



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

PROJECTE FI DE CARRERA

TÍTOL: SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

AUTORS: EDUARD DESEMBRE OLIVELLA
MARC GALIMANY BAGES

TITULACIÓ: E.T.I. esp. ELECTRÒNICA INDUSTRIAL

DIRECTOR: PAU MARTÍ I COLOM

DEPARTAMENT: 707: ENGINYERIA, SISTEMES I INFORMÀTICA IND.

DATA: 27/06/2011

PROJECTE FI DE CARRERA

RESUM (màxim 50 línies)

En aquest projecte s'estudia l'automatització d'una planta de compressors, aquesta planta funciona actualment de forma manual i es vol aconseguir automatitzar-la per tal d'aconseguir millores. Aquestes millores consisteixen en reduir costos, millorar la qualitat de l'aire i millorar la reacció en cas d'averia. Per aconseguir automatitzar-la es crearà un prototip simulant el funcionament de la planta de compressors, i així poder treballar sense interrompre l'activitat a la fàbrica. Després de comprovar el correcte funcionament del prototip, realitzant els canvis pertinents si són necessaris, instal·larem un quadre de control dels compressors a la mateixa planta.

Per tal de millorar l'automatització creada s'instal·larà un sistema de comunicació, el qual estarà compost per una Xarxa Local (LAN) i una Xarxa Externa (Internet). Gràcies a la Xarxa Externa podrem supervisar el funcionament de tota la instal·lació desde qualsevol punt amb accés a Internet.

NOTA: El projecte inclou cinc annexes. El primer (annex 1) s'adjunten els esquemes elèctrics de la instal·lació del Quadre de Control de Compressors en Planta, en l'annex 2 s'hi troba la normativa (Reglament BT 2002) . En l'annex 3 s'adjunta el Manual WinCC flexible 2005. En l'annex 4 s'adjunta el Manual S7-1200. Per finalitzar, a l'annex 5 s'adjunta la Configuració Router ADSL.

Paraules clau (màxim 10):

PLC	HMI	Compressor	Neumàtica
Automatització	Prototip	LAN	Switch
Router	TCP/IP		

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

INDEX

1	MEMÒRIA DESCRIPTIVA	6
1.1	INTRODUCCIÓ	6
1.2	OBJECTIUS	8
1.3	ESTRUCTURA DEL PROJECTE	9
1.3.1	PLANIFICACIÓ	10
2	FUNCIONAMENT ACTUAL I MILLORA A SEGUIR	11
2.1	DESCRIPCIÓ DE LA PLANTA	11
2.1.1	INTRODUCCIÓ	11
2.1.2	DESCRIPCIÓ	14
2.2	PLANTEJAMENT DEL PROBLEMA	17
2.3	ESTRATÈGIA A SEGUIR	19
3	DISSENY, IMPLEMENTACIÓ I POSADA A PUNT DEL PROTOTIP	23
3.1	ESTRUCTURA	23
3.2	DISPOSITIUS (plc, pantalla tàctil i altres)	25
3.2.1	MATERIAL SELECCIONAT	26
3.3	PROGRAMA	30
3.3.1	PANTALLA TÀCTIL (HMI)	32
3.3.2	PLC	39
3.3.2.1	EXPLICACIÓ DETALLADA DEL PROGRAMA PLC	44
3.4	AJUSTOS I POSADA EN MARXA	49
4	DISSENY, IMPLAMANTACIÓ I POSADA A PUNT DEL QUADRE DE CONTROL DE COMPRESSORS EN PLANTA	51
4.1	NORMATIVA LEGAL D'APLICACIÓ	51
4.2	ENVOLVENT	52
4.3	DISPOSITIUS (plc, pantalla tàctil i altres)	54
4.4	PROGRAMA	58
4.4.1	DESCRIPCIÓ DETALLADA DEL PROGRAMA DEL QUADRE DE CONTROL DE COMPRESSORS EN PLANTA	59
4.5	AJUSTOS I POSADA EN MARXA	62

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

5	DISSENY, IMPLAMANTACIÓ I POSADA A PUNT DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓ INDUSTRIAL	64
5.1	INTRODUCCIÓ	64
5.2	IMPLEMENTACIÓ	71
6	PRESSUPOST	76
7	CONCLUSIONS	78
8	REFERÈNCIES I BIBLIOGRAFIA	79
9	ANNEXES	80

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

INDEX DE FIGURES

FIGURA 1: Elèctrica Güell,S.A. _____	6
FIGURA 2: Cerámicas del Foix,S.A. _____	7
FIGURA 3: Model d'una Planta de Compressors _____	13
FIGURA 4:Plànol de Planta (Cerámicas del Foix,S.A.) _____	14
FIGURA 5:Connexionat de la línia d'aire comprimit a la Planta de Compressors _____	17
FIGURA 6:Diagrama de la instal·lació _____	19
FIGURA 7: Taula de senyals del PLC _____	21
FIGURA 8:Croquis del prototip _____	23
FIGURA 9:Fotos durant el muntatge del Prototip _____	24
FIGURA 10: Prototip _____	30
FIGURA 11: Pantalla Principal de l'HMI _____	32
FIGURA 12: Pantalla configuració de paràmetres de l'HMI _____	33
FIGURA 13: Pantalla Control d'Hores de l'HMI _____	34
FIGURA 14: Pantalla Alarmes de l'HMI _____	35
FIGURA 15: Pantalla Historial d'Avisos de l'HMI _____	36
FIGURA 16: Pantalla Avisos Actius de l'HMI _____	37
FIGURA 17: Software de Programació de l'HMI (Prototip) _____	38
FIGURA 18:Diagrama funcionament del PLC _____	39
FIGURA 19:Diagrama del Programa Principal _____	41
FIGURA 20: Diagrama Funció "Parar Compressor" _____	42
FIGURA 21: Diagrama Funció "Engegar Compressor" _____	43
FIGURA 22: Software de Programació del PLC (Prototip) _____	44
FIGURA 23: Software de Programació del PLC (Prototip) _____	46
FIGURA 24: Taula de paràmetres (Prototip) _____	48
FIGURA 25:Taula de variables (Prototip) _____	49

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

FIGURA 26: Croquis del Quadre Control Compressors	52
FIGURA 27: Quadre Control Compressors en planta	58
FIGURA 28: Software de programació (Quadre Control Compressors)	59
FIGURA 29: Software de programació (Quadre Control Compressors)	60
FIGURA 30: Software de programació (Quadre Control Compressors)	61
FIGURA 31: Software de programació (Quadre Control Compressors)	62
FIGURA 32: Taula de paràmetres DB1 (Quadre Control Compressors	63
FIGURA 33: Topologia d'Anell	65
FIGURA 34: Topologia de Bus	65
FIGURA 35: Topologia d'Arbre	66
FIGURA 36: Topologia d'Estrella	66
FIGURA 37: Estructura del sistema de comunicació	68
FIGURA 38: Diagrama protocol TCP	69
FIGURA 39: Diagrama protocol IP	70
FIGURA 40: Diagrama protocol TCP	70
FIGURA 41: Software de programació PLC	72
FIGURA 42: Software de programació HMI	73
FIGURA 43: Software de programació HMI	74
FIGURA 44: Foto control remot mitjançant un telèfon mòbil	75

1 MEMÒRIA DESCRIPTIVA

1.1 INTRODUCCIÓ

En aquest projecte, s'estudia l'automatització d'una planta de compressors que subministren aire comprimit a una fàbrica. La implementació de la planta de compressors s'ha dut a terme a Ceràmiques del Foix, S.A. del Grup Roca, que està situada a la població de Santa Margarida i Els Monjos i, es dedica a la fabricació de rajoles.

Aquest projecte es realitza conjuntament amb tres entitats, la primera és la Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú (EPSEVG), la qual és la universitat on em cursat l'enginyeria tècnica industrial especialitat amb electrònica industrial. La segona és Eléctrica Güell, S.A, que és l'empresa la qual estem treballant actualment i, es dedica al muntatge i manteniment d'instal·lacions industrials. La Tercera entitat és Cerámicas del Foix, S.A, és l'empresa on s'ha implementat l'automatització de la planta de compressors.

Eléctrica Güell, S.A. és una de les principals empreses de serveis per a les indústries i el sector públic de Catalunya i la Comunitat Valenciana. Amb més de 34 anys de història, té una plantilla fixa de més de 110 professionals, entre tècnics i enginyers, que donen servei des de la seu central a Vilafranca del Penedès – Barcelona, i la delegació d'Onda – Castelló.

Eléctrica Güell, S.A. està especialitzada en les instal·lacions industrials, terciàries i públiques, així com en serveis de manteniment i assistència per avaries.



Fig. 1. Eléctrica Güell, S.A.

Cerámicas del Foix, S.A. és una empresa del grup ROCA, és la primera fàbrica del grup que es dedica a la fabricació de ceràmica, inaugurada al 1980, està situada a Santa Margarida i els Monjos (província de Barcelona).

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Actualment, produeixen rajoles de revestiment i paviment ceràmic, aquesta empresa inclou tot el procés productiu des de l'arribada de les matèries primeres (terres i argiles), passant per la fabricació de les rajoles i finalitzant per la gestió del seu propi magatzem. Durant tot el procés productiu el producte passa per varies màquines que formen diferents línies de producció.



Fig. 2. Ceràmicas del Foix, S.A.

La producció diürna consisteix en la barreja de la pasta, el premsat de les rajoles, la cocció i l'emmagatzematge. Mentre que la producció nocturna només es dedica a la cocció ja que els forns han d'estar encesos les 24h del dia.

Eléctrica Güell, S.A. va rebre una sol·licitud, de realitzar un estudi d'automatització de la planta de compressors, amb el seu corresponent pressupost a petició de l'empresa Ceràmicas del Foix, S.A.

Nosaltres sempre hem seguit la mateixa trajectòria acadèmica, una vegada varem acabar el batxillerat, i cursar un mòdul de grau superior en Regulació i control de Sistemes Automàtics, varem continuar els nostres estudis a la universitat, cursant la titulació d'Enginyeria Tècnica Industrial Especialitat en Electrònica Industrial. Durant aquests anys hem anat descobrint que ens agradava més l'àrea d'Automàtica i Robòtica que l'àrea de Disseny Electrònic, per aquest motiu volíem realitzar el projecte final de carrera sobre l'automatització.

Quan Eléctrica Güell, S.A. va rebre la sol·licitud de realitzar aquest estudi nosaltres ens varem interessar en ell, varem demanar de realitzar-lo, ja que ens semblava una bona oportunitat per reforçar i posar en pràctica tots els coneixements adquirits durant aquests anys.

A més a més, creiem que l'àrea d'Automàtica està actualment en evolució i creixement, i per tant en un futur no molt llunyà, les empreses de la nostra zona optaran per l'automatització.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Personalment pensem que és una feina molt didàctica i dinàmica, i aquest fet provoca estar constantment actualitzats.

1.2 OBJECTIUS

L'objectiu principal d'aquest projecte és dissenyar, implementar i aplicar un sistema d'automatització a una planta de compressors.

Per tal d'assolir aquest objectiu es plantegen tres blocs de feina:

1. Sistema emulador
 - Estudi de la planta a automatitzar
 - Disseny d'un emulador d'una planta de compressors
 - Construcció i posada en marxa
2. Automatització de la planta
 - Disseny del sistema d'automatització
 - Adquisició i posada en marxa
3. Sistema de monitorització via tecnologies web
 - Estudi de les opcions de monitorització
 - Disseny i programació del sistema de monitorització

L'objectiu d'aquest projecte per a l'empresa que ha sol·licitat aquest estudi és realitzar les següents millores:

Mantenir la pressió de la línia dintre un marge establert. Amb aquest fet obtindrem una millora en la producció de la fàbrica gràcies a la qualitat del aire, és a dir, s'aconseguirà millorar el funcionament de les màquines, ja que estaran subministrades per la pressió adequada.

Prescindir d'un operari que estigui pendent dels compressors. Actualment existeix un operari que porta el control del funcionament dels compressors, comprova constantment el correcte funcionament dels compressors i que la pressió de la línia sigui la adequada.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Sistema d'alarma en cas d'averia. S'Instal·larà un sistema de gestió d'alarmes per tal que ens avisi en cas d'anomalia de qualsevol element del procés, i així detectar més ràpidament el problema.

Estalvi energètic. Actualment funcionen dos compressors independentment del consum de la fàbrica, en cas d'augment del consum s'engega manualment un tercer compressor. L'objectiu és tenir en funcionament el nombre necessari de compressors per mantenir la pressió estable.

Supervisió remota. Una altra millora que proposem és crear un sistema de supervisió per tal de poder gestionar les alarmes i variar paràmetres des de qualsevol lloc amb accés a Internet.

El principal objectiu és millorar la producció de la fàbrica reduint costos en la planta de compressors.

1.3 ESTRUCTURA DEL PROJECTE

En el projecte es treballarà amb un emulador que, en aquest cas, serà un prototip, per tal de no causar problemes en la producció, a causa d'interrupcions en el subministrament mentre es realitzen les proves i posada en marxa del quadre de control dels compressors.

La estructura del projecte consta de tres blocs:

- El primer, tracta el funcionament actual de la planta de compressors, la problemàtica que això ens presenta i la valoració de la necessitat d'automatitzar el procés o no (correspon al segon capítol).
- El segon bloc, descriu tot el procés que s'ha seguit per tal de dissenyar, implementar i realitzar la posada en marxa del sistema d'automatització, primerament en un prototip i seguidament a la fàbrica (correspon al tercer i quart capítol).
- El tercer bloc, tracta tota la temàtica sobre la comunicació via Internet, per tal de poder realitzar la supervisió remota (correspon al cinquè capítol).

Abans de començar a fer el projecte és molt important realitzar una planificació per tal de, poder organitzar les tasques i tenir una idea sobre la durada d'aquestes. Gràcies a aquesta planificació podem determinar una data de lliurament de l'instal·lació.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

1.3.1 **PLANIFICACIÓ**

Descripció i cronograma:

- El primer bloc és on es realitzarà l'estudi de la planta de compressors i el disseny, la implementació i la posada en marxa del sistema emulador, tindrà una durada aproximada de quatre mesos.
- El segon bloc és on s'automatitzarà la planta de compressors real, tindrà una durada de dos mesos.
- El tercer bloc és on es realitzarà l'estudi de comunicació a partir del sistema de monitorització via tecnologies web, tindrà una durada d'un mes.
- Per últim es realitzarà la redacció de la memòria, aquesta tasca tindrà una durada aproximada d'un mes.

Aquest cronograma pot veure's alterat segons els desenvolupament de cadascun dels blocs.

2 *FUNCIONAMENT ACTUAL I MILLORA A SEGUIR*

2.1 *DESCRIPCIÓ DE LA PLANTA*

2.1.1 *INTRODUCCIÓ*

La neumàtica (prové del grec “pneuma” que designa aire, respiració) és la tecnologia que utilitza el aire comprimit com a transmissor de l'energia necessària per moure i fer funcionar mecanismes, aquesta constitueix una eina molt important dins del control automàtic en la indústria.

L'aire comprimit és una de les formes d'energies més antigues que coneix l'home i s'aprofita per reforçar els seus recursos físics.

La veritable introducció de la neumàtica en la indústria no va ser més acusada fins a l'exigència d'una automatització i racionalització de processos de treball.

En l'actualitat ja no s'imagina una explotació industrial moderna sense aire comprimit. Aquest és el motiu que en les branques industrials més variades s'utilitzin aparells neumàtics.

Avantatges de la neumàtica:

- L'aire és abundant, de fàcil captació i de fàcil transport.
- L'aire no posseeix propietats explosives, per tant no existeixen riscos de guspires.
- Els actuadors poden treballar a altes velocitats i ser regulats fàcilment.
- Al treballar amb aire comprimit no repercuteix físicament en els components d'un circuit per efecte de cop d'ariet.
- Les sobrecàrregues no provoquen situacions perilloses, ja que no danyen els equips de forma permanent.
- Els canvis de temperatura no afecten de forma significativa.
- És una energia neta, no contaminant.
- Canvis instantanis de sentit.

Desavantatges de la neumàtica:

- En circuit molt extensos és produeixen pèrdues de càrrega considerables.
- Les pressions que normalment s'utilitzen no permeten aplicar grans forces.
- Alts nivells de sorolls generats per la descàrrega de l'aire cap a l'atmosfera.
- Requereix de instal·lacions especials, si és vol recuperar l'aire prèviament empleat.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Per produir aire comprimit s'utilitzen compressors que eleven la pressió de l'aire el valor de treball desitjat. En el moment de planificar la instal·lació convé sobredimensionar el compressor perquè no resulti insuficient en cas d'ampliació de nous aparells neumàtics.

Els compressors són accionats, segons les exigències, per mitjà d'un motor elèctric o d'explosió interna. En la indústria, en la majoria dels casos els compressors s'arrastren per mitjà d'un motor elèctric. Generalment, el motor gira a un número fix de revolucions per minut, per la qual cosa és necessari regular el moviment a través d'un sistema de transmissió, compost en la majoria dels casos, per un sistema de politges i corretges.

El cas més habitual en compressors de grans dimensions és realitzar una regulació per obertura de l'aspiració. En aquest tipus de regulació es donen dos estats: treballar en buit i treballar comprimint. Aquests dos estats consisteixen en:

- Treballar en buit consisteix que el compressor mantingui oberta la vàlvula d'aspiració i aquest fet provoca que l'aire circuli lliurement sense ser comprimit.
- Treballar comprimint consisteix en que el compressor tanca la vàlvula d'aspiració i, això, provoca que l'aire no tingui sortida lliure i per tant el compressor el pugui comprimir.

Els assecadors poden ser de dos tipus: assecadors frigorífics o d'adsorció. Aquests tenen les següents característiques de funcionament:

- Els assecadors frigorífics operen amb un punt de rosada a la pressió de treball de 20°C, garantint un alt grau d'assecatge de l'aire comprimit. S'entén per temperatura del punt de rosada aquella a la que s'ha de refredar un gas amb l'objectiu de que es condensi el vapor d'aigua que conté el gas.
- Els assecadors d'adsorció són un procediment purament químic. L'aire comprimit passa a través d'un llit de substàncies secants; en el moment en que l'aigua o el vapor d'aigua entra en contacte amb aquesta substància es combina químicament i es desprèn de l'aire.

