66
5.1.5 Motor cargol emplenat sitja 3 (MCES3).....	67
5.1.6 Motor cargol buidat sitja 1 (MCBS1).....	67
5.1.7 Motor cargol buidat sitja 2 (MCBS2).....	68
5.1.8 Motor cargol buidat sitja 3 (MCBS3).....	68
5.1.9 Motors ventiladors sitges 1 a 3 (MVS1 a MVS3).....	68
5.2 Molturació	69
5.2.1 Motor cargol tolva alimentació molí (MCTAM).....	69
5.2.2 Pistó expulsió tolva espera molí (PETEM)	70

5.2.3 Motor vibrador alimentació molí (MVAM)	70
5.2.4 Motor Molí (MM)	70
5.2.5 Motor ventilador molí (MVM)	71
5.2.6 Motor cargol buidat molí (MCBM).....	71
5.2.7 Motor elevador dosificació (MED).....	71
5.2.8 Motor cargol alimentació pop dosificació (MCAPD)	72
5.3 Dosificació	72
5.3.1 Motor pop dosificació (MPD)	72
5.3.2 Motor cargol emplenat tolves 1 a 4 (MCET1_4).....	73
5.3.3 Motor cargol emplenat tolves 5 a 8 (MCET5_8).....	73
5.3.4 Motor cargol emplenat tolves 9 a 12 (MCET9_12).....	73
5.3.5 Pistons comportes raseres dosificació 1 a 12 (PCRD1 a PCRD12).....	74
5.3.6 Motors cargols buidat tolves dosificació 1 a 12 (MCBTD1 a MCBTD12)	74
5.3.7 Motor cargol emplenat tolves correctors (MCETC)	75
5.3.8 Pistons comportes raseres correcció 1 a 7 (PCRC1 a PCRC7).....	75
5.3.9 Motors cargols buidat tolves correcció 1 a 7 (MCBTC1 a MCBTC7)	75
5.3.10 Pistó expulsió tolva bàscula correctors (PETBC)	76
5.3.11 Motor cargol buidat bàscula correctors (MCBBC)	76
5.3.12 Pistó expulsió tolva bàscula dosificació (PETBD)	77
5.4 Barreja	77
5.4.1 Pistó expulsió tolva espera barrejadora (PETEB)	77
5.4.2 Motor barrejadora (MBAR)	78
5.4.3 Pistó expulsió barrejadora (PEB).....	78
5.4.4 Motor bomba grassa (MBG)	78
5.4.5 Motor cargol extracció barrejadora (MCEB)	79
5.4.6 Motor elevador sortida (MES).....	79
5.4.7 Electrovàlvula sortida tolva greix (EVSTG).....	79
5.4.8 Electrovàlvula tancament ràpid greix (EVTRG).....	80

5.5 Granulació	80
5.5.1 Motor cargol tolva espera granulació (MCTEG)	80
5.5.2 Motor cargol alimentador acondicionador (MCAA).....	81
5.5.3 Motor acondicionador-melassador (MAM).....	81
5.5.4 Motor cargol extracció acondicionador (MCEA)	82
5.5.5 Motor granuladora (MGRA)	82
5.5.6 Motor tallants granuladora (MAM)	82
5.5.7 Motor cargol extracció granuladora (MCEG).....	83
5.5.8 Motor cargol extracció refrigerador (MCEREF)	83
5.5.9 Motor elevador granulació (MEGR).....	83
5.5.10 Motor ventilador refrigeració (MVR).....	84
5.5.11 Motor cargol extracció separador fins (MCESF).....	84
5.5.12 Motor bomba melassa (MBM)	84
5.5.13 Electrovàlvula sortida tolva melassa (EVSTM).....	85
5.5.14 Electrovàlvula tancament ràpid melassa (EVTRM)	85
5.6 Sortida de matèries.....	86
5.6.1 Motor cargol alimentador pop sortida 1 (MCAPS1).....	86
5.6.2 Motor pop sortida 1 (MPS1).....	86
5.6.3 Motor cargol ensacador farines (MCEF).....	87
5.6.4 Motor cargol ensacador grànuls (MCEG)	87
5.6.5 Motor cargol emplenat tolves sortida 1 a 4 (MCETS1_4).....	87
5.6.6 Motor cargol emplenat tolves sortida 5 a 8 (MCETS5_8).....	88
5.6.7 Motor pop sortida 2 (MPS2).....	88
5.6.8 Motor cargol alimentador pop sortida 2 (MCAPS2).....	88
5.6.9 Pistons comportes raseres sortida 1 a 8 (PCRS1 a PCRS8).....	89
5.6.10 Pistons expulsió tolves sortida 1 a 8 (PETS1 a PETS8)	89
5.6.11 Pistó expulsió ensacadora (PEE)	90

6 ANÀLISI DELS CONDICIONANTS ESTRUCTURALS	91
6.1 Condicionants generals del procés.....	91
6.2 Nombre de variables digitals exteriors.....	92
6.2.1 Recepció de matèries	94
6.2.2 Molturació	94
6.2.3 Dosificació amb correcció.....	95
6.2.4 Barreja	95
6.2.5 Granulació	96
6.2.6 Sortida matèries.....	96
6.2.7 Resum variables exteriors digitals	97
6.3 Variables analògiques exteriors.....	97
6.4 Tipus de manipulacions en el controlador	98
6.5 Temps de refresc de les variables.....	99
6.6 Distàncies entre les concentracions de variables.....	99
6.7 Necessitats específiques de control	100
7 CONFIGURACIÓ DEL PLC I DEL SEU EQUIPAMENT.....	101
7.1 CPU de l'autòmat.....	101
7.2 Racks.....	103
7.3 Fonts d'alimentació.....	104
7.4 Mòduls d'entrada i sortida digitals	104
7.5 Mòduls d'entrada analògiques.....	105
7.6 Comunicació amb el PC	105
8 MODES D'OPERACIÓ	106
8.1 Condicions que provenen dels modes de funcionament.....	106
8.1.1 La posta en marxa	106
8.1.2 La parada.....	107

8.1.3 Emergència.....	107
8.2 Condicions que provenen del diàleg amb l'operador.....	108
8.2.1 Manual.....	108
8.2.2 Semiautomàtic.....	108
8.2.3 Automàtic.....	108
8.3 Condicions de seguretat generades per la pròpia lògica de control.....	109
9 DIÀLEGS EN LA PLANTA.....	110
9.1 Diàleg pròpiament amb l'operador de la màquina.....	110
9.2 Diàleg d'ajustatge.....	110
9.3 Diàleg de manteniment.....	111
9.4 Diàleg amb comandaments intermitjos.....	112
9.5 Diàleg amb staff directiu.....	112
10 SCADA.....	114
10.1 Menú principal.....	114
10.2 Recepció de matèries.....	116
10.3 Molturació.....	118
10.4 Dosificació.....	119
10.5 Barreja.....	121
10.6 Granulació.....	123
10.7 Sortida de matèries.....	124
10.8 Pantalles d'alarmes.....	125
10.9 Pantalles de producció.....	126
11 PROGRAMACIÓ DEL PLC.....	129
11.1 Grafset descàrrega matèries.....	129
11.2 Grafset emplenat tolves dosificació.....	130
11.3 Grafset molturació.....	132

11.4 Grafcet dosificació ingredients.....	133
11.5 Grafcet dosificació correctors	134
11.6 Grafcet barreja.....	136
11.7 Grafcet granulació	137
11.8 Grafcet ensacador	139
12 PRESSUPOST	141
13 CONCLUSIONS	142
14 RELACIÓ DE DOCUMENTS.....	143
15 BIBLIOGRAFIA.....	144

1 INTRODUCCIÓ

Tot i que la primera reglamentació sobre indústries de fabricació de pinso data de la dècada del 1.940, no va ser fins al període comprès entre els anys 1.950 i 1.960, que van començar a sorgir les primeres fàbriques de pinso compost a Espanya, les quals ja es podien considerar com a veritables indústries. En aquests inicis les fàbriques tenien una estructura molt rígida, és a dir, eren processos fets a mida i no es podien modificar fàcilment per tal d'incorporar els nous descobriments que anaven sorgint. Però degut a la constant evolució d'aquesta indústria, ja sigui pels millors coneixements sobre la matèria primera i de les necessitats dels animals, com l'aparició de les Cooperatives recolzades amb avantatges fiscals, que va ser necessari flexibilitzar més el procés de fabricació de pinsos per així poder introduir aquests nous descobriments.

La fabricació de pinsos es pot dividir en diversos processos que són: l'arribada de matèries primeres, la molturació, la dosificació amb correcció, la barreja, la granulació i la sortida de productes elaborats. Cadascun d'aquests processos depèn de l'anterior, per això és necessari una comunicació entre cada un d'ells. Per tant, un sistema de producció rígida dificultaria, entre d'altres, el flux continu de matèria durant la fabricació el que es traduiria en cues al final d'algun d'aquests processos, evitant així que la indústria fos competitiva i rentable.

Per això la creixent automatització industrial que s'està vivint des de fa ja uns quants anys, també s'esdevé en la indústria del pinso, encara que en moltes fàbriques l'únic procés que està automatitzat és el de la dosificació, ja que és el que presenta més problemes per fer-ho de forma manual. Perquè en ell s'han de barrejar diferents productes amb unes proporcions que s'han de correspondre amb unes fórmules que ha designat el departament tècnic. A més a més de la dificultat de preparació d'aquestes fórmules, també és necessari que aquest procés sigui molt flexible, perquè una fàbrica de pinsos ha de ser capaç de poder elaborar una gran varietat de classes de pinsos sense grans dificultats, degut a que n'existeixen moltes que dependran del tipus de bestiar a què vagi destinat (races d'animals, edat, finalitat...). Aquest fet requerirà una fàcil interfície amb l'usuari per tal de poder programar i ordenar les diferents receptes de pinsos. Tot i això, no vol dir que no sigui necessari actuar sobre els altres processos, ja que depèn de la forma com es faci l'emmagatzematge, la molturació, la barreja, la granulació i la sortida de pinsos cap a les granges, els diferents components que formen els pinsos poden patir multitud d'influències,

que repercutiran directament tant en la seva qualitat com en els seus preus de fabricació, és a dir, en la rendibilitat de l'empresa, que és un factor molt important a tenir en compte avui en dia.

Així doncs, la qualitat d'una producció està molt lligada a la solució adoptada, així com també la seva rendibilitat. Per tant en funció de la solució adoptada es poden evitar molts problemes de seguretat i eficàcies de les instal·lacions. Per això la millor solució serà una automatització amb un Scada per així poder tenir unes bases de dades d'històrics, per tal de realitzar un millor seguiment i control de la fàbrica.

1.1 Antecedents

La planta de fabricació de pinsos a automatitzar pertany a una antiga Cooperativa agrícola, que en el seus inicis només tenia els processos de recepció de les matèries primeres que portaven els agricultors, el de molturació, el de dosificació i el de sortida de pinsos, que normalment anaven cap als mateixos agricultors els quals també tenien explotacions ramaderes. Però fa uns 15 anys van decidir ampliar mercats, i per això es va incorporar el procés de granulació degut a què moltes vegades el pinso en pols no és bo per a depèn quines aplicacions, i així ampliar l'oferta. Aquesta fàbrica estava controlada a través d'una lògica de contactors rígida, i una semi-automatització del procés de dosificació, on el control de tota la fàbrica es feia mitjançant el quadre sinòptic que es pot veure en la Figura 1.



Figura 1. Quadre sinòptic fàbrica vella.

Per tant, la planta ja disposa de totes les sitges i tolves i tots els actuadors necessaris per la producció de forma manual, a través dels interruptors i commutadors de què consta aquest

taulell de comandament. Per realitzar tot el procés de fabricació de pinsos, la fàbrica disposa d'uns 8 operaris, els quals realitzen 2 torns de 8 hores per tal de poder assolir les demandes de pinso que te l'empresa, tant dels mateixos agricultors que venen les seves collites a la fàbrica com d'altres ramaders. Fins ara amb aquests dos torns, un de matí i l'altre de tardes ja que a les nits es parava la producció, aquests operaris arribaven a produir unes 750 tones de pinso al mes.

Però actualment es necessita automatitzar tota la planta per tal de poder mantenir-se dins del mercat, degut a la gran competència que existeix. I com s'ha dit abans, els nous descobriments sobre la tecnologia dels pinsos requereixen que els processos siguin molt flexibles, sobretot des de l'any 1.986 en què Espanya va entrar en el mercat comú, on han aparegut noves matèries primeres com són la mandioca, el gluten... que han originat canvis importants en la formulació de pinsos compostos, el que ha implicat que moltes fàbriques hagin hagut d'incorporar noves sitges i sistemes d'aplicació de líquids, com són les melasses.

1.2 Objecte

Com s'ha vist anteriorment, a més a més de la necessitat d'automatitzar totalment el procés de dosificació per les complicacions que presenta, també serà necessari en els altres processos, perquè per exemple, en els d'arribada i sortida de materials és important realitzar un control en les sitges i tolves d'emmagatzematge, per tal que els productes no es facin malbé per una estada massa prolongada o per temperatures no adients, i així perjudicar el producte final. Alhora caldrà fer un control del consum dels diversos sistemes de transport per tal de mantenir un valor constant.

En el procés de barreja és molt important que la mescla sigui homogènia, ja que pel contrari, la diferència de densitats i granulometria dels components poden portar a productes acabats poc homogenis, que provocarien als animals consumidors xocs alimentaris els quals es traduirien en conseqüències nefastes per la seva productivitat i salut.

En el procés de molturació és important efectuar un control de la granulometria per poder així permetre que la barreja pugui ser homogènia, així com la seva flexibilització, ja que cada tipus de fórmula de pinso requerirà una mida de gra diferent. A més a més, caldrà controlar el consum del molí regulant l'entrada de matèria per moldre.

Per tant, la finalitat del present projecte és la de realitzar l'automatització de tota la fàbrica de pinsos, això inclou tots els sis processos de què consta (entrada de matèries, molturació, dosificació amb correcció, barreja, granulació i sortida de pinsos). Per això caldrà escollir el sistema d'automatització més adequat i desenvolupar-lo, és a dir, un PLC amb el corresponent programa d'autòmat, el qual ens permetrà controlar tots aquests processos. Alhora caldrà seleccionar els diferents sensors i pre-activadors necessaris que s'hauran d'incorporar per poder transformar la lògica rígida de contactors a una de flexible. També caldrà seleccionar un sistema d'interfície amb l'usuari que sigui fàcil d'utilitzar, de programar les receptes i que ens generi uns històrics per efectuar un control sobre l'evolució de la fàbrica. L'opció aconsellada serà la d'un sistema SCADA, per així des d'una oficina poder controlar i supervisar tots els processos de dins la fàbrica. I finalment també caldrà fer el disseny de la instal·lació elèctrica corresponent, per tal de poder implementar aquest automatisme en la línia de producció.

Amb aquesta solució, es pretén obtenir diversos avantatges com seran principalment: la reducció de costos de fabricació i per tant un augment de la rendibilitat, deguda a la reducció del personal i a l'augment de la producció. També ajudarà en l'eliminació dels errors humans, i per tant es produirà un augment de la qualitat del producte final. Alhora la flexibilització representarà un augment del número de receptes que es podran preparar sense modificar les instal·lacions. També el control automàtic dels processos eliminarà els temps morts que es produïen, així com, les seguretats sobre els diferents elements i persones de la fàbrica.

1.3 Especificacions i abast

El present projecte ens ha set encarregat a través del gerent de la fàbrica, el qual com a conseqüència de l'alta competitivitat que existeix en el sector, ens ha demanat una solució perquè la fàbrica sigui més rentable, és a dir, reduir costos i augmentar la producció. Alhora ens ha demanat que la solució adoptada sigui la més econòmica, per això s'ha de treballar sobre les instal·lacions existents aprofitant les tolves i sitges actuals i tots els activadors, pre-activadors i sensors que sigui possible.

Un últim punt a tenir en compte és que l'autòmat a utilitzar sigui de la marca Modicon-Telemecanique perquè fins ara la part semi-automatitzada de la dosificació utilitzava un autòmat d'aquesta marca i n'estan contents, i alhora l'empresa d'electricitat industrial que els

hi fa el manteniment, treballen amb aquesta marca d'autòmats. Per la mateixa raó, se'ns ha demanat que el programa amb què es faci el SCADA sigui el Citect.

2 DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS

La planta de fabricació de pinsos consta d'una nau de 1.200 m² on hi haurà els sis processos distribuïts en diverses zones, exceptuant les tres sitges de recepció de material que per les seves grans dimensions estaran situades a l'exterior, igual com les vuit tolves de sortida de materials, que estaran a fora per tal de facilitar la càrrega en els camions. Encara que la superfície de la fàbrica no sigui molt gran, la superfície útil si que ho és perquè cal tenir en compte l'alçada de la fàbrica, ja que hi ha processos que estan a sobre d'uns altres, degut a què la majoria del transport a l'interior de la fàbrica es fa per gravetat, ajudant-nos dels elevadors i cargols sense fi.

Hi ha dos esquemes de fàbriques de pinso: les de pre-barreges i les de productes pre-mòlts. Les de pre-barreges, primer fan la dosificació seguida d'una pre-barreja, i després es mòlt per acabar fent la barreja final. Per tant, aquest tipus de fàbriques necessiten una potència de molturació que vagi al mateix ritme de producció que el de la fàbrica, per tant, s'haurà d'invertir molt en aquest procés de molturació. En canvi, la indústria en la que s'ha de fer l'automatització, correspon al segon tipus de fàbriques, les de productes pre-mòlts. En aquest cas, es disposa d'unes sitges on hi haurà els cereals per moldre, els quals es portaran al molí corresponent, i d'aquest cap a unes tolves d'emmagatzemament de farines, que el primer tipus de fàbrica no necessitava.

Aquest sistema de productes pre-mòlts, requereix una forta inversió en les tolves de farines, però en el cas en què ens trobem, ja estava fet, perquè recordem que la fàbrica era una antiga Cooperativa agrícola. Però tot i així, té l'avantatge respecte el primer tipus que la part de molturació no ha de treballar sempre, sinó que només quan falta alguna farina, per això, és aconsellable realitzar la molturació durant la nit, quan la tarifa elèctrica és més econòmica.

2.1 Recepció de matèries

El procés de fabricació de pinsos comença amb l'arribada de matèries primeres a la fàbrica. Aquestes matèries primeres són diversos tipus de cereals, llegums, plantes i fruits, que poden procedir tant dels agricultors de la zona com d'altres empreses. Un cop arriba el camió o el tractor, es pesarà per obtenir la càrrega neta de producte que arriba a la fàbrica. Tot seguit es podrà introduir a l'ordinador el nom, la quantitat i el destí on s'enviarà aquest

producte. A continuació es procedirà a descarregar-lo a la tolva de recepció, la qual té un sensor de nivell mínim per saber quan hi ha material en aquesta tolva. En el seu fons hi haurà el començament d'un elevador de catúfuls (recipients) el qual es mourà a través d'un motor elèctric. Com es pot veure en la Figura 2, el final de l'elevador estarà connectat a un distribuïdor giratori tipus pop o revòlver de 5 sortides, de tal manera que el material que ve de la tolva de recepció caigui per gravetat al pop. Cadascuna d'aquestes 5 sortides del pop tindrà un sensor de posició, per així poder saber on està situat el conducte de sortida del distribuïdor el qual es mourà mitjançant un motor.

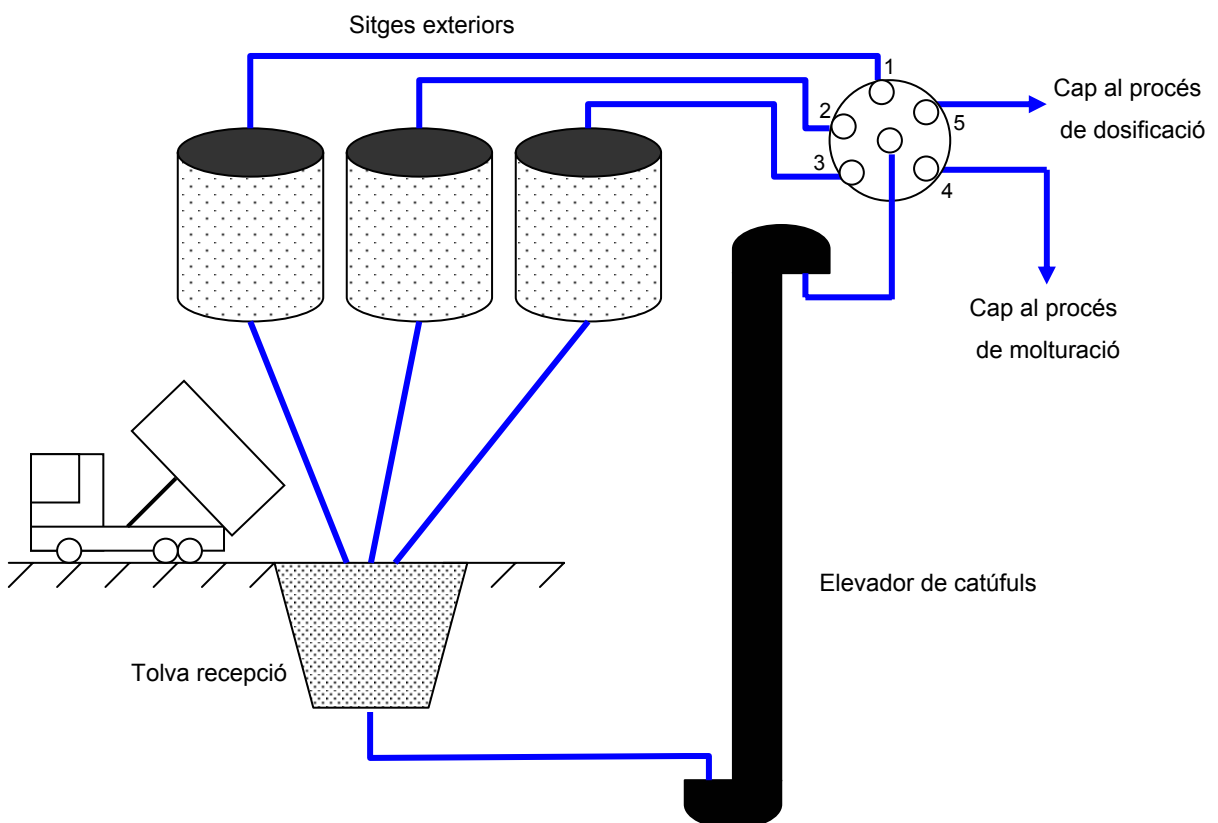


Figura 2. Esquema transport recepció.

Les tres primeres sortides del pop permetran transportar els cereals cap a les tres sitges de recepció de material exteriors que són de 250 tones. Aquest transport es farà amb uns conductes amb cargol sense fi accionats per un motor cadascun. En aquestes tres sitges només hi haurà emmagatzemats els 3 cereals majoritaris en les fórmules de pinso que elabora la fàbrica. Aquests són el blat de moro, la soja i l'ordi, els quals ja sigui en forma de gra o farina, formen part aproximadament del 80% de les receptes, per això cal disposar-ne d'una reserva. En la Figura 3 es pot veure una foto de dues de les sitges de recepció.



Figura 3. Sitges exteriors i porta de la tolva de recepció.

Quan una de les tolves de dosificació, que conté algun d'aquests productes, estigui a punt d'esgotar-se s'hi enviaran passant pel procés de molturació, si cal obtenir-ne farina, o bé directament, si es necessiten en forma de gra. Per extreure el contingut de les sitges, a la part inferior hi ha tres cargols sense fi independents que portaran aquests materials una altre cop cap a la tolva de recepció, per així poder aprofitar l'elevador de recepció per tornar-los a elevar cap al pop de recepció i així conduir-los cap al procés de molturació, amb la sortida número 4, o directament cap al procés de dosificació amb la sortida 5 del pop. Per tant, el blat de moro, la soja i l'ordi, passaran dues vegades per l'elevador i el pop, abans d'anar al procés de dosificació, en canvi quan el que arriba a la fàbrica és un altre producte, es descarregarà a la tolva, pujarà per l'elevador, i el pop el distribuirà cap al molí si cal moldre'l o cap a les tolves si el producte ja ve a punt per la dosificació.

Cada una d'aquestes sitges tindrà un sensor de nivell màxim i un de mínim per controlar la quantitat de cereal que hi ha, i alhora tindran un sensor de temperatura perquè si la temperatura pugés molt, accionar un moto-ventilador que crearà un corrent d'aire ascendent que servirà per refrigerar els grans de cereal i així evitar que es podreixin com a

conseqüència d'una pujada de temperatura i humitat. En la Figura 4 es pot veure una fotografia del moto-ventilador.



Figura 4. Motor de ventilació.

Un factor a tenir en compte, és que tots els cargols sense fi que serveixen per extreure materials, un cop s'ha acabat l'emplenat de la tolva següent, no funcionaran un temps fins a buidar-se, sinó que per tenir respostes més ràpides, estaran plens. Per això aquestes sitges o tolves no caldrà que tinguin una vàlvula per tancar la sortida de material, ja que es parerà el transport quan es pari el motor del cargol sense fi.

2.2 Molturació

El procés de molturació es fa per dues raons principals: facilitar la barreja de les diferents matèries primeres de diferent densitat, i oferir una major superfície d'atac als enzims digestius, però això sí, sense passar-se perquè els productes amb molta pols són rebutjats pels animals i alhora poden provocar-los úlceres d'estómac. Aquest procés estarà format per una tolva d'espera, un vibrador, un molí de martells, un moto-ventilador i un cargol sense fi d'extracció.

Tot i que hi ha altres tipus de molins, el de martells és el que s'utilitza més per moldre els cereals. El molí estarà format per un motor elèctric, que farà girar un ròtor on hi haurà els martells, i una reixa exterior que farà la funció de tamís. En la Figura 5 es pot veure un esquema d'un molí de martells.

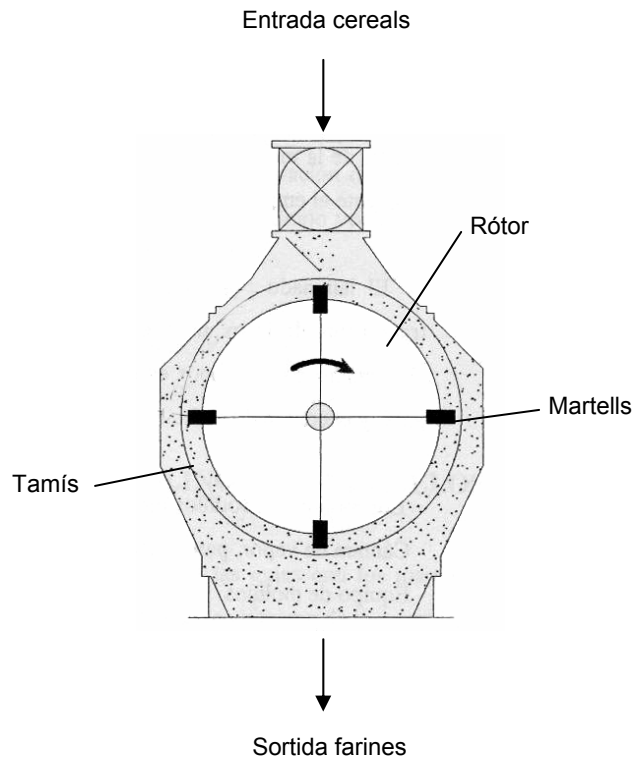


Figura 5. Esquema d'un molí de martells

Es disposarà de més d'un tamís per tal de poder obtenir diferents mides de molturació, però tot i així les més comunes són les que van de 2 a 4 mm. La velocitat de gir del motor està en funció del diàmetre del rotor, ja que com més gran sigui, a menys revolucions per minut anirà. Per això el molí que hi ha en la fàbrica és de rotor ample i girarà a 1.500 rpm. Un factor important a tenir en compte en el molí és que durant el seu funcionament s'incrementa la temperatura del material en uns 15°C que és un problema, ja que pot provocar perill d'incendis, per això hi ha instal·lat un moto-ventilador que s'activarà sempre que el molí funcioni i que crearà una corrent d'aire, que a part de refrigerar el gra i els elements interns del molí, ens ajudarà a l'extracció del producte ja mòlt. Un altre factor molt important el funcionament del molí és que l'alimentació ha de ser molt constant, perquè si augmenta de cop ens pot produir la parada del molí i en canvi, si baixa molt disminuirà el rendiment del molí que tampoc interessa. Per això, serà interessant realitzar un control del consum elèctric del molí mitjançant la regulació de l'alimentació per tal que el molí sempre treballi al màxim rendiment. Això serà possible gràcies a un motor vibrador que variant la seva freqüència d'oscil·lació gràcies a un variador de freqüència, permetrà que entri més producte per moldre o no. Un últim punt a tenir en compte perquè el molí tingui un bon rendiment és el desgast dels martells, que si és molt important en un costat respecte l'altre provocarà vibracions

degut als desequilibris de masses. Una solució útil és canviar el sentit de gir del molí cada 24 hores per així que el desgast sigui igual.

Així doncs, el procés de molturació en aquesta fàbrica s'inicia en la sortida 4 del pop de recepció. En aquest punt hi ha connectat un conducte amb un cargol sense fi accionat per un motor, que com es pot veure en la Figura 6, portarà els materials cap a la tolva d'espera del molí.

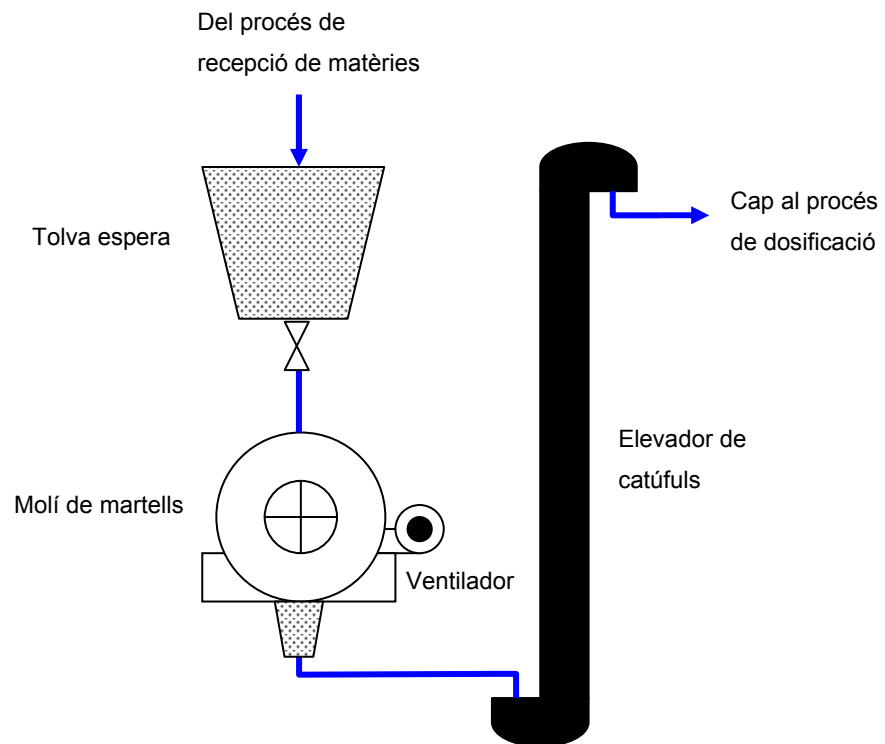


Figura 6. Esquema procés molturació.

Aquesta tolva tindrà dos sensors de nivell un de màxim i un de mínim i farà la funció de reserva, per així assegurar que mai falti material al molí. A la part inferior hi ha una comporta que s'obrirà a través d'una electrovàlvula que alimentarà un pistó de doble efecte pneumàtic, facilitant així l'entrada dels cereals per moldre al molí gràcies a la gravetat ja que el molí està situat just a sota. Però cal recordar que no entraran els materials per moldre directament, sinó que el vibrador que hi ha situat a l'entrada del molí ho controlarà. A la part inferior del molí hi ha un cargol sense fi que s'encarregarà d'extreure els productes mòlts i portar-los cap un elevador de catúfuls, que elevarà aquestes farines cap a les tolves del procés de dosificació.

2.3 Dosificació amb correcció

Aquest és el procés clau per l'elaboració de pinsos, ja que aquí és on es pesaran i s'ajuntaran els diferents ingredients que formen part de cada fórmula de pinso per posteriorment barrejar-les. Per tant, la forma d'elaborar un tipus de pinso és a través d'anar pesant cadascun dels ingredients primaris fins haver-los incorporat tots en la tolva de la bàscula de pesatge. Aquest procés es farà en una bàscula totalitzadora, la qual a mesura que li vagin arribant els diferents ingredients anirà sumant els seus pesos fins arribar al pes total de la pesada, per això cada fórmula de pinsos consta d'una llista amb el nom dels ingredients, amb el pes necessari de cada un, i amb els pesos acumulats al costat. Un exemple de fórmula seria el que es pot veure en la Taula 1.

Nom ingredient	Pes unitari (Kg)	Pes acumulat (Kg)
Blat de moro	390	390
Ordi	287	677
Soja	170	847
Userda granulada	100	947
Greix	20	967
Rumivit M	4	971
Fosfat bicàlcic	10	981
Carbonat de calç	15	996
Sal de pinso	4	1.000
Total	1.000	

Taula 1. Exemple fórmula pinso: vedella bencriada 3a. edat.

Com també es pot veure, les pesades seran de 1.000 Kg com a màxim, per tant si es demana una comanda de 2 tones i mitja, i no es disposa d'estoc d'aquest tipus de pinso en les sitges de sortida, caldrà fer 2 pesades de 1000 Kg i una de 500 Kg.

Aquesta bàscula totalitzadora està formada per un capó metàl·lic amb diversos orificis, per on arribaran les matèries primeres de la formulació a través dels corresponents cargols sense fi i una tolva on s'aniran dipositant aquestes matèries. La capacitat de la tolva és de 1.500 litres, la qual permet un rendiment de fabricació de pinsos de 7,5 tones/hora, més que suficient per la capacitat actual de la fàbrica (4 tones/hora), i les posteriors a l'automatització (unes 6 tones/hora). Aquesta tolva té un bastidor metàl·lic suportat en 4 punts per col·locar-hi cadascuna de les cèl·lules de càrrega necessàries per realitzar el pesatge. Aquestes seran cèl·lules de càrrega de flexió hermètiques, i aniran connectades a una convertidor sumador amb sortida analògica, la qual donarà el valor real de la pesada.

El procés de dosificació consta de 12 tolves, 8 de 50 tones de capacitat cadascuna i les 4 últimes de 100 tones on hi hauran els elements primaris necessaris per la formulació de pinsos. Aquestes tolves estan agrupades en 3 grups de 4 tolves on a sobre de cada grup hi ha una rasera amb un cargol sense fi, i amb 4 comportes que s'obriran gràcies a un pistó pneumàtic controlat per una electrovàlvula. Cada una d'aquestes comportes, en obrir-se, deixarà caure la matèria primera que hi ha en la rasera a la tolva de dosificació corresponent. Com es pot veure en la Figura 7 hi haurà 3 raseres, on les dues primeres alimentaran les tolves del número 1 al 8, que contindran diferents elements primaris que provenen de l'exterior i que no cal que passin pel procés de molturació, perquè ja venen preparats per la dosificació, i per tant, un cop s'hagin recepcionat i elevat fins al pop de recepció sortiran per la 5a. sortida i amb un cargol sense fi aniran a l'entrada del pop de dosificació que té 2 sortides, una que condueix les matèries cap a la rasera 1 i l'altre cap a la rasera 2.

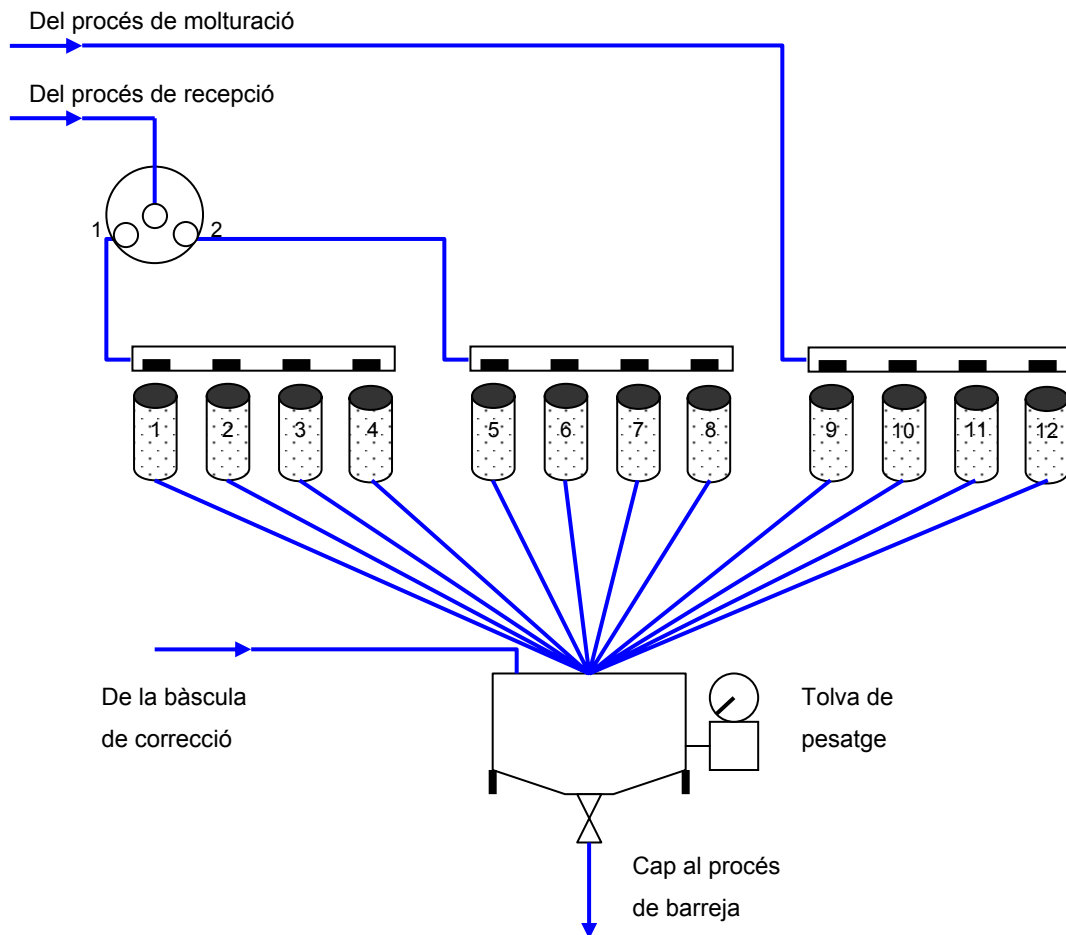


Figura 7. Esquema de la distribució de les tolves de dosificació.

