

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA**

Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

**AUTOMATITZACIÓ D'UN MAGATZEM INDUSTRIAL
CONNEXIONAT AMB PRODUCCIÓ**

Memòria

**CRISTIAN RAYA JORDAN
PONENT: FRANCESC GIMENEZ**

PRIMAVERA 2015



**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

Resum

En aquest projecte és pretén automatitzar els processos de gestió d'estoc d'un magatzem de matèria primera. El projecte es divideix en dues parts. La primera part consisteix en el disseny i la programació del automatisme que controla els transelevadors del magatzem i les cintes transportadores que dispensaran l'estoc fins a la planta de fabricació. A més s'implementarà un interface de comunicació entre l'automatisme i el software ERP del client per tal de gestionar l'inventari del magatzem a temps real. La segona part del projecte es basa en la reorganització i re definició dels processos interns de gestió i control de l'estoc del magatzem. Aquesta nova gestió es detallarà en un diagrama de flux de processos explicatiu i amb una taula de rols i accions a realitzar en les tasques.

Resumen

En este proyecto se pretende automatizar los procesos de gestión de stock de un almacén de materia prima. El proyecto se divide en dos partes. La primera parte consiste en el diseño y la programación del automatismo que controla los transelevadores del almacén y las cintas transportadoras que dispensarán el stock hasta la planta de fabricación. Además se implementará un Interface de comunicación entre el automatismo y el software ERP del cliente para gestionar el inventario del almacén a tiempo real. La segunda parte del proyecto se basa en la reorganización y redefinición de los procesos internos de gestión y control del stock del almacén. Esta nueva gestión se detallará en un diagrama de flujo de procesos explicativo y con una tabla de roles y acciones a realizar en las tareas.

Abstract

This Project aims to automate processes of stock management about one store of warehouse. The project is divided in two parts. The first part consists of designing and programming the automatic controls stacker cranes store and conveyors that dispense the stocks to the manufacturing plant. It will be implemented an interface of communication between the operator and a software ERP about the client to manage the inventory of warehouse in real time. The second part of the project is based on the reorganization and redefinition of internal management processes warehouse stock control. This new management will be detailed in a flowchart for explaining processes with a table of roles and actions to perform the tasks.

Índex de documents.

- Memòria
- Plànols
- Estudi econòmic
- Avantprojecte
- Annexos

Índex.

Índex de figures.....	III
Índex de taules.....	V
Glossari de termes.....	VII
1. Objectius.....	1
1.1. Propòsit.....	1
1.2. Finalitat.....	1
1.3. Objecte.....	1
1.4. Abast.....	1
2. Objecte del projecte.....	3
3. Antecedents i necessitats d'informació.....	5
3.1. Situació actual del client.....	5
3.1.1. Procés de negoci del magatzem de matèries primeres actual.....	6
3.1.2. Procés de negoci actual de la gestió de l'estoc.....	9
3.1.3. Procés de negoci de la producció actual (planta fabricació).	11
3.2. Antecedents tècnics	13
3.2.1. Tecnologies per a l'automatització de magatzems	13
3.3. Normativa	15
3.3.1. Permisos de l'ajuntament i llicències de software.....	15
3.3.2. Reglament de seguretat contra incendis en establiments industrials.....	16
3.3.3. Reglament Electrotècnic de baixa tensió.....	17
4. Abast del projecte.....	21
5. Objectius i especificacions tècniques.....	23
5.1. Objectius del projecte	23
5.2. Especificacions tècniques	24
5.2.1. Especificacions pròpies del magatzem.....	24
5.2.1.1. Característiques del estoc	24
5.2.1.2. Característiques del transelevador automàtic	24

5.2.1.3. Cinta d'entrada del magatzem	25
5.2.1.4. Cinta sortida del magatzem	26
5.2.1.5. Controlador PLC	27
5.2.2. Especificacions pròpies de la planta de producció	27
5.2.2.1. Cinta transportadora TIPUS-1	27
5.2.2.2. Cinta transportadora TIPUS-2	28
5.2.2.3. Cinta transportadora TIPUS-3	29
5.2.2.4. Cinta transportadora rotativa	29
5.2.3. Especificacions pròpies de la prestatgeria	30
5.2.4. Especificacions pròpies de la xarxa de comunicació	30
6. Explicació de la solució trobada.	31
6.1. Reorganització i disseny del nou magatzem	36
6.2. Re definició dels processos de gestió d'estoc del magatzem.	38
6.3. Disseny i programació del sistema automatitzat.	42
6.3.1. Seqüència del sistema automàtic	42
6.3.2. Guia de programació	44
6.3.3. Configuració del Hardware i comunicacions	50
6.4. Configuració i disseny del sistema HMI	51
6.5. Disseny de la comunicació magatzem-ERP	53
7. Planificació.	57
7.1. Planificació prevista del projecte	58
7.2. Planificació real del projecte	60
7.3. Anàlisi de les desviacions de la planificació	62
8. Impacte mediambiental.	63
9. Conclusions.	65
10. Referències.	69

Índex de figures.

Figura 2.1 Distribució en planta de tota la nau	5
Figura 2.2. Distribució en planta del magatzem de matèria primera.....	8
Figura 2.3. Model gestió d'estoc actual.....	9
Figura 2.4. Model de punt de comanda òptim.....	10
Figura 2.5. Distribució en planta de la secció de fabricació.....	12
Figura 6.1. Model dels transelevadors utilitzats	32
Figura 6.2. Planol distribució cintes transportadores de producció.....	33
Figura 6.3. Xarxa LAN entre el magatzem i l'ERP doficines.....	34
Figura 6.4. Model de la prestatgeria dinàmica del magatzem.....	35
Figura 6.5. Distribució en planta del magatzem i producció.....	35
Figura 6.6. Distribució en planta del magatzem	37
Figura 6.7. Distribució en planta de producció	37
Figura 6.8. Diagrama representatiu de la gestió realitzada avans del projecte	38
Figura 6.9. Diagrama procés de la nova gestió del magatzem de matèria primera	39
Figura 6.10. Graficet del programa principal	43
Figura 6.11. Hardware del PLC.....	50
Figura 6.12. Adreces del Hardware	50
Figura 6.13. SFB47 Encoder Count	50
Figura 6.14. Configuració de la xarxa	51
Figura 6.15. Configuració de les connexions	51
Figura 6.16. Disseny de la pantalla tàctil	52
Figura 6.17. Bastidor general amb el CP.....	53
Figura 6.18. Area de recursos utilitzats	53

Figura 6.19. Programa KOP per l'implementació del FB56.....	54
Figura 6.20. Llistat de variables incloses al DB56.....	55
Figura 6.21. Variables programables per programa kop S7.....	55
Figura 7.1. Diagrama de Gantt de les tasques previstes.....	58
Figura 7.2. Llistat de duracions de tasques previstes	59
Figura 7.3. Diagrama de Gantt de les tasques previstes.....	60
Figura 7.4. Llistat de duracions de tasques previstes	61

Index de taules.

Taula 3.1. Proveïdor i dimensions de les matèries primeres	6
Taula 2.2. Lots de compra òptims per a cada matèria primera.....	9
Taula 2.3. Maquinària de la planta de fabricació	11
Taula 2.4. Classificació de les tensions segons normativa	18
Taula 6.1. Model de les cintes transportadores de producció.....	33
Taula 6.2. Rols i accions del procés de gestió del magatzem de matèries primeres (I) ..	11
Taula 6.3. Rols i accions del procés de gestió del magatzem de matèries primeres (II)	18
Taula 8.1. Repercussions mediambientals del projecte	63

Glossari de termes.

- ERP **E**nterprise **R**esource **P**lanning. Planificació de recursos empresarials.
- PLC **P**rogrammable **L**ogic **C**ontroller. Controlador lògic programable.
- CPU **C**entral **P**rocess **U**nit. Unitat central de procés encarregada d'executar el programa.
- CP **C**ommunications **P**rocessor. Processador de comunicacions.
- HMI (**H**uman **M**achine **I**nterface). Es refereix a la interfície entre humans i màquines, aplicable a sistemes d'automatització de processos.
- DB **D**ata **B**lock. Bloc de dades globals del software STEP7.
- FC **F**unction. Funció programable sense memòria del software STEP7.
- FB **F**unction **B**lock. Bloc de Funció programable amb memòria del software STEP7.
- OB **O**rganization **B**lock. Bloc d'organització del software STEP7.
- FIFO **F**irst **I**n **F**irst **O**ut. El primer que entra és el primer que surt.
- V **V**olts.
- A **A**mpers.
- mm **M**il·límetres.
- Kg **K**ilograms.
- Gr **G**rams.
- rpm **R**evolucions **p**er **m**inut.
- KW **K**ilo **W**ats.
- KB **K**ilo**B**ytes.

1. Objectius.

1.1. Propòsit.

El propòsit d'aquest projecte es realitzar el disseny i la programació de l'automatització d'un magatzem industrial de matèria primera, realitzant també una connexió entre el magatzem i la planta de fabricació.

1.2. Finalitat.

Reducció de costos a través de la millora dels processos d'emmagatzematge i l'automatització de tasques, aquest fet permet reduir costos de personal, administratius i derivats per falta de subministre o l'incorrecte transport del producte pels operaris. La solució tècnica presentada generarà un augment en la productivitat del magatzem i de la planta de fabricació a través de la reducció del temps de les operacions dels processos.

1.3. Objecte.

Es pretén realitzar una reorganització dels processos del magatzem actual i implementar un sistema automatitzat que sigui capaç de gestionar i controlar l'entrada i sortida de matèria primera del magatzem. Aquest sistema automatitzat permetrà vincular el magatzem amb la planta de fabricació de tal manera que abasteixi de material les diferents seccions de fabricació.

1.4. Abast.

S'implementarà un sistema automatitzat d'emmagatzematge d'estoc en el magatzem de matèria primera i es definirà la maquinària utilitzada per a cada procés. Es dissenyaran tots els esquemes dels recursos elèctrics i electrònics (a nivell de circuit i programació). Es realitzarà la programació de la pantalla tàctil que el client tindrà en la seva màquina automatitzada del magatzem, aquesta pantalla permetrà introduir paràmetres i es visualitzaran uns indicadors del moviment del estoc a temps real. Es realitzarà la implementació d'una Interface entre l'automatisme PLC del magatzem i el sistema ERP de l'empresa. Finalment es redefiniran els processos de gestió d'estoc del magatzem de matèria primera i es redissenyaran els plànols del magatzem i la planta de fabricació.

2. Objecte del projecte.

En el actual projecte es vol fer una reorganització, reestructuració del magatzem de matèria primera que ja existeix i implementar un sistema automatitzat que sigui capaç de gestionar i controlar l'entrada i sortida de la matèria primera a temps real. A més es pretén realitzar la connexió entre el magatzem de matèria primera i la planta de fabricació implementant un sistema automatitzat que abasteixi les seccions de fabricació per tal de augmentar la eficiència i capacitat productiva de la planta.

Un sistema automatitzat consisteix en un procediment on s'eliminen o redueixen les tasques que són habitualment realitzades per persones i es substitueixen per un conjunt d'elements mecànics/elèctrics/electrònics. El sistema del magatzem ha de ser capaç d'emmagatzemar tota la matèria primera que arriba dels proveïdors en palets de la forma més eficient possible. El sistema de la planta de fabricació ha de ser capaç de rebre material del magatzem de matèria primera i distribuir-lo mitjançant de servir el material a les diferents seccions de la planta de fabricació. S'ha de portar un control exhaustiu de tot el producte que entra al magatzem i que surt, per saber en tot moment el material disponible i evitar possibles ruptures d'estoc.

La màquina funcionarà de forma autònoma, és a dir, sense l'ajuda de cap persona. Realitzarà tots els moviments de control de l'estoc automàticament. Cal esmentar que la màquina només podrà manipular productes que venen muntats a sobre de palets. Tot això deriva en disminucions d'errors per factor humà, reduccions de temps de gestió i en definitiva, reducció de costos.

Per a dur a terme el sistema automatitzat és requereix un hardware i un software amb la corresponent programació, a més de conjunt d'instrumentació, com pot ser per exemple diferents tipus de sensors (posició, presència, pes...). Tot el conjunt ha de controlar el sistema perquè sigui capaç de gestionar i controlar a temps reals el producte acabat de forma òptima.

Es dissenyarà el sistema Interface per comunicar les dades pròpies del magatzem amb el ERP que ja disposa l'empresa. Aquesta connexió amb el sistema ERP ens permetrà gestionar els períodes de reposició de material, és a dir, quan les existències siguin inferiors a el punt de comanda òptim per a gestionar el risc, el sistema avisarà que s'ha de realitzar una comanda del material que sigui.

3. Antecedents i necessitats d'informació

3.1. Situació actual del client.

Es tracta d'una empresa que es troba en el sector industrial i es dedica a la producció de barbacoes portàtils. Disposa d'un magatzem de matèries primeres amb unes dimensions de 225 metres quadrats. Els materials emmagatzemats són xapes d'acer inoxidable, tub rectangular d'acer inoxidable, un lot de components elèctrics, una bossa de cargoleria i caixes d'embalatge del producte final acabat. Aquests materials s'introdueixen manualment a les estanteries del magatzem i es van apilant a cada cel·la. Cada estanteria té unes dimensions diferents segons el tipus de material que s'emmagatzema.

Pel que fa a la planta de producció aquesta disposa d'un total de 735 metres quadrats per albergar tant la zona de treball amb la maquinària com les zones de trànsit d'estoc i els espais per al trànsit dels operaris. Existeixen 5 zones de treball dintre de producció, en la primera zona es tallen les xapes d'acer amb una talladora làser, en la segona zona es procedeix a doblegar les peces ja tallades anteriorment, en la tercera zona es solden les peces per a obtenir conjunts de peces, a la quarta zona es munta els conjunts de peces i els components elèctrics per a obtenir el producte acabat, finalment a la última zona s'apilen les barbacoes en un palet per a ser retractilat i introduït al magatzem de producte acabat.

A la següent figura es pot visualitzar la distribució en planta actual de tota la empresa:

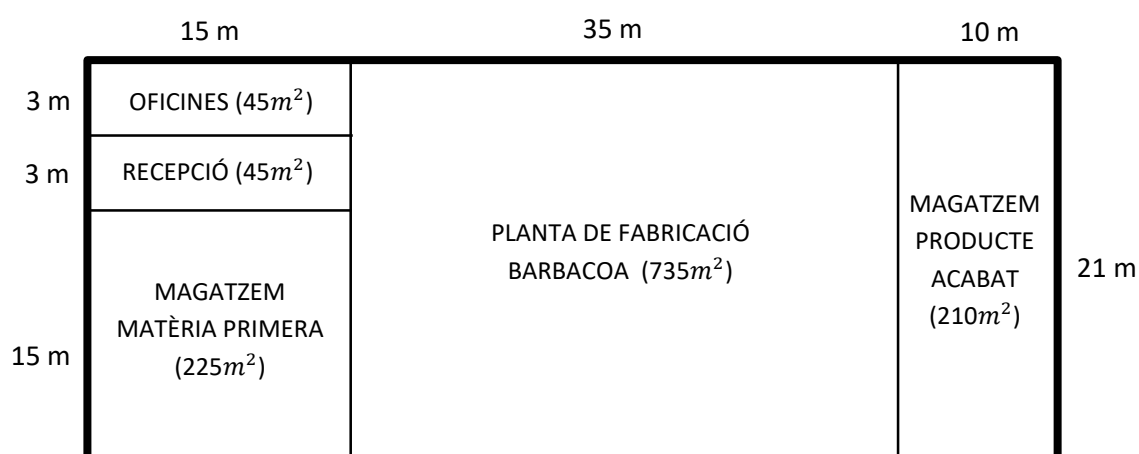


Figura 2.1: Distribució en planta de tota la nau.

3.1.1. Procés de negoci del magatzem de matèries primeres actual.

Les matèries primeres són distribuïdes per 5 proveïdors diferents, el proveïdor InoxCreix subministra un lot de xapa i tub rectangular d'acer inoxidable de les mesures especificades en la següent taula, el proveïdor Electrifer subministra resistències elèctriques a mesura, el proveïdor JOMA subministra tots els components elèctrics i electrònics (circuit Boost, bateria, carregador bateria, interruptor general i tub de cable), el proveïdor COFAC subministra una bossa ja preparada amb tots els cargols necessaris per a muntar la barbacoa a més de dues esquadres per lot per fixar les potes a la base de la barbacoa, finalment el proveïdor Cartones Soler ens subministra les caixes d'emalatge on s'introdueix el producte final acabat i s'emmagatzema.

A la següent taula es pot observar les característiques de cada matèria primera i el proveïdor que la subministra:

Proveïdor	Material	Dimensions
InoxCreix	Xapa Acer Inoxidable	1000x1200x5mm
	Tub Rectangular Acer Inoxidable	150x50mm
Electrifer	Resistència 500W-120V	310x200mm
JOMA	Circuit Electrònic Boost	67x45x31mm
	Bateria 12V 70Ah	348x167x181mm
	Carregador Bateria 220-12V	120x90x60mm
	Interruptor ON-OFF	13x21mm
	Tub Cable	3x1,5mm
COFAC	Bossa Cargoleria	100x60mm
	Esquadra Acer	150x75mm
Cartones Soler	Caixa Embalatge	1200x800x13mm

Taula 2.1: Proveïdor i dimensions de les matèries primeres.

El termini d'entrega de material pactat amb el proveïdor és de 5 dies hàbils i el termini de pagament per part de l'empresa als proveïdors és de 3 dies hàbils.

El personal del magatzem (2 mossos i un encarregat), són els encarregats de descarregar els lots de matèria primera dels camions en el motlle de descàrrega del magatzem i de traslladar el producte mitjançant toros mecànics o transpalets.