Els assecadors frigorífics poden utilitzar-se en qualsevol tipus d'instal·lació, mentre que els d'adsorció s'apliquen a instal·lacions amb més control de qualitat de l'aire comprimit.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

L'aire comprimit ve de l'estació compressora i arriba a les instal·lacions a través d'una xarxa de canonades. El diàmetre de les canonades s'ha d'escollir de manera que la caiguda de pressió entre el compressor i el consumidor sigui el mínim possible.

El filtre té la missió d'extreure de l'aire comprimit totes les impureses i l'aigua condensada. Aquest filtre separa totes les partícules i s'ha de netejar periòdicament. L'aire comprimit net; una vegada ha sortit del filtre, passa pel regulador de pressió, el qual redueix la pressió de sortida a un valor constant desitjat. Finalment, l'aire passa pel lubricador, aquest s'encarrega de lubricar els elements neumàtics en la mesura justa, per tal d'aconseguir un correcte funcionament.

L'energia de l'aire comprimit es transforma per mitjà de cilindres en un moviment lineal de vaivé, i mitjançant motors neumàtics en moviments rotatius.

Esquema bàsic d'una línia neumàtica:

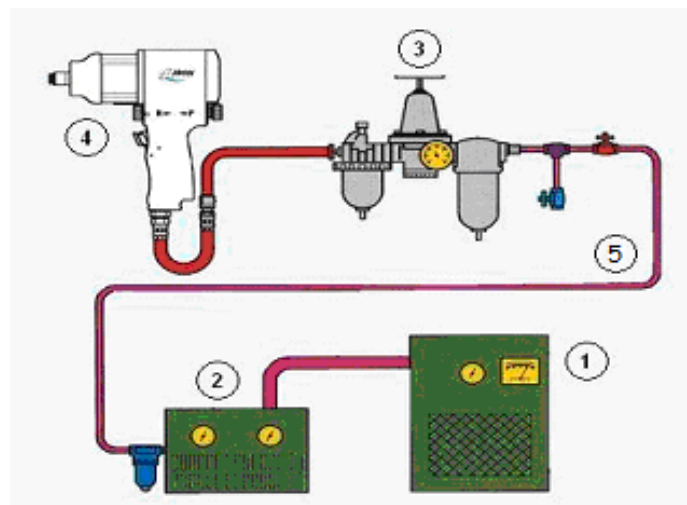


Fig. 3. Model d'una planta de compressors.

1. Compressor: Màquina destinada a elevar la pressió d'un gas o vapor.
2. Assecador: Màquina que s'utilitza per reduir el grau d'humitat que conté l'aire comprimit.
3. Filtre, Regulador de pressió i Lubrificador: Conjunt de mecanismes que tenen la finalitat d'eliminar les partícules o impureses que conté l'aire comprimit, reduint la seva pressió a un valor desitjat i lubricar amb oli els aparells receptors.
4. Aparells receptors: Aparells o màquines que transformen l'energia que conté l'aire en forma de pressió amb energia cinètica.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

5. Conjunt de canonades: És tota la instal·lació que s'utilitza per transportar l'aire comprimit.

2.1.2 DESCRIPCIÓ

El sistema neumàtic de Cerámicas del Foix, S.A. està format per quatre compressors, dos assecadors d'aire, una línia general que subministra aire comprimit a tota la fàbrica, dues vàlvules de seguretat que actuarien en cas de sobrepressió i les vàlvules de regulació de pressió situades a cada màquina, en cas d'apagada hi ha un grup electrògen d'emergència per poder alimentar la instal·lació.

En la figura 4 es pot observar el plànol de distribució de tots aquests elements:

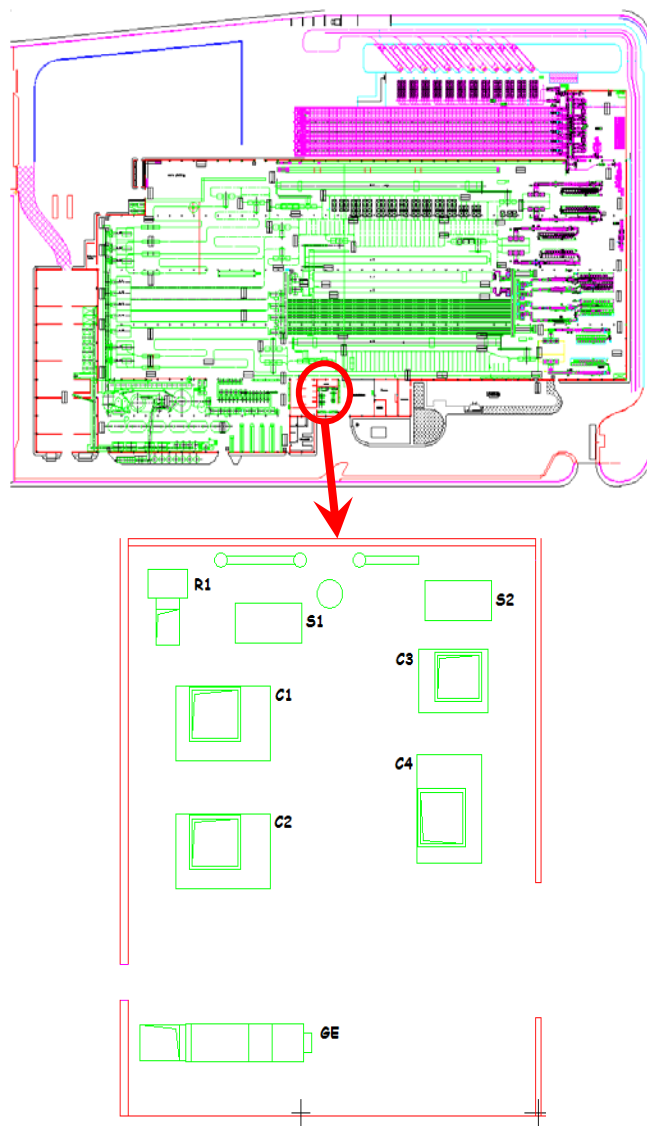


Fig. 4. Plànol de planta (Cerámicas del Foix S.A.)

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Compressors:



Els compressors que tenim a Cerámicas del Foix S.A són de la marca Worthington, model Rollair 125, és un compressor compacte que disposa d'un motor elèctric de 90 kW, la pressió màxima de treball és de 8 bars.

Assecadors:



Els dos assecadors dels que disposa la planta de compressors són de la marca Hiross, model PGN770 TIMED (de tipus frigorífic), igual que els compressors tenen un format compacte, i estan formats per un motor elèctric trifàsic de 15,2kW, i el marge de treball és de 1-12 bars de pressió.

Vàlvula de seguretat:



Per evitar sobrepessions i protegir les màquines la instal·lació disposa de dues vàlvules de seguretat de la marca Faust y Kammann, S.A. La vàlvula dispara a 7.86 bars i queda totalment oberta a 9.5 bars.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Regulador de pressió:



Cada màquina disposa del seu propi regulador, filtre i lubricador. Així doncs, cadascuna pot ser de marca i model diferent però, en general tenen un marge de regulació de 0 a 12 bars.

Grup electrogen:



El grup electrogen que alimenta en cas d'emergència la planta de compressors és de la marca Electra Molins i incorpora un motor diesel amb una potència de 130 kW.

Actualment el funcionament de la planta de compressors és la següent:

Els compressors estan connectats a la línia general i el seu funcionament és completament independent. La instal·lació no disposa d'un dipòsit acumulador d'aire que et permeti tenir una reserva d'aire, aquest fet provoca que els compressors sempre han d'estar en funcionament ja que han de produir la quantitat d'aire necessària per poder treballar; en el cas que no sigui així el rendiment no és l'adequat; per tant, estem tenint pèrdues.

En els casos excepcionals d'una averia del subministrament elèctric de la fabrica, aquesta té un grup electrògen per alimentar els serveis mínims de la mateixa. El quart compressor penja de la línia de serveis mínims i per tant és l'únic compressor que funciona en cas d'averia.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Pel que fa als assecadors tenim que el seu funcionament també és manual i independent un de l'altre. L'assecador 1 funciona sempre que tingui el compressor 1, compressor 2 o compressor 3 engegats. L'assecador 2 només funcionarà quan el compressor 4 estigui engegat. Aquest funcionament és pot observar en la figura 5.

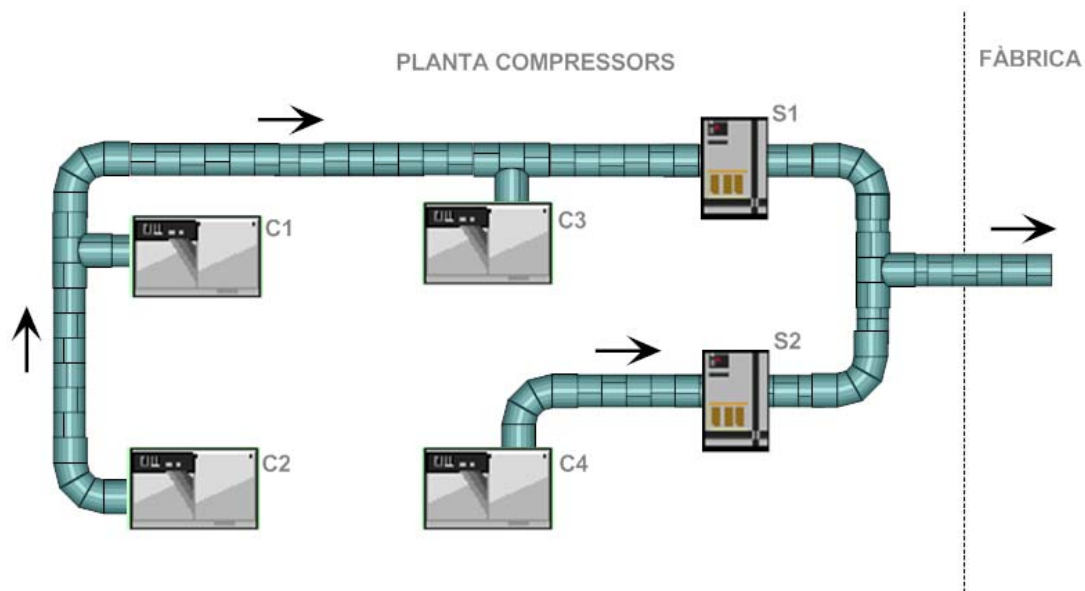


Fig. 5. Connexionat de la línia d'aire comprimit a la planta de compressors.

2.2 PLANTEJAMENT DEL PROBLEMA

Avui en dia totes les empreses necessiten millorar la seva productivitat, de manera que, han d'aconseguir trobar la millor estratègia per reduir costos sense disminuir el seu nivell de producció per tal de ser competitius dintre del seu sector de mercat.

Actualment la planta de compressors de l'empresa Ceràmicas del Foix, S.A. funciona completament de forma manual. El funcionament manual consisteix en:

A la nit, tot i que pugui variar la pressió, només hi ha un compressor en estat de comprimir. Quan l'operari arriba al matí posa en funcionament un segon compressor, independentment del valor de pressió de la línia general en aquell moment, amb la previsió de que la pressió de la línia augmentarà, donat que les línies de producció es posaran en funcionament. Constantment, aquest operari revisa que la pressió de la línia estigui dins dels marges de treball i que el funcionament dels compressors sigui el correcte, prenent les mesures necessàries en cas de que no sigui així.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Aquest procediment es repeteix durant tot el dia amb els diferents operaris. L'últim torn deixa només un sol compressor en l'estat de comprimir durant tota la nit.

Aquest tipus de funcionament repercuteix en la qualitat de l'aire, en pèrdues de temps i retards en l'actuació en cas d'averia.

En la qualitat de l'aire repercuteix perquè les màquines necessiten una pressió d'aire constant per tal de poder treballar correctament. En el funcionament manual la producció d'aire és constant però el consum és variable segons la demanda de la línia de producció, i això provoca una pressió de línia inestable.

En el moment en el que es produeix una averia no s'actua instantàniament ja que els operaris no se n'assabenten fins que veuen que la pressió ha disminuït per sota dels mínims de funcionament, aquest fet provoca que s'hagi de parar la producció i fins i tot, tenir pèrdues en producció causades per la parada o per el mal estat del producte. A més a més, quan volen solventar el problema no en saben l'origen i per tant triguen més temps a solventar-lo i poder reprendre la producció.

Com es pot veure anteriorment amb la forma manual es produeixen diversos problemes que no sorgirien si el procés estigués automatitzat, per tant, cal automatitzar aquest procés.

Amb aquest nou procés aconseguirem:

Prescindir d'una persona que estigui pendent de parar i engegar els compressors segons la demanda d'aire de les línies de producció i aprofitar a l'operari per altres tasques, augmentarem la qualitat de l'aire mantenint la pressió estable, reduïrem el temps de resposta davant d'una averia ja que serem avisats i podrem actuar en el lloc exacte gràcies al programa de gestió d'averies. A més a més, millorarem la qualitat de la producció i reduïrem costos.

Per poder realitzar aquesta automatització serà necessari una comunicació mitjançant una interfície home-màquina; la qual cosa, ens permetrà visualitzar l'estat de cadascun dels elements de la planta de compressors, variar els paràmetres de funcionament d'una manera agilitzada i poder detectar mitjançant els avisos l'origen de l'averia.

Per donar-li un punt afegit de millora al procés d'automatització es crearà una xarxa de comunicació industrial mitjançant la qual tot i no trobar-te a la planta de funcionament es pugui supervisar i actuar sobre els compressors de manera remota (desde qualsevol punt d'accés a Internet).

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

2.3 ESTRATÈGIA A SEGUIR

El projecte disposa de dues estratègies: l'estratègia de planificació i l'estratègia de la instal·lació.

L'estratègia de planificació consisteix en automatitzar tota una planta de compressors manuals. Per tal de no perjudicar a la producció, i poder realitzar les proves, assajos i per assegurar el correcte funcionament seguirem els següents passos:

- ✓ Dissenyar, implementar i construir un prototip
- ✓ Programar el prototip
- ✓ Proba i assajos del prototip
- ✓ Muntar el quadre de control
- ✓ Instal·lar el quadre de control a la planta de compressors
- ✓ Posada a punt canviant els paràmetres i realitzant petites variacions per designació de la Fàbrica
- ✓ Creació de la Xarxa de Comunicació Industrial

L'estratègia de la instal·lació consisteix en dissenyar de forma gràfica l'estructura i l'abast de la nostra instal·lació. En la part inferior es pot veure un diagrama que mostra aquesta instal·lació:

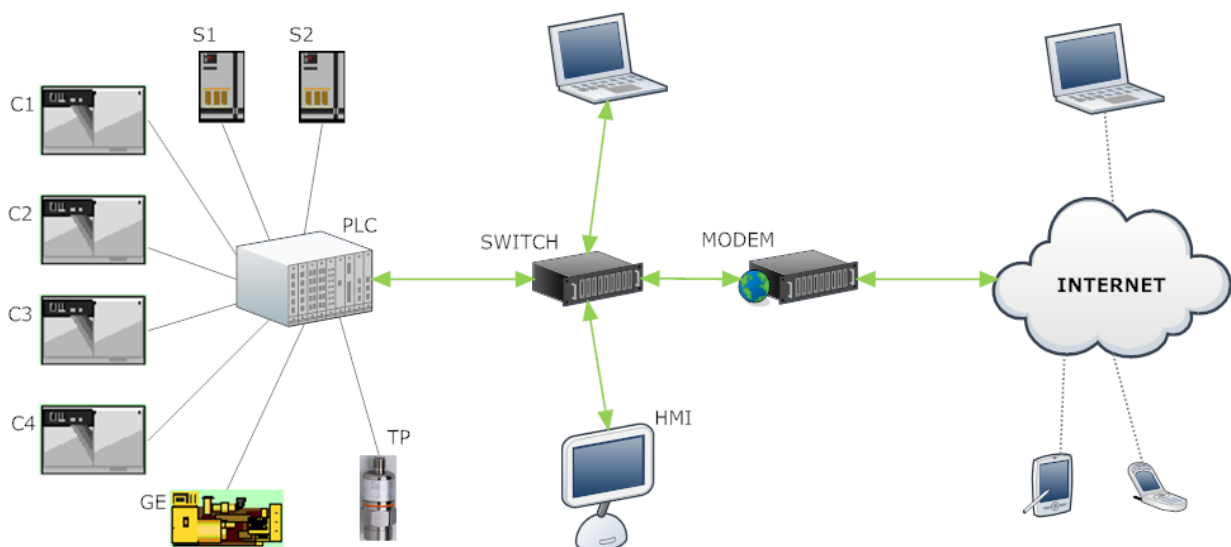


Fig. 6. Diagrama de la instal·lació.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Analitzarem el diagrama d'esquerra a dreta. Primerament trobem els compressors (C1, C2, C3 i C4), aquests estan cablejats amb els mòduls d'entrada i sortida del PLC, per tal de controlar el funcionament de cada compressor es necessiten unes senyals bàsiques. Aquestes són: ordre de marxa motor, confirmació de marxa motor, ordre de marxa electrovàlvula, confirmació de marxa electrovàlvula, Automàtic/Manual i alarma.

En la part superior del PLC trobem els assecadors (S1 i S2) els quals estan connectats d'igual manera que els compressors al PLC, però amb les següents senyals: ordre de marxa i confirmació de marxa.

En la part inferior del PLC trobem el Grup Electrògen (GE) el qual també està connectat mitjançant un cablejat amb el PLC, però amb una sola senyal: confirmació de marxa. Aquest no disposa de més senyals ja que té la seva pròpia maniobra de funcionament.

També en la part inferior del PLC trobem el Transductor de Pressió (TP) el qual també es troba connectat mitjançant el cablejat al PLC, però amb diferència de les altres senyals aquesta està connectada al mòdul d'entrades analògiques i ens dona la senyal de pressió.