Finalment queda la tercera rasera la qual alimentarà les tolves de dosificació 9 a 12 i on hi haurà els materials que si que passaran pel procés de molturació i per tant, un cop elevades per l'elevador que hi ha després del molí, un cargol sense fi les portarà cap a la rasera número 3 per així distribuir-los a la tolva corresponent. Cal recordar que aquestes 4 últimes tolves són més grans que les altres 8 perquè en elles hi haurà les matèries que formen part d'un 80% de les fórmules.

Aquestes tolves de dosificació tenen uns sensors de nivell màxim i mínim, per tal de controlar que sempre estiguin plenes de material i assegurar el subministrament cap a la bàscula quan es sol·liciti. En el procés d'elaboració d'una fórmula s'aniran portant els diferents ingredients de la tolva on es troben fins a la bàscula. Per això hi haurà un cargol sense fi a la part inferior de cada tolva que en necessitar-se un ingredient s'activarà deixant-lo caure a l'acte a la bàscula, perquè tot el conducte del cargol sense fi està sempre ple del material en qüestió per així reduir els temps d'espera i per aquesta mateixa raó, no caldrà cap comporta per tancar el subministrament ja que en parar el motor del cargol es deixarà d'aportar aquest material.

Com també es pot veure en l'anterior Figura 7 hi ha un conducte que prové de la bàscula de correcció i que va cap a la bàscula de dosificació, i el qual portarà els correctors o additius necessaris en cada fórmula de pinsos. Aquests correctors són diferents complements alimentaris, vitamines, medicaments... que estaran presents en cada fórmula de pinsos però en una menor proporció respecte als altres, i per això no es podran pesar en la mateixa bàscula de dosificació, perquè requeriran precisions de pesat de fins al gram i per tant, la bàscula haurà de ser més petita. Per això, en aquesta part de correcció, tindrem 7 tolves petites de 5.000 Kg cadascuna col·locades en línia i amb una rasera amb un cargol sense fi a la part superior. Aquesta rasera tindrà 7 comportes que s'obriran per un pistó pneumàtic activat mitjançant una electrovàlvula cadascun que serviran per emplenar cada una d'aquestes tolves de correcció, quan els sensors de nivell indiquin que s'està acabant el corrector. Semblant al sistema de pesatge de la part de dosificació, hi haurà 7 cargols sense fi a la part inferior de cada tolva que portaran cada additiu cap a la bàscula de correcció fins aconseguir la quantitat exacta. Tant bon punt es té aquesta quantitat, que serà més ràpid que la pesada en la bàscula de dosificació, s'esperarà un moment fins que la bàscula de dosificació hagi acabat la pesada de l'últim ingredient, i llavors s'obrirà la comporta inferior de la bàscula de correcció i s'activarà el motor del cargol sense fi que extraurà els correctors acabats de pesar, i els portarà cap a la bàscula de dosificació. Com que la quantitat de correctors és molt petita, com a màxim representen 100 Kg dels 1000 Kg de la principal, i el

pesatge es realitza molt a prop de la bàscula de dosificació, aquest transport no durarà molt i quan el sensor de nivell mínim de la bàscula de correcció indiqui que s'ha buidat tota, es tancarà la comporta preparant-se per una nova pesada. En el moment en què ja s'ha buidat la bàscula de correcció és quan s'obre la comporta inferior de la bàscula de dosificació, realitzant-ne també el buidat, però ara es fa per gravetat ja que tota la pesada anirà cap una tolva que queda just a sota la bàscula i que farà la funció de tolva d'espera cap al següent procés. La bàscula de dosificació també tindrà un sensor de nivell mínim que quan indiqui que s'ha buidat tota tancarà la comporta i així es podrà iniciar una nova pesada, reduint així els temps morts entre una preparació de pinsos i una altra.

2.4 Barreja

L'objectiu d'aquest procés és aconseguir una distribució uniforme de cada matèria primera en el pinso ja que es troben en diferent proporció, densitat i mida. Per aconseguir-ho caldrà barrejar els diferents elements que formen part de la fórmula del pinso que s'està elaborant i per això s'utilitza una barrejadora horitzontal, que és la més comuna en la fabricació de pinsos compostos. En la Figura 8 es pot veure la carcassa de la barrejadora horitzontal que té forma cilíndrica i allargada i un ròtor central amb unes aspes, el qual està accionat per un motor elèctric.

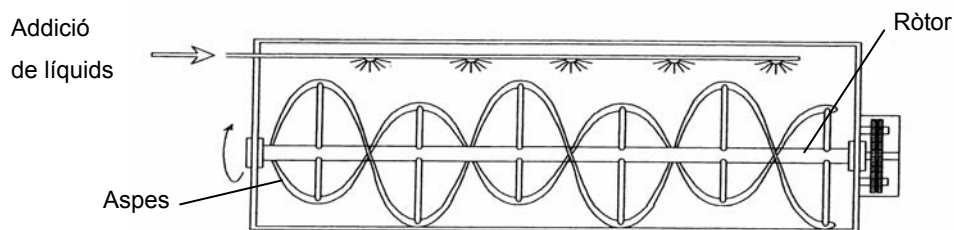


Figura 8. Esquema barrejadora horitzontal.

El seu funcionament es basa en el moviment dels ingredients d'una punta a l'altre de la carcassa donant-los així fluxos contraris que indueixen a la barreja. En la part superior té un sistema per afegir grassa en forma líquida al pinso. Això es farà just quan s'està barrejant i no abans perquè sinó s'enganxaria a les parets i a les aspes de la barrejadora. Aquest sistema d'incorporació de líquids consistirà en un dipòsit per emmagatzemar la grassa, el qual tindrà un sensor de temperatura i unes resistències calefactores a la part inferior, per tal d'escalfar la grassa i així mantenir-la en estat líquid ja que en refredar-se, la seva viscositat augmenta molt dificultant així el seu transport i injecció. Aquesta grassa s'extraurà

mitjançant una bomba impulsora de líquids que els portarà, mitjançant uns conductes aïllats tèrmicament, fins als injectors que es troben distribuïts homogèniament en la part superior de la barrejadora. Per variar la quantitat de líquid que s'està injectant es farà variant el temps que dura la injecció, això és perquè cada fórmula de pinso requerirà una quantitat específica de grasses. Com que quan es pari la bomba encara entrarà una mica més de líquid degut a la inèrcia que té la grassa en entrar, caldrà instal·lar una vàlvula de tancament ràpid abans dels injectors per així no injectar més grassa de la necessària la qual tancarà en el moment en què es pari la bomba impulsora.

Aquest tipus de barrejadores horitzontals es caracteritzen perquè són molt ràpides ja que només necessiten de 4 a 6 minuts en funció del tipus de pinso, són de construcció simple i robusta, i no necessiten molt manteniment. Això si, un fet que cal tenir en compte és que treballen en discontinu. També cal considerar que la capacitat de la barrejadora instal·lada en la fàbrica és del doble que la bàscula per tant, quan a la tolva d'espera que hi ha després de la bàscula de dosificació hi hagin arribat dues pesades del mateix producte, s'obrirà la comporta que té situada a la part inferior la qual està accionada per un pistó pneumàtic controlat per una electrovàlvula, i el pinso entrarà a la barrejadora per la part superior. En la Figura 9 es pot veure un esquema del procés de barreja.

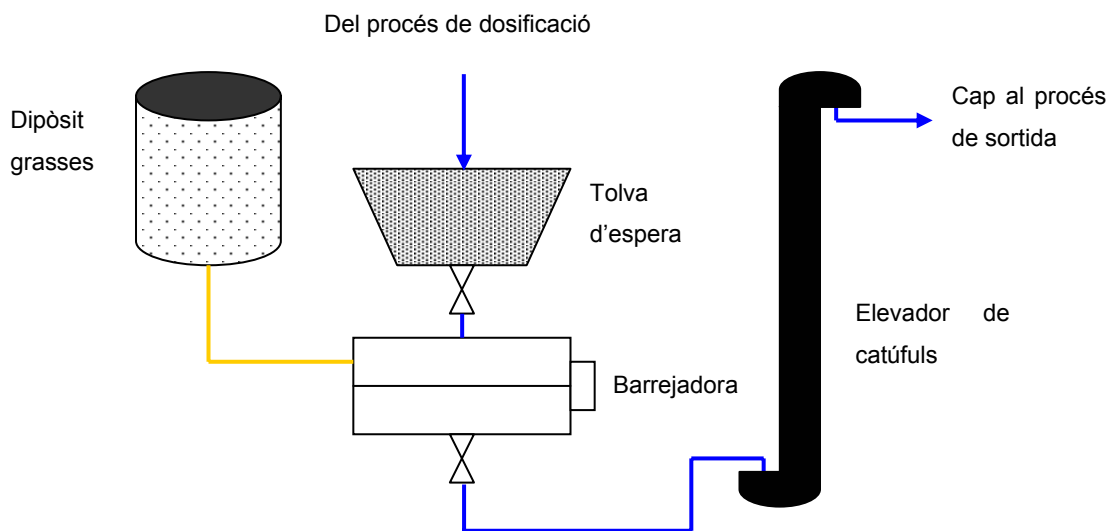


Figura 9. Esquema procés barreja.

La comporta es tancarà quan el sensor de nivell mínim, situat a la part inferior de la tolva d'espera, indiqui que no queda pinso en ella. Just quan s'obre la comporta és quan el motor de la barrejadora es posa en marxa començant així el procés per homogeneïtzar la barreja. Quan s'ha tancat la comporta de càrrega és quan es comencen a injectar els líquids.

Finalment, quan s'ha acabat el temps establert de barreja en la fórmula del pinso s'obre la comporta inferior de la barrejadora, accionada també amb un pistó controlat per una altra electrovàlvula, i així tot el pinso acabat de barrejar serà extret per un cargol sense fi que el portarà cap un elevador de catúfuls que enviarà el pinso a un pop de distribució, i el qual serà per decidir si el pinso s'envia directament a la sortida perquè es vol en forma de farina, o bé si s'envia al procés de granulació perquè es vol en forma de grànuls. Per tant, a la part inferior de la barrejadora també hi haurà un sensor de nivell mínim per saber quan s'ha acabat de buidar tot el pinso i així poder tancar les comportes per preparar-se per una altra barreja.

2.5 Granulació

La granulació o també anomenada aglomeració és un procés en el qual el pinso, en forma de farina, es sotmet a diferents forces com: la fricció, la pressió i l'extrusió, així com a increments de temperatura per tal d'aglomerar-ne les partícules i així obtenir el pinso en forma de grànuls. Tot i que a la dècada del 1.960 ja s'utilitzava aquesta tècnica, no és fins l'actualitat en què la majoria dels pinsos es presenten en forma granulada, representant un 80% dels pinsos que es fabriquen. Això és degut a què s'ha demostrat que en aglomerar els pinsos en grànuls s'obtenen diverses avantatges com són:

El pinso en forma de farina com que té baixa densitat té tendència a produir pols, en canvi, un cop aglomerat, no és així. A més a més el volum del pinso es redueix. Així doncs com a conseqüència els aglomerats són més fàcils d'emmagatzemar.

L'angle de reliscament dels aliments aglomerats és menor que els en pols, el qual facilita el seu pesat i l'extracció de les tolves.

Durant el transport i manipulació dels productes en pols hi ha el perill que es produeixi la segregació del seus components, en canvi això no passa en els aglomerats.

La gran superfície lliure que tenen els aliments en pols augmenta la sensibilitat respecte els agents de degradació, però en comprimir-los es redueix aquesta superfície respecte al volum, reduint així el contacte amb aquests agents.

I finalment, una última avantatge, és que els estudis tendeixen a provar que els aliments

aglomerats són més profitosos pels animals respecte els en pols: perquè restableix la masticació, la quantitat que es perd és menor durant el seu consum i no es produeix l'empastament del bec en les aus.

El volum i la forma dels grànuls són diferents segons el destí que tinguin, en la següent Taula 2 es pot veure un exemple dels tipus de grànuls en relació als animals a què vagi destinat.

Animals	Diàmetre (mm)	Longitud (mm)	Forma
Pollets	2 a 2,5	2 a 2,5	Rodona
Pollastres	3	3	Rodona
Aus	4 a 6	5	Rodona
Oví i porcí	8 a 15	10 a 15	Rodona o quadrada
Boví	20 a 25	20 a 30	Rodona o quadrada

Taula 2. Dimensions grànuls pinso en funció dels animals.

El procés de granulació consta de tres fases, la primera és la d'acondicionament de la farina abans de la granulació. En aquest punt s'incorpora vapor i melassa a la farina per així reduir temperatures i desgast als elements interns de la granuladora i alhora, per augmentar-ne el rendiment. L'aparell per realitzar aquesta funció s'anomena acondicionador-melassador i la fase sol durar aproximadament uns 2 minuts, tot i que si es volgués es podria ajustar. Aquest acondicionador és semblant a una barrejadora horitzontal, però amb la diferència que el pinso entra per un costat i a mesura que es va barrejant amb la melassa i el vapor que s'injecten a través d'uns injectors que hi ha a la part superior, va avançant cap a l'altre costat on hi ha la sortida de l'acondicionador-melassador.

La segona fase és la granulació, on a través d'una matriu vertical rodona amb uns orificis i uns rodets que hi giren per dins, es comprimiran les farines ja acondicionades i així s'obtidran uns cordons de material aglomerat que sortiran pels orificis de la matriu. Per la part exterior de la matriu hi ha uns ganivets que tallaran aquests cordons per així obtenir els grànuls amb la longitud que es vulgui.

La tercera fase del procés és la de refrigerar els grànuls obtinguts, ja que la pressió que es sotmeten els grànuls en el procés de granulació n'augmenta massa la temperatura i per tal de no malmetre el pinso cal refredar-lo abans d'emmagatzemar-lo. Per això es disposa d'un refrigerador de contracorrent en el qual es fa passar una corrent d'aire en la direcció

contrària a la dels grànuls aconseguint així refredar-los. Aquests refrigeradors de contracorrent van molt bé perquè ocupen poc espai, tenen preus competitius i són molt eficients gràcies al fet que l'aire entra per sota i el pinso per dalt. Un factor que cal tenir en compte és que cal separar el fins (trossos trencats de grànuls) a la sortida del refrigerador i tornar-los a reconduir cap a l'entrada de la granuladora.

Per tant, el procés de granulació s'inicia en el moment en què el pop de distribució del procés de sortida envia la farina que ve del procés de barreja, cap al procés de granulació i no cap a les tolves de sortida. Després d'aquest pop hi ha un cargol sense fi que portarà el pinso en pols cap a una tolva d'espera, la qual farà de tolva d'alimentació del procés de granulació. En la Figura 10 es pot veure un esquema d'aquest procés.

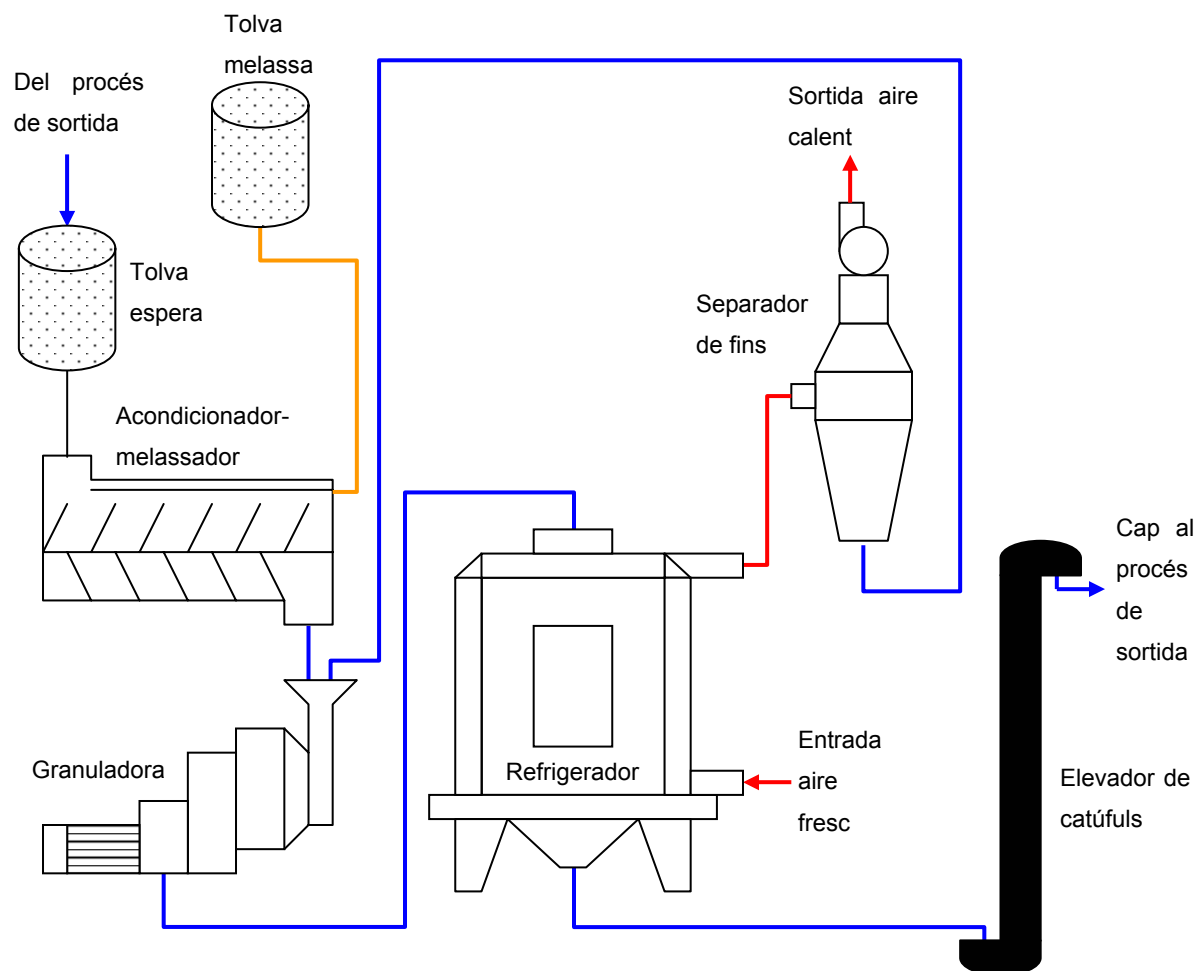


Figura 10. Esquema procés de granulació.

La tolva d'alimentació té un sensor de nivell màxim i un de mínim per controlar que hi ha la quantitat necessària de pinso. Just a sota aquesta tolva hi ha l'entrada al cargol sense fi

d'alimentació de l'acondicionador. És important destacar que el motor elèctric que l'acciona, serà controlat per un variador de velocitat. Perquè ajustant aquesta velocitat es podrà introduir una quantitat de pinso en pols diferent en funció del consum de la granuladora, per així mantenir-ne el rendiment el més alt possible. A continuació d'aquest cargol d'alimentació s'envia el pinso a l'entrada de l'acondicionador-melassador horitzontal, on mentre el pinso va d'una banda a l'altra barrejant-se gràcies a les pales que té, s'hi incorporen vapor i melasses en la quantitat pre-establerta mitjançant els diferents injectors que hi ha distribuïts al llarg de la càmera de l'acondicionador.

Un cop el pinso arriba a la sortida un cargol sense fi l'extreu i el porta cap a l'entrada de la granuladora on s'obtindran els grànuls, calents i amb una humitat més alta del normal. Per això, a la sortida de la granuladora hi ha un altre cargol sense fi que, a mesura que vagin sortint grànuls, els portarà cap a la part superior del refrigerador a contracorrent on cauran per gravetat anant a parar a una petita tolva situada a sota. Des d'aquest punt un altre extractor de cargol sense fi enviarà els grànuls ja freds cap a un elevador, el qual els portarà cap al procés de sortida. Com també es pot veure en l'anterior Figura 10, aquest refrigerador té l'entrada d'aire fresc a la part inferior i la sortida a la part superior. A aquest aire que surt abans d'expulsar-lo a l'exterior el que s'ha de fer és extreure-li els fins, que són els trossos de grànuls que es trenquen durant la refrigeració. Per tant, s'introdueix aquest aire al separador de fins on per gravetat aquest trossos de pinso es dipositaran a la part inferior d'on seran extrets per un cargol sense fi, el qual els portarà a l'entrada de la granuladora per tornar-los a granular i així aprofitar-los.

2.6 Sortida de matèries

Aquest és l'últim dels processos de què consta la planta de fabricació de pinsos. En aquest procés és on arribarà tant el pinso en forma de farina com el en forma de grànuls, i és on seran emmagatzemats en tolves per tal de carregar-los posteriorment als camions. Per això es disposaran de 8 tolves de 15 tones de capacitat cadascuna col·locades en dues files de 4 tolves, on una fila serà per emmagatzemar-hi els pinsos en forma de farines que provindran directament del procés de barreja, i l'altre els en forma de grànuls que abans hauran passat pel procés de granulació. Això es farà gràcies a què a sobre de cada fila de tolves hi ha unes raseres amb un cargol sense fi i 4 comportes que permetran buidar el pinso a la tolva de sortida que pertoqui.

En la Figura 11 es pot veure un esquema general del procés de sortida, per així visualitzar el camí que segueix el pinso.

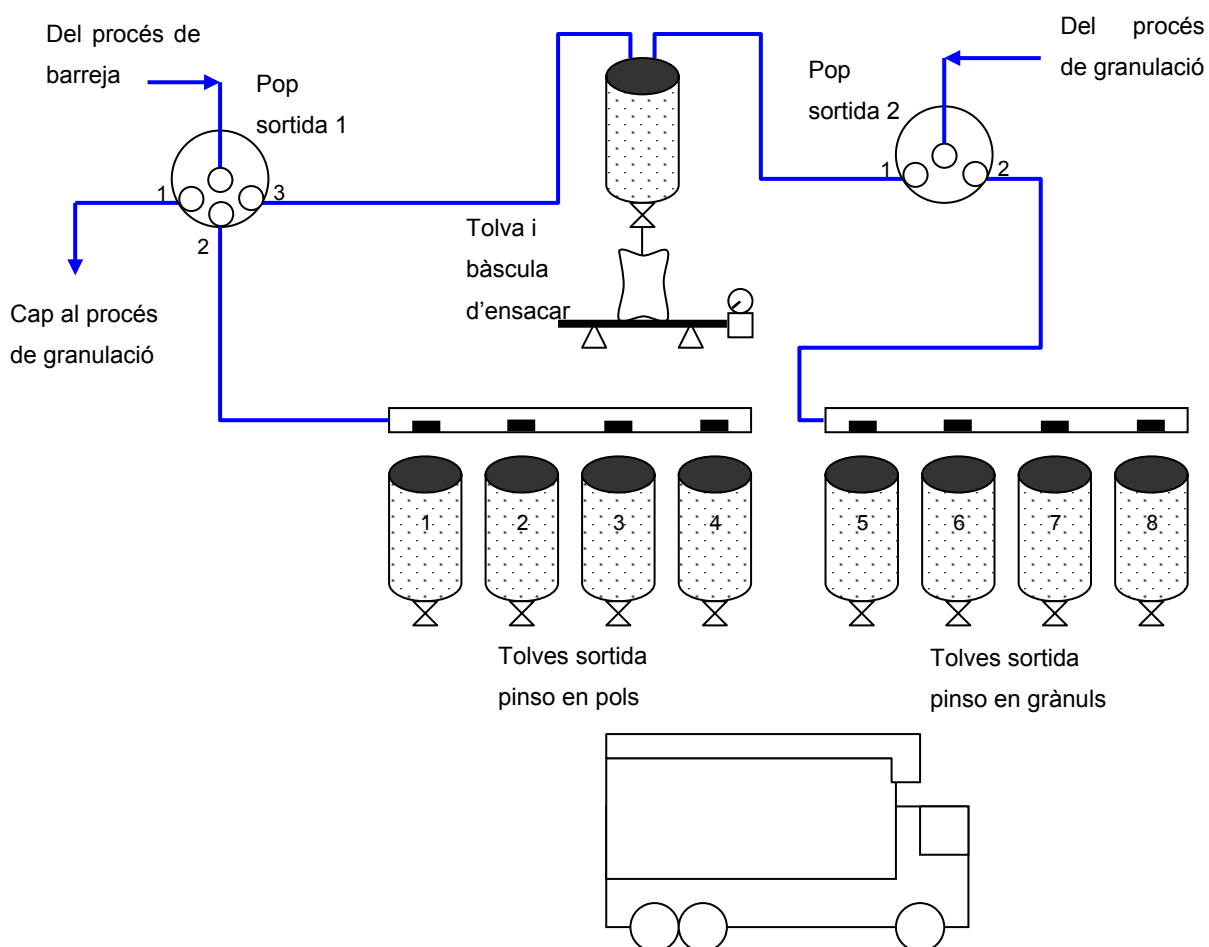


Figura 11. Esquema procés sortida.

Per tant el pinso arriba a aquest procés des del de barreja a través de l'elevador de catúfuls que ja s'havia vist. Aquest elevador portarà el pinso en forma de farina a un cargol sense fi que l'introduirà a l'entrada del pop de distribució número 1 del procés de sortida. Aquest pop te 3 sortides: la primera permetrà portar el pinso cap al procés de granulació quan es requereixi aglomerar el pinso, i això es farà mitjançant un cargol sense fi que el portarà cap a la tolva d'espera del procés de granulació vist en l'anterior apartat.

La segona sortida del pop permetrà portar el pinso, en forma de farina, cap a les quatre primeres tolves de sortida mitjançant un cargol sense fi que acabarà en una de les dues raseres, concretament en la de la fila de pinso en farina. Finalment, la tercera sortida del pop de distribució número 1 portarà, a través d'un altre cargol sense fi, el pinso en farina cap a la

tolva d'ensacar. Aquesta tolva tindrà a la part inferior una comporta accionada per una electrovàlvula la qual, en obrir-se, deixarà caure el pinso a dins del sac que hi ha just a sota. Aquest sac s'emplenarà dels quilos de pinso establerts anteriorment, gràcies a la bàscula que hi ha instal·lada. En la Figura 12 es pot veure una fotografia de l'ensacadora.



Figura 12. Ensacadora.

La segona part del procés de sortida serà la del pinso en grànuls que comença en el pop de distribució número 2, el qual estarà alimentat per un cargol sense fi que, en el seu lloc, estarà alimentat per l'elevador de catúfuls que hi ha en el procés de granulació. Aquest pop número 2 té dues sortides amb dos cargols sense fi cadascuna. La primera portarà els grànuls de pinso cap a la tolva d'ensacat que per economitzar les instal·lacions és la mateixa que la del pinso en farina. Finalment, la segona sortida d'aquest últim pop permetrà portar els grànuls cap a la segona rasera, situada sobre les quatre últimes tolves de sortida. El funcionament d'aquestes raseres és semblant a les que ja hi havia en el procés de dosificació. Tindran una comporta de buidat just a sobre de cada tolva i segons quina sigui la tolva final de destí s'obrirà justament la comporta que hi ha a sobre. I degut al funcionament del cargol sense fi de la rasera, en passar el pinso pel forat de la comporta que està oberta aquest caurà automàticament dipositant-se a la tolva corresponent. A la part inferior de

cadascuna de les vuit tolves de sortida hi ha una comporta accionada per un pistó pneumàtic que està controlat per una electrovàlvula, la qual en tenir el camió de distribució de pinsos a sota obrirà la comporta corresponent per així efectuar la descàrrega del pinso, del que s'ha realitzat la comanda, a la divisió corresponent de la caixa del camió. Ja que cal recordar que aquests camions disposen de diverses particions, independents entre elles, amb la finalitat de poder transportar diferents tipus de pinso alhora i així poder-los portar a la mateixa granja o granges properes amb el mateix viatge. En la següent Figura 13 es pot veure una fotografia de les tolves de sortida i un camió de distribució.



Figura 13. Tolves de sortida i camió de distribució.

3 JUSTIFICACIÓ DE L'AUTOMATITZACIÓ

Actualment hi ha molta més informació sobre les necessitats alimentàries dels animals i com a conseqüència hi ha una gran varietat de pinsos, que poden ser molt diferents entre ells. Per això, com ja s'ha vist en la introducció, una empresa que es dediqui a fabricar pinsos ha de ser capaç de poder oferir al mercat un gran ventall de pinsos a través de la variació en la formulació i alhora, ha de poder canviar de fórmula ràpidament, per tal de poder subministrar el producte demanat immediatament. Sinó l'empresa no serà competitiva i per tant haurà de tancar. Així doncs, si una fàbrica de pinsos vol subsistir ha d'invertir en diferents sectors i un de molt important és el de la automatització del seu procés d'elaboració.

Alhora, el procés de fabricació de pinsos no es podria realitzar correctament sense una mínima automatització, ja que en la part de la dosificació dels components del pinso es requereix una precisió molt elevada en la proporció de cada matèria que s'incorpora a la barreja entre altres factors, i una variació provocaria defectes en la formulació que portaria al rebuig de gairebé tota la producció en la seva comercialització, ja que no seria el tipus de pinso que s'ha demanat.

Per tant, com s'ha vist abans, l'automatització serà obligada per la realització del procés, ara bé, el nivell en què es trobi pot variar perquè pot anar des de tenir automatitzada la part fonamental de la dosificació fins a tenir totalment automatitzada tota la producció. Això si, aconseguir arribar a un nivell alt d'automatització porta moltes avantatges que es poden dividir en els següents grups.

3.1 Costos/productivitat

Els principals costos són els energètics ja que en aquest procés es consumeix energia elèctrica, que es transformarà a altres tipus d'energia (calorífica, mecànica...). Gràcies a l'automatització s'aconseguirà que el consum d'energia baixi considerablement, perquè hi haurà components que només funcionaran just quan sigui necessari gràcies al control automàtic que és farà del procés degut a que se sabrà just en quin moment cal fer una acció i quan no cal. Manualment també es podria arribar a parar i engegar alguns elements quan no fessin falta, però la precisió humana no seria molt bona provocant desajustos del procés i alhora, retardaria molt la producció ja que la resposta de l'home és més lenta. Per exemple aquests mecanismes podrien ser entre d'altres els motors dels cargols sense fi, els motors

dels elevadors que gràcies als diferents sensors, sabrem el moment precís que han d'accionar-se, fet que no passava fins ara que el control es feia a través de l'operari que estava a càrrec del quadre sinòptic. Tot i això aquest estalvi d'energia, aconseguit en parar elements elèctrics, no es podrà fer amb altres tipus de mecanismes com són els motors del molí i la granuladora, perquè és interessant que estiguin sempre funcionant en un règim constant per així aconseguir un rendiment màxim, ja que l'estalvi energètic obtingut en les contínues parades i postes en marxa no compensaria la pèrdua de rendiment.

Un altre cost a tenir en compte és el de les matèries primeres (matèries de rebuig), ja que gràcies a l'automatització el procés és molt més exacte perquè està controlat en molts punts, de manera que la producció sempre es realitza d'una forma molt constant i precisa calculant de manera exacta tots els passos i operacions, i per tant, els productes elaborats són exactament tal i com es volia ja que si per algun factor extern el procés s'allunyés del programat, es dispararien les alarmes corresponents per així evitar continuar la fabricació d'un pinso que igualment s'hauria de llençar perquè no s'ajusta a les necessitats demanades i que alhora no serviria per cap tipus d'animal. Aquest fet seria molt fàcil que es produís si el control es fes d'una manera més o menys manual perquè aleshores un desajust petit seria molt fàcil de cometre'l i per tant estariem perdent temps, energia i matèria primera. També es reduirien els materials que es farien malbé per un temps excessiu en les tolves, perquè gràcies a l'automatització es podrà controlar més bé el recorregut de cadascuna de les matèries així com el temps que porta en el procés.

Un altre tipus de cost serien els additius o materials consumibles, que seran els olis i grasses per la lubrificació de les diferents parts mòbils de la maquinària. Que gràcies a l'automatització l'aportació d'aquests additius serà just en el moment en que sigui necessari. L'avantatge en aquesta part de lubrificació és que gràcies a una sèrie de comptadors podem saber el temps exacte que un mecanisme ha funcionat i així programar la seva lubrificació individual segons aquest temps exacte, i no d'una manera general relacionada amb les hores de funcionament de la màquina. Perquè en un procés poques parts de la màquina es mouen tota l'estona, sinó que ho fan en diferents intervals i per tant conèixer el temps exacte que han treballat per lubricar-les en el moment necessari i no més del compte ens suposarà una disminució del consum de lubricants. A més a més, a partir d'aquí podem pujar un nivell més col·locant un sistema de lubrificació automàtica que al cap del temps programat porti la quantitat de lubricant necessari a la peça corresponent.

Un cost molt important actualment és el de la mà d'obra, ja que aquest és el factor més

important en l'automatització perquè és el que es veu més beneficiat. En una fàbrica es troben tres grups de mà d'obra: el de manteniment, el d'ajustatge i el d'operació.

Pel que fa a la de manteniment, necessària per la duració de la màquina, gràcies a la sèrie de sensors de les màquines es pot fer un control de l'estat de les diferents parts i indicar-ho amb unes làmpades o leds o fins i tot amb una pantalla, quan un element necessita alguna operació de manteniment, substitució per desgast, neteja... D'aquesta manera es podran realitzar els manteniments periòdics, predictius i fins i tot els intempestius just en el moment que el mecanisme li toca i no quan els treballadors ho creguin allargant així, la vida de la màquina i a la vegada reduint-ne el temps de parada, ja que per realitzar un manteniment s'ha de parar l'element en qüestió. En els intempestius o d'avaries no previstes, gràcies a la informació que ens dóna l'automatisme, es podrà solucionar el problema molt més ràpidament que si no es tingués cap informació perquè d'aquesta última manera s'haurien de fer totes les comprovacions per arribar a trobar l'avaria. En canvi si l'automatisme indica on hi ha el problema es solucionarà molt més aviat i fins i tot ho podrà arribar a fer el mateix operari, suposant així un guany de temps i de diners.

Pel que fa a la mà d'obra d'ajustatge si es té la producció automatitzada, aquest ajust serà molt més ràpid i eficaç gràcies a la precisió i rapidesa d'acció dels diferents sensors i activadors, envers de la resposta humana que és més lenta. D'aquesta forma s'aconseguirà que en el cas d'haver de fer un ajustatge parar el procés el mínim temps possible i a la vegada, no caldrà disposar a la fàbrica d'uns operaris d'ajustatge ja que si l'automatisme realitza la majoria de les funcions, un operari normal podrà controlar-lo tranquil·lament seguint les indicacions de la màquina.

Finalment, pel que fa a la mà d'obra d'operació aquesta es veurà molt reduïda, tot i que sempre serà necessari aquest tipus de personal. Però gràcies a l'automatització aquests hauran de fer menys esforços i així rendiran més, perquè s'hauran de limitar a controlar parts del procés i a fer petites operacions que no suposen desgast físic ni moral. A la vegada com que l'automatisme ho farà gairebé tot, l'operari podrà controlar més d'un procés alhora ja que només haurà de gestionar la informació que l'automatització li envia, com són que s'ha acabat de fer un tipus de pinso, que li introdueixi la quantitat i tipus del nou pinso a fabricar... Per tant, així reduïrem el número d'operaris i com a conseqüència s'hauran de pagar menys sous, provocant que el cost de fabricació del producte baixi considerablement perquè actualment un sou representa una part important del cost total de fabricació.

Un últim cost a tenir en compte és el de producció perquè gràcies a l'automatització el procés es farà amb un ritme més ràpid que un operari humà, i a més a més, serà una producció constant tant en velocitat com en qualitat ja que per exemple una persona, per molt bona que sigui, mai farà una acció repetitiva moltes vegades igual, és a dir, si una persona hagués d'estar 8 hores accionant els diferents cargols sense fi i dosificant productes, al final se n'afartaria i per tant baixaria el seu rendiment. Així doncs, d'aquesta manera es podrà accelerar el procés i a la vegada augmentar-ne la qualitat provocant una reducció de costos per unitat de producte fabricat, perquè per exemple, amb una mateixa quantitat d'energia i matèria primera es faran més productes per unitat de temps.

3.2 Innovació

La indústria dels pinsos és molt antiga, però la dosificació a través de les diferents fórmules per tal d'obtenir una gran varietat de pinsos en una mateixa fàbrica, sí que és innovadora. Això és gràcies a les millores de les prestacions que han permès flexibilitzar el procés i així a mesura que els tècnics en alimentació animal desenvolupen una nova fórmula, aquesta es podrà fabricar ràpidament sense haver de canviar el procés. Per tant, la innovació és en els nous pinsos que es fabriquen que dia rera dia aporten més avantatges pels animals

Finalment en el camp de la innovació tenim el factor d'optimització del producte el qual gràcies a l'automatització, podem aconseguir de cadascuna de les fases de la fàbrica el seu màxim rendiment, ja que ajustant els diferents activadors i controlant els sensors del procés d'una forma molt exacta es pot treballar en unes condicions que ens donin el màxim rendiment. A la vegada, gràcies a la tecnologia que va sorgint any rera any, en tenir un procés automatitzat podem anar variant parts del procés per nous components més moderns, sense haver de canviar-ho tot i així encarir la modernització.

3.3 Qualitat

La qualitat del producte elaborat actualment és un factor molt important perquè d'ella depèn en gran part la competència del producte amb els d'altres fabricants. Relacionat amb aquest camp trobem dos factors que són: la durabilitat i la fiabilitat.

La durabilitat es refereix a que el producte elaborat tingui unes condicions físiques que facin que compleixi amb el propòsit per al qual ha estat elaborat, i per tant que no es segregui o

es faci malbé fàcilment, ja que si això es produís l'empresa es guanyaria una mala reputació. Aquest fet es pot aconseguir molt fàcilment amb l'automatització perquè ens porta una precisió molt important controlant la temperatura, l'homogeneïtzació i a més a més, gràcies a la granulació, aconseguint així un producte amb unes condicions físiques immillorables fet que portarà a que es pugui vendre molt bé, perquè un producte de baixa qualitat serà rebutjat automàticament, suposant unes pèrdues molt importants.

La fiabilitat també va relacionada amb el factor anterior, ja que amb la precisió que ens aporta l'automatització el producte mantindrà unes condicions molt bones de qualitat i exactitud en la fórmula que es podrà vendre molt més bé, i per tant la fàbrica es crearà un bon renom en el món del pinso que farà que tingui moltes comandes de fabricació augmentant el seu benefici.