Al magatzem existeix una zona al costat del moll de descàrrega per a deixar els palets que van arribant i així poder emmagatzemar-los a posteriori una vegada s'ha descarregat el camió. Actualment els operaris emmagatzemen els palets en les estanteries sense seguir cap tipus de criteri preestablert. No existeix un lloc específic per a cada producte, els van emmagatzemant allà on més senzill els hi sembla o on es pot. Per tant, la única persona que coneix la ubicació correcta de cada material és el propi operari del magatzem, d'aquesta manera es corre el risc d'arribar al punt de no saber molt bé la localització d'un producte en concret.

Els productes arriben al magatzem identificats amb una etiqueta i un codi de barres. L'etiqueta té una referència per a que els operaris del magatzem sàpiguen de que producte es tracta. I el codi de barres en canvi, serveix per a que el proveïdor que ha distribuït comanda dels productes els pugui identificar internament. A mesura que van arribant els productes i són identificats, l'encarregat del magatzem omple un albarà per producte (detall del albarà a l'Annex 1).

Els albarans són acumulats i al final de la jornada laboral, s'entreguen les còpies dels albarans a administració.

A més, cada dia al començar la jornada laboral, l'encarregat del magatzem rep un llistat amb totes les comandes, que amb l'ajuda dels dos mossos, hauran de rebre durant el dia per part dels proveïdors.

En ocasions molt puntuals, a més a més, es produeixen ruptures d'estoc que es deuen principalment a dos factors:

- No coneixement a temps real de les existències del magatzem. Al produir-se una vegada al dia (final de la jornada) l'actualització de l'estat de les existències, es pot donar el cas de no disposar de la matèria primera necessària per a poder cobrir la fabricació diària.
- Al portar la gestió de forma manual mitjançant albarans, es produeixen ocasionalment errors de notació que deriven en un mal comptatge d'existències.

Ocasionalment es produeixen defectes en les saques per la pròpia manipulació dels toros mecànics per part del mosso de magatzem (les pales perforen la saca). Aquests accidents puntuals produeixen pèrdues directes productives, ja que el producte que cau de la saca s'ha de tornar a reciclar i això genera costos derivats.

El magatzem que té una capacitat de 225 m² i una alçada de 7,5 m, està organitzat mitjançant dues prestatgeries recolzades a les parets del magatzem i tres prestatgeries petites de 3 metres.

Cada prestatgeria consta de 3 nivells de 2 metres d'alçada cada un, s'emmagatzemen 2 palets per cel·la, això fa que es puguin emmagatzemar 95 palets de matèria primera, segons el volum de cada matèria primera i la quantitat de material que càpiga a cada palet és reparteix el espai del magatzem d'una manera poc ordenada i eficient.

A continuació, es pot observar la distribució actual del magatzem en qüestió.

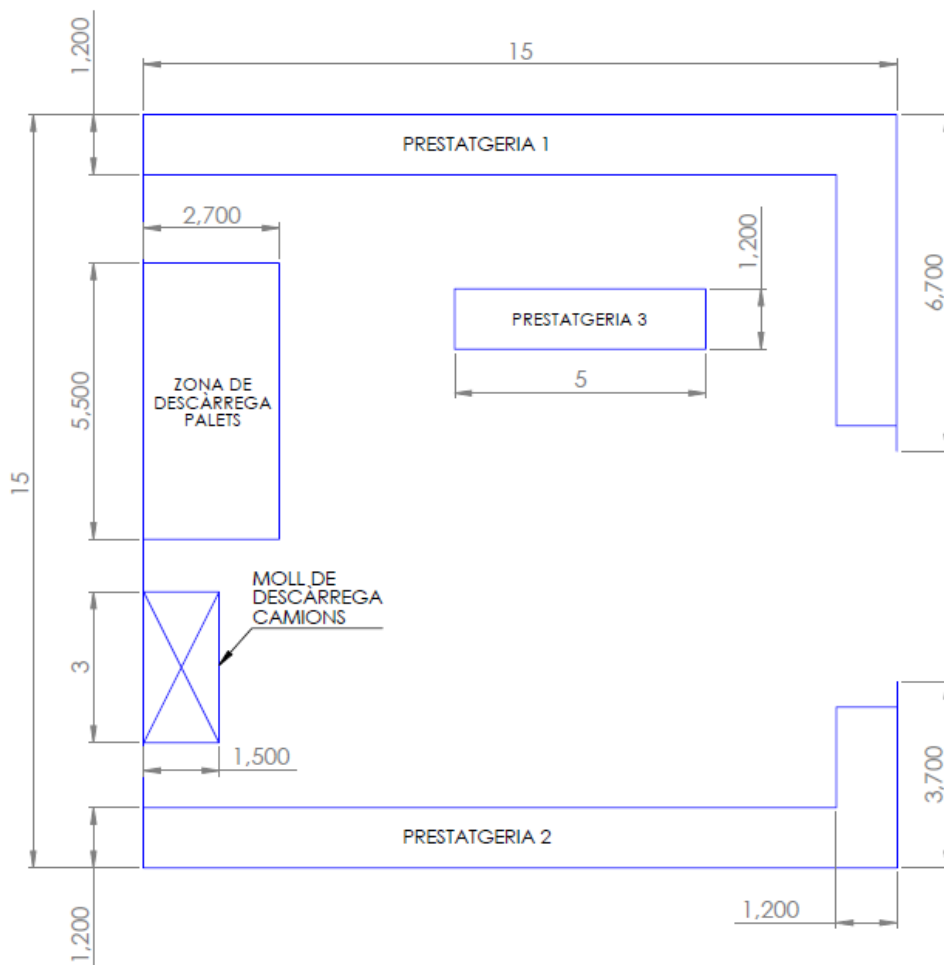


Figura 2.2: Distribució en planta del magatzem matèria primera actual.

3.1.2. Procés de negoci actual de la gestió de l'estoc.

L'equip d'operacions de l'empresa realitza les previsions de la demanda en base a històrics temporals cada 4 mesos. Degut a les fortes desviacions de la demanda durant l'any i a l'exigència d'una ràpida entrega al client final, es treballa amb un model d'estoc de seguretat, és a dir, tenir sempre existències al magatzem de matèria primera per a poder abastir a la fabricació en aquests cassos esmentats.

A la següent figura es representa el model de gestió de l'estoc de l'empresa actual:

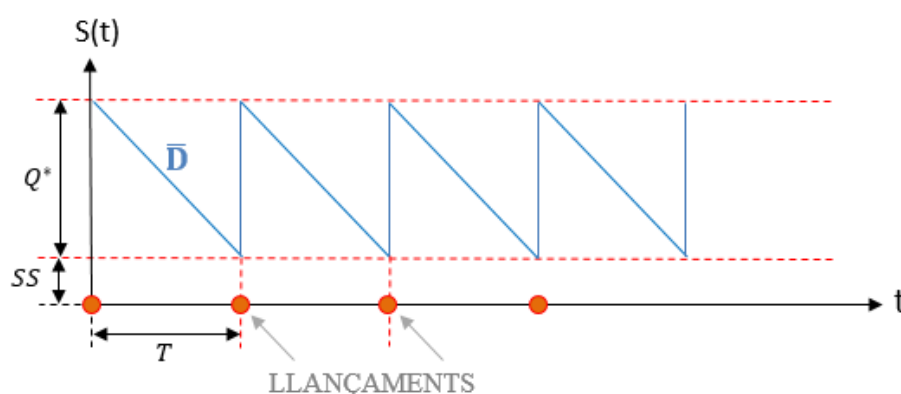


Figura 2.3: Model gestió d'estoc actual.

Els punts de reposició de cada producte venen donats per el punt de comanda òptims obtinguts a través de l'estoc de seguretat. Aquests punts de reposició, per por a noves ruptures d'estoc s'han anat incrementant innecessàriament els últims anys, fent que els costos d'emmagatzematge de producte acabat hagin incrementat considerablement. Una vegada les existències arriben la punt de comanda esmentat es demanen lots de matèria primera seguint uns criteris establerts i calculats per a cada material.

Els lots de compra òptims per a cada comanda són els següents:

Matèria primera	Lot compra òptim
(Xapa + Tub acer inoxidable)	282 unitats
Resistència	1059 unitats
Components Elèctrics	772 unitats
Cargoleria i Esquadra	1698 unitats
Caixa Embalatge	1578 unitats

Taula 2.2: Lots de compra òptims per a cada matèria primera.

Per a poder preveure possibles desviacions en el termini d'entrega de les matèries primeres, es treballa amb un punt de comanda òptim per a poder assolir el 95% de les comandes.

El model utilitzat per a determinar el punt de comanda segons la demanda és el següent:

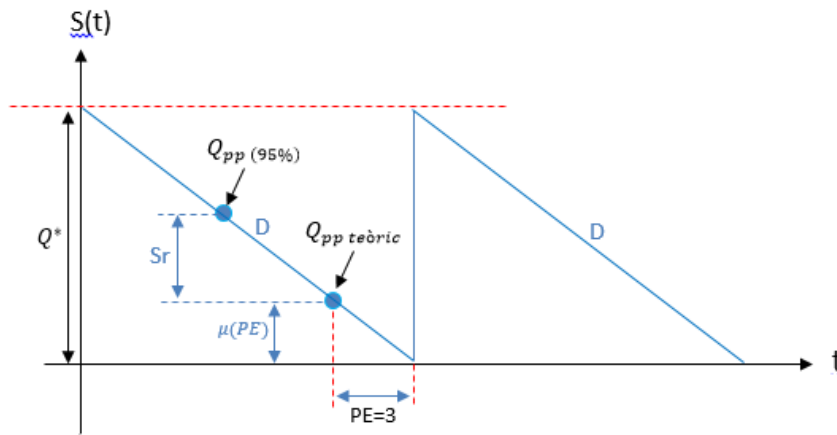


Figura 2.4: Model de punt de comanda òptim.

El punt de comanda òptim actual (Q_{pp}) és de 152 unitats.

Com s'ha comentat en el punt anterior, l'actualització del magatzem es produeix diàriament i en format paper (albarans). El personal d'administració dedica 45 minuts al dia a passar les dades a un petit software ERP que controla el nivell d'existències i connecta amb la resta de departaments i processos de l'empresa. Aquesta feina estava en principi dissenyada perquè fos realitzada per el propi personal de magatzem però no és possible perquè:

- Al magatzem, el personal no té connexió amb l'ERP de l'empresa.
- Degut a la càrrega de treball de manipulació i transport de palets, el personal no té possibilitat de fer aquesta feina durant la seva jornada laboral.

Es pretén mantenir un sistema de gestió d'existències de revisió continua (per aquest motiu es porta el control mitjançant albarans i la posterior entrada al sistema ERP), però per els motius esmentats en l'apartat anterior només és efectiu de manera periòdica, quan un cop cada tres mesos es realitza durant 8 hores un inventari total del magatzem.

Així doncs, només puntualment (cada tres mesos) es coneix a temps real i amb total seguretat les existències del magatzem.

3.1.3. Procés de negoci de la producció actual (planta fabricació).

En la planta de fabricació existeixen cinc zones de treball contínues, on es realitza una operació a cada una d'elles. A cada operació es requereixen uns recursos específics i la mà d'obra per part d'un operari o una màquina. En la primera zona de treball es realitza l'operació de tallar la xapa d'acer inoxidable en les peces dissenyades, la maquinària utilitzada és una talladora làser industrial (especificacions de la màquina a la taula 1.3). La segona zona de treball és realitza l'operació de doblegar les peces d'acer i la maquinària utilitzada en aquest cas és una plegadora industrial. Una vegada es tenen les peces doblegades en la tercera zona es realitza la operació de soldar aquestes peces en conjunts, la maquinària utilitzada són dos soldadors manuals d'elèctrodes. A la quarta zona de treball es munten els conjunts soldats i s'instal·len els components elèctrics, posteriorment s'introdueix la barbacoa a la caixa d'empaquetat juntament amb la bossa de cargoleria i les dos esquadres, tota aquesta operació la realitzen operaris en una taula de treball. Finalment una vegada es té una unitat de producte acabat a la última zona es realitza la operació de agrupar les caixes en palets per a ser introduïts al magatzem de producte acabat a posteriori.

Es disposa dels següents tipus de màquines dintre del procés de fabricació:

Màquina	Model /Fabricant	Característiques	Dimensions
Talladora Làser	Mod.: C456GB45 Fab.: BIPRESS	Velocitat tall: 60m/min Àrea màx. tall: 6x2m Potència: 4.500W	6,5x2,5m
Plegadora	Mod.: MP1400M Fab.: NAGERSA	Càrrega màx.: 39T Àrea treball: 3,5x2m Potència: 3.500W	3,8x2,2m
Soldadora	Mod.: I456GB45 Fab.: IGBLàser S.L.	Potència: 600W	0,5x0,3m
Retractiladora	Mod.: SN2000 Fab.: CEMAUSA	Vel. rotació: 30cicles/min Potència: 1000W	1,5x2,2m

Taula 2.3: Maquinària de la planta de fabricació.

Per a dur a terme cada operació de fabricació es requereixen uns recursos concrets (ja siguin materials o de mà d'obra) i una maquinària concreta, a més de una matèria primera concreta per a cada operació provinent del magatzem de matèries primeres.

El fet de disposar de una màquina per a cada zona de treball fa que existeixi unes distàncies de seguretat, una superfície estàtica, de gravitació i d'evolució, establint així una superfície de treball amb els següents valors:

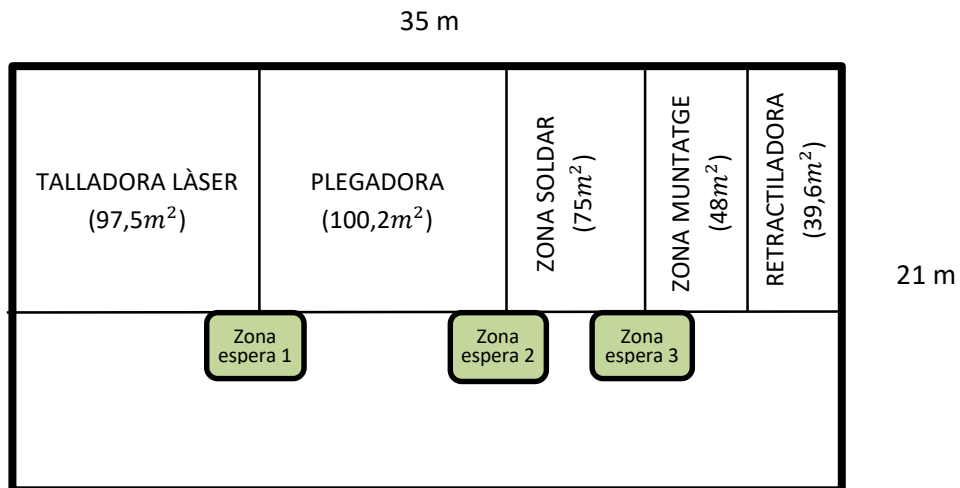


Figura 2.5: Distribució en planta de la secció de fabricació.

Un dels principals problemes que existeix en els processos esmentats és produir a l'hora de abastir a cada zona de treball amb la matèria primera del magatzem, ja que a les operacions que es requereix anar a buscar a magatzem la matèria primera, aquest procediment el sol realitzar el mateix operari de la màquina, i no el personal de magatzem, fent així que es perdi molt de temps efectiu de producció anant a reposar les matèries primeres. Hi ha operacions en les que el material a tractar es rep de l'operació anterior, que aquest es troba en la zona d'espera intermèdia entre les operacions, no obstant el operari també dedica un cert temps per anar a buscar el material.

3.2. Antecedents tècnics.

Ja fa temps que les empreses estan optant per a la millora de les seves instal·lacions industrials mitjançant la informatització o automatització per aconseguir una òptima gestió del seu sistema de control d'estoc.

Actualment, gran part de les empreses que disposen d'un volum elevat d'estoc en el magatzem ja disposen d'un sistema automatitzat de gestió dels seus productes, no obstant això existeix un gran sector de petita i mitja empresa no disposa d'unes instal·lacions automatitzades per al control i transport del seu estoc. Aquestes empreses que encara no han automatitzat el seu sistema d'estoc, la seva gestió es obsoleta, ja que es basa en la tramitació mitjançant persones físiques responsables de l'elaboració d'albarans a paper. A més aquestes empreses disposen d'operaris que transporten l'estoc mitjançant transpaletas d'un lloc a un altre, en canvi quan s'automatitza un magatzem no és necessària la participació de tants operaris.

3.2.1. Tecnologies per a l'automatització de magatzems.

Existeixen una gran varietat de tecnologies dirigides a l'automatització de magatzems. Una classificació molt general d'aquestes tecnologies identifica dos grans grups. Magatzems automàtics amb transelevadores o sistemes AS/RS.

Els sistemes automàtics de magatzematge i recuperació (AS/RS) permeten emmagatzemar i recuperar automàticament palets, caixes o cubetes. La selecció del sistema automàtic de magatzematge i recuperació adequat per a la seva situació específica dependrà de la capacitat de magatzematge i de la producció que es requereixin.

- Vehicles guiats automàticament o AGV'S.

Els sistemes de AGV'S, de manera simplificada, representen un vehicle que es mou de manera automàtica, sense conductor. Els sistemes de AGV'S estan concebuts per a la realització del transport de materials, especialment en tasques repetitives i amb alta cadència. Aquest sistema garanteix el transport de materials en una ruta predeterminada, de manera ininterrompuda i sense la intervenció directa de l'home.

- Transportadors de cinta, cadena o corró.

Son sistemes automàtics de transport de material mitjançant un seguit de cintes transportadores que van dirigint la càrrega fins a la posició de la prestatgeria que es pretengui. Aquestes cintes tradicionalment han estat motoritzades, però actualment es comença a implementar més habitualment el tipus de cinta gravitacional, que basa el seu moviment en una petita inclinació de la cinta per aprofitar la força de gravetat i realitzar el desplaçament de la càrrega.

- Paletitzadores, robots-manipuladors.

Es tracta d'una màquina que combina components mecànics i elèctrics amb la finalitat de col·locar productes generalment emmagatzemats en caixes, sacs, tambors, entre uns altres, sobre un palet, que pot ser de fusta, metall o plàstic.