Explicació de les senyals de tots els components anteriors:

- Ordre de marxa: És la senyal que utilitza el PLC per tal d'engegar o activar el dispositiu en concret.
- Confirmació de marxa: És la senyal que retorna el dispositiu al PLC confirmant que aquest s'ha engegat o activat.
- Automàtic / Manual: És la senyal que rep l'autòmat per saber si el dispositiu funcionarà de manera manual o automàtica seguint ordres desde el PLC.
- Alarma: És la senyal que envia cada dispositiu al PLC quan té alguna anomalia en el seu funcionament.
- Senyal de pressió: És el valor de la pressió de la línia general en format de 0 -10 V o 4-20 mA.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

A continuació es pot veure la figura 7 amb la relació de dites senyals:

CERAMIQUES DEL FOIX													
QUADRE CONTROL COMPRESSORS													
Màquina	Descripció	PLC			AUX. Dgt. Quadr		AUX. Dgt. Camp		AUX. An. Quadr		AUX. Anal Camp		
		Senyal	Canal	Targeta	In	Out	In	Out	In	Out	In	Out	
LINEA AIRE COMP.	Transmissor de pressió 4-20ma	Trans. Pressió	0	AI.1								1	
COMPRESSOR 1	Confirmació de marxa compressor	Conf. de marxa	0	CPU IN			1						
	Confirmació de marxa comprimir (EV)	Conf. de marxa	1	CPU IN			1						
	Fallo compressor (temperatura, pressió)	Alarma	2	CPU IN			1						
	Selector automàtic/manual	Aut. / man.	3	CPU IN			1						
	Ordre de marxa compressor	Ordre de marxa	0	CPU OUT				1					
	Ordre de marxa comprimir (EV)	Ordre de marxa	1	CPU OUT				1					
COMPRESSOR 2	Confirmació de marxa compressor	Conf. de marxa	4	CPU IN			1						
	Confirmació de marxa comprimir (EV)	Conf. de marxa	5	CPU IN			1						
	Fallo compressor (temperatura, pressió)	Alarma	6	CPU IN			1						
	Selector automàtic/manual	Aut. / man.	7	CPU IN			1						
	Ordre de marxa compressor	Ordre de marxa	2	CPU OUT				1					
	Ordre de marxa comprimir (EV)	Ordre de marxa	3	CPU OUT				1					
COMPRESSOR 3	Confirmació de marxa compressor	Conf. de marxa	8	CPU IN			1						
	Confirmació de marxa comprimir (EV)	Conf. de marxa	9	CPU IN			1						
	Fallo compressor (temperatura, pressió)	Alarma	10	CPU IN			1						
	Selector automàtic/manual	Aut. / man.	11	CPU IN			1						
	Ordre de marxa compressor	Ordre de marxa	4	CPU OUT				1					
	Ordre de marxa comprimir (EV)	Ordre de marxa	5	CPU OUT				1					
COMPRESSOR 4	Confirmació de marxa compressor	Conf. de marxa	12	CPU IN			1						
	Confirmació de marxa comprimir (EV)	Conf. de marxa	13	CPU IN			1						
	Fallo compressor (temperatura, pressió)	Alarma	0	I.1			1						
	Selector automàtic/manual	Aut. / man.	1	I.1			1						
	Ordre de marxa compressor	Ordre de marxa	6	CPU OUT				1					
	Ordre de marxa comprimir (EV)	Ordre de marxa	7	CPU OUT				1					
ASSECADOR 1	Ordre de marxa assecador 1	Ordre de marxa	8	CPU OUT				1					
	Confirmació marxa assecador 1	Conf. de marxa	2	I.1			1						
ASSECADOR 2	Ordre de marxa assecador 2	Ordre de marxa	9	CPU OUT				1					
	Confirmació marxa assecador 2	Conf. de marxa	3	I.1			1						
GRUP ELECTRÒGEN	Confirmació de marxa grup electrogen	Conf. de marxa	4	I.1			1						

Fig.7. Taula de senyals del PLC.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Tal i com es pot veure al diagrama de la figura 6, el PLC està connectat amb un Switch a través d'un cable de comunicacions, si connectem més dispositius (pantalla tàctil, portàtil, etc) al Switch creem una Xarxa Local. En el aquest cas, es muntarà una pantalla tàctil (HMI), també connectada mitjançant un cable de comunicacions, la qual permetrà supervisar de manera local tots els estats i paràmetres de cadascun dels elements.

Amb la creació d'aquesta Xarxa Local existeix la possibilitat d'afegir, en qualsevol moment, un ordinador portàtil o PC que pot servir, per exemple, per programar el PLC i la HMI. A més a més, l'encarregat podrà estar permanentment connectat al sistema des de la seva oficina, podent variar paràmetres i fins i tot modificar el programa per un tècnic especialitzat.

Per poder realitzar el control remot de la instal·lació és necessària la instal·lació d'un Modem connectat amb el Switch de la Xarxa Local. Aquest Modem ens permetrà ampliar l'abast de la nostra Xarxa Local de manera Internacional, aconseguint així que desde qualsevol lloc amb connexió a Internet es pugui operar i visualitzar la instal·lació. Aquesta connexió es pot efectuar mitjançant qualsevol dispositiu d'última generació com per exemple: Ordinador Portàtil, Telèfon Mòbil, Tablets, etc.

3 *DISSENY, IMPLEMENTACIÓ I POSADA A PUNT DEL PROTOTIP*

3.1 *ESTRUCTURA*

El disseny del nostre prototip reuneix les següents característiques:

- Estructura de fàcil muntatge de tots els dispositius i materials.
- Prototip dinàmic, permet realitzar modificacions i canvis.
- Estructura lleugera i transportable fàcilment.
- Muntatge dels elements espaiós i ordenat.
- Elements accessibles per a la seva manipulació.

La figura 8 mostra el croquis del muntatge que es vol realitzar:

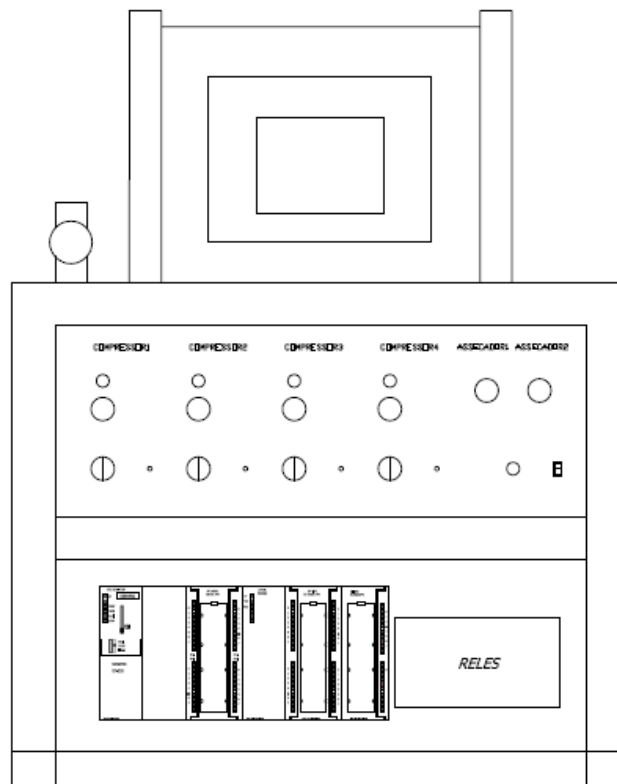


Fig.8. Croquis del Prototip.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Per tal de complir els requisits que ens proposat anteriorment s'han escollit:

Perfils d'alumini per muntar l'estructura ja que aportaran solidesa i estabilitat; a més a més, gràcies a tots els accessoris que són compatibles permeten un muntatge fàcil i ràpid. Gràcies a l'experiència laboral adquirida després d'haver treballat amb planxes de baquelita sabem que és un material rígid i alhora molt fàcil de mecanitzar; a més a més, és aïllant, una propietat que és molt escaient a aquest muntatge.



Fig.9. Fotos durant el muntatge del Prototip.

Tal i com s'observa en les fotografies superiors s'ha fabricat l'estructura mitjançant els materials escollits.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

3.2 **DISPOSITIUS (PLC, PANTALLA TÀCTIL I ALTRES)**

Per tal d'escollir els dispositius més idonis pel prototip és necessari que aquests tinguin unes característiques concretes. Aquestes són:

- Un PLC que incorpori una font d'alimentació de 24Vdc, un mínim de 24 entrades digitals, 16 sortides digitals i una entrada analògica de 0 a 10V, a més a més ha de disposar d'un port de comunicació.
- Una pantalla tàctil que disposi d'un port de comunicacions compatible amb el de l'autòmat.
- Catorze relés els quals la bobina s'alimenti a 24Vdc i que disposin com a mínim d'un contacte commutat.
- Quatre motors alimentats a 24Vdc els quals serviran per simular els motors dels compressors.
- Sis pilots de color verd alimentats a 24Vdc, dels quals quatre simulen l'electrovàlvula de cada compressor i, els altres dos simulen el funcionament dels assecadors.
- Quatre selectores Aut/0/Man amb tres càmeres de contacte normalment obertes (NO), els quals serviran per engegar el compressor manualment, parar-lo o engegar-lo en posició automàtic.
- Quatre interruptors que simularan les alarmes dels compressors.
- Un potenciòmetre per tal de simular el valor de pressió de la línia general d'aire comprimit.
- Un interruptor que ens simula la posada en marxa del grup electrogen.
- Un paro d'emergència amb tres càmeres, dues normalment tancades (NC) i una normalment oberta (NO).

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

3.2.1 MATERIAL SELECCIONAT

Els dispositius utilitzats per realitzar l'automatització d'aquest prototip s'han vist afectats per motius econòmics i, degut a aquesta raó, són els següents:



Nom: Font d'alimentació

Marca i Model: Siemens, PS307

Característiques: Disseny compacte, muntatge en perfil suport, alimentació 230Vac 50/60Hz, sortida 24Vdc intensitat màxima 5A.

Quantitat: 1 unitat



Nom: Mòdul CPU (unitat de control i procés)

Marca i Model: Siemens, CPU315F-2 PN/DP

Característiques: Disseny compacte, muntatge en perfil suport, nombroses funcions integrades, (perifèria de E/S, comunicació amb Red PROFIBUS/PROFINET), remanència de dades en memory Card, alimentació a 24Vdc, incorpora port de comunicacions MPI/DP i PN.

Quantitat: 1 unitat



Nom: Mòdul d'entrades i sortides digitals

Marca i Model: Siemens, SM323

Característiques: Disseny compacte, muntatge en perfil suport, disposa de 16 canals d'entrada digital i 16 de sortides tipus transistor a 24Vdc, connexió mitjançant cargols.

Quantitat: 1 unitat

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS



Nom: Mòdul d'entrades digitals

Marca i Model: Siemens, SM321

Característiques: Disseny compacte, muntatge en perfil suport, disposa de 32 canals d'entrada digital, connexió mitjançant cargols.

Quantitat: 1 unitat



Nom: Mòdul d'entrades i sortides analògiques

Marca i Model: Siemens, SM334

Característiques: Disseny compacte, muntatge en perfil suport, disposa de 4 canals d'entrada analògica configurable 0-10Vdc o 4-20 mA i 2 de sortida analògica configurables també. Connexió mitjançant cargols.

Quantitat: 1 unitat



Nom: Pantalla tàctil

Marca i Model: Siemens, TP177B

Característiques: Pantalla de color amb unes mides de 5,7", incorpora funcions tàctils, Disposa de dos ports de comunicació, un RS232/485 i l'altre RJ45, amb capacitat per la connexió a través de PROFINET o PROFIBUS

Quantitat: 1 unitat

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Nom: Relè

Marca i Model: Releco, C10-A10X

Característiques: Relè de un sol contacte amb un poder de tall de 250V, bobina alimentada a 24Vdc, Connexió mitjançant base S-10 amb cargols.

Quantitat: 1 unitat

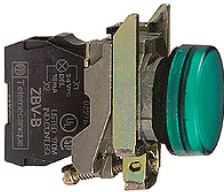


Nom: Pilot lluminós

Marca i Model: Telemecanique, XB4BVB3

Característiques: Pilot lluminós rodo diàmetre 22mm, color verd, làmpada tipus led alimentada a 24Vdc, IP 65, connexió mitjançant cargols.

Quantitat: 6 unitat

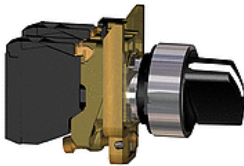


Nom: Selector Aut/0/Man

Marca i Model: Telemecanique, XB4BD33

Característiques: Selector 3 posicions, diàmetre 22mm, incorpora 2 cambres de contactes NA, IP 69. Tensió màxima 380AC o 220DC.

Quantitat: 4 unitat



Nom: Polsador d'emergència

Marca i Model: Telemecanique, XB2-BS542

Característiques: Polsador d'emergència de botó, girar per desenclavar, color vermell, diàmetre del boto 40mm i diàmetre de muntatge 22mm. Tensió màxima 380AC o 220DC.

Quantitat: 1 unitat.



SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS



Nom: Potenciòmetre

Marca i Model: 3590S202

Característiques: Potenciòmetre amb un resistència de 2kOhms i una tolerància de un 5%, Potencia màxima a 450Vac 2W.



Quantitat: 1 unitat



Nom: Interruptor 2 posicions

Marca i Model:

Característiques: Interruptor unipolar de 3A 250V, contacte commutat.

Quantitat: 4 unitat



Nom: Interruptor vermell

Marca i Model:

Característiques: Interruptor unipolar de 16A 250V, color vermell, contacte commutat.

Quantitat: 1 unitat



Nom: Motors

Marca i Model: Ninco, NC7 RAIDER

Característiques: Motor d'scalextric alimentat a 24Vdc.

Quantitat: 4 unitat.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

En la Figura10 es pot veure finalitzada la implementació del prototip:



Fig.10. Prototip.

3.3 PROGRAMA

El programa és la part més important del projecte, per realitzar aquesta programació s'ha dividit amb dues parts: per una banda s'ha programat la pantalla tàctil i per altre banda s'ha programat el PLC. Sempre mantenint una coherència a l'hora de realitzar aquests programes ja que són dependents un de l'altre.

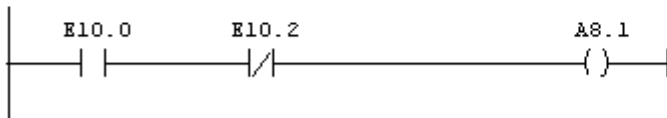
Els softwares utilitzats durant la programació són específics cadascun per el seu model de dispositiu, en el cas del PLC s'ha utilitzat el programa de la marca Siemens (Simatic Step 7). Aquest software permet programar amb tres llenguatges diferents: KOP, FUP i AWL.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

El llenguatge KOP té l'estructura similar a la d'un esquema elèctric ja que utilitza contactes per representar les diferents condicions.

Segm. 25): LENGUATGE KOP

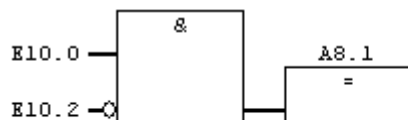
La sortida A8.1 s'activarà quan la entrada E10.0 estigui activada i la E10.2 no estigui activada.



El llenguatge FUP té una estructura semblant a un diagrama i utilitza les portes lògiques per realitzar totes les seves funcions.

Segm. 25): LENGUATGE FUP

La sortida A8.1 s'activarà quan la entrada E10.0 estigui activada i la E10.2 no estigui activada.



El llenguatge AWL és un pseudollenguatge que utilitza una llista d'instruccions per definir cada una de les funcions.

Segm. 25): LENGUATGE AWL

La sortida A8.1 s'activarà quan la entrada E10.0 estigui activada i la E10.2 no estigui activada.

```

U      E      10.0
UN     E      10.2
=      A      8.1
    
```

Nosaltres hem decidit utilitzar el llenguatge KOP, ja que de tots els estudiats és amb el que ens hi sentim més còmodes ja que creiem que és bastant intuïtiu i això, et permet resoldre els problemes amb més facilitat.

Per tal de programar la pantalla s'ha utilitzat el software WinCC flexible de la marca Siemens, l'avantatge d'aquest entorn de programació és que es pot visualitzar, en tot moment, la pantalla tàctil ja que l'entorn de programació és molt gràfic, a més a més, podem insertar tots els elements desitjats com ara: imatges, botons, textos, etc. Una vegada insertats es pot definir la funció que ha de realitzar cadascun d'ells.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

3.3.1 PANTALLA TÀCTIL (HMI)

La Pantalla ens ajuda a supervisar el funcionament del programa ja que permet observar l'estat de tots els elements de la planta i interactuar amb l'autòmat per tal de fer petites modificacions, tot i que el programa estigui en funcionament.

El funcionament de la pantalla tàctil és el següent:

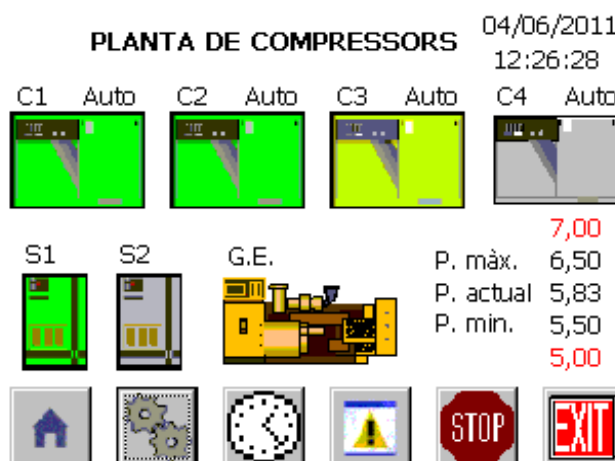


Fig.11. Pantalla Principal de l' HMI.

En la pantalla tàctil per defecte sempre s'observa el menú principal (figura 11), on apareix el sinòptic de funcionament de tota la planta de compressors. A la part superior hi ha situats els quatre compressors, a continuació apareixen els dos assecadors, al costat el grup electrògen i més a la dreta trobem el valor actual de la línia general d'aire comprimit, els valors màxims i mínims del marge de treball i els valors de seguretat (de color vermell), tots ells prèviament definits. A la zona inferior de la pantalla s'hi troben els botons de comandament, mitjançant aquests botons accedim als diferents submenús, aquests botons apareixen en tot moment a la pantalla.



El primer botó serveix per tornar a la pantalla principal.



El segon botó s'utilitza per accedir a la pantalla de configuració de paràmetres.



El tercer botó ens porta a la pantalla de control d'hores.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS



El quart botó ens permet entrar al submenú de gestió d'alarmes.



El cinquè botó para tota la instal·lació (el seu funcionament és equivalent a un polsador d'emergència).



L'últim botó serveix per sortir del programa.