Alhora, automatitzar el procés permetrà fer controls de qualitat del producte elaborat d'una forma més ràpida i segura que no pas si es fes manualment, perquè per exemple, automàticament es podrà extreure una mostra de pinso cada cert temps i mirar si compleix les característiques, en canvi manualment les proves de qualitat seran molt irregulars.

3.4 Disponibilitat

La disponibilitat és la qualitat de poder fabricar més d'un producte amb un mateix procés amb poques modificacions, que per anar bé s'haurien de poder fer de forma automàtica, és a dir, poder flexibilitzar el procés. En la fabricació de pinsos compostos hi ha una gran disponibilitat, limitada pel número de tolves on hi haurà els diferents tipus de matèria primera perquè com més tipus de pinsos es volen elaborar més classes de matèries primeres diferents caldrà, i per tant més tolves per emmagatzemar-les. Aquesta disponibilitat ens portaria a treballar sense stocks o bé una petita quantitat d'aquests, ja que gràcies a l'automatització el pas de fabricar un tipus de pinso a l'altre no suposa moltes pèrdues de temps i ajustatge en el canvi perquè fins i tot mentre s'està barrejant un pinso, es pot començar a dosificar un altre de diferent sense fer res més que indicar la nova fórmula. En canvi si no es tingués aquesta disponibilitat l'empresa hauria de treballar amb stocks, que suposa tenir un magatzem gran per emmagatzemar productes esperant la seva venda. I al contrari es disposa de 8 tolves de sortida no molt grans que faran la funció de tolves d'espera en la fase de càrrega del pinso als camions de distribució.

Si la producció té una disponibilitat bona els comercials podran jugar amb aquest factor a l'hora d'oferir els serveis de la fàbrica quan vinguin els productes, perquè quan una explotació ramadera vol un tipus de pinso no sol avisar amb molts dies d'antelació i per això, si no es disposa d'una automatització que ens doni una disponibilitat de diferents productes, no es podrà subministrar la comanda a temps i, aleshores, l'explotació contractant s'enfadarà i anirà a comprar el pinso a una altra fàbrica. Per tant, en qüestió de la xarxa de venda, és important tenir el procés el més automatitzat possible per poder subministrar una comanda gairebé a l'acte.

A la vegada s'ha de poder oferir un servei post-venda, és a dir, a vegades alguna fórmula de pinsos només és exclusiva per una explotació en concret per algun tipus de bestiar determinat, i per tant s'ha de poder realitzar un seguiment de l'evolució del pinso subministrat i, si és correcte, assegurar poder tornar-lo a subministrar més endavant o, si convé variar-lo, fer-ho sense cap problema per aconseguir així satisfer les necessitats del ramader. Això s'aconseguirà gràcies a una bona disponibilitat que és una conseqüència de tenir el procés flexibilitzat.

4 ELEMENTS DE CONTROL

Un cop vist el funcionament general de la planta de fabricació de pinsos és el moment d'analitzar els diferents elements necessaris per poder-ne realitzar el control. Aquests elements seran doncs: els activadors amb els seus corresponents pre-activadors, els sensors i les proteccions necessàries per a cada un d'aquests elements. Per això, tot seguit es detallaran cadascun d'ells codificant-los per la seva posterior utilització en els corresponents esquemes i, alhora es seleccionaran els nous elements que faran falta per poder dur a terme l'automatització.

4.1 Activadors

Els activadors seran els encarregats de realitzar les diferents accions en el procés i es dividiran en 4 grups: motors elèctrics, pistons pneumàtics, electrovàlvules per líquids i resistències calefactores.

4.1.1 Motors elèctrics

En aquesta planta hi ha un gran número de motors, degut a que calen molts cargols sense fi i elevadors per realitzar els transports de les matèries primeres i pinsos elaborats d'un punt a l'altre. En les següents Taules 3 a 8 hi ha els motors de la planta classificats per cada un dels sis processos: recepció de matèries, molturació, dosificació amb correcció, barreja, granulació i sortida de matèries amb la seva identificació pels esquemes i la seva potència.

Identificació	Codi	Descripció	Potència (CV)
M1	MER	Motor elevador recepció	5,50
M2	MPR	Motor pop recepció	0,33
M3	MCES1	Motor cargol emplenat sitja 1	3,00
M4	MCES2	Motor cargol emplenat sitja 2	3,00
M5	MCES3	Motor cargol emplenat sitja 3	3,00
M6	MCBS1	Motor cargol buidat sitja 1	3,00
M7	MCBS2	Motor cargol buidat sitja 2	3,00
M8	MCBS3	Motor cargol buidat sitja 3	3,00
M9	MVS1	Motor ventilador sitja 1	1,50
M10	MVS2	Motor ventilador sitja 2	1,50
M11	MVS3	Motor ventilador sitja 3	1,50

Taula 3. Llista motors procés recepció matèries.

Identificació	Codi	Descripció	Potència (CV)
M12	MCTAM	Motor cargol tolva alimentació molí	3,00
M13	MVAM	Motor vibrador alimentació molí	2,00
M14	MM	Motor molí	75,00
M15	MVM	Motor ventilador molí	1,50
M16	MCBM	Motor cargol buidat molí	3,00
M17	MED	Motor elevador dosificació	5,50
M18	MCAPD	Motor cargol alimentació pop dosificació	2,00

Taula 4. Llista motors procés molturació.

Identificació	Codi	Descripció	Potència (CV)
M19	MPD	Motor pop dosificació	0,33
M20	MCET1_4	Motor cargol emplenat tolves 1 a 4	3,00
M21	MCET5_8	Motor cargol emplenat tolves 5 a 8	3,00
M22	MCET9_12	Motor cargol emplenat tolves 9 a 12	3,00
M23	MCBTD1	Motor cargol buidat tolva dosificació 1	2,00
M24	MCBTD2	Motor cargol buidat tolva dosificació 2	2,00
M25	MCBTD3	Motor cargol buidat tolva dosificació 3	2,00
M26	MCBTD4	Motor cargol buidat tolva dosificació 4	2,00
M27	MCBTD5	Motor cargol buidat tolva dosificació 5	2,00
M28	MCBTD6	Motor cargol buidat tolva dosificació 6	2,00
M29	MCBTD7	Motor cargol buidat tolva dosificació 7	2,00
M30	MCBTD8	Motor cargol buidat tolva dosificació 8	2,00
M31	MCBTD9	Motor cargol buidat tolva dosificació 9	2,00
M32	MCBTD10	Motor cargol buidat tolva dosificació 10	2,00
M33	MCBTD11	Motor cargol buidat tolva dosificació 11	2,00
M34	MCBTD12	Motor cargol buidat tolva dosificació 12	2,00
M35	MCETC	Motor cargol emplenat tolves correctors	1,50
M36	MCBTC1	Motor cargol buidat tolva corrector 1	1,00
M37	MCBTC2	Motor cargol buidat tolva corrector 2	1,00
M38	MCBTC3	Motor cargol buidat tolva corrector 3	1,00
M39	MCBTC4	Motor cargol buidat tolva corrector 4	1,00
M40	MCBTC5	Motor cargol buidat tolva corrector 5	1,00
M41	MCBTC6	Motor cargol buidat tolva corrector 6	1,00
M42	MCBTC7	Motor cargol buidat tolva corrector 7	1,00
M43	MCBBC	Motor cargol buidat bàscula correctors	1,50

Taula 5. Llista motors procés dosificació amb correcció.

Identificació	Codi	Descripció	Potència (CV)
M44	MBAR	Motor barrejadora	30,00
M45	MBG	Motor bomba grassa	4,00
M46	MCEB	Motor cargol extracció barrejadora	3,00
M47	MES	Motor elevador sortida	5,50

Taula 6. Llista motors procés barreja.

Identificació	Codi	Descripció	Potència (CV)
M48	MCAA	Motor cargol alimentador acondicionador	3,00
M49	MAM	Motor acondicionador-melassador	5,50
M50	MCEA	Motor cargol extracció acondicionador	3,00
M51	MGRA	Motor granuladora	60,00
M52	MTG	Motor tallants granuladora	4,00
M53	MCEG	Motor cargol extracció granuladora	2,00
M54	MCEREF	Motor cargol extracció refrigerador	2,00
M55	MEGR	Motor elevador granulació	4,00
M56	MVR	Motor ventilador refrigerador	1,50
M57	MCESF	Motor cargol extracció separador fins	2,00
M58	MBM	Motor bomba melassa	4,00

Taula 7. Llista motors procés granulació.

Identificació	Codi	Descripció	Potència (CV)
M59	MCTEG	Motor cargol tolva espera granulació	2,00
M60	MCAPS1	Motor cargol alimentador pop sortida 1	3,00
M61	MPS1	Motor pop sortida 1	0,33
M62	MCEF	Motor cargol ensacador farines	2,00
M63	MCEG	Motor cargol ensacador granuls	2,00
M64	MCETS1_4	Motor cargol emplenat tolves sortida 1 a 4	3,00
M65	MCETS5_8	Motor cargol emplenat tolves sortida 5 a 8	3,00
M66	MPS2	Motor pop sortida 2	0,33
M67	MCAPS2	Motor cargol alimentador pop sortida 2	2,00

Taula 8. Llista motors procés sortida.

Com es pot veure d'aquests 67 motors que hi ha en la fàbrica n'hi ha molts que són idèntics, ja que per exemple la majoria dels cargols sense fi portaran el mateix motor, així com també passarà amb els altres accionaments semblants com són els quatre ventiladors. Alhora, la gamma de potències és molt àmplia perquè va des de les molt baixes com són les dels tres pops de distribució de 0,33 CV cada un, fins a de més altes com són les del motor del molí o la granuladora de 75 i 60 CV respectivament. Pel que fa a aquests últims caldrà disposar alhora de grups d'arrancada estrella-triangle degut a l'alt pic d'intensitat que ofereixen en l'engegada. Aquests motors seran trifàsics alterns de gàbia d'esquirol degut a que són el tipus més econòmic, amb menys manteniment i amb més prestacions per la indústria, essent així els més rentables. Per tal d'adaptar les revolucions per minut (rpm) de cada un d'aquests motors, a les que es necessiten per a cada accionament, serà necessari acoblar a cada eix el respectiu reductor de rpm que tan podran ser de tipus politja com d'engranatges i, a més a més de reduir les rpm també augmentaran el parell que dona cada motor. A continuació es comentaran les característiques generals dels motors seleccionats, que són del grup IFIMOTO i concretament de la sèrie ABA. En la Figura 14 es pot veure una fotografia de tres d'aquests motors.



Figura 14. Motors trifàsics de gàbia d'esquirol.

Com a característiques comunes tindran que són motors asíncrons de ròtor de gàbia d'esquirol amb 4 pols, estan alimentats a 380 V A/C i a una freqüència de 50 Hz. En les següents Taules de 9 a 18 a es veuran les característiques particulars dels diferents motors ordenats de menys a més potència. Com que hi ha molts motors iguals només es posaran les característiques una vegada, però es podrà veure en la casella identificadors a quins motors fa referència.

Descripció	Magnitud
Identificador motor	M2, M19, M61 i M66
Model	71A
Potència nominal	0,33 CV
Velocitat nominal	1.370 rpm
Rendiment (η)	63%
Factor de potència ($\cos \varphi$)	0,68
Intensitat a 400V	0,85 A
Parell	1,59 Nm
Moment d'inèrcia	0,0021 Kg·m ²

Taula 9. Característiques dels motors de 0,33 CV.

Descripció	Magnitud
Identificador motor	M36 a M42
Model	80B
Potència nominal	1 CV
Velocitat nominal	1.400 rpm
Rendiment (η)	72%
Factor de potència ($\cos \varphi$)	0,73
Intensitat a 400V	2,1 A
Parell	1,78 Nm
Moment d'inèrcia	0,0064 Kg·m ²

Taula 10. Característiques dels motors de 1 CV.

Descripció	Magnitud
Identificador motor	M9 a M11, M15, M35, M43 i M56
Model	90S
Potència nominal	1,5 CV
Velocitat nominal	1.400 rpm
Rendiment (η)	77%
Factor de potència ($\cos \varphi$)	0,77
Intensitat a 400V	2,7 A
Parell	7 Nm
Moment d'inèrcia	0,014 Kg·m ²

Taula 11. Característiques dels motors de 1,5 CV.

Descripció	Magnitud
Identificador motor	M13, M18, M23 a M34, M53, M54, M57, M59, M62, M63 i M67
Model	90L
Potència nominal	2 CV
Velocitat nominal	1.400 rpm
Rendiment (η)	78%
Factor de potència ($\cos \varphi$)	0,78
Intensitat a 400V	3,6 A
Parell	9,56 Nm
Moment d'inèrcia	0,017 Kg·m ²

Taula 12. Característiques dels motors de 2 CV.

Descripció	Magnitud
Identificador motor	M3 a M8, M12, M16, M20 a M22, M46, M48, M50, M60, M64 i M65
Model	100LA
Potència nominal	3 CV
Velocitat nominal	1.410 rpm
Rendiment (η)	80%
Factor de potència ($\cos \varphi$)	0,79
Intensitat a 400V	5,1 A
Parell	14 Nm
Moment d'inèrcia	0,032 Kg·m ²

Taula 13. Característiques dels motors de 3 CV.

Descripció	Magnitud
Identificador motor	M45, M52, M55 i M58
Model	100LB
Potència nominal	4 CV
Velocitat nominal	1.410 rpm
Rendiment (η)	80%
Factor de potència ($\cos \varphi$)	0,79
Intensitat a 400V	6,9 A
Parell	19,15 Nm
Moment d'inèrcia	0,037 Kg·m ²

Taula 14. Característiques dels motors de 4 CV.

Descripció	Magnitud
Identificador motor	M1, M18, M47, M49
Model	112MA
Potència nominal	5,5 CV
Velocitat nominal	1.420 rpm
Rendiment (η)	82%
Factor de potència ($\cos \varphi$)	0,8
Intensitat a 400V	8,9 A
Parell	25,5 Nm
Moment d'inèrcia	0,047 Kg·m ²

Taula 15. Característiques dels motors de 5,5 CV.

Descripció	Magnitud
Identificador motor	M44
Model	180L
Potència nominal	30 CV
Velocitat nominal	1.470 rpm
Rendiment (η)	90%
Factor de potència ($\cos \varphi$)	0,86
Intensitat a 400V	43 A
Parell	7 Nm
Moment d'inèrcia	0,155 Kg·m ²

Taula 16. Característiques del motor de 30 CV.

Descripció	Magnitud
Identificador motor	M51
Model	225M
Potència nominal	60 CV
Velocitat nominal	1.480 rpm
Rendiment (η)	92%
Factor de potència ($\cos \varphi$)	0,87
Intensitat a 400V	85 A
Parell	7 Nm
Moment d'inèrcia	0,53 Kg·m ²

Taula 17. Característiques del motor de 60 CV.

Descripció	Magnitud
Identificador motor	M14
Model	250M
Potència nominal	75 CV
Velocitat nominal	1.480 rpm
Rendiment (η)	92%
Factor de potència ($\cos \varphi$)	0,87
Intensitat a 400V	104 A
Parell	7 Nm
Moment d'inèrcia	0,79 Kg·m ²

Taula 18. Característiques del motor de 75 CV.

4.1.2 Pistons pneumàtics

En aquesta automatització també faran falta els pistons pneumàtics de les Taules 19 i 20 següents. Aquests seran els encarregats de realitzar les accions longitudinals com són: l'obertura de les diferents comportes i vàlvules de pas del procés.

Codi	Descripció
PCRD1	Pistó comporta rasera dosificació 1
PCRD2	Pistó comporta rasera dosificació 2
PCRD3	Pistó comporta rasera dosificació 3
PCRD4	Pistó comporta rasera dosificació 4
PCRD5	Pistó comporta rasera dosificació 5
PCRD6	Pistó comporta rasera dosificació 6
PCRD7	Pistó comporta rasera dosificació 7
PCRD8	Pistó comporta rasera dosificació 8
PCRD9	Pistó comporta rasera dosificació 9
PCRD10	Pistó comporta rasera dosificació 10
PCRD11	Pistó comporta rasera dosificació 11
PCRD12	Pistó comporta rasera dosificació 12
PCRC1	Pistó comporta rasera correcció 1
PCRC2	Pistó comporta rasera correcció 2
PCRC3	Pistó comporta rasera correcció 3
PCRC4	Pistó comporta rasera correcció 4
PCRC5	Pistó comporta rasera correcció 5
PCRC6	Pistó comporta rasera correcció 6
PCRC7	Pistó comporta rasera correcció 7
PCRS1	Pistó comporta rasera sortida 1
PCRS2	Pistó comporta rasera sortida 2
PCRS3	Pistó comporta rasera sortida 3
PCRS4	Pistó comporta rasera sortida 4
PCRS5	Pistó comporta rasera sortida 5
PCRS6	Pistó comporta rasera sortida 6
PCRS7	Pistó comporta rasera sortida 7
PCRS8	Pistó comporta rasera sortida 8

Taula 19. Llista pistons pneumàtics de les comportes de les raseres.

Com es pot veure en total faran falta 27 pistons pneumàtics per accionar cada una de les comportes de les diferents raseres que hi ha en el procés. Aquestes raseres es troben distribuïdes de la forma següent: 3 de 4 comportes a sobre les tolves de dosificació, 1 rasera de 7 comportes a sobre les tolves de correcció i finalment 2 raseres de 4 comportes cada una en el procés de sortida. Aquestes comportes s'hauran d'obrir quan el material que passa per la rasera hagi de caure pel forat i així anar a parar a la tolva que hi ha just a sota per emplenar-la d'aquest material o pinso. D'aquests 27 pistons els 7 que pertanyen a la rasera de correcció seran iguals entre ells, però més petits que els altres 20 de les raseres restants ja que aquests últims han de moure unes comportes més grans i per tant hauran de fer més

força.

Codi	Descripció
PETEM	Pistó expulsió tolva espera molí
PETBC	Pistó expulsió tolva bàscula correctors
PETBD	Pistó expulsió tolva bàscula dosificació
PETEB	Pistó expulsió tolva espera barrejadora
PEB	Pistó expulsió barrejadora
PEE	Pistó expulsió ensacadora
PETS1	Pistó expulsió tolva sortida 1
PETS2	Pistó expulsió tolva sortida 2
PETS3	Pistó expulsió tolva sortida 3
PETS4	Pistó expulsió tolva sortida 4
PETS5	Pistó expulsió tolva sortida 5
PETS6	Pistó expulsió tolva sortida 6
PETS7	Pistó expulsió tolva sortida 7
PETS8	Pistó expulsió tolva sortida 8

Taula 20. Llista dels pistons pneumàtics de les vàlvules d'expulsió.

Aquests 14 pistons més que hi ha en l'anterior taula són per l'obertura de les portes d'expulsió d'algunes tolves d'espera i barrejadora. En comparació amb els anteriors pistons de les raseres aquests tindran diàmetres i longituds d'eix diferents, però per la resta seran iguals.

Aquests pistons pneumàtics seran accionats per un pre-activador de tipus electrovàlvula que rebrà les ordres directament de la lògica de control. Aquests són pistons de simple efecte amb retorn per molla i tenen el nucli magnètic perquè així acoblant-hi un relé reed es pot saber quan estan accionats i quan no. Aquests pistons són de la casa Parker que fabrica uns pistons pneumàtics de qualsevol mida factible i per tant, ja anirà bé per adaptar-los als requeriments de l'automatització. En la següent Figura 15 hi ha una fotografia de dos d'aquests pistons.



Figura 15. Pistons pneumàtics Parker.

Les característiques principals d'aquests elements estan resumides en la següent Taula 21.

Descripció	Magnitud
Model	MP ISO
Material cos	Alumini
Material èmbol	Magnètic
Diàmetres interns	32 mm a 200 mm
Longitud carrera	Qualsevol longitud factible de carrera
Diàmetres del vàsteg	12 mm a 40 mm
Pressió nominal treball	10 bar
Fluid estàndard	Aire filtrat
Modes treball	Simple i doble efecte
Estils de muntatge	12 classes estàndards
Temperatura funcionament	De -23 a 74 °C
Temperatura màxima	121 °C

Taula 21. Característiques generals pistons Parker.

Com es pot veure en aquesta família de pistons Parker MPISO es podran trobar tots els tipus de pistons necessaris i a més a més tenen diversos tipus de muntatge que anirà molt bé per poder-los adaptar als llocs on han de treballar.

4.1.3 Electrovàlvules servoaccionades

Tot i que normalment les electrovàlvules s'utilitzen com a preactivadors de pistons pneumàtics o oleohidràulics, també en ocasions treballen pròpiament com a activadors com és aquest cas, ja que aquí ens faran falta les 4 electrovàlvules de la següent Taula 22.

Codi	Descripció	Potència (W)
EVSTG	Electrovàlvula sortida tolva greix	27
EVTRG	Electrovàlvula tancament ràpid greix	27
EVSTM	Electrovàlvula sortida tolva melassa	27
EVTRM	Electrovàlvula tancament ràpid melassa	27

Taula 22. Llista de les electrovàlvules servoaccionades.

Com es pot veure aquestes electrovàlvules són iguals i n'hi haurà una a cada sortida dels dipòsits de greix i melassa i una al final dels conductes abans d'entrar als injectors tant de la barrejadora com l'acondicionador. Les dues primeres són per permetre la sortida del greix i la melassa quan sigui requerit, i les dues últimes són per tancar de cop el subministrament d'aquests líquids quan la dosificació s'ha acabat perquè recordem que la inèrcia que porten faria entrar-ne més del compte variant així la formulació. Les vàlvules escollides són de la

marca Sicontrol que té una gran varietat d'electrovàlvules. En la següent Figura 16 hi ha una fotografia d'aquestes vàlvules.

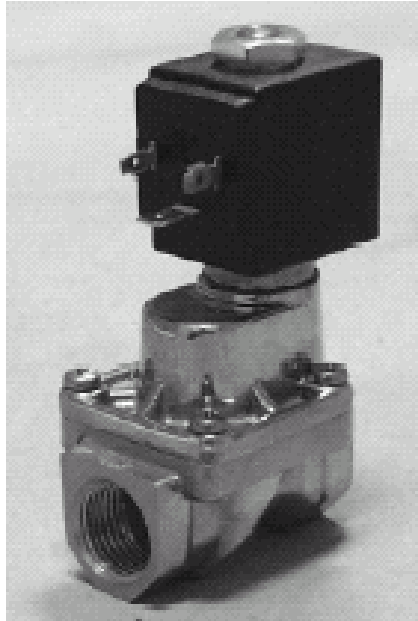


Figura 16. Electrovàlvula servoaccionada per pistó.

Com ja s'ha dit aquestes electrovàlvules estan en sèrie en el circuit de greix i melassa i per tant, l'orifici ha de ser bastant gran i alhora ha de poder aguantar pressions més elevades que les típiques pneumàtiques i per això no es pot utilitzar una electrovàlvula per circuits pneumàtics estàndards. En la Taula 23 es poden veure les característiques del model escollit.

Descripció	Magnitud
Model	E119CV12/1/521
Potència consumida	27 W
Voltatge alimentació	24 Vcc
Temperatura funcionament	De -10 a 130 °C
Accionament	2 vies servoaccionada per pistó
Pressió diferencial mínima	1 bar
Pressió diferencial màxima	40 bar

Taula 23. Característiques electrovàlvules servoaccionades.

Com es pot veure aquests 40 bars de pressió màxima seran suficients per aguantar la pressió d'injecció del greix i la melassa, igual com la temperatura de funcionament. Un factor que cal remarcar és el de la potència consumida que en ser de 27 W és massa alta per activar-la amb una sortida de l'autòmat i per tant farà falta un pre-activador de tipus relé.

4.1.4 Resistències calefactores

Les resistències calefactores necessàries en el procés són per escalfar la part inferior dels dipòsits de greix i de melassa perquè en ser fluids amb un índex de viscositat elevat, serà necessari escalfar-los per així reduir-ne la viscositat i facilitar-ne el transport fins als injectors de la barrejadora i l'acondicionador respectivament. En la següent Taula 24 es poden veure les 6 resistències calefactores així com la seva potència nominal.

Codi	Descripció	Potència (W)
RCDG1	Resistència calefactora dipòsit greix 1	550
RCDG2	Resistència calefactora dipòsit greix 2	550
RCDG3	Resistència calefactora dipòsit greix 3	550
RCDM1	Resistència calefactora dipòsit melassa 1	550
RCDM2	Resistència calefactora dipòsit melassa 2	550
RCDM3	Resistència calefactora dipòsit melassa 3	550

Taula 24. Llista resistències calefactores.

Com es pot veure aquestes resistències són totes iguals i de potència mitjana ja que com s'ha dit, el que han de fer és escalfar la part inferior dels dipòsits per permetre que el greix i la melassa flueixin bé perquè en refredar-se augmenta molt la seva viscositat dificultant així el seu transport. Per a tal finalitat s'han escollit unes resistències de la casa Calrocal s.a de tub d'acer que poden estar en contacte amb olis i grasses. En la següent Figura 17 hi ha un esquema d'aquestes resistències.

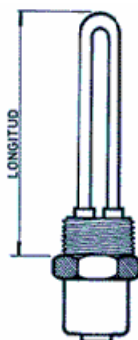


Figura 17. Esquema resistència calefactora.

Com es pot veure, apareix la longitud del tubular, ja que com més longitud tingui més superfície tindrà l'element calefactor i per tant més watts podrà donar, perquè aquest tipus de resistències no poden superar els $2,5 \text{ W/cm}^2$. En la següent Taula 25 es poden veure les característiques principals de les resistències escollides.

Descripció	Magnitud
Model	A1F 005
Potència	550 W
Voltatge alimentació	220 a 380 Vca
Longitud tub	400 mm
Diàmetre tub	9 mm
Número elements	1
Rosca	1/4"

Taula 25. Característiques resistències calefactores.

4.2 Pre-activadors

Els pre-activadors són els elements que estan enmig de la lògica de control, és a dir, entre el PLC i els activadors. Són necessaris perquè els consums dels activadors són molt més alts del que permeten les sortides de l'autòmat i alhora també són útils per tal d'aïllar galvànicament el PLC dels activadors. Els pre-activadors utilitzats en aquesta automatització seran els contactors, les electrovàlvules i els mòduls de relés.

4.2.1 Contactors

Els contactors seran els pre-activadors que hi haurà abans dels motors, per això cada activador d'aquest tipus tindrà com a mínim un contactor. Degut a què hi ha molts motors no es detallaran els contactors per a cada un ara sinó que es farà més endavant quan es parli dels condicionants de cada activador. Aquests contactors seran de la casa Telemecanique del Grup Schneider Electric. Un exemple de contactor seria el que hi ha en la Figura 18 següent.



Figura 18. Contactor de Telemecanique.

Així doncs, per tal de seleccionar els contactors calen les potències i intensitats dels activadors que han d'alimentar i a través d'una taula de selecció de Telemecanique que hi ha en el catàleg electrònic es podran triar els contactors necessaris. Un exemple de

característiques d'aquests contactors serien les que hi ha reflexades en la Taula 26 següent.

Descripció	Magnitud
Model	LC1-K0610
Categoria	AC-3
Corrent d'utilització	6 A
Voltatge circuit control	24 Vca
Consum crida	30 VA
Consum manteniment	4,5 VA
Freqüència treball	50 o 60 Hz
Cadència màxima	3.600 maniobres/hora

Taula 26. Característiques contactor de Telemecanique.

Aquest exemple de contactor és dels més petits que fa aquesta marca i és per alimentar activadors de com a màxim 6 A de consum, però com que hi ha muntats motors de molt més consum caldrà seleccionar altres contactors que aguantin més intensitat, però això ja es farà més endavant.

4.2.2 Relés

Com s'ha pogut veure abans amb els contactors els consums de les bobines són massa elevats perquè una sortida d'un autòmat pugui alimentar-los, per això és necessari muntar aquests altres pre-activadors que faran la funció d'interfície entre les sortides del PLC i la bobina dels contactors. Com es pot veure en la Figura 19 següent aquests relés venen muntats en uns suports que es poden unir entre ells formant uns racks del número de relés que es vol. Aquest sistema suposa un avantatge important ja que es redueix espai en el quadre de control i alhora també redueix considerablement el cablejat.



Figura 19. Mòdul de relés phoenixcontact.

Els mòduls de relés seleccionats són els de la casa Phoenixcontact i com s'ha dit són molt

modulars perquè es poden unir molts relés un al costat de l'altre sempre i quan el suport ho permeti. En la Taula 27 següent es pot veure les característiques dels relés seleccionats per l'automatització.

Descripció	Magnitud
Model	EMG 10-REL/KSR-G 24/1-LC
Voltatge nominal d'entrada bobina	24 Vcc
Corrent nominal d'entrada bobina	21 mA
Temps resposta	7 ms
Tipus contacte	NO
Voltatge màxim contactes	250 V cc/ca
Màxim corrent de pic contactes	8A
Consum màxim a 24 V DC	95 W

Taula 27. Característiques mòdul relés.

Per tant ara amb aquests 21 mA de corrent de consum de cada bobina d'aquests relés, les sortides de l'autòmat si podran activar-les.

4.2.3 Electrovàlvules

Aquestes electrovàlvules treballaran com a pre-activadors perquè quan el PLC alimenti la seva bobina, que és de baix consum, permetran alimentar els pistons pneumàtics els quals són els activadors del circuit. Aquestes també es presenten amb la possibilitat de muntar-les en uns mòduls o racks de diverses electrovàlvules, com es pot veure en la Figura 20.



Figura 20. Rack d'electrovàlvules pneumàtiques.

En poder-se presentar agrupades facilita també la instal·lació degut a que només cal enviar un tub de pressió d'aire a una i fer ponts per alimentar les altres. El mateix passa en la instal·lació elèctrica ja que el comú només cal enviar-lo una vegada. En la Taula 28 es poden veure les característiques d'aquestes electrovàlvules de la casa Camozzi.

Descripció	Magnitud
Model	E105AB20///30B
Potència consumida	6,5 W
Voltatge alimentació	24 Vcc
Temperatura funcionament	De -10 a 55 °C
Accionament	2 vies NO
Pressió diferencial mínima	0 bar
Pressió diferencial màxima	25 bar

Taula 28. Característiques electrovàlvules.

Com es pot veure el consum d'aquestes electrovàlvules és molt baix (6,5 W), que són 0,27 A suficient per activar-los una sortida d'un PLC.

4.2.4 Variadors de freqüència

En aquesta automatització calen 2 variadors de freqüència pels motors del vibrador d'alimentació del molí de 2 CV i per l'alimentador de l'acondicionador-melassador de 3 CV. Els models a utilitzar són de la casa Telemecanique i concretament s'ha escollit la família Altivar 31 perquè és la més baixa que permet alimentar aquests motors de 2 i 3 CV de potència i 380 V.

Pel motor de 2 CV s'ha escollit el model ATV31HU15N4 i pel de 3 CV el ATV31HU22N4. Entre d'altres característiques aquests dos variadors tenen 6 entrades digitals, dos d'analògiques i una sortida digital/analògica programable i dos més de relé. Tenen 16 velocitats preseleccionades, proteccions de motor i variador.

4.3 Proteccions

Per tal que no es malmetin els diferents activadors i pre-activadors, així com dels altres aparells elèctrics, és necessari i obligatori instal·lar proteccions en el començament d'aquestes línies. Aquestes proteccions han de protegir de les sobretensions, sobreintensitats i contactes indirectes que hi pugui haver. Per això hi haurà 4 tipus d'elements a instal·lar: els guardamotors, els fusibles seccionables, els magnetotèrmics i els diferencials.

4.3.1 Guardamotors

Com el seu nom indica els guardamotors són uns elements encarregats de protegir els motors de sobrecàrregues i curtcircuits, per tant es podria dir que fan la mateixa funció que un magnetotèrmic. Però aquest element té un potenciòmetre que permetrà regular els disparadors tèrmics segons l'aplicació on es munti. Una altra avantatge que té és que permet que s'hi acoblin uns contactes auxiliars que serviran per saber si està activat o no. Els guardamotors seran de la sèrie GV3 de Telemecanique i en la Figura 21 següent es pot veure una fotografia d'un model d'aquesta sèrie.



Figura 21. Guardamotor sèrie GV3 de Telemecanique.

Concretament aquest guardamotor és de disparo manual per polsador tot i que n'hi ha d'altres que són per selector giratori. En aquesta sèrie GV3 de Telemecanique es trobaran tots els guardamotors necessaris per l'automatització ja que van de potències des dels 0,37 KW fins als 37 KW. La selecció del model exacte que pertoca a cada motor es pot veure en el mateix plànol. En la Taula 22 hi ha representades les característiques d'un model de gamma mitja el qual té un marge d'ajust tèrmic de 10 a 16 A.

Descripció	Magnitud
Model	GV3-ME20
Categoria	AC-3
Marge ajust disparadors tèrmics	10 a 16 A
Potència normalitzada a 400 V	7,5 KW

Figura 22. Característiques del guardamotor GV3-ME20.

4.3.2 Fusibles seccionables

Aquests fusibles s'utilitzen per protegir els motors de grans potència en els quals no es poden instal·lar guardamotors ja que no n'hi ha que aguantin les intensitats que consumeixen aquests motors. En aquesta planta de fabricació de pinsos aquests motors

seran els del molí, la barrejadora i la granuladora de 75, 30 i 60 CV respectivament. Però com que aquests motors no es podran posar en marxa de forma directe sinó que s'haurà d'utilitzar un arrencador electrònic, els fusibles seccionadors aniran incorporats en els mateixos arrencadors, ja que la casa Telemecanique fa uns models d'aquest tipus, el qual permetrà reduir instal·lació i feina de muntatge. En la següent Figura 23 es pot veure una fotografia d'un dispositiu d'aquest tipus.



Figura 23. Arrencador electrònic progresiu Telemecanique.

Aquests arrancadors van muntats dins una caixa o cofre en el qual hi ha els contactors i temporitzador necessaris per tal d'efectuar l'arrencada del motor en estrella triangle. N'hi ha de diferents tipus en funció de diversos paràmetres com són les potències dels motors a activar, si es vol amb seccionador o no, si es volen pulsadors per activar-los manualment, entre d'altres. Pels tres motors on es necessita un d'aquests arrancadors s'han seleccionat uns models de la família Altistart 48 els quals permeten potències de motors que van des dels 15 als 75 KW que són suficients per als motors instal·lats. En la Taula 29 següent es poden veure les característiques principals d'aquests arrencadors.

Descripció	Magnitud
Model	ATS48C11Q
Potència normalitzada a 400 Vac	55 Kw
Freqüència màxima	10 arrancs per hora
Duració màxima arranc	46 segons a 3 In
Mode arranc	Per control de parell
Mode parada	Parada lliure, rampa de parell o frenada

Taula 29. Característiques arrencadors electronics Telemecanique.

Aquestes característiques són les del model més gran que servirà pel motor de 75 CV, en canvi pels de 30 CV i el de 60 CV s'utilitzaran els models ATS48D47Q i ATS48D88Q respectivament . Com també és pot veure només permet 10 arrancs per hora, però són més

que suficients perquè aquests motors un cop en marxa tarden moltes hores a parar-se perquè l'únic que es fa és ajustar la seva velocitat d'acord amb el consum per així mantenir el rendiment el més alt possible.

4.3.3 Interruptors magnetotèrmics i diferencials

Aquests elements de protecció es muntaran en els altres circuits elèctrics on no hi hagi un motor, és a dir, les alimentacions de la lògica de control, circuits d'enllumenat, entre d'altres. Els magnetotèrmics protegeixen de sobreintensitats i sobrecàrregues ja que en el mateix interruptor tenen integrades les dues proteccions, la tèrmica que és més lenta i és quan es sobrepassa la I_N i la magnètica que és més ràpida, i és per quan es produeixen pics de corrent. Pel que fa als interruptors diferencials també són necessaris ja que protegeixen dels contactes indirectes cap a les persones i altres elements de la fàbrica que podrien provocar accidents i fins i tot la destrucció d'algun element.

Aquests elements seran de la casa Merlin Gerin que també pertany al grup Schneider. Com que hi ha molts elements no es farà ara la selecció sinó que en cada plànol hi ha representats aquests elements amb la seva corresponent intensitat de protecció.

4.4 Sensors

Al tractar-se d'una automatització serà necessari l'ús de sensors els quals informaran a la lògica de control de l'estat dels diferents estats i posicions dels elements del procés així com de les diferents magnituds (temperatura, pressions, nivells...) necessaris per tal de poder prendre les diferents decisions per així accionar un o altre activador. Per això es disposarà de diferents tipus de sensors els quals s'analitzaran a continuació i que es poden agrupar en tres grups en funció del que mesuren: sensors de nivell, sensors de càrrega i sensors de posició.

4.4.1 Sensors de nivell

Els sensors de nivell són molt nombrosos en aquesta automatització ja que com s'ha anat veient en anteriors apartats, la fàbrica disposa d'un gran número de sitges i tolves on hi haurà tant les matèries primeres com els pinsos i on serà molt important saber en tot moment el nivell de cada una d'elles. Per realitzar aquest control de nivell en el mercat hi ha

una gran varietat de sensors: rotatius, capacitius, de membrana i vibrants, els quals tots van bé per nivells de sòlids, però en aquesta automatització s'ha decidit utilitzar els sensors de nivell del tipus de làmines vibrants en les sitges de sòlids, perquè ja n'hi havia alguns de muntats en la fàbrica i els resultats que donen són molt satisfactoris. Com es pot veure en la Figura 24 aquests sensors de nivell tenen dues làmines en forma de diapasó les quals vibren a la seva freqüència de ressonància mitjançant un sistema piezoelèctric.



Figura 24. Sensor nivell de làmines vibrants.

En el moment que el producte a controlar cobreix les làmines disminueix la vibració, fet que provoca la commutació del microrruptor que porta integrat el sensor. Com que la sensibilitat de detecció és sobretot a la punta de les làmines, no hi ha cap problema en el cas que s'adhereixi material en la base del sensor com pot passar en les tolves on hi ha pinso en farina. En les següents Taules 30 i 31 es poden veure una llista dels diferents sensors de nivell que hi ha en la fàbrica juntament amb la seva codificació per als posteriors esquemes.