Les tecnologies implementades per a la comunicació del paletitzador o el robot es basen fonamentalment en sistemes de transmissió de dades per radiofreqüència i sistemes d'identificació automàtica.

Les càrregues han de ser fàcilment manipulables. En la majoria dels casos això exigeix la utilització d'un suport (contenedor, palet, caixa,...) que permeti la manipulació automàtica de la mercaderia: estabilitat de la càrrega, uniformitat de dimensions, pesos...

Sovint aquets sistemes esmentats anteriorment de gestió son implementats juntament amb el sistema ERP de la pròpia empresa, aquest fet permet disposar de un coneixement a temps real de l'estat dels processos interns de l'empresa.

En aquest apartat s'esmenten breument alguns dels automatismes que es poden implementar en el sector industrial, però la varietat de mètodes de que existeixen actualment és molt àmplia, per això es pot consultar amb molt mes detall les tipologies existents a les referències [2] i [3] adjuntades a l'apartat 10 de la memòria, dos llibres referència en sistemes de automatització i gestió específics per a magatzems industrials.

3.3. Normativa:

3.3.1. Permisos de l'ajuntament i llicències de Software.

- Directiva Europea màquines industrials (2006/42/CE)

La directiva 2006/42/CE és una versió revisada de la directiva relativa a les màquines que es va aprovar la primera vegada en 1989. La nova Directiva de màquines, és aplicable a Espanya des del 29 de desembre de 2009 i té un doble objectiu, harmonitzar els requisits de salut i seguretat que s'apliquen a les màquines sobre la base d'un nivell elevat de protecció de la salut i de la seguretat i, al mateix temps, garantir la lliure circulació de les màquines al mercat de la UE. Es pot consultar amb més detall la directiva online a la referència [9].

- Ordenança de la regulació de usos industrials (10/05/2006)

La present Ordenança té per objecte complimentar la regulació dels usos industrials al capítol 1er. del títol IX de les Normes de Pla General d'Ordenació de Palau de Plegamans i Comarca, aprovat definitivament el 27 de Juliol de 1978 (B.O.P. 23/09/78) en els següents supòsits:

- Edificis industrials existents concebuts pel desenvolupament de l'ús industrial exclusiu i únic, en els que es pretén la seva compartimentació en varis establiments industrials.
- Edificis industrials de nova planta, d'ús industrial exclusiu, on es preveu la compartimentació en varis establiments industrials.

Es pot consultar amb més detall la normativa aplicada per part les llicències de l'ajuntament a la referència [10].

- Llicència d'Obres

Es tracta d'aquelles obres que per complexitat tant tècnica com a constructiva i econòmica suposin adequació de les instal·lacions i serveis, reparació o modificació, afectin al disseny exterior, a la fonamentació, a l'estructura o a les condicions d'habitabilitat o seguretat de les naus industrials, i requereixen, per a la seva tramitació i consecució, projecte tècnic.

- Llicència de software

L'ús de programari sense la deguda llicència està penat per la Llei 17.336 de propietat intel·lectual, que estableix una responsabilitat civil (multa) i una responsabilitat penal per a l'autor material de la infracció.

- Ordenança de sorolls i vibracions (10/09/2013)

L'ordenança té per objectiu regular les mesures i instruments municipals necessaris per prevenir, vigilar, reduir i corregir la contaminació acústica, que afecta els ciutadans i ciutadanes i el medi ambient, provocada pels sorolls i vibracions.

- Ordenança de la gestió de residus de construcció (05/08/2008)

La present Ordenança té per objecte regular la gestió controlada de terres, enderroc i runes i residus de la construcció generats en les obres d'enderrocament, construcció i excavació, que es destinen al seu abandonament, establint una regulació addicional a la d'atorgament de les llicències municipals d'obres.

- Ordenança de recollida de residus (18/06/2009)

La recollida i transport de residus domèstics i també els residus de comerços i oficines i serveis d'altres residus.

La recollida i transport dels materials residuals i dels productes destinats pels seus productors o posseïdors a l'abandonament que, no estant inclosos específicament en els seus apartats precedents són, d'acord amb la legislació vigent, de competència municipal.

Tota la normativa que s'ha tingut en compte a l'hora de realitzar el projecte es troben a l'annex II.

3.3.2. Reglament de seguretat contra incendis en establiments industrials.

Aquest reglament té per objecte establir i definir els requisits que han de satisfer i les condicions que han de complir els establiments i instal·lacions d'ús industrial per a la seva seguretat en cas d'incendi, per prevenir la seva aparició i per donar la resposta adequada, en cas de produir-se, limitar la seva propagació i possibilitar la seva extinció, amb la finalitat d'anul·lar o reduir els danys o pèrdues que l'incendi pugui produir a persones o béns.

Les activitats de resposta a l'incendi tindran com a finalitat controlar o lluitar contra l'incendi, per extingir-ho, i minimitzar els danys o pèrdues que pugui generar.

Aquest reglament s'aplicarà, amb caràcter complementari, a les mesures de protecció contra incendis establertes en les disposicions vigents que regulen activitats industrials, sectorials o específiques, en els aspectes no prevists en elles, les quals seran de completa aplicació en el seu camp.

- Requisits de les instal·lacions

Tots els aparells, equips, sistemes i components de les instal·lacions de protecció contra incendis dels establiments industrials, així com el disseny, l'execució, la posada en funcionament i el manteniment de les seves instal·lacions, compliran el preceptuat en el Reglament d'instal·lacions de protecció contra incendis, aprovat pel Reial decret 1942/1993, de 5 de novembre, i en l'Ordre de 16 d'abril de 1998, sobre normes de procediment i desenvolupament d'aquell.

3.3.3. Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió

- Article 1. Objecte

El present Reglament té per objecte establir les condicions tècniques i garanties que han de reunir les instal·lacions elèctriques connectades a una font de subministrament en els límits de baixa tensió, amb la finalitat de:

- Preservar la seguretat de les persones i els béns.
- Assegurar el normal funcionament d'aquestes instal·lacions i prevenir les pertorbacions en altres instal·lacions i serveis.
- Contribuir a la fiabilitat tècnica i a l'eficiència econòmica de les instal·lacions.

- Article 2. Camp d'aplicació

El present Reglament s'aplicarà a les instal·lacions que distribueixin l'energia elèctrica, a les generadores d'electricitat per a consum propi i a les receptores, en els següents límits de tensions nominals:

- Corrent altern: igual o inferior a 1.000 volts.
- Corrent continu: igual o inferior a 1.500 volts.

El Reglament s'aplicarà a les noves instal·lacions, a les seves modificacions y les seves respectives modificacions.

- Article 3. Instal·lació elèctrica

S'entén per instal·lació elèctrica tot conjunt d'aparells i de circuits associats en previsió de un fi particular: producció, conversió, transformació, transmissió, distribució o utilització de l'energia elèctrica.

- Article 4. Classificació de les tensions. Freqüència de les xarxes.

A efectes d'aplicació de les prescripcions del present Reglament, les instal·lacions elèctriques de baixa tensió es classifiquen, segons les tensions nominals que se'ls assigna, de la següent forma:

	Corrent alterna	Corrent continua
Molt baixa tensió	$U_n \leq 50V$	$U_n \leq 75V$
Tensió usual	$50 < U_n \leq 500V$	$75 < U_n \leq 750V$
Tensió especial	$500 < U_n \leq 1000V$	$750 < U_n \leq 1500V$

Taula 2.4 Classificació de les tensions segons normativa.

Les tensions nominals usualment utilitzades en les distribucions de corrent altern seran:

- 230 V entre fases per a les xarxes trifàsiques de tres conductors.
- 230 V entre fase i neutre, i 400 V entre fases, per a les xarxes trifàsiques de 4 conductors.

Quan en les instal·lacions no pugui utilitzar-se alguna de les tensions normalitzades en aquest Reglament, perquè han de connectar-se a o derivar d'una altra instal·lació amb tensió diferent, es condicionarà la seva inscripció al fet que la nova instal·lació pugui ser utilitzada en el futur amb la tensió normalitzada que pugui preveure's. La freqüència emprada a la xarxa serà de 50 Hz.

- Article 5. Pertorbacions en les xarxes

Les instal·lacions de baixa tensió que poguessin produir pertorbacions sobre les telecomunicacions, les xarxes de distribució d'energia o els receptors, hauran d'estar dotades dels adequats dispositius protectors, segons s'estableix en les disposicions vigents relatives a aquesta matèria.

- Article 6. Equips i materials

Els materials i equips utilitzats en les instal·lacions hauran de ser utilitzats en la forma i per a la finalitat que van ser fabricats. Els inclosos en el camp d'aplicació de la reglamentació de transposició de les Directives de la Unió Europea hauran de complir amb l'establert en les mateixes.

En el no cobert per tal reglamentació s'aplicaran els criteris tècnics preceptuats pel present Reglament. En particular, s'inclouran juntament amb els equips i materials les indicacions necessàries per a la seva correcta instal·lació i ús, havent de marcar-se amb les següents indicacions mínimes:

- Identificació del fabricant, representant legal o responsable de la comercialització.
- Marca i model.
- Tensió i potència (o intensitat) assignades.
- Qualsevol altra indicació referent a l'ús específic del material o equip, assignat pel fabricant.

4. Abast del projecte:

Es defineixen uns límits per al projecte i es descriuen els diferents assumptes a projectar.

- ✓ S'implementarà un sistema automatitzat d'emmagatzematge d'estoc en el magatzem de matèria primera i es definirà la maquinària utilitzada per a cada procés i els tipus de sensors utilitzats.
- ✓ Pel que fa a la planta de producció es dissenyarà un sistema automatitzat que transporti el estoc directament del magatzem de matèria primera a les diferents àrees de la planta de fabricació.
- ✓ Es redefiniran els processos de gestió i control del estoc tant a la part del magatzem de matèria primera com a l'àrea de producció.
- ✓ Es dissenyaran tots els esquemes dels recursos elèctrics i electrònics (a nivell de circuit i programació) dels sistemes automatitzats, a més s'avaluaran els elements necessaris de l'àmbit electrònic pel bon funcionament de la màquina, tenint en compte l'optimització a l'hora d'escollir-los i dissenyar-los.
- ✓ Es realitzarà la programació de la pantalla tàctil que el client tindrà en la seva màquina automatitzada del magatzem, aquesta pantalla permetrà introduir paràmetres i es visualitzaran uns indicadors del moviment del estoc a temps real.
- ✓ Es realitzarà la implementació d'una Interface entre l' informació de l'estoc del magatzem i el sistema ERP de l'empresa i es definiran tots els components de hardware i comunicacions necessaris per a el correcte funcionament.

En el projecte no es realitzaran les accions determinades a continuació:

- ✘ No es realitzaran els dissenys i càlculs mecànics de les estructures del transelevador i la prestatgeria, ja que es comprarà l'estructura mecànica.
- ✘ Es deixarà la part d'execució i explotació del sistema automatitzat a càrrec del client, tot i així s'entregarà estudi de la viabilitat de la fase d'explotació.
- ✘ No es realitzarà prototipus o maqueta de les instal·lacions.
- ✘ No es realitzarà un servei postvenda de recanvis d'elements de la maquinària.
- ✘ El sistema automatitzat estarà limitat a poder transportar només qualsevol element que estigui carregat a sobre d'un palet.
- ✘ No es realitzarà la integració final del sistema ERP (a càrrec de l'empresa del ERP).

5. Objectius i especificacions tècniques.

5.1. Objectius del projecte.

Amb la realització d'aquest projecte es pretenen assolir uns objectius específics orientats a la optimització del processos de l'empresa, ja sigui gràcies a l'automatització o a la reorganització de la gestió dels processos realitzats.

Es fixen els següents objectius del projecte i s'esmenta la implementació a realitzar:

- Augmentar la eficàcia i l'eficiència del sistema de gestió i transport d'estoc al magatzem de matèria primera, reduint el temps de manipulació de l'estoc i coneixent l'estat del inventari a temps real.
 - Es realitzarà una reorganització de les infraestructures i la maquinària encarregada de distribuir automàticament el estoc del magatzem de matèria primera, seguint els requeriments de les especificacions i necessitats del client (nombre de productes, espai de magatzem, etc.)

- Augmentar la productivitat de la planta de fabricació optimitzant el procés de trànsit de material entre el magatzem i la fabricació.
 - Es dissenyarà un sistema automàtic que comuniqui el magatzem de matèria primera i la producció per que fa al trànsit d'estoc, aquest sistema abastirà la línia de producció de matèria primera.

- Implementar un sistema automàtic FIFO que garanteixi la circulació constant de la matèria primera, tant per a comandes d'entrada com de sortida de material.
 - S'instal·larà un nou model innovador de prestatgeries dinàmiques, anomenades prestatgeries gravitacionals, consisteix en cintes de rodets inclinades que aprofiten la força de la gravetat. Aquesta prestatgeria garanteix al 100% el sistema FIFO.

- Reduir temps de treball administratiu i disposar d'una base de dades amb informació directa i automàtica dels processos de magatzem i fabricació.
 - Es realitzarà una connexió directa entre el magatzem, la planta de fabricació i la part administrativa de l'empresa, per tal de adquirir informació de tots els processos i transferir-les a el software ERP propi que té l'empresa.

5.2. Especificacions tècniques.

Per a cada objectiu s'estableixen unes especificacions tècniques associades a les necessitats materials que es requereixen per aconseguir arribar al objectiu en concret. A continuació es mostren les especificacions de cada objectiu:

- ✓ **OBJECTIU 1: Augmentar la eficàcia i l'eficiència del sistema de gestió i transport d'estoc al magatzem de matèria primera, reduint el temps de manipulació de l'estoc i coneixent l'estat del inventari a temps real.**

5.2.1. Especificacions pròpies del magatzem.

5.2.1.1. Característiques del estoc.

El estoc a manipular sempre estarà carregat a sobre d'un palet estandarditzat.

- Mesures palet: 1000x1200x166mm.
- Dimensions màximes de la càrrega dels palets: 1000x1200x1650mm.
- Pes màxim de la càrrega del palet: 1270 kg.

5.2.1.2. Característiques dels transelevador automàtic.

Es requeriran dos transelevadors de les mateixes dimensions i característiques, un per guardar el material a la prestatgeria i el altre per descarregar material de la prestatgeria.

Cada transelevador disposa de les següents especificacions:

- Mecanisme de guiat: 4 rodes, dos d'elles seran les encarregades de genera el moviment de la màquina.
- Tipus rodes: doble pestanya guiades per carril.
- Material de l'estructura de la màquina: Ferro C1022.
- Dimensions obtinguts de les diferents parts de la màquina són:
 - Pales: 0.15x0.03x1.5m.
 - Suport de les pales: 0.15x0.14x1.5m.
 - Columna principal transelevador: 0.30x0.30x6.5m.
 - Estructura inferior principal: 1.2x1.5x0.11m.

- Càrrega màxima que estan sotmeses les diferents parts de la màquina:
 - Pes màxim a suportar en les pales: 2300 kg.
 - Pes total suportat per la columna central de la màquina de 3,7 Tn.
 - Pes total a suportar per l'estructura inferior principal de 5,55 Tn.
 - Pes total a suportar per les 4 rodes de la màquina de 7,4 Tn.

- Moviments del transelevador:
 - Eix X:
 - Recorregut: 13 metres.
 - 1 Motoreductor de 916 W / 400 V / 7,31Nm de par i velocitat de treball 99 rpm, (Trifàsic).
 - 1 Variador de freqüència 916 W / 400 V / Trifàsic.
 - 1 Encoder Absolut de 24 bits de resolució i 256 revolucions.
 - Eix Y:
 - Recorregut: 6,5 metres.
 - 1 Motoreductor de 10,01 KW / 400 V / 67,15 KNm de par i velocitat de treball 19,1 rpm, (Trifàsic).
 - 1 Variador de freqüència 10,01 KW / 400 V / Trifàsic.
 - 3 Sensors de proximitat inductius 10 a 40V DC a 3 fils i sortida de commutació PNP.
 - Eix Z (Sortida paletes):
 - 1 Motoreductor de 102,5 W / 400 V / 22,6 Nm de par i velocitat de treball 48 rpm.
 - 3 Finals de carrera NO+NC de tensió 24 V DC.

5.2.1.3. Cinta d'entrada del magatzem.

Es tracta d'una cinta transportadora de rodets amb desplaçament per gravetat sense motor:

- Especificacions pròpies de la cinta:
 - Amplada: 1,3 m.
 - Llargada: 2 m.
 - Altura càrrega: 1 m.
 - Carrega suportada per tota la cinta: 3500 Kg

- Rodets:
 - Radi: 30 mm.
 - Material: Metall amb un recobriment zinc de 3mm d'espessor.
 - Distància entre rodets: 91 mm.
 - Dispositiu de frenada al final del trajecte i entremig.
- Sensors incorporats: 2 sensors de presència capacitius de 10 a 40V DC d'alimentació a 4 fils i sortida de commutació PNP.

5.2.1.4. Cinta de sortida del magatzem.

En aquest cas es tracta d'una cinta transportadora de rodets amb desplaçament motoritzat:

- Especificacions pròpies de la cinta:
 - Amplada: 1,3 m.
 - Llargada: 2 m.
 - Altura càrrega: 1 m.
 - Carrega suportada per tota la cinta: 2700 Kg
 - Rodets:
 - Radi: 30 mm.
 - Material: Metall amb un recobriment zinc de 3mm d'espessor.
 - Distància entre rodets: 91 mm.
- Sistema de moviment:
 - Motor: 1 motor monofàsic de 0,75 kw.
 - Variador de freqüència a mesura per al motor de 0,75 kw.
 - Velocitat màxima de circulació: 70 m/min.
- Sensors incorporats: 2 sensors de presència capacitius de 10 a 40V DC d'alimentació a 4 fils i sortida de commutació PNP.