Al pulsar el botó de configuració de paràmetres ens apareix la següent pantalla (figura 12):

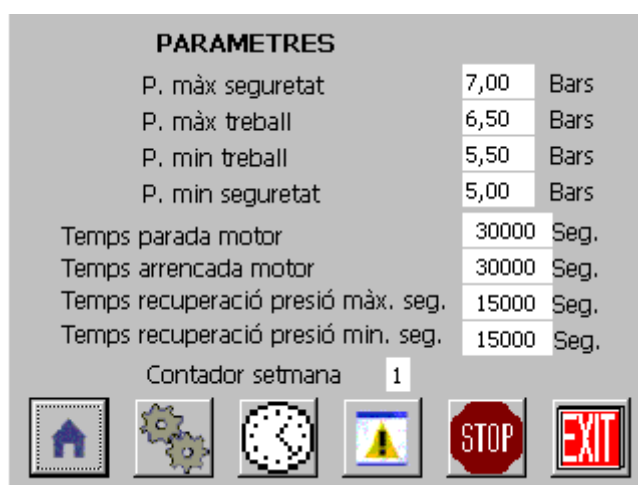


Fig.12. Pantalla configuració de paràmetres de l'HMI.

El submenú paràmetres és el lloc on s'han de definir els paràmetres principals de funcionament, pressions, temps i setmana. Per tal de poder ajustar el programa a la instal·lació és necessari definir aquests paràmetres:

1. Paràmetres de Pressió:

- La pressió màxima de seguretat, és aquell valor que la pressió actual de la línia no ha de superar.
- La pressió màxima de treball és el valor màxim del marge de treball.
- La pressió mínima de treball, es el valor mínim del marge de treball.
- La pressió mínima de seguretat, la pressió de la línia sempre ha de ser superior aquest valor.

Normalment la pressió actual de la línia general esta entre el valor màxim i mínim de treball.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

2. Paràmetres de Temps:

- El temps parada motor és el temps que tardarà el PLC a donar l'ordre de parar a el compressor que li correspon, una vegada s'hagin complert les condicions necessàries.
- El temps arrencada motor és el temps que tardarà el PLC a donar l'ordre de parar a el compressor que li correspon, una vegada s'hagin complert les condicions necessàries.
- El temps de recuperació pressió màxima de seguretat consisteix en que, en el moment que sobrepassem la pressió màxima de seguretat parem un compressor, a partir d'aquí, després d'establir un marge de temps adequat si la pressió continua sent elevada es parerà el següent compressor.
- El temps de recuperació pressió mínima de seguretat és el temps que triga en engegar-se el següent compressor si la pressió està per sota del límit de seguretat.

3. Paràmetre Setmana:

- El comptador setmana, és el paràmetre que indica la setmana en la que estem i es pot modificar si és necessari.

Al pulsar el botó Control Hores ens apareix la següent pantalla (figura 13):

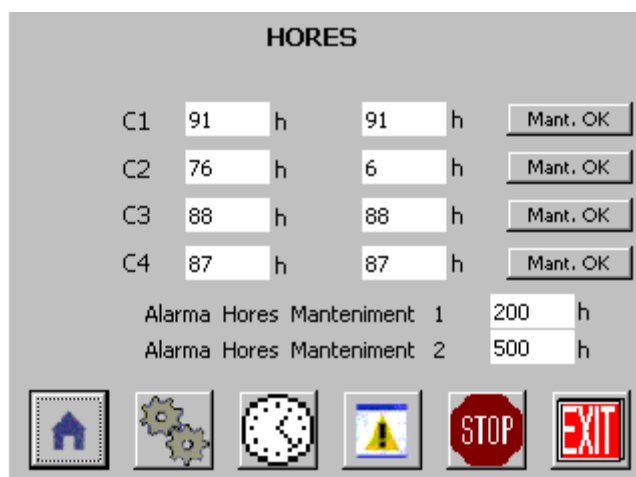


Fig.13. Pantalla Control d'Hores de l'HMI.

El submenú control d'hores serveix per supervisar i controlar les hores totals de funcionament de cada compressor de manera independent, i les hores parcials per saber quan li toca la propera revisió de manteniment.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

A la part central de la pantalla es poden observar les hores treballades, mentre que a la part inferior s'hi troben dos camps: Alarma manteniment 1 i 2. En aquests indicarem el nombre d'hores per el qual es vol realitzar dos tipus de manteniment diferent, és a dir, si es vol realitzar un manteniment a les 50 hores i un altre a les 100 hores treballades, fixarem aquests dos valors en aquests camps.

A la part dreta de la pantalla hi ha quatre botons (un per cada compressor) denominats "Mant. OK" els quals tenen la funció de posar a zero el valor del temps parcial per cadascun dels compressors. Aquest botó només realitza la seva funció una vegada s'ha realitzat el manteniment 2.

Al pulsar el botó de Gestió d'Alarmes ens apareix la següent pantalla (figura 14):



Fig.14. Pantalla Alarmes de l'HMI.

El submenú pantalla alarmes serveix per gestionar i visualitzar les alarmes actives i les que ja han succeït. En aquesta pantalla s'hi troben dos botons: Historial avisos i Avisos actius. Al pulsar aquests botons apareixen les pantalles corresponents, que són les següents (figura 15 i 16):

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Pantalla Historial avisos:

Nº	Hora	Fecha	Estado
! 16	15:35:41	20/07/2007	E
PARO EMERGENCIA			
! 16	15:35:39	20/07/2007	(E)S
PARO EMERGENCIA			
! 16	15:35:34	20/07/2007	(E)A
PARO EMERGENCIA			
! 16	15:35:32	20/07/2007	E
PARO EMERGENCIA			
! 16	15:35:12	20/07/2007	(E)S
PARO EMERGENCIA			
! 16	15:35:07	20/07/2007	(E)A
PARO EMERGENCIA			

Fig.15. Pantalla Historial d'Avisos de l'HMI.

En aquesta pantalla es pot observar totes les alarmes, aquestes queden ordenades en una taula i a més a més pots distingir les alarmes segons el seu estat.

En la primera columna hi ha el número d'alarma, aquest número permet distingir una alarma de les altres, i cadascuna d'elles té un número d'identificació associat. En la segona columna queda enregistrada l'hora en que a ocorregut cadascun dels successos, ja sigui l'aparició de l'alarma, de l'acús o de la reparació d'aquesta. En la tercera columna apareix la data del succés. I en la darrera columna es pot observar l'estat en que es troba l'alarma, existeixen tres estats tal i com mostra a continuació:

Estat de l'alarma	Color	Símbol
Alarma activa	Vermell	E
Alarma acusada	Groc	(E)A
Alarma arreglada	Blanc	(E)S

A més a més, a la part inferior de cadascuna de les alarmes s'hi troba la descripció d'aquesta, aquesta descripció permet saber de quina alarma es tracta.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Pantalla avisos actius:



Fig.16. Pantalla Avisos Actius de 'HMI.

En la pantalla d'avisos actius apareixen totes les alarmes que segueixen actives, es classifiquen de la mateixa manera que en la pantalla historial d'avisos. A diferència de la pantalla historial d'avisos en aquesta, hi ha un botó situat a l'apart inferior dreta que permet fer l'acús de qualsevol avís en particular. Quan s'acusa una alarma s'està dient al PLC que saps que tens aquella alarma activa.

A la part superior esquerra ens apareix la següent icona:



Aquesta icona apareix quan hi ha actives una o més alarmes. El número d'avisos pendents en aquell precís instant està reflectit en la part inferior de l'icona.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

L'entorn de programació de la pantalla està representat a la figura 17:

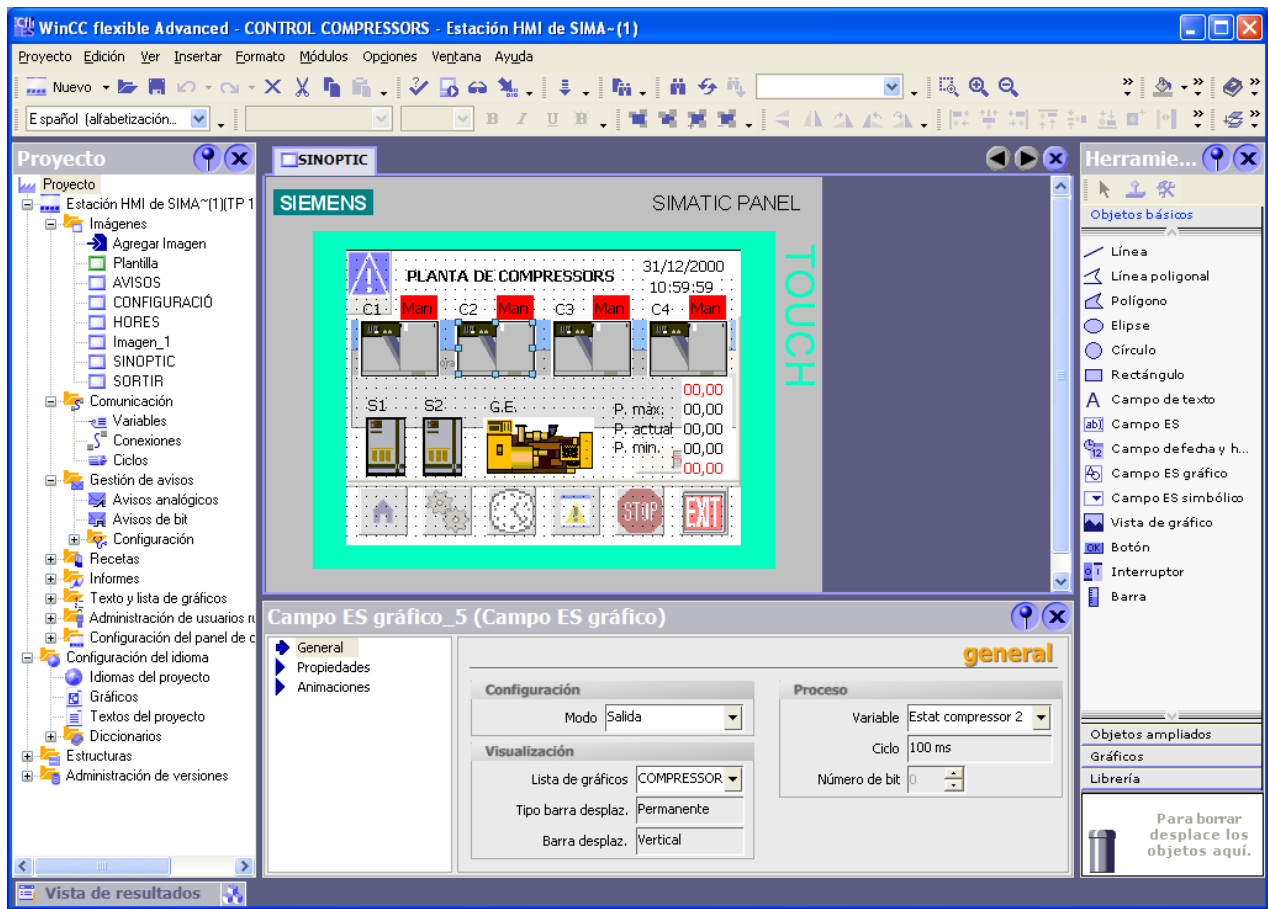


Fig.17. Software de Programació de l'HMI (Prototip).

A la part superior s'hi troben les diferents Barres d'Eines.

A la part esquerra hi ha situada l'estructura del nostre projecte, desde aquesta estructura es pot gestionar tota la programació de la pantalla com per exemple: accedir a les diferents pantalles, a la configuració d'alarmes, administració d'usuaris, paràmetres de comunicació, etc.

Desde la part central es pot visualitzar la pantalla seleccionada prèviament a la part esquerra, i poder així, realitzar la configuració pertinent.

A la part dreta és on es troben les diferents eines mitjançant les quals es crea la pantalla, com per exemple: insertar un camp d'entrada/sortida, insertar un botó, insertar camp de text, etc.

Desde la part central inferior es poden establir les propietats i la funció que han de realitzar cadascun dels camps.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

3.3.2 PLC

El PLC és el cervell de tota la instal·lació ja que és l'element que s'encarrega de prendre totes les decisions segons les situacions que vagin succeïnt.

En el seu interior hi ha emmagatzemat el programa i les dades necessàries per el seu correcte funcionament.

El PLC es regeix segons un programa, el qual consisteix en unes lleis definides amb anterioritat. Aquest programa és el que determina les decisions a prendre per l'autòmat per tal de solventar els possibles contratemps.

Per altra banda, existeixen les dades que són la part de la memòria que s'encarrega d'emmagatzemar i recordar l'estat en que es troben totes les variables, ja siguin externes (entrades, sortides) o internes (marques, temps, etc).

El funcionament del programa està representat a la figura 18:

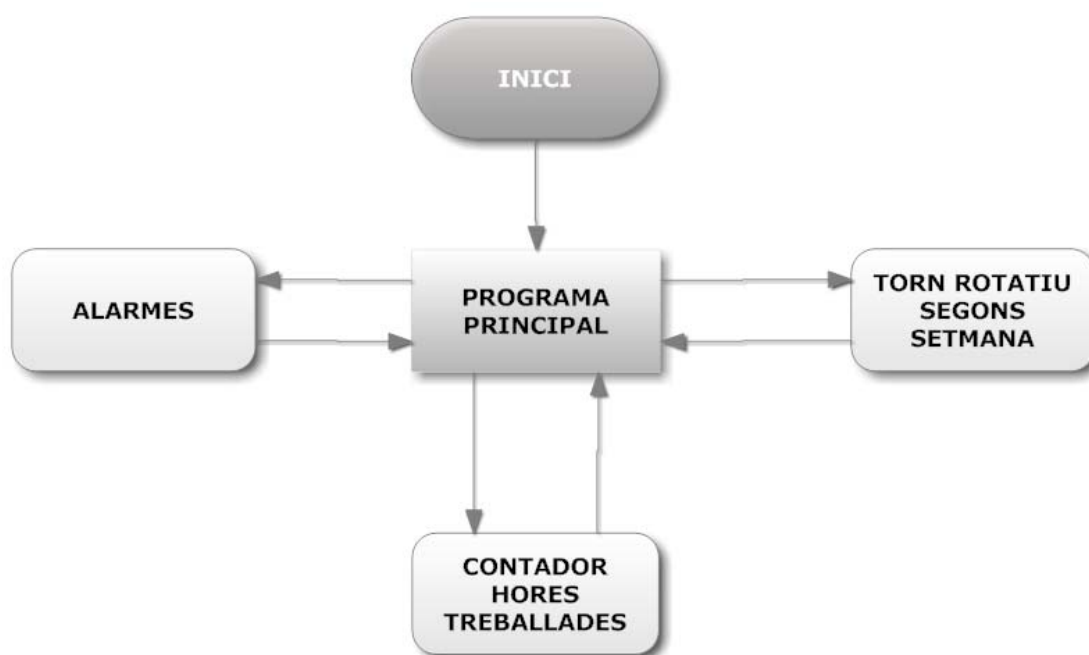


Fig.18. Diagrama funcionament del PLC.

El funcionament del programa consta d'una part principal denominada: programa principal. Aquesta és la part més important ja que és on es gestionen totes les decisions.

A més a més d'aquesta part, hi ha tres sublocs denominats: Alarmes, Comptador hores treballades i Torn rotatiu segons setmana.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Aquests intercanvien constantment informació amb el programa principal i ajuden aquest en la presa de decisions. Aquests blocs consisteixen en:

- Alarmes: Hi ha dos tipus d'alarmes: Alarmes de Manteniment i Alarmes de Sistema.
 1. Alarmes de Sistema: Són la part del programa que està permanentment vigilant i controlant, en el moment en que es produeix una anomalia, alarma o problema avisa al programa principal, per tal de que aquest prengui les mesures necessàries i poder continuar amb el seu funcionament normal. Existeixen diverses Alarmes, aquestes són:
 - Alarma Compressor: Indica que el Compressor té un mal funcionament causat per sobretemperatura, sobrepressió o bé s'ha quedat sense alimentació.
 - Anomalia Maniobra Engegar Compressor: Indica que ha rebut l'ordre d'Engegar Motor però l'ordre no ha sigut executada.
 - Anomalia Maniobra Comprimir Compressor: Indica que ha rebut l'ordre de Comprimir Compressor però l'ordre no ha sigut executada.
 - Alarma Assecador: L'Assecador ha rebut l'ordre d'Engegar però no ha pogut executar-la.
 - Paro Emergència: Indica que ha estat accionat algun dels "Paro d'Emergència", i per tant s'ha aturat tota la instal·lació.
 - Pressió Mínima: Indica que la pressió de la línia es troba a un valor en el qual les màquines no poden treballar. Aquest valor és inferior al valor mínim de la pressió mínima de seguretat.
 2. Alarmes de Manteniment: Són dos avisos que indiquen quan s'ha de realitzar el manteniment de cadascun dels compressors. Hi ha un primer avís anomenat "Manteniment 1" i un segon avís anomenat "Manteniment 2". Aquests consisteixen en:
 - Manteniment 1: Aquesta Alarma indica que s'ha de realitzar un manteniment preventiu, quan el compressor arriba a les hores establertes en els paràmetres inicials (en el cas del prototip 200 hores).
 - Manteniment 2: Aquesta Alarma indica que s'ha de realitzar una revisió completa, quan el compressor arriba a les hores establertes en els paràmetres inicials (en el cas del prototip 600 hores).

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

- Comptador hores treballades: En aquesta part es registren totes les hores que treballa cada compressor de manera independent, per tal de tenir un control amb total seguretat del desgast que pateix cadascun d'ells.
- Torn rotatiu segons setmana: Aquí és on es comptabilitzen les setmanes i així és fa una rotació en el funcionament, cada setmana un compressor diferent és el primer d'engegar, així aconseguim un desgast igual de tots els compressors.

