



EPS

Escola Politècnica

UdG Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

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

Títol: Disseny de l'automatització d'una fàbrica de pinsos per aviram

Document: 1. Memòria

Alumne: Narcís Palahí Mundet

Director/Tutor: Joan Puigmal Pairo

Departament: Enginyeria Elèctrica, Electrònica i Automàtica

Àrea: Enginyeria de Sistemes i Automàtica

Convocatòria (mes/any): Setembre/2012

ÍNDIX

1. INTRODUCCIÓ.....	3
1.1. Objecte del projecte.....	3
1.2. Situació i emplaçament	3
1.3. Antecedents	3
1.4. Normes i referències	4
2. DESCRIPCIÓ GENERAL.....	5
2.1. Descripció del procés i la instal·lació	5
2.1.1. Entrada matèries primeres.....	5
2.1.2. Dosificació	6
2.1.3. Mescladora	6
2.1.4. Expedició	6
2.1.5. Generalitats	7
2.2. Elements mecànics de la planta	7
2.2.1. Sitges d'emmagatzematge.....	7
2.2.2. Tremuges.....	8
2.2.3. Elevadors de catúfols.....	9
2.2.4. Transportador/ Vis sens fi	10
2.3. Elements elèctrics de la planta	11
2.3.1. Motors amb engegada directa.....	12
2.3.2. Motors amb engegada amb variador.....	12
2.3.3. Motor amb engegada estàtica.....	13
2.3.4. Electrovàlvules.....	14
2.3.5. PLC.....	15
2.3.6. PC SCADA	17
2.4. Instrumentació de planta	17
2.4.1. Sensor per detectar el camió a la zona de descàrrega.....	17
2.4.2. Sensors Atex per el control de nivell de les sitges.....	17
2.4.3. Sensors de pas de producte a la sortida de les sitges.....	19
2.4.4. Sensors de pas de producte a l'entrada dels elevadors	19
3. DESCRIPCIÓ DE L'AUTOMATITZACIÓ	21
3.1. Inici o repòs.....	21
3.2. Matèries primeres, càrrega de productes	22
3.3. Producció / fabricació	23
3.4. Expedició de productes	26
4. CONTROL DE LA PLANTA A TRAVÉS DEL PC SCADA	27

4.1.	Pantalla Inicial	28
4.1.1.	Logotip i Títol	29
4.1.2.	Barra de botons	29
4.1.3.	Pantalles	29
4.1.4.	Variables.....	30
4.1.5.	Missatges.....	30
4.2.	Pantalla Principal.....	31
4.3.	Pantalla Entrada.....	31
4.4.	Pantalla Producció	33
4.5.	Pantalla Expedició	35
4.6.	Pantalla de configuració	36
4.7.	Pantalla d'avisos	37
4.8.	Configuració del simulador	39
4.9.	Descripció del funcionament del programa.....	40
4.9.1.	Càrrega de les matèries primeres	40
4.9.2.	Fabricació de productes.....	41
4.9.3.	Expedició de productes.....	42
5.	PLANIFICACIÓ	44
6.	RESUM DEL PRESSUPOST	45
7.	CONCLUSIÓ.....	46
8.	BIBLIOGRAFIA.....	47
A.	PROGRAMES.....	48

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Objecte del projecte

El present projecte té com a objectiu realitzar el control automàtic per a la producció de pinso per a aus d'una fàbrica industrial, mitjançant un PLC de la casa ELSIST i un sistema SCADA, segons les indicacions de la pròpia fàbrica.

Amb aquest control automàtic es pretén:

Augmentar la producció i reduir despeses de personal, per ser més rendible.

Anular controls manuals per convertir-los en controls automàtics.

Augmentar la qualitat dels pinsos amb la precisió de la maquinària i evitar així els errors humans.

Deixar opció a futures ampliacions.

Aquest control es farà actuant directament sobre el procés d'entrada de matèries primeres, la fase de producció i el d'expedició del producte acabat.

1.2. Situació i emplaçament

La ubicació del projecte correspon a la instal·lació que la empresa Pinsos Manomonta S.L. té en el polígon Santa Ceclina de Llagostera, província de Girona. NIF B-17353434. Empresa dedicada a la fabricació de pinsos per a aviram.

1.3. Antecedents

La fàbrica disposa de quatre sitges per la entrada de matèries primeres, tres sitges per emmagatzemar els productes acabats, un molí per triturar la matèria prima que ho necessiti, una bàscula amb la que s'aconsegueix la dosificació i una mescladora perquè el producte final sigui homogeni.

La fàbrica existeix però el control no. Fins ara la producció es fa de manera semiautomàtica, no disposa de PLC (Controlador Lògic Programable) per realitzar tot el control ni per tant d'un sistema HMI (Human Machine Interface) per fer-lo funcionar.

El projecte es centra en el sistema de control i automatització i en l'estudi dels elements a incorporar per realitzar-lo amb èxit, tenint en compte que en el cas de ser necessària la instal·lació d'algun element, que aquest compleixi la normativa corresponent per aquest tipus d'instal·lació, es a dir, que tingui les característiques segons normativa d'aplicació per a instal·lacions amb atmosferes potencialment explosives, ATEX 95.

1.4. Normes i referències

A continuació detallem les disposicions legals i normes aplicades en el present projecte.

Real Decret 84/2002: Reglament Electrotècnic per Baixa Tensió i instruccions tècniques complementàries.

Real Decret 226/2004: Reglament de seguretat contra incendis en els establiments industrials.

Normes UNE d'aplicació

Llei 31/1995, de 8 de Novembre, de Prevenció de Riscos Laborals

Real Decret 1627/1997, de 14 d'abril de 1997, sobre disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball.

Real Decret 485/1997, de 14 d'abril de 1997, sobre disposicions mínimes de senyalització de seguretat i salut en el treball.

EN 1127-1:1997 Atmosferes explosives – Prevenció i protecció contra explosions – Part 1: Conceptes bàsics i metodologia.

EN 50281-1-2: Aparells elèctrics destinats a ser utilitzats en presència de pols combustible. Part 1-2: Aparells elèctrics protegits amb envoltants- Selecció, instal·lació i manteniment.

2. DESCRIPCIÓ GENERAL

2.1. Descripció del procés i la instal·lació

En la instal·lació podem diferenciar quatre grans zones: entrada matèries primeres, dosificació, mescladora i expedició. Per més informació veure plànols 1, 2, 3 i la figura que s'adjunta a continuació.

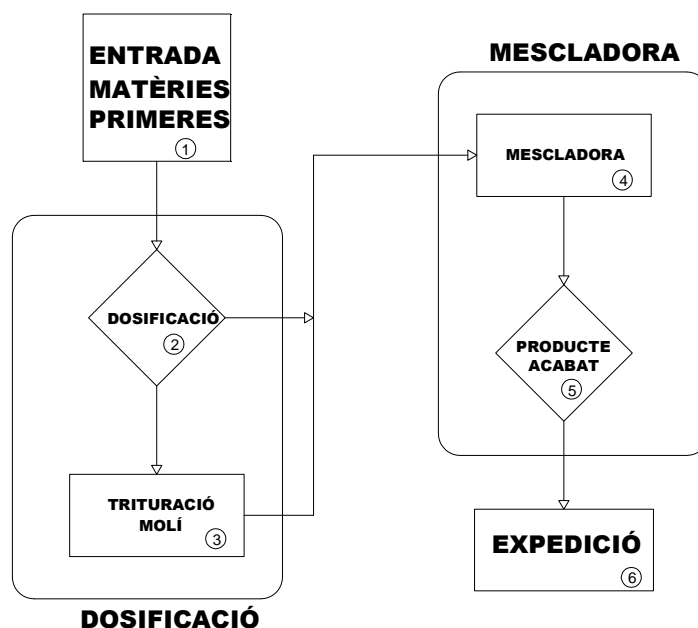


Figura 1. Organigrama procés

2.1.1. Entrada matèries primeres

El procés seria el següent: Un camió carregat amb matèria primera s'acosta a la zona de descàrrega, i quan la indicació lluminosa S0 ho indica, el camió volca el seu contingut en la tremuja de descàrrega. Aquesta tremuja de descàrrega té un motor que fa que vibri amb el fi de millorar la circulació del producte. Mitjançant un vis sens fi de sortida, es transporta el producte fins a l'elevador (de catúfols), el qual pujarà les matèries primeres fins a la altura màxima de les sitges, el motor revòlver és l'encarregat de seleccionar la sitja a la que volem dipositar la càrrega.

Tot aquest sistema ha de ser automàtic, l'operari només ha d'indicar quin producte ha descarregat el camió i la seva quantitat.

2.1.2. Dosificació

Aquesta zona és la més important en quant a la qualitat del producte, podríem diferenciar-ne dues subzones, la dosificació i la trituració.

Una vegada tenim les matèries primeres en els sitges es pot començar la producció. Seleccionem el producte a fabricar i és el propi sistema l'encarregat de gestionar tots els passos necessaris per la producció. Primer enviant els diferents components que formen el producte final a la bàscula (per obtenir la dosificació correcte de cada un), després avaluant si el producte ha de passar per el molí (si la matèria primera o component ha de ser mòlta) o no (si la matèria prima o component ja ve triturada).

2.1.3. Mescladora

La tercera zona es caracteritza per la mescladora tot i que també hi trobem les sitges de producte acabat.

Una vegada el component surt del molí o de la bàscula, arriba a una tremuja d'entrada a la mescladora mitjançant un elevador de catúfols, en aquesta tremuja es realitza una primera mescla. Una vegada la tremuja està plena passem el contingut a la mescladora, en la qual estarà el temps necessari fins que el producte sigui homogeni.

Amb la mescla correcte posem el material a la tremuja de sortida de la mescladora a on esperarà fins a ser dipositada en la sitja de producte acabat corresponent.

2.1.4. Expedició

En aquesta última zona és a on es troben les tres sitges per emmagatzemar els productes finals fins que siguin carregats als camions per a la seva comercialització.

De la tremuja de sortida de la mescladora passem a un elevador que pujarà el producte final fins a la zona superior de les sitges de sortida. A aquesta part superior trobem un vis sens fi amb tres vàlvules al llarg del seu recorregut. En funció de la vàlvula que estigui activa farem la càrrega.

2.1.5. Generalitats

La zona de dosificació i la zona de la mescladora, a partir d'ara les considerarem com a una única zona en la que es realitza el procés de fabricació (també ens podem referir a ella com a dosificació) mentre que a la zona d'entrada de matèries primeres la denominarem així o zona d'entrada dels components. La zona d'expedició és a on hi ha els productes acabats i els camions realitzen la càrrega, la denominem zona d'expedició.

Cal tenir en compte que aquestes tres zones que acabem de diferenciar poden funcionar de manera simultània, és a dir, en la fàbrica es pot estar introduint matèries primeres en els sitges d'entrada, estar produint algun dels productes finals i estar expedit un o més productes finals.

Per aconseguir un major rendiment de la fàbrica observem que el punt crític és la mescladora, ja que és aquesta màquina la que ens donarà la producció diària màxima de la planta. Per tant, l'objectiu serà aconseguir que la mescladora estigui treballant el màxim temps possible, perquè si la mescladora no funciona no hi ha producció i el rendiment de la fàbrica baixaria igual que els beneficis.

El sistema de control ha de girar en funció de la mescladora, la resta de processos han d'anar lligats de tal manera que a la mescladora mai hi falti producte i que sempre que acabi el procés de mesclar pugui descarregar el producte sense haver d'esperar.