Codi	Descripció
SNTER	Sensor nivell tolva elevador recepció
SNS1max	Sensor nivell sitja 1 màxim
SNS1min	Sensor nivell sitja 1 mínim
SNS2max	Sensor nivell sitja 2 màxim
SNS2min	Sensor nivell sitja 2 mínim
SNS3max	Sensor nivell sitja 3 màxim
SNS3min	Sensor nivell sitja 3 mínim
SNTMmax	Sensor nivell tolva molí màxim
SNTMmin	Sensor nivell tolva molí mínim
SNTD1max	Sensor nivell tolva dosificació 1 màxim
SNTD1min	Sensor nivell tolva dosificació 1 mínim
SNTD2max	Sensor nivell tolva dosificació 2 màxim
SNTD2min	Sensor nivell tolva dosificació 2 mínim
SNTD3max	Sensor nivell tolva dosificació 3 màxim
SNTD3min	Sensor nivell tolva dosificació 3 mínim
SNTD4max	Sensor nivell tolva dosificació 4 màxim
SNTD4min	Sensor nivell tolva dosificació 4 mínim
SNTD5max	Sensor nivell tolva dosificació 5 màxim
SNTD5min	Sensor nivell tolva dosificació 5 mínim
SNTD6max	Sensor nivell tolva dosificació 6 màxim
SNTD6min	Sensor nivell tolva dosificació 6 mínim
SNTD7max	Sensor nivell tolva dosificació 7 màxim
SNTD7min	Sensor nivell tolva dosificació 7 mínim
SNTD8max	Sensor nivell tolva dosificació 8 màxim
SNTD8min	Sensor nivell tolva dosificació 8 mínim
SNTD9max	Sensor nivell tolva dosificació 9 màxim
SNTD9min	Sensor nivell tolva dosificació 9 mínim
SNTD10max	Sensor nivell tolva dosificació 10 màxim
SNTD10min	Sensor nivell tolva dosificació 10 mínim
SNTD11max	Sensor nivell tolva dosificació 11 màxim
SNTD11min	Sensor nivell tolva dosificació 11 mínim
SNTD12max	Sensor nivell tolva dosificació 12 màxim
SNTD12min	Sensor nivell tolva dosificació 12 mínim
SNTC1max	Sensor nivell tolva correcció 1 màxim
SNTC1min	Sensor nivell tolva correcció 1 mínim
SNTC2max	Sensor nivell tolva correcció 2 màxim
SNTC2min	Sensor nivell tolva correcció 2 mínim
SNTC3max	Sensor nivell tolva correcció 3 màxim
SNTC3min	Sensor nivell tolva correcció 3 mínim
SNTC4max	Sensor nivell tolva correcció 4 màxim
SNTC4min	Sensor nivell tolva correcció 4 mínim
SNTC5max	Sensor nivell tolva correcció 5 màxim
SNTC5min	Sensor nivell tolva correcció 5 mínim
SNTC6max	Sensor nivell tolva correcció 6 màxim
SNTC6min	Sensor nivell tolva correcció 6 mínim
SNTC7max	Sensor nivell tolva correcció 7 màxim
SNTC7min	Sensor nivell tolva correcció 7 mínim
SNBC	Sensor nivell bàscula correctors
SNBD	Sensor nivell bàscula dosificació
SNTCC	Sensor nivell tolva càrrega correctors

Taula 30. Sensors de nivell dels processos de recepció, molturació i dosificació.

Codi	Descripció
SNTEB	Sensor nivell tolva espera barrejadora
SNB	Sensor nivell barrejadora
SNTEAmax	Sensor nivell tolva espera acondicionador màxim
SNTEAmin	Sensor nivell tolva espera acondicionador mínim
SNTEmax	Sensor nivell tolva ensacadora màxim
SNTEmin	Sensor nivell tolva ensacadora mínim
SNTS1max	Sensor nivell tolva sortida 1 màxim
SNTS1min	Sensor nivell tolva sortida 1 mínim
SNTS2max	Sensor nivell tolva sortida 2 màxim
SNTS2min	Sensor nivell tolva sortida 2 mínim
SNTS3max	Sensor nivell tolva sortida 3 màxim
SNTS3min	Sensor nivell tolva sortida 3 mínim
SNTS4max	Sensor nivell tolva sortida 4 màxim
SNTS4min	Sensor nivell tolva sortida 4 mínim
SNTS5max	Sensor nivell tolva sortida 5 màxim
SNTS5min	Sensor nivell tolva sortida 5 mínim
SNTS6max	Sensor nivell tolva sortida 6 màxim
SNTS6min	Sensor nivell tolva sortida 6 mínim
SNTS7max	Sensor nivell tolva sortida 7 màxim
SNTS7min	Sensor nivell tolva sortida 7 mínim
SNTS8max	Sensor nivell tolva sortida 8 màxim
SNTS8min	Sensor nivell tolva sortida 8 mínim
SNTFmax	Sensor nivell tolva fins màxim
SNTFmin	Sensor nivell tolva fins mínim
SNTREF	Sensor nivell tolva refrigerador

Taula 31. Sensors nivell processos barreja, granulació i sortida.

Per tant, la majoria dels sensors utilitzats són bàsicament per saber si es pot emplenar més la sitja o la tolva, o bé si és que està a punt de buidar-se i com a conseqüència serà necessari emplenar-la. També una altra aplicació és la de saber si s'han buidat les tolves d'espera entre processos. Com s'ha dit abans, aquests sensors seran de làmines vibrants i els utilitzats són de la casa Filsa i en la següent Taula 32 hi ha les característiques generals.

Descripció	Magnitud
Model	ILV
Alimentació	20 a 230 Vac/cc
Contacte control	Microruptor de 5 A
Temperatura funcionament	De -20 a 60°C
Protecció	IP65

Taula 32. Característiques sensors nivell de làmines vibrants.

Un altre factor a tenir en compte és que faran falta quatre sensors de nivell per controlar els nivells màxim i mínim en els dipòsits de greix i melassa respectivament, i els quals no podran ser del tipus anterior ja que aquests sensors de làmines són per sòlids. Per tant, per efectuar aquestes mesures s'utilitzarà un sensor de nivell per líquids de tipus capacitatiu el

qual permet detectar materials líquids viscosos conductors i no conductors a través de parets no conductores, i si les parets són conductores hi ha un accessori de muntatge per adaptar-lo. En la Figura 25 següent hi ha un d'aquests sensors de nivell capacitatiu



Figura 25. Sensor de nivell capacitatiu.

Com s'ha dit abans només faran falta quatre d'aquests sensors i seran per mesurar el nivell màxim i mínim dels dipòsits de greix i melassa. En la següent Taula 33 hi ha els quatre sensors necessaris per detectar aquests nivells.

Codi	Descripció
SNTGmax	Sensor nivell tolva greix màxim
SNTGmin	Sensor nivell tolva greix mínim
SNTMmax	Sensor nivell tolva melassa màxim
SNTMmin	Sensor nivell tolva melassa mínim

Taula 33. Sensors nivell de dipòsits de líquids.

Aquests sensors capacitatiu són de doble camp i també seran de la casa Filsa. Tenen com a principal característica que tenen sortida tot o res que es pot seleccionar en el mateix sensor com a NO o NT, i per tant no fa falta cap circuit de control per adaptar la senyal per entrar-la al PLC. En la següent Taula 34 hi ha les principals característiques d'aquests sensors.

Descripció	Magnitud
Model	SCP 30 E2
Entrada tensió	De 19 a 265 Vca/cc
Entrada intensitat	De 20 a 500 mA
Temperatura funcionament	De -20 a 80°C
Protecció	IP67

Taula 34. Característiques dels sensors de nivell capacitatiu.

4.4.2 Sensors de temperatura

La fabricació de pinsos no és un procés on sigui molt important el control de temperatures ja que no hi intervenen processos tèrmics, però tot i això faran falta diversos sensors de temperatura els quals principalment seran per proteccions de sobreescalfament de les sitges de recepció, on els grans de cereals emmagatzemats corrent el perill de fer-se malbé per un augment molt alt de temperatura i gràcies a aquests sensors, s'activaran uns ventiladors per refredar els grans quan faci falta. També s'utilitzaran per realitzar el control de temperatura de la part baixa dels dipòsits de greix i melassa per així facilitar-ne l'extracció i finalment per controlar el sobreescalfament del molí i la granuladora. En la següent Taula 35 hi ha una llista dels sensors de temperatura necessaris en l'automatització juntament amb els seus codis pels esquemes.

Codi	Descripció
STS1	Sensor temperatura sitja 1
STS2S	Sensor temperatura sitja 2
STS3S	Sensor temperatura sitja 3
STM	Sensor temperatura molí
STG	Sensor temperatura granuladora
STTG	Sensor temperatura tolva greix
STTM	Sensor temperatura tolva melassa

Taula 35. Sensors temperatura de la fàbrica.

Aquests sensors de temperatura seran tots iguals i del tipus PTC, les quals són unes termoresistències molt pràctiques per la indústria. En la següent Figura 26 es pot veure una fotografia de dos sensors PTC utilitzats.



Figura 26. Sensors temperatura Pt-100.

Aquests sensors seran de la casa Wika, són de tub flexible i alta resistència a les vibracions i on el sensor està a la part final del tub. En la següent Taula 36 hi ha les característiques generals de les Pt-100 seleccionades.

Descripció	Magnitud
Model	TR002-B-1A1-311
Temperatura aplicació	De -50 a 250°C
Número cables	2
Diàmetre inserció	6 mm
Longitud inserció	275 mm
Material vaina	Acer inoxidable

Taula 36. Característiques sondes Pt-100.

4.4.3 Sensors de posició de finals de cursa.

En aquesta automatització els únics sensors de posició de finals de cursa necessaris seran per detectar on es troba la sortida dels diferents pops de distribució, que es mourà per un motor i quan el sensor corresponent detecti que la boca del pop està a la sortida per on ha de sortir el material, aquest motor pararà. En la Taula 37 hi ha una llista d'aquests sensors.

Codi	Descripció
SPPR1	Sensor posició pop recepció 1
SPPR2	Sensor posició pop recepció 2
SPPR3	Sensor posició pop recepció 3
SPPR4	Sensor posició pop recepció 4
SPPR5	Sensor posició pop recepció 5
SPPD1	Sensor posició pop dosificació 1
SPPD2	Sensor posició pop dosificació 2
SPPSF1	Sensor posició pop sortida farines 1
SPPSF2	Sensor posició pop sortida farines 2
SPPSF3	Sensor posició pop sortida farines 3
SPPSG1	Sensor posició pop sortida granuls 1
SPPSG2	Sensor posició pop sortida granuls 2

Taula 37. Sensors posició pops distribució.

Aquests sensors seran finals de cursa estàndards amb accionament mecànic amb una rodeta a la punta, que estaran muntats al costat de cada sortida dels pops de distribució. El seu accionament serà quan s'encari la boca mòbil del pop amb la sortida corresponent, una palanca apretarà la rodeta del sensor fent-lo canviar d'estat i per tant informant a la lògica de control del número de sortida que està encarat en aquest moment.

En la següent Figura 27 es pot veure un d'aquests sensors de la casa Telemecanique.



Figura 27. Sensor de posició final de cursa Telemecanique.

Dins la marca Telemecanique hi ha una gran varietat de finals de cursa els quals són per poder donar un gran ventall d'aplicacions. La principal diferència entre cada sensor és el tipus de carcassa (plàstica o metàl·lica), la mida, el suport per subjectar-lo, la punta de l'accionament i la forma i moviment de commutació. En la Taula 38 següent hi ha les característiques principals del sensor que s'utilitza en aquesta automatització.

Descripció	Magnitud
Model	XCK-M
Carcassa	Metàl·lica
Tipus moviment	Rectilini o angular
Tipus contactes	NO i NT
Protecció	IP 665
Tensió aïllament	500 V
Intensitat màxima a 240 V	3 A

Taula 38. Característiques finals de cursa.

4.4.4 Sensors reed

Els sensors reed també s'anomenen sensors magnètics ja que són un microrruptor que s'acciona quan hi ha un camp magnètic a prop. Aquests sensors s'utilitzaran en tots els pistons pneumàtics instal·lats i serviran per saber si el pistó està cap enfora, per així poder informar a la lògica de control si s'ha realitzat l'acció o no. La codificació d'aquests sensors serà afegir SR al davant de cada codi dels pistons vistos en la secció pistons pneumàtics, per exemple el pistó PCRD1 (pistó comporta rasera dosificació 1), tindrà associat el sensor SRPCRD1. En la Figura 28 hi ha una fotografia dels sensors reed utilitzats.



Figura 28. Sensor reed.

La raó d'utilitzar aquest tipus de sensor en aquesta aplicació és perquè, com s'ha comentat abans, els pistons pneumàtics tenen l'eix magnètic i per tant, subjectant aquests sensors en el punt adequat es podrà saber el moment en què el pistó està cap enfora. Els sensors utilitzats són de la casa Schmersal la qual té una gran varietat d'aquests elements, però el que s'utilitzarà en aquesta automatització té les característiques generals que es poden veure en la següent Taula 39.

Descripció	Magnitud
Model	BB-20
Tipus carcassa	Alumini
Voltatge alimentació màx.	250 Vac
Intensitat màxima	3 A
Velocitat connexió	18 m/s
Freqüència connexió	300 connexions/segon
Distància detecció	50 mm

Taula 39. Característiques sensors reed.

4.4.5 Sensors càrrega

Aquests sensors són anomenats cèl·lules de càrrega i són els elements que hi haurà en les tres bàscules, la de dosificació, la de correcció i l'ensacadora, i els quals segons les seves deformacions en emplenar-les de material, detectaran uns esforços que traduiran en senyals elèctrics per tal d'informar al PLC del valor de la bàscula i així poder dur a terme la dosificació. Aquests sensors són unes resistències que en rebre esforços varia la seva resistivitat de tal manera que es pot arribar a calcular el pes que ha originat aquest esforç. Com s'ha vist en la descripció del procés de dosificació amb correcció hi ha instal·lades dues bàscules de 1000 i 100 Kg respectivament més una de 20 Kg de l'ensacadora, que tindran instal·lades 4 cèl·lules de càrrega cadascuna en la plataforma on hi ha muntada el tanc de la bàscula. En la següent Figura 29 hi ha una fotografia d'una d'aquestes cèl·lules.



Figura 29. Cèl·lula de càrrega de flexió.

Aquestes cèl·lules són de la casa Utilcell i treballen a flexió. Les 12 que fan falta per les 3 bàscules seran iguals perquè el model escollit permet capacitats de càrrega des de 15 a 1.500 Kg. En la Taula 40 es poden veure les característiques generals d'aquestes cèl·lules.

Descripció	Magnitud
Model	340
Tipus esforç	Flexió
Càrrega nominal	De 15 a 1.500 Kg
Sensibilitat nominal	2 mV/V
Tensió alimentació	De 10 a 15 V
Resistència entrada	400 ± 20 W
Resistència sortida	300 ± 3 W
Resistència aïllament	> 5.000 W
Protecció	IP68

Taula 40. Característiques cèl·lules càrrega Utilcell 340.

4.4.6 Sumador-Condicionador

S'utilitzen 4 cèl·lules de càrrega per cada bàscula per tenir menys errors en les pesades, però això obliga a muntar un sumador que el que farà es sumar la lectura de cada cèl·lula i així transformar-la amb un valor únic que serà el valor real de la pesada. A més a més el que cal fer és adaptar el valor que donen aquestes resistències i transformar-lo en un valor analògic estàndard (4-20 mA o 0-10 V) que es pugui entrar al PLC i així aquest pugui saber el valor mesurat per la bàscula perquè no podem introduir el valor directe de les cèl·lules al PLC, per això serà necessari un sumador-condicionador. En la Figura 30 hi ha una fotografia d'aquest aparell que com es pot veure és una caixa electrònica.

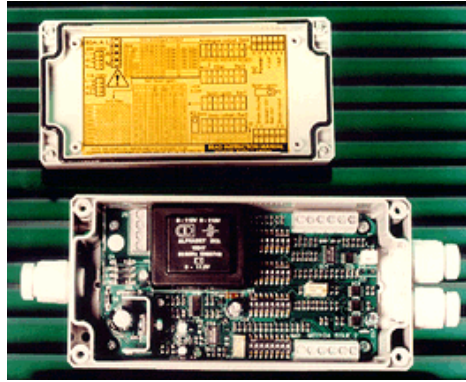


Figura 30. Sumador-condicionador utilitzat.

El circuit d'ajust de la senyal del sumador-acondicionador permet ajustar el guany de cada cèl·lula amb un potenciòmetre sense modificar les altres gràcies a unes resistències de $1\text{ K}\Omega$ d'aïllament que hi ha. Aquest aparell també és de la casa Utilcell i en la Taula 41 es poden veure les principals característiques.

Descripció	Magnitud
Model	89060
Alimentació	220 Vac
Sortides	Analògiques de 4-20 mA o 0-10 V
Número de cèl·lules permeses	4 de $400\ \Omega$
Consum màxim	130 mA
Ajustos	Span (guany) i Tara (zero)

Taula 41. Característiques sumador-condicionador.

5 ANÀLISI DELS CONDICIONANTS DELS ACTIVADORS

Un cop s'han vist els diferents activadors, pre-activadors i sensors, el següent pas a fer és analitzar com s'activen i alhora es desactiven cadascun dels activadors en funció a la informació que captaran els corresponents sensors, i a les decisions que prendrà la lògica de control. Aquest anàlisi és important perquè gràcies a ell es podrà realitzar el corresponent programa de l'autòmat que s'encarregarà de controlar tot el procés. En aquest apartat també apareixeran algunes variables que seran bits interns del programa per indicar que alguna funció o acció està activa o no. Tots aquests bits es recolliran més endavant quan es parli de la lògica de control.

Per tal d'estructurar aquest anàlisi s'ha dividit el procés general de la fàbrica de pinsos en els 6 processos existents a dins que són: recepció de matèries, molturació, dosificació amb correcció, barreja, granulació i sortida de matèries.

5.1 Recepció de matèries

En aquest procés hi ha els activadors encarregats de rebre les matèries primeres dels camions i emmagatzemar-les a les 3 sitges principals o si és el cas, enviar-les cap als processos de dosificació o cap al de molturació si s'han de moldre. En aquest cas els activadors només són motors

5.1.1 Motor elevador recepció (MER)

Aquest motor té la identificació M1 i només té un sentit de gir i arrancarà de forma directa.

Activació: quan el sensor de nivell de la tolva SENTER detecti matèria a la tolva de recepció i el bit 'marxaR' estigui actiu.

Desactivació: quan hagi passat 1 minut després que el sensor SENTER no detecti més matèria primera a la tolva, o bé en parar el procés.

5.1.2 Motor pop recepció (MPR)

Aquest motor té la identificació M2, té un únic sentit de gir per assolir les 5 sortides del pop i arranca de forma directa.

Activació: quan estigui actiu bit 'marxaR' i algun dels finals de cursa de posicionament de la sortida del pop indiquin que no està col·locada en el lloc que cal.

Desactivació: quan algun dels cinc finals de cursa SPPR1 a SPPR5 indiqui que la sortida està en el lloc correcte.

5.1.3 Motor cargol emplenat sitja 1 (MCES1)

Aquest motor té la identificació M3, acciona el cargol sense fi corresponent, té un únic sentit de gir i arranca de forma directa.

Activació: quan el sensor de nivell de la tolva de recepció SENTER indiqui que hi ha matèria primera, el bit 'marxaR' estigui actiu i el final de cursa del pop SPPR1 informi que la boca de sortida està a lloc.

Desactivació: quan hagin passat 2 minuts després que el sensor de nivell SENTER indiqui que la tolva de recepció està buida, o bé que el sensor de nivell màxim de la sitja 1 SNS1M informi que la sitja 1 està plena.

5.1.4 Motor cargol emplenat sitja 2 (MCES2)

Aquest motor té la identificació M4, acciona el cargol sense fi corresponent, té un únic sentit de gir i arranca de forma directa.

Activació: quan el sensor de nivell de la tolva de recepció SENTER indiqui que hi ha matèria primera, el bit 'marxaR' estigui actiu i el final de cursa del pop SPPR2 informi que la boca de sortida està a lloc.

Desactivació: quan hagin passat 2 minuts després que el sensor de nivell SENTER indiqui

que la tolva de recepció està buida, o bé que el sensor de nivell màxim de la sitja 2 SNS2M informi que la sitja 2 està plena.

5.1.5 Motor cargol emplenat sitja 3 (MCES3)

Aquest motor té la identificació M5, acciona el cargol sense fi corresponent, té un únic sentit de gir i arranca de forma directa.

Activació: quan el sensor de nivell de la tolva de recepció SNTER indiqui que hi ha matèria primera, el bit 'marxaR' estigui actiu i el final de cursa del pop SPPR3 informi que la boca de sortida està a lloc.

Desactivació: quan hagin passat 2 minuts després que el sensor de nivell SNTER indiqui que la tolva de recepció està buida, o bé que el sensor de nivell màxim de la sitja 3 SNS3M informi que la sitja 3 està plena.

5.1.6 Motor cargol buidat sitja 1 (MCBS1)

Aquest motor té la identificació M6, acciona un cargol sense fi per portar el material de la sitja 1 un altre cop a la tolva de recepció per així enviar-la al procés de dosificació o de molturació. Té un únic sentit de gir i arranca de forma directa.

Activació: quan estigui actiu el bit 'marxaR', el bit 'buidat1' que és per indicar que cal extreure material de les sitges principals i, la boca del pop de recepció està col·locada en la posició SPPR4 o SPPR5 en funció si ha de portar-se al molí o a dosificació respectivament.

Desactivació: quan el bit 'buidat1' es desactivi perquè no fa falta més d'aquest material, també quan el sensor de nivell mínim de la sitja SNS1m s'activi. Aquesta desconnexió no es fa temporitzada perquè el material que queda en el conducte del cargol serà per un nou transport, ja que si el cargol està parat aquest no es mou.

5.1.7 Motor cargol buidat sitja 2 (MCBS2)

Aquest motor té la identificació M7, acciona un cargol sense fi per portar el material de la sitja 2 un altre cop a la tolva de recepció per així enviar-la al procés de dosificació o de molturació. Té un únic sentit de gir i arranca de forma directa.

Activació: quan estigui actiu el bit 'marxaR', el bit 'buidat2' que és per indicar que cal extreure material de les sitges principals i, la boca del pop de recepció està col·locada en la posició SPPR4 o SPPR5 en funció si ha de portar-se al molí o a dosificació respectivament.

Desactivació: quan el bit 'buidat2' es desactivi perquè no fa falta més d'aquest material, també quan el sensor de nivell mínim de la sitja SNS2m s'activi. Aquesta desconexió tampoc és temporitzada perquè el material que queda en el conducte del cargol serà per un nou transport.

5.1.8 Motor cargol buidat sitja 3 (MCBS3)

Aquest motor té la identificació M8, acciona un cargol sense fi per portar el material de la sitja 3 un altre cop a la tolva de recepció per així enviar-la al procés de dosificació o de molturació. Té un únic sentit de gir i arranca de forma directa.

Activació: quan estigui actiu el bit 'marxaR', el bit 'buidat3' que és per indicar que el material que cal transportar és el que hi ha en la sitja 3 i la boca del pop de recepció està col·locada en la posició SPPR4 o SPPR5 en funció si ha de portar-se al molí o a dosificació respectivament.

Desactivació: quan el bit 'buidat3' es desactivi perquè no fa falta més d'aquest material, també quan el sensor de nivell mínim de la sitja SNS3m s'activi. Aquesta desconexió tampoc és temporitzada perquè el material que queda en el conducte del cargol serà per un nou transport.

5.1.9 Motors ventiladors sitges 1 a 3 (MVS1 a MVS3)

Aquests tres actuadors es comenten junts perquè són molt semblants i la funció que realitzen és independent de la resta del procés, perquè només crearan una circulació d'aire

quan algun dels sensors temperatura indiquin una pujada de temperatura excessiva en l'interior d'alguna de les sitges. Corresponen als identificadors M9 a M11 respectivament i arranquen de forma directa.

Activació: s'activarà algun o diversos motors, quan algun dels sensors que tenen cada sitja informi d'una temperatura que estigui fora dels marges permesos. Aquests sensors són STS1 per la sitja 1, STS2 per la sitja 2, i STS3 per la sitja 3.

Desactivació: es parará el motor quan el sensor que indicava una temperatura més alta del permès, informi que la temperatura ha baixat fins a un valor que està dins dels marges.

5.2 Molturació

En el segon procés de la planta, hi haurà els activadors necessaris per moldre els grans de cereals de matèria primera i obtenir-ne farina per la posterior dosificació. Aquí ja comencen a aparèixer altres activadors que no són motors com és el pistó per obrir la comporta de buidat de la tolva d'espera del molí.

5.2.1 Motor cargol tolva alimentació molí (MCTAM)

Aquest motor té l'identificador M12, fa moure un cargol sense fi en un únic sentit de gir i arranca de forma directa.

Activació: quan hi ha actiu el bit per indicar que la matèria primera té com a destí el molí, bit 'empl_tol9_12' perquè quan van a aquestes tolves el producte ha de passar pel molí. També cal que la sortida del pop de recepció estigui en la número 4 perquè el final de cursa SPPR4 ho indica, i que el procés de molturació està en marxa gràcies a què el bit 'marxaM' està actiu, ja que sinó no cal alimentar el molí.

Desactivació: quan el sensor de nivell màxim de la tolva d'espera del molí SNTMM informi que el nivell està en aquest punt, així com quan no hi ha matèria en la tolva de l'elevador de recepció perquè el sensor de nivell SENTER ho indica. I finalment, quan es desactivi el bit 'marxaM' perquè no cal moldre més material i per tant no cal emplenar més la tolva d'espera del molí. Aquestes dos últimes desactivacions es faran al cap de 2 minuts per tal de poder buidar l'elevador i aquest cargol de material.

5.2.2 Pistó expulsió tolva espera molí (PETEM)

Aquest activador és un pistó pneumàtic de simple efecte accionat per una electrovàlvula.

Activació: quan el bit 'marxaM' estigui actiu perquè la comporta situada a sota la tolva d'espera ha d'estar sempre oberta quan el molí estigui funcionant.

Desactivació: quan el bit 'marxaM' no estigui actiu.

5.2.3 Motor vibrador alimentació molí (MVAM)

Aquest motor té l'identificador M13, acciona un vibrador que variarà la seva oscil·lació gràcies a un variador de freqüència.

Activació: quan el bit 'marxaM' estigui actiu, perquè encara que sigui a poca freqüència el vibrador ha de funcionar sempre que el molí estigui en marxa.

Desactivació: quan el sensor de nivell mínim de la tolva d'espera del molí SNTMm indiqui que s'ha acabat el material a moldre o bé quan el bit 'marxaM' no estigui actiu.

5.2.4 Motor Molí (MM)

Aquest motor té l'identificador M14, és el motor de més potència de la fàbrica i serà accionat per un arrancador estrella-triangle. I com que no es poden fer moltes arrancades i parades seguides, el seu funcionament serà continu durant el temps que calgui moldre material, que normalment es farà a la nit per així estalviar energia. Cal recordar que cada 24 hores s'ha d'invertir el sentit de gir del molí per igualar el desgast dels martells per tots dos costats, per això hi haurà dos bits que indicaran el sentit en que ha girat fins ara, els bits 'diaA' i 'diaB'.

Activació: quan el bit 'marxaM' estigui actiu.

Desactivació: quan el bit 'marxaM' no estigui actiu, o quan algun dels sensors de temperatura del molí STM1 o STM2 indiquin perill d'incendi degut a què no s'ha pogut refrigerar.

5.2.5 Motor ventilador molí (MVM)

Aquest motor té l'identificador M15, fa moure un ventilador en únic sentit de gir i arranca de forma directa.

Activació: quan el molí està en marxa és a dir, quan el bit 'marxaM' estigui actiu.

Desactivació: quan el bit 'marxaM' no estigui actiu.

5.2.6 Motor cargol buidat molí (MCBM)

Aquest motor té l'identificador M16, fa moure un cargol sense fi en un únic sentit de gir i arranca de forma directa.

Activació: quan el bit 'marxaM' estigui actiu.

Desactivació: quan el bit 'marxaM' no estigui actiu i quan hagin passat 2 minuts després que s'hagi acabat el material a la tolva d'espera del molí indicat pel sensor de nivell mínim SNTMm.

5.2.7 Motor elevador dosificació (MED)

Aquest motor té l'identificador M17, acciona l'elevador que pujarà el material acabat de moldre fins a les tolves d'emmagatzematge per la dosificació, gira en un únic sentit de gir i arranca de forma directa.

Activació: quan el bit 'marxaM' estigui actiu.

Desactivació: quan el bit 'marxaM' no estigui actiu i quan hagin passat 3 minuts després que s'hagi acabat el material a la tolva d'espera del molí indicat pel sensor de nivell mínim SNTMm.

5.2.8 Motor cargol alimentació pop dosificació (MCAPD)

Aquest motor té l'identificador M18, fa moure un cargol sense fi en un únic sentit de gir i arranca de forma directa.

Activació: quan hi ha actiu els bits per indicar que la matèria primera té com a destí les tolves de dosificació, bits 'empl_tol1_4' o bé 'empl_tol5_8', la sortida del pop de recepció està en la número 5 perquè el final de cursa SPPR5 ho indica. Aquests bits s'activen quan algun dels sensors de nivell mínim de les tolves 1 a 4 o 5 a 8, respectivament, estan actius.

Desactivació: quan el bit 'marxaR' no estigui actiu indicant que no s'ha de portar la matèria primera a les tolves de dosificació perquè els bits: bits 'empl_tol1_4' i 'empl_tol5_8' no estan actius perquè les tolves estan plenes. Aquesta desactivació es farà al cap de 3 minuts per tal de poder buidar l'elevador i aquest cargol de material.

5.3 Dosificació

Aquest procés és el en que hi ha més activadors perquè és on hi ha la gran majoria dels motors que faran anar els cargols sense fi per portar les matèries de les tolves a la bàscula, com els de les tolves de correcció a la bàscula de correcció. També és on hi haurà un gran número de pistons que seran els encarregats d'obrir les comportes de les raseres.

5.3.1 Motor pop dosificació (MPD)

Aquest motor té la identificació M19, té un únic sentit de gir per assolir les 2 sortides del pop i arranca de forma directa.

Activació: quan estigui actiu el bit de marxa de recepció 'marxaR' i, algun dels finals de cursa de posicionament de la sortida del pop indiquin que no està col·locada en el lloc que cal.

Desactivació: quan algun dels dos finals de cursa SPPD1 o SPPD2 indiqui que la sortida del pop està en el lloc correcte.

5.3.2 Motor cargol emplenat tolves 1 a 4 (MCET1_4)

Aquest motor té la identificació M20, acciona el cargol sense fi que hi ha dins la primera rasera de dosificació. Gira en un únic sentit i arranca de forma directa.

Activació: quan estigui actiu el bit de marxa de recepció 'marxaR', el final de cursa del pop de distribució SPPD1 estigui actiu i el bit que indica que hi ha alguna de les tolves 1 a 4 amb dèficit de material, 'empl_tol1_4'.

Desactivació: quan no estiguin actius els bits: 'marxaR' o 'empl_tol1_4'.

5.3.3 Motor cargol emplenat tolves 5 a 8 (MCET5_8)

Aquest motor té la identificació M21, acciona el cargol sense fi que hi ha dins la segona rasera de dosificació. Gira en un únic sentit i arranca de forma directa.

Activació: quan estigui actiu el bit de marxa de recepció 'marxaR', el final de cursa del pop de distribució SPPD2 estigui actiu i el bit que indica que hi ha alguna de les tolves 5 a 8 amb dèficit de material, 'empl_tol5_8'.

Desactivació: quan no estiguin actius els bits: 'marxaR' o 'empl_tol5_8'.

5.3.4 Motor cargol emplenat tolves 9 a 12 (MCET9_12)

Aquest motor té la identificació M22, acciona el cargol sense fi que hi ha dins la tercera rasera de dosificació. Gira en un únic sentit i arranca de forma directa.

Activació: quan estigui actiu el bit de marxa de molturació 'marxaM', i el bit que indica que hi ha alguna de les tolves 9 a 12 amb dèficit de material, 'empl_tol9_12'.

Desactivació: quan no estiguin actius els bits: 'marxaM' o 'empl_tol9_12'.

5.3.5 Pistons comportes raseres dosificació 1 a 12 (PCRD1 a PCRD12)

Aquests activadors són els pistons pneumàtics de simple efecte accionats per una electrovàlvula cada un que obriran la comporta per permetre l'emplenat de les tolves de dosificació 1 a 12 respectivament. L'anàlisi dels condicionants d'aquests activadors es fa a la vegada perquè són iguals amb la diferència del número de tolva a què fan referència, per això enlloc de posar número es posarà una lletra "X" per simbolitzar el número de tolva que correspon i així no s'allargarà tant aquest anàlisi.

Activació: quan el bit de marxa de recepció 'marxaR' està actiu, allora cal que el sensor de nivell mínim de la tolva X SNTDXmin informi de nivell baix, i que el destí estigui seleccionat a la tolva de dosificació X amb el bit 'desti_tolX' actiu corresponent.

Desactivació: quan el bit 'marxaR' no està actiu o bé quan el nivell ha arribat al nivell alt gràcies al sensor SNTDXmax.

5.3.6 Motors cargols buidat tolves dosificació 1 a 12 (MCBTD1 a MCBTD12)

Aquests 12 activadors són els motors que accionen els 12 cargols sense fi independents que serviran per extreure les diferents matèries primeres que hi ha en cada una de les tolves de dosificació i portar-les a la bàscula de dosificació. Tot i que el seu funcionament és independent l'un de l'altre, per simplificar l'anàlisi es faran tots junts perquè tenen condicionants idèntics o bé amb un número diferent que representarà el número de tolva a que s'està referint, per això el número serà representat per la lletra X. Les identificacions d'aquests motors van des de M23 a M34 respectivament, giren en un únic sentit i arranquen de forma directa.

Activació: quan el bit de marxa de dosificació 'marxaD' està actiu, a més a més del bit 'dos_ingrx', que indica de quin número de tolva cal dosificar en aquest moment. També cal que no estigui actiu el bit 'pes_dosif' que indica que el pes per aquesta matèria no ha arribat al valor correcte i per tant cal continuar la dosificació. I finalment el bit 'BD_lliure', que indica si la bàscula està lliure o no, és a dir, si ha acabat la pesada anterior i s'ha buidat a la tolva d'espera de la barrejadora, ja que sinó no pot començar una altra pesada.

Desactivació: quan el bit 'dos_ingrx' no estigui actiu que serà quan a la bàscula hi hagi el

pes correcte del material que hi ha a la tolva X.

5.3.7 Motor cargol emplenat tolves correctors (MCETC)

Aquest motor té l'identificador M35 i activa el cargol sense fi que servirà per facilitar l'emplenat de les tolves dels correctors. Gira en un únic sentit i arranca de forma directa.

Activació: quan els bits de marxa de la dosificació 'marxaD' i emplenat correctors 'empl_cor' estiguin actius.

Desactivació: quan els bits: 'marxaD' i 'empl_cor' no estiguin actius que serà quan estiguin les 7 tolves plenes gràcies a la indicació dels sensors de nivell màxim SNTC1max a SNTC7max.

5.3.8 Pistons comportes raseres correcció 1 a 7 (PCRC1 a PCRC7)

Aquests activadors són els pistons pneumàtics de simple efecte accionats per una electrovàlvula cada un que obriran la comporta per permetre l'emplenat de les tolves de correcció 1 a 7 respectivament. Igual com s'ha fet amb els pistons de les raseres de dosificació l'anàlisi dels condicionants d'aquests activadors es fa a la vegada perquè són iguals, amb la diferència del número de tolva a què fan referència, per això enlloc de posar número es posarà una lletra X per simbolitzar el número de tolva que correspon, i així no allargar tant aquest anàlisi.

Activació: quan el bit de marxa de dosificació 'marxaD' està actiu, alhora cal que el sensor de nivell mínim de la tolva X SNTCXmin informi de nivell baix, i que el destí estigui seleccionat a la tolva de dosificació X amb el bit 'desti_corX' actiu corresponent.

Desactivació: quan el bit 'marxaD' no està actiu o bé quan el nivell ha arribat al nivell alt gràcies al sensor SNTCXmax.

5.3.9 Motors cargols buidat tolves correcció 1 a 7 (MCBTC1 a MCBTC7)

Igual com s'ha vist en el cas dels motors dels cargols de buidat de les tolves de dosificació, aquests 7 activadors són els motors que accionen els 7 cargols sense fi independents que

serviran per extreure els diferents correctors que hi ha en cada una de les tolves de correcció i portar-les a la bàscula de correcció. Tot i que el seu funcionament és independent l'un de l'altre, per simplificar l'anàlisi també es faran tots junts perquè tenen condicionants idèntics o bé amb un número diferent que representarà el número de tolva a que s'està referint, per això el número serà representat per la lletra X. Les identificacions d'aquests motors van des de M36 a M42 respectivament, giren en un únic sentit i arranquen de forma directa.

Activació: quan el bit de marxa de dosificació 'marxaD' està actiu, a més a més del bit 'dos_corX', que indica de quin número de tolva cal dosificar en aquest moment. També cal que no estigui actiu el bit 'pes_cor' que indica que el pes per aquesta matèria no ha arribat al valor correcte i per tant cal continuar la dosificació. I finalment el bit 'BC_lliure', que indica si la bàscula està lliure.

Desactivació: quan el bit 'dos_corX' no estigui actiu que serà quan a la bàscula hi hagi el pes correcte del material que hi ha a la tolva X.

5.3.10 Pistó expulsió tolva bàscula correctors (PETBC)

Aquest activador és un pistó pneumàtic de simple efecte accionat per una electrovàlvula que obrirà una comporta situada a la part inferior de la bàscula per així poder-la buidar.

Activació: quan el bit 'pes_correctors' estigui actiu, que serà quan s'hagi acabat de pesar l'últim corrector necessari en la fórmula actual.

Desactivació: quan el sensor de nivell mínim de la bàscula de correcció SNBC indiqui que s'han buidat tots els correctors de l'última pesada.

5.3.11 Motor cargol buidat bàscula correctors (MCBBC)

Aquest motor té l'identificador M43, és un motor que acciona el cargol sense fi encarregat de portar els correctors pesats a la bàscula de dosificació. Gira en un únic sentit i arranca de forma directa.

Activació: quan els bits: 'marxaD' i 'pes_correctors' estan actius.

Desactivació: al cap de 30 segons que el sensor de nivell mínim de la bàscula de correcció SNBC indiqui que s'han buidat els correctors de la bàscula.

5.3.12 Pistó expulsió tolva bàscula dosificació (PETBD)

Aquest activador és un pistó pneumàtic de simple efecte accionat per una electrovàlvula que obrirà una comporta situada a la part inferior de la bàscula per així poder-la buidar.

Activació: quan els bits 'pes_correctors' i 'ultim_ingr' estiguin actius, que serà quan s'hagi acabat de pesar l'últim ingredient de la dosificació necessari en la fórmula actual, i també caldrà que estigui actiu el bit 'marxaD'.