El programa principal està format per dues funcions: Parar compressors i Engegar compressors. Aquestes funcions estan representades en el següent diagrama (figura 19):

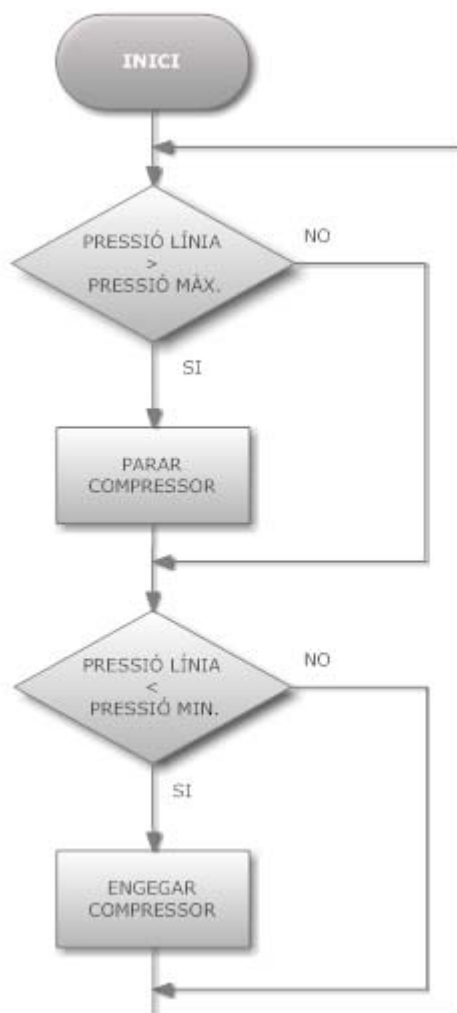


Fig.19. Diagrama del Programa Principal.

Tal i com es pot veure en el diagrama anterior l'autòmat compara la pressió de la línia general d'aire comprimit, amb un marge determinat prèviament. Aquest marge pot ser el Marge de Treball o Marge de Seguretat.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

El Marge de Treball són els dos valors entre els quals s'ha de trobar la pressió de la línia per treballar correctament. El Marge de Seguretat és el mateix que el Marge de Treball però amb uns valors més restrictius. En el Marge de Seguretat s'executen les funcions més ràpidament que en el Marge de Treball.

Quan la pressió augmenta i supera el màxim establert executem la funció "Parar Compressor". En el cas que la pressió disminueixi per sota del mínim establert executem la funció "Engegar Compressor".

En la figura 20 es pot veure com actua la funció "Parar Compressor":

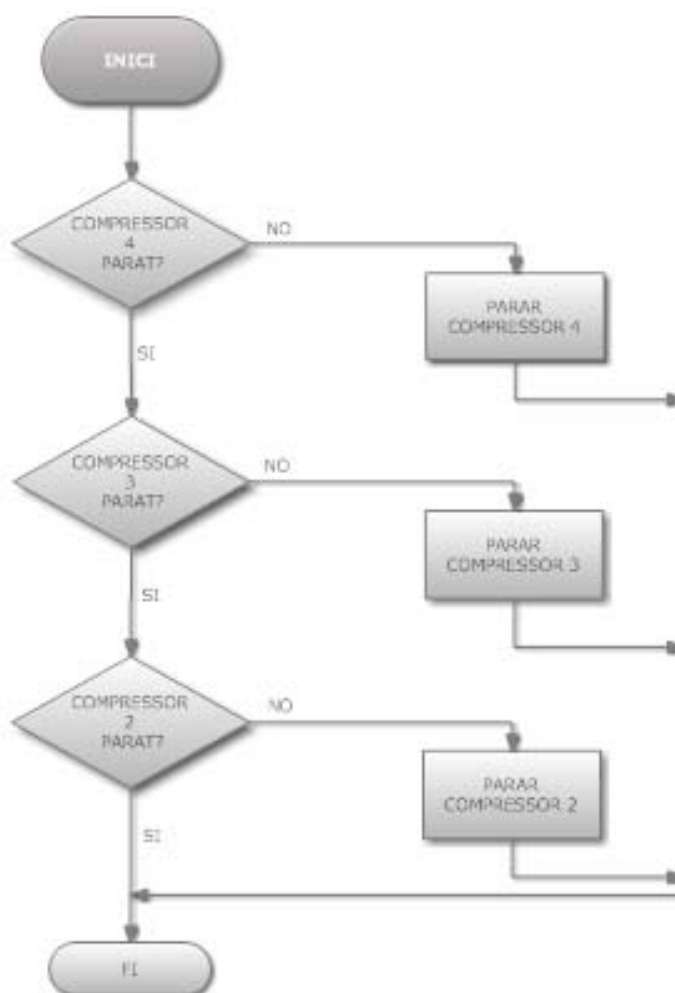


Fig.20. Diagrama Funció "Parar Compressor".

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

En el moment en que la pressió supera la màxima s'inicia la funció "Parar Compressor" el qual segueix el següent funcionament:

El programa accedeix a comprovar si el Compressor 4 està parat o engegat, en el cas de que aquest estigui engegat procedeix a parar-lo, i en el cas de que estigui parat accedirà al Compressor 3 per realitzar la mateixa comprovació, i així successivament. Realitzarà aquesta tasca fins Parar un dels Compressors o fins que arribi al Compressor 2, ja que sempre hi ha d'haver un Compressor engegat per mesures de seguretat.

En la figura 21 es pot veure com actua la funció "Engegar Compressor":

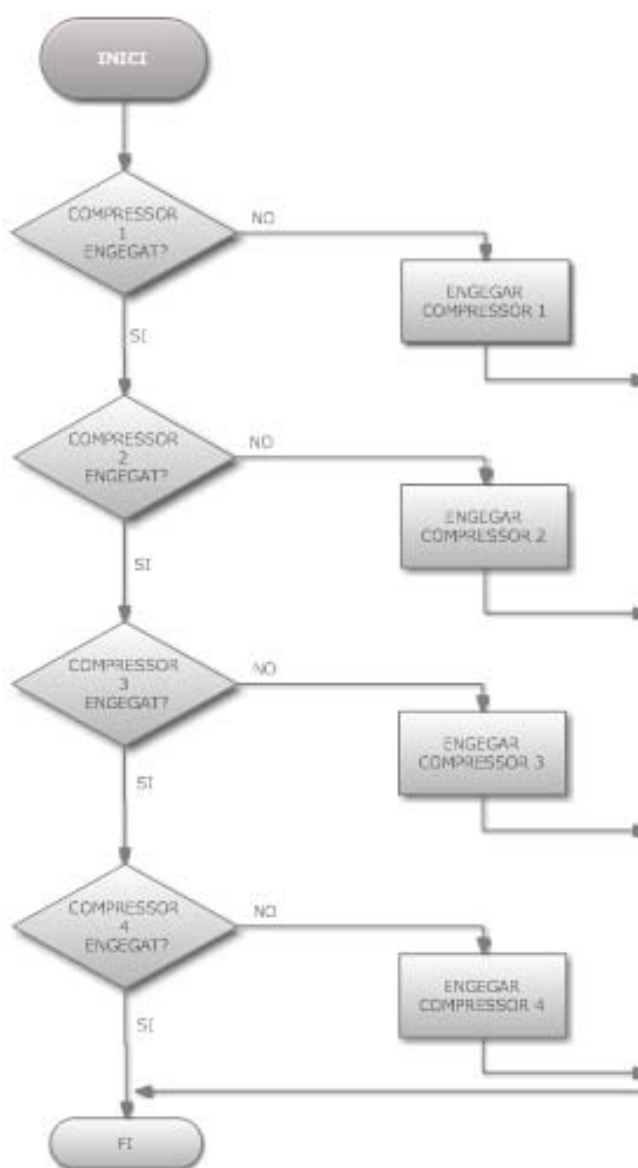


Fig.21. Diagrama Funció "Engegar Compressor".

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

En el moment en que la pressió es troba per sota dels mínims s'inicia la funció "Engegar Compressor" el qual segueix el següent funcionament:

El programa accedeix a comprovar si el Compressor 1 està parat o engegat, en el cas de que aquest estigui parat procedeix a engegar-lo, i en el cas de que estigui engegat accedirà al Compressor 2 per realitzar la mateixa comprovació. Realitzarà aquesta tasca fins engegar un compressor o tenir-los tots engegats.

3.3.2.1 EXPLICACIÓ DETALLADA DEL PROGRAMA PLC

El primer pas per començar a programar el PLC és definir l'estructura de tot el conjunt que el forma (CPU, Mòduls de entrada/sortida, etc). El PLC del prototip està configurat com s'observa a la figura 22:

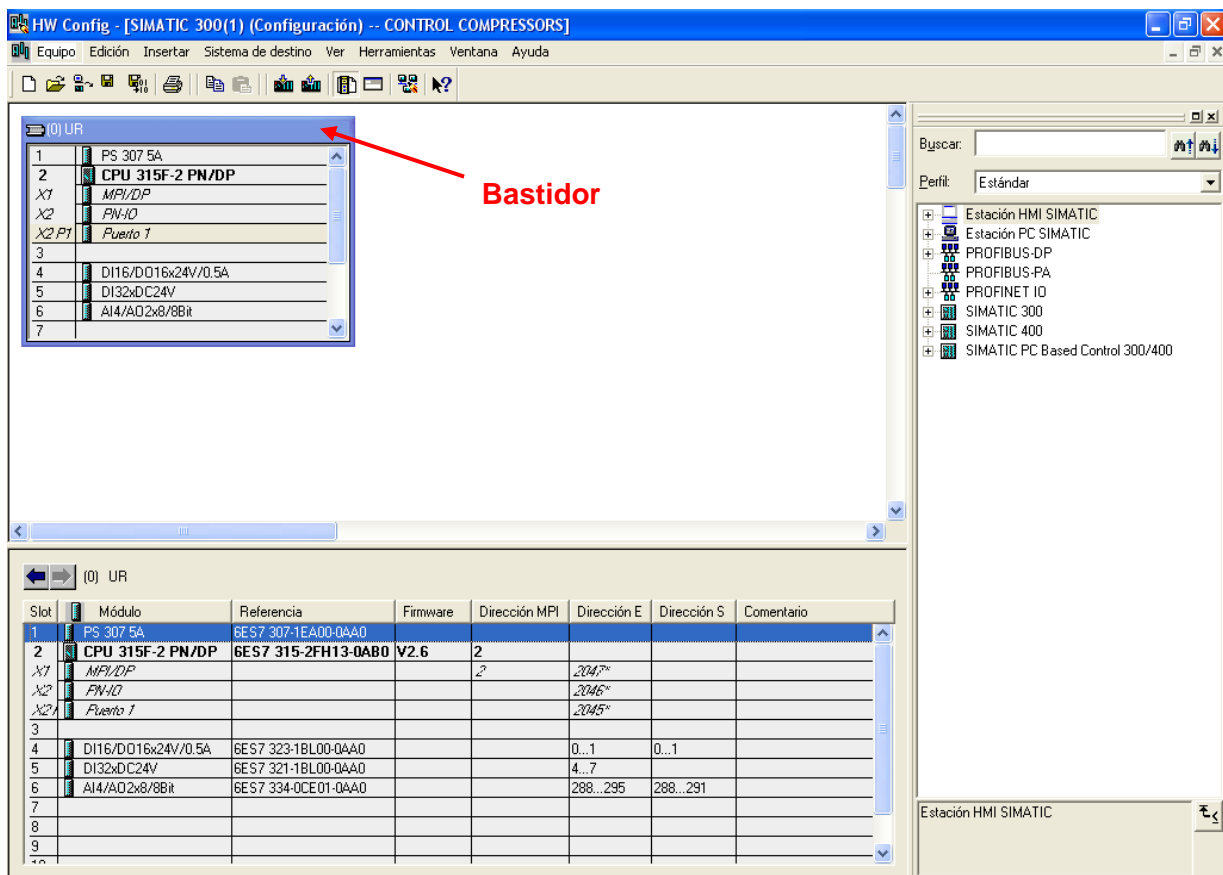


Fig.22. Software de programació del PLC (Prototip).

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

El PLC està format per un sol bastidor. Aquest bastidor és on aniran muntats els diferents mòduls que componen tota l'estructura del PLC. El bastidor té diferents posicions, s'ha de definir les posicions que ocupen cadascun dels mòduls. En el cas del prototip les posicions són les següents:

- Posició 1: Font d'Alimentació
- Posició 2: CPU
- Posició 3: Lliure
- Posició 4: Mòdul de 16 entrades i 16 sortides digitals
- Posició 5: Mòdul de 32 entrades digitals
- Posició 6: Mòdul de 4 entrades i 2 sortides analògiques

Una vegada definida l'estructura del bastidor i tots els elements que el componen ja ens podem centrar en l'estructura del programa.

El Programa està estructurat en tres parts:

- Part 1: El bloc OB1 és la part més important. Aquest bloc conté totes les instruccions del programa i aquestes estan classificades per segments.
- Part 2: El bloc FC105 conté les instruccions necessàries per convertir la senyal analògica en una variable de tipus REAL, així el PLC pot treballar amb aquesta variable.
- Part 3: El bloc DB1 és on s'hi emmagatzemen totes les variables importants, com ara els paràmetres, els comptadors horaris, etc.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

En la figura 23 es pot observar com queda estructurat el programa:

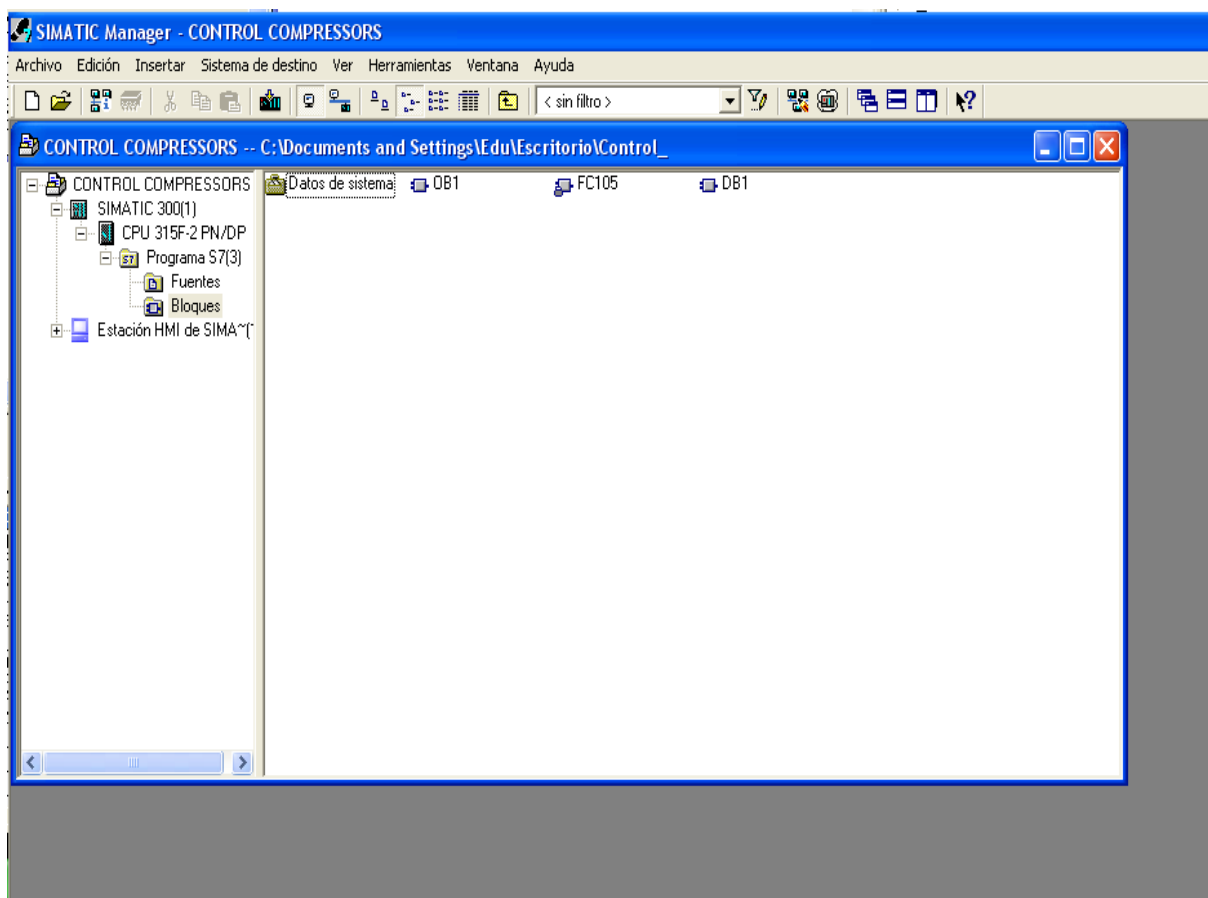


Fig.23. Software de programació del PLC (Prototip).

El Bloc OB1 està format per 23 segments:

- Segment 1: En aquest segment s'executa la funció FC105, tal i com hem s'ha explicat abans aquesta funció guarda el valor de la pressió de la línia en una variable, això permet utilitzar aquest valor en tot el programa.
- Segment 2, 3, 4 i 5: En aquests segments es defineixen els quatre possibles estats del Compressors 1, 2, 3 i 4 hi se li assigna un color a cadascun dels estats.
- Segment 6: S'hi troben totes les instruccions necessàries per tal de poder visualitzar l'estat de cada compressor segons la setmana.
- Segment 7: En el segment 7 hi ha el comptador de setmanes.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

- Segment 8: En el segment 8 és on es defineix el número de setmanes per tal de realitzar les rotacions en el funcionament dels quatre compressors.
- Segment 9: En aquest segment es compten els minuts, això serveix per comptar hores i setmanes.
- Segment 10 i 11: En els següents segments es troben totes les instruccions per realitzar conversions entre variables necessàries en els comptatges del segment 9.
- Segment 12: En aquesta part del programa es comptem les hores treballades per cada compressor (de forma individual).
- Segment 13: El segment 13 és on es troba la part principal del programa, aquí és on el PLC utilitza la variable de la pressió de la línia, per tal de prendre les decisions i mesures necessàries, per mantenir aquesta dins els paràmetres desitjats.
- Segment 14: Aquest s'encarrega d'engegar el nombre de motors necessaris segons ordres del segment 13.
- Segment 15: Aquest segment és l'encarregat d'activar el nombre d'electrovàlvules necessàries per iniciar la compressió dels compressors, segons ordres del segment 13.
- Segment 16: Aquest s'encarrega de parar el nombre de motors necessaris segons ordres del segment 13.
- Segment 17: Aquest segment és l'encarregat de parar el nombre d'electrovàlvules necessàries per finalitzar la compressió dels compressors, segons ordres del segment 13.
- Segment 18: Aquest s'encarrega d'engegar o parar el motor del compressor que correspongui segons la setmana actual.
- Segment 19: S'encarrega d'engegar o parar l'electrovàlvula per iniciar la compressió dels compressors que correspongui segons la setmana actual.
- Segment 20: És el segment on es controla l'estat dels assecadors i on s'engeguen o es paren segons convingui.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

- Segment 21: En aquesta part del programa es realitzen totes les instruccions necessàries per tal de, que la planta de compressors pugui funcionar alimentada pel grup electrogen.
- Segment 22: En aquest segment es realitza la gestió de totes les alarmes de sistema (alarmes compressors, alarmes de funcionament, etc).
- Segment 23: En l'últim segment és on es gestionen les alarmes de manteniment dels compressors.