2.2. Elements mecànics de la planta

A la planta hi trobem diferents elements mecànics, segons el procés en el que intervenen, podem diferenciar els següents grups:

2.2.1. Sitges d'emmagatzematge

Tan els d'entrada de productes com els d'expedició de productes, son sitges ja existents a la planta, tenen una capacitat de 25.000 Kg. i el que farem és dotar-los de sensors de nivell per el control de quantitat de producte i sensors de nivell màxim i mínim per comprovar la correcte circulació de producte. Aquests sensors es descriuen més endavant. Tenim quatre sitges a la zona d'entrada de matèries primeres i tres en la zona d'expedició.



Figura 2. Sitges per emmagatzematge de farines

En la figura anterior podem veure unes sitges semblants a les que hi ha a l'entrada de producte a la fàbrica.

2.2.2. Tremuges

També és un element d'emmagatzematge però per períodes de temps més petits que les sitges. En trobem de diferents tipus i capacitats segons la ubicació i fase del procés en el que intervenen:

El primer element de la instal·lació, és una tremuja de càrrega tipus banyera que és a on els camions que porten les matèries primeres fan la descàrrega. Té una capacitat aproximada d'uns 20.000 Kg. i està composta per un motor que fa vibrar tota la tremuja per facilitar la neteja i el pas de producte.

Les tremuges A i B, són iguals i les trobem a la sortida de la bàscula de la instal·lació, en ella es descarreguen quantitats precises de productes que intervenen en la producció, tenen una capacitat de 2500 Kg. i la diferència és que la sortida de la Tremuja A va a parar al molí i la sortida de la tremuja B va directe a l'elevador que subministra la mescladora.

La tremuja d'entrada a la mescladora i la tremuja de sortida de la mescladora tenen aproximadament la mateixa capacitat que la mescladora, 2500 Kg. i com el seu nom indica una introdueix producte a la mescladora i l'altra recull el producte que surt.



Figura 3. Tremuja sortida mescladora

En la següent anterior podem observar una tremuja com la que trobem a la sortida de la mescladora de la planta.

2.2.3. Elevadors de catúfols

Són elements dissenyats per transportar el producte durant un trajecte llarg i vertical, tenen una capacitat de 180 m³/h. En total en tenim tres en tota la fàbrica. L'EL1 i l'EL3 són semblants al de la Figura 4, amb ells elevem els productes fins l'entrada de les sitges. Pel que fa a l'EL2 seria semblant al de la Figura 5, ja que el salt d'altura a superar és inferior, (només introdueix producte a la tremuja d'espera de la mescladora.



Figura 4. Elevador de catúfols per sitges



Figura 5. Elevador de catúfols per la mescladora

2.2.4. Transportador/ Vis sens fi

Són la solució més senzilla i de menys cost per transferir una gran quantitat de material d'un lloc a l'altre, amb velocitats de fins a quaranta tones per hora i distàncies de fins a vint metres. En la fàbrica en trobarem varis de diferents mesures i amb les següents etiquetes: M2, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M11, M13, M14, M17 i M19. Per més informació mirar els plànols 1, 2 i 3.



Figura 6. Vis sens fi

2.3. Elements elèctrics de la planta

Entenem com elements elèctrics tots aquells aparells que necessiten una alimentació elèctrica per realitzar algun moviment o alguna funció específica. En el nostre cas trobem motors i electrovàlvules, al tractar-se d'un projecte d'automatització també hi trobem el PLC i el PC.

A continuació passarem a descriure les principals característiques que tenen els diferents motors elèctrics que hi ha a la planta. Com a dades comunes tenim que són motors de 400 Vac i de 1500 rev/min. En la següent taula trobem els dinou motors de la instal·lació, amb la seva etiqueta, descripció, intensitat i zona de la planta en el que es troben.

Etiqueta	Descripció	Intensitat	Zona
M1	Motor vibrador tremuja entrada producte	3.68 A	MP
M2	Motor vis sens fi descàrrega	3.68 A	MP
M3	Motor elevador producte	3.68 A	MP
M4	Motor vis sens fi revòlver	4.048 A	MP
M5	Motor vis sens fi càrrega sitja 1	3.68 A	MP
M6	Motor vis sens fi càrrega sitja 4	3.68 A	MP
M7	Motor vis sens fi descàrrega sitja 1	3.68 A	MP
M8	Motor vis sens fi descàrrega sitja 2	3.68 A	MP
M9	Motor vis sens fi descàrrega sitja 3	3.68 A	MP
M10	Motor vis sens fi descàrrega sitja 4	3.68 A	MP
M11	Motor vis sens fi entrada molí	3.68 A	FC
M12	Molí	75 A	FC
M13	Motor vis sens fi sortida molí	3.68 A	FC
M14	Motor vis sens fi sortida bàscula	3.68 A	FC
M15	Motor elevador producte mescladora	3.68 A	FC
M16	Motor mescladora	7.36 A	FC
M17	Motor vis sens fi sortida mescladora	3.68 A	FC
M18	Motor elevador producte acabat	4.048 A	FC
M19	Motor vis sens fi producte final	3.68 A	PF

Taula 1. Taula característiques motors (MP matèries primeres, FC fabricació, PF producte final)

Aquests motors ja existeixen, el que farem serà calcular el tipus de protecció corresponent, guardamotors per la protecció tèrmica i WRU de circuitor per la diferencial, a on també podrem veure si disposem d'engegada directe, amb variador o amb engegador estàtic.

2.3.1. Motors amb engegada directa

L'utilitzarem per els motors de 3.68 A i 4.048 A. Al motor se li col·loquen una sèrie de proteccions tals com guardamotor (protecció magnetotèrmica regulable per sobrecàrregues) i diferencial (contra contactes indirectes).

2.3.2. Motors amb engegada amb variador

L'engegada amb variador es realitza amb un variador de freqüència que serveix tan per l'engegada com per mantenir el motor a una velocitat determinada. A la fàbrica tenim dos motors amb variadors, el motor del vis sens fi de l'entrada al molí (M11) i el motor del vis sens fi de sortida del molí (M13), amb ells controlarem la velocitat d'entrada i sortida de producte al molí en funció de les nostres necessitats.

En la figura següent es mostra l'esquema de connexió del variador per els motors de 5.5 kW, observem que inclou configuracions PID. L'elecció d'aquest tipus de variador, a part de complir els requisits de la instal·lació, es deguda als coneixements de programació de l'autor del present projecte. Per veure l'esquema de connexió que s'utilitzarà en la instal·lació veure el plànol 19 (motor vis sens fi entrada molí) i plànol 21 (motor vis sens fi sortida molí), en ells podem veure les configuracions corresponents a cada motor. Tenim més informació del variador en la documentació, catàleg "Convertidores de frecuencia estándar ABB".

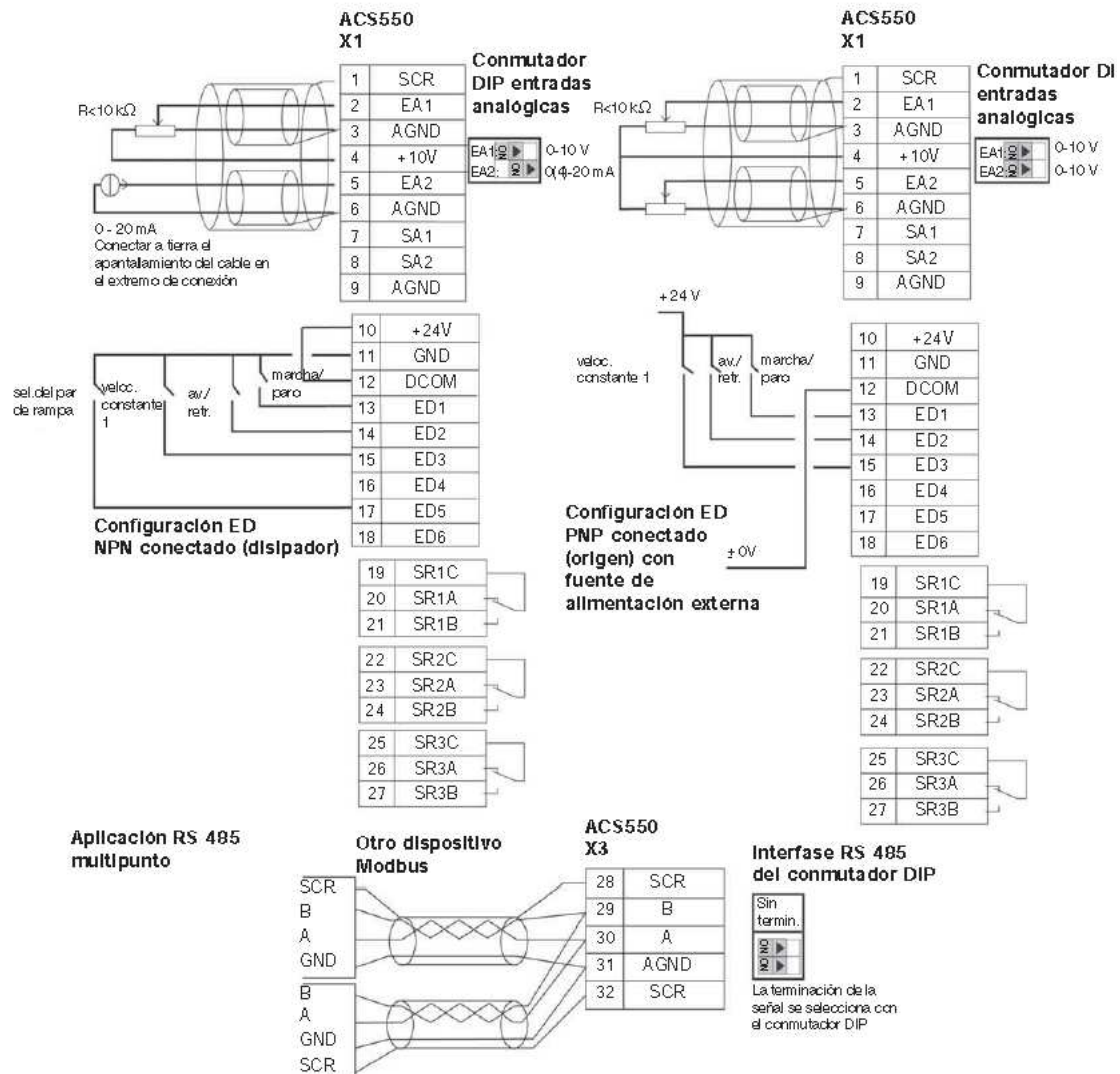


Figura 7. Esquema connexió variador 5.5KW de ABB

2.3.3. Motor amb engegada estàtica

Aquest tipus d'engegada s'utilitza en motors grans, amb la finalitat d'amortir en el temps la rampa d'arrencada del motor. Tenim una arrencada mitjançant arrencador estàtic en el molí, motor de 45Kw i 75 A (M12). Amb la sortida 4-20mA obtindrem la informació del consum, per tant coneixerem el rendiment, aquesta serà la dada que utilitzarem per la regulació. En aquest cas ens hem decantat per un engegador estàtic de SOLCON, el RVS-DN-44, tenim més informació a l'annex, manual "SOLCON - Arrancadores Suaves, Protección de Motores, Control y Medida". En la següent figura veiem l'aspecte extern del engegador escollit.



Figura 8. Engegador SOLCON RVS-DN-44

2.3.4. Electrovàlvules

A la instal·lació trobem electrovàlvules que són vàlvules amb cilindre d'efecte simple, és a dir, que només poden fer treball en un sentit. Al aplicar una alimentació de 24 Vcc el pistó s'estén i permet el pas (vàlvula oberta), al desactivar la alimentació la electrovàlvula torna a la seva posició de repòs. Com que son elements existents en la planta i ja ens van bé no entrarem en més detalls.



Figura 9. Electrovàlvula

2.3.5. PLC

El PLC és una de les peces més importants de la instal·lació, ja que serà l'encarregat de controlar tots els detectors i actuadors de la planta, verificar les condicions d'alarma i d'avís del sistema, i executar totes les operacions sobre la planta. El PLC escollit és de la família SlimLine de la casa Elsist, perquè combina un disseny modular molt compacte i fàcilment ampliable amb un baixíssim consum energètic i un ampli rang de temperatura operativa.