5.2.1.5. Controlador PLC.

El controlador utilitzat s'encarregarà de

- Alimentació de 24 V DC.
- CPU amb memòria mínima interna de 131 KB.
- Connectivitat de bus industrial Profibus (9,6 kbit/s-12 Mbit/s)
- Connectivitat de bus industrial Ethernet, connector RJ45 (10/100Mbit/s)
- Mínim de 24 entrades digitals a 24V DC.
- Mínim de 16 sortides digitals a 24V DC.
- Mínim d'1 entrada analògica de 0V a 10V DC.
- Mínim d'1 sortida analògica de 0V a 10V DC.
- Pantalla Tàctil capacitiva de 10" amb comunicació Profibus/Ethernet.
- Compliment IEC 61131 per entrades digitals i comunicacions.
- Compliment Directiva de Baixa Tensió 2006/95/CE
- Compliment de Compatibilitat electromagnètica (CEM - 2004/108/CE)

- ✓ **OBJECTIU 2: Augmentar la productivitat de la planta de fabricació optimitzant el procés de trànsit de material entre el magatzem i la fabricació.**

5.2.2. Especificacions pròpies de la planta de producció.

Es requereixen tres tipus de cintes de rodets motoritzats per a la implementació del sistema de transport automàtic del estoc a les diferents àrees de fabricació.

5.2.2.1. Cinta Transportadora TIPUS-1:

- Especificacions pròpies de la cinta:
 - Amplada: 1,3 m.
 - Llargada: 2,5 m.
 - Altura càrrega: 1 m.
 - Carrega suportada per tota la cinta: 2400 Kg

- Rodets:
 - Radi: 30 mm.
 - Material: Metall amb un recobriment zinc de 3mm d'espessor.
 - Distància entre rodets: 91 mm.
- Sistema de moviment:
 - Motor: 1 motor monofàsic de 0,75 kw.
 - Variador de freqüència a mesura per al motor de 0,75 kw.
 - Velocitat màxima de circulació: 70 m/min.
- Sensors incorporats: 2 sensors de presència capacitius de 10 a 40V DC d'alimentació a 4 fils i sortida de commutació PNP.

5.2.2.2. Cinta Transportadora TIPUS-2:

- Especificacions pròpies de la cinta:
 - Amplada: 1,3 m.
 - Llargada: 18 m.
 - Altura càrrega: 1 m.
 - Carrega suportada per tota la cinta: 2700 Kg
- Rodets:
 - Radi: 30 mm.
 - Material: Metall amb un recobriment zinc de 3mm d'espessor.
 - Distància entre rodets: 91 mm.
- Sistema de moviment:
 - Motor: 3 motor monofàsic de 0,75 kw.
 - 3 Variadors de freqüència a mesura per als motors de 0,75 kw.
 - Velocitat màxima de circulació: 70 m/min.
- Sensors incorporats: 2 sensors de presència capacitius de 10 a 40V DC d'alimentació a 4 fils i sortida de commutació PNP.

5.2.2.3. Cinta Transportadora TIPUS-3:

- Especificacions pròpies de la cinta:
 - Forma de la cinta: Tipus L.
 - Amplada: 1,3 m.
 - Llargada: 3,5x2,5 m.
 - Altura càrrega: 1 m.
 - Carrega suportada per tota la cinta: 2700 Kg
 - Rodets:
 - Radi: 30 mm.
 - Material: Metall amb un recobriment zinc de 3mm d'espessor.
 - Distància entre rodets: 91 mm.
- Sistema de moviment:
 - Motor: 1 motor monofàsic de 0,75 kw.
 - Variador de freqüència a mesura per al motor de 0,75 kw.
 - Velocitat màxima de circulació: 70 m/min.
- Sensors incorporats: 2 sensors de presència capacitius de 10 a 40V DC d'alimentació a 4 fils i sortida de commutació PNP.

A més de aquestes cintes transportadores es requeriran dos mòduls de cinta de rodets que puguin girar el moviment del estoc.

5.2.2.4. Cinta Transportadora rotativa:

- Especificacions pròpies de la cinta:
 - Forma cinta: Rodona.
 - Diàmetre estructura: 1,5 m.
 - Altura càrrega: 1 m.
 - Carrega suportada per tota la cinta: 2600 Kg
- Sistema de moviment:
 - Motor: 1 motor monofàsic de 0,60 kw.
 - Velocitat màxima de circulació: 40 m/min.

- ✓ **OBJECTIU 3: Implementar un sistema automàtic FIFO que garanteixi la circulació constant de la matèria primera, tant per a comandes d'entrada com de sortida de material.**

5.2.3. Especificacions de la prestatgeria.

- Dimensions prestatgeria: 13x5,5x6,5 m.
- Cel·les dinàmiques: 1,3x5,5x2 m.
- Inclinació cel·les: 3,5 graus.
- Càrrega màxima distribuïda per cel·la: 7500 Kg.
- Rodets:
 - Radi: 30 mm.
 - Material: Acer (SAE 1330).
 - Distància entre corròns: 98 mm.
- Bastidor:
 - Gruix barra: 185x153 mm.
 - Dimensions bastidors individuals: 1,3x1,1x6,6 m.
- Travesseres: model 2C 1315 individuals de 1,3 m, utilitzat per a gran carregues i longituds.

Incorporacions tècniques addicionals en la prestatgeria:

- Malla anticaiguda de protecció per a els laterals:
 - Dimensions: 6,5x5,5 m.
 - Gruix reixeta: 3mm.

- ✓ **OBJECTIU 4: Reduir temps de treball administratiu i disposar d'una base de dades amb informació directa i automàtica dels processos de magatzem i fabricació.**

5.2.4. Especificacions de la xarxa de comunicació.

- Switch comunicacions.
- Cable Ethernet amb connector RJ45 (10/100 Mbit/s).
- Bloc d'Interface PLC-ERP.

6. Explicació de la solució trobada.

La solució tècnica final, com ja s'ha introduït a l'objecte del treball, consta en fer un sistema automàtic mitjançant un controlador PLC que s'encarregarà de gestionar i manipular la entrada/sortida d'estoc del magatzem de matèria primera. Aquest automatisme ha de controlar dos transelevadors, un per l'entrada i un per la sortida d'estoc, a més ha de ser capaç de controlar el trànsit d'estoc del magatzem a la planta de producció a través d'un seguit de cintes transportadores de rodets motoritzats. El PLC que es decideix implementar incorpora les cartes necessàries d'entrades i sortides tant digital com analògiques. El model de CPU escollit ha estat el model 314-2PN/DP del fabricant Siemens, es poden consultar les especificacions de la CPU al catàleg de siemens adjuntat a la referència [3].

Pel que fa a l'entrada d'estoc, una cinta transportadora de gravitació per rodets dispensa els palets de matèria primera al transelevador d'entrada. Aquest tipus de model de cinta transportadora es basa en aprofitar l'acció de la força de gravetat en una superfície inclinada, aquesta solució permet que es realitzi un moviment del palet sense motors. La cinta incorpora dos sensors capacitius, un a l'inici que detecta l'entrada dels palets i un altre sensor al final que permet condicionar quan el transelevador pot realitzar l'operació de emmagatzematge del producte.

Com s'acaba de mencionar, el transelevador automàtic s'encarrega d'anar a recollir el palet que es troba al final de la cinta per realitzar l'emmagatzematge d'aquest. Segons el producte introduït el transelevador desarà el palet a la zona de les prestatgeries que es prestableix al següent capítol 6.4 de disseny i programació del sistema automatitzat. La càrrega de palets sempre serà d'un en un. El transelevador en concret es de tipus monocolumna guiat sobre un rail i realitza tres moviments diferents:

- Moviment de l'eix X:

Es tracta del recorregut que ha de fer el transelevador al llarg dels 13 metres de la prestatgeria, tant com endavant com cap endarrere. Aquest moviment es realitza mitjançant un motor trifàsic acoblat a l'estructura del transelevador que es mou horitzontalment per el rail. Un encoder a l'eix de gir del motor permet obtenir un senyal digital amb la posició exacta on es troba el transelevador.

- Moviment de l'eix Y:

Es tracta del moviment que ha de fer el transelevador en vertical de pujada i baixada per accedir als 3 nivells de les prestatgeries. Aquest moviment es produeix mitjançant un motor, una politja i un contrapès per ajudar a la càrrega. Per saber en quin dels 3 nivells es troba, s'incorporen tres sensors inductius que detectaran la base de la màquina metàl·lica.

- Moviment de l'eix Z:

Es tracta del moviment que han de fer les pales del transelevador cap a la dreta i cap a l'esquerra per agafar i deixar els palets a tots dos costats. El moviment de les pales es realitza mitjançant un motor connectat a un pinyó cremallera incorporat a l'estructura del transelevador. Les pales consten de tres posicions, pales esteses a l'esquerra, pales esteses a la dreta i pales a la posició centrada d'origen (sobre la estructura del transelevador), a més per a saber les posicions de les pales es disposa de tres finals de carrera.

La descàrrega de material de la prestatgeria es realitza de la mateixa manera mencionada anteriorment, un transelevador amb les mateixes característiques s'encarregarà de recollir el palet de la prestatgeria i subministrar-lo a la cinta de sortida.

El model implementat del transelevador automàtic es pot observar a la següent imatge:

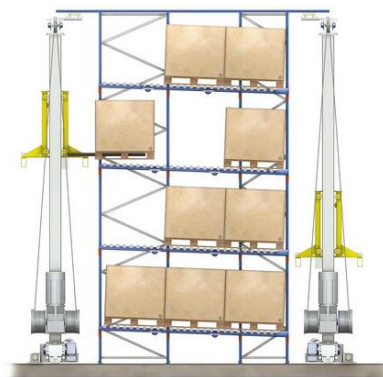


Figura 6.1. Model dels transelevadors utilitzats.

Un seguit de cintes transportadores motoritzades per rodets distribuirà el palet a la zona de producció que es requereixi. El tipus de producte a descarregar estarà fixat per la demanda de material que es requereixi a la planta de producció.

La distribució de les cintes transportadores de descàrrega de material a la planta de producció és pot visualitzar a la següent imatge:



Figura 6.2. Plànol distribució cintes transportadores de producció.

- La cinta 3 de producció subministrarà el producte 1 (xapa metàl·lica).
- La cinta 6 de producció subministrarà el producte 2 (lot components muntatge).
- La cinta 7 de producció subministrarà el producte 3 (capses d'embalatge).

Cada cinta de producció incorpora dos sensors capacitius un a l'inici i l'altre al final per a detectar l'entrada de material. Aquets sensors a part d'activar i desactivar els motors de les cintes també tenen la funció de determinar la necessitat de servir els productes, ja que els sensors del final de les cintes 3,6 i 7 detectaran si es troba un palet servit a cada secció. En cas de no detectar un palet al final de cada secció, el transelevador distribuirà un palet del producte en concret automàticament, aconseguint així disposar de un palet de matèria primera sempre a cada zona de producció. Els models implementats de les cintes es poden visualitzar a la següent imatge i es pot consultar les característiques de cada cinta a l'apartat de viabilitat tècnica de l'avantprojecte i al catàleg del proveïdor a la referència [4].

Nº CINTA	MODEL	TÍPUS CINTA
CP1, CP3, CP6	TRM-RT/25	
CP4	TRM-RT/180	
CP2, CP5	TRM-GTS/15	
CP7	TRM-STL/35	

Taula 6.1. Model de les cintes transportadores de producció.

Es disposarà d'una pantalla tàctil Simatic TP277 localitzada al costat de la cinta d'entrada del magatzem, la funció d'aquesta serà d'interactuar amb el procés del sistema automatitzat d'emmagatzematge d'estoc. El operari del magatzem haurà de seleccionar per una botonera visualitzada per la pantalla HMI el tipus de producte que està introduint i a la vegada es podrà visualitzar la quantitat d'estoc que es troba emmagatzemat a temps real.

El mateix automatisme haurà de ser capaç de establir una comunicació entre el magatzem de producte acabat i el departament administratiu d'oficines. Per a dur a terme aquesta tasca es requereix un mòdul extern CP que s'encarregui de la comunicació entre el PLC existent i el software ERP propi de l'empresa, el mòdul seleccionat és el CP 343-1 ERPC de Siemens ja que és compatible amb la CPU 314 i per a qualsevol ERP. Aquesta CP permet intercanviar paquets de dades via LAN entre l'equip d'automatització SIMATIC S7 i la estació ERP a nivell d gestió d'estoc i indicadors de l'estat del procés.

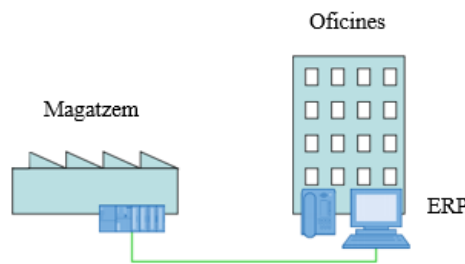


Figura 6.3. Xarxa LAN entre el magatzem i l'ERP d'oficines.

Pel que fa a la prestatgeria s'ha optat per un model basat en el moviment per gravitació a través de rodets. Gràcies a aquest model de prestatgeria s'assegura una constant rotació dels palets i un sistema de flux FIFO, ja que el primer palet que entra a la cel·la és el primer en sortir de la prestatgeria. Cada cel·la de la prestatgeria instal·lada pot emmagatzemar 5 palets i té unes dimensions de 1,3m d'amplada, 5,5m de llarg i 2m d'altura. Es disposen de 10 carrils de 3 cel·les d'altura, el que es tradueix en un màxim de càrrega emmagatzemada de 150 palets. Per tal d'acomplir la normativa europea en seguretat de maquinària industrial mencionada a l'apartat 3.3 de normatives, s'instal·la una malla de protecció que impossibiliti l'accés de persones a el transelevador i les prestatgeries, el model de reixa incorporada és MXS-15L135A del mateix fabricant de les prestatgeries i el transelevador que és Mecalux.

A la següent imatge es pot observar el model de la prestatgeria implementada:

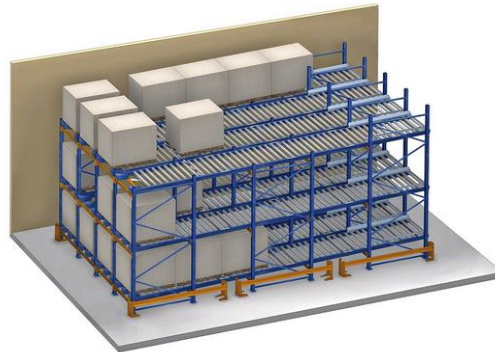


Figura 6.4. Model de la prestatgeria dinàmica del magatzem.

S'han realitzat plànols nous de la nau del magatzem i la planta de fabricació, incloent totes les modificacions i incorporacions realitzades pel projecte, com ara la introducció de la nova prestatgeria, els transelevadors i les cintes transportadores. Tot això genera una nova organització del magatzem i de la planta de fabricació.

La distribució en planta del magatzem i producció és pot observar a la següent imatge:

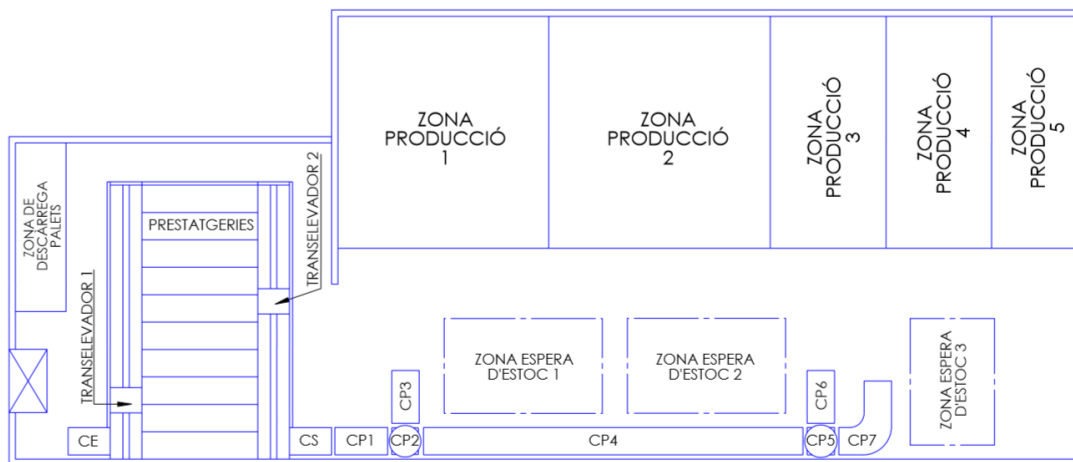


Figura 6.5. Distribució en planta del magatzem i producció.

Finalment també s'han redefinit els processos del nou sistema de gestió d'estoc al magatzem de matèria primera. El fet d'automatitzar el procés implica un canvi en la gestió del material i les tasques del personal de magatzem, és per això que s'han realitzat uns diagrames de flux de procés que descriuen les tasques a realitzar en la recepció de material i el seu emmagatzematge, aquets diagrames pretenen facilitar la comprensió del procés a realitzar. A més els diagrames incorporaran una taula de rols on es definirà el responsable de cada operació i la tasca a realitzar ben detallada.

6.1. Reorganització i disseny del nou magatzem.

En la nova remodelació del layout del magatzem, es pretén assolir una millor distribució de tots els components que el conformen, sempre amb la finalitat d'obtenir un millor flux de l'estoc tant per als operaris com per a els components del automatisme. Per a poder realitzar qualsevol modificació en la distribució del magatzem s'ha hagut de demanar una llicència d'obres tal i com es detalla a l'apartat 3.3 de la normativa aplicada.

A continuació es detallen els components incorporats a la nova distribució realitzada:

- **Incorporació de la prestatgeria de gravitació:**

Inicialment les prestatgeries estaven distribuïdes per tot magatzem, amb la nova remodelació s'ha implementat un únic bloc de prestatgeries que permet emmagatzemar més quantitat de material. Aquesta prestatgeria permet un millor flux de l'estoc a través del seu sistema FIFO automàtic.

- **Incorporació dels transelevadors de càrrega i descàrrega:**

Els transelevadors implementats són de tipus monocolumna i guiats sobre un rail, el muntatge mecànic i la instal·lació a la nau del transelevador el realitza a mateixa empresa Mecalux, en aquest cas només s'indica la ubicació desitjada dels transelevadors en el magatzem.