Durant la programació de tot el programa s'han utilitzat diferents tipus de variables, bàsicament es poden classificar en dos grups: variables primàries (les més importants) i les variables secundaries.

Variabls primàries: són les que s'emmagatzemen al DB1, aquestes variables es poden definir com les més importants ja que són els paràmetres bàsics pel funcionament de la instal·lació, el valor de les hores de funcionament de cada compressor i el valor de comptadors de minuts i setmanes. Aquestes variables es guarden el DB1 perquè el seu valor es guarda permanentment, tot i que es quedin sense alimentació.

Tot seguit tenim la llista de variables definides en el bloc DB1 a la figura 24.

Direcció	Nombre	Tipo	Valor inicial	Comentario
0.0		STRUCT		
+0.0	P_MAX	REAL	6.500000e+000	
+4.0	P_MIN	REAL	5.500000e+000	
+8.0	P_MAX_S	REAL	7.000000e+000	
+12.0	P_MIN_S	REAL	5.000000e+000	
+16.0	HP_C1	INT	0	
+18.0	HP_C2	INT	0	
+20.0	HP_C3	INT	0	
+22.0	HP_C4	INT	0	
+24.0	HT_C1	INT	0	
+26.0	HT_C2	INT	0	
+28.0	HT_C3	INT	0	
+30.0	HT_C4	INT	0	
+32.0	A1MH	INT	200	
+34.0	A2MH	INT	500	
+36.0	CONTSETM	INT	1	
+38.0	CONTHORES	INT	0	
+40.0	T_P_M	SSTIME	SST#30S	TEMPS PARADA MOTOR
+42.0	T_A_M	SSTIME	SST#30S	TEMPS ARRENCADA MOTOR
+44.0	T_P_C	SSTIME	SST#1S	TEMPS PARADA COMPRIMIR
+46.0	T_A_C	SSTIME	SST#1S	TEMPS ARRENCADA COMPRIMIR
+48.0	T_REC_PMIN	SSTIME	SST#15S	TEMPS RECUPERACIÓ PRESIO MIN.
+50.0	T_REC_PMAX	SSTIME	SST#15S	TEMPS RECUPERACIÓ PRESIO MAX.
=52.0		END_STRUCT		

Fig.24. Taula de paràmetres (Prototip).

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Variables secundàries: Aquestes variables són les entrades, sortides i les marques internes utilitzades al llarg del programa, el seu valor només es interessant en moments puntuals del programa.

Podem observar una part de la taula de variables utilitzades en el programa a la figura 25.

	Estado	Símbolo	Direcció	Tipo de dato	Comentario
1		OMC1	A 0.0	BOOL	Ordre marxa motor comp. 1
2		OCC1	A 0.1	BOOL	Ordre marxa comprimir comp. 1
3		OMC2	A 0.2	BOOL	Ordre marxa motor comp. 2
4		OCC2	A 0.3	BOOL	Ordre marxa comprimir comp. 2
5		OMC3	A 0.4	BOOL	Ordre marxa motor comp. 3
6		OCC3	A 0.5	BOOL	Ordre marxa comprimir comp. 3
7		OMC4	A 0.6	BOOL	Ordre marxa motor comp. 4
8		OCC4	A 0.7	BOOL	Ordre marxa comprimir comp. 4
9		OS1	A 1.0	BOOL	Ordre marxa secador 1
10		OS2	A 1.1	BOOL	Ordre marxa secador 2
11		MMC1	E 0.0	BOOL	Conf. marxa motor comp.1
12		MCC1	E 0.1	BOOL	Conf. marxa E.V. comp.1
13		MMC2	E 0.2	BOOL	Conf. marxa motor comp.2
14		MCC2	E 0.3	BOOL	Conf. marxa E.V. comp.2
15		MMC3	E 0.4	BOOL	Conf. marxa motor comp.3
16		MCC3	E 0.5	BOOL	Conf. marxa E.V. comp.3
17		MMC4	E 0.6	BOOL	Conf. marxa motor comp.4
18		MCC4	E 0.7	BOOL	Conf. marxa E.V. comp.4
19		MS1	E 1.0	BOOL	Conf. marxa secador 1
20		MS2	E 1.1	BOOL	Conf. marxa secador 2
21		AMC1	E 1.2	BOOL	Auto/man compressor 1
22		AMC2	E 1.3	BOOL	Auto/man compressor 2
23		AMC3	E 1.4	BOOL	Auto/man compressor 3
24		AMC4	E 1.5	BOOL	Auto/man compressor 4
25		ALC1	E 4.0	BOOL	Alarma compressor 1
26		ALC2	E 4.1	BOOL	Alarma compressor 2
27		ALC3	E 4.2	BOOL	Alarma compressor 3
28		ALC4	E 4.3	BOOL	Alarma compressor 4
29		GE	E 4.4	BOOL	Grup Electrogen
30		PE LOCAL	E 4.5	BOOL	Paro emergencia local
31		SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
32		Read/Write Ext. Per. 1	FC 110	FC 110	Read/Write External Periphery 1
33		Estat grup electrogen	M 12.0	BOOL	Estat grup electrogen
34		Grup preparat	M 12.1	BOOL	Grup preparat per engegar
35		PARA COMPRIMIR	M 13.0	BOOL	
36		PARA MOTOR	M 13.1	BOOL	
37		ENGEGAR MOTOR	M 13.2	BOOL	
38		ACTIVAR COMPRIMIR	M 13.3	BOOL	
39		Fang pujada engegar mot.	M 13.4	BOOL	

Fig.25. Taula de variables (Prototip).

3.4 AJUSTOS I POSADA EN MARXA

Durant la posada en marxa del prototip s'han de realitzar diverses modificacions en el programa ja que pot ser que el funcionament no sigui l'esperat inicialment. Per molt que es pensi que s'ha revisat el programa i que el seu funcionament és l'adequat, sempre hi ha alguna modificació a realitzar i que només es pot detectar simulant el funcionament de cadascuna de les seqüències.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Bàsicament s'han simulat totes les possibles situacions que podran succeir en un funcionament real. Amb això s'han comprovat totes les reaccions del PLC davant d'aquestes situacions, en un cas de que la reacció no fos satisfactòria es modificava el programa, per així, obtenir el resultat esperat.

Un exemple de les comprovacions que s'han de realitzar és revisar el funcionament de la següent seqüència:

En un principi estan tots els compressors en estat automàtic, tots parats menys un, quan la pressió disminueix per sota del nivell mínim de treball i passa un temps programat, s'engega el segon compressor i tot seguit es posa a comprimir, si passat el mateix interval de temps la pressió no a augmentat s'engega un altre compressor, fins tenir-los tots 4 en funcionament. Pel contrari si augmentem la pressió per sobre del nivell màxim de treball, l'últim compressor que s'havia engegat deixa de comprimir, i passat el temps corresponent es para, si la pressió continua sobrepassant el límit es repeteix el mateix procediment en la resta de compressors, menys en l'últim ja que queda permanentment engegat.

4 DISSENY, IMPLAMANTACIÓ I POSADA A PUNT DEL QUADRE DE CONTROL DE COMPRESSORS EN PLANTA

4.1 NORMATIVA LEGAL D'APLICACIÓ

Durant el disseny del quadre de control i de la seva instal·lació es tindran en consideració les següents normatives:

- Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT) segons el Reial Decret 842/2002 del 2 d'agost de 2002, i les seves Instruccions Tècniques Complementaries (ITC-BT), especialment aquestes:
 - ITC-BT-18 Instal·lacions de posada a terra.
 - ITC-BT-19 Instal·lacions interiors o receptores. Prescripcions generals.
 - ITC-BT-20 Instal·lacions interiors o receptores. Sistemes d'instal·lació.
 - ITC-BT-21 Instal·lacions interiors o receptores. Tubs i canals protectores.
 - ITC-BT-22 Instal·lacions interiors o receptores. Protecció contra sobreintensitats.
 - ITC-BT-23 Instal·lacions interiors o receptores. Protecció contra sobretensions.
 - ITC-BT-24 Instal·lacions interiors o receptores. Protecció contra els contactes directes i indirectes.
 - ITC-BT-36 Instal·lacions a molt baixa tensió.
 - ITC-BT-51 Instal·lacions de sistemes d'automatització, gestió tècnica de l'energia i seguretat per vivendes i edificis.
- Totes les normes UNE d'aplicació, i totes les directives associades al Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió i les seves Instruccions Tècniques Complementaries.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

4.2 ENVOLVENT

Els dispositius del quadre de control de compressors, a diferència del prototip, estaran instal·lats dins d'un envolvent metàl·lic que reuneix les següents condicions:

- Estructura rígida i compacte, això permet conservar els dispositius de manera intacte.
- Quadre amb tancament hermètic per evitar la penetració de partícules.
- Muntatge dels elements espaiós i ordenat.
- Bornes per realitzar el connexionat que va a camp.

A la figura 26 es pot observar el croquis de la instal·lació dels dispositius.

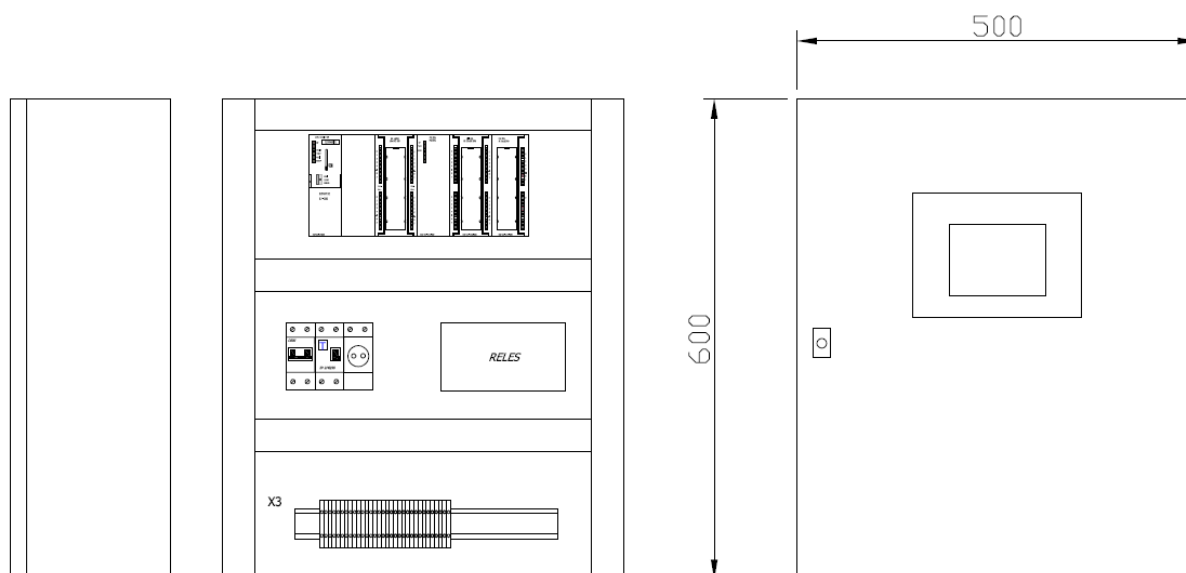


Fig.26. Croquis del Quadre Control Compressors.

La distribució interior es realitzarà amb tires horitzontals de carril DIN per tal de subjectar tots els dispositius, i amb canal Unex al voltant per endreçar tot el cablejat.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Per tal de complir les condicions proposades anteriorment s'ha escollit el següent material:



Nom: Quadre elèctric

Marca i Model: Himel, CRN

Característiques: Quadre metàl·lic de dimensions 600x500x200mm, estanc, amb tancament.

Quantitat: 1 unitat

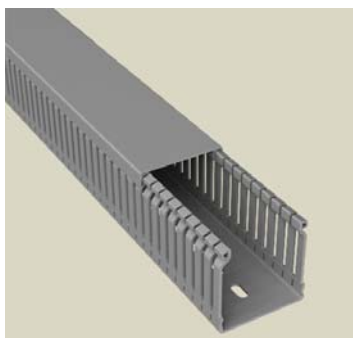


Nom: Carril DIN.

Marca i Model: Himel, COT35

Característiques: Perfil per suportar els dispositius, de dimensions 35x7,5x1000mm.

Quantitat: 1,5 unitat

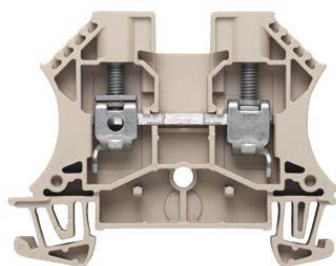


Nom: Canal.

Marca i Model: Unex, 80.40.77

Característiques: Canal ranurada de PVC per armari elèctric, incorpora tapa i elements de fixació.

Quantitat: 2,5 unitat



Nom: Mòdul d'entrades i sortides analògiques

Marca i Model: SM334

Característiques: Disseny compacte, muntatge en perfil suport, disposa de 4 canals d'entrada analògica configurable 0-10Vdc o 4-20 mA i 2 de sortida analògica configurables també. Connexió mitjançant cargols.

Quantitat: 1 unitat

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

4.3 DISPOSITIUS (PLC, PANTALLA TÀCTIL I ALTRES)

Els dispositius necessaris per realitzar el quadre de control són:

- Un PLC que incorpori una font d'alimentació de 24Vdc, un mínim de 20 entrades digitals, 11 sortides digitals i una entrada analògica de 4 a 20 mA, a més a més ha de disposar d'un port de comunicació.
- Una pantalla tàctil que disposi d'un port de comunicació compatible amb el de l'autòmat.
- Un Transductor de pressió de 0-10Bars a 4-20mA.
- Deu relés amb una bobina que s'alimenti a 24Vdc i que disposin com a mínim d'un contacte commutat.
- Un magnetotèrmic per la protecció dels dispositius i del cablejat.
- Un diferencial per protegir les persones davant de fugues elèctriques.
- Una base d'endoll tipus schuko per qualsevol necessitat.

Una vegada cercada informació sobre els dispositius al mercat, s'escolleixen els més idonis per realitzar l'automatització d'aquest quadre de control de compressors. Per les seves característiques tècniques i preu s'escolleixen els següents dispositius:



Nom: Font d'alimentació

Marca i Model: Siemens, PM1207

Característiques: Disseny compacte, muntatge en carril DIN, alimentació 230Vac 50/60Hz, sortida 24Vdc intensitat màxima 5A.

Quantitat: 1 unitat

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Nom: Mòdul CPU (unitat de control i procés)

Marca i Model: Siemens S7-1200, 1214C



Característiques: Disseny compacte, muntatge en carril DIN, integrat industrial ETHERNET/PROFINET per la programació d'entrades i sortides, connexió de perifèria, connexió HMI, comunicació CPU/CPU, Funcions integrades pel comptatge medicació regulació i control de moviment, Incorpora 14 entrades i 10 sortides digitals.

Quantitat: 1 unitat

Nom: Mòdul

Marca i Model: Siemens, SM1223



Característiques: Disseny compacte, muntatge en Carril DIN, disposa de 8 canals d'entrada i 8 de sortida tipus relè, connexió mitjançant cargols.

Quantitat: 1 unitat

Nom: Mòdul d'entrades analògiques

Marca i Model: Siemens, SM1231



Característiques: Disseny compacte, muntatge en carril DIN, disposa de 4 canals d'entrada analògica configurables 0-10Vdc o 4-20 mA. Connexió mitjançant cargols.

Quantitat: 1 unitat

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS



Nom: HMI

Marca i Model: Siemens, KTP600

Característiques: Pantalla de color amb unes mides de 5,7", incorpora funcions tàctils. Disposa de dos ports de comunicació, un RS232/485 i l'altre RJ45, amb capacitat per la connexió a través de PROFINET o PROFIBUS.

Quantitat: 1 unitat



Nom: Transductor de Pressió

Marca i Model: Ifm, PA3024

Característiques: Transmissor de pressió amb marge de treball de 0-10Bar a 4-20mA, Connexionat a tres fils.

Quantitat: 1 unitat



Nom: Interruptor Magnetotèrmic

Marca i Model: Schneider, 24336

Característiques: Interruptor Magnetotèrmic C60N de dos pols, 10A i un poder de tall de 6kA.

Quantitat: 1 unitat

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS



Nom: Interruptor Diferencial

Marca i Model: Schneider, 15261

Característiques: Interruptor diferencial ID de dos pols, 25A i una sensibilitat de 30mA.

Quantitat: 1 unitat



Nom: Base d'endoll

Marca i Model: Schneider, 15310

Característiques: Base d'endoll tipus schuko, monofàsica, dos pols 16A i presa de terra.

Quantitat: 1 unitat

Funcionalitat dels dispositius:

- El Transductor de pressió és un dispositiu que està instal·lat a la línia general d'aire comprimit, serveix per mesurar la pressió d'aquesta línia i està connectat a l'entrada analògica del PLC.
- L'Interruptor magnetotèrmic està instal·lat dins del quadre de control de compressors fa la funció d'interruptor general del quadre, i s'utilitza per protegir tots elements de dins del quadre de curtcircuits i sobrecàrregues.
- L'Interruptor diferencial es troba instal·lat al quadre de control de compressors i té la funció de protegir a les persones de possibles fugues elèctriques.
- La Presa de corrent és un punt d'alimentació que es pot fer servir en cas de necessitat.
- Les Bornes s'utilitzen per realitzar el connexionat del cablejat que surt del quadre i va cap a els element de camp i viceversa.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

En la Figura 27 es pot veure finalitzada la implementació del quadre de control de compressors en planta.



Fig.27. Quadre Control Compressors en planta.

4.4 PROGRAMA

La principal diferència a l'hora de programar el PLC i la HMI és que en el prototip cada dispositiu disposava del seu software de programació, mentre que en el quadre de compressors tot està integrat en un sol entorn de programació, és a dir, desde el mateix software es programen tant el PLC com l'HMI.

El Software de programació que s'utilitza per programar el PLC i components de la sèrie S7-1200 és "Totally Integrated Automation Portal V10".