El PLC SlimLine està basat en la CPU ARM7 que conforma la unitat central base on es poden connectar fins un total de 16 mòduls d'expansió a través d'un bus I2C d'alta velocitat. Disposa de RTC (Real Time Clock), port USB tipus A (host), port MiniUSB tipus B (device), I/O digitals, port Ethernet 10/100base-T(x), bus de camp RS485 (ModBus), bus de camp CAN (CANOpen), 2 ports RS232 i tarja micro-SD.

La programació del PLC SlimLine es realitza segons l'estàndard internacional IEC61131-3.



Figura 10. PLC SlimLine de la casa Elsist

Per poder gestionar totes les entrades i sortides necessàries per controlar la planta ens servirem dels següents mòduls (a part de la CPU):

Unitats	Referència	Entrades Digitals	Sortides Digitals	Entrades Analògiques	Sortides Analògiques
1	PCB124*500	24	24	0	0
1	PCB124*600	32	16	0	0
1	PCB126*130	0	0	10	0
1	PCB126*170	0	0	5	4

Taula 2. Taula mòduls de E/S



Figura 11. Mòduls de E/S digitals SlimLine de Elsist



Figura 12. Unitats de E/S analògiques SlimLine de Elsist

Per tal de poder connectar els diferents mòduls amb la CPU del PLC, ens servirem de 4 cables d'extensió de bus I2C SlimLine, amb referència: CBL074*000.



Figura 13. Cable de bus I2C SlimLine

2.3.6. PC SCADA

S'ha optat per realitzar la interfície de monitorització i control de la planta mitjançant un SCADA fet a mida sobre un PC estàndard, aprofitant les capacitats de comunicació del PLC sobre la xarxa Ethernet disponible.

El programa SCADA té la funció d'indicar l'estat de la planta en cada moment, mostrar totes les alarmes que existeixen en el sistema i controlar els processos segons la manipulació dels operaris.

El programa està desenvolupat en llenguatge Visual Basic i funciona sobre plataforma Windows XP/Vista/7. El protocol de comunicacions entre el PC i el PLC segueix l'estàndar ModBus TCP/IP.



Figura 14. El programa SCADA funciona sobre un PC Windows estàndard

2.4. Instrumentació de planta

2.4.1. Sensor per detectar el camió a la zona de descàrrega

Col·locarem un sensor per detectar que el camió està preparat per fer la descàrrega (S0). S'ha triat un sensor de la marca Nortech, el TD136. Es tracta d'un detector de llaç inductiu de vehicle utilitzat per detectar la presència de vehicles per mitjà d'un bucle inductiu enterrat sota la carretera. Per a més informació d'aquest sensor veure la documentació, manual tècnic "NORTECH_TD136".

2.4.2. Sensors ATEX per el control de nivell de les sitges

Degut a que les sitges existents no disposen d'un sistema per veure el nivell que tenen, els dotarem d'un sensor per poder obtenir aquesta informació. L'encarregat serà un sensor de radar de la marca VEGA, model vegapuls 67. Aquest sensor és per aplicacions de sòlids, per a sitges de fins a 15 metres, té precisió banda K, sortida 4-20 mA amb cable de dos fils, alimentació 14-36 Vdc, IP 66 i compleix amb la normativa ATEX 95 per a sensors.

En la següent figura podem veure la ubicació dels sensors, que es farà a la part superior de les sitges. La instal·lació es pot realitzar sense necessitat de buidar les sitges.



Figura 15. Ubicació sensors de nivell sitges

Per aquest sensor utilitzarem el tag LST i el número de sitja a la què pertanyen (exemple, LST1 seria sensor de nivell sitja 1).

En la figura següent tenim l'esquema de connexió elèctric del vegapuls 67. Per a més informació d'aquest sensor veure la documentació, manual tècnic "hoja de datos vegapuls 67".

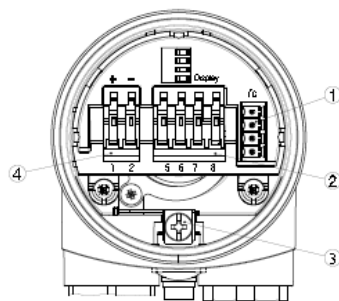


Figura 16. VEGAPULS 67 i esquema de connexió elèctric

2.4.3. Sensors de pas de producte a la sortida de les sitges

A la sortida de les sitges, a la part inferior, trobem un sensor de pas de producte de la casa FILSA, concretament el model FDF23 dels sensors rotatius. Amb aquest sensor obtindrem un contacte lliure de potencial que ens donarà la senyal de si està passant producte.

Tenim set sensors d'aquest tipus, un per cada sitja de la fàbrica, amb els tags SS i el número de sitja a la que pertanyen (exemple, SS1 sensor pas producte sitja 1, SS2 sensor pas producte sortida sitja 2).

Al ser elements existents en planta i funcionen correctament no els estudiarem, simplement ens interessa conèixer la senyal que rebrem per tractar-la correctament en el nostre sistema. Tenim més detalls en la documentació, catàleg tècnic FILSA.

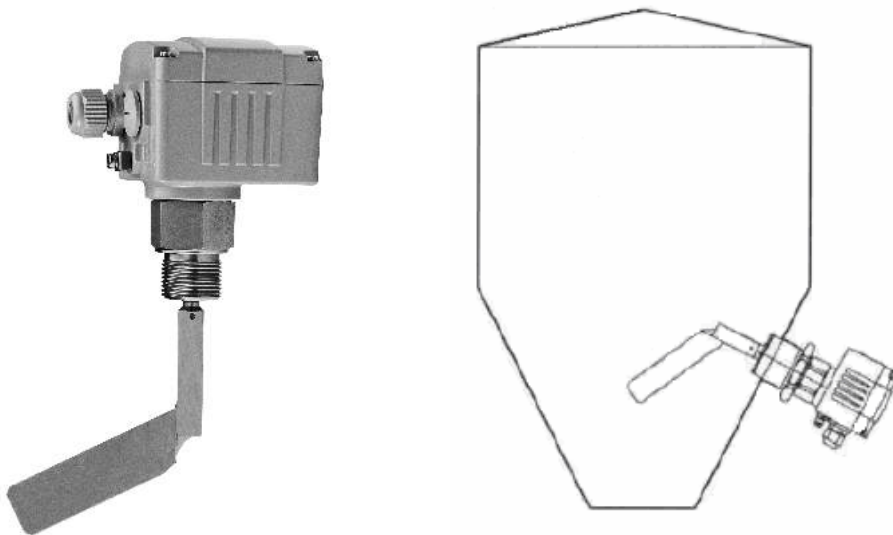


Figura 17. FILSA FDF23 i ubicació sensors sortida producte.

2.4.4. Sensors de pas de producte a l'entrada dels elevadors

Pel que fa als sensors de pas de producte situats a les entrades dels elevadors, ens trobem els models TL també de FILSA. La senyal que obtindrem d'aquests és la mateixa que els sensors anteriors, un contacte lliure de potencial, també son existents en planta per tant tampoc entrarem amb detall. Més informació a la documentació, catàleg FILSA.

En la següent figura tenim un esquema de com estarien disposats els quatre sensors en la planta, S1 en el vis sens fi de descàrrega (M2), abans de l'entrada de l'elevador 1, el S2 per el producte que arriba a l'elevador 2 del producte directe de la bàscula, el S3 per el producte que arriba a l'elevador 2 del molí i l'S4 per el producte que arriba a l'elevador 3 de la mescladora.



Figura 18. Controlador FILSA per desplaçament a làmina tipus TL

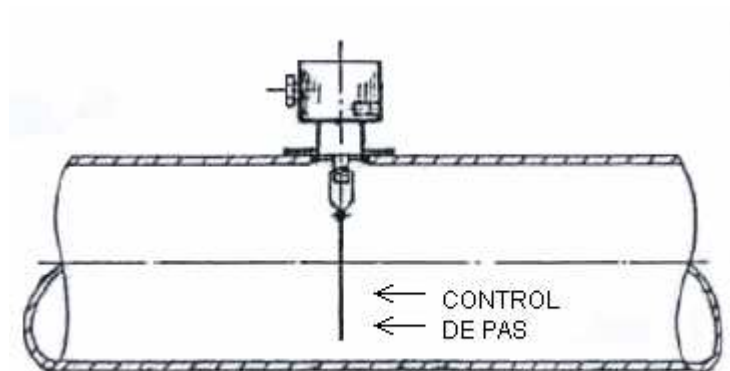


Figura 19. Disposició sensor TL de FILSA

3. DESCRIPCIÓ DE L'AUTOMATITZACIÓ

A continuació descriurem les diferents fases de l'automatització del procés, per fer-ho ens ajudarem de diagrames de Grafcet de cada una de les parts del sistema.

3.1. Inici o repòs

En aquest primer Grafcet (GRÀFICA de Control de Etapes de Transició) es representa l'estat inicial de la planta, o punt de repòs. Per això, ha d'estar sense errors o alarmes però en posició segura.

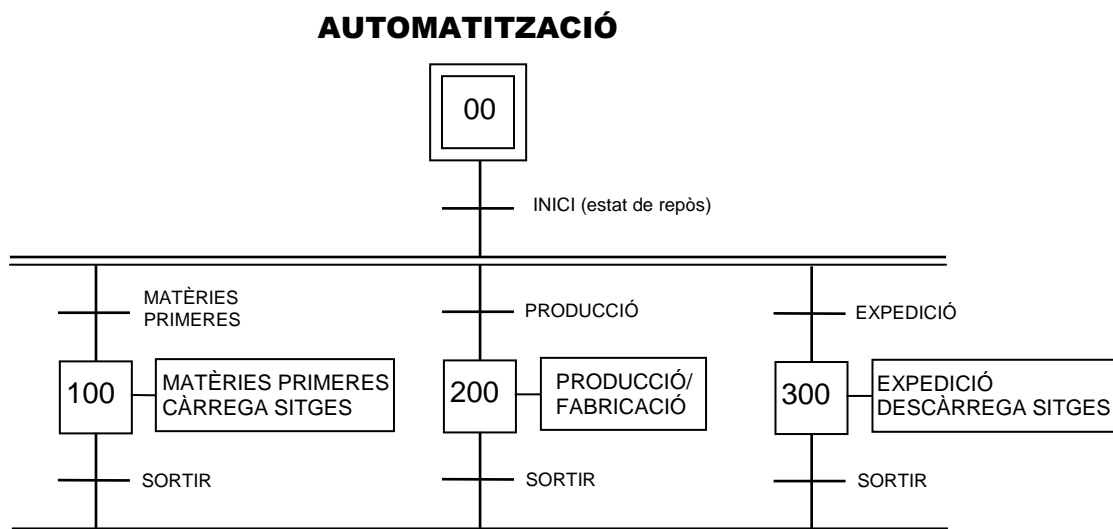


Figura 20. Grafcet 0. Inici o repòs

En la figura anterior podem veure el Grafcet 0 que ens mostra els tres grans blocs del programa: matèries primeres, producció i expedició. Encara que podria semblar que són totalment independents ja que poden funcionar els tres alhora, també depenen entre ells, de fet les matèries primeres escriu en un bloc de dades els productes que té emmagatzemats i aquest mateix bloc el llegeix producció abans de començar la fabricació per comprovar si té subproductes suficients.

El bolet d'emergència del panell principal és una condició indispensable de inici, si no està polsada tot funciona correctament, en canvi si està polsada per algun operari el sistema es parará en un estat de seguretat.

En aquesta fase inicial o de repòs, el sistema està contínuament en comunicació amb la planta encara que no estigui fent cap operació, ja que en tot moment ens està indicant l'estat de les sitges (nivells i alarmes), sensors, estat de finals de cursa, etc.