- **Incorporació de la malla de protecció a la zona dels transelevadors:**

Per tal de complir la Directiva Europea (2006/42/CE) en seguretat de màquines industrials s'ha hagut de incorporar una malla de protecció antipersones per tal impossibilitar l'accés a la zona dels transelevadors. El model de la malla és el S-502C fabricat per Mecalux amb unes dimensions de 11,5x7,9x3m.

- **Implementació de les cintes transportadores del magatzem i fabricació:**

Al magatzem s'incorporen dues cintes transportadores, una de gravitació per a la càrrega de material i una altra motoritzada per a la descàrrega de material. Pel que fa a la planta de fabricació s'incorporen 7 cintes transportadores diferents que distribueixen el estoc a cada zona de treball.

A l'apartat anterior de descripció de la solució i a l'apartat 6.1.5. de viabilitat tècnica de l'avantprojecte es poden consultar els models i les característiques de tots els components implementats en el projecte.

La realització dels plànols s’ha realitzat segons la normativa europea ISO-E, seguidament es pot visualitzar els plànols implementats tant al magatzem com a la planta de fabricació. Es poden consultar les mesures de les instal·lacions i dels components al document adjuntat de plànols.

Distribució en planta del magatzem de matèria primera:

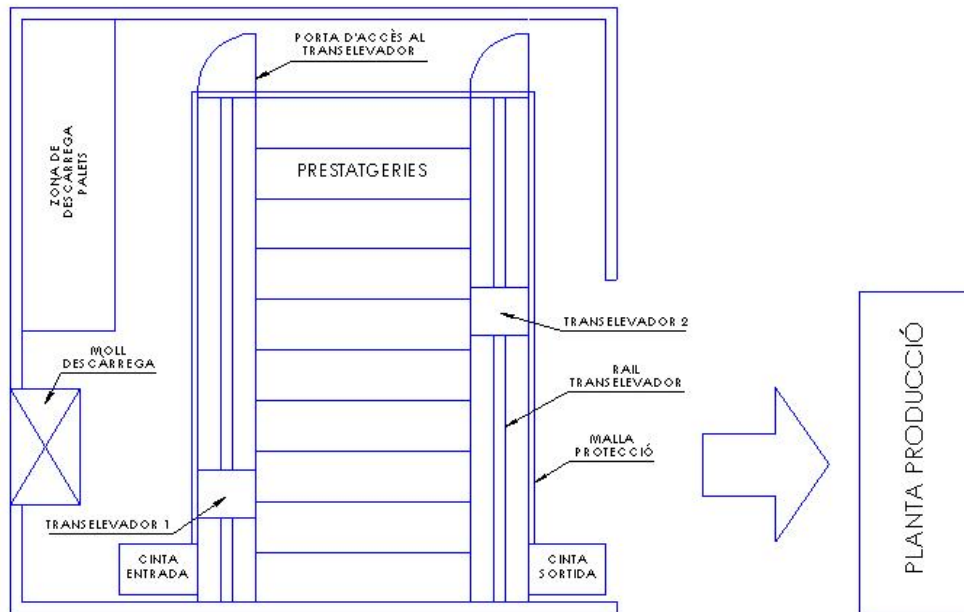


Figura 6.6. Distribució en planta del magatzem.

Distribució en planta de la zona de producció:

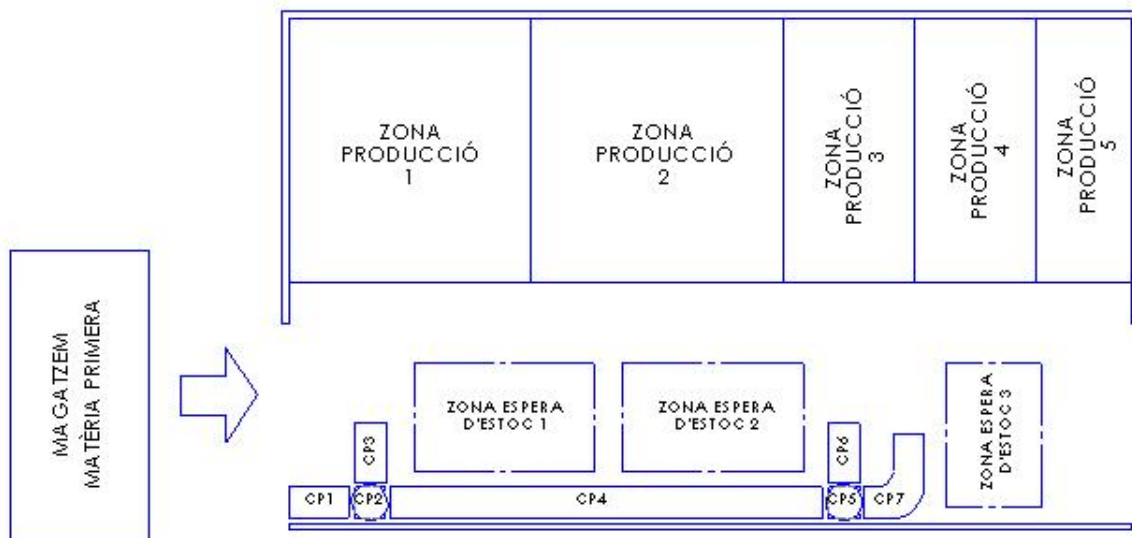


Figura 6.7. Distribució en planta de producció.

6.2. Re definició dels processos de gestió d'estoc del magatzem.

Una de les tasques més importants del projecte ha estat redissenyar els processos de gestió d'estoc, aconseguint així millorar la productivitat de les principals activitats de la cadena de valor. El objectiu ha estat millorar la eficiència dels processos interns a nivell de gestió de magatzem, assolint així generar menys errors de logística i alhora reduir despeses de gestió per culpa de una mala organització en el stock.

Actualment la metodologia de la gestió del magatzem es basa en la realització de tasques per part dels operaris, és a dir, el operari és l'encarregat de realitzar la gran part de les tasques del magatzem. Aquest ha de realitzar la tasca de rebre les comandes, que implica el haver de realitzar un control de qualitat del material rebut, en cas de que el control s'esdevingui acceptat el operari procedeix a firmar el document del albarà d'entrega del transportista i firma l'albarà intern d'entrada de material. Una vegada han estat firmats els dos documents el operari descarrega el material de forma no concreta a la zona de descàrrega o directament a les diferents prestatgeries del magatzem. En cas de no haver estat satisfactori el control de qualitat el operari informa al cap de magatzem i aquest genera un full d'incidències i no es descarrega el material del transportista. El cap de magatzem també te la funció de consultar en la base de dades les recepcions de material diàries i planificar-les.

La següent imatge pretén facilitar la descripció del processos actuals realitzats al magatzem:

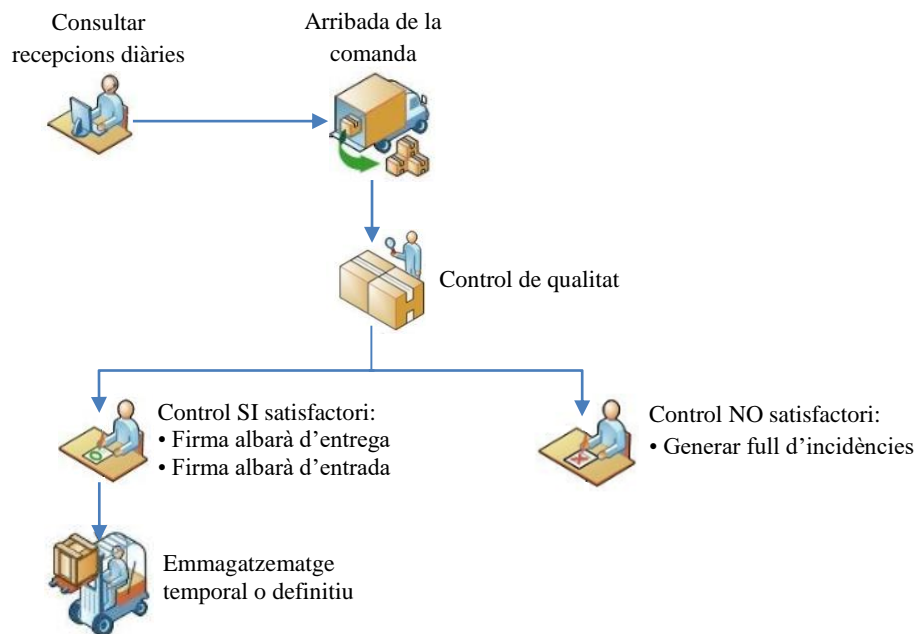


Figura 6.8. Diagrama representatiu de la gestió realitzada abans del projecte.

El fet d'implementar un automatisme que controli l'estoc del magatzem implica la reducció o fins i tot l'eliminació de tasques per part dels operaris, així doncs, s'ha creat una nova gestió en la qual el personal de magatzem ha d'interactuar amb el automatisme de manera correcta i eficient.

A la següent imatge es representa el nou procés de gestió de matèria primera mitjançant un diagrama de procés amb els protocols d'actuació assignats a les tasques a realitzar i el suport informàtics que rebran.

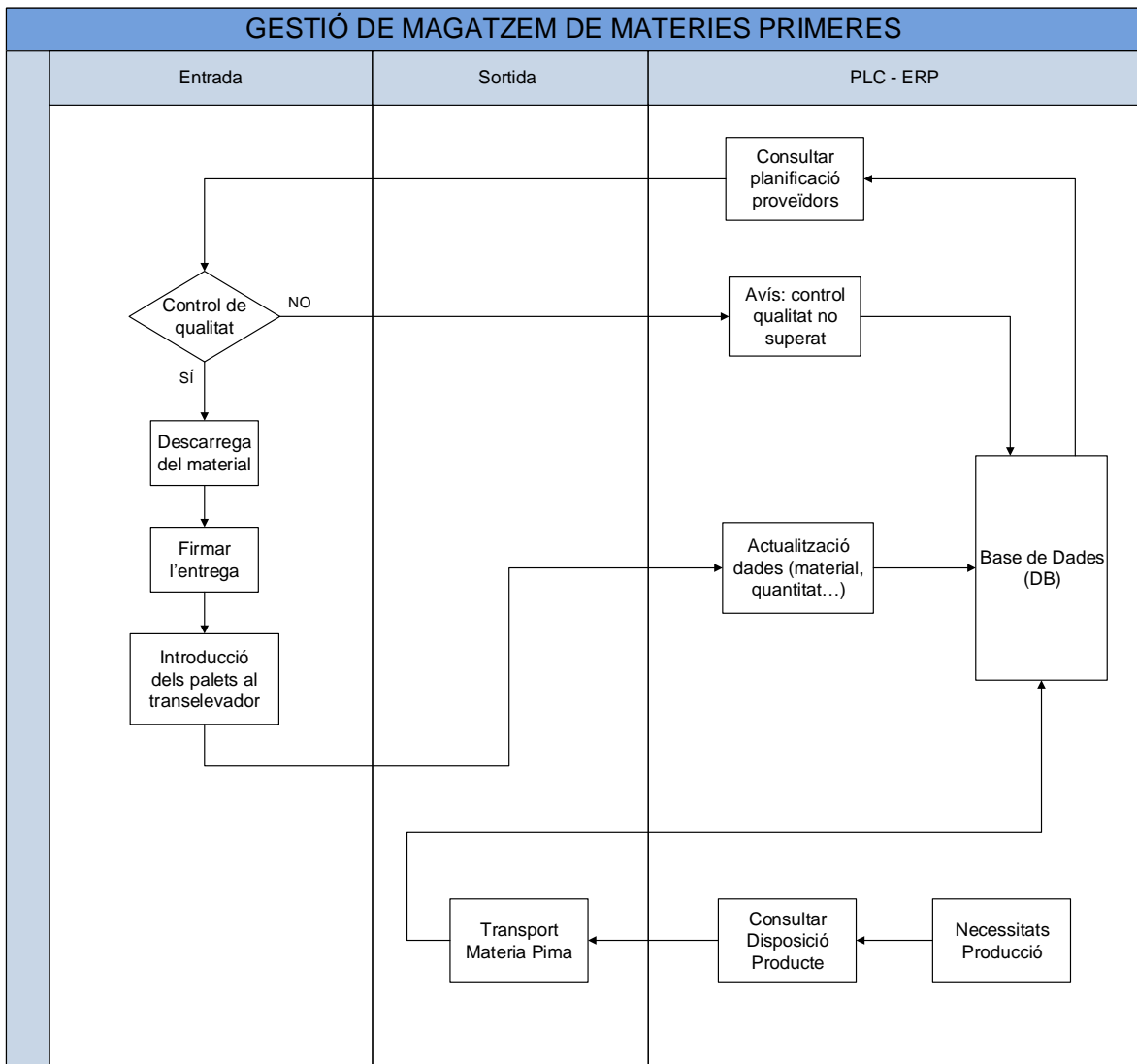


Figura 6.9. Diagrama procés de la nova gestió del magatzem de matèria primera.

Cada tasca del diagrama de procés s'especifica amb més detall a les següents taules que es poden observar a continuació, a més es descriuen les activitats a realitzar en cada tasca i qui és l'encarregat d'executar-la.

Protocol i rols de gestió del magatzem de matèria primera:

Gestió magatzem matèries primeres				
	Activitat	Rols	Accions	Observacions
Entrades	Consultar Planificació proveïdors	Cap de magatzem	<ul style="list-style-type: none"> - Consultar les bades de dades de les entregues previstes per part dels proveïdors. - Planificar la feina de la jornada i comunicar a l'operari les tasques diàries a realitzar. - Organitzar la zona de descàrrega de material per a poder fer-ne ús en cas de rebuda de comanda. 	Aquesta feina encara que s'ha de fer diàriament també es pot realitzar amb dies d'antelació per a preveure els dies de més càrrega de treball.
	Control de qualitat	Operari magatzem	<ul style="list-style-type: none"> - Descarregar una mostra de cada lot de productes de la comanda. - Fer el control de qualitat específic a cada producte (existeix un protocol ja determinat per a cada material). - Analitzar els resultats i en cas de ser negatius, no es procedeix a la descàrrega del material i s'ha de contactar amb el cap del magatzem per explicar-li els motius que fan que el producte no sigui apte. 	L'operari encarregat de fer els controls de qualitat sempre serà el mateix. La tasca a realitzar no requereixen gaire formació per part de l'operari.
	Avís: control de qualitat no superat	Cap de magatzem	<ul style="list-style-type: none"> - Introduir al sistema ERP quins productes no han passat el control de qualitat, les principals informacions sobre el control no-superat realitzat i les aportacions fetes pel cap de magatzem i/o l'operari. 	S'haurà de detallar el motiu amb exactitud en cas de que la causa sigui no-habitual. Les causes més habituals i obvies no farà falta comentar-les amb gaire detall.

Taula 6.2: Rols i accions del procés de gestió del magatzem de matèries primeres (I).

Protocol i rols de gestió del magatzem de matèria primera:

Gestió magatzem matèries primeres				
	Activitat	Rols	Accions	Observacions
Entrades	Descàrrega del material	Operari magatzem	- Descarregar tot el material de la comanda i dipositar-lo a la zona de descàrrega de material del magatzem.	La ubicació de on es a on s'haurà de dipositar els palets dintre de la zona de descàrrega haurà estat prèviament especificada pel cap de magatzem.
	Firmar l'entrega	Cap de magatzem	- Firmar l'albarà d'entrega del propi transportista un cop descarregat el material.	El albarà de cada proveïdor sempre serà del mateix format.
	Introducció dels palets al transelevador	Operari magatzem	- Realització de modificacions de càrregues dels palets, si s'escau. - Indicar a la pantalla tàctil de l'automatisme quin tipus de material es desitja enmagatzemar. - Transport dels palets de material a la cinta transportadora d'entrada del magatzem	Les operacions de transport del material (palets) es realitzaran mitjançant carretons elevadors.

Taula 6.3: Rols i accions del procés de gestió del magatzem de matèries primeres (II).

6.3. Disseny i programació del sistema automatitzat.

En aquest apartat es descriuen els passos i les configuracions realitzades per tal de realitzar una correcta programació del automatisme. Inicialment s'esmenten els graficets generats de nivell 3 (descripció+tag) de les principals funcions del programa i es genera una guia de programació per tal d'explicar amb més detall el funcionament de cada OB i funcions del programa. Seguidament es detallen les configuracions de hardware realitzades i una descripció de la comunicació entre el PLC i el sistema ERP intern de la empresa. Finalment es mostren les imatges i configuracions de la pantalla tàctil HMI realitzada.

Pel que fa al sistema automatitzat del magatzem dissenyat ha de ser capaç de detectar l'entrada d'un palet a la cinta d'entrada i mitjançant un transelevador (tipus 3 eixos) emmagatzemar-lo automàticament a la zona específica per a cada producte, el tipus de producte a introduir es selecciona per pantalla tàctil HMI. Aquest mateix sistema distribueix la descàrrega de matèria primera a la planta de fabricació mitjançant un transelevador de les mateixes característiques al anterior i un seguit de cintes transportadores que dispensen el material a les diferents seccions de la planta de fabricació.

6.3.1. Seqüència del sistema automàtic.

A l'hora de realitzar la programació d'un automatisme inicialment es generen els graficets necessaris per al correcte funcionament del procés a realitzar. Un graficet es basa en un diagrama de blocs explicatiu del funcionament del programa, aquest graficet té com a finalitat també l'entesa del programa per a les persones que no l'hagin dissenyat.

S'ha optat per dissenyar un graficet general on es puguin controlar totes les FC's del programa directa o indirectament, aquest fet facilita l'entesa del funcionament programa ja que es pot identificar en tot moment en quina fase operativa es troba el sistema automàtic.

Les funcions cridades a el programa principal poden o no cridar a d'altres funcions per a executar trossos de programació en concret, gràcies a aquesta estructura es poden separar molts processos en diferents funcions per fer-ne us quan es desitgi. A l'hora de realitzar aquest tipus d'estructures s'ha de portar un control exhaustiu adreces de retorn en cas d'haver-hi.