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

4.4.1 DESCRIPCIÓ DETALLADA DEL PROGRAMA DEL QUADRE DE CONTROL DE COMPRESSORS EN PLANTA

El menú d'inici per a l'execució del programa del projecte està representat a la figura 28: Utilitzarem l'opció "crear proyecto".

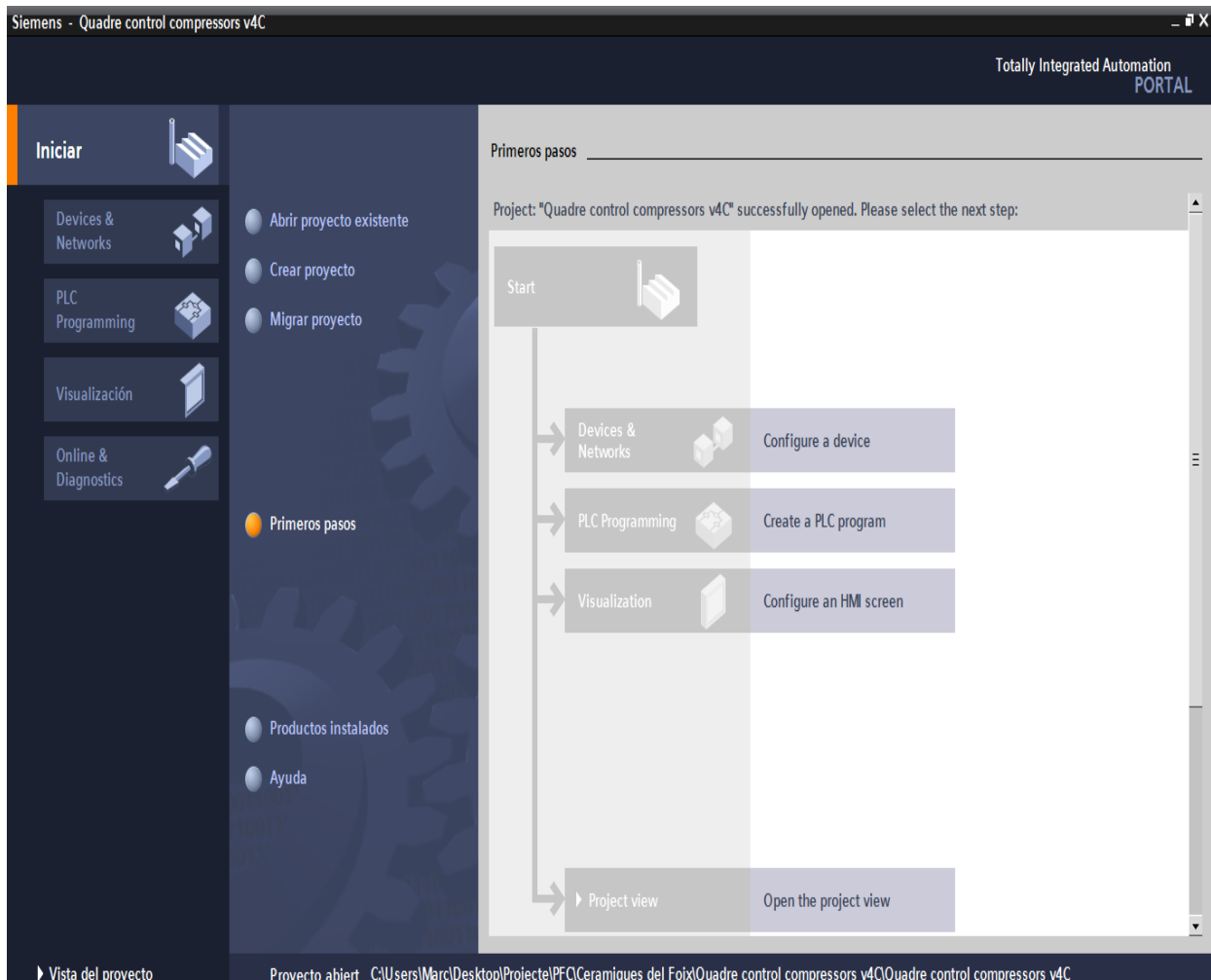


Fig.28. Software de programació (Quadre Control Compressors).

Un cop li hem donat nom al projecte, es defineix l'arbre del projecte i els dispositius que el componen en l'opció "configure a device", escollint-ne el model de la CPU-1214C i el model de la HMI KTP600.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Un cop definit, el següent pas consisteix en introduir les targetes necessàries en el PLC pel correcte funcionament del programa, tal i com podem observar en la figura 29:

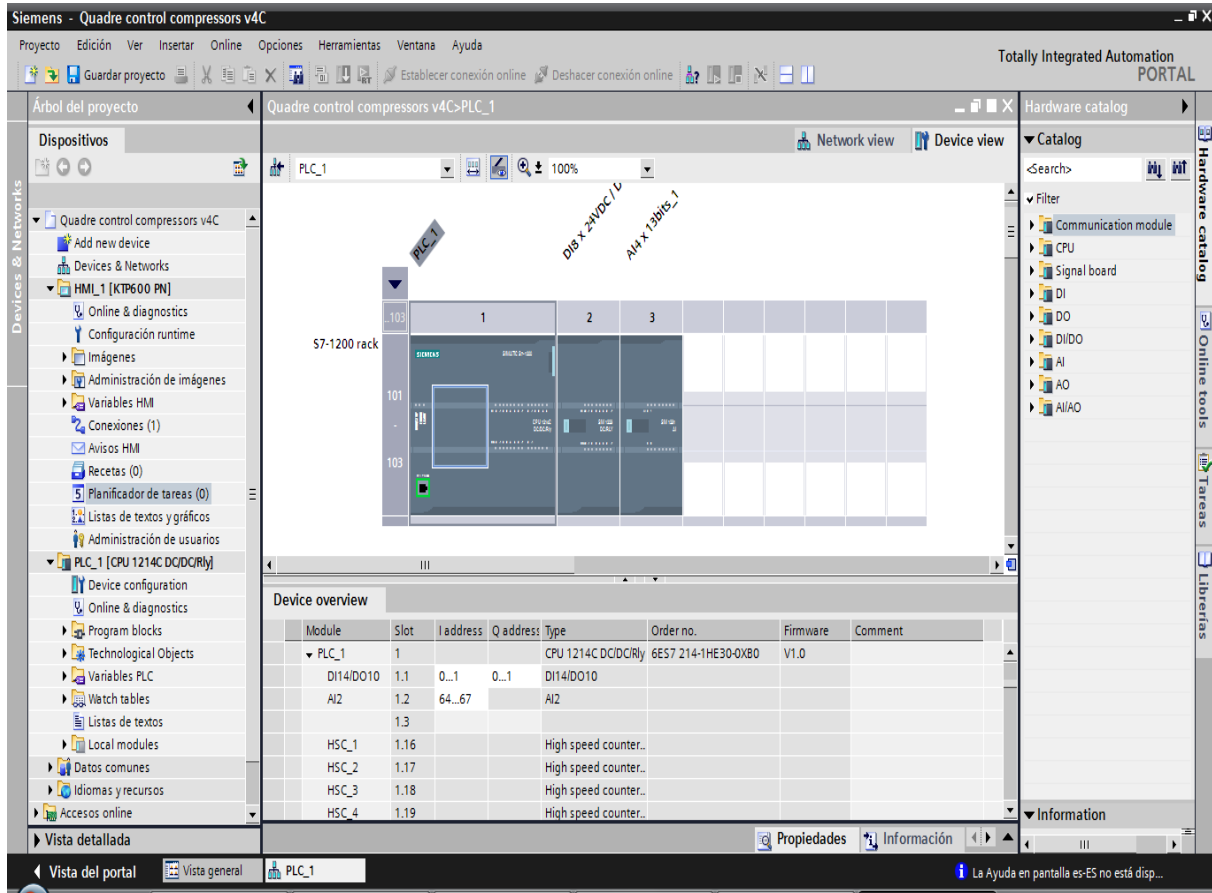


Fig.29. Software de programació (Quadre Control Compressors).

El PLC està format per un sol bastidor. Aquest bastidor és on aniran muntats els diferents mòduls que componen tota l'estructura del PLC. El bastidor té diferents posicions, s'ha de definir la posició que ocupa cadascun dels mòduls. En el cas del quadre de control les posicions són les següents:

- Posició 1: CPU 1214C
- Posició 2: Mòdul SM1223 de 8 entrades i 8 sortides digitals
- Posició 3: Mòdul SM1231 de 4 entrades analògiques

Una vegada definida l'estructura del bastidor i tots els elements que el componen ja ens podem centrar en la creació del programa.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

La figura 30 mostra el software de programació:

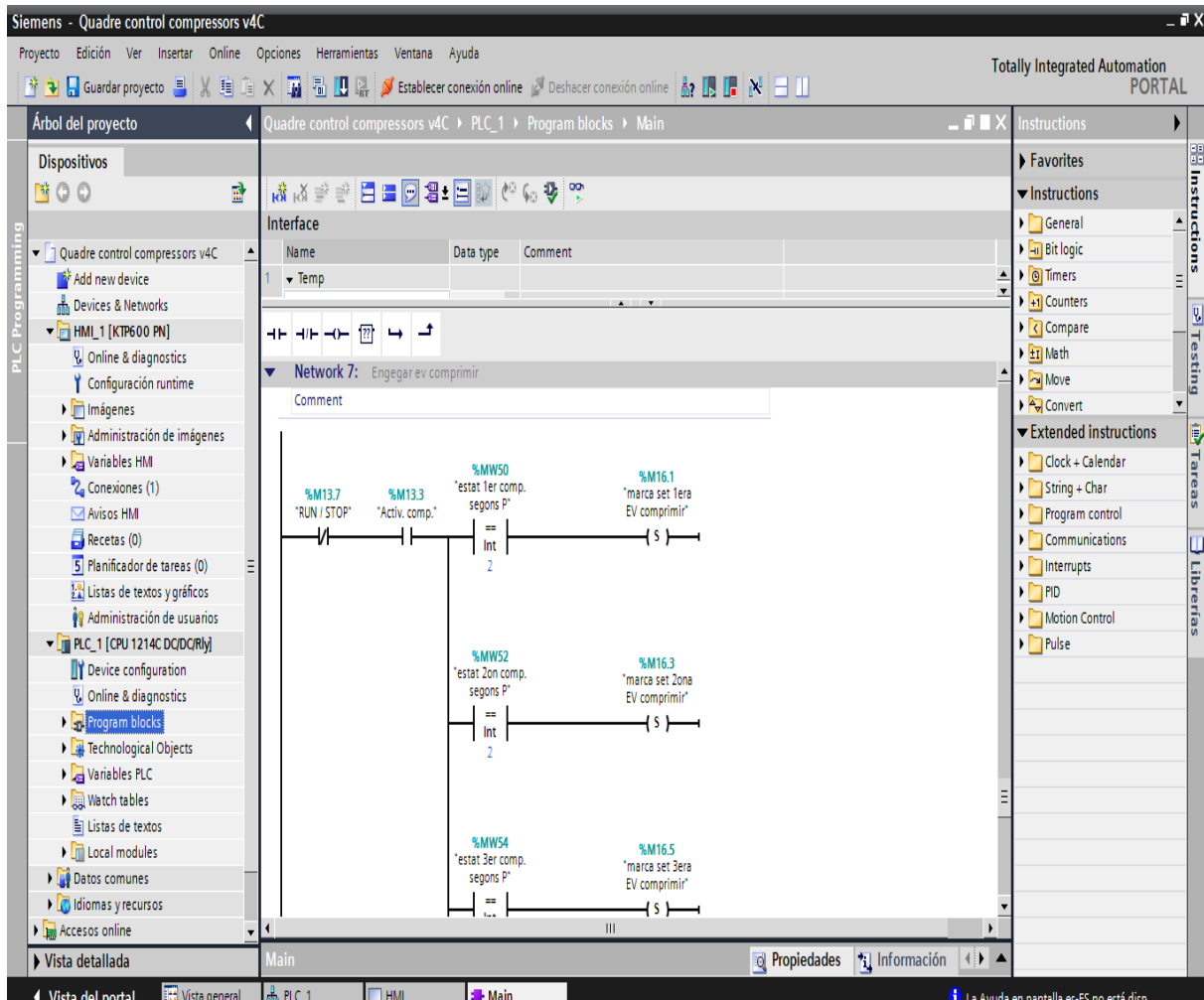


Fig.30. Software de programació (Quadre Control Compressors).

A l'esquerra de la pantalla trobem l'arbre del projecte, on es mostren els dispositius que el conformen i les seves subparts (imatges, variables, blocs de programa, etc.). Aquí és on es selecciona la part del programa a visualitzar en el centre de la pantalla per crear i modificar-ne les seves parts.

A la dreta és on es troben les diferents eines i instruccions que varien segons la part seleccionada, que serveixen per a crear el programa i fer-ne les modificacions necessàries.

A causa del canvi del software de programació s'ha de reescriure tot el programa de nou. A més, algunes instruccions han canviat i s'han buscat diferents alternatives per realitzar la mateixa funció.

Tot i aquests canvis el funcionament del programa és pràcticament igual, només hi ha un fet destacable: durant la instal·lació del quadre el client va sol·licitar, que s'afegís en el programa un ventilador de refrigeració dels compressors ja que, estava instal·lat a la Planta.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Aquest ventilador s'utilitza per refrigerar el Compressor 1 i el Compressor 2 ja que, quan el compressor està en funcionament s'escalfa i per tant, la missió del ventilador és fer circular l'aire per tal d'extreure el calent.

El funcionament del ventilador és molt similar al de l'assegador. El ventilador funcionarà quan hi hagi el Compressor 1, el Compressor 2 o ambdós engegats, en cas de que el ventilador no iniciï el seu funcionament apareixerà una alarma.

A la figura 31 podem observar la incorporació del ventilador en el programa del quadre de control de compressors en planta.

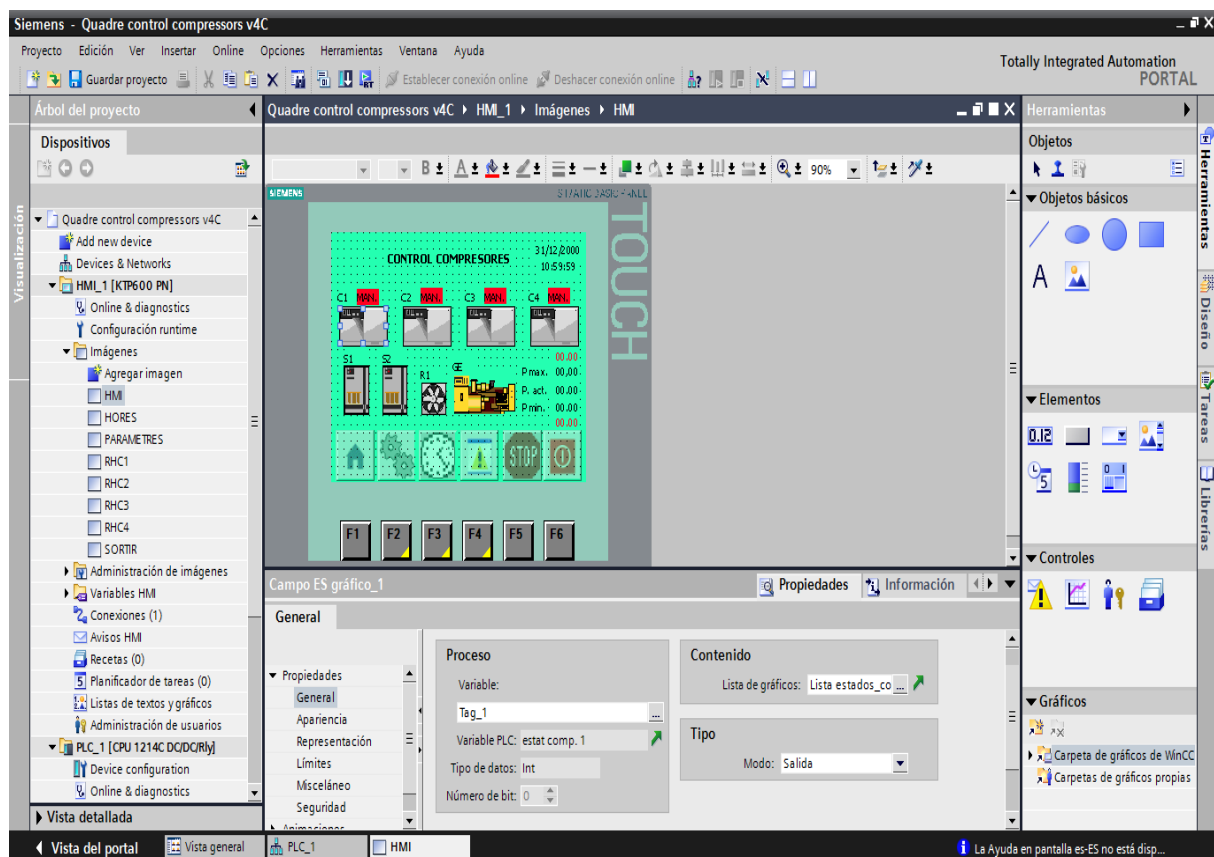


Fig.31. Software de programació (Quadre Control Compressors).

4.5 AJUSTOS I POSADA EN MARXA

Durant la posada en marxa gairebé no ha estat necessari ajustar el programa, gràcies a que s'ha treballat amb el prototip i ja s'havien realitzat les correccions necessàries.