3.2. Matèries primeres, càrrega de productes

En aquest segon Grafcet tenim representada la fase de càrrega de producte en les sitges de matèries primeres.

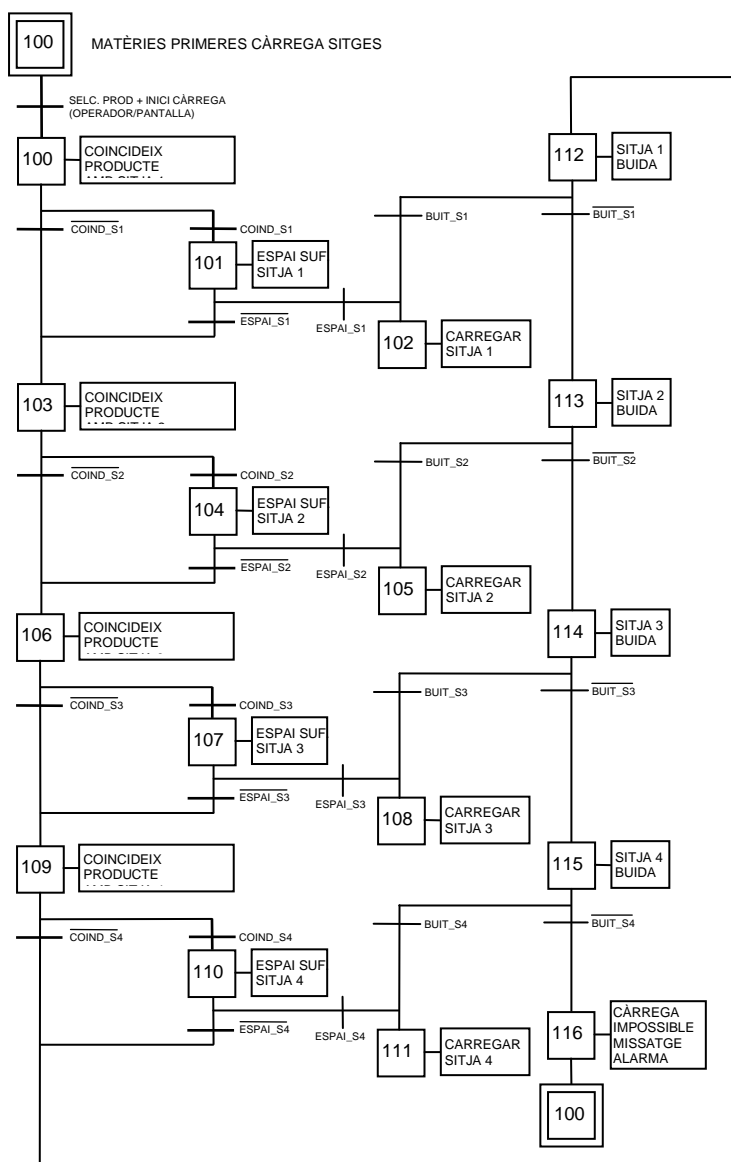


Figura 21. Grafcet 1. Càrrega de producte

Quan l'operari ha seleccionat el producte que porta el camió i la quantitat, el sistema comprova una a una les sitges. Primer mira si hi ha aquest producte en alguna de les sitges, si és que sí comprova que hi càpiga, en cas contrari (no hi ha aquest producte a cap sitja o no hi cap) mira si hi ha alguna sitja buida. Una vegada fet aquest anàlisi de la planta el sistema, si té lloc, carregarà el producte a la sitja corresponent, si no enviarà un missatge per pantalla.

3.3. Producció / fabricació

En les següents figures tenim els Grafquets 2.0 i 2.1 que corresponen al procés de producció de la planta, un primer que comprova si hi ha lloc per el producte a fabricar i el segon que comprova si hi ha suficient quantitat de subproducte per fer el producte final.

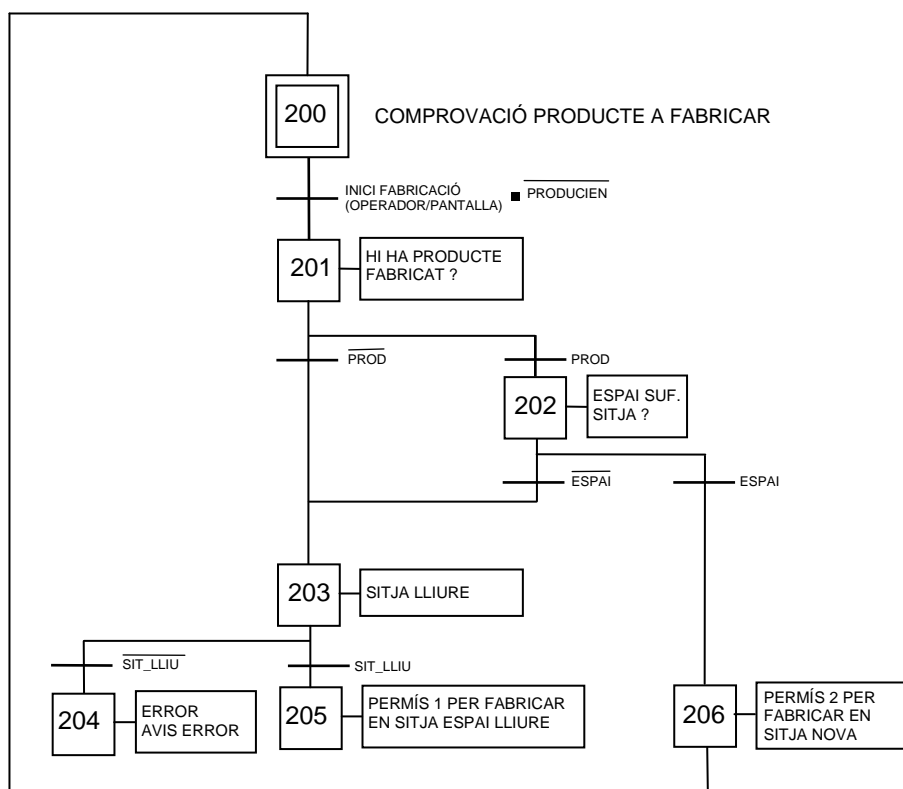


Figura 22. Grafcet 2.0

El Grafcet 2.0 correspon a Comprovar producte a fabricar, i veiem com el sistema, un cop l'operari ha introduït la quantitat de producte a fabricar, comprova si ja hi ha més producte d'aquest tipus en la planta, si és així mira si la quantitat desitjada entrarà en la sitja abans de confirmar, si no hi cap també comprova l'opció de si hi ha alguna sitja lliure. En cas contrari el sistema envia un missatge per pantalla.

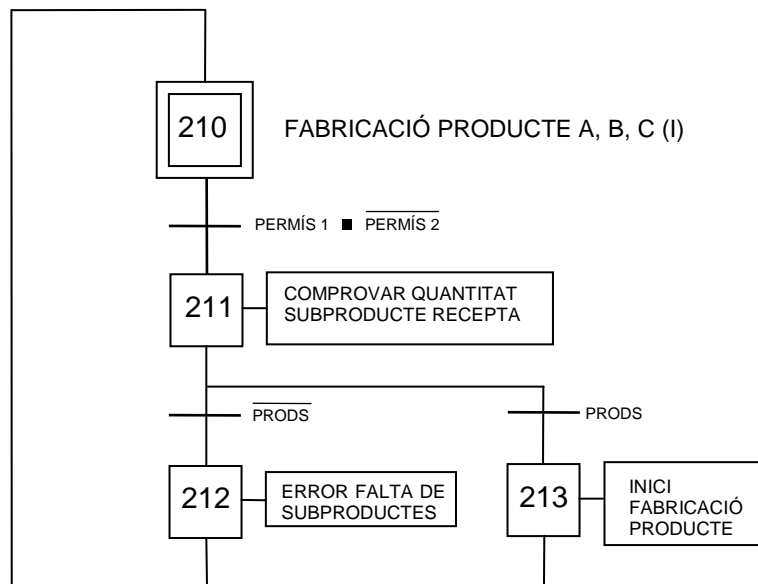


Figura 23. Grafcet 2.1 Producció / Fabricació

El Grafcet 2.1 correspon a Fabricació de producte, aquesta etapa necessita confirmació de la fase anterior, una vegada obtinguda comprovem si tenim suficient quantitat de subproductes, cada producte final esta format per varis subproductes, la quantitat dels quals ve donada per unes proporcions que estan dins el bloc de dades de cada recepta.

Les sitges S1, S2 i S3 són de 25000 Kg. i la mescladora es de 2500 Kg. per tant no podrem fabricar més de 25000 Kg d'un producte. Quan l'operari introdueixi la quantitat, el sistema divideix aquesta per 2500 (capacitat màxima de la mescladora) i obté el número de dosis a realitzar. Una vegada calculat el número de dosis comença a fer les dosificacions dels subproductes.

Això és el que mostrem en el Grafcet de la figura següent, fabricació de producte A, B i C(II).

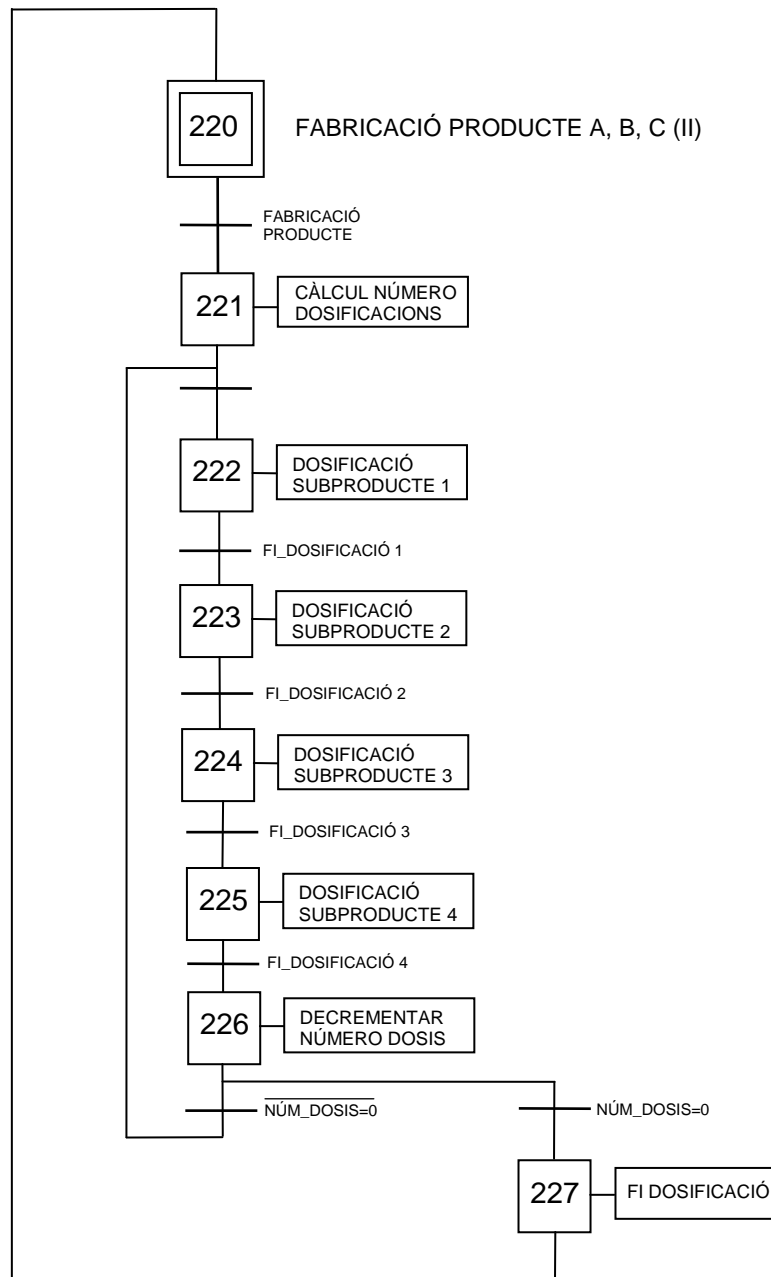


Figura 24. Grafcet 2.2 Producció / Fabricació

Quan acaba la dosificació apareix un missatge en pantalla i el sistema torna a la posició inicial.