A continuació es pot observar el disseny del graficet implementat del programa principal:

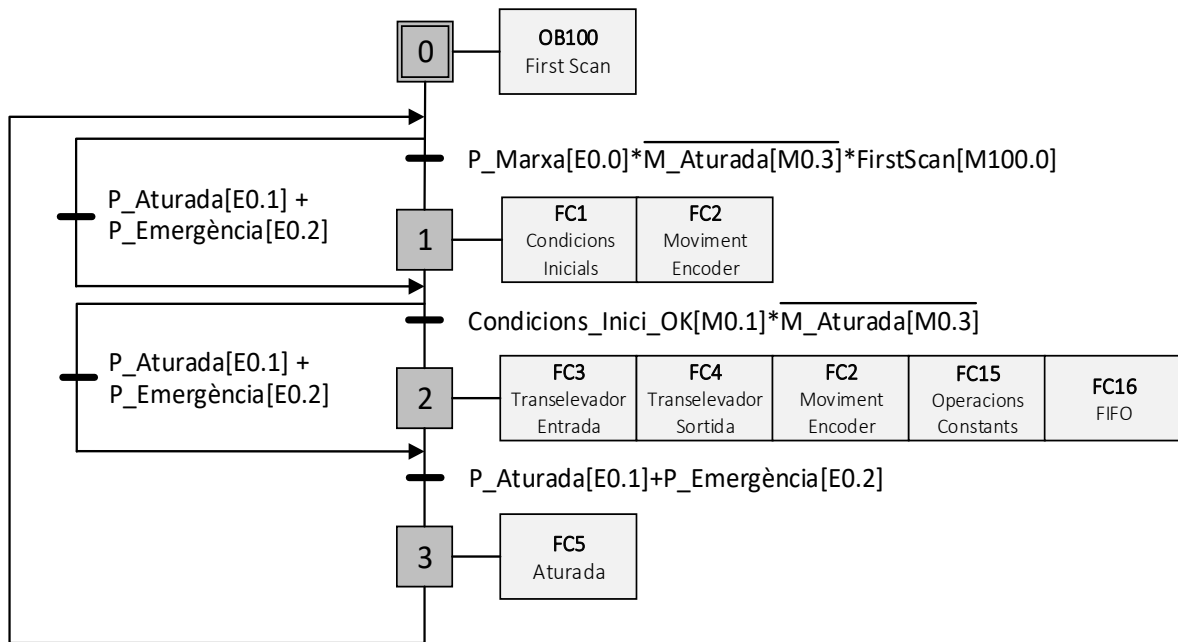


Figura 6.10. Graficet del programa principal.

Com es pot observar al diagrama anterior del programa principal, al accionar el posador de marxa s'activa la fase 1, aquesta fase realitza la inicialització del sistema automàtic forçant als dos transelevadors a tornar al origen en cas de no ser-hi. Una vegada els dos transelevadors es troben posicionats correctament s'activa un bit generat per a conèixer quan s'ha finalitzat l'operació correctament, aquest bit permetrà entrar en fase 2 de funcionament normal.

A la fase 2 es criden les funcions FC3 del transelevador d'entrada (càrrega de material), FC4 del transelevador de sortida (descàrrega producte), FC2 de tractament de l'encoder, FC15 d'operacions constants i la funció FC16 que controla el sistema FIFO.

La fase 2 del programa principal romandrà activada constantment sempre que no em premi el polsador d'aturada o el polsador d'emergència, en aquest cas s'activa la fase 3 d'aturada on es congela el programa o es reseteja segons el polsador accionat.

El funcionament més detallat de cada funció descrita es pot consultar al següent apartat 6.3.2. de guia de programació, a més es poden consultar amb més detall els graficets de les principals funcions del programa a l'annex 2 del projecte.

6.3.2. Guia de programació.

El programa d'una automàtica ha de disposar de una estructura ben organitzada, una manera de estructurar-lo adequadament és basa en subdividir el programa en seccions o trams repetitius que s'executen varies vegades i a diferents llocs.

- **FC 1 (Condicions Inicials):**

Funció encarregada de comprovar la posició en la que es troben els dos transelevadors a l'inici del programa una vegada polsada la marxa. En el cas que les pales dels transelevadors no estiguin a la posició del centre de la plataforma, les pales retornaran a la posició central. En el cas que la plataforma del transelevador es trobi a la planta mitja o alta, el transelevador baixarà fins a la planta baixa, i finalment, en el cas que el transelevador no es trobi en la posició d'origen del rail, es retornarà a la posició d'origen. Una vegada es compleix la condició d'inici, el programa permet activar la operació numero 2 del programa general (habilitació de la càrrega i descàrrega de material).

- **FC 2 (Moviments Encoder):**

Funció encarregada de realitzar el tractament de la lectura dels encoders. Mitjançant comparadors lògics s'activen uns bits que indiquen les 10 posicions on haurà d'operar el transelevador, aquestes posicions són les quals el transelevador ha d'anar per a trobar-se just davant de cada prestatgeria. A l'hora de programar cada posició es té en compte un petit offset per tal d'aconseguir la posició indicada amb més exactitud.

- **FC 3 (Transelevador Entrada):**

Funció on es controlen tots els moviments i les operacions del transelevador d'entrada. Inicialment es detecta l'entrada de producte a través del sensor final de la cinta d'entrada, s'ha de diferenciar el tipus de producte que es pretén introduir mitjançant uns bits generats que s'activaran per la botonera de la pantalla tàctil HMI. Segons el polsador activat s'activarà una funció determinada per a la càrrega de cada producte, FC6 (càrrega producte 1), FC7 (càrrega producte 2) i FC8 (càrrega producte 3). Cada una d'aquestes funcions una vegada han realitzat l'execució i han carregat el palet retornen un bit identificatiu de càrrega de producte correcte, aleshores un comptador per cada producte sumarà una unitat a la memòria per a tenir un registre del número de palets introduïts. La quantitat de producte 1 s'emmagatzema amb un número enter a la memòria MW130, el producte 2 a la memòria MW132 i el producte 3 a la memòria MW134.

- **FC 4 (Transelevador Sortida):**

Funció on es controlen tots els moviments i les operacions del transelevador de sortida i de les cintes transportadores de producció. Inicialment es detecta la absència de palets a les cintes que dispensen els 3 productes (cinta 3, 6 i 7), en cas de que la quantitat de producte a dispensar no sigui 0 el transelevador descarregarà un producte de la zona que determini la funció FC16 (sistema FIFO) i el dispensarà a la cinta de sortida del magatzem. Un cop ha finalitzat un cicle de descàrrega es comptabilitza la quantitat de producte que s'ha extret mitjançant un comptador específic per a conèixer la quantitat de producte que s'ha descarregat.

- **FC 5 (Aturada):**

Funció encarregada de aturar tots els actuadors en cas de ser accionat el polsador d'aturada o el d'emergència. Dintre d'aquesta funció es realitzen dos processos diferents segons el polsador que s'hagi pres, en cas de prémer el polsador d'aturada una vegada els transelevadors hagin acabat el procés que estiguin realitzant, s'aturaran tots els actuadors i es tornarà a l'estat inicial de repòs del programa principal OB1. En cas de prémer el polsador d'emergència el programa congelarà i romandrà aturat a la posició on es trobava en el moment de l'aturada. Per reinicialitzar el sistema s'ha d'accionar el posador de confirmació d'emergència ACK. Una vegada confirmada la emergència els transelevadors tornaran a la posició d'origen i es retornarà a l'estat inicial de repòs del programa principal com en el cas anterior de prémer el polsador d'aturada.

- **FC 6 (Càrrega Producte 1):**

Funció encarregada d'emmagatzemar el producte 1 a la ubicació preestablerta de la prestatgeria. El transelevador carregarà el material a la ubicació que es determini mitjançant la funció FC16 del sistema FIFO, aquesta funció permet conèixer la posició en el eix x on ha de parar-se el transelevador i a la vegada al nivell de la prestatgeria on emmagatzema el producte. Segons l'estat de la funció FIFO es crida la funció FC12 de càrrega del palet a la planta baixa, FC13 de càrrega a la planta mitja i la funció FC14 de càrrega a la planta alta.

- **FC 7 (Càrrega Producte 2):**

Funció encarregada d'emmagatzemar el producte 2 a la ubicació preestablerta de la prestatgeria. El transelevador carregarà el material a la ubicació que es determini

mitjançant la funció FC16 del sistema FIFO de la mateixa manera que en el cas anterior del producte 1.

- **FC 8 (Càrrega Producte 3):**

Funció encarregada d'emmagatzemar el producte 3 a la ubicació preestablerta de la prestatgeria. El transelevador carregarà el material a la ubicació que es determini mitjançant la funció FC16 del sistema FIFO de la mateixa manera que en el cas anterior del producte 1 i 2.

- **FC 9 (Descàrrega Producte 1):**

Funció encarregada d'extreure el producte 1 de la ubicació preestablerta de la prestatgeria. El transelevador carregarà el material a la ubicació que es determini mitjançant la funció FC16 del sistema FIFO, aquesta funció permet conèixer la posició en el eix x on ha de parar-se el transelevador i a la vegada al nivell de la prestatgeria on emmagatzema el producte. Segons l'estat de la funció FIFO es crida la funció FC17 de descàrrega del palet de la planta baixa, FC18 de descàrrega de la planta mitja i la funció FC19 de descàrrega de la planta alta. Un cop el transelevador ha servit un palet a la cinta de sortida del magatzem, s'activen les cintes 1, 2 i 3 de producció per tal de transportar el palet a la zona de descàrrega 1 de la planta de fabricació.

- **FC 10 (Descàrrega Producte 2):**

Funció encarregada d'extreure el producte 2 de la ubicació preestablerta de la prestatgeria. Un cop el transelevador ha servit un palet a la cinta de sortida del magatzem, s'activen les cintes 1, 2, 4, 5 i 6 de producció per tal de transportar el palet a la zona de descàrrega 2 de la planta de fabricació.

- **FC 11 (Descàrrega Producte 3):**

Funció encarregada d'extreure el producte 3 de la ubicació preestablerta de la prestatgeria. Un cop el transelevador ha servit un palet a la cinta de sortida del magatzem, s'activen les cintes 1, 2, 4, 5 i 7 de producció per tal de transportar el palet a la zona de descàrrega 3 de la planta de fabricació.

- **FC 12 (Càrrega Planta Baixa):**

Funció encarregada d'emmagatzemar el palet a totes les ubicacions de plantes baixes de la prestatgeria. Pot ser cridada per la funció FC6 (càrrega producte 1), FC7 (càrrega producte 2) i FC8 (càrrega producte3). Com es pretén introduir el palet a la planta baixa i el transelevador ja es troba al nivell baix, a l'inici de la funció el transelevador carrega directament el producte a la prestatgeria i retorna a la posició d'origen de l'eix x.

- **FC 13 (Càrrega Planta Mitja):**

Funció encarregada d'emmagatzemar el palet a totes les ubicacions de plantes mitges de la prestatgeria. Pot ser cridada per la funció FC6 (càrrega producte 1), FC7 (càrrega producte 2) i FC8 (càrrega producte3) com en el cas anterior. Com es pretén introduir el palet a la planta mitja i el transelevador es troba al nivell baix, inicialment s'activa el motor de l'eix y per tal de pujar la base dels transelevador fins a l'altura mitja de la prestatgeria. Un cop ha arribat a la planta mitja es carrega el producte a la prestatgeria i es torna a baixar al nivell baix per a dirigir-se a posteriori a la direcció d'origen de l'eix x.

- **FC 14 (Càrrega Planta Alta):**

Funció encarregada d'emmagatzemar el palet a totes les ubicacions de plantes altes de la prestatgeria. Pot ser cridada per la funció FC6 (càrrega producte 1), FC7 (càrrega producte 2) i FC8 (càrrega producte3) com en el cas anterior. Com es pretén introduir el palet a la planta alta i el transelevador es troba al nivell baix, inicialment s'activa el motor de l'eix y per tal de pujar la base dels transelevador fins a l'altura de la prestatgeria superior. Un cop ha arribat a la planta alta es carrega el producte a la prestatgeria i es torna a baixar al nivell baix per a dirigir-se a posteriori a la direcció d'origen de l'eix x.

- **FC 15 (Operacions Constants):**

Funció on es realitzen les operacions constants de comparació entre els bits i paraules (16bits) utilitzats del programa. Aquestes operacions son utilitzades per les funcions durant l'execució del programa. Es comparen els valors actuals dels comptadors respecte uns valors preestablerts i s'activen unes memòries amb tag per poder identificar el significat de la comparació realitzada. Aquets bits de les memòries

generades indiquen si la quantitat de producte introduït és inferior a la capacitat màxima de càrrega de la prestatgeria per tal de poder emmagatzemar o no.

- **FC 16 (FIFO):**

Funció on es generen les operacions de comparació i algorismes per a la correcta càrrega i descàrrega del material per part dels transelevadors. Aquestes operacions son utilitzades per les funcions durant l'execució del programa per part dels comptadors de càrrega i descàrrega de producte. En aquesta funció es realitzen tres procediments simultàniament:

- Determinar quan la prestatgeria esta plena de cada producte:

Es genera una comparació entre cada valor de producte i el màxim de càrrega possible per a cada producte i s'activa un bit idenificatiu per operar en el programa.

- Producte 1 (MW110) → Càrrega màxima 60 palets → $MW110 \leq 60$
- Producte 1 (MW112) → Càrrega màxima 45 palets → $MW112 \leq 45$
- Producte 1 (MW114) → Càrrega màxima 45 palets → $MW114 \leq 45$

- Generar un bit de Carry:

Mitjançant les comparacions de cada producte carregat i cada producte descarregat per paral·lel amb la càrrega màxima de cada producte és genera un bit identificatiu de desbordi. Aquest bit s'activa en cas que el comptador de càrrega de material hagi arribat a la capacitat màxima. Una vegada el comptador de descàrrega arriba a el valor màxim reseteja aquest bit de Carry. La generació del bit de carry possibilita el seguiment correcte de la càrrega i descàrrega de cada producte per part dels transelevadors.

- Resetejar els comptadors del programa:

En cas que el bit de carry esmentat anteriorment s'activi es reseteja el valor del comptador de càrrega del producte, una vegada el bit de carry es desactiva significa que s'ha descarregat el material de l'ultima cel·la de la prestatgeria i es procedeix a resetejar també el comptador de descàrrega de material.

- **FC 17 (Descàrrega Planta Baixa):**

Funció encarregada de descarregar un palet de totes les ubicacions de plantes baixes de la prestatgeria. Pot ser cridada per la funció FC9 (descàrrega producte 1), FC10 (descàrrega producte 2) i FC11 (descàrrega producte3). Com es pretén extreure un palet de la planta baixa i el transelevador ja es troba al nivell baix, a l'inici de la funció el transelevador carrega directament el producte a la prestatgeria i retorna a la posició d'origen de l'eix x.

- **FC 18 (Descàrrega Planta Mitja):**

Funció encarregada de descarregar un palet de totes les ubicacions de plantes mitges de la prestatgeria. Pot ser cridada per la funció FC9 (descàrrega producte 1), FC10 (descàrrega producte 2) i FC11 (descàrrega producte3). Com es pretén extreure un palet de la planta mitja i el transelevador es troba al nivell baix, inicialment s'activa el motor de l'eix y per tal de pujar la base dels transelevador fins a l'altura mitja de la prestatgeria. Un cop ha arribat a la planta mitja es descarrega el producte de la prestatgeria i es torna a baixar al nivell baix per a dirigir-se a posteriori a la direcció d'origen de l'eix x.

- **FC 19 (Descàrrega Planta Alta):**

Funció encarregada de descarregar un palet de totes les ubicacions de plantes altes de la prestatgeria. Pot ser cridada per la funció FC9 (descàrrega producte 1), FC10 (descàrrega producte 2) i FC11 (descàrrega producte3). Com es pretén extreure un palet de la planta alta i el transelevador es troba al nivell baix, inicialment s'activa el motor de l'eix y per tal de pujar la base dels transelevador fins a l'altura superior de la prestatgeria . Un cop ha arribat a la planta alta es descarrega el producte de la prestatgeria i es torna a baixar al nivell baix per a dirigir-se a posteriori a la direcció d'origen de l'eix x.

- **FC 20 (Sortides):**

Funció encarregada d'activar i desactivar les sortides del PLC de manera indirecta mitjançant memòries, és a dir, durant l'execució de les funcions que conformen el programa, s'activen les sortides mitjançant un bit de la memòria al que se li assigna un tag per a poder ser identificar la sortida que opera.

6.3.3. Configuració del Hardware i comunicacions.

Per establir una correcta configuració del Hardware, s'insereix al bastidor general la CPU 314C-2PN/DP amb el mòdul CP 343-1 ERPC (per comunicació amb sistema ERP).

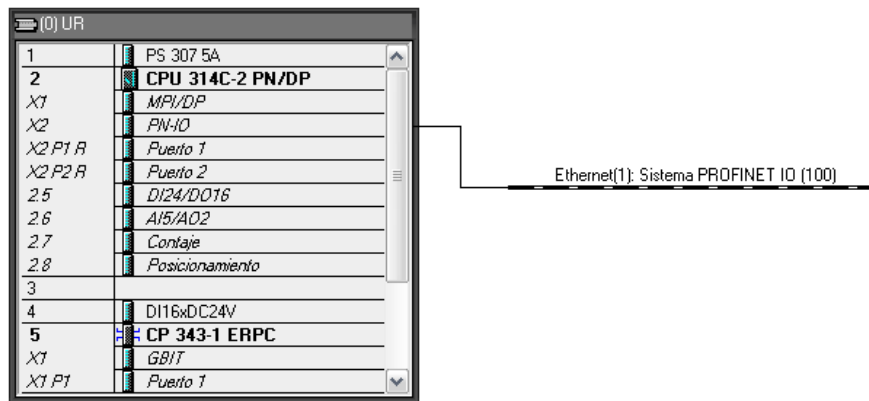


Figura 6.11. Hardware del PLC.