Desactivació: quan el sensor de nivell mínim de la bàscula de dosificació SNBD indiqui que s'ha buidat tota l'última pesada.

5.4 Barreja

Aquest procés conté els activadors encarregats de barrejar la fórmula actual, afegint-hi grassa a la vegada i portar-ho al següent procés.

5.4.1 Pistó expulsió tolva espera barrejadora (PETEB)

Aquest activador és un pistó pneumàtic de simple efecte accionat per una electrovàlvula que obrirà una comporta situada a la part inferior de la tolva d'espera per buidar-la per gravetat a l'interior de la barrejadora.

Activació: quan estigui en marxa el procés de barreja indicat pel bit 'marxaB' i quan la barrejadora s'ha buidat de l'última fórmula barrejada gràcies al sensor de nivell mínim de la barrejadora SNB.

Desactivació: quan el sensor de nivell mínim de la tolva d'espera de la barrejadora SNTEB indiqui que s'ha buidat tota la fórmula.

5.4.2 Motor barrejadora (MBAR)

Aquest motor té l'identificador M44, aquest és un motor d'alta potència que arrancarà a través d'un arrancador estrella-triangle i girarà sempre en el mateix sentit.

Activació: quan el bit 'marxaB' estigui actiu i a la tolva d'espera hi hagi material per barrejar indicat pel sensor SNTEB i alhora a dins la barrejadora no hi hagi pinso d'una barrejada anterior indicat pel sensor SNB no actiu.

Desactivació: quan el bit 'marxaB' no estigui actiu o bé quan hagin passat els segons necessaris per efectuar la barreja de la fórmula actual, ja que cada fórmula requereix un temps adequat.

5.4.3 Pistó expulsió barrejadora (PEB)

Aquest activador és un pistó pneumàtic de simple efecte accionat per una electrovàlvula que obrirà la comporta situada a la part inferior de la barrejadora per buidar-la gràcies a un cargol sense fi d'extracció.

Activació: quan estigui en marxa el procés de barreja indicat pel bit 'marxaB' i quan la barrejadora s'ha buidat de l'última fórmula barrejada gràcies a que el sensor de nivell SNB situat a la part més baixa de la barrejadora no està actiu.

Desactivació: quan el sensor de nivell mínim de la barrejadora SNB indiqui que s'ha buidat tota la fórmula acabada de barrejar.

5.4.4 Motor bomba grassa (MBG)

Aquest motor té l'identificador M45, és un motor que acciona la bomba per donar la pressió suficient a la grassa líquida per injectar-la a dins la barrejadora. Gira en un únic sentit i arranca de forma directa.

Activació: quan el bit 'marxaB' està actiu. A més a més cal que les dues electrovàlvules del conducte de grassa estiguin obertes fet que es sabrà gràcies als sensors reed d'aquestes electrovàlvules.

Desactivació: quan el bit 'marxaB' no estigui activat i quan hagi passat el temps establert en el temporitzador d'injecció de grassa. Aquest temps variarà en funció de la quantitat de grassa a injectar que serà diferent en cada fórmula. La quantitat es calcula doncs per cada segon injectat.

5.4.5 Motor cargol extracció barrejadora (MCEB)

Aquest motor té l'identificador M46, és un motor que acciona el cargol sense fi encarregat d'extreure el material acabat de barrejar i portar-lo a l'elevador que el conduirà al següent procés. Gira en un únic sentit i arranca de forma directa.

Activació: quan estigui en marxa el procés de barreja indicat pel bit 'marxaB' i quan la barrejadora s'ha buidat de l'última fórmula barrejada gràcies a que el sensor SNB no està actiu.

Desactivació: quan hagin transcorregut 60 segons després que el sensor de nivell mínim de la barrejadora SNB indiqui que s'ha buidat tota la fórmula acabada de barrejar.

5.4.6 Motor elevador sortida (MES)

Aquest motor té l'identificador M47, és un motor que acciona l'elevador encarregat de pujar el material barrejat per portar-lo al procés de sortida. Gira en un únic sentit i arranca de forma directa.

Activació: quan estigui en marxa el procés de barreja indicat pel bit 'marxaB' i quan la barrejadora s'ha buidat de l'última fórmula barrejada gràcies a que el sensor SNB no està actiu.

Desactivació: quan hagin transcorregut 60 segons després que el sensor de nivell mínim de la barrejadora SNB indiqui que s'ha buidat tota la fórmula acabada de barrejar.

5.4.7 Electrovàlvula sortida tolva greix (EVSTG)

Aquest activador és una electrovàlvula de pistó encarregada d'alimentar la bomba de pressió de grassa.

Activació: quan els bits 'marxaB' i 'greix' estan actius. Aquest últim bit és per indicar que la fórmula actual porta greix.

Desactivació: quan el bit 'marxaB' no estigui activat i quan hagi passat el temps establert en el temporitzador d'injecció de grassa. Aquest temps variarà en funció de la quantitat de grassa a injectar que serà diferent en cada fórmula.

5.4.8 Electrovàlvula tancament ràpid greix (EVTRG)

Aquest activador és una electrovàlvula de pistó encarregada de parar en sec la injecció de grassa quan n'hi hagi suficient perquè sinó hi hauria errors en les fórmules.

Activació: quan els bits 'marxaB' i 'greix' estan actius.

Desactivació: quan el bit 'marxaB' no estigui activat i quan hagi passat el temps establert en el temporitzador d'injecció de grassa. La pressió residual en el conducte s'envia al dipòsit de greix per un conducte de retorn.

5.5 Granulació

En aquest procés hi haurà els activadors encarregats de portar el pinso en forma de farina a la granuladora, això sí abans hauran de passar per l'acondicionador-melassador, i finalment caldrà enviar-lo al refrigerador. Com es podrà veure aquest procés és continu i quan es posa en marxa la granulació tots els elements han de funcionar.

5.5.1 Motor cargol tolva espera granulació (MCTEG)

Aquest motor té l'identificador M59, fa moure un cargol sense fi en un únic sentit de gir i arranca de forma directa. Aquest cargol porta el pinso en farina de la sortida número 1 del pop de sortida de farines fins a la tolva d'espera del procés de granulació.

Activació: quan hi ha actiu el bit per indicar que la matèria primera té com a destí el procés de granulació, bit 'desti_eg', la sortida del pop de sortida de farines està en la número 1 perquè el final de cursa SPPSF1 ho indica.

Desactivació: quan el sensor de nivell màxim de la tolva d'espera de l'acondicionador, SNTEAmax informi que el nivell està en aquest punt, així com quan ha passat un temps després que el sensor de nivell mínim de la barrejadora SNB indiqui que aquesta s'ha buidat, per tal de poder buidar els conductes transportadors.

5.5.2 Motor cargol alimentador acondicionador (MCAA)

Aquest motor té l'identificador M48 i fa moure un cargol que extraurà el pinso en farina de la tolva d'espera i alimentarà l'acondicionador. Aquest motor gira en un sentit únic i estarà activat per un variador de freqüència perquè ajustant la seva velocitat es variarà el caudal d'alimentació cap a l'acondicionador i alhora cap a la granuladora perquè aquesta última ha de tenir un consum constant.

Activació: quan el bit de marxa de granulació estigui actiu bit 'marxaG' i sempre i quan hi hagi pinso en farina en la tolva d'espera perquè el sensor de nivell mínim SNTEAmin no està activat.

Desactivació: quan el bit 'marxaG' no estigui actiu o bé quan s'acabi el pinso de la tolva gràcies al sensor SNTEAmin.

5.5.3 Motor acondicionador-melassador (MAM)

Aquest motor té l'identificador M49 i fa moure l'eix de l'acondicionador que farà circular el pinso en farina per dins seu acondicionant-lo per la granulació. Aquest pinso entrarà per un costat de l'acondicionador i sortirà per l'altre gràcies a la circulació que li dóna el seu eix. Aquest motor gira en un sentit únic i arrancarà de forma directa.

Activació: quan el bit de marxa de granulació estigui actiu bit 'marxaG' i sempre i quan hi hagi pinso en farina en la tolva d'espera perquè el sensor de nivell mínim SNTEAmin no està activat.

Desactivació: quan el bit 'marxaG' no estigui actiu o bé quan s'acabi el pinso de la tolva gràcies al sensor SNTEAmin.

5.5.4 Motor cargol extracció acondicionador (MCEA)

Aquest motor té l'identificador M50 i extreu el pinso acondicionat i l'introdueix a la granuladora. Aquest motor gira en un sentit únic i arrancarà de forma directa.

Activació: quan el bit de marxa de granulació estigui actiu 'marxaG' i sempre i quan hi hagi pinso en farina en la tolva d'espera perquè el sensor de nivell mínim SNTEAmin no està activat.

Desactivació: quan el bit 'marxaG' no estigui actiu o bé quan s'acabi el pinso de la tolva gràcies al sensor SNTEAmin.

5.5.5 Motor granuladora (MGRA)

Aquest motor té l'identificador M51 i fa moure la granuladora. Aquest motor gira en un sentit únic i arrancarà a través d'un arrencador estrella-triangle perquè és el segon motor més potent de la fàbrica. Per això mateix no interessa parar i engegar-lo molt sovint.

Activació: quan el bit de marxa de granulació estigui actiu bit 'marxaG' i sempre i quan hi hagi pinso en farina en la tolva d'espera perquè el sensor de nivell mínim SNTEAmin no està activat.

Desactivació: quan el bit 'marxaG' no estigui actiu o bé quan s'acabi el pinso de la tolva gràcies al sensor SNTEAmin.

5.5.6 Motor tallants granuladora (MAM)

Aquest motor té l'identificador M52 i fa moure els ganivets que serviran per tallar els grànuls que surten per la matriu de la granuladora a la mida que es vulgui de grànul. Aquest motor gira en un sentit únic i arrencarà de forma directa en el mateix moment que la granuladora.

Activació: quan el bit de marxa de granulació 'marxaG' estigui actiu i sempre i quan hi hagi pinso en farina en la tolva d'espera perquè el sensor de nivell mínim SNTEAmin no està activat.

Desactivació: quan el bit 'marxaG' no estigui actiu o bé quan s'acabi el pinso de la tolva gràcies al sensor SNTEAmin.

5.5.7 Motor cargol extracció granuladora (MCEG)

Aquest motor té l'identificador M53 i fa moure el cargol que extraurà els grànuls acabats de fer i els quals cauen en una tolva que té la granuladora en la part inferior, i els portarà cap a la part superior del refrigerador on cauran per gravetat fins a la part de baix on hi ha una altra tolva. Aquest motor gira en un sentit únic i arrancarà de forma directa.

Activació: quan el bit de marxa de granulació 'marxaG' estigui actiu i sempre i quan hi hagi pinso en farina en la tolva d'espera perquè el sensor de nivell mínim SNTEAmin no està activat.

Desactivació: quan el bit 'marxaG' no estigui actiu o bé quan s'acabi el pinso de la tolva gràcies al sensor SNTEAmin.

5.5.8 Motor cargol extracció refrigerador (MCEREF)

Aquest motor té l'identificador M54 i fa moure el cargol que extraurà els grànuls acabats de refredar, els portarà cap a un elevador per tornar-los a pujar per així enviar-los finalment al procés de sortida. Aquest motor gira en un sentit únic i arrancarà de forma directa.

Activació: quan el bit de marxa de granulació 'marxaG' estigui actiu i sempre i quan hi hagi pinso en farina en la tolva d'espera perquè el sensor de nivell mínim SNTEAmin no està activat.

Desactivació: quan el bit 'marxaG' no estigui actiu o bé quan s'acabi el pinso de la tolva gràcies al sensor SNTEAmin.

5.5.9 Motor elevador granulació (MEGR)

Aquest motor té l'identificador M55 i fa moure l'elevador que pujarà els grànuls fins al pop de sortida de grànuls. Aquest motor gira en un sentit únic i arrancarà de forma directa.

Activació: quan el bit de marxa de granulació 'marxaG' estigui actiu i sempre i quan hi hagi pinso en farina en la tolva d'espera perquè el sensor de nivell mínim SNTEAmin no està activat.

Desactivació: quan el bit 'marxaG' no estigui actiu o bé quan s'acabi el pinso de la tolva gràcies al sensor SNTEAmin.

5.5.10 Motor ventilador refrigeració (MVR)

Aquest motor té l'identificador M56 i fa moure el ventilador que crearà la corrent d'aire per refrigerar els granuls. Aquest motor gira en un sentit únic i arrancarà de forma directa.

Activació: quan el bit de marxa de granulació 'marxaG' estigui actiu i sempre i quan hi hagi pinso en farina en la tolva d'espera perquè el sensor de nivell mínim SNTEAmin no està activat.

Desactivació: quan el bit 'marxaG' no estigui actiu o bé quan s'acabi el pinso de la tolva gràcies al sensor SNTEAmin.

5.5.11 Motor cargol extracció separador fins (MCESF)

Aquest motor té l'identificador M57 i fa moure el cargol que extraurà els grànuls trencats (fins) que es dipositen en la part inferior del separador ja que aquests se'ls emporta la mateixa corrent d'aire. Aquest motor gira en un sentit únic i arrancarà de forma directa.

Activació: quan el bit de marxa de granulació 'marxaG' estigui actiu i quan hi hagi fins dins la tolva del separador indicat pel sensor de nivell míniml SNTFmin.

Desactivació: quan el bit 'marxaG' no estigui actiu o bé quan no hi hagi fins en la tolva del separador perquè el sensor SNTFmin no estigui actiu.

5.5.12 Motor bomba melassa (MBM)

Aquest motor té l'identificador M58, és un motor que acciona la bomba per donar la pressió

suficient a la melassa líquida per injectar-la a dins l'acondicionador-melassador. Gira en un únic sentit i arranca de forma directa.

Activació: quan el bit de marxa de granulació 'marxaG' estigui actiu i sempre i quan hi hagi pinso en farina en la tolva d'espera perquè el sensor de nivell mínim SNTEAmin no està activat, perquè serà senyal que el procés està funcionant, la bomba anirà donant pressió cada X segons en funció de la velocitat que passi el pinso per l'acondicionador.

Desactivació: quan el bit 'marxaG' no estigui actiu o bé quan s'acabi el pinso de la tolva gràcies al sensor SNTEAmin, i cada Y segons quan no toqui injectar.

5.5.13 Electrovàlvula sortida tolva melassa (EVSTM)

Aquest activador és una electrovàlvula de pistó encarregada d'alimentar la bomba de pressió de melassa.

Activació: quan el bit de marxa de granulació 'marxaG' estigui actiu i sempre i quan hi hagi pinso en farina en la tolva d'espera perquè el sensor de nivell mínim SNTEAmin no està activat. Perquè ha d'estar sempre oberta quan el procés de granulació estigui activat. Només estarà activada durant els mateixos X segons que ho estarà el motor MBM.

Desactivació: quan el bit 'marxaG' no estigui actiu o bé quan s'acabi el pinso de la tolva gràcies al sensor SNTEAmin, i cada Y segons com el motor MBM.

5.5.14 Electrovàlvula tancament ràpid melassa (EVTRM)

Aquest activador és una electrovàlvula de pistó encarregada de parar en sec la injecció de melassa quan n'hi hagi suficient d'acord amb el temps d'injecció establert X.

Activació: quan el bit de marxa de granulació 'marxaG' estigui actiu i sempre i quan hi hagi pinso en farina en la tolva d'espera perquè el sensor de nivell mínim SNTEAmin no està activat, també treballarà a períodes perquè ha d'anar sincronitzada amb la bomba de pressió de melassa.

Desactivació: quan el bit 'marxaG' no estigui actiu o bé quan s'acabi el pinso de la tolva gràcies al sensor SNTEAm, i cada Y segons quan no toqui injectar.

5.6 Sortida de matèries

Aquest és l'últim procés de la fàbrica i els activadors que hi ha són bàsicament elements per transportar i emmagatzemar el pinso tant en forma de farina com en forma de grànuls.

5.6.1 Motor cargol alimentador pop sortida 1 (MCAPS1)

Aquest motor té l'identificador M60 i és l'encarregat de moure el cargol sense fi que portarà el pinso en farina de l'elevador que ve de la barrejadora fins a l'entrada del pop del procés de sortida número 1 que és el que treballa amb pinso en forma de farina. Aquest motor gira en un únic sentit i arranca de forma directa.

Activació: quan estigui en marxa el procés de barreja indicat pel bit 'marxaB' i quan la barrejadora s'ha buidat de l'última fórmula barrejada gràcies a que el sensor SNB no està actiu.

Desactivació: quan hagin transcorregut 60 segons després que el sensor de nivell mínim de la barrejadora SNB indiqui que s'ha buidat tota la fórmula acabada de barrejar.

5.6.2 Motor pop sortida 1 (MPS1)

Aquest motor té la identificació M61, té un únic sentit de gir per assolir les 3 sortides del pop i arranca de forma directa.

Activació: quan estigui actiu el bit 'marxaS' i algun dels finals de cursa de posicionament de la sortida del pop indiquin que no està col·locada en el lloc que cal.

Desactivació: quan algun dels tres finals de cursa SPPSF1 a SPPSF3 indiqui que la sortida està en el lloc correcte.

5.6.3 Motor cargol ensacador farines (MCEF)

Aquest motor té l'identificador M62 i mou el cargol que porta el pinso en forma de farina de la sortida 3 del pop de farines fins a la tolva de l'ensacadora. Gira en un únic sentit i arranca de forma directa.

Activació: quan el bit 'marxaS' està actiu, que és el bit de marxa de l'ensacador de farines, i també el bit 'ensacar' està actiu per indicar que cal posar en sacs el pinso fabricat.

Desactivació: quan el bit 'marxaS' no està actiu o bé quan el sensor de nivell màxim SNTEmax de la tolva de l'ensacador indica nivell màxim.

5.6.4 Motor cargol ensacador grànuls (MCEG)

Aquest motor té l'identificador M63 i mou el cargol que porta el pinso en forma de grànuls de la sortida 1 del pop de grànuls fins a la tolva de l'ensacadora. Gira en un únic sentit i arranca de forma directa.

Activació: quan el bit 'marxaS' està actiu, i també el bit 'ensacar'.

Desactivació: quan el bit 'marxaS' no està actiu o bé quan el sensor de nivell màxim SNTEmax de la tolva de l'ensacador indica nivell màxim.

5.6.5 Motor cargol emplenat tolves sortida 1 a 4 (MCETS1_4)

Aquest motor té la identificació M64, acciona el cargol sense fi que hi ha dins la rasera del procés de sortida on hi ha pinsos en farina. Gira en un únic sentit i arranca de forma directa.

Activació: quan estigui actiu el bit de marxa de barreja 'marxaB', el final de cursa del pop de distribució SPPSF2 estigui actiu i el bit que indica que el pinso té com a destí alguna de les tolves 1 a 4, bit 'desti_tf'. Aquest últim bit s'activa quan durant la formulació es decideix on es posarà aquest pinso.

Desactivació: quan no estiguin actius els bits: 'marxaB' o bé 'desti_tf'.

5.6.6 Motor cargol emplenat toves sortida 5 a 8 (MCETS5_8)

Aquest motor té la identificació M65, acciona el cargol sense fi que hi ha dins la rasera del procés de sortida on hi ha pinsos en grànuls. Gira en un únic sentit i arranca de forma directa.

Activació: quan estigui actiu el bit de marxa de granulació 'marxaG', el final de cursa del pop de distribució SPPSG2 estigui actiu i el bit que indica que el pinso té com a destí alguna de les toves 5 a 8 'desti_eg'. Aquest últim bit s'activa quan durant la formulació, es decideix on es posarà aquest pinso.

Desactivació: quan no estiguin actius els bits: 'marxaG' o bé 'desti_eg'

5.6.7 Motor pop sortida 2 (MPS2)

Aquest motor té la identificació M66, té un únic sentit de gir per assolir les 2 sortides del pop i arranca de forma directa.

Activació: quan estigui actiu el bit 'marxaG' i algun dels finals de cursa de posicionament de la sortida del pop indiqui que no està col·locada en el lloc que cal.

Desactivació: quan algun dels dos finals de cursa SPPSG1 o SPPSG2 indiqui que la sortida està en el lloc correcte.

5.6.8 Motor cargol alimentador pop sortida 2 (MCAPS2)

Aquest motor té l'identificador M67 i és l'encarregat de moure el cargol sense fi que portarà el pinso en grànuls de l'elevador que ve del procés de granulació fins a l'entrada del pop del procés de sortida número 2 que és el que treballa amb pinso en forma de grànuls. Aquest motor gira en un únic sentit i arranca de forma directa.

Activació: quan estigui en marxa el procés de granulació indicat pel bit 'marxaG' i quan la barrejadora s'ha buidat de l'última fórmula barrejada gràcies a que el sensor SNB no està actiu.

Desactivació: quan hagin transcorregut 2 minuts després que el sensor de nivell mínim de la barrejadora SNB indiqui que s'ha buidat tota la fórmula acabada de barrejar.

5.6.9 Pistons comportes raseres sortida 1 a 8 (PCRS1 a PCRS8)

Aquests activadors són els pistons pneumàtics de simple efecte accionats per una electrovàlvula cada un que obriran la comporta per permetre l'emplenat de les tolves de sortida 1 a 8 respectivament. L'anàlisi dels condicionants d'aquests activadors es fa a la vegada perquè són iguals, amb la diferència del número de tolva a què fan referència per això enlloc de posar número es posarà una lletra X per simbolitzar el número de tolva que correspon, i així no allargar tant aquest anàlisi.

Activació: quan el bits de marxa de barreja 'marxaB' o granulació 'marxaG' estan actius, en funció si el pinso és en forma de farina o bé en forma de grànuls respectivament. Perquè cal recordar que el pinso en farina s'emmagatzema en les 4 primeres tolves i el en forma de grànuls en les 4 últimes. També cal que els destins estiguin seleccionats correctament amb el bit 'desti_ts'

Desactivació: quan el bits 'marxaB' i 'marxaG' no estan actius o bé quan el nivell ha arribat al nivell alt gràcies al sensor SNTSXmax.

5.6.10 Pistons expulsió tolves sortida 1 a 8 (PETS1 a PETS8)

Aquests 8 activadors són els pistons de simple efecte pneumàtics accionats per una electrovàlvula cadascun de forma independents que serviran per extreure les diferents matèries primeres que hi ha en cada una de les tolves de sortida i deixar-les caure en el camió que hi haurà a sota per així emportar-se-les al seu destí. Tot i que el seu funcionament és independent l'un de l'altre, per simplificar l'anàlisi, es faran tots junts perquè tenen condicionants idèntics o bé amb un número diferent que representarà el número de tolva a que s'està referint, per això el número serà representat per la lletra "X".

Activació: quan des de la pantalla de sortida del Scada s'activi la vàlvula corresponent, perquè aquesta càrrega als camions es fa de forma manual.

Desactivació: quan es desactivi la vàlvula des del Scada.

5.6.11 Pistó expulsió ensacadora (PEE)

Aquest activador és un pistó pneumàtic de simple efecte accionat per una electrovàlvula que quan s'activa obre la comporta que hi ha a la part inferior de la tolva de l'ensacadora i deixa caure el pinso per gravetat, ja sigui en forma de farina o en forma de grànuls, al sac que hi ha a sota.

Activació: quan els bits 'marxaS' de marxa de l'ensacador i 'ensacar' estan actius, a més a més del bit 'BE_lliuere' que indica que la bàscula està lliure. I alhora que el sensor SNTEmin detecti material a la tolva de l'ensacadora.

Desactivació: quan el bit 'pes_sac' estigui actiu que serà quan al sac hi hagi el pes correcte del material.

6 ANÀLISI DELS CONDICIONANTS ESTRUCTURALS

Abans de seleccionar el tipus de PLC i el seu equipament fa falta realitzar un estudi detallat de totes aquelles magnituds, condicions, paràmetres o elements del procés per tal de determinar la lògica de control necessària i els components de què estarà formada, és a dir, tipus de PLC i mòduls que el compondran (font d'alimentació, CPU, mòduls d'entrada i sortida, etc.)

L'anàlisi de tots els condicionants del procés es podrà estructurar en els següents passos:

Condicionants generals del procés

Nombre de variables digitals exteriors

Nombre de variables analògiques exteriors

Tipus de manipulacions en el controlador

Temps de refresc de les variables

Distàncies entre les concentracions de variables

Necessitats específiques de control

També cal puntualitzar que en els dos primers passos, es tractarà la planta de producció dividint-la en els sis processos que formen la producció de pinsos, per així poder donar un estudi més detallat i precís. Aquests són: recepció de matèries, molturació, dosificació amb correcció, barreja, granulació i sortida de matèries.

6.1 Condicionants generals del procés

Són els que afecten al funcionament global del procés ja que aquest està format per diferents processos seqüencials i és necessari un bon funcionament de la cadena de fabricació per així evitar un seguit d'errors. Per tant serà necessari poder disposar en tot moment de la informació del correcte funcionament de la majoria d'activadors de la planta. Perquè si un dels processos tingues algun problema aquest repercutiria en els següents. Així doncs aquesta part servirà per seleccionar els equips de control i d'adquisició de dades adients i les seves característiques, com les que s'exposen a continuació:

S'ha de recollir la informació de l'estat dels magnetotèrmics de cada motor a fi de detectar motors sobrecarregats, cremats o creuats. D'aquesta forma la detecció de la fallada d'un motor es realitzarà de forma ràpida i el sistema i l'operari podran actuar en conseqüència.

També s'ha de recollir informació de la posició en que es troben les vàlvules del procés, ja que una falla de tancament en una vàlvula pot provocar defectes en el producte final.

El volum d'entrades i sortides tan digitals com analògiques que aquestes necessitats ens poden generar es calculen en els apartats que venen a continuació.

6.2 Nombre de variables digitals exteriors

En aquest apartat es calcularà el nombre de variables digitals exteriors (entrades i sortides). Aquestes variables seran tipus tot o res, o sigui només tindran dos estats possibles (on/off). Aquest càlcul es realitza per les diferents fases de la planta de producció, i finalment es donarà el resultat global.

A la següent Taula 42 es classifiquen els diferents tipus d'activadors i sensors digitals utilitzats en aquesta automatització. Aquesta classificació és per tal de trobar una relació entre aquests dispositius i el número d'entrades i sortides necessàries per la lògica de control, per així simplificar el càlcul del número de les necessàries.

Element	Número d'entrades	Número de sortides
Motors	1	1
Pistons pneumàtics	1	1
Electrovàlvules	1	1
Resistències calefactores	1	1
Variador de freqüència	3	6
Arrencadors estrella-triangle	1	1
Polsadors	1	0
Indicadors (botzines, llums...)	0	1
Sensors digitals	1	0

Taula 42. Número entrades i sortides per cada element.

Com es pot veure en els motors, pistons i electrovàlvules, a més a més de la sortida necessària de l'autòmat per activar-los, això sí a través d'un pre-activador, requereixen una entrada la qual serà per així saber si l'activador ha realitzat la funció que se li ha assignat, per exemple: si un pistó ha avançat, que en aquest cas es sabrà gràcies al sensor reed que

hi ha incorporat a cada pistó. Pel que fa als motors la forma d'indicar a la lògica de control que han realitzat l'acció és mitjançant els contactes auxiliars, que s'incorporen als diferents contactors que accionen cada un dels motors.

Els indicadors són eines que formen part del diàleg amb l'operador, es tracta d'indicadors lluminosos (làmpades d'incandescència, leds...) i acústics (sirenes, botzines...), que tindran la missió d'informar de forma directa als operaris sobre l'estat del procés en moments determinats com per exemple: procés en marxa, parada, emergència... Cada un d'ells representarà una sortida pel mòdul de sortides digitals del PLC. Els pulsadors són també elements del diàleg amb l'operador solen ser per començar processos, aturada, emergència..., cadascun d'ells representarà una sola entrada pel PLC.

Pel que fa referència als variadors de freqüència, són per poder variar la velocitat del vibrador del molí o l'alimentador de l'acondicionador. Per permetre aquesta variació de velocitats en relació al procés en si, caldrà doncs controlar aquesta variació des del mateix PLC, i per tant faran falta alguns borns per poder-s'hi comunicar. En les Taules 43 i 44 es poden veure les entrades i sortides utilitzades en els variadors.

Tipus d'entrada	Número de borns
Avanç	1
Inversió del sentit de gir	1
Velocitats programades	3
Senyal de reset	1

Taula 43. Relació d'entrades del variador.

Tipus de sortida	Número de borns
Senyal de Run	1
Senyal de sobrecàrrega	1
Senyal d'alarma (quan l'equip es bloqueja)	1

Taula 44. Relació de sortides del variador cap a lògica de control.

Com es pot veure, en total representen un total de 3 entrades i 6 sortides les quals seran de tipus digital.

Per poder calcular millor el número exacte d'entrades i sortides digitals, es farà per a cada un dels sis processos que hi ha en la fabricació de pinsos compostos.

6.2.1 Recepció de matèries

Aquest procés comprèn els elements necessaris per la recepció de matèries primeres i el següent emmagatzematge en les 3 sitges principals com són: l'elevador, els cargols sense fi, el pop de distribució i els ventiladors per refrigerar el material de les sitges. En la Taula 45 es pot veure un recull del número total de cada tipus d'element que necessitarà una comunicació amb el PLC, així com del número d'entrades i sortides digitals que caldran.

Element	Quantitat	Entrades	Sortides
Motors	12	12	12
Sensors digitals	18	18	0
Polsadors	3	3	0
Indicadors	3	0	3
Total		33	15

Taula 45. Variables digitals del procés de recepció.

6.2.2 Molturació

En aquest procés no hi haurà molts elements ja que només hi ha el vibrador que alimentarà al molí, aquest mateix molí, el ventilador necessari per refrigerar-lo durant el seu funcionament i els sistemes d'extracció dels productes mòlts per portar-los al següent procés. El que cal destacar és que en aquest punt apareix el primer variador de freqüència que com s'ha vist anteriorment, s'utilitza per variar la freqüència d'oscil·lació del vibrador i així poder controlar la quantitat de producte que s'introdueix al molí per tal de mantenir un rendiment constant i el més alt possible. En la Taula 46 hi ha el corresponent recull dels elements i les entrades i sortides digitals necessàries d'aquest procés.

Element	Quantitat	Entrades	Sortides
Motors	6	6	6
Electrovàlvules	1	1	1
Sensors digitals	3	3	0
Polsadors	3	3	0
Indicadors	3	0	3
Variadors	1	3	6
Total		16	16

Taula 46. Variables digitals del procés de molturació.

6.2.3 Dosificació amb correcció

En aquest procés és on hi haurà la majoria dels elements del procés i per tant és on el PLC haurà de fer més mesures i actuacions. Perquè com ja s'ha vist, en el procés de dosificació hi ha les 12 tolves que contindran els diferents elements primaris necessaris per la formulació de pinsos i per tant hi haurà un gran número de motors per accionar els cargols sense fi utilitzats pel transport, així com de molts sensors per controlar tots aquests elements. Alhora hi haurà les 7 tolves més petites on hi haurà els materials correctors de les fórmules i dues bàscules, una serà per pesar els correctors i la més gran per realitzar la pesada de cada ingredient que pertany a la fórmula que s'està elaborant en cada moment. En la Taula 47 següent hi ha el recull de tots aquests elements i les entrades i sortides digitals necessàries.

Element	Quantitat	Entrades	Sortides
Motors	25	25	25
Electrovàlvules	22	22	22
Sensors digitals	40	40	0
Polsadors	3	3	0
Indicadors	3	0	3
	Total	90	50

Taula 47. Variables digitals del procés de dosificació.

6.2.4 Barreja

En aquest procés tampoc hi haurà molts elements, ja que només hi ha la barrejadora i els elements de transport per emplenar-la i extreure els pinsos ja barrejats i portar-los cap al següent procés, com són els diferents cargols sense fi i elevador. També hi ha elements necessaris per incorporar greix a la barrejadora, que seran la bomba i les diferents vàlvules per tancar el pas de greix, així com de les resistències calefactores del dipòsit. En la Taula 48 hi ha el corresponent recull dels elements i les entrades i sortides digitals necessàries d'aquest procés.

Element	Quantitat	Entrades	Sortides
Motors	2	2	2
Electrovàlvules	4	4	4
Sensors digitals	6	6	0
Resistències	3	3	3
Polsadors	3	3	0
Indicadors	3	0	3
	Total	18	12

Taula 48. Variables digitals del procés de barreja.

6.2.5 Granulació

En aquest procés hi ha els elements necessaris per acondicionar el pinso en forma de farina per tot seguit granular-lo, tallar-lo i finalment portar aquest grànuls cap al procés de sortida. També hi haurà la bomba per injectar melassa a dins de l'acondicionador, així com les resistències calefactores i electrovàlvules per tancar-ne el pas. Aquí també hi ha el segon variador de freqüència de la fàbrica el qual s'utilitza per variar la velocitat de gir del cargol sense fi que alimenta l'acondicionador ja que així s'aconsegueix controlar la quantitat de pinso que s'introdueix a la granuladora, que com passava en el molí, el control del seu consum i rendiment es realitza variant la seva alimentació de material. En la Taula 49, hi ha el recull dels elements i les seves corresponents entrades i sortides digitals.

Element	Quantitat	Entrades	Sortides
Motors	11	11	11
Electrovàlvules	2	2	2
Sensors digitals	6	6	0
Resistències	3	3	3
Polsadors	3	3	0
Indicadors	3	0	3
Variadors	1	3	6
Total		28	25

Taula 49. Variables digitals del procés de granulació.

6.2.6 Sortida matèries

En l'últim dels 6 processos necessaris per la fabricació de pinsos en aquesta fàbrica hi ha molts elements, però són molt bàsics pel que fa al control ja que només són elements de transport i emmagatzematge dels diferents pinsos elaborats tant en forma de farines com en grànuls. Aquest elements són una sèrie de cargols sense fi, elevadors, pops de distribució i una bàscula per pesar el pinso de l'ensacadora. En la Taula 50 hi ha els elements necessaris així com de les seves entrades i sortides digitals.

Element	Quantitat	Entrades	Sortides
Motors	11	11	11
Electrovàlvules	9	9	9
Sensors digitals	23	23	0
Polsadors	3	3	0
Indicadors	3	0	3
Total		46	23

Taula 50. Variables digitals del procés de sortida.

6.2.7 Resum variables exteriors digitals

En total, el volum d'entrades i sortides exteriors digitals que haurà de controlar la lògica de control per permetre un correcte funcionament del procés es mostra esquematitzat en la següent Taula 51.

Procés	Entrades	Sortides
Recepció	33	15
Molturació	16	16
Dossificació	90	50
Barreja	18	12
Granulació	28	25
Sortida	46	23
Total	231	141

Taula 51. Recopilació de les entrades i sortides digitals de la planta.

6.3 Variables analògiques exteriors

En aquest apartat es calcula el nombre de variables analògiques (entrades i sortides) exteriors. L'ús d'aquest tipus de variables és molt important ja que ens permeten obtenir un producte final més precís, sense imperfeccions i també permeten un control exacte del procés en tot moment. Tot i que treballar amb aquest tipus de variables és més complex per la lògica de control, per això només s'utilitzaran quan sigui molt necessari i no es pugui realitzar de forma digital. Treballaran amb valors que estaran compresos entre el rang de 4 a 20 mA o de 0 a 10 V, de manera que la unitat de control un cop passats a valor digital n'haurà de fer un correcte tractament.

Les poques variables analògiques d'aquesta automatització només són entrades analògiques. Les tres primeres són les que provenen de les tres caixes sumadores/condicionadores que hi ha a cada una de les tres bàscules de la fàbrica i que transformaran el valor de les corresponents pesades en una senyal elèctrica. Aquestes bàscules seran les de dosificació, de correcció i de l'ensacadora.

També hi ha les dos entrades dels consums dels motors del molí i de la granuladora, necessaris per poder ajustar la velocitats dels seus respectius alimentadors amb els variadors de freqüència.

Alhora n'hi haurà 7 més que seran dels sensors de temperatura del procés. D'aquests dos seran els encarregats de mesurar la temperatura dels dos dipòsits de greix i melassa. Un altre serà per mesurar la temperatura a dins del molí, un altre per mesurar la de dins la granuladora i els altres 3 per mesurar la temperatura a dins de cada una de les 3 sitges de recepció. Finalment hi haurà una última entrada analògica que provindrà del sensor per mesurar la velocitat de gir del molí. Per tant en total hi hauran 13 entrades analògiques.

6.4 Tipus de manipulacions en el controlador

En aquest apartat s'explica quines manipulacions de dades es realitzaran en els elements de control, amb la finalitat de calcular la capacitat de memòria de la CPU de la lògica de control. Per poder a dur a terme el càlcul de la capacitat de memòria ens referenciem a les següents pautes que es poden veure en la Taula 52.

Tipus variable	Número instruccions per sortida
Sortides tot o res	12
Sortida analògica	32
Llaços de control	56 per llaç
Funcions generals	200

Taula 52. Pautes pel càlcul d'instruccions necessàries.

Per entendre-ho més clarament es procedirà al càlcul per cada secció de la planta. Però com s'ha vist en els punts anteriors, no hi ha sortides analògiques i per tant el càlcul del número d'instruccions es simplificarà bastant ja que bàsicament caldrà tenir en compte les sortides tot o res i els llaços de temperatura dels dos dipòsits de greix i melassa respectivament. En la Taula 53 es pot veure el càlcul d'aquestes instruccions separats per cada un dels sis processos en què es divideix la fàbrica.

Procés	Sortides tot o res	Llaços control	Instruccions
Recepció	15	0	180
Molturació	16	0	192
Dosificació	50	0	600
Barreja	12	3	312
Granulació	25	3	468
Sortida	23	0	276
		Total	2.028

Taula 53. Instruccions de la fàbrica.

Com s'ha vist abans, caldrà sumar 200 instruccions per les funcions generals i per tant en total es tindran 2.228 instruccions.

6.5 Temps de refresc de les variables

En aquesta automatització els processos que requereixen operacions mecàniques ràpides necessitaran un temps de refresc de les variables més elevat, en contra dels processos on les operacions siguin més lentes. Un temps ràpid de refresc serà considerat a uns 0,1 segons. Els processos que necessitaran aquesta rapidesa seran els de recepció i dosificació amb correcció ja que és on es transportarà més matèria i, pèrdues d'informació per un refresc massa lent pot ocasionar errors en les fórmules de pinsos, com per exemple passaria si un cargol sense fi que porta un tipus d'ingredient a la bàscula es parés més tard del normal.