Aquestes dosificacions de subproductes es podran modificar des de pantalla i seran diferents per cada un dels productes finals. Cada dosis portarà la quantitat de subproductes que s'hagi introduït per pantalla. Abans de fer les dosis el programa haurà de calcular si té prou matèria primera per poder fer totes les dosis demanades.

3.4. Expedició de productes

Aquest últim Grafcet representa l'etapa d'expedició de productes, el funcionament és similar al dels anteriors, l'operari introdueix el producte i la quantitat i el sistema comprova si tenim aquesta quantitat de producte en estoc, si és així obrirà l'electrovàlvula de sortida de la sitja corresponent i la mantindrà oberta fins que es descarregui la quantitat correcte (aquest últim pas la realitza amb el sensor de nivell de sitja).

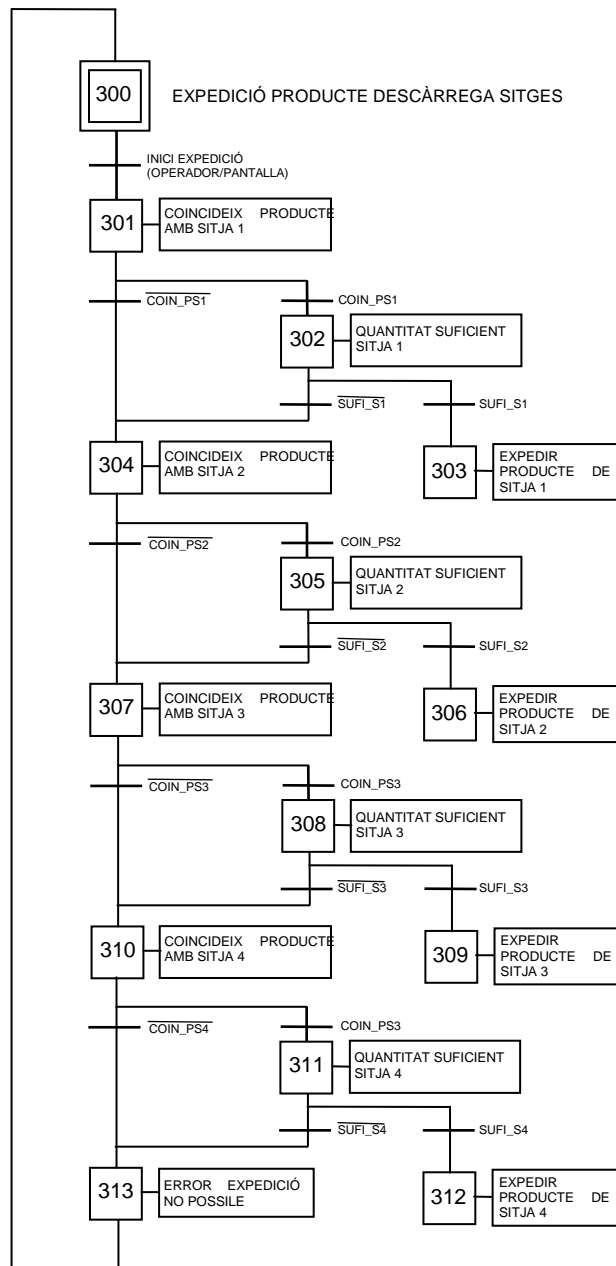


Figura 25. Grafcet 3. Expedició

4. CONTROL DE LA PLANTA A TRAVÉS DEL PC SCADA

A continuació passem a descriure les pantalles que trobarem en el sistema de control realitzat amb el programari Microsoft Visual Basic 6.0 i el seu funcionament, definint el contingut de cada pantalla i les actuacions que els operaris poden realitzar des de cadascuna d'elles.

L'aplicació que funciona a mode de SCADA permet controlar i monitoritzar l'estat dels detectors i actuadors de tota la planta, a través del intercanvi d'informació constant amb el PLC de control.

L'aplicació SCADA consta de dues parts, el programa executable i el fitxer de configuració "SCADA_Pinsos.ini".

El programa executable "SCADA_Pinsos.exe" s'encarrega de crear les pantalles de control de forma dinàmica al inici del programa, a partir dels paràmetres definits en el fitxer de configuració.

També s'encarrega d'establir les comunicacions Ethernet amb el PLC, així com de consultar periòdicament totes les variables compartides amb el PLC.

El programa canvia els valors de les variables compartides amb el PLC en temps real, permet la interacció de l'usuari amb els detectors i actuadors de la planta.

També serveix per iniciar, seleccionar i aturar tan la càrrega de matèries a la planta, com la fabricació de productes a la planta, com l'expedició de productes. I finalment a part de mostrar les alarmes de la planta reals, pot simular totes les operacions i alarmes de la planta, això ens servirà per el manteniment.

El programa executable requereix disposar (en el mateix directori) del corresponent fitxer de configuració: "SCADA_Pinsos.ini".

Aquest fitxer de configuració defineix tots els paràmetres necessaris per carregar de manera dinàmica durant la inicialització del sistema SCADA, totes i cadascuna de les pantalles de control de la planta.

Es tracta d'un fitxer de text en format ASCII, que defineix en un llenguatge pla (propri) els següents paràmetres:

Títol de l'aplicació
Nom de la màquina
Adreça IP per les comunicacions amb el PLC
Port per les comunicacions amb el PLC
Període de consulta de les variables
Variables que comparteix el PLC
Pantalles que s'han de mostrar en el SCADA
Elements sobre les pantalles que identifiquen les variables del PLC
Llista d'alarmes del sistema

Taula 3. Paràmetres fitxer de configuració

4.1. Pantalla Inicial

És la pantalla de presentació del sistema. Hi podem veure el logotip de la UdG, el títol del programa, la barra de botons, les pestanyes per canviar de pantalla, el nom de l'autor, la finestra de variables i els missatges del sistema. Ho mostrem a la figura següent.

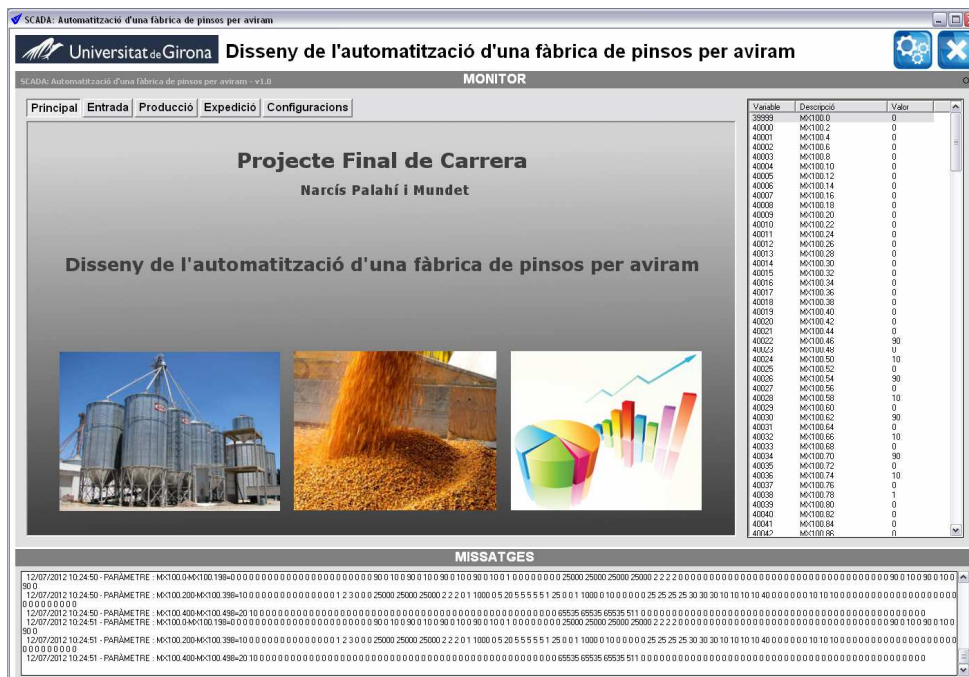


Figura 26. Pantalla Inicial

La navegació entre les diferents pantalles del sistema es realitza simplement prement la pestanya que indica el nom de la pantalla que es desitja visualitzar.

4.1.1. Logotip i Títol

Mostra el logotip de la UdG i el títol del projecte, que es carrega automàticament del fitxer de configuració.

4.1.2. Barra de botons

En la barra de botons i trobem el botó del simulador que ens permet configurar les accions de simulació de la planta, per operacions de manteniment i posada en marxa del sistema. I el botó de sortir, que ens permet sortir de manera controlada del programa. En les següents figures tenim els dos botons.



Figura 27. Botó Simulador



Figura 28. Botó Sortir

4.1.3. Pantalles

Les pantalles que s'han creat per poder separar les diferents zones i tasques de la fabricació són les següents.

Principal	Presentació del sistema SCADA.
Entrada	Control de l'entrada de matèries primeres a la planta.
Producció	Control de la fabricació de productes a la planta.
Expedició	Control de l'expedició de productes de la planta.
Configuracions	Configuració dels límits dels valors de les variables.

Taula 4. Taula de les diferents pantalles

A continuació tenim les figures de les diferents pestanyes que serveixen per accedir a les diferents pantalles.

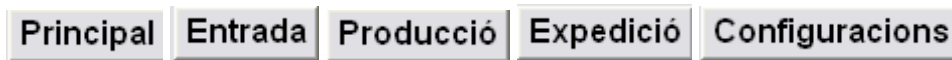


Figura 29. Pestanyes per accedir a les diferents pantalles

4.1.4. Variables

El programa SCADA ens permet visualitzar i modificar en temps real el valor de cadascuna de les variables compartides amb el PLC. El valor es mostra en decimal.

Variable	Descripció	Valor
40021	MX100.44	0
40022	MX100.46	90
40023	MX100.48	4
40024	MX100.50	10
40025	MX100.52	2623
40026	MX100.54	90
40027	MX100.56	0
40028	MX100.58	10
40029	MX100.60	0
40030	MX100.62	90
40031	MX100.64	0
40032	MX100.66	10
40033	MX100.68	0
40034	MX100.70	90
40035	MX100.72	0
40036	MX100.74	10

Figura 30. Variables compartides amb el PLC de control

4.1.5. Missatges

Permet visualitzar tots els missatges entre el SCADA i el PLC.

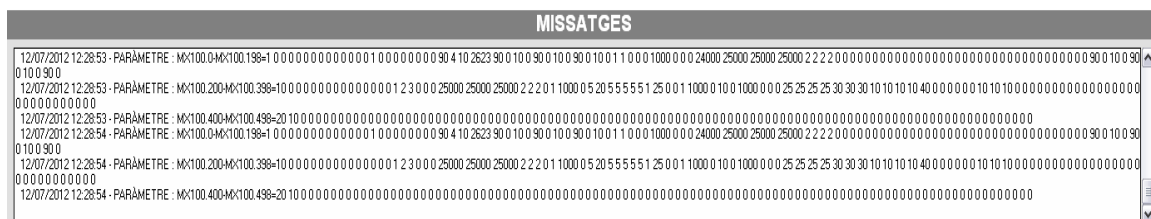


Figura 31. Missatges

4.2. Pantalla Principal

Es tracta d'una pantalla de presentació del SCADA.