Per altre banda si que s'han revisat i modificat tots els paràmetres, ja siguin valors de temps o pressió, per tal d'adequar-los a les necessitats de la fàbrica.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

A la Figura 32 es troben els valors dels paràmetres més importants:

Name	Data type	Initial value	Retain	Comment
1 Static			<input type="checkbox"/>	
2 P_MAX	Real	5.9	<input checked="" type="checkbox"/>	Valor presio maxima
3 P_MIN	Real	5.6	<input checked="" type="checkbox"/>	Valor presio minima
4 P_MIN_S	Real	5.25	<input checked="" type="checkbox"/>	Valor de presio minima que activa comp. sens
5 P_MAX_S	Real	6.3	<input checked="" type="checkbox"/>	valor de presio maxim que desactiva comp. se
6 HP_C1	DInt	960	<input checked="" type="checkbox"/>	hores treballades parcial compressor 1
7 HP_C2	DInt	282480	<input checked="" type="checkbox"/>	hores treballades parcial compressor 2
8 HP_C3	DInt	0	<input checked="" type="checkbox"/>	hores treballades parcial compressor 3
9 HP_C4	DInt	198180	<input checked="" type="checkbox"/>	hores treballades parcial compressor 4
10 HT_C1	DInt	366120	<input checked="" type="checkbox"/>	hores treballades permanents C1
11 HT_C2	DInt	282480	<input checked="" type="checkbox"/>	hores treballades permanents C2
12 HT_C3	DInt	262020	<input checked="" type="checkbox"/>	hores treballades permanents C3
13 HT_C4	DInt	198180	<input checked="" type="checkbox"/>	hores treballades permanents C4
14 A1MH	DInt	180000	<input checked="" type="checkbox"/>	nº hores alarma 1er manteniment
15 A2MH	DInt	360000	<input checked="" type="checkbox"/>	nº hores alarma 2on manteniment
16 CONTSETM	Word	4	<input checked="" type="checkbox"/>	contador setmanes
17 CONTHORES	Word	0	<input checked="" type="checkbox"/>	contador hores per el calcul setmanal
18 T_P_M	Time	T#300s	<input checked="" type="checkbox"/>	temps parada motor
19 T_A_M	Time	T#300s	<input checked="" type="checkbox"/>	temps arrencada motor
20 T_P_C	Time	T#1s	<input checked="" type="checkbox"/>	temps parada comprimir
21 T_A_C	Time	T#1s	<input checked="" type="checkbox"/>	temps arrencada comprimir
22 T_REC_PMIN	Time	T#60s	<input checked="" type="checkbox"/>	temps recuperació presió mínima de segura
23 T_REC_PMAX	Time	T#60s	<input checked="" type="checkbox"/>	temps recuperació presió màxima de segura

Fig.32. Taula de paràmetres DB1 (Quadre Control Compressors).

El canvi més important respecte el prototip és la gestió del temps, en el cas del prototip per poder realitzar una simulació s'utilitzaven uns temps reduïts per tal de veure un funcionament dinàmic però, al adaptar-lo a la planta de compressors aquests temps han de ser més llargs per evitar que el compressor estigui constantment commutant de parat a engegat.

5 DISSENY, IMPLAMANTACIÓ I POSADA A PUNT DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓ INDUSTRIAL

5.1 INTRODUCCIÓ

El sistema de comunicació és una xarxa que permet intercanviar informació entre qualsevol aparell que estigui connectat a la mateixa xarxa i al PLC.

Un dels sistemes de comunicació industrial més utilitzat és la Xarxa Local (LAN); que consisteix en:

LAN (Local Area Network), la xarxa local és un conjunt d'ordinadors o dispositius independents que es comuniquen entre si, a través d'un medi o xarxa compartida. Les xarxes locals són aquelles que connecten un grup d'ordinadors normalment limitats en una àrea geogràfica, com ara un sol edifici o un campus universitari. El desenvolupament de varis protocols de comunicació i medis físics han fet possible la proliferació de LAN's en el món de la indústria.

La manera en que es constitueix la xarxa local que fa possible la comunicació entre els dispositius està representada per la seva topologia i el protocol de comunicació que utilitza.

Les topologies més comunes en la construcció de xarxes locals són: Topologia d'anell, Topologia de bus, Topologia d'arbre i Topologia d'estrella.

Cadascuna de les topologies consisteix en:

- Topologia d'Anell: en aquesta topologia la xarxa consisteix en un conjunt de repetidors units per línies de comunicació punt a punt, que formen un cercle tancat. Cada repartidor participa en dos enllaços, rep dades en un i les transmet a l'altre; la seva capacitat d'emmagatzematge, si en disposa, es de tan sols uns quants bits i la velocitat de recepció i transmissió és igual en tots els repetidors. Els enllaços (línies de comunicació) són simples, per tant la informació flueix en un sol sentit de l'anell. L'avantatge d'utilitzar aquesta xarxa és que es pot operar a grans velocitats, i els mecanismes per evitar col·lisions són senzills.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

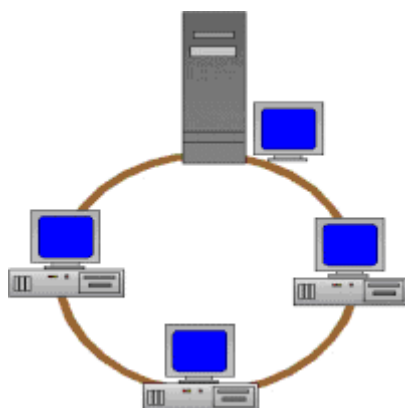


Fig.33. Topologia d'anell.

- Topologia de Bus: En aquesta topologia, les estacions comparteixen una mateixa línia de comunicació. Quan una estació vol transmetre simplement envia les seves trames al bus (Medi de comunicació). Quan una senyal travessa el bus, totes i cadascuna de les estacions escolten la senyal, la qual porta una designació de direcció. El sistema de bus, com Ethernet o com la majoria dels Sistemes de banda ample, utilitzen un cable bidireccional amb trajectòries d'avanç i retrocés sobre el mateix medi, o bé utilitza un sistema de cable doble o dual per aconseguir una bidireccionalitat.

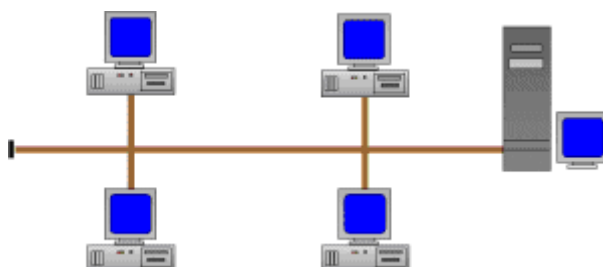


Fig.34. Topologia de bus.

- Topologia d'Arbre: És una generalització de la topologia de Bus. Aquesta topologia comença en un punt denominat capçal o arrel, un o més cables poden sortir d'aquest punt i cadascun d'ells pot tenir ramificacions en qualsevol altre punt, una ramificació pot tornar-se a ramificar. En la topologia d'arbre no s'han de forma cercles. Una xarxa com aquesta representa una xarxa completament distribuïda en la que unes computadores alimenten d'informació a altres computadores, que a la vegada alimenten a altres.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

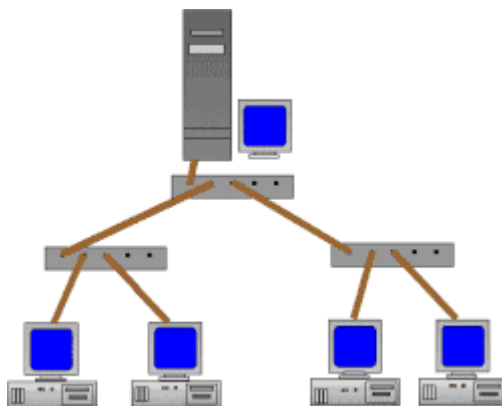


Fig.35. Topologia d'arbre.

- Topologia d'Estrella: En aquesta topologia, cada estació està connectada directament a un punt central i totes les comunicacions s'han de produir necessàriament a través d'aquest punt. Els dispositius no estan directament connectats entre si, a més a més no es permet tant de tràfic d'informació com en altres topologies. Una avantatge d'aquesta topologia és que en el cas de que un PC es desconnecti o se li trenqui el cable de comunicacions només queda fora de la xarxa aquest PC, d'aquesta manera els altres poden seguir funcionant sense problemes.

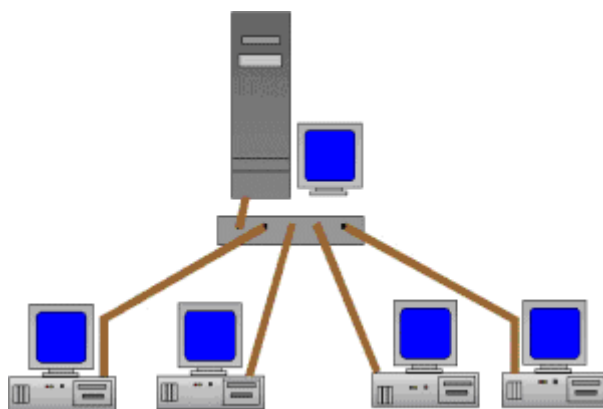


Fig.36. Topologia d'Estrella.

Els protocols de xarxa són normes que permeten als ordinadors o dispositius comunicar-se. Un protocol defineix la forma en que els ordinadors han d'identificar-se entre si en una xarxa, com han de transitar les dades a través d'aquesta xarxa i com aquesta informació ha de ser processada una vegada ha arribat al seu destí. Els protocols també defineixen procediments per gestionar transmissions o paquets perduts o danyats.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Els protocols de comunicació poden ser de tres tipus: Protocol de Contesa, Protocol de "Pulling" (Trucada selectiva) i Protocol "Toquen Passing" (Pas de testimoni).

- Protocol de Contesa: En aquest protocol els dispositius no segueixen un ordre lògic a l'hora d'enviar paquets de dades si no que totes les estacions lluiten entre si per poder enviar les seves dades. Un dels protocols més utilitzats d'aquest tipus és el CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection). El funcionament del CSMA/CD consisteix en que a l'hora de transmetre el dispositiu escolta per saber si el medi està lliure, si aquest està lliure envia la trama de dades, si pel contrari aquest està ocupat, és a dir, pel medi estan circulant altres trames de dades, aleshores esperaran un temps aleatori i tornaran a intentar-ho repetint el mateix procediment. En el cas que dos dispositius enviïn la trama de dades al mateix temps i els paquets col·lisionin els dos dispositius pararan d'enviar-ne, i ho tornaran a provar passat un temps.
- Protocol de "Pulling": Per la utilització d'aquest protocol es requereix un control centralitzat de totes les estacions que serà realitzat per una estació anomenada mestre, aquesta estació s'encarrega de gestionar la comunicació entre les estacions secundàries o esclaves. El mestre decideix quina estació té accés a la xarxa en un moment determinat, és l'encarregat d'avisar a cada estació perquè transmeti o es disposi a rebre un missatge. Les estacions secundàries o esclaves disposen d'una àrea d'emmagatzematge temporal a on guarden els missatges fins que l'estació principal demana que li siguin transmesos.
- Protocol "Toquen Passing": El funcionament d'aquest protocol es basa en fer circular contínuament un testimoni per tots els dispositius que formen la xarxa, de manera que l'estació que disposa del testimoni és la que té dret d'enviar una trama de missatges a través de la xarxa, el procediment que segueix és que introdueix les dades i la direcció del destinatari dins del testimoni i fan circular aquest. Quan un dispositiu rep el testimoni i no és el receptor del missatge, passa el testimoni al següent dispositiu. El missatge viatja per tota la xarxa fins arribar al seu destinatari, aquest llegeix el contingut i col·loca una marca pel missatge confirmant la recepció, una vegada fet això el receptor retorna el testimoni a l'emissor, per últim l'emissor comprova que el missatge ha estat entregat i passa el testimoni a una altre estació perquè el posi en funcionament.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

La finalitat de crear un sistema de comunicació és connectar el PLC i la Pantalla per tal de poder seguir el control del PLC. A més a més, afegint un ordinador es podrà modificar el programa o, simplement supervisar el seu funcionament. Una de les millores que es pot afegir a aquest sistema és poder accedir desde qualsevol punt remot i, rebre la informació sobre el control del PLC.

Per poder realitzar la connexió entre el PLC i la Pantalla és necessària una Xarxa Local i, per connectar-nos desde qualsevol punt remot és necessària una Xarxa Externa(Internet). Per tant, el disseny del sistema de comunicacions tindrà la següent estructura (figura 37):

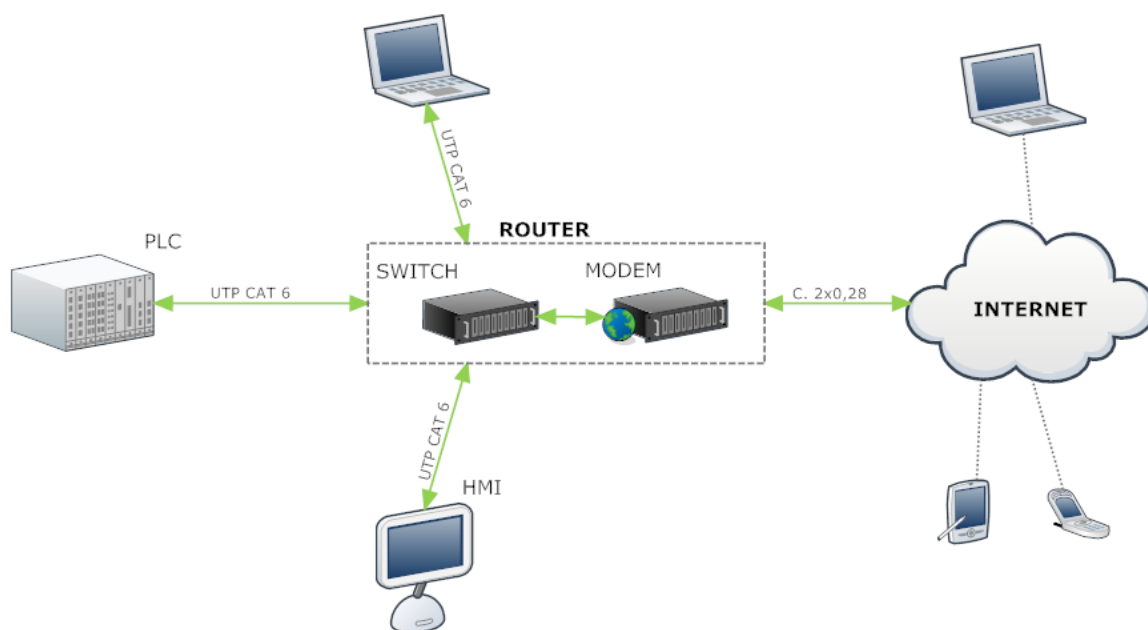


Fig.37. Estructura del sistema de comunicació.

Tal i com es pot veure en l'esquema superior la Xarxa Local està composta per els següents dispositius: PLC, HMI, Ordinador de sobretaula o Ordinador Portàtil.

La xarxa local més adequada per unir aquests dispositius és de la topologia estrella ja que, es vol afegir i/o treure dispositius amb molta facilitat. Per a la Topologia escollida és necessària una unitat central (switch/commutador). El switch és l'aparell que ens permet tenir unida aquesta xarxa per tal de que els seus dispositius es puguin comunicar entre ells. Els dispositius estan connectats al switch mitjançant un cable trenat anomenat UTP.

Perquè aquests dispositius es puguin comunicar és necessari que segueixin unes normes o regles; aquestes queden definides en el protocol. El protocol que s'utilitza és TCP/IP, i aquest és de tipus Contesa.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

El protocol TCP/IP està compost per dues parts; per una banda tenim el TCP i per l'altra l'IP i, el funcionament d'aquestes és el següent:

- 1) El funcionament del protocol TCP/IP es basa en dividir la informació en trossos o paquets que viatgen de manera independent fins al seu destí on, conforme van arribant s'ajunten novament per obtenir la informació original.
- 2) El TCP té com a missió dividir les dades en paquets. Durant aquest procés proporciona a cadascun d'ells una capçalera que conté diversa informació; com: l'ordre en que s'han d'unir posteriorment. Una altra dada que s'inclou és l'anomenada suma de comprovació; que coincideix amb el nombre total de dades que conté el paquet. Aquesta suma serveix per esbrinar si s'ha produït alguna pèrdua d'informació abans d'arribar al seu destí.

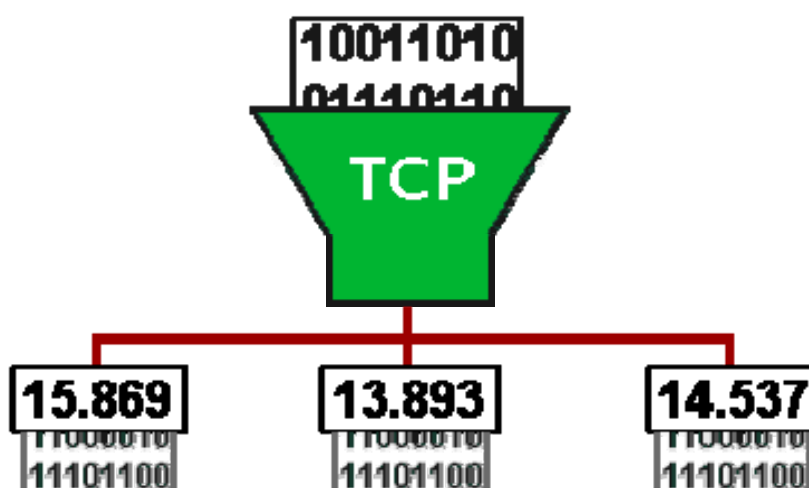


Fig.38. Diagrama protocol TCP .

- 3) Després del protocol TCP entra en funcionament el protocol IP; el qual té la missió de col·locar cadascun dels paquets en una espècie de sobres que contenen dades com: l'adreça on han de ser enviats, l'adreça del remitent, el temps de vida del paquet abans de ser descartat, etc. A mesura que s'ensobren els paquets són enviats. Existeix la possibilitat de que aquests no arribin o l'ordre d'arribada no sigui el correcte.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

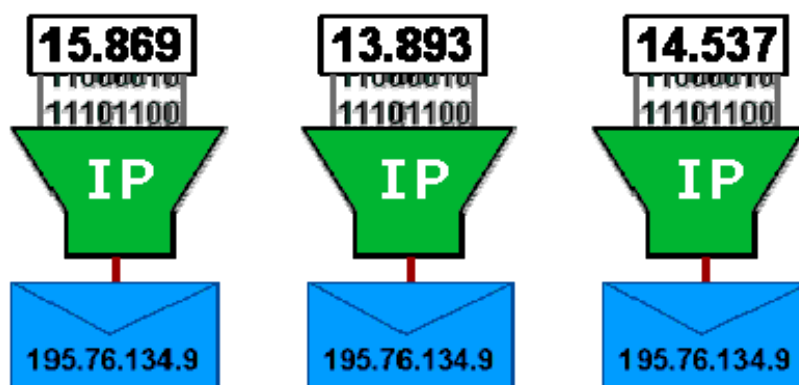


Fig.39. Diagrama protocol IP.

- 4) Quan el paquet arriba al seu destí es torna a activar el protocol TCP