En canvi els altres processos requereixen un temps de refresc no tant alt, a partir de 0,5 segons, degut a que són processos més lents i on el producte ha de seguir un cicle continu. Per exemple en la molturació, on els grans a moldre es van introduint al molí i a mesura que aquest estan mòlts van sortint pel tamís del molí cap al cargol d'extracció, que amb refresc de més de 0,5 segons és més que suficient.

6.6 Distàncies entre les concentracions de variables

La distància entre variables és important tenir-la en compte alhora de seleccionar la lògica de control, ja que si hi ha grans distàncies serà necessari utilitzar busos industrials per així reduir els cablejats d'una zona a l'altra.

Com s'ha vist al començament la superfície de la planta és de 1.200 m², on hi ha distribuïts els sis processos necessaris per la fabricació de pinsos, tot i que com també s'ha pogut veure hi ha processos que treballen per sobre d'altres ja que s'aprofita la gravetat per poder transportar la matèria, per exemple el procés de barreja queda just a sota del de dosificació, ja que el material acabat de pesar va a parar a la barrejadora obrint les portes i caient per gravetat, primer a la tolva d'espera i posteriorment a la barrejadora. Però tot i això, les distàncies entre elements ronden els 50 metres com a màxim i per tant, no són molt elevades i per això no resulta rentable utilitzar busos industrials.

6.7 Necessitats específiques de control

En aquest apartat s'especifiquen quines són les necessitats específiques de control, que en la planta només n'existiran del tipus de control de temperatura dels dipòsits de greix i melassa, per tal de reduir-ne la viscositat i així facilitar-ne el transport i la injecció en la barrejadora i l'acondicionador respectivament.

Aquests sistemes de control caldrà que siguin en llaç tancat de regulació de temperatura de manera que en funció dels valors d'entrada la lògica de control sàpiga actuar sobre l'activació de les resistències que s'utilitzen per escalfar aquestes substàncies, perquè si la temperatura és més baixa del normal el transport serà més difícil i en canvi, si fos més alta i hauria el perill de fer-les malbé.

En molts de casos per solucionar el control de temperatura poden existir diverses solucions, moltes vegades hi influiran factors com el preu, distàncies, magnitud de les variables, etc. En alguns casos es pot tractar cada part individualment amb equips reguladors de temperatura, pot existir la possibilitat de què per mitjà d'un equip regulador de temperatura es puguin multiplexar parts de diferents processos i així disminuir el preu total de l'automatització; en altres casos es pot disposar de mòduls de regulació de tipus proporcional (P), o amb les diferents combinacions amb tipus derivatiu i integrador (PI, PD, PID), o al final implementar aquests mòduls a l'interior del software de la lògica de control sense necessitat de comprar aquests elements.

En aquesta automatització, degut a què no existeixen molts processos de regulació, aquests es faran amb la mateixa lògica de control, ja que hi ha autòmats que disposen d'algun llaç de control intern.

En aquesta part del treball d'acord amb la documentació tècnica recopilada i l'anàlisi de necessitats en els apartats anteriors, es passarà a la realització de la selecció del tipus de lògica de control per governar el procés.

7 CONFIGURACIÓ DEL PLC I DEL SEU EQUIPAMENT

Com s'ha vist anteriorment la solució per controlar l'automatització de la fàbrica és un autòmat, que en el present projecte s'ha escollit la marca Telemecanique. I entre les tres famílies de PLC que ofereix aquesta marca s'ha decidit utilitzar la intermitja que és la Premium, perquè les seves prestacions s'ajusten més als requeriments d'aquesta automatització.

A més a més de seleccionar un PLC serà necessari escollir la CPU de l'autòmat, racks, font d'alimentació (que ens servirà per proporcionar la tensió d'alimentació i de treball per les entrades i les sortides), unitats d'entrades i sortides (tan digitals com analògiques), tipus d'unions entre concentracions de variables i els seus equipaments (com per exemple mòduls expansius), mòduls especials (reguladors de processos PID)... Aquesta selecció es podrà fer gràcies a l'anàlisi dels condicionants estructurals realitzat anteriorment.

Aquest PLC estarà enllaçat amb un PC amb xarxa d'Ethernet industrial, i en el qual hi ha implementat un sistema SCADA amb diverses pantalles que permetrà un diàleg directe de l'usuari o del tècnic amb el procés, podent actuar sobre els diferents activadors del procés així com entrar noves fórmules i alhora informant en tot moment de la seva evolució, com possibles errors, temps de funcionament, estat dels motors...

Com que en aquesta automatització les distàncies que s'hauran d'afrontar no són molt elevades, com a màxim seran de 50 metres, no estarà justificada la utilització de busos d'informació per així tenir agilitat en la recollida d'informació en distàncies llargues i en la simplificació del connexionat que entra i surt de la lògica de control.

7.1 CPU de l'autòmat

El model de PLC seleccionat és el TSX P57 2623M que és una gamma intermitja de la família dels PLC Premium de Telemecanique. La principal raó d'escollir aquest model és perquè és el més primer que incorpora una connexió Ethernet integrada en el mateix mòdul de la CPU que s'utilitzarà per comunicar-se amb el PC on hi ha el sistema SCADA. Ja que pel que al número d'entrades i sortides permeses i a capacitat de memòria, el model anterior a aquest el TSX P57 203M és igual, però no disposa d'aquesta connexió tot i que es podria realitzar gràcies a un mòdul extern, però per simplificació de la instal·lació i tenir més racks

lliures s'ha optat per aquesta solució. En la següent Figura 31 hi ha una fotografia d'aquesta CPU.



Figura 31. CPU TSX P57 2623M de Telemecanique.

Segons el que s'havia vist en l'anàlisi dels condicionants estructurals el qual serveix per poder seleccionar el tipus d'autòmat adient per l'automatització, com a mínim hauria de suportar unes 500 entrades/sortides tot o res, 14 entrades analògiques, una memòria superior a 2 K instruccions i tenir almenys 4 llaços de regulació. Com es pot veure en la Taula 54 següent, on hi ha les principals característiques d'aquesta CPU, serà més que suficient per assolir les necessitats de l'automatització.

Descripció	Quantitat
Número de racks de 4/6/8 llocs	16
Número de racks de 12 llocs	8
Entrades/sortides digitals en rack	1.024
Entades/sortides analògiques	80
Vies de funcions específiques	24
Connexió a xarxa	1
Vies de regulació	10
RAM integrada (en instruccions)	16K

Taula 54. Característiques principals CPU TSX P57 2623M.

Tot i que en alguns paràmetres l'autòmat escollit és molt superior serà necessari perquè com s'ha vist disposa de Ethernet integrat i alhora permet 10 vies de regulació, i en canvi els altres models inferiors no. Tot i que en l'anterior taula no hi ha representades altres característiques com són els tipus de busos permesos, capacitat de contactges, controls numèrics... no vol dir que no ho permeti aquesta CPU, sinó que per aquesta automatització

no seran necessaris.

7.2 Racks

Els racks TSX RKY són els elements bàsics de la plataforma de automatització Premium ja que asseguren les funcions mecànica i elèctrica.

Funció mecànica: permet fixar el conjunt dels diversos mòduls necessaris per una estació d'automatització (alimentació, processador, entrades/sortides digitals i analògiques i mòduls especials).

Funció elèctrica: permet la connexió al bus X de Telemecanique i asseguren la distribució de les alimentacions necessàries per cada mòdul d'un mateix rack i de les senyals de servei i de les dades pel conjunt de l'estació d'automatització quan aquesta té diversos racks.

Com es pot veure en la Figura 32 següent hi ha quatre tipus de racks diferents, de 4, 6, 8 i 12 slots per tal de poder fer una estació d'automatització a mida.

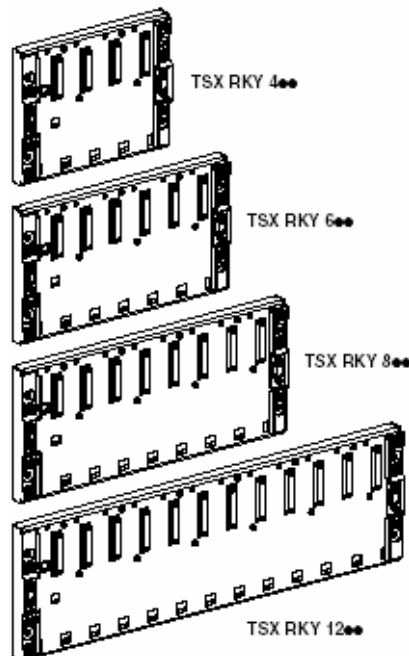


Figura 32. Tipus de racks disponibles.

A més a més d'aquests racks n'hi ha d'extensibles i no extensibles. Els primers a més de la

connexió per enllaçar aquest rack al bus X, tenen una altra connexió per poder enllaçar el següent rack al bus i així poder connectar diversos racks en l'estació, això sí, hi haurà un número màxim que dependrà del que pot suportar la CPU utilitzada.

Aquest bus X de Telemecanique serveix per connectar un rack amb un altre i així poder construir una estació d'automatització més gran. Com que l'extensió màxima de cablejat d'aquest bus X és de 100 metres, es muntaran racks en un segon armari de control diferent del que contingui el processador i per tant es reduirà el cablejat de la instal·lació sense haver d'utilitzar busos de camp com per exemple el profibus, ja que aquest racks estaran més propers als sensors i activadors reduint així els metres de cables necessaris en el cas de tenir un únic armari de control.

En aquesta automatització s'utilitzaran racks extensibles per així poder construir una cadena més llarga degut a que amb dos racks no serà suficient. Per això s'utilitzaran 3 racks de 8 slots TSX RKY 8EX i 1 racks de 4 TSX RKY 4EX per tal de poder muntar els 25 mòduls necessaris que hi haurà en l'automatització. D'aquests un serà el mòdul de la CPU i 4 seran fonts d'alimentació, ja que en el primer slot de cada rack ha d'haver-n'hi una per tal d'alimentar els mòduls d'aquest rack, perquè el bus X no permet enviar senyals d'alimentació.

7.3 Fonts d'alimentació

Com s'ha comentat en l'apartat anterior farà falta una font d'alimentació per cada un dels racks, i com que en total s'utilitzen 4 racks en l'automatització hi haurà 4 fonts d'alimentació. Aquestes fonts donaran 24 Vcc ja que tots els sensors i preactivadors utilitzats s'alimenten a aquesta tensió. S'utilitzarà una TSX PSY 1610M per a cada rack que dona 24 Vcc i una potència de 16 W més que suficients com es pot veure en els corresponents càlculs realitzats en l'annex de la memòria.

7.4 Mòduls d'entrada i sortida digitals

D'acord amb l'anàlisi del número d'entrades i sortides digitals que hi ha en el procés efectuat anteriorment, s'ha vist que hi ha 231 entrades tot o res que es connectaran a 9 mòduls de 32 entrades TSX DEY 32D2K que estan alimentades a 24 Vcc i són de lògica positiva (PNP).

També s'ha vist que en aquesta fàbrica hi ha 141 sortides digitals, de les quals 62 són electrovàlvules, indicadors i resistències, i les 79 restants són els relés que activaran els contactors dels motors de la planta. El primer tipus de sortida tindran un consum més elevat que els dels relés i per això els mòduls de sortida han de permetre més potència d'alimentació. Per tant s'utilitzaran 4 mòduls de 16 sortides tot o res TSX DSY 16T2 que són sortides estàtiques de 24 Vcc i que permeten 0,5 A per via. En canvi les 79 sortides dels relés, com que tenen consums de l'ordre dels 21 mA, s'utilitzaran 3 mòduls de 32 sortides tot o res TSX DSY 32T2K que són sortides estàtiques a 24 Vcc i 0,1 A per sortida.

7.5 Mòduls d'entrada analògiques

Com s'ha anat veient en aquesta fàbrica no es disposen moltes senyals analògiques, ja que només hi ha 13 entrades que es connectaran a 1 mòdul de 8 vies TSX AEY 810, que permet les entrades de 0-10 V i 4-20 mA que donen aquestes entrades analògiques i efectuen una conversió a digital de 16 bits. I també caldran 2 mòduls TSX AEY 414 que permet connectar-hi directament termosondes o termoelements sense cap interfície, per tant seran útil per connectar-hi les 7 sondes Pt100 utilitzades per mesurar les temperatures del procés.

7.6 Comunicació amb el PC

El PC on hi haurà el SCADA i l'autòmat estaran connectats mitjançant una xarxa Ethernet, la qual és una tecnologia basada en Internet i ofereix múltiples possibilitats d'interconnexió a nivell mundial, ja que les diverses possibilitats d'intranet, extranet i internet poden aprofitar-se també per l'automatització de processos i producció. La transmissió de la informació per la xarxa ethernet es farà per mitjà del sistema FC Twisted Pair. Es tracta d'un sistema de cablejat amb parell trenat. L'abreviació FC significa fast connect i permet que el cablejat de les oficines sigui apte per la nau industrial i de fabricació. A més els cables FC, com el seu nom indica, es poden connectar fàcil i ràpidament in situ.

8 MODES D'OPERACIÓ

Els modes d'operació són les diferents situacions o estats en què el procés es pot trobar durant el seu funcionament, per exemple: si ha de realitzar el procés des de l'inici fins al final de forma automàtica, semiautomàtica o manual, que cal fer en el mode d'emergència... Per tant, els modes d'operació cal analitzar-los per saber quines accions caldrà prendre en cada un d'aquests estats possibles. Aquests modes de funcionament dependran de tres condicions que s'analitzaran a continuació i els quals queden reflexats en la guia Gemma que s'utilitza per classificar-los millor.

8.1 Condicions que provenen dels modes de funcionament

En aquest grup trobaríem els condicionants generals del procés com serien la posta en marxa, la parada, la parada per emergència i els derivats del diàleg amb l'operador, els funcionaments automàtic, semiautomàtic i manual.

8.1.1 La posta en marxa

En el moment d'engegar el procés de fabricació de pinsos, ja sigui per la posta inicial com una posta en marxa després d'un anomalia, s'ha de passar primer de tot per l'estat inicial on els paràmetres dels diferents activadors i pre-activadors s'han d'ajustar, per tal que el procés s'iniciï sense problemes ja que no podem posar les màquines en marxa directament perquè podríem arribar a fer-les malbé perquè per exemple, si el greix o la melassa dels dipòsits no estan a la temperatura idònia, tindran una viscositat massa elevada i llavors la bomba pot tenir problemes per extreure'ls i injectar-los al procés corresponent. Per tant, en aquest estat, principalment interessarà assolir el més ràpid possible la temperatura i magnituds de treball per no tenir problemes durant la producció.

Per accedir a aquest estat tindrem un polsador de marxa general, funció que també es podrà fer des del sistema SCADA, que un cop l'accionem ens col·locarà directament en el cicle de posta en marxa. Aquest cicle de posta en marxa normalment ens portarà als estats d'ajustatges manuals i semiautomàtics abans de passar al automàtic, sobretot en el cas que sigui una posta en marxa després de defecte. També hi ha una posta en marxa per zones perquè cal recordar que la fàbrica consta de 6 processos més o menys independents que en

certs moments, per exemple en ajustatge, només s'ha d'activar el procés en qüestió.

8.1.2 La parada

Aquest estat seria similar que l'anterior perquè no podem parar el procés en sec, exceptuant el casos d'emergència, sinó que hem d'entrar en un estat de parada on el procés global, un cop li hem dit que volem parar mitjançant un polsador o des del SCADA, acabarà de realitzar el cicle que estava fent, és dir, fins que no hagi acabat de fer l'ordre de fabricació del pinso en curs, i llavors parerà els activadors i pre-activadors un a un a mida que hagin realitzat la seva última funció i que per tant no fan falta per acabar el cicle. Així no ho farà de cop per evitar avaries greus, obstruccions de materials o errors en les fórmules un cop es tornés a activar el procés. Per exemple podria quedar material a la barrejadora sense haver-se acabat de barrejar que podria enganxar-s'hi si el temps de parada fos molt prolongat.

Igual que en el de posta en marxa es pot realitzar per cada un dels sis processos independentment en el cas de trobar-nos en ajustatge, mitjançant els polsadors de cada zona o bé a través del SCADA.

8.1.3 Emergència

Aquest serà un estat on també es parerà tot, però ara si serà una parada en sec. Aquesta serà ocasionada quan es premi el polsador d'emergència de cada zona o quan algun sensor detecti un perill important ja sigui per una pujada de pressió o per altres informacions molt perjudicials tant per les persones com per les màquines. Aquí també trobaríem altres tipus d'emergències que no serien suficientment importants com per parar tot el procés sinó que desactivarien alguns elements.

La passada a aquest estat seria com a conseqüència d'haver polsat el típic interruptor d'emergència de bolet que també és accessible des del SCADA. Caldrà memoritzar l'estat del procés abans de la parada per tal de poder continuar en el mateix punt un cop solucionat el problema, tot i que si l'operari creu que com a conseqüència d'aquesta parada o el problema algun procés pot haver quedat afectat greument, es passarà a un ajustatge d'aquest procés o general dependent dels casos i posteriorment a una posta en marxa.

8.2 Condicions que provenen del diàleg amb l'operador

L'operador podrà indicar a la màquina en quin estat general vol treballar mitjançant un commutador o bé des del mateix SCADA. Aquests estats serien per triar la forma de funcionament del procés general o dels 6 processos.

8.2.1 Manual

L'operari seria el que controlaria el procés mitjançant tecles o polsadors fent moure així els diferents activadors, donant ell les senyals oportunes als diferents pre-activadors per així controlar pas a pas el que passa per tal de localitzar avaries o ajustar diferents parts. Cal remarcar que aquest tipus de control només serà possible des del SCADA on a través dels símbols de cada activador es podrà modificar el seu estat, en canvi el pannel d'operador que fins ara s'utilitzava quedarà anul·lat degut a que és obsolet perquè s'han afegit funcions i activadors nous.

La finalitat d'aquest control manual és, com s'ha dit abans, per poder realitzar ajustatges i proves de activadors i parts del procés.

8.2.2 Semiautomàtic

En aquest estat l'operari controlaria la màquina però només donaria senyals per iniciar el cicle ja que l'autòmat s'encarregaria de realitzar tots els passos del cicle i l'operari només hauria d'observar si tot transcórrer correctament i, un cop acabat el cicle pot fer els ajustos necessaris i tornar a prémer la tecla per tornar a realitzar un altre cicle. Pot passar que un dels sis processos estigui en semiautomàtic i els altres en automàtic.

8.2.3 Automàtic

Aquest és l'estat normal de funcionament i s'activarà un cop s'ha vist que els ajustatges són els correctes. Un cop activat aquest estat no se'n podrà sortir fins que es pari el procés ja sigui a través de l'estat de parada normal o bé per una emergència, perquè en aquest estat el procés fa el cicle continuadament sense interrupcions.

8.3 Condicions de seguretat generades per la pròpia lògica de control

Normalment són unes temporitzacions de la mateixa lògica de control en les que s'espera a que es realitzi una tasca i si durant aquest temps no ha passat és senyal que hi ha algun problema i llavors l'autòmat ha de decidir en quin estat d'emergència o anomalia ha d'entrar. Per exemple tindríem:

Si ha passat un temps en que els sensors de nivell mínim d'alguna de les tolves o sitges estant demanant matèria primera i no se'ls n'hi ha aportat anirem a una anomalia, o bé si tarda molt de temps que la bàscula demana un ingredient i aquest no arriba, senyal que pot haver quedat el cargol sense fi obstruït, entre d'altres.

9 DIÀLEGS EN LA PLANTA

Quan es parla de diàleg s'està referint a la forma en què els operaris es comuniquen amb el procés i també cal tenir en compte el diàleg en sentit invers, és a dir, com la màquina es comunica amb aquests operaris.

9.1 Diàleg pròpiament amb l'operador de la màquina

Els operaris de planta dialogaran amb el procés a través d'uns polsadors que seran els de marxa, aturada, i un interruptor d'emergència de tipus bolet. Tots aquests sistemes seran d'informació tot o res. Com s'ha pogut veure anteriorment n'hi ha un de cada de global per actuar sobre tota la planta de cop, i també n'hi ha un de cada per a cada un dels 6 subprocessos. L'interruptor d'emergència serà el clàssic de bolet, quan el polsem quedarà clavat a baix i així pararem tot el procés en cas de veure algun perill per alguna persona o avaria en general del procés. Per desconnectar-los s'haurà de donar mitja volta i un altre cop el procés es podrà posar en marxa, però això sí primer potser caldrà entrar en un mode d'ajustatge o reparació.

Pel que fa al sentit invers, és a dir, el diàleg màquina-operari tindrem una sèrie d'indicadors lluminosos i acústics per informacions digitals. Aquestes indicacions seran per informar de l'estat dels polsadors de marxa i parada de cicle, i ho farà per mitjà d'unes làmpades de color verd i vermell al costat dels mateixos polsadors, on la primera estarà activada quan la màquina estigui realitzant un cicle i quan l'operari premi el polsador de parada aquesta s'apagarà i s'encendrà la de color vermell per tal d'indicar-ho.

La senyal acústica serà una sirena que servirà perquè quan algun activador doni algun tipus d'error important, l'operari no tardi molt a reaccionar per evitar avaries majors. Ja que la principal funció de la sirena és alertar que s'ha produït l'avaria i que es vagi a solucionar-la el més aviat possible perquè en molts dels casos l'operari estarà controlant diversos processos alhora.

9.2 Diàleg d'ajustatge

En aquest cas el diàleg també és en els dos sentits, però en aquest cas és bidireccional, de

manera que el mateix dispositiu que permet realitzar el diàleg operari-màquina també el permet a l'invers. Aquest sistema consistirà en el sistema SCADA muntat en l'ordinador de la sala de control.

Així doncs, quan sigui necessària l'actuació de l'operari d'ajustatge, aquest anirà al PC i el primer que farà serà posicionar el commutador de mode de funcionament global en manual o semiautomàtic, en funció de les accions que vulgui fer, i després anirà al menú corresponent per interactuar amb el procés o element a ajustar i modificar les variables o paràmetres de forma gràfica, i podrà anar comprovant els efectes sobre el procés gràcies a que pot fer funcionar el procés de forma manual movent els pistons, motors i altres activadors fins i tot a velocitat més lenta del normal per acabar de fer un ajust més precís. Un cop els paràmetres són els correctes caldrà confirmar-los, fer les últimes proves de funcionament en mode semiautomàtic i si tot és correcte validar-ho, sortir del procés d'ajustatge i deixar el procés a punt per començar el de forma automàtica.

El procés que requereix ajustatge és el de dosificació amb correcció, perquè en ser el moment en què es dosifiquen tots els ingredients de la fórmula del pinso que s'està fabricant mitjançant bàscules, cal assegurar sempre que estiguin ben calibrades perquè sinó apareixerien errors de formulació. En canvi la resta de processos requereixen pocs ajustatges, només en el cas de produir-se avaries o defectes de producció.

9.3 Diàleg de manteniment

El diàleg de manteniment és sobretot en la direcció màquina-operari, perquè la màquina serà l'encarregada d'informar i fer saber a l'operari encarregat del manteniment quan cal realitzar-lo i de quin tipus de manteniment es tracta. Aquestes informacions tractaran de temes com la periodicitat de la realització del manteniment, l'ús d'uns materials específics corresponents a diferents peces de les màquines...

La lògica de control s'encarregarà de controlar aquests paràmetres de forma exacta sabent el temps que hauran funcionat i quan sigui l'hora de la corresponent lubricació. També avisarà a l'operari de manteniment indicant-ho en la pantalla del PC amb els missatges de text corresponents i informant-lo de manera precisa del punt de la màquina i quantitat a lubricar. Un altre tipus d'informacions serà un recull històric d'alarmes i una visualització dels temps de funcionament de cada element.

En el sentit operari-màquina no és molt important, però bàsicament es tindrà la interacció de l'encarregat de manteniment i la màquina a través del PC per poder realitzar les comprovacions sobre els diferents dispositius de la planta per comprovar si estan al dia pel que fa al manteniment.

9.4 Diàleg amb comandaments intermitjos

Els comandaments intermitjos seria l'encarregat de la planta el qual s'ocuparà de dur a terme un seguiment puntual de cadascun dels processos, i alhora de supervisar que s'hagin dut a terme els corresponents ajustatges i manteniments. Aquest personal estarà per sobre d'aquests operaris, i per tant tindrà tots els privilegis d'operació, això vol dir que a part de poder accedir a les interfícies d'operador, ajustatge i manteniment, podrà accedir a pantalles de control manual de la planta en la verificació de les accions.

Aquest encarregat treballarà exclusivament amb el sistema SCADA per així poder tenir accés als diferents arxius històrics d'alarmes, manteniments, ajustatges i en general el funcionament correcte de la planta. A més a més serà el que haurà d'introduir les fórmules de pinsos, modificar-les i alhora entrarà les ordres de fabricació d'acord amb la informació que li arribi de les oficines. Una altra funció d'aquest comandament intermig seria la d'establir el diàleg entre els operaris i l'stuff directiu

9.5 Diàleg amb staff directiu

L'stuff directiu sol estar situat lluny de la planta de producció juntament amb les oficines de control de qualitat, despatxos de directius i altres equipaments. Al estar situada lluny no és convenient que des de l'stuff es pugui actuar o canviar algun paràmetre del procés, perquè no es pot tenir una certesa visual del bon funcionament del canvi introduït. Des d'aquest estament el que es podrà fer serà dur a terme una visualització del procés de totes les pantalles implementades en el sistema SCADA però sense dret a modificar-les (contràriament a les accions que sí poden realitzar els comandaments intermitjos). Normalment l'stuff disposarà d'un equipament de PCs normals (no industrials) connectats a la xarxa Ethernet.

Al ser implementats amb sistemes SCADA aquests ordinadors permetran a més l'emmagatzement de gran quantitat de dades i paràmetres relatius al procés (historial

d'errors, alarmes, de manteniment, resultats d'anàlisi...). En resum, l'stuff directiu només requerirà un diàleg planta-operari per tal de saber si la fàbrica funciona correctament ja que el que els interessa són els beneficis.

10 SCADA

Com s'ha anat veient en aquest procés cal un sistema de diàleg el qual permeti una total interacció entre l'home i la màquina, i que alhora ha de poder ser en els dos sentits. Per això la millor solució que existeix actualment és el sistema Scada, el qual cada dia està més present en el processos industrials perquè a més a més de ser una molt bona interfície de diàleg, permet obtenir altres informacions del procés com per exemple les alarmes, o bé l'adquisició de dades, que es podran utilitzar en diversos programes de l'entorn windows com l'excel o el acces.

En el mercat hi ha varis programes Scada, però en aquesta automatització s'ha escollit el Citect perquè és el més conegut, i a més a més és una de les condicions que ens van imposar a l'hora de realitzar el projecte.

Un altre avantatge dels sistemes Scada és que es poden executar des d'un ordinador personal sense tenir així la necessitat d'adquirir els cars ordinadors industrials. Aquest Scada estarà instal·lat en dos ordinadors de la fàbrica. El primer és el que hi ha a l'oficina del staff directiu i el segon és el que hi haurà en l'oficina de dins la planta. Aquests ordinadors estaran connectats amb el PLC del procés amb una xarxa Ethernet.

Segons les necessitats plantejades alhora de realitzar el projecte s'han hagut de fer diverses pantalles Scada per tal de poder interactuar amb cada un dels elements i modes de funcionament de la fàbrica. Tot seguit s'explicaran una a una aquestes pantalles per tal de poder entendre el funcionament del procés, exceptuant les de les gràfiques i les bases de dades perquè en tractar-se d'una simulació no es poden obtenir.

10.1 Menú principal

Quan es posa en marxa el programa Scada de control de la fàbrica apareix el menú principal de la Figura 33 de la pàgina següent. Com es pot veure, l'estil utilitzat en la realització de les pantalles és molt semblant al d'una finestra del Windows xp, perquè és un entorn al que s'està molt acostumat a treballar i per facilitar la mobilitat d'una pantalla a una altra s'ha decidit aprofitar el mateix estil. Abans de poder realitzar cap operació, cal introduir el codi d'usuari i la contrasenya personal per tal d'identificar la persona que vol treballar amb el

programa de control de la fàbrica. Així li donaran els permisos que té assignats de tal manera que només podrà realitzar les tasques que el seu nivell de treballador dins la fàbrica pot fer.

Seguint l'esquema d'una pantalla de windows, a dalt de tot a l'esquerra hi ha un menú amb cinc opcions: processos, gràfiques, alarmes, bases de dades i producció. Amb les quals es podrà anar a totes les pantalles i funcions del programa de control de la planta de producció de pinsos. Si es clica sobre el primer menú de processos es desplegarà un submenú amb els noms dels 6 subprocessos que té la fàbrica: recepció de matèries, molturació, dosificació, barreja, granulació i sortida de matèries. D'aquesta manera podrem anar al subprocés que desitgem en qualsevol moment. Amb el segon menú es poden visualitzar les diferents pantalles de gràfics de les dades que el programa Scada recull i representa sobre aquest format com són: temperatures del molí i la granoladora, consums de motors, entre d'altres.



Figura 33. Pantalla del menú principal Scada.

Amb el tercer menú es poden consultar les alarmes que s'han esdevingut en el procés agrupades en 2 submenús: alarmes actives i històric d'alarmes. El quart menú és el de base de dades i on es podran consultar totes les dades que el programa va recollint mentre els

diferents processos estan en marxa, com són: stocks de matèries d'entrada i sortida, moviments de matèries i l'estat de manteniment dels motors. Finalment en el cinquè menú, el de producció, és on hi ha els submenús de les fórmules dels pinsos i les comandes de producció. Per sota els menús hi ha uns altres menús amb icones que ens permetran realitzar les operacions més usuals d'una forma més ràpida. Aquestes són el moviment cap a una pantalla endavant o endarrera, anar a la pantalla anterior, a la pantalla del menú principal, a la de les gràfiques, així com la d'imprimir la pantalla actual o bé canviar d'usuari. També en aquesta barra d'icones hi ha l'hora i la data actual i el títol de la pantalla en què es troba l'usuari.

En el costat esquerra del menú principal hi ha un quadre amb l'estat de funcionament en què es troba la fàbrica de pinsos, és a dir, si està en mode automàtic, semiautomàtic o manual. També aquí es pot posar en marxa o parar tots el processos, això sí, amb la corresponent seqüència de posada en marxa o parada que tindrà en compte l'estat en què es troba cada procés, fent les operacions preliminars o deixant acabar les que s'estaven realitzant en aquell moment. Aquests botons generals són molt útils ja que així s'evita haver d'anar a cada un dels sis processos per posar-los en marxa o parar-los. El mateix passarà amb el botó de parada d'emergència general el qual para tots els processos de cop sense haver d'anar procés a procés per parar-los un a un.

10.2 Recepció de matèries

Les pantalles de control dels 6 processos de què consta la planta tenen una estructura molt semblant per tal de facilitar-ne l'ús i evitar perdre temps en buscar botons. La part superior ja s'ha comentat abans en el menú principal, però en aquestes últimes pantalles en la part esquerra hi ha sis botons que ens porten directament a cada un dels processos d'una forma més ràpida que no pas anant al menú superior. A sota seu hi ha un botó de parada d'emergència del procés en què ens trobem, també hi ha un display que indica l'estat del procés, recordem que per canviar-lo s'ha d'anar al menú principal, i finalment hi ha els botons de parada i marxa del procés actual amb els seus corresponents indicadors lluminosos. A la part baixa de les 6 pantalles dels processos també hi ha els botons pel control de les alarmes i tres línies on es mostren les tres últimes alarmes que han succeït. La resta de l'espai de les pantalles està destinat al dibuix del procés amb els seus motors, vàlvules, dipòsits i altres elements per representar i alhora interactuar directament amb cada un dels processos.

La recepció de matèries és la primera de les pantalles interactives perquè és l'inici del procés industrial de la fabricació de pinsos. Consisteix en l'arribada de les matèries primeres per part dels pagesos de la zona o bé en camions que portaran els productes necessaris per la formulació. Abans de tot aquests vehicles de transport han de passar per la bàscula que hi ha a l'exterior de la planta per tal de pesar-los i així saber la quantitat de producte que porten. Aquesta informació, juntament amb el nom del producte, el destí que tindrà i si cal moldre'l o no s'hauran d'introduir al quadre que hi ha a la part inferior dreta d'aquesta pantalla. Un cop s'hagin introduït aquestes dades es pot procedir a descarregar el producte a la tolva de recepció de la fàbrica. Per confirmar-ho es premerà el botó 'descarregar' el qual posarà l'indicador que té al costat de color verd, i tot seguit iniciarà les accions corresponents per tal de portar el producte que s'està descarregant al destí seleccionat. Concretament en la pantalla de la Figura 34, s'estan descarregant 100 Kg de blat de moro a la sitja 2.

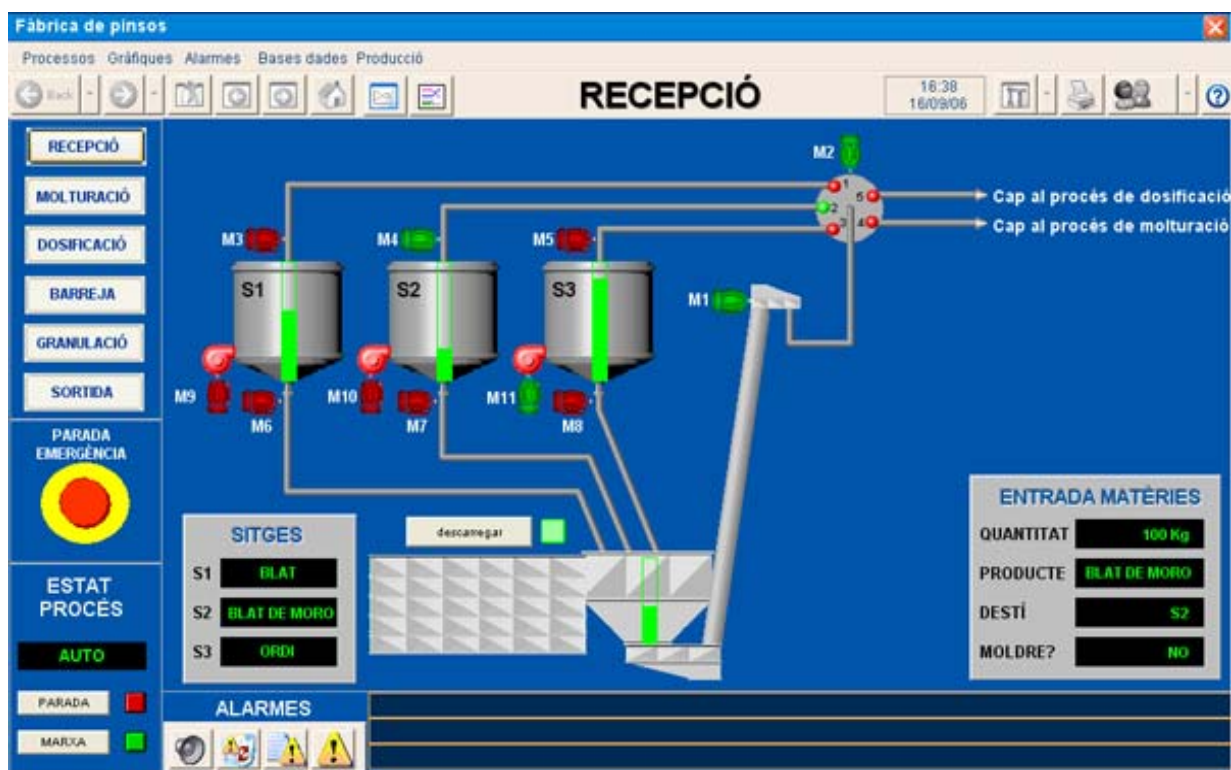


Figura 34. Pantalla del procés de recepció de matèries.

La recepció de matèries consta de tres sitges grans amb els seus corresponents indicadors de nivell i un ventilador per crear una corrent d'aire per baixar la temperatura interior perquè els productes no es facin malbé. El buidat de les sitges es fa enviant el producte un altre cop cap a la tolva de recepció per així aprofitar el mateix elevador. Sota aquestes sitges i més a

l'esquerra hi ha un quadre on es pot veure el nom del producte que hi ha a cada una per evitar confusions quan es fan les descàrregues. Mitjançant l'elevador es puja el producte que s'està buidant a la tolva de recepció i es porta cap al pop de distribució. Les tres primeres sortides del pop porten el material cap a les sitges principals i les dues últimes cap al procés de dosificació o de molturació en funció del destí seleccionat. Com es pot veure la majoria del transport es fa amb motors que accionen cargols sense fi. Cada activador de la pantalla pot canviar el seu estat si es clica sobre d'ell si estem en els modes de funcionament semiautomàtic o manual. Per exemple els motors, cada vegada que els toquem alternem la marxa i la parada, en canvi hi ha altres elements com és el pop distribuïdor, quan es clica sobre ell surt un menú flotant que ens permet parar-lo o bé seleccionar una de les 5 sortides que té.

10.3 Molturació

En aquest procés no hi intervenen molts elements, però cal destacar la importància del motor M14 del molí el qual té 75 Cv, per això com es pot veure a la Figura 35 té un quadre de control que s'ha de vigilar en tot moment.

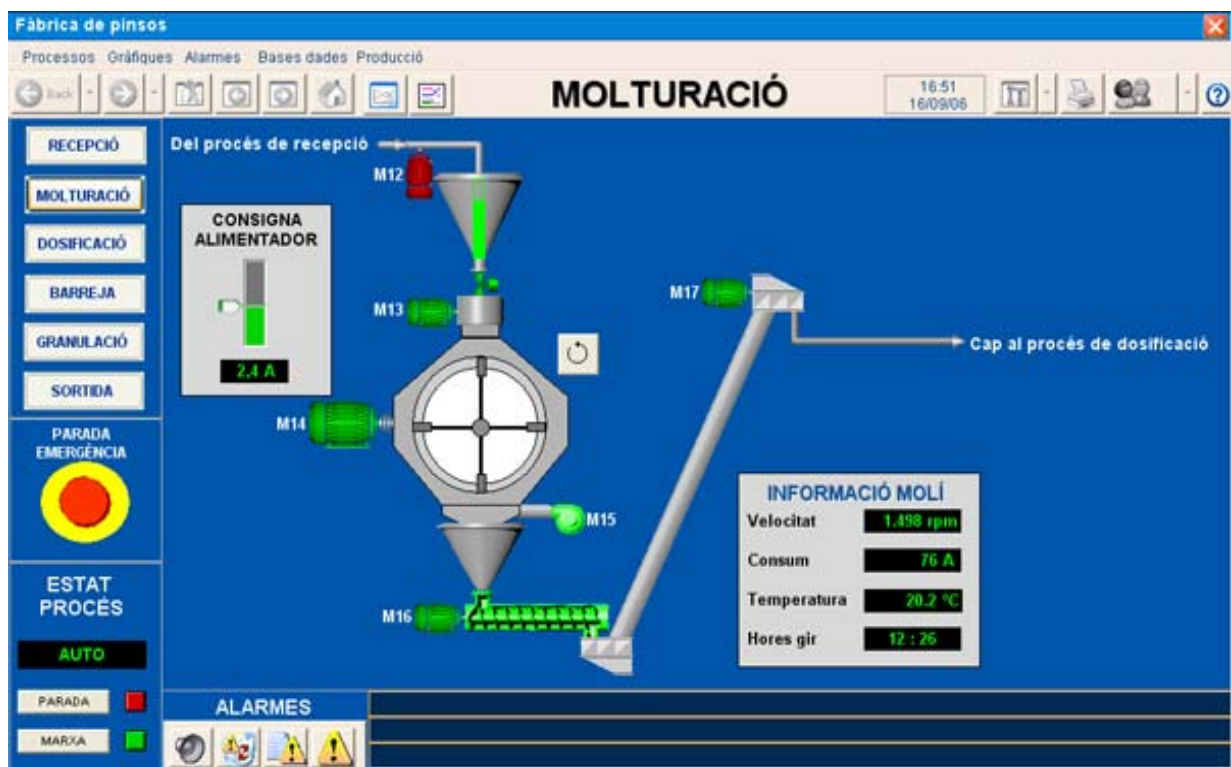


Figura 35. Pantalla del procés de molturació.