Figura 32. Pantalla Principal

4.3. Pantalla Entrada

En aquesta pantalla podem diferenciar tres zones, la primera seria la situada a la meitat esquerra de la pantalla en la que hi ha les sitges de càrrega, una segona situada a la meitat dreta superior de la pantalla en la que veiem el camió d'entrada de producte i una tercera situada a la meitat dreta inferior de la pantalla a on hi ha una taula amb dades.

En la primera zona veiem les quatre sitges de matèries primeres, en les quals podem observar la capacitat actual de cada una d'elles en tant per cent i amb una barra indicadora vertical. També tenim els nivells d'alarmes de seguretat superior i inferior (MAX i MIN respectivament), que són configurables pel personal de la planta des de la pantalla de configuració.

També podem observar els sensors inferiors de pas de producte (SS1..SS4) de cadascuna de les sitges. Es representen amb un pilot lluminós, de tal manera que el color verd indica que hi ha pas de producte i en vermell que no hi passa producte. Si la sitja està en descàrrega i no està activat el sensor de pas de producte, hi haurà el pilot en vermell de la pantalla i apareixerà un avís d'alarma del sistema.

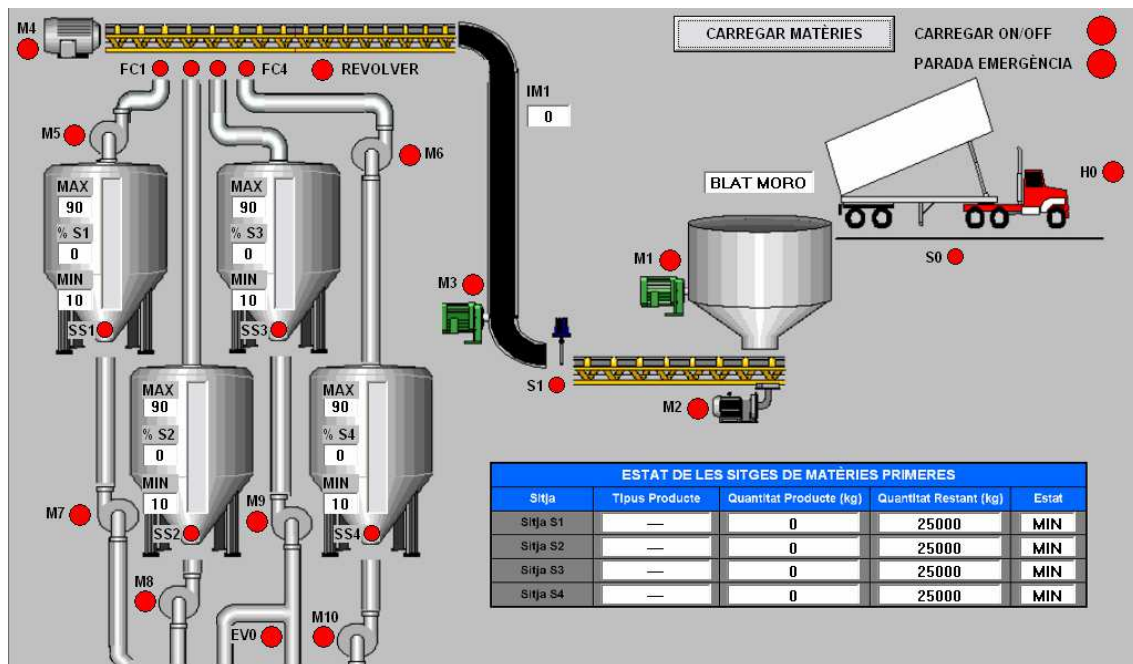


Figura 33. Pantalla de control d'entrada de matèries primeres

Un sistema semblant de visualització el tindrem als vis sens fi, tant als d'entrada com als de sortida de les sitges i en els motors de tota l'aplicació. En aquests casos el pilot verd indicaria que el motor està activat i en vermell que està parat. Per treure el producte de les sitges és suficient amb activar el vis sens fi de sortida de cada sitja.

Un cas particular és el motor del Revòlver, aquest motor és el que s'utilitza per seleccionar la sitja en el que es realitzarà la càrrega de la matèria primera. En aquest cas el que observarem en els pilots lluminosos són els finals de carrera FC1, FC2, FC3 i FC4; el motor sempre deixa seleccionat un dels quatre camins, per tant sempre tindrem un dels quatre fi de cursa seleccionat (de color verd) i la resta estarà de color vermell. Igual que passava amb els sensors de pas de producte de les sitges, si tenim més d'un fi de cursa seleccionat o el motor tarda més d'un temps estipulat per fer el recorregut d'una posició a una altra, apareixerà un avís amb l'alarma corresponent de fallada de motor.

A la part dreta podem observar l'elevador número IM1, amb la seva indicació de consum en tant per cent, el motor que l'activa (M3) i un sensor de pas de producte al elevador (S1); aquests tenen el mateix funcionament que els de les sitges. També tenim la tremuja de descàrrega amb un vis sens fi amb les indicacions lluminoses pertinents.

Pel que fa al camió, quant està en posició, tindrem activat el sensor S0 (en verd a la pantalla), però el camió no podrà descarregar el material fins que no se l'autoritzi amb la indicació de autorització de descàrrega H0. A la part superior de la tremuja de descàrrega observem un rectangle a on apareixerà el nom del producte que s'està descarregant.

I per últim, en la part dreta inferior de la pantalla observem una taula amb les dades de les sitges: producte emmagatzemat, quantitat de producte actual, capacitat restant i estat (correcte o amb anomalia). En la següent taula veiem els valors que pot tenir l'estat.

OK	No hi ha cap problema a la Sitja
MAX	La Sitja ha assolit el nivell màxim que està configurat
MIN	La Sitja ha assolit el nivell mínim que està configurat

Taula 5. Valors que pot tenir la dada estat.

4.4. Pantalla Producció

A la pantalla de control de fabricació hi tenim representat tot el procés de fabricació dels productes que s'elaboren a la fàbrica, des de la dosificació fins al transport del producte final, passant per el molí (en cas de ser necessari) i de la mescladora.

A continuació descriurem els elements de la pantalla i el seu funcionament.

A la part superior tenim la bàscula, a on hi veiem dos parts simètriques, una pel producte que va al molí i una altra per la que no hi passa. A cada part de la bàscula tenim la indicació que marca el pes de la dosificació.

Una vegada pesat el producte obrim la bàscula mitjançant la electrovàlvula EV1 perquè el producte vagi cap a la mescladora, depenent del tipus de producte passarà pel molí o no. Aquesta elecció la farà el sistema de forma totalment automàtica.

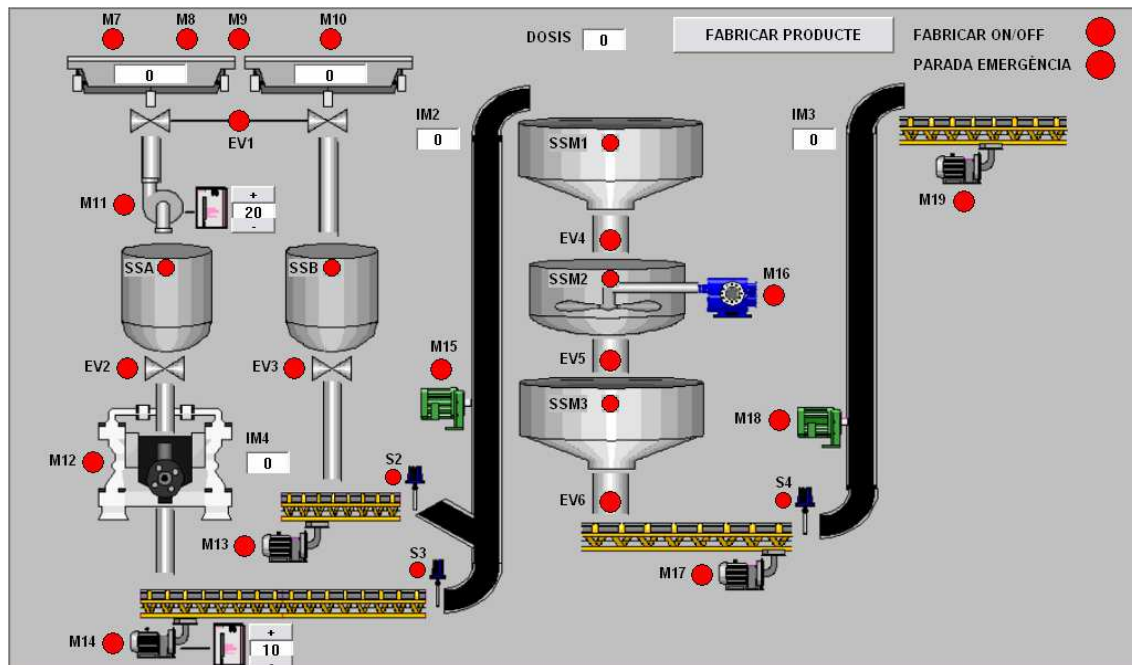


Figura 34. Pantalla de control de la fabricació del producte

Es realitza una primera barreja a la tremuja d'entrada a la mescladora i una vegada el producte arriba a la mescladora es realitza el procés de barreja pròpiament. A la sortida de la mescladora també trobem una tremuja que s'encarrega d'esperar per transportar el producte a l'elevador mitjançant el vis sens fi de sortida de la mescladora.

Cada element actiu (detector o actuador) té un pilot de senyalització. Segons el color d'aquest pilot podem saber l'estat de l'element actiu. Verd ens indica que l'element està actiu i vermell que està parat.

Els elevadors tenen una indicació numèrica en la que podem identificar el seu rendiment, això ens serveix per saber si hi ha algun problema en el seu funcionament.

Al final del procés observem un quadre en el qual ens apareix en tot moment el producte que estem fabricant, cada producte té la seva pròpia recepta que el programa selecciona de forma automàtica.

A les tremuges A i B hi tenim una indicació de nivell màxim de seguretat per que no vessi el producte (detectors SSA i SSB). Aquestes tremuges fan de pulmó per la instal·lació, ja que gràcies a elles podem anar dosificant i passant el producte pel molí. L'obertura es realitzarà mitjançant les electrovàlvules EV2 o EV3.

S2 i S3 són sensors de pas de producte. Amb ells podem identificar si s'ha produït una anomalia en el transport dels materials.

4.5. Pantalla Expedició

En aquesta pantalla hi podem veure el sinòptic per a la dosificació dels productes fabricats en els diferents sistemes de transport per a la seva distribució als clients. Aquesta primera pantalla del sistema d'expedició és a on trobem els sinòptics de les tres sitges de producte acabat (S5, S6 i S7) en les que observem el nivell de cada una d'elles en tan per cent, els nivells de seguretat màxim i mínim, i l'estat del sensor de pas de producte, de cadascuna d'elles (de manera similar a la pantalla d'entrada de matèries primeres).