Una vegada els mòduls han estat introduïts, s'han de definir les àrees de les entrades i les sortides que incorporen la CPU i el CP, tant E/S analògiques com digitals.

Slot	Mòdul	Referencia	Firmware	Dirección MPI	Dirección E	Dirección S
1	PS 307 5A	6ES7 307-1EA00-0AA0				
2	CPU 314C-2 PN/DP	6ES7 314-6EH04-0AB0	V3.3	3		
X1	MPI/DP				2047"	
X2	PN-IO				2046"	
X2 P1 R	Puerto 1				2045"	
X2 P2 R	Puerto 2				2044"	
2.5	DI24/DO16				0...2	0...1
2.6	AI5/AO2				800...809	800...803
2.7	Contaje				816...831	816...831
2.8	Posicionamiento				832...847	832...847
3						
4	DI16xDC24V	6ES7 321-1BH02-0AA0			3...4	
5	CP 343-1 ERPC	6GK7 343-1FX00-0XE0	V1.0		288...303	288...303
X1	GBT				1023"	
X1 P1	Puerto 1				1022"	

Figura 6.12. Adreces del Hardware.

Per a poder llegir el senyal del encoder s'ha d'habilitar i configurar el canal 0 en mode Comptatge. Amb aquesta configuració és possible registrar les dades de l'encoder al bloc SFB47_Count:

SFB47	COUNT	AWL	...	SFB	1.0	COUNT
SFC1	READ_CLK	AWL	...	SFC	1.0	READ_CLK

Figura 6.13. SFB47 Encoder Count.

6.4. Configuració i disseny del sistema HMI.

El fet d'incorporar una pantalla tàctil HMI permet al personal del magatzem visualitzar en tot moment l'estat exacte de l'inventari de tots els productes del magatzem a temps real. Els operaris també podran seleccionar el tipus de producte que es pretén emmagatzemar i a la vegada variar l'estat operatiu de l'automatisme, podent accionar el pulsador de marxa, d'aturada, emergència i el d'acceptació (ACK).

La implementació de la pantalla possibilita i facilita la interacció entre el personal del magatzem i el sistema informàtic del automatisme (PLC).

El software utilitzat per a la edició i configuració de la pantalla tàctil és el WinCC del propi siemens. Al Hardware del propi STEP7 s'inserta el model de pantalla tàctil a utilitzar (Simatic TP 270 10") per establir una comunicació MPI entre la CPU del PLC i la pantalla HMI.

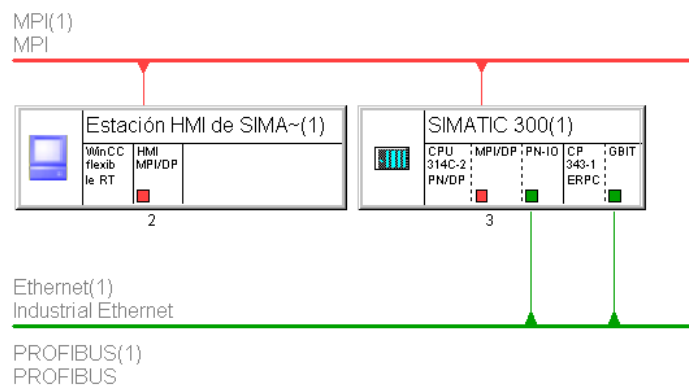


Figura 6.14. Configuració de la xarxa.

En el propi hardware de la pantalla (WinCC), també s'han de configurar les connexions adequades perquè pugui comunicar amb la CPU.



Figura 6.15. Configuració de les connexions.

La organització del disseny de la pantalla s'ha realitzat de forma estructurada, diferenciant tres blocs diferents:

- **Bloc 1:** En el primer bloc es troben tots els polsadors d'estat del sistema (marxa, aturada, emergència i ACK) i a més es visualitza la senyalització de la balisa .
- **Bloc 2:** En el segon bloc es troben tres polsadors que permeten d'escollir el tipus de producte a emmagatzemar, també es mostra per un display la quantitat de producte disponible de cada tipus i el total disponible.
- **Bloc 3:** En el tercer bloc es visualitza l'estat/ocupació de les cel·les de la prestatgeria, quan una cel·la esta plena de material es canvia el color d'aquesta per representar-lo. També es pot visualitzar si el transelevador de càrrega o descàrrega esta en funcionament, es visualitzarà per pantalla mitjançant el símbol d'una fletxa que indica el flux del material, aquest símbol incorpora un text amb la operació que realitza.

A continuació es pot observar la imatge de la pantalla principal realitzada.

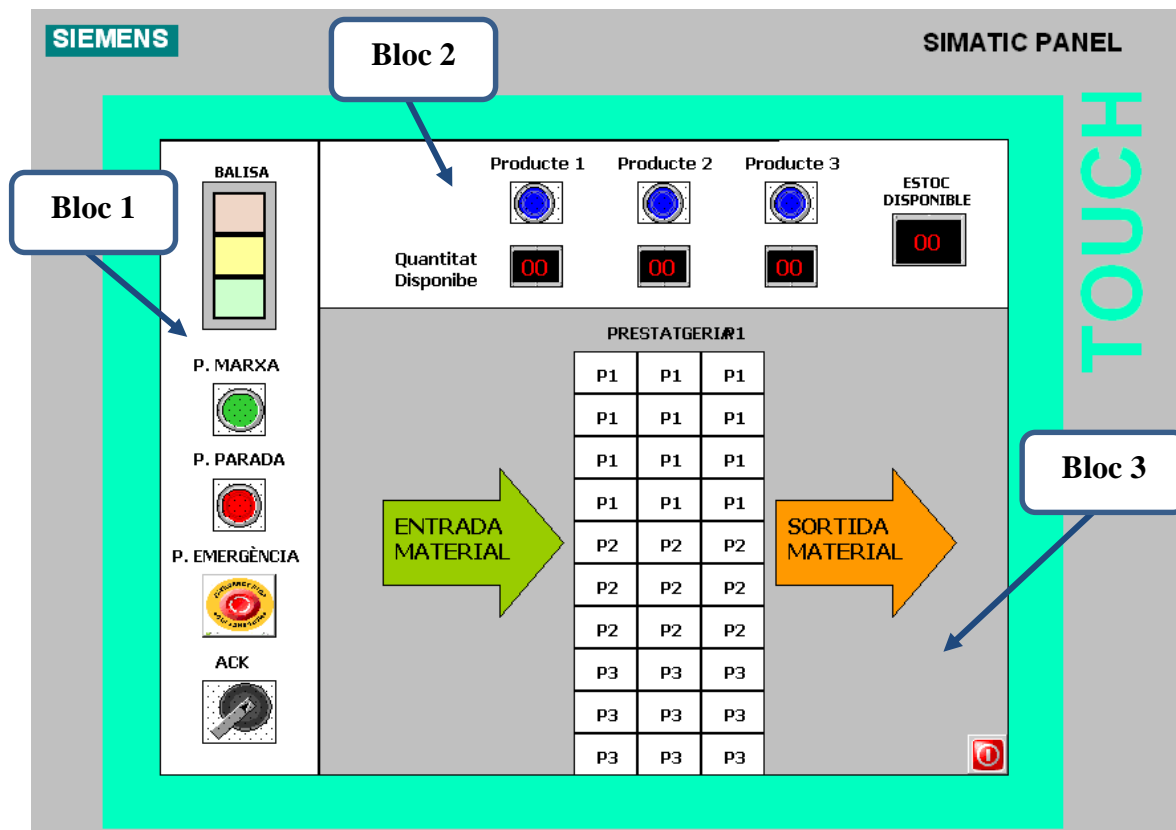


Figura 6.16. Disseny de la pantalla tàctil.

6.5. Disseny de la comunicació magatzem-ERP.

Per a dur a terme aquesta tasca es requereix un mòdul extern CP que s'encarregui de la comunicació entre el PLC existent i el software ERP propi de l'empresa, concretament es selecciona el mòdul CP 343-1 ERPC de Siemens ja que és compatible amb la CPU 314 i per a qualsevol ERP.

Gràcies a les funcions d'aquest ERPC CP 343-1 es poden intercanviar dades via LAN entre l'equip d'automatització SIMATIC S7 i la estació ERP a nivell d gestió, el mateix CP 343-1 incorpora una eina de configuració pròpia del ERP anomenada ILS Workbench.

Pel que fa a la configuració del PLC inicialment s'ha de incorporar el hardware del CP 343-1 a el programa principal del SIMATIC S7 de la següent manera:

- Incorporació del CP 343-1 ERPC al bastidor general:

Slot	Module
1	PS 307 5A
2	CPU 314C-2 PN/DP
X1	MPI/DP
X2	PN-IO
X2 P1 R	Puerto 1
X2 P2 R	Puerto 2
2.5	DI24/DO16
2.6	AI5/AO2
2.7	Contaje
2.8	Posicionamiento
3	
4	CP 343-1 ERPC
X1	GBIT
X1 P1	Puerto 1

Figura 6.17. Bastidor general amb el CP.

- Direccionament àrea d'entrades/sortides:

Slot	Mòdul	Referencia	Firmware	Direcció MPI	Direcció E	Direcció S
1	PS 307 5A	6ES7 307-1EA00-0AA0				
2	CPU 314C-2 PN/D	6ES7 314-6EH04-0AB0	V3.3	3		
X1	MPI/DP			3	2047*	
X2	PN-IO				2046*	
X2 P1 R	Puerto 1				2045*	
X2 P2 R	Puerto 2				2044*	
2.5	DI24/DO16				0..2	0..1
2.6	AI5/AO2				800..809	800..809
2.7	Contaje				816..831	816..831
2.8	Posicionamiento				832..847	832..847
3						
4	CP 343-1 ERPC	6GK7 343-1FX00-0XE0	V1.0		256...271	256...271
X1	GBIT				1023*	
X1 P1	Puerto 1				1022*	

Figura 6.18. Àrea de recursos utilitzats.

Configuració de la programació:

El trigger lògic està implementat en la CPU mitjançant un bloc de funció FB56 anomenat "LOGICAL TRIGGER". Durant el funcionament del equip S7, la aplicació ERPC espera a que el programa usuari de la CPU dispari el trigger lògic i una vegada és disparat, la funció FB56 llegeix les dades més rellevants de la CPU i les transfereix en un bloc de dades al firmware del CP. Aquest firmware del CP transfereix les dades en un bloc a la aplicació ERPC que crea un telegrama de dades i els envia a la estació ERP de l'empresa.

A nivell de programació del es requereix un bloc de funcions FB56 per tal de habilitar el trigger lògic, que aquest serà l'encarregat d'establir el vincle de les dades que es transferiran a temps real entre l'estació ERP i la CPU del controlador.

Per a cridar la funció FB56 LOGICAL_TRIGGER és requereix d'altres blocs addicionals:

- Un DB de instància generat automàticament
- Un bloc de dades "Config_DB56" que contindrà les dades de la configuració del disparador, aquest DB s'ha de crear i configurar en el propi STEP 7.

Bloc FB56 "Trigger Lògic" o disparador.

El trigger lògic està implementat en la CPU mitjançant n bloc de funció FB56 anomenat "LOGICAL TRIGGER". Durant el funcionament del equip S7, la aplicació ERPC espera a que el programa usuari de la CPU dispari el trigger lògic i una vegada és disparat, la funció FB56 llegeix les dades més rellevants de la CPU i les transfereix en un bloc de dades al firmware del CP. Aquest firmware del CP transfereix les dades en un bloc a la aplicació ERPC que crea un telegrama de dades i els envia a la estació ERP de l'empresa.

La configuració KOP en el programa SIMATIC S7 per a la funció FB56 és la següent:

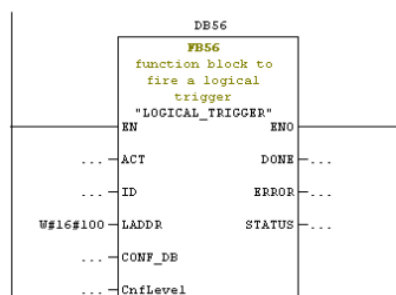


Figura 6.19. Programa kop per a la implementació del FB56. Variables programables per programa

Configuració Data Base DB56

Les àrees de dades de la CPU utilitzades per a la comunicació ERPC poden ser blocs de dades (DB's) o àrees de marques que, aquestes no es direccionen directament, sinó mitjançant símbols.

De forma predeterminada, el direccionament simbòlic es defineix en el STEP 7 en la taula de símbols de la CPU de la següent manera:

	Direcció	Declaració	Nombre	Tipo	Valor inicial	Valor actual
1	0.0	in	ACT	BOOL	FALSE	FALSE
2	2.0	in	ID	INT	0	0
3	4.0	in	LADDR	WORD	W#16#0	W#16#0
4	6.0	in	CONF_DB	INT	0	0
5	8.0	in	CnfLevel	INT	0	0
6	10.0	out	DONE	BOOL	FALSE	FALSE
7	10.1	out	ERROR	BOOL	FALSE	FALSE
8	12.0	out	STATUS	WORD	W#16#0	W#16#0
9	14.0	stat	DataPduOffset	INT	0	0
10	16.0	stat	DataPduLength	INT	0	0
11	18.0	stat	LOGICAL_TRIGGER_...	BYTE	B#16#0	B#16#0
12	19.0	stat	ACT_SAV	BOOL	FALSE	FALSE
13	19.1	stat	WaitForTriggerRespo...	BOOL	FALSE	FALSE
14	19.2	stat	DataTransInProgress	BOOL	FALSE	FALSE

Figura 6.20. Llistat variables incloses al DB56.

Configuració Data Base DB23

Per a realitzar la configuració de manera adequada s'han de declarar totes les variables a tractar tenint en compte que tots els valors anteriors estan definits per el programa i es recomana que la mida del DB sigui de valor 2048 bytes, encara que si es requereix d'una mida major en la posta en marxa es pot augmentar com s'especifica en el següent document de procediment del muntatge i posta en servei.

Birecció	Nombre	Tipo	Valor inicial	Comentario
0.0		STRUCT		
+0.0	Ident	DWORD	DW#16#45525043	Variable provisional
+4.0	data	ARRAY[1..2048]		
*1.0		BYTE		
=2052.0		END_STRUCT		

Figura 6.21. Variables programables per programa kop S7.

7. Planificació.

Per realitzar la planificació del projecte de detall s'ha utilitzat el programa Microsoft Project. Inicialment es defineixen totes les tasques que es duran a terme en la elaboració del projecte de detall, una vegada es coneixen totes les tasques a realitzar s'estableixen les precedències i relacions entre les tasques.

Les tasques a realitzar es poden agrupar en quatre conjunts principals:

- Disseny i desenvolupament de la solució (250 hores)
 - Disseny d'esquemes elèctrics.
 - Estudi de les diferents vies de solucions del programa del PLC.
 - Disseny del Hardware del PLC.
 - Disseny del programa (software) del PLC.
 - Disseny de les comunicacions del sistema (ERP, sensors...).
 - Re-disseny dels plànols del nou magatzem.
 - Estudi de les prestatgeries i cintes utilitzades.
- Disseny i simulació de la pantalla tàctil (80 hores).
- Re-disseny dels processos de gestió d'estoc (43 hores)
 - Optimització del procés de gestió d'estoc.
 - Elaboració diagrames flux de processos explicatius.
- Elaboració escrita i edició dels documents del projecte (20 hores)
 - Redacció del document de tancament.
 - Edició i redacció final de tots els documents del projecte.
- Elaboració de la presentació (7 hores)
 - Realització de les diapositives.
 - Preparació de la presentació.

Per poder dur a terme aquest seguit de tasques en la programació indicada en el diagrama de GANTT, s'ha establert una jornada laboral de:

Dilluns a divendres: 10:00h a 13:00h i de 15:00h a 17:00h (Dissabte i diumenge festius)

7.1. Planificació prevista del projecte.

- Diagrama de Gantt de les tasques del projecte de detall:

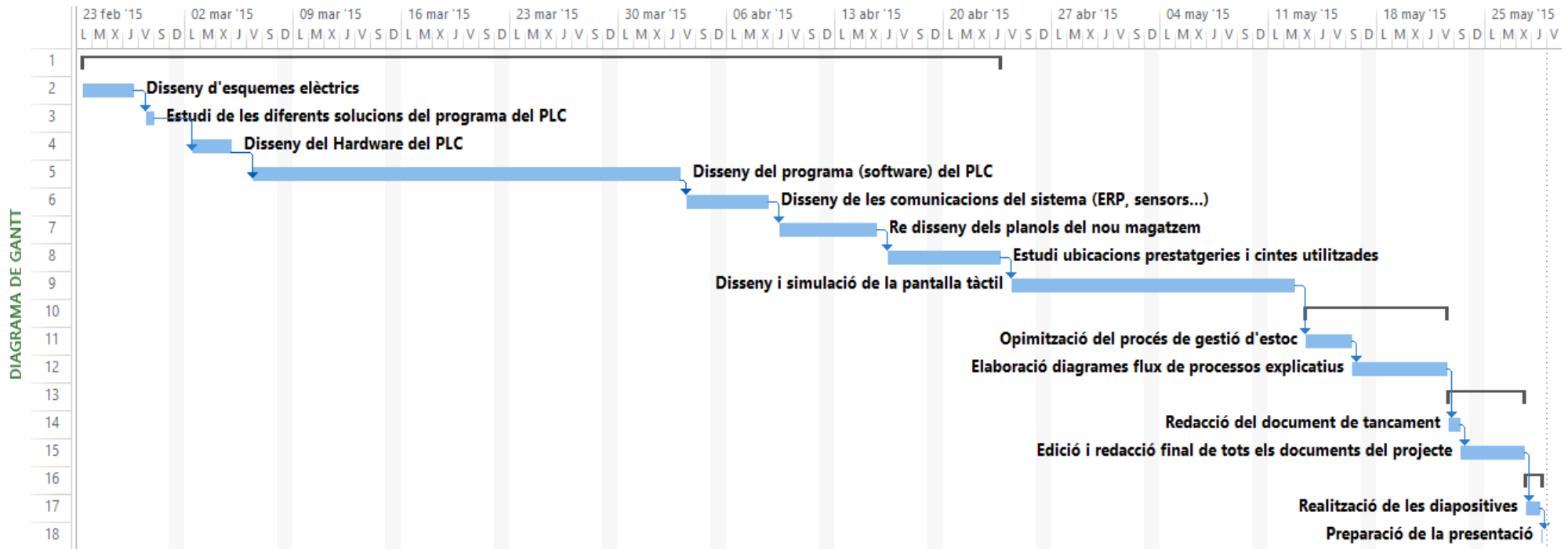


Figura 7.1 Diagrama de Gantt de les tasques previstes.

- Llistat de duracions de tasques, costos i recursos assignats:

DIAGRAMA DE GANTT

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
1	▲ Disseny i desenvolupament de la solució	250 horas	lun 23/02/15	jue 23/04/15		
2	Disseny d'esquemes elèctrics	20 horas	lun 23/02/15	jue 26/02/15		Enginyer
3	Estudi de les diferents solucions del programa del PLC	5 horas	vie 27/02/15	vie 27/02/15	2	Enginyer
4	Disseny del Hardware del PLC	15 horas	lun 02/03/15	mié 04/03/15	3	Enginyer
5	Disseny del programa (software) del PLC	120 horas	vie 06/03/15	jue 02/04/15	4	Enginyer
6	Disseny de les comunicacions del sistema (ERP, sensors...)	25 horas	vie 03/04/15	mié 08/04/15	5	Enginyer
7	Re disseny dels planols del nou magatzem	30 horas	jue 09/04/15	mié 15/04/15	6	Enginyer
8	Estudi ubicacions prestatgeries i cintes utilitzades	35 horas	jue 16/04/15	jue 23/04/15	7	Enginyer
9	Disseny i simulació de la pantalla tàctil	80 horas	vie 24/04/15	mar 12/05/15	8	Enginyer
10	▲ Re disseny dels processos de gestió d'estoc	43 horas	mié 13/05/15	vie 22/05/15		
11	Opimització del procés de gestió d'estoc	18 horas	mié 13/05/15	sáb 16/05/15	9	Enginyer
12	Elaboració diagrames flux de processos explicatius	25 horas	sáb 16/05/15	vie 22/05/15	11	Enginyer
13	▲ Elaboració escrita del document	20 horas	vie 22/05/15	mié 27/05/15		
14	Redacció del document de tancament	5 horas	vie 22/05/15	sáb 23/05/15	12	Enginyer
15	Edició i redacció final de tots els documents del projecte	15 horas	sáb 23/05/15	mié 27/05/15	14	Enginyer
16	▲ Elaboració de la presentació	7 horas	mié 27/05/15	jue 28/05/15		
17	Realització de les diapositives	5 horas	mié 27/05/15	jue 28/05/15	15	Enginyer
18	Preparació de la presentació	2 horas	jue 28/05/15	jue 28/05/15	17	Enginyer

Figura 7.2 Llistat de duracions de tasques previstes.

7.2. Planificació real del projecte.

- Diagrama de Gantt de les tasques del projecte de detall (executat realment):

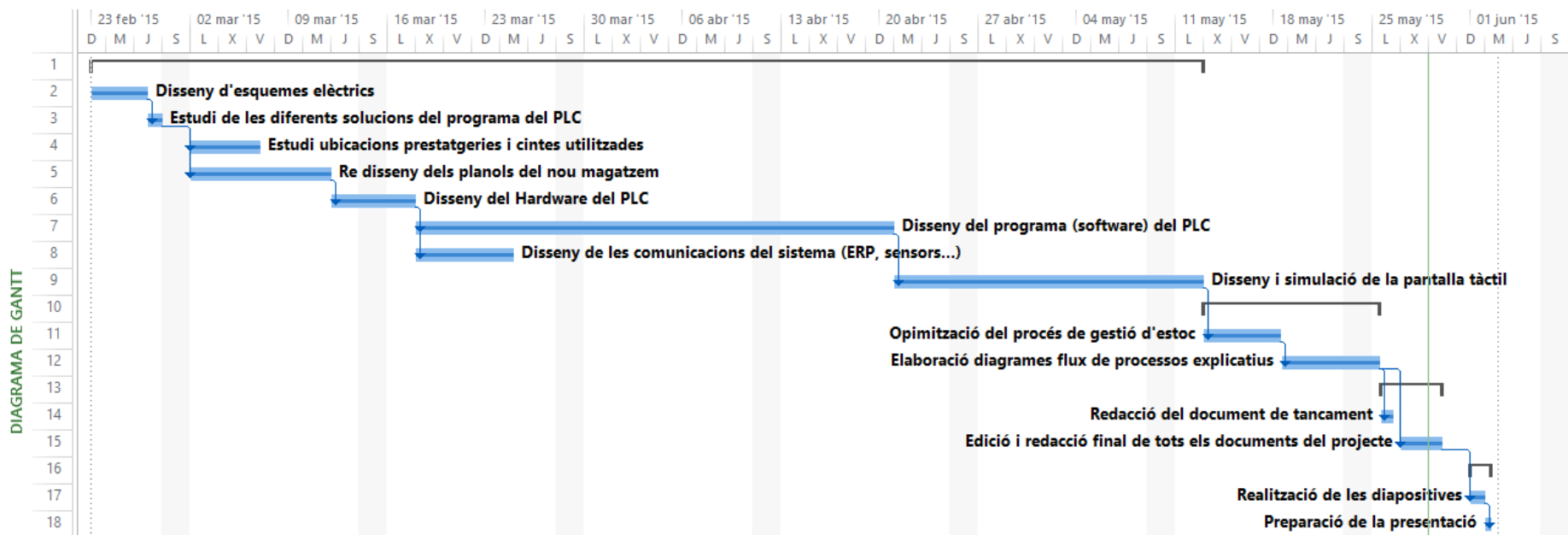


Figura 7.3 Diagrama de Gantt de les tasques reals.

- Llistat de duracions de tasques, costos i recursos assignats:

	Nombre de tarea	Duración	Costo	Comienzo	Fin	Predecesora	Nombres de los recursos
1	Diseny i desenvolupament de la solució	280 horas	11.550,00 €	lun 23/02/15	mar 12/05/15		
2	Disseny d'esquemes elèctrics	20 horas	700,00 €	lun 23/02/15	jue 26/02/15		Enginyer
3	Estudi de les diferents solucions del programa del PLC	5 horas	175,00 €	vie 27/02/15	vie 27/02/15	2	Enginyer
4	Estudi ubicacions prestatgeries i cintes utilitzades	25 horas	875,00 €	lun 02/03/15	vie 06/03/15	3	Enginyer
5	Re disseny dels planols del nou magatzem	40 horas	1.400,00 €	lun 02/03/15	mié 11/03/15	3	Enginyer
6	Disseny del Hardware del PLC	15 horas	525,00 €	jue 12/03/15	mar 17/03/15	5	Enginyer
7	Disseny del programa (software) del PLC	120 horas	4.200,00 €	mié 18/03/15	lun 20/04/15	6	Enginyer
8	Disseny de les comunicacions del sistema (ERP, sensors...)	25 horas	875,00 €	mié 18/03/15	mar 24/03/15	6	Enginyer
9	Disseny i simulació de la pantalla tàctil	80 horas	2.800,00 €	mar 21/04/15	mar 12/05/15	7	Enginyer
10	Re disseny dels processos de gestió d'estoc	43 horas	1.505,00 €	mié 13/05/15	lun 25/05/15		
11	Opimització del procés de gestió d'estoc	18 horas	630,00 €	mié 13/05/15	lun 18/05/15	9	Enginyer
12	Elaboració diagrames flux de processos explicatius	25 horas	875,00 €	lun 18/05/15	lun 25/05/15	11	Enginyer
13	Elaboració escrita del document	22 horas	700,00 €	lun 25/05/15	vie 29/05/15		
14	Redacció del document de tancament	5 horas	175,00 €	lun 25/05/15	mar 26/05/15	12	Enginyer
15	Edició i redacció final de tots els documents del projecte	15 horas	525,00 €	mié 27/05/15	vie 29/05/15	12	Enginyer
16	Elaboració de la presentació	7 horas	245,00 €	lun 01/06/15	mar 02/06/15		
17	Realització de les diapositives	5 horas	175,00 €	lun 01/06/15	lun 01/06/15	15	Enginyer
18	Preparació de la presentació	2 horas	70,00 €	mar 02/06/15	mar 02/06/15	17	Enginyer

Figura 7.4 Llistat de duracions, costos i recursos de les tasques reals.

7.3. Anàlisi de les desviacions de la planificació.

Durant l'execució del projecte de detall s'ha optat per modificar organització de la planificació existent degut a que a l'hora d'inicialitzar una tasca, es requeria el resultat d'una altra tasca que es realitzava a posteriori. Pel que fa a la durada de les tasques sí que s'han complert les duracions estipulades a la planificació inicial.

El primer factor a analitzar de les desviacions és el motiu de la reorganització de la planificació. El principal motiu ha estat la falta d'informació prèvia a realitzar el disseny del programa del PLC, ja que és necessària la informació d'on s'ubica la maquinària dintre de la planta del magatzem i fabricació. Aquest fet ha provocat que el re disseny dels plànols del magatzem es realitzés a priori.

En la reorganització de realitzada existeixen dos solapaments de tasques ja que algunes de les tasques s'han dut a terme en paral·lel amb altres tasques. El principal cas s'ha trobat a la realització del disseny del programa PLC, ja que realment s'ha realitzat en paral·lel amb el disseny de les comunicacions del sistema.

Un altre factor a analitzar és la desviació en la finalització del projecte, ja que a la planificació inicial es preveia finalitzar el projecte a data del 28 de maig i en canvi s'ha allargat lleugerament fins al 2 de juny, aquesta desviació de 5 dies ha estat provocada pels imprevistos sorgits durant l'execució del projecte i per les desviacions del calendari de dedicació del projecte espontàniament.

Finalment cal dir que s'han gestionat els riscos més importants que puguin afectar a l'execució del projecte i s'ha generat un pla de contingència per a determinar accions contra aquets possibles imprevistos (es pot consultar a l'annex II).

8. Impacte mediambiental.

Per a la realització de la viabilitat mediambiental s’ha realitzat una metodologia de llistes de control basada en la Directiva 97/11/CEE per a l’avaluació de les repercussions de determinats projectes públics i privats sobre el medi ambient, aquesta s’aplica per a les següents fases del projecte:

- Construcció o Execució: Disseny, fabricació i posada en marxa del projecte i de tots els elements que el formen.
- Funcionament o explotació: Explotació del client del magatzem automatitzat.
- Desballestament: Fase un cop acabat el cicle de vida útil de la màquina.

S’adjunten tant les observacions com les accions correctores a efectuar:

FASE	ACCIONS MES IMPACTANTS	OBSERVACIONS / ACCIONS CORRECTORS
Construcció o Execució	Residus derivats de la posta en marxa	Ferralla, coure, residus electrònics i elèctrics. S’externalitzarà la gestió d’aquests residus amb una empresa especialitzada.
	Residus derivats del mecanitzat de l’estructura	
Funcionament o explotació	Augment del consum elèctric contractat	S’estima un consum elèctric d’uns 32 kW per a la instal·lació completa
	Gestió dels Residus derivats del manteniment de la maquinària	Greixos i lubricants. Es realitzarà un programa de formació als treballadors per la gestió dels residus derivats del manteniment de la màquina.
	Soroll als treballadors	Implementació de programa de formació per a la prevenció de riscos derivats del soroll de la màquina. Incorporació de EPI’s específics.
Desballestament	Residus estructurals	Cada màquina es reciclarà de manera diferent segons el materials que es componen. Es reciclarà tots els components possibles a través de la deixalleria, en cas de ser un material no acceptat per la deixalleria es contractarà una empresa de reciclatge de maquinària.

Taula 8.1. Repercussions mediambientals del projecte

Es conclou, que a nivell mediambiental el projecte no presenta impactes greus i que amb les accions correctores efectuades o a efectuar la viabilitat del projecte no perilla.

9. Conclusions.

Un cop finalitzat el projecte es pot analitzar el resultat final de l'elaboració de la solució tècnica i determinar si s'han assolit els objectius i l'abast del projecte. Pel que fa a l'abast del projecte es pot afirmar que s'han complert tots els apartats especificats a priori, aquets es basen en la realització de dos blocs de treball diferents:

- Automatisme del magatzem:
 - ✓ El automatisme implementat és capaç de controlar la entrada i sortida d'estoc del magatzem, a més de distribuir el material a la zona de producció mitjançant cintes transportadores. Com es definia a l'abast s'ha realitzat la programació del Hardware i software del programa del PLC, s'ha implementat una pantalla tàctil HMI i s'han definit les comunicacions per a l'Interface entre el sistema ERP intern de l'empresa.
- Redistribució i reorganització del magatzem:
 - ✓ S'han generat nous plànols de la nova distribució en planta tant del magatzem com de la zona de fabricació. En aquets plànols s'inclou la ubicació de tots els components del automatisme i la prestatgeria implementada. Pel que fa a la reorganització de la gestió d'estoc del magatzem s'ha definit una nova metodologia de treball més eficient i s'ha descrit en un diagrama de flux de processos explicatiu. A més s'ha generat una taula d'accions i rols per a cada tasca que es realitza al magatzem.

El fet d'haver assolit el abast del projecte ha implicat el compliment dels objectius establerts a l'avantprojecte ja que la solució implementada del projecte ha permès augmentar la eficàcia i l'eficiència del sistema de gestió i transport d'estoc, reduint el temps de manipulació de l'estoc i coneixent l'estat del inventari a temps real. S'ha augmentat la productivitat de la planta de fabricació optimitzant el procés de trànsit de material entre el magatzem i la fabricació. Finalment també s'ha reduït temps de treball administratiu disposant d'una base de dades amb informació directa dels processos de magatzem i fabricació.

Pel que fa a les desviacions del projecte durant l'execució cal diferenciar entre les desviacions que han implicat un canvi en la planificació i les desviacions que han causat un canvi en el pressupost del projecte.

- Desviacions de la planificació:

En aquest cas en realitat més que una desviació en el projecte existeix una reorganització de la planificació prevista. En la nova planificació es realitzen tasques en paral·lel ja que algunes requereixen informacions prèvies d'altres que es realitzaven a posteriori. El principal motiu ha estat la falta d'informació prèvia a realitzar el disseny del programa del PLC, ja que és necessària la informació d'on s'ubica la maquinària dintre de la planta del magatzem i fabricació.

Cal esmentar que la finalització del projecte s'ha allargat 5 dies, ja que a la planificació inicial es preveia finalitzar el projecte a data del 28 de maig i en canvi s'ha allargat lleugerament fins al 2 de juny, aquesta desviació ha estat provocada pels imprevistos sorgits durant l'execució del projecte i per les desviacions del calendari de dedicació del projecte espontàniament.

- Desviacions del pressupost del projecte:

S'ha hagut de refer el pressupost degut a la incorporació d'un element no previst a l'avantprojecte, aquest element és la malla de protecció antipersones. La raó per la qual s'ha incorporat aquesta malla a posteriori és conseqüència del correcte compliment de la directiva europea de màquines industrials (2006/42/CE).

Aquesta nova incorporació ha generat un augment del pressupost de 184.719,19€ a 195.297,01€. Per tal d'analitzar la variació del pressupost s'ha tornat a realitzar la viabilitat econòmica del projecte, on s'extreu que la desviació del pressupost no es massa significativa pel que fa a la rendibilitat del projecte, ja que el VAN resultant és de 230.080,75€ i el previst a l'inici era de 230.314,46€, una diferència molt reduïda. Pel que fa a el càlcul ICB la diferència entre el real i el previst també és mínima ja que es passa de un ICB del 124,68% al 117,81% resultant.

Cal esmentar que s'han gestionat els riscos més important que puguin afectar a l'execució del projecte i s'ha generat un pla de contingència per a determinar accions contra aquets possibles imprevistos (es pot consultar a l'annex II).

Finalment, s'enumeren algunes de les futures línies de treball per a millorar la solució tècnica del projecte:

- Incorporar un rail que connecti el transelevador d'entrada amb el de sortida per tal de poder seguir operant en cas de que s'averii un dels transelevadors.
- Millorar el sistema d'alarmes per pantalla HMI.
- Incorporació d'aplicació smartphone per accés remot al sistema HMI.

10. Referències.

- Llibres:

- [1] VICENTE GUERRERO; RAMÓN L. YUSTE; LUÍS MARTÍNEZ (2009). Comunicaciones Industriales. Marcombo. Barcelona.
- [2] JULIO JUAN ANAYA TEJERO (2008). Almacenes. Análisis, diseño y organización. Esic Editorial. Madrid.
- [3] ARTURO FERRÍN GUTIERREZ (2007). Gestión de stocks en la logística de almacenes. FC Editorial. Navarra.

- Articles web:

- [4] Institut Nacional Estadística (INE) [online]. Disponible a <http://www.ine.es>
- [5] Banc Central Europeu (BCE) [online]. Disponible a: <https://www.ecb.europa.eu/ecb/html/index.es.html>
- [6] SIEMENS [online]. Disponible a http://www.automation.siemens.com/sal/esmaterial-as/catalog/en/simatic_st70_chap05_english_2011.pdf
- [7] SOCO System [online]. Disponible a <http://www.socosystem.com/es/products/manutencion/transportadores-motorizados>
- [8] MECALUX [online]. Disponible a <http://www.mecalux.es/soluciones-de-almacenaje?gclid=COu3-rTs8b0CFWzHtAodlTsAbA>
- [9] DIRECTIVA EUROPEA SEGURETAT INDUSTRIAL 2006/42/CE [online] Disponible <http://www.f2i2.net/legislacionseguridadindustrial/Directiva.aspx?Directiva=2006/42/CE>
- [10] NORMATIVA AJUNTAMENT DE PARETS DEL VALLES [online]. Disponible a <https://www.paretsdelvalles.cat/permisosindustrials/archius>