Aquest quadre només és d'informació ja que no ens permet interactuar, perquè per variar els

paràmetres que mostra s'ha d'actuar amb l'alimentador del molí pel que fa a la velocitat i consum, o bé connectant el motor M15 del ventilador. Tot i que normalment ha de funcionar de forma automàtica perquè un control manual d'aquest procés provocaria que el rendiment fos molt baix degut a què per anar bé el molí ha de tenir un consum constant, que s'aconsegueix variant la consigna de l'alimentador. Això es pot fer de forma manual, però com s'ha dit només és aconsellable fer-ho així en el moment de l'ajustatge.

El procés de molturació està en marxa quan a la tolva d'espera del molí hi ha producte per moldre, i això passa quan entra un producte en el procés de recepció que cal moldre, el qual es dirigeix cap al molí i tot seguit a la tolva de destí seleccionada en el mateix quadre de recepció. Un cop el producte està mòlt, el cargol sense fi d'extracció l'envia cap al procés de dosificació on serà emmagatzemat a una de les tolves. Un altre punt a tenir en compte del molí és que cada 24 hores ha de canviar el sentit de gir per així desgastar els martells del molí de forma igual per tots dos costats, per això s'han de controlar les hores que porta funcionant en un sentit i si convé amb el botó que hi ha a la part dreta del molí, es pot iniciar la maniobra de canvi de sentit de gir.

10.4 Dosificació

Aquest és el procés més important i el més complexa de tots els necessaris per produir pinso, perquè és on s'hauran de pesar cada un dels ingredients de què consten les diferents fórmules de pinso que es fabriquen. Degut al gran nombre d'elements que hi ha representats en aquest procés s'han hagut de fer dues pantalles de control. En la primera hi ha les 12 tolves dels ingredients principals i la bàscula per pesar-los, i en la segona pantalla hi ha el subprocés dels correctors en el qual hi ha 7 tolves més petites, on hi haurà els additius i una bàscula també més petita per pesar-los.

Aquest procés estarà enllaçat amb la base de dades on hi haurà la descripció dels ingredients i quantitats de cada fórmula, i també amb la de les ordres de producció. El procés anirà llegint la pila d'ordres que serà del tipus FIFO (la primera a entrar és la primera a sortir). Un cop hagi agafat les dades de la primera ordre a fabricar haurà de consultar la quantitat de cada ingredient en la corresponent fórmula. Com que el sistema de dosificació és ingredient a ingredient, la lògica de control activarà el motor del cargol sense fi corresponent a la tolva del primer ingredient fins que la bàscula indiqui el mateix pes necessari d'aquest ingredient en la fórmula. Aleshores aquest motor es parerà i s'activarà el

del segon ingredient posant-se a zero el pes actual de la bàscula, però no l'indicador del pes acumulat ja que la producció d'aquesta fàbrica es realitza en lots de 1000 Kg cada un, i així podem controlar que no ens passem de pes i sobrecarregar el sistema.

Com es pot veure en la següent Figura 36 hi ha 3 quadres de control del procés. En el primer de l'esquerra hi ha la informació de l'ordre actual, és a dir, el número d'ordre, el codi i el nom del pinso, el número d'ingredients de què està format i de quants lots consta. En el segon quadre hi ha representats la informació de l'ingredient que s'està dosificant en aquest moment, com es pot veure ens diu el número d'ingredient dins l'ordre, el nom d'aquest ingredient i la quantitat que n'hi va. Finalment el quadre de la dreta, fa referència a l'estat de la bàscula informant de si està ocupada o lliure, el pes acumulat i el pes de l'ingredient actual.



Figura 36. Pantalla del procés de dosificació.

També es poden veure les 12 tolves amb els seus corresponents motors d'extracció a sota, i a la part superior hi ha les 3 raseres per emplenar-les un cop es buiden de materials. Com s'ha dit abans si es vol controlar el subprocés dels correctors cal anar a una segona pantalla. Per fer-ho s'ha de prémer el botó que diu correctors situat a l'esquerra de la bàscula. Aleshores anem a la pantalla de la Figura 37 on es representen les 7 tolves dels

additius, la tolva i la rasera per carregar-les i la bàscula dels correctors. En aquesta pantalla igual com en la principal de dosificació hi ha tres panells informatius. El primer de l'esquerra és el mateix que s'ha vist abans només amb la diferència que ara diu el número de correctors que porta l'ordre actual. El segon ens dóna informació de l'additiu que s'està dosificant, i el tercer ens dóna informació de la pesada d'aquesta bàscula.

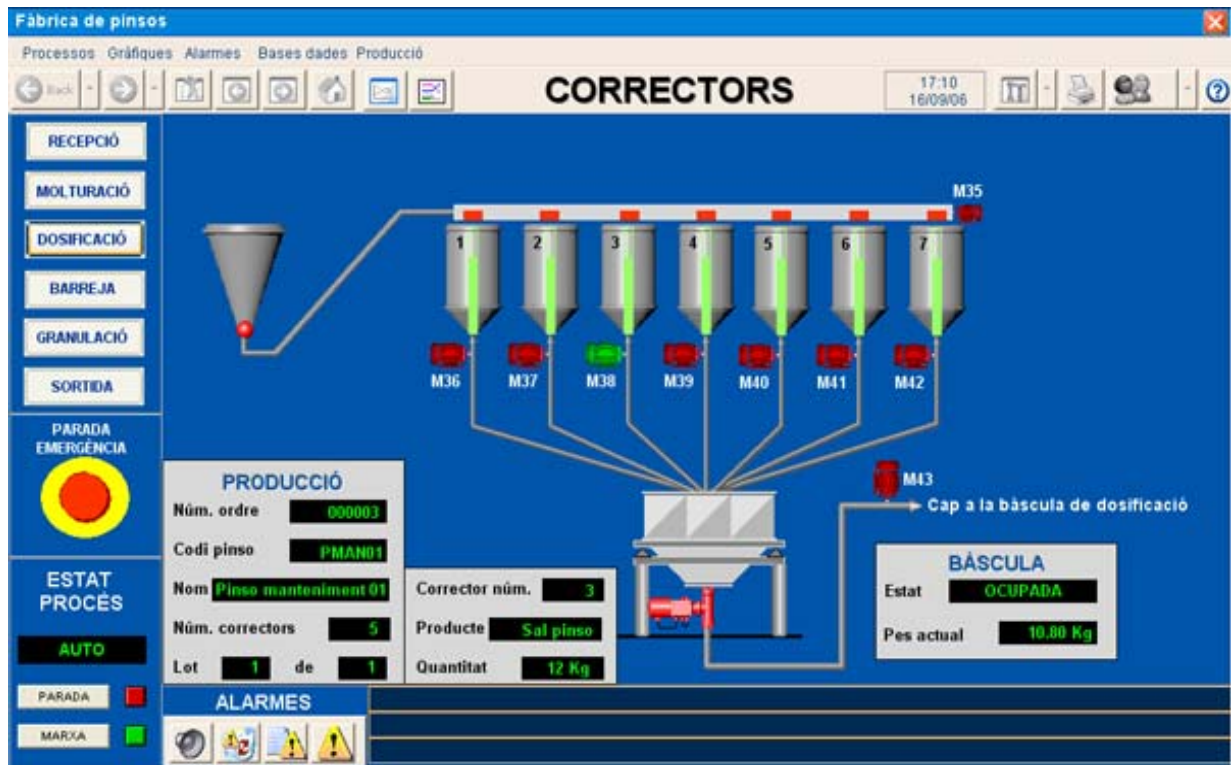


Figura 37. Pantalla del subprocés dels correctors.

Com que la quantitat de correctors és molt petita, amb pocs moments es fa la pesada total dels additius i per tant sempre acaba abans que la pesada dels ingredients principals. Aquests correctors s'envien a la bàscula principal just en el moment en què ha acabat la pesada de l'últim ingredient, que és quan sobre la comporta situada a sota la tolva de la bàscula per enviar el producte al següent procés.

10.5 Barreja

Aquest producte acabat de dosificar s'envia a la tolva d'espera del procés de barreja que és una tolva que té el doble de capacitat que la bàscula, és a dir, més de 2000 Kg. Això és perquè si hi ha alguna ordre de producció que està formada per 2 lots, un cop el primer lot

s'ha pesat s'espera en aquesta tolva fins que es pesi el segon i tot seguit passa a la barrejadora. Però també aquesta tolva d'espera és útil quan són lots diferents perquè mentre es barreja una ordre es pot anar pesant una altra la qual es guardarà aquí.

Com es pot veure en la Figura 38 en aquesta pantalla hi ha 3 panells d'informació. El primer és el de la tolva d'espera de la barrejadora on diu el número d'ordre que hi ha, el codi del pinso i el número de lot. El segon quadre és el de la barrejadora on hi ha també la mateixa informació anterior però ara és la de l'ordre que ja està dins. A més a més hi ha un comptador de temps que indica el temps restant perquè acabi el cicle de barrejar i també diu el destí que tindrà el pinso un cop s'obrin les comportes de la barrejadora.

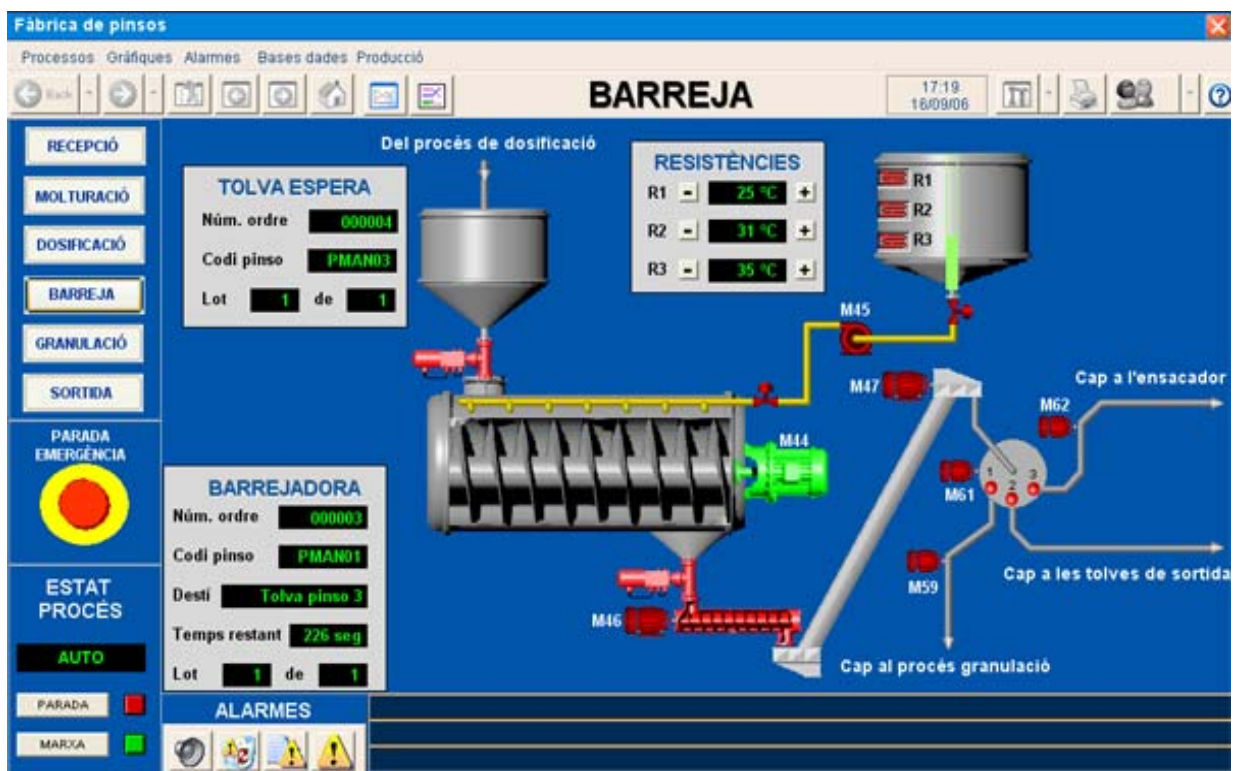


Figura 38. Pantalla del procés de barreja.

L'últim quadre és el del control de temperatura de les tres resistències que té la tolva del greix per reduir-ne la viscositat, i així poder-ne injectar una petita quantitat a dins la barrejadora un cop el cicle de barreja comenci. Aquest últim quadre a més a més permet que l'operari modifiqui la temperatura si ho creu adient. Un cop acabat el procés de barreja el pinso surt per la comporta inferior de la barrejadora i es dirigeix cap a tres destins possibles en funció com es vulgui el pinso: cap a ensacar, cap a les tolves de sortida de

farines o bé cap al procés de granulació.

10.6 Granulació

Si el destí del pinso és la granulació perquè la fórmula així ho determina, el pinso que surt de la barrejadora anirà a parar a la tolva d'espera de l'acondicionador-melassador que es pot veure en la Figura 39. Aquest procés és continu, és a dir, un cop hi ha un producte que s'ha de granular es porta cap a l'acondicionador-melassador on s'hi barreja la melassa que prové del dipòsit, d'aquí passa a la granuladora que a mesura que vagi obtenint els grànuls s'enviaran cap a les tolves de sortida destinades a emmagatzemar el pinso en forma de grànuls, això sí, passant abans pel refrigerador. El separador de fins estarà en marxa sempre que ho estigui el refrigerador ja que l'aire utilitzat per refredar els grànuls pot arrossegar petits trossos de pinso que se separaran de l'aire i es tornaran a enviar a la granuladora.

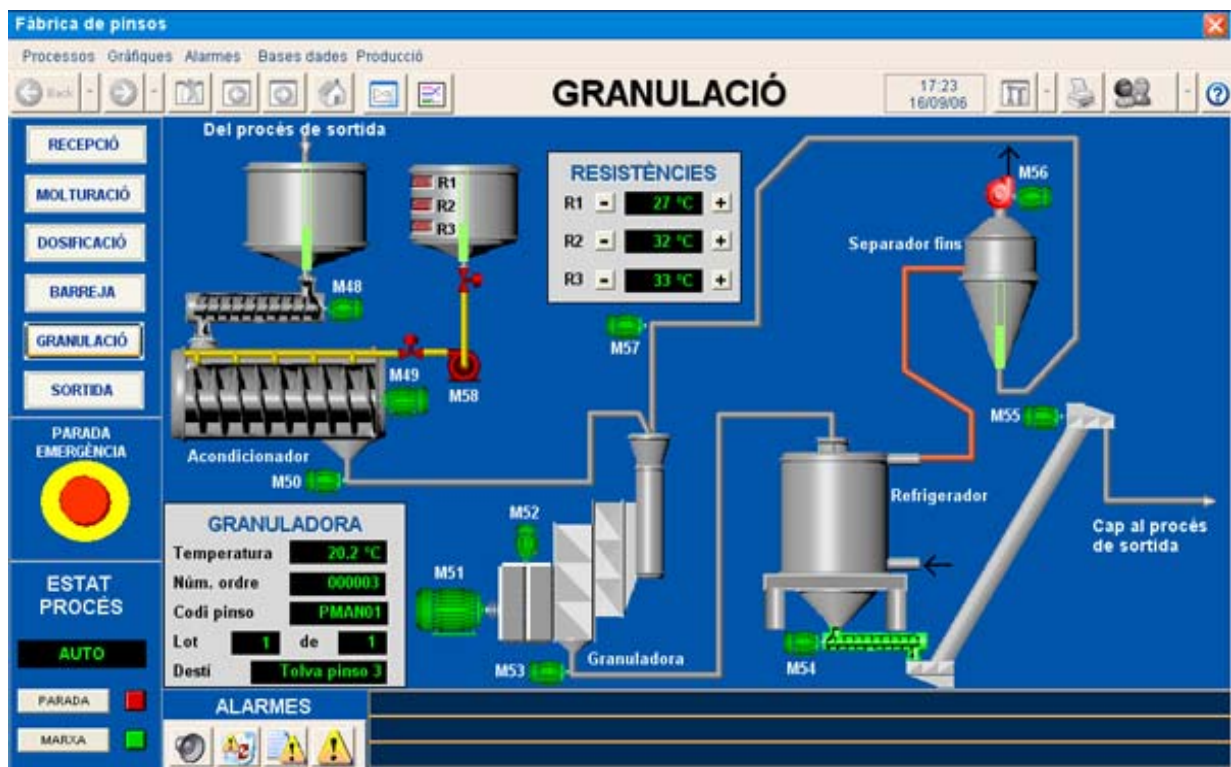


Figura 39. Pantalla del procés de granulació.

En aquesta pantalla també trobem 2 quadres de control. El primer és ahora interactiu ja que també permet modificar la temperatura de les resistències de la tolva de la melassa per

reduir-ne la viscositat per així facilitar-ne la injecció a l'acondicionador-melassador. L'altre quadre només és informatiu i dóna informació del producte que està en el procés de granulació com són: el número d'ordre, el codi de pinso, el lot el destí on s'enviarà i la temperatura de la granuladora.

10.7 Sortida de matèries

Aquest és l'últim dels processos que intervenen en la fabricació de pinsos i bàsicament consisteix en l'emmagatzematge del producte fins que es vingui a carregar amb els camions. Com es pot veure en la Figura 40 hi ha 2 grups de tolves, les quatre primeres són per pinso en forma de farina i les quatre últimes per pinso en forma de grànuls. Per tant els cargols sense fi que les emplenaran venen de dos orígens diferents. A la part esquerra hi ha un quadre informatiu amb els codis dels pinsos que hi ha en aquest moment a cada tolva.

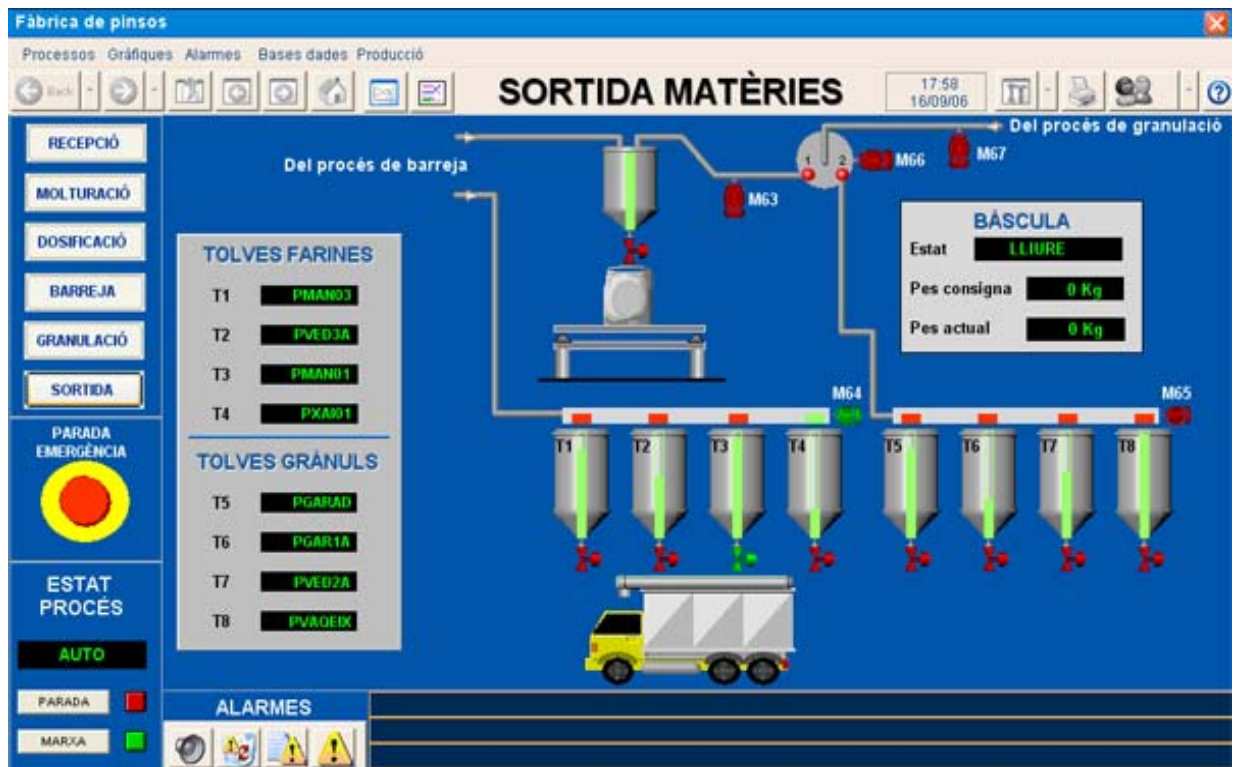


Figura 40. Pantalla del procés de sortida.

També hi ha un ensacador perquè el pinso es pot vendre en sacs de 20 Kg. Com es pot veure aquest sistema té una petita bàscula amb el seu corresponent quadre d'informació.

Cal tenir en compte que per fer el buidat del pinso al camió quan aquest ve a carregar es fa de forma manual accionant la vàlvula corresponent, perquè per fer-ho de forma automàtica caldrien més sensors per detectar si el camió és a sota, saber si hi cap el pinso, etc, i per abaratir costos s'ha decidit fer-ho manualment.

10.8 Pantalles d'alarmes

Una funció molt útil que ofereixen els programes Scada són les pantalles d'alarmes, perquè ens permeten saber quan hi ha algun problema en algun punt del procés de fabricació, i així poder solucionar-ho el més aviat possible per evitar haver de llençar producte final perquè no compleixi les característiques demanades. Com s'ha vist abans tenim dues pantalles: la de les alarmes actives i la de l'històric d'alarmes. Tot i que cada vegada que es produeix una alarma es mostra en una de les tres línies que hi ha a la part inferior de les pantalles de control del procés, on hi haurà les tres últimes alarmes que s'han produït.

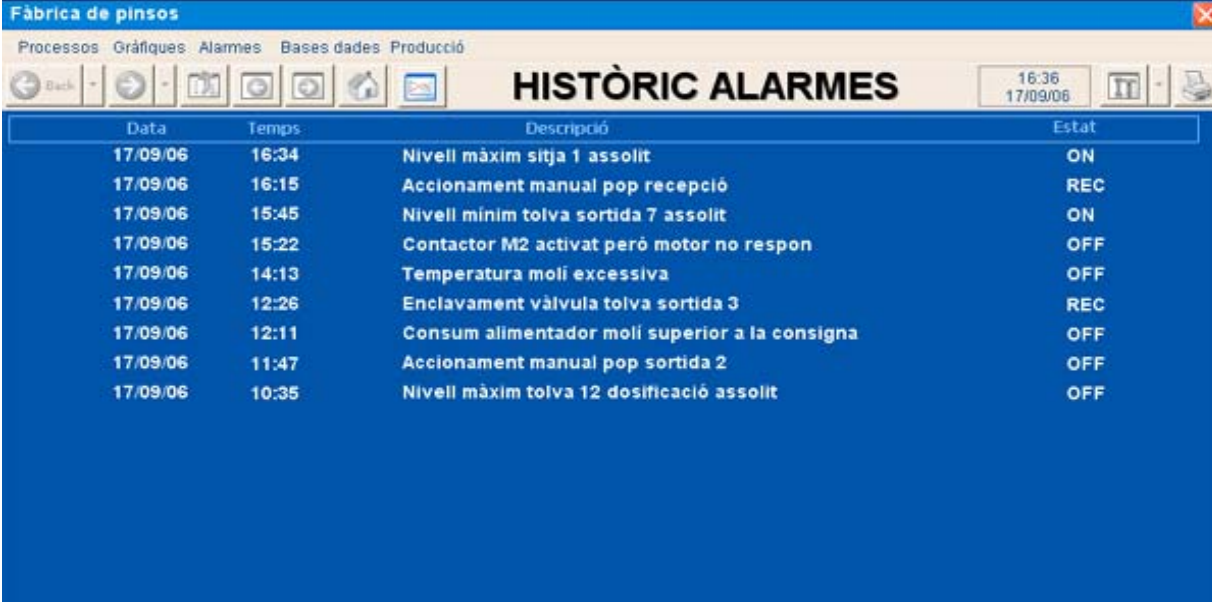
En la Figura 41 hi ha la pantalla de les alarmes actuals on es mostra una alarma a cada línia, indicant la data i l'hora en que s'ha produït, i una breu descripció de l'incident. Per ajudar a localitzar les alarmes que encara no han estat solucionades s'utilitzaran tres colors: el vermell per les alarmes que s'acaben de produir, el groc per les que s'han reconegut i el verd per les que s'han solucionat.

Data	Temps	Descripció	Estat
17/09/06	16:34	Nivell màxim sílga 1 assolit	ON
17/09/06	16:15	Accionament manual pop recepció	REC
17/09/06	15:45	Nivell mínim telva sortida 7 assolit	ON
17/09/06	15:22	Contactador M2 activat però motor no respon	OFF

Figura 41. Pantalla alarmes actuals.

A l'esquerra hi ha 3 icones que ens permet reconèixer totes les alarmes de cop, reconèixer la que està seleccionada o bé silenciar el so de l'alarma.

La segona pantalla d'alarmes que es pot veure en la Figura 42 és la de l'històric on es mostren totes les alarmes del dia, però sense la possibilitat de fer-hi res més, és a dir, ni reconèixer-les ni esborrar-les, perquè la seva funció és la de recollir-les per posteriors consultes.



Data	Temps	Descripció	Estat
17/09/06	16:34	Nivell màxim sitja 1 assolit	ON
17/09/06	16:15	Accionament manual pop recepció	REC
17/09/06	15:45	Nivell mínim tolva sortida 7 assolit	ON
17/09/06	15:22	Contactador M2 activat però motor no respon	OFF
17/09/06	14:13	Temperatura molí excessiva	OFF
17/09/06	12:26	Enclavament vàlvula tolva sortida 3	REC
17/09/06	12:11	Consum alimentador molí superior a la consigna	OFF
17/09/06	11:47	Accionament manual pop sortida 2	OFF
17/09/06	10:35	Nivell màxim tolva 12 dosificació assolit	OFF

Figura 42. Pantalla de l'històric d'alarmes.

10.9 Pantalles de producció

Quan es clica sobre el menú de producció es desplega un submenú amb dues opcions: edició de fórmules i ordres de producció. La primera permet crear, editar i consultar les fórmules dels diferents pinsos que s'elaboren en la fàbrica, i la segona s'utilitza per entrar i controlar les ordres de fabricació a mesura que els clients facin les comandes a l'empresa.

Com s'ha comentat anteriorment el sistema de fabricació és per lots de 1000 Kg cada un, per tant, la forma de crear les fórmules estarà basada en aquest pes total de lot. Com es pot veure en la Figura 43 de la pàgina següent, en entrar a la pantalla de formulació trobem el codi del pinso i la seva descripció a més a més de la informació del temps que necessita per barrejar-se, a quina tolva anirà, el stock que hi ha i el número d'ingredients i additius de què està composta. Aquesta informació serà útil pel procés alhora de realitzar la dosificació i posteriors processos.

Fàbrica de pinsos

Processos Gràfiques Alarmes Bases dades Producció

FÓRMULES 16:12 18/09/06

Codi: PMAN01

Descripció: Pinso manteniment vedells 01

Temps barreja (seg)	240
Tolva sortida	T3
Stock total (Kg)	2500
Núm. ingredients	6
Núm. additius	5

Ingredients (Kg)

Blat de moro	460
Soja	230
Ordi	140
Segon	50
Farina de garrofa	40
Greix	5
	0

Additius (Kg)

Fosfat bicalcic	25
Carbonat de calç	20
Sal pinso	12
Suero greix	10
Starfeed	8
	0
	0
TOTAL	1000

Crear Guardar Editar Esborrar

Figura 43. Pantalla de gestió fórmules pinsos.

A la part dreta trobem dos quadres per poder escollir el tipus d'ingredients i additius i la quantitat de cada un necessaris per la fórmula en qüestió. Com es pot veure permet seleccionar-ne 7 de cada tipus, quantitat més que suficient perquè les fórmules mai superen aquest número.

Finalment a la part esquerra inferior hi ha 4 botons que s'utilitzaran per crear una nova fórmula, per editar-ne una d'existent, guardar-la o bé esborrar-ne una en funció de les necessitats de la producció.

L'última pantalla del procés és la de les ordres de producció, la qual és necessària per començar el procés de fabricació de pinsos perquè és on hi haurà les comandes de producció. En ella hi haurà el número d'ordre de fabricació que serà un número que anirà augmentant d'un en un. Relacionat amb cada una hi haurà la informació bàsica per poder elaborar un producte com són: el codi del pinso que anirà lligat amb la descripció, també s'haurà d'indicar el número de lots, el destí on s'enviarà i si es vol en forma de grànuls o no.

Com es pot veure en la Figura 44, per poder gestionar les ordres de fabricació tenim aquest

menú on a través de les icones en forma de fletxa es podran seleccionar tots els paràmetres possibles d'una ordre. A més a més, gràcies al quadre inferior esquerra podrem crear, guardar, editar o esborrar les ordres, això sí, abans que es comencin a fabricar perquè un cop es fabriquin s'esborrarà de la llista deixant lloc per entrar una nova comanda.

The screenshot shows a software window titled 'Fàbrica de pinsos' with a menu bar containing 'Processos', 'Gràfiques', 'Alarmes', 'Bases dades', and 'Producció'. The main title is 'ORDRES FABRICACIÓ'. The interface includes a toolbar with navigation icons and a clock showing 19:21 on 18/09/06. Below the toolbar is a table with the following data:

NÚM. ORDRE	CODI	DESCRIPCIÓ	NÚM. LOTS	DESTÍ	GRANULAT
000001	PMAN01	Pinso manteniment vedells 01	2	T3	NO
000002	PVAQEIX	Pinso vaques eixutes	1	T8	SI
000003	PVED3A	Pinso vedella bencriada 3a	2	T2	NO
000004	PMAN03	Pinso manteniment vedells 03	1	T1	NO
000005	PXA101	Pinso xais 01	2	T4	NO
000006	PGARAD	Pinso garrins adaptació	3	T5	SI
000007			0		

At the bottom left, there is a control panel with four buttons: 'Crear', 'Guardar', 'Editar', and 'Esborrar'.

Figura 44. Pantalla de gestió d'ordres de fabricació.

11 PROGRAMACIÓ DEL PLC

La programació del PLC es realitzarà amb el programa PL7 Pro 4.3 que és un software de la casa Telemecanique, la mateixa dels elements de la lògica de control utilitzats. Ja que cal recordar que la fàbrica va posar com especificacions que s'havia d'utilitzar aquesta marca en concret. Per elaborar aquest programa s'utilitzarà el grafcet, que és una eina molt útil per poder realitzar les seqüències i activacions necessàries del programa de l'autòmat d'una forma més entenedora perquè utilitza una espècie de diagrames de blocs, perquè fer el programa de forma directa seria molt complexa i portaria a un gran embolic, tant alhora de l'elaboració com en les posteriors modificacions.

El programa està estructurat en vuit parts perquè són les que es poden dividir els processos de què consta la fabricació de pinsos. D'aquestes parts se n'ha fet un grafcet de cada una que tot seguit es mostraran i s'explicaran. També hi ha una novena part, de la qual no hi ha grafcet perquè consta d'una sèrie d'inicialitzacions i comandes generals que no tenen cap seqüència, però que és necessària degut a que afecta a totes les altres parts. Per l'elaboració dels grafquets s'han utilitzats les sigles dels activadors i sensors vistos en apartats anteriors, i alhora també ha calgut crear bits, words i estats interns del programa que es troben en l'annex.

11.1 Grafcet descàrrega matèries

Per tal de simplificar la comprensió el procés de recepció s'ha dividit en dos grafquets: descàrrega matèries i buidat sitges, on en el primer hi ha la seqüència per fer la descàrrega del camió i emplenar les sitges principals, i en el segon hi ha la necessària per buidar-les i emplenar les tolves de dosificació.

Com passa en tots els grafquets es comença per una etapa 0 on es fa la inicialització de variables. Llavors si el procés està en marxa i el bit d'emplenar les sitges està actiu i si s'ha pres el botó de descarregar de la pantalla del Scada, es va a una etapa d'espera fins que es detecti material a la tolva de l'elevador de recepció. En aquest moment s'activen els motors de l'elevador i el del pop de recepció. Aquest últim es parará quan el sensor de posició indiqui que està ben situat per tal de portar el material cap a la sitja correcta. Aleshores s'activarà el motor del cargol d'emplenat d'aquesta sitja. Aquest funcionament continuarà així fins que la sitja estigui plena, s'acabi el material en la tolva de l'elevador o bé es premi el

botó de parada del procés. En aquest moment s'activaran dues temporitzacions, una rera l'altra, per tal de parar els motors d'aquests transportadors de forma seqüencial per tal de buidar-los de material. Finalment s'esborrarà el bit que indica que cal emplenar alguna de les sitges principals, i s'anirà a l'etapa 0 o 1 en funció si s'ha parat el procés o no respectivament. En la Figura 45 següent es pot veure el grafcet que representa aquest procés.

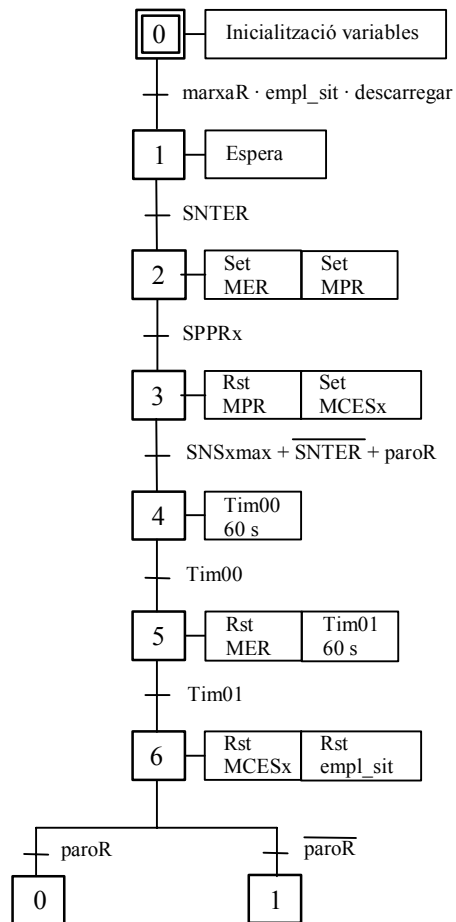


Figura 45. Grafcet descàrrega matèries.

11.2 Grafcet emplenat tolves dosificació

Aquest és el segon grafcet que pertany al procés de recepció de matèries. Un cop s'han inicialitzat les variables i el procés està en marxa, cal emplenar alguna de les tolves de dosificació i el procés és troba en funcionament automàtic, o bé en semiautomàtic però s'ha premut el botó de marxa de recepció, es passa a l'etapa d'espera fins que passin dues coses. La primera és que el producte provingui de les sitges i per tant s'haurà d'activar el motor del cargol sense fi de buidat de la sitja en qüestió. La segona és que el producte

vingui per una descàrrega a la tolva de l'elevador i per tant no cal activar cap motor de buidat de les sitges. Quan es detecti material a aquesta tolva s'activaran els motors de l'elevador i del pop. Aquest últim es parará quan s'hagi situat a la sortida correcta. Llavors, com es pot veure en la Figura 46, hi ha dos camins possibles en funció si el material va a les tolves 9 a 12 de dosificació, però abans passant pel procés de molturació o bé si va a les tolves 1 a 8 sense haver de moldre el producte.

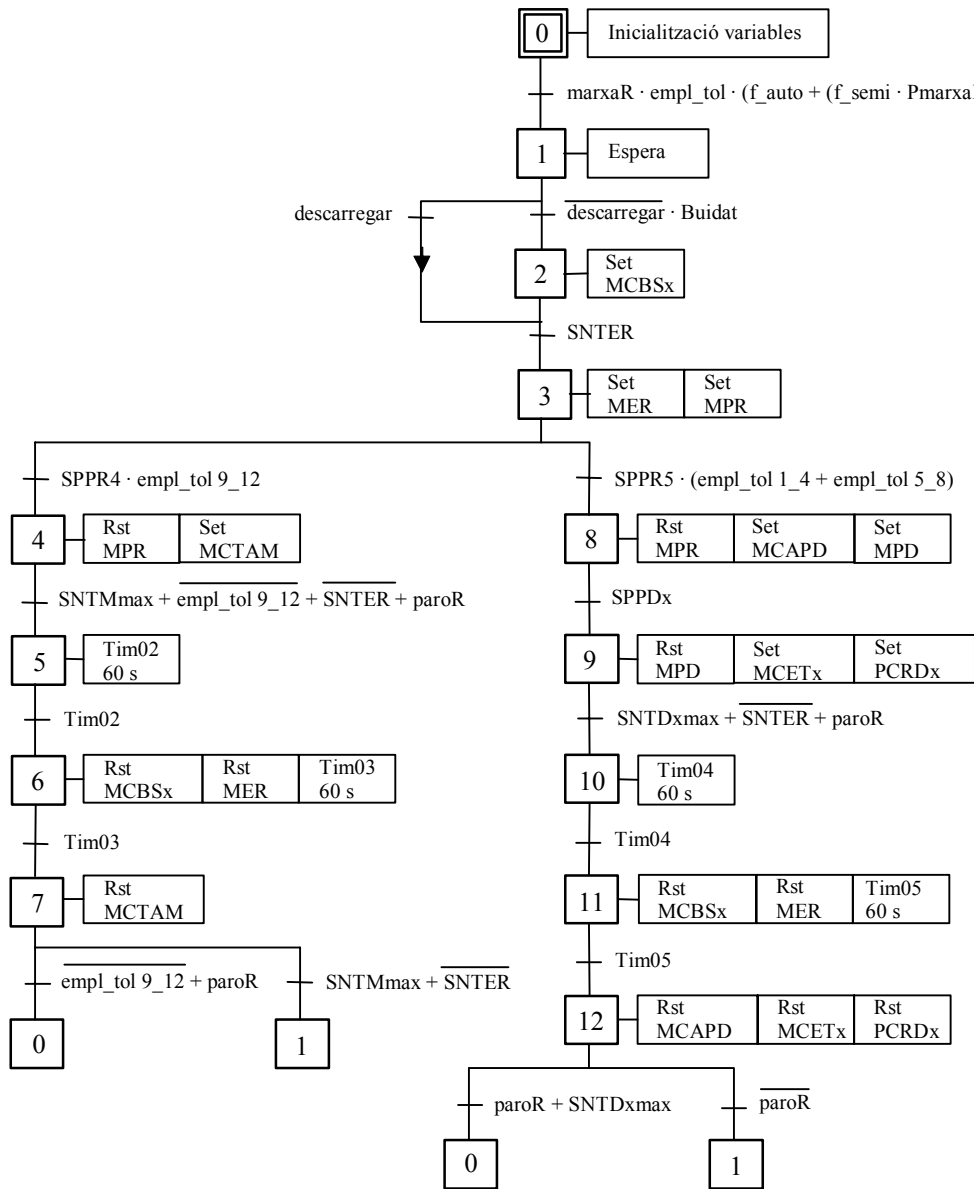


Figura 46. Graficet emplenat tolves dosificació.