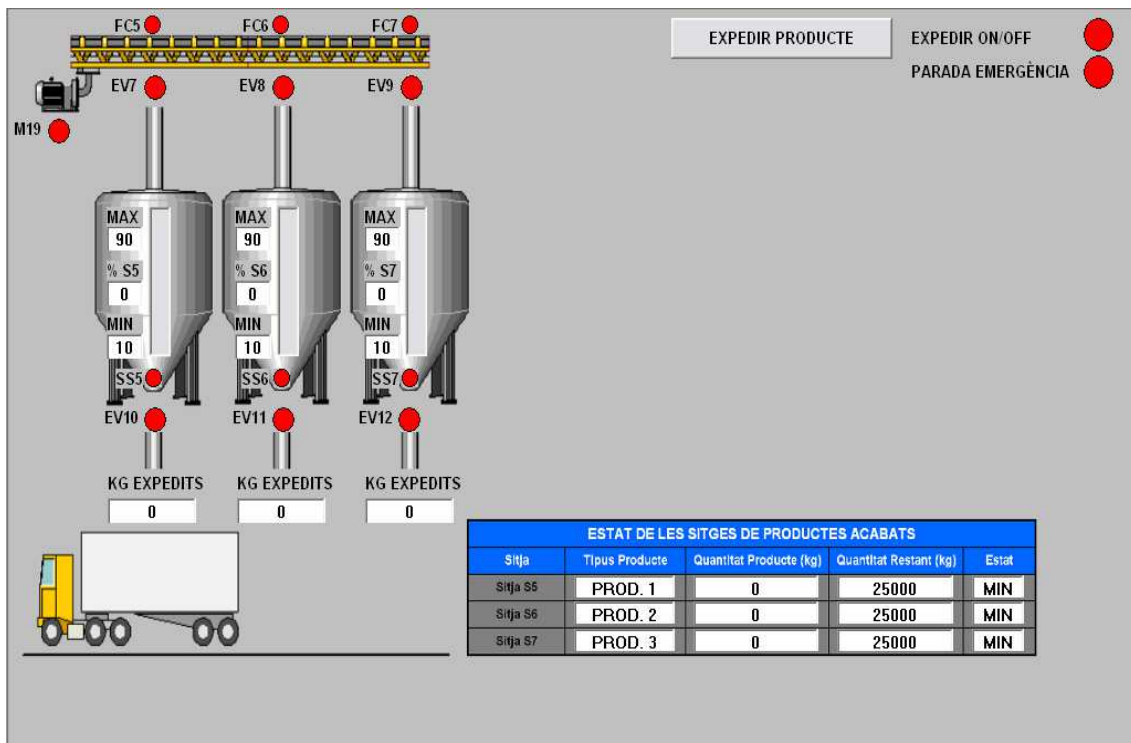


Figura 35. Pantalla d'expedició de producte final

A la part superior de les sitges podem observar el vis sens fi que fa entrar el producte elaborat en la sitja corresponent. Per això només s'ha de posar a funcionar el motor M19 i obrir una de les tres trampes accionades per les electrovàlvules (EV7, EV8 o EV9) perquè el producte caigui en el interior de la sitja desitjada. Veiem que tan el motor com les trampes tenen una senyal lluminosa que ens indica l'estat d'aquests elements, vermell tancat i/o parat i verd en funcionament i/o obert, igual que les electrovàlvules de sortida de cada sitja (EV10, EV11 o EV12) que són les encarregades de deixar passar el producte cap el camió de transport.

A la part inferior de cada sitja es mostra el valor en quilograms del producte que estem expedit.

Per últim observem a la part inferior dreta, un requadre en el qual obtenim les dades corresponents a l'estat de cada sitja: producte que emmagatzema (PROD 1, PROD 2 i PROD 3), la quantitat de producte que tenen, la quantitat restant i l'estat.

L'estat pot tenir els següents valors:

OK	No hi ha cap problema a la Sitja
MAX	La Sitja ha assolit el nivell màxim que està configurat
MIN	La Sitja ha assolit el nivell mínim que està configurat

Taula 6. Valors que pot tenir la dada estat.

4.6. Pantalla de configuració

Aquesta pantalla és a on els operaris poden modificar els paràmetres del sistema, per adaptar-lo als límits i les necessitats de producció de la planta.

En aquesta pantalla hi trobem els paràmetres que es poden configurar i que afecten al sistema com: els nivells de seguretat de les sitges, els temps màxim permesos pels sensors de pas de producte, les receptes dels productes (percentatges de matèries primeres que contenen), els temps de seguretat dels actuadors.

La pantalla de configuració està distribuïda en tres columnes que separen les tres fases de la planta: Entrada, Producció i Expedició.

ENTRADA		PRODUCCIÓ		EXPEDICIÓ	
SEGURETATS SITGES		RECEPTES PRODUCTES		SEGURETATS SITGES	
NIVELL MÀXIM SITJA 1 (%)	90	PRODUCTE 1 - BLAT MORO (%)	25	NIVELL MÀXIM SITJA 5 (%)	90
NIVELL MÍNIM SITJA 1 (%)	10	PRODUCTE 1 - BLAT (%)	25	NIVELL MÍNIM SITJA 5 (%)	10
NIVELL MÀXIM SITJA 2 (%)	90	PRODUCTE 1 - ORDÍ (%)	25	NIVELL MÀXIM SITJA 6 (%)	90
NIVELL MÍNIM SITJA 2 (%)	10	PRODUCTE 1 - FARINA (%)	25	NIVELL MÍNIM SITJA 6 (%)	10
NIVELL MÀXIM SITJA 3 (%)	90	PRODUCTE 2 - BLAT MORO (%)	30	NIVELL MÀXIM SITJA 7 (%)	90
NIVELL MÍNIM SITJA 3 (%)	10	PRODUCTE 2 - BLAT (%)	30	NIVELL MÍNIM SITJA 7 (%)	10
NIVELL MÀXIM SITJA 4 (%)	90	PRODUCTE 2 - ORDÍ (%)	30		
NIVELL MÍNIM SITJA 4 (%)	10	PRODUCTE 2 - FARINA (%)	10		
TEMPORITZADORS		TEMPORITZADORS		TEMPORITZADORS	
TIMEOUT SENSOR S1 (s)	5	TIMEOUT SENSOR S2 (s)	5	TIMEOUT SENSORS FC5..7 (s)	10
TIMEOUT SENSORS FC1..4 (s)	5	TIMEOUT SENSOR S3 (s)	5	TIMEOUT SENSORS SS5..7 (s)	5
TIMEOUT SENSORS SS1..4 (s)	5	TIMEOUT SENSOR S4 (s)	5		
TEMPS ENTRADA MATÈRIA (s)	20	TEMPS MOLÍ (s)	10		
		TEMPS MESCLADORA (s)	10		
		TEMPS SORTIDA MESCLA (s)	10		

Figura 36. Pantalla de configuració

4.7. Pantalla d'avisos

La pantalla d'avisos és una pantalla emergent, és a dir, està oculta fins que hi ha un avís. En el moment en què es dona un avís en la part central de la pantalla apareixerà la finestra d'avisos que es mostra a la figura.



Figura 37. Pantalla d'avisos

A la taula següent hi trobarem tots els possibles avisos i alarmes que poden aparèixer a la pantalla d'avisos.

FALLA CONFIRMACIO MOTOR M1	TIMEOUT REVOLVER SENSOR FC2	TIMEOUT SENSOR S4
FALLA CONFIRMACIO MOTOR M2	TIMEOUT REVOLVER SENSOR FC3	TIMEOUT SENSOR SSM1
FALLA CONFIRMACIO MOTOR M3	TIMEOUT REVOLVER SENSOR FC4	TIMEOUT SENSOR SSM2
FALLA CONFIRMACIO MOTOR M4	TIMEOUT SENSOR S1	TIMEOUT SENSOR SSM3
FALLA CONFIRMACIO MOTOR M5	SITJA S1 PLENA	FALTA MATERIAL SITGES S1 A S4
FALLA CONFIRMACIO MOTOR M6	SITJA S2 PLENA	TIMEOUT SENSOR FC5
FALLA CONFIRMACIO REVOLVER	SITJA S3 PLENA	TIMEOUT SENSOR FC6
FALLA CONFIRMACIO MOTOR M7	SITJA S4 PLENA	TIMEOUT SENSOR FC7
FALLA CONFIRMACIO MOTOR M8	SITJA S1 BUIDA	PRODUCTE DESCONEGUT
FALLA CONFIRMACIO MOTOR M9	SITJA S2 BUIDA	SITJA S5 PLENA
FALLA CONFIRMACIO MOTOR M10	SITJA S3 BUIDA	SITJA S6 PLENA
FALLA CONFIRMACIO MOTOR M11	SITJA S4 BUIDA	SITJA S7 PLENA
FALLA CONFIRMACIO MOTOR M12	EXCÉS DE TEMPS CARREGAR MATERIALS	SITJA S5 FALTA PRODUCTE
FALLA CONFIRMACIO MOTOR M13	TIMEOUT SENSOR SS1	SITJA S6 FALTA PRODUCTE
FALLA CONFIRMACIO MOTOR M14	TIMEOUT SENSOR SS2	SITJA S7 FALTA PRODUCTE
FALLA CONFIRMACIO MOTOR M15	TIMEOUT SENSOR SS3	TIMEOUT SENSOR SS5
FALLA CONFIRMACIO MOTOR M16	TIMEOUT SENSOR SS4	TIMEOUT SENSOR SS6
FALLA CONFIRMACIO MOTOR M17	TIMEOUT SENSOR SSA	TIMEOUT SENSOR SS7
FALLA CONFIRMACIO MOTOR M18	TIMEOUT SENSOR SSB	SITJA S5 PLENA
FALLA CONFIRMACIO MOTOR M19	TIMEOUT SENSOR S2	SITJA S6 PLENA
TIMEOUT REVOLVER SENSOR FC1	TIMEOUT SENSOR S3	SITJA S7 PLENA

Taula 7. Avisos i alarmes

4.8. Configuració del simulador

El simulador és una eina pensada per les operacions de manteniment i posada en marxa, que bàsicament serveix per simular el funcionament de la planta sobre el SCADA i provar així el correcte funcionament del programa del PLC de control. S'accedeix a aquesta finestra prement el botó simulador de la pantalla inicial del SCADA.

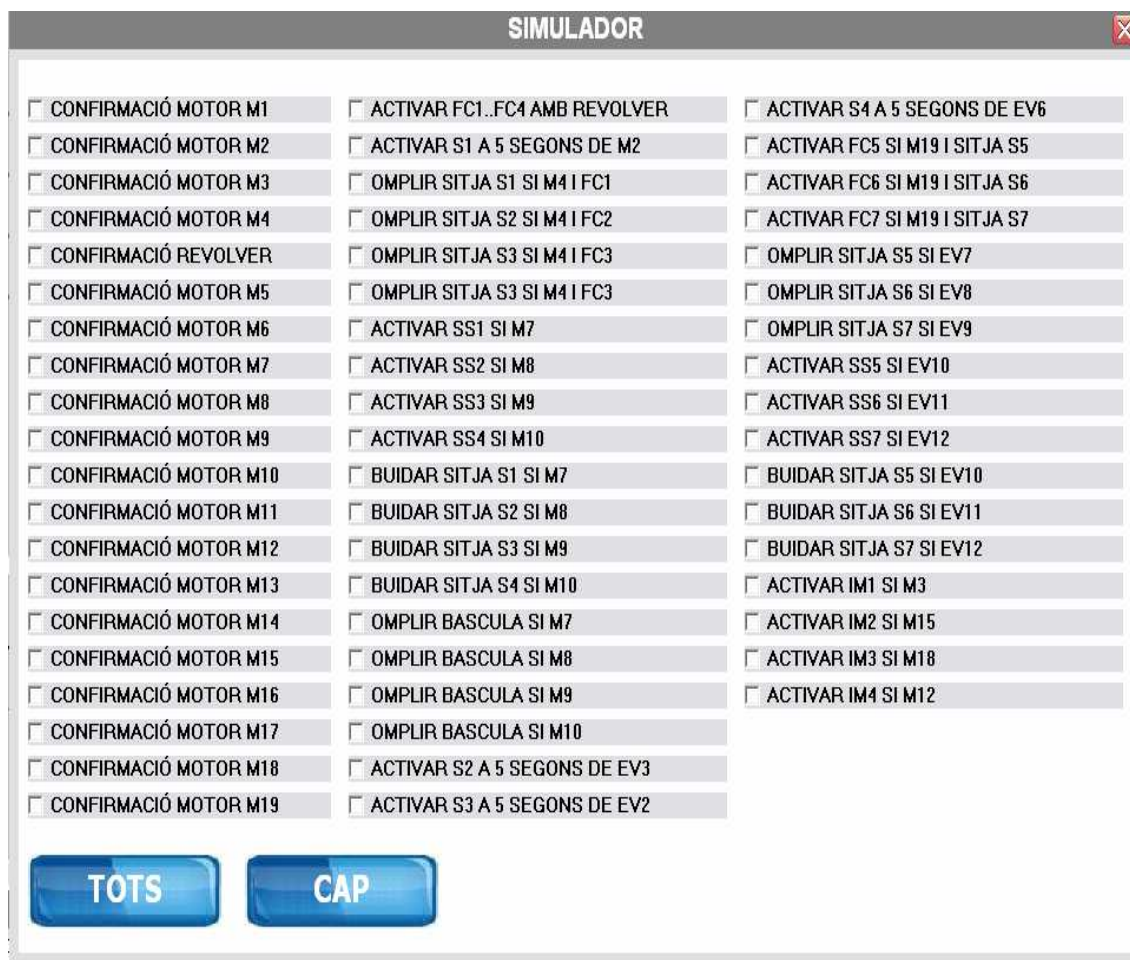


Figura 38. Pantalla de configuració del Simulador

L'usuari pot seleccionar les opcions que vol simular directament sobre la pantalla i automàticament aquests paràmetres s'envien al PLC. El PLC té definides unes rutines que li permeten implementar aquestes simulacions.