En el primer camí s'activarà el motor del cargol que porta el material a la tolva d'alimentació del molí fins que aquesta estigui plena o bé no calgui emplenar les tolves 9 a 12, o bé s'hagi acabat el material de la tolva de l'elevador, o bé quan es pari el procés. I aleshores hi haurà

tres temporitzacions successives per tal d'anar parant els diferents elements per així deixar-los acabar de fer el que estaven fent. En el segon camí s'activaran els motors del cargol d'alimentació del pop de sortida i també el del pop. Aquest últim fins que es situï en la sortida correcta. Tot seguit s'activaran el motor del cargol d'alimentació de la rasera i el pistó de la comporta de la tolva on hagi d'anar el producte transportat. Quan aquesta tolva estigui plena o bé quan s'acabi el material a la tolva de l'elevador o es pari el procés, s'iniciaran dues temporitzacions per parar de forma successiva els activadors per deixar-los acabar les accions que feien.

11.3 Grafcet molturació

Com es pot veure en la Figura 47, aquest procés també comença amb la inicialització de variables.

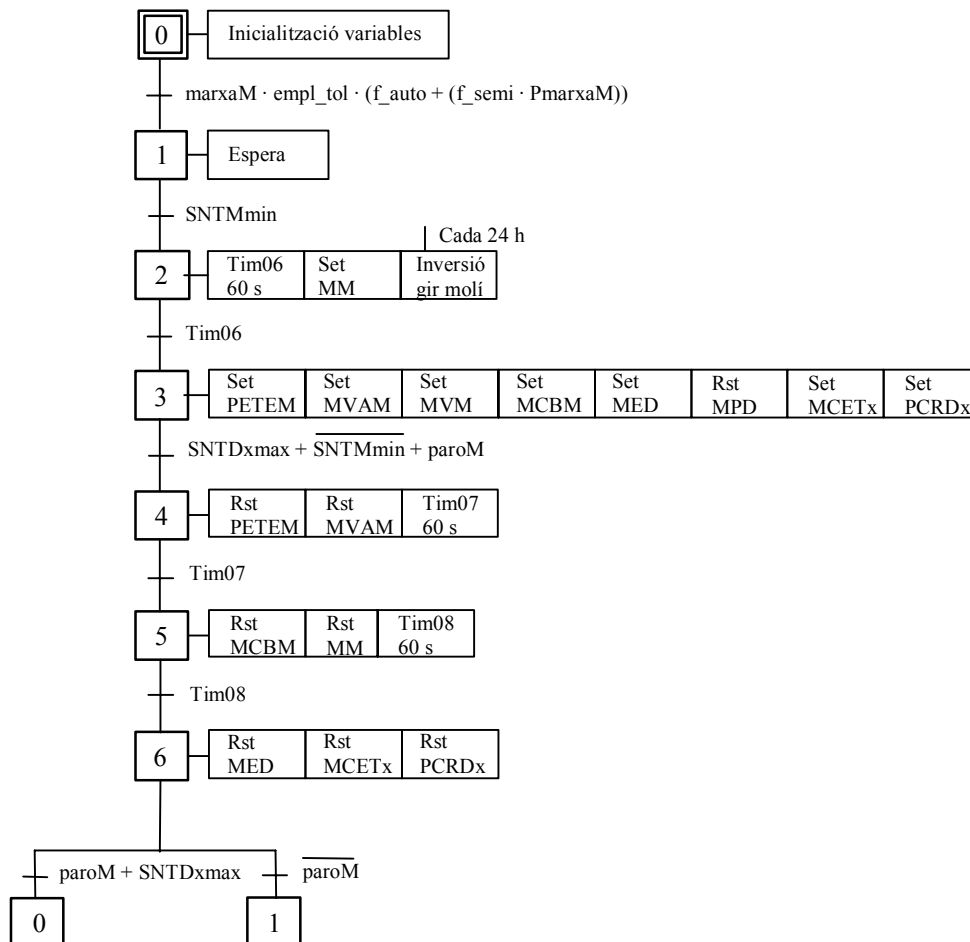


Figura 47. Grafcet molturació.

Quan el procés es troba en marxa, cal emplenar les tolves de dosificació i està en mode automàtic o bé semiautomàtic i s'ha premut el pulsador de marxa del procés es passa a l'etapa d'espera fins que es detecti producte per moldre a la tolva d'alimentació del molí. Aleshores s'activa el motor del molí. Per tal de gastar els martells pels dos costats per igual hi ha un temporitzador que cada 24 hores farà que s'inverteixi el sentit de gir. També cal deixar una temporització perquè el motor del molí comenci a girar. Tot seguit s'activen el pistó d'expulsió de la tolva d'alimentació del molí, els motors del vibrador, del ventilador (si cal), del cargol d'extracció i de l'elevador de dosificació. En aquest moment també s'activen el motor del cargol de la rasera 9 a 12 i el pistó de la comporta de la tolva on ha d'anar el producte acabat de moldre.

En el moment en què la tolva que s'estava emplenant estigui al màxim, o bé quan s'acabi el material a la tolva d'alimentació del molí o bé es pari el procés, es pararan el pistó d'expulsió de la tolva i el vibrador per deixar d'alimentar el molí i alhora s'iniciaran dos temporitzadors, per tal de poder parar els activadors que encara estan en marxa de forma successiva deixant-los temps per acabar les seves tasques.

11.4 Grafset dosificació ingredients

El procés de dosificació està dividit en dos grafsets, en el primer hi ha la dosificació dels ingredients principals de la formulació i en el segon hi ha la dels correctors. Pel que fa a la dels ingredients també comença amb l'etapa d'inicialització de variables i quan el procés està en marxa i el mode de funcionament és correcte, es passa a l'etapa d'espera fins que hi hagi els bits que indiquin que les bàscules de dosificació i correcció estiguin lliures. En aquest moment es borra el bit de la dels ingredients i es procedeix a llegir la pròxima ordre de fabricació des del Scada. Tot seguit s'activa el motor del cargol sense fi de buidat de la tolva del primer ingredient, es posa la variable número d'ingredient igual a 2 i es borra el bit que indica l'últim ingredient. Aleshores s'entra en el bucle de pesatge dels ingredients de la fórmula en què es para el motor del cargol de buidat quan la bàscula informa que el pes és correcte, s'incrementa en un la variable número d'ingredient i es mira si aquest és l'últim de la fórmula deixant un temps de 1 segon per les lectures i comparacions. Mentre no arribem a l'últim ingredient s'aniran repetint les etapes 4 i 5, en canvi quan aquest sigui l'últim ingredient i els correctors també s'hagin acabat de pesar, es passarà a la següent etapa on s'activaran el pistó d'expulsió de la bàscula dels correctors i el motor del cargol que els portarà cap a la bàscula de dosificació. Quan la tolva de la primera bàscula estigui buida i no hi hagi material en la tolva d'espera de la barrejadora s'activarà el pistó d'expulsió de la

bàscula de dosificació per portar el producte pesat a la tolva d'espera de la barrejadora. En aquest moment també es pararan el pistó d'expulsió i el cargol de buidat de la bàscula dels correctors, i s'iniciarà un temporitzador per tal de deixar temps a buidar-se les dues bàscales. Quan acabi aquest temps s'activarà el bit per indicar que la bàscula de dosificació està lliure i es pararan el pistó i el motor de buidat de la bàscula principal, com es pot veure en la Figura 48.

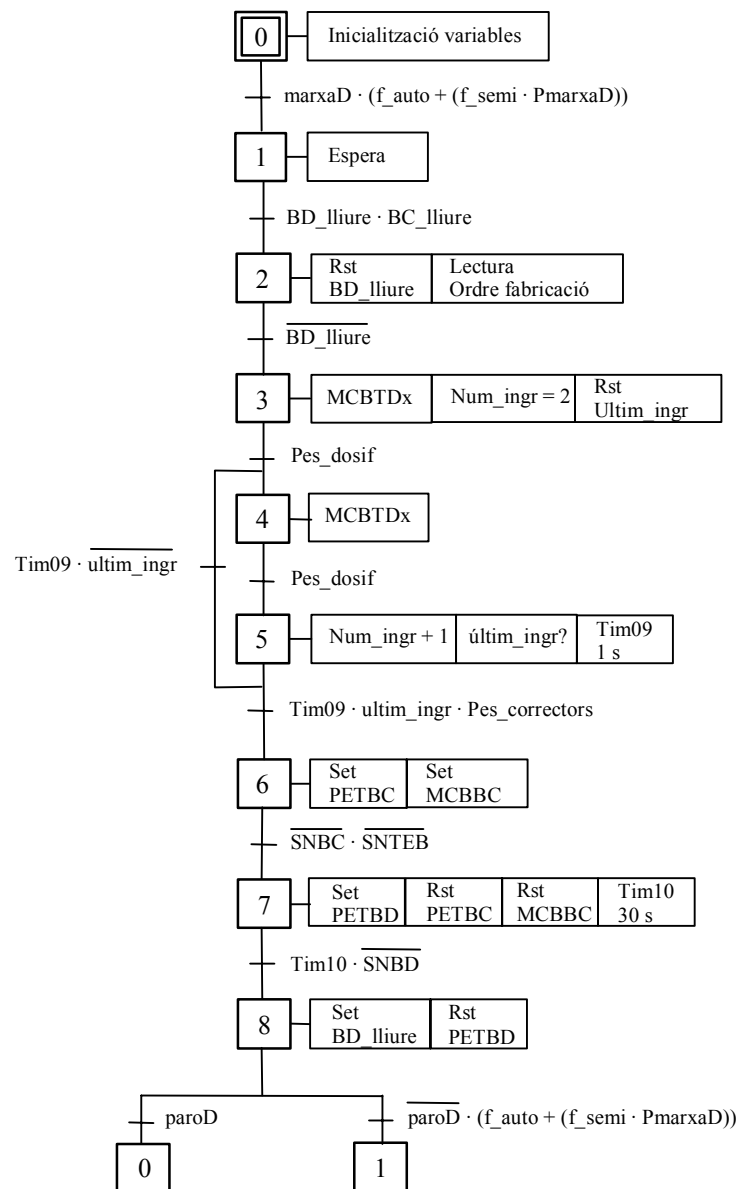


Figura 48. Grafset dosificació ingredients.

11.5 Grafset dosificació correctors

Aquest és molt semblant al que s'ha comentat abans de dosificació dels ingredients

principals, però com es pot veure en la Figura 49 té una segona branca la qual és per poder fer la càrrega de les tolves dels correctors, que és un procés molt senzill, però necessari on si hi ha actiu el bit que indica que cal emplenar alguna d'aquestes tolves, hi ha material en la tolva d'alimentació i s'ha seleccionat un destí, s'activen el motor del cargol sense fi de la rasera i el pistó de la comporta de la tolva on ha d'anar. Quan està plena o bé hi ha el paro del procés de dosificació s'inicia un temporitzador per deixar temps a que es buidi la rasera.

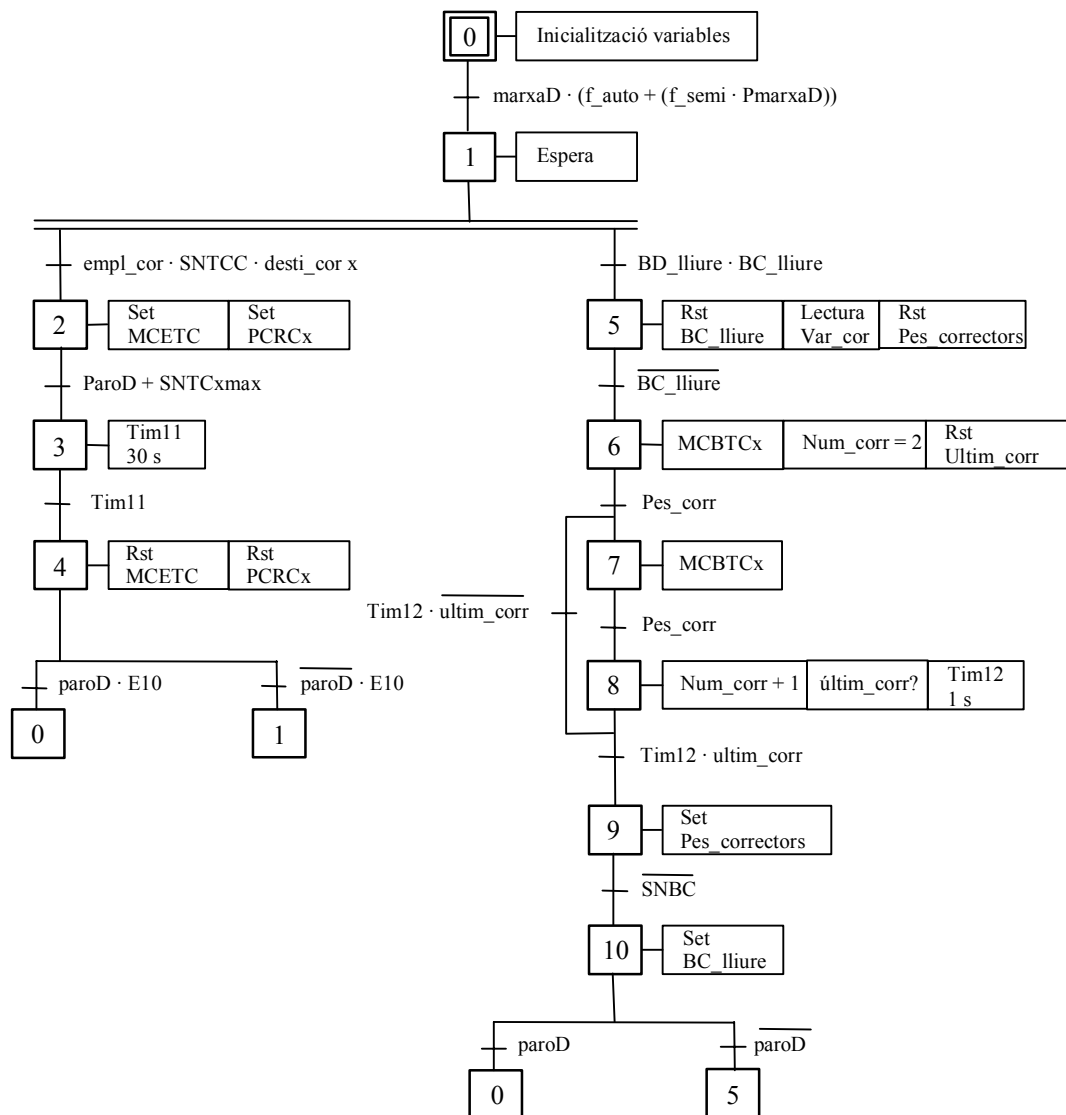


Figura 49. Grafcet dosificació i emplenat correctors.

L'altra branca és la de la dosificació que comença quan hi ha els bits de les dues bàscules lliures actius. El primer que fa és esborrar el bit de la bàscula dels correctors que indica que està lliure, i a continuació llegeix les variables dels correctors i esborra el bit que indica que s'ha acabat de pesar els correctors. Tot seguit s'activa el motor del cargol de buidat de la

tolva del corrector número 1 de la fórmula, es posa un dos a la variable del número de correctors i s'esborra el bit que indica l'últim corrector. En aquest punt s'entra en un bucle semblant al que s'ha vist en la dosificació d'ingredients, però ara el que es fa es pesar un a un els correctors. Quan ha acabat s'activa el bit que indica que s'han acabat de pesar els correctors i quan des del procés de dosificació principal s'ha acabat de buidar la bàscula dels correctors es posa a 1 el bit que indica que la bàscula dels correctors està lliure.

11.6 Grafcet barreja

Un cop s'han acabat d'inicialitzar les variables i el procés està en marxa i els modes de funcionament estan seleccionats es passa per l'etapa d'espera fins que el pistó d'expulsió es tanqui, es detecti material a la tolva d'espera i no hi hagi producte a dins de la barrejadora d'una ordre anterior. A partir d'aquest moment s'activen el motor de la barrejadora i el pistó d'expulsió de la tolva d'espera de la barrejadora per tal de deixar caure el producte a dins, i alhora es copien les variables de la fórmula que s'està elaborant en aquest moment.

Quan tot el producte és a dins la barrejadora s'inicia un temporitzador per deixar temps a que el motor agafi velocitat. En aquest moment hi ha dos camins possibles en funció si s'ha d'incorporar greix a l'ordre actual o no. Si cal greix s'activen a la vegada les dues electrovàlvules i el motor de la bomba de greix, durant un temps marcat per la quantitat de greix que porta aquesta fórmula. Si l'ordre no porta greix es salta aquesta etapa 4. En la següent etapa es paren els activadors per incorporar greix i s'inicia un temporitzador amb el temps necessari per efectuar la barreja, el qual s'obté de les variables de la fórmula. Un cop acabat aquest temps s'obre el pistó d'expulsió de la barrejadora i s'activen el motors d'extracció, de l'elevador corresponent i del pop de sortida 1. Aquest últim es parará quan tingui la sortida encarada al punt estipulat per l'ordre. En aquest moment s'activaran diferents motors en funció dels 3 destins possibles que pot tenir el pinso acabat de barrejar des d'aquest punt.

El primer destí és l'ensacador i per tant s'activarà el motor del cargol sense fi que portarà el pinso a la tolva d'aquesta màquina. El segon destí és el procés de granulació i per tant activarà el motor del cargol que el portarà cap a la tolva d'espera de l'acondicionador-melassador. I el tercer destí és cap a les tolves de sortida 1 a 4 destinades a guardar el pinso en forma de farina, i per això s'activarà el motor del cargol de la rasera d'emplenat d'aquestes tolves i també la comporta de la tolva on hagi d'anar el pinso. Com es pot veure

en la Figura 50 quan s'ha buidat la barrejadora o bé la tolva del destí on ha d'anar el pinso estigui plena, s'iniciaran dos temporitzadors per tal de parar els activadors de forma successiva deixant-los acabar les seves tasques.

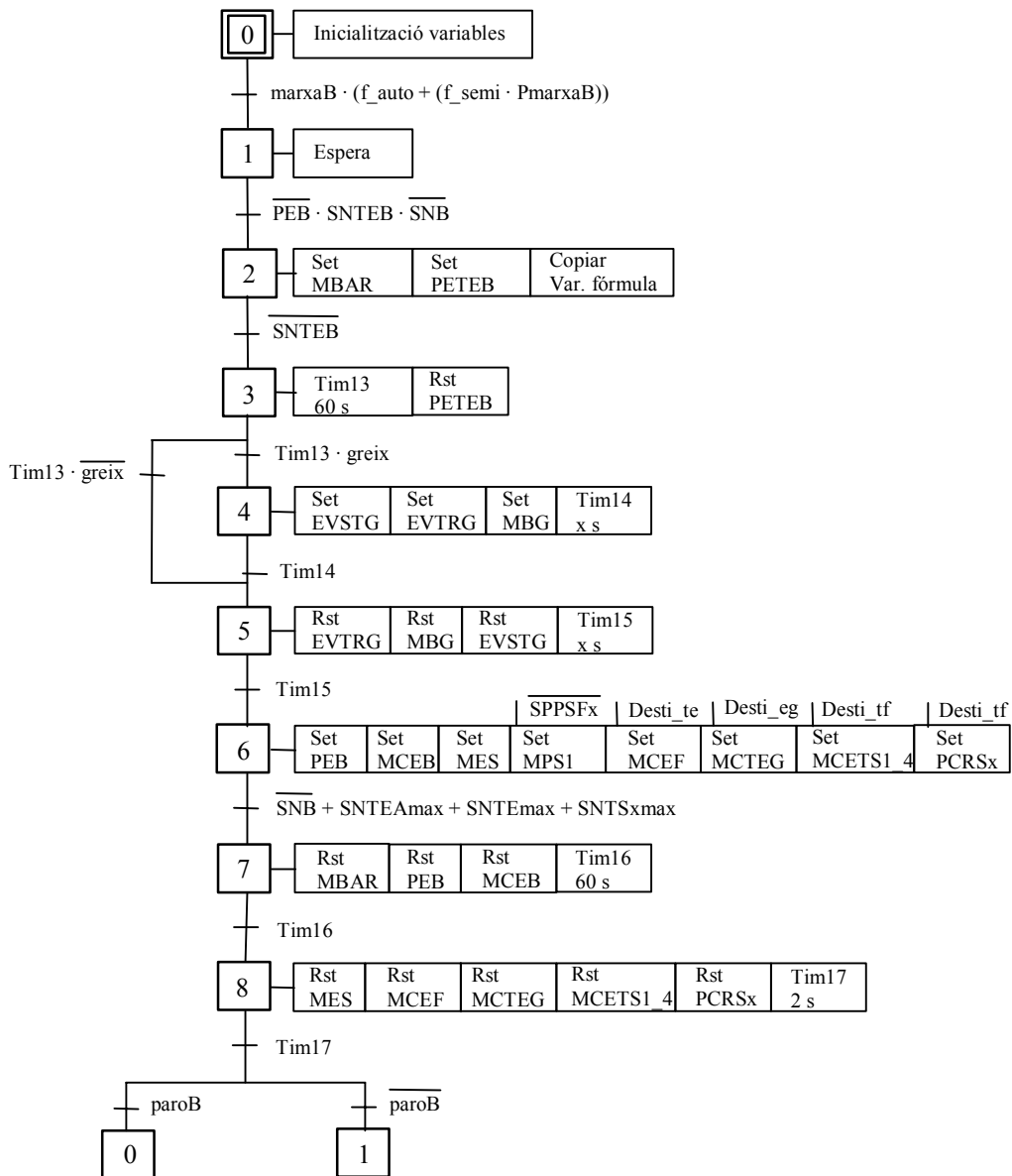


Figura 50. Grafcet barreja.

11.7 Grafcet granulació

Un cop s'han inicialitzat les variables, el procés està en marxa i el modes de funcionament seleccionats es passa a l'etapa d'espera fins que hi ha el bit de granulació actiu i es detecta pinso a la tolva d'espera de l'acondicionador. En aquest punt s'activen els motors del cargol d'alimentació de l'acondicionador, el de l'acondicionador-melassador, el d'extracció i el de la

granuladora. També es copien el registres de l'ordre de producció en curs i es fa una temporització per deixar temps a què la granuladora es posi en marxa. Com es pot veure en la Figura 51 a partir d'aquest punt hi ha dues branques que es desenvolupen a la vegada.

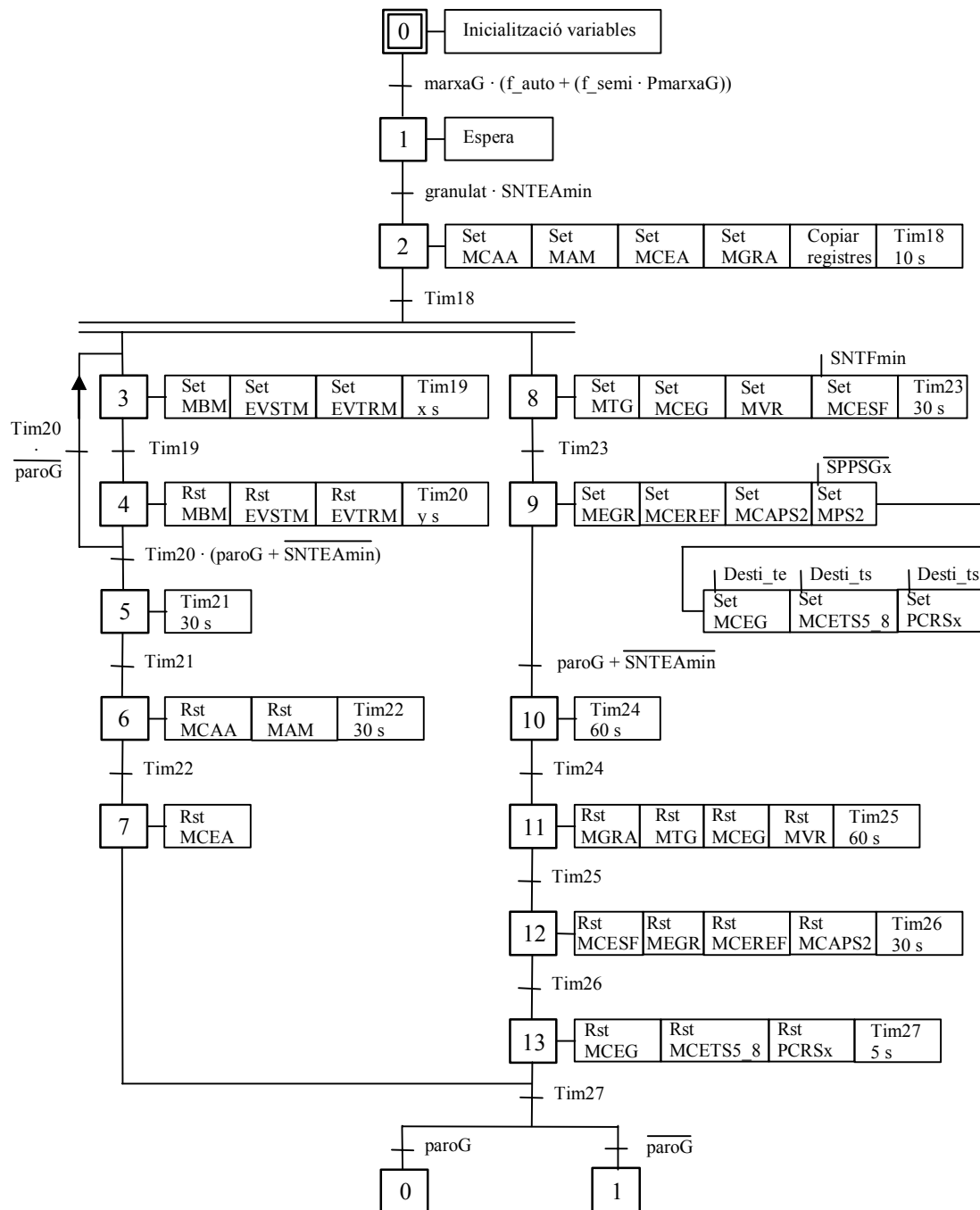


Figura 51. Grafcet granulació.

En la primera branca hi ha el control del acondicionador-melassador i en la segona el de la granulació i posterior transport dels grànuls cap al següent procés. En l'etapa 3 es fa la injecció de la melassa a dins l'acondicionador-melassador gràcies a l'activació de la bomba i

les dues electrovàlvules de la melassa. També hi ha una temporització variable en temps en funció de la quantitat d'aquest producte que s'hagi d'incorporar a la fórmula actual. Després es paren aquests activadors per incorporar la melassa i si no s'ha acabat el procés de granulació, es torna a anar a l'etapa 3 per anar injectant. En canvi si s'ha acabat el procés o no hi ha més pinso per granular a la tolva d'espera s'inicien dos temporitzacions per tal de parar els activadors de l'acondicionador-melassador.

La segona branca comença amb l'etapa 8 i activant els motors dels tallants, del cargol d'extracció i del ventilador de la granuladora. Alhora s'activa el motor del cargol d'extracció del producte del separador de fins per tornar-los a portar a dins la granuladora. Després d'una temporització s'activen els motors de l'elevador de granulació, del cargol d'extracció del refrigerador i del pop de sortida 2. Aquest últim fins que es situï la sortida en el lloc correcte. També s'activen els motors necessaris per portar els grànuls cap als dos destins possibles des d'aquest punt. El primer destí és l'ensacador i per això cal activar el motor del cargol d'emplenat de la tolva d'aquesta màquina. I el segon destí és cap a les tolves de sortida 5 a 8 i per tant s'activaran el motor d'aquesta rasera i el pistó de la comporta de la tolva on hagi d'anar els grànuls acabats de fer. Quan es pari el procés o bé s'acabi el material de la tolva d'espera de l'acondicionador, es canviarà d'estat entrant en tres temporitzadors per tal de parar successivament tots els activadors que hi havia en marxa. Finalment hi ha un últim temporitzador perquè la part de l'acondicionador-melassador esperi que acabi tot el procés de granulació, perquè aquest últim és més llarg.

11.8 Grafcet ensacador

Del procés de sortida només hi ha un grafcet que és el que correspon a l'ensacador, perquè la part de càrrega als camions es fa de forma manual a través de la pantalla del Scada com ja s'havia comentat.

Aquest procés d'ensacat comença amb l'inicialització de variables i quan el procés està en marxa va a l'etapa d'espera fins que hi ha els bits actius d'ensacar i bàscula lliure, i també detecti material a la tolva de l'ensacador. Llavors s'esborra el bit de bàscula lliure i es copia l'ordre de producció per saber quants sacs s'han d'emplenar. Tot seguit s'activa el pistó d'expulsió de la tolva de l'ensacador fins que s'assoleix el pes del sac. En aquest punt hi ha un comptador de flancs de pujada per saber el número de sacs emplenats, es mira si aquest número correspon a l'últim sac, i es deixa un temps per retirar el sac. Com es pot veure en la

Figura 52 si no és l'últim es torna a anar a l'etapa 3 per emplenar-ne un altre i si ho és s'acaba el procés activant el bit de bàscula lliure.

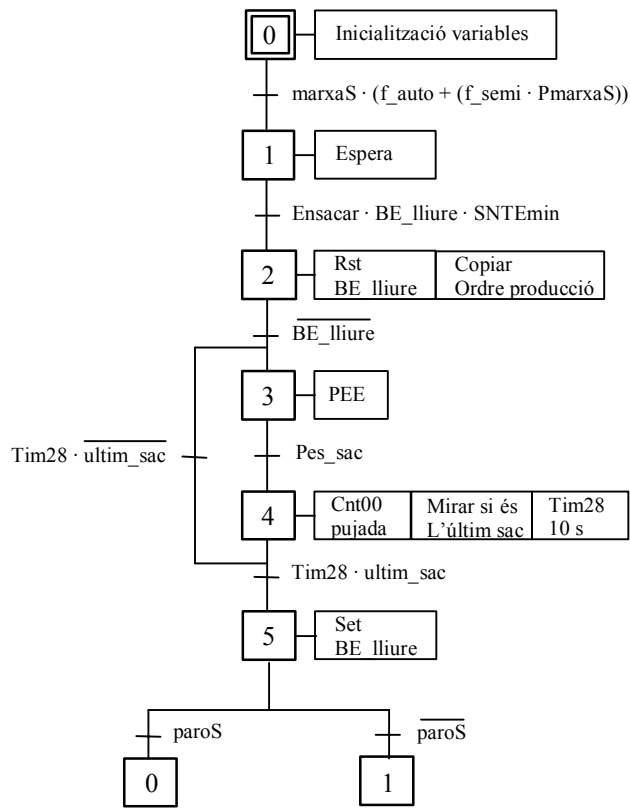


Figura 52. Grafcet ensacador.

12 PRESSUPOST

El projecte de l'automatització de la planta de fabricació de pinsos d'acord amb les necessitats del client ha estat valorat en el document número cinc. En aquest document s'han donat el preus unitaris de cada element necessari en l'automatització classificats en tres grups: material elèctric, material informàtic i mà d'obra. A continuació, i a partir de l'estat d'amidaments, s'han agrupat els elements en: preactivadors, sensors, lògica de control, aparellatge, cablejat elèctric i mà d'obra tant de l'enginyeria com dels operaris encarregats de portar-lo a terme, obtenint així sis subtotals per arribar finalment al preu total del projecte.

Considerant així tots aquests elements que impliquen un valor material, el cost total del present projecte és de cent dos mil cent quaranta-un euros amb un cèntim, sense iva.

13 CONCLUSIONS

Un cop desenvolupat el projecte es pot veure que s'han pogut complir els objectius fixats al començament, perquè s'han automatitzat els sis processos de què consta la fabricació de pinsos. S'ha realitzat mitjançant un PLC de la marca exigida Telemecanique amb els seus corresponents mòduls d'entrada i sortida, a més a més del respectiu programa d'autòmat dissenyat amb el PL7 de Modicon, per poder controlar de la millor manera possible aquest procés de forma automàtica sense la necessitat de tenir diversos operaris com es feia fins ara. També s'han escollit els sensors i preactivadors necessaris per poder transformar la lògica rígida a una de flexible mantenint gairebé tots els activadors, tolves i altres elements per així no encarir tant l'execució del projecte com va demanar el gerent de la fàbrica.

Un altre objectiu aconseguit és l'elecció de les pantalles del sistema Scada, per tal que els treballadors de la fàbrica tinguin un bon sistema per comunicar-se amb el procés en els dos sentits, que ahora és fàcil d'utilitzar perquè és molt intuïtiu. Com també es pot veure amb aquestes pantalles es poden elaborar i modificar sense dificultats les receptes dels diferents pinsos que fabrica la planta, i un altre punt a favor és que permet la creació d'uns històrics del procés perquè es puguin utilitzar en posteriors consultes.

Per tant amb aquesta automatització s'han aconseguit reduir els costos de fabricació perquè s'ha augmentat la rendibilitat, com a conseqüència de la reducció de personal i un augment de la producció que implica l'automatització d'un procés, degut a que es redueixen els temps morts entre processos i la maquinària funciona automàticament sense la necessitat d'operaris que estiguin tota l'estona a sobre el procés. En treballar de forma automàtica s'han reduït els errors de fabricació més típics de les persones, i per tant la qualitat del producte final ha millorat. Tot això gràcies a una flexibilització del procés que ahora permet elaborar diferents fórmules de pinso sense haver de perdre temps ni diners.

Jaume Delgà Castaño
Enginyer tècnic industrial

Les Preses, 14 de març del 2007

14 RELACIÓ DE DOCUMENTS

El present projecte està format per cinc documents. El primer és la memòria que conté dos volums, la memòria descriptiva on hi ha el cos principal del projecte i un annex de la memòria on hi ha els càlculs elèctrics. El segon document conté els plànols on hi ha tots els esquemes de potència i maniobra de l'automatització. El tercer document és el plec de condicions on hi ha especificades les condicions i normes a seguir exigits perquè el projecte pugui desenvolupar-se d'una forma correcta. El quart document és l'estat d'amidaments on s'ha fet un llistat del número i tipus de components necessaris per tal de poder executar el projecte. Finalment el cinquè document és el pressupost on hi ha quantificat el cost del projecte, primer donant els preus unitaris de cada component per tal de poder donar al final el preu total que representaria portar a terme el present projecte d'automatització de la fàbrica de pinsos.

15 BIBLIOGRAFIA

ANGULO, E., PUCHAL, F.. Tecnología de Fabricación de Piensos. Editorial Paperkite. Lleida. 1995.

CALROCAL S.A. Resistències elèctriques. (<http://www.calrocal.com.ar>, 30 de juliol de 2004).

CITECT/HMI, SCADA. 1 Hour quickstart tutorial. (<http://www.citect.com>, 10 d'octubre de 2006).

DUMONTEIL, M.. Introducción a la tecnologia de fabricación de piensos. Editorial Acribia. Saragossa. 1967.

ESPERIA S.A., Electroválvulas neumáticas. (<http://www.esperia.es>, 2 d'agost de 2004).

FILSA. Controladores de nivel para sólidos y líquidos. (<http://www.filsa.es>. 15 de juny de 2004).

HIMEL. Himel Technology Product Line. (<http://www.himel.es>, 15 de juny de 2004).

IFIMOTO IBERICA S.A. Motores eléctricos trifásicos. (<http://www.ifimoto.com/motores>, 6 de juny de 2004).

LINARES, S. Automatització fàbrica de pinsos. Projecte/ Treball Fi de Carrera. Enginyeria Tècnica Electrònica Industrial. Escola Politècnica Superior. Universitat de Girona. Maig 2003.

MANGRA S.A. Fabricación equipos e instalaciones para fábricas de piensos. (<http://www.mangrasa.com>, 6 de juny de 2004).

OLFER. Fuentes alimentación Mean Well. (<http://www.olfer.com>, 14 de novembre de 2006).

PARKER. Motion and control components. (<http://www.parker.com>, 25 de juliol de 2004).

PHOENIX CONTACT. Industrial connection technology. (<http://www.phoenixcontact.com>. 19 de juny de 2004).

RBT. Reglamento electrotécnico para baja tensión. Editorial Paraninfo. Madrid. 2002.

SCHNEIDER ELECTRIC. Constituyentes de control industrial. Biblioteca digital. CONECTA. Barcelona. 2004. (CD ROM).

SCHNEIDER ELECTRIC. Variadores de velocidad y arrancadores electrónicos. Biblioteca digital. CONECTA. Barcelona. 2004. (CD ROM).

SCHNEIDER ELECTRIC. Automatización industrial. Biblioteca digital. CONECTA. Barcelona. 2004. (CD ROM).

SCHNEIDER ELECTRIC. Lista precios constituyentes de control industrial 2006. Barcelona. 2006.

SICONTROL. Sistemas de control industrial. (<http://www.sicontrol.com>, 15 de juny de 2004).

UTILCELL. Células de carga. (<http://www.utilcell.es>, 20 de juny de 2004).