El botó TOTS permet seleccionar totes les opcions d'una sola vegada. I el botó CAP permet desseleccionar totes les opcions d'una sola vegada.

4.9. Descripció del funcionament del programa

Seguidament es fa una descripció detallada del funcionament del programa des del punt de vista operatiu.

4.9.1. Càrrega de les matèries primeres

Per tal de poder realitzar la càrrega de les sitges, és a dir, que es doni autorització a la descàrrega de les matèries primeres dels camions, l'operari ha de realitzar els següents passos:

Primer ha de verificar que no hi ha cap missatge d'alarma del sistema. En el cas que hi hagi una alarma, cal solucionar-la abans de poder procedir a la càrrega de les matèries primeres a les sitges.

Segon, indicar al camió que aparqui sobre la zona de descàrrega (on està instal·lada l'espira electromagnètica S0), i esperi la indicació visual de la làmpada H0 per iniciar el bolcat de les matèries primeres sobre la tremuja d'entrada.

En tercer lloc ha de seleccionar la pestanya configuracions en el monitor del SCADA.

En quart lloc, comprovar que els límits i paràmetres d'entrada siguin correctes.

Cinquè, seleccionar la pestanya Entrada en el monitor del SCADA.

Després en sisè lloc ha de prémer el botó carregar matèries, situat a la part superior dreta de la pantalla. Accedim així a la pantalla de configuració del sistema d'entrada de matèries primeres tal i com mostra la següent figura.

La imatge mostra una finestra de configuració amb el títol 'CARREGAR MATÈRIA PRIMERA'. A l'interior, hi ha dos camps de text: 'PRODUCTE:' amb un menú desplegable que mostra 'BLAT MORO', i 'QUANTITAT:' amb el valor '6000'. A la part inferior, hi ha dos botons: 'INICIAR' i 'ATURAR'.

Figura 39. Exemple de configuració del sistema d'entrada de matèria primera

En setè lloc ha de seleccionar el tipus de producte i la quantitat (en Kg), i prémer el botó Iniciar. El sistema automàticament seleccionarà la sitja d'entrada de la càrrega, calcularà si hi ha prou espai disponible dintre aquesta sitja i situarà el motor del Revòlver a la posició correcta. Si no hi ha cap error i totes les condicions de verificació es compleixen, el sistema activarà la senyal lluminosa pel camió i activarà els actuadors per iniciar la càrrega del producte. En cas que hi hagi algun error, el sistema mostrarà el missatge d'avís corresponent.

La càrrega finalitzarà quan s'hagi guardat tota la quantitat de matèria primera del camió a la sitja seleccionada pel sistema, o bé quan es produeixi un error de funcionament del sistema, o bé quan l'operari hagi decidit aturar manualment l'operació per mitjà del botó Aturar o el Polsador d'emergència.

Per últim, la senyal lluminosa H0 s'apagarà i el camió podrà sortir de la zona de descàrrega, desactivant així el sensor S0.

4.9.2. Fabricació de productes

Per tal de poder iniciar la fabricació d'un producte, l'operari ha de realitzar els següents passos.

Verificar que no hi ha cap missatge d'alarma del sistema. En el cas que hi hagi una alarma, cal solucionar-la abans de poder procedir a la fabricació de productes a partir de les matèries primeres de les sitges.

Seguidament ha de seleccionar la pestanya Configuracions en el monitor del SCADA.

En tercer lloc ha de comprovar que la recepta del producte que es desitja fabricar estigui correctament configurada, i que els límits i paràmetres de producció siguin correctes.

Seleccionar la pestanya Producció en el monitor del SCADA.

Prémer el botó Fabricar producte, situat a la part superior dreta de la pantalla. Accedim així a la pantalla de configuració del sistema de fabricació de producte.



Figura 40. Exemple de configuració de fabricació de producte

Un cop apareix la pantalla de configuració, s'ha de seleccionar el tipus de producte i la quantitat (en Kg), i prémer el botó Iniciar.

El sistema determinarà si disposa de prou material per fabricar el producte, calcularà automàticament els pesos de cada material necessaris per fabricar el total del producte seleccionat (en funció dels percentatges indicats a la recepta); calcularà el número de dosis que ha de fer i el camí que ha de recórrer la matèria prima en funció del tipus que sigui (si ha de passar pel molí o no). El número de dosificacions ve determinat per la capacitat màxima de la mescladora que és de 2.500 Kg.

L'operari podrà variar la zona de treball del molí, que marca la velocitat de treball de producció, actuant manualment sobre els variadors d'entrada i sortida de les tremuges situades a la entrada i sortida del molí.

La fabricació finalitzarà quan s'hagin completat totes les dosis i s'hagi guardat tot el producte fabricat a la sitja del producte seleccionat, o bé quan es produeixi un error de funcionament del sistema, o bé quan l'operari hagi decidit aturar manualment l'operació per mitjà del botó Aturar o el Polsador d'emergència.

4.9.3. Expedició de productes

Per tal de poder iniciar l'expedició d'un producte, l'operari ha de realitzar els següents passos:

Primer verificar que no hi ha cap missatge d'alarma del sistema. En el cas que hi hagi una alarma, cal solucionar-la abans de poder procedir a l'expedició de productes.

Indicar al camió que aparqui sobre la zona de càrrega.

En tercer lloc ha de seleccionar la pestanya Configuracions en el monitor del SCADA i comprovar que els límits i paràmetres d'expedició siguin correctes.

Seguidament ha de seleccionar la pestanya Expedició en el monitor del SCADA.

Prémer el botó Expedir producte, situat a la part superior dreta de la pantalla. Accedim així a la pantalla de configuració del sistema d'expedició de producte.



The image shows a software window titled "EXPEDIR PRODUCTE". Inside the window, there are two rows of controls. The first row is labeled "PRODUCTE:" and has a dropdown menu currently showing "PRODUCTE 2". The second row is labeled "QUANTITAT:" and has a text input field containing the number "3000". Below these controls are two blue buttons with white text: "INICIAR" on the left and "ATURAR" on the right.

Figura 41. Exemple de configuració d'expedició de producte

Un cop s'ha obert la pantalla de configuració, seleccionar el tipus de producte i la quantitat (en Kg), i prémer el botó Iniciar.

El sistema calcularà automàticament si disposa de la quantitat de producte demanat i, si no hi ha cap error, iniciarà l'expedició del producte cap al camió. En cas que hi hagi algun error es mostrarà un avís per pantalla.

L'expedició finalitzarà quan s'hagi expedit la quantitat de producte demanada (calculat a partir de les mesures del sensor de nivell de la sitja del producte seleccionat), o bé quan hi hagi un error de funcionament del sistema, o bé quan l'operari hagi decidit aturar manualment l'operació per mitjà del botó Aturar o el Polsador d'emergència.

5. PLANIFICACIÓ

A continuació es detalla el temps estimat d'execució per les diferents fases que componen el present projecte.

Nº Fase	Descripció fase del projecte	Setmana 1	Setmana 2	Setmana 3	Setmana 4	Setmana 5
1	Proves funcions PLC del quadre elèctric en les instal·lacions del quadrista					
2	Revisió instal·lació i preparació de treballs en planta					
3	Instal·lació del quadre elèctric i connexionat					
4	Posada en marxa					
5	Entrega obra					

Taula 8. Cronograma del projecte

6. RESUM DEL PRESSUPOST

El pressupost per a l'automatització d'una fàbrica de pinsos per aviram mitjançant la utilització d'un autòmat Elsist i un Pc, tenint en compte les necessitats i els elements necessaris per al seu correcte funcionament, ascendeix, sense IVA, a la quantitat de trenta-sis mil tres-cents cinquanta-quatre amb vint-i-set cèntims.

7. CONCLUSIÓ

El disseny de l'automatització de la fàbrica de pinsos per aviram realitzat compleix els objectius desitjats.

L'augment de la producció amb menys personal, reduïm els costos de la fàbrica i en traiem més rendiment.

La flexibilitat que ens aporta l'automatització cares a futures ampliacions de sitges o productes finals.

L'automatització serveix per anular controls manuals i fer-los de forma automàtica, per tant més eficaços.

La qualitat dels pinsos serà superior degut a la precisió de la maquinària i a la reducció de manipulacions humanes. Gràcies a això s'obtindrà una major competitivitat en el mercat i un major volum de vendes.

Narcís Palahí Mundet
Enginyer tècnic industrial

Caldes de Malavella, a 18 de juliol de 2012

8. BIBLIOGRAFIA

ABB. Convertidores de frecuencia de baja tensión de CA propósito general. ACS550. (<http://www.abb.es/product/seitp322/1c0a4d77c5884496c1257a00004003d6.aspx?productLanguage=es&country=ES>, 28 d'agost de 2010)

ELSIST. Sistemi in elettronica. Prodotti. Controllori programmabili. Controllori SlimLine. (<http://www.elsist.it/WebSite/Html/Italian/Products/Hardware/PLC/SlimLine/ltSLine.php>, 24 de març de 2011)

FILSA. Control de sòlidos. Controladores desplazamiento. MS-1 (<http://www.filsa.es/pdf.htm>, 17 d'abril de 2010)

FILSA. Control de sòlidos. Controladores rotativos. DF23. (<http://www.filsa.es/popup/solidos/df/df23a.htm>, 17 d'abril de 2010)

JOSÉ ROLDÁN VILORIA. Motores Eléctricos. Automatismos de control. Paraninfo. 9a Edició. Madrid. 2005.

NORTECH. Products. Traffic. Vehicle Detection. Boxed Version. TD136. (<http://www.nortech.co.za/Traffic.aspx?SubCatID=9&SubSubID=19&ProductID=27>, 23 de juny de 2012)

RBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Paraninfo. 2a Edició. Madrid. 2004.

SOLCON. Low voltatge soft starters. RVS-DN. (<http://www.solcon.com/low-voltage-soft-starters/rvs-dn>, 21 d'agost de 2010)

VEGA. Productos. Medición de nivel. Radar. VEGAPULS 67. (http://www.vega.com/es/Medición_de_nivel_Radar_VEGAPULS67.htm, 8 de maig de 2010)

A. PROGRAMES

En el següent CD hi ha les carpetes PLC i VB.

Dins la carpeta PLC hi trobem el codi del programa en format pdf, i tots els arxius originals del programa LogicLab2.0 del PLC.

De la mateixa manera dins la carpeta VB hi trobem el codi del programa de l'SCADA en format pdf, i els arxius originals en Visual Basic 6.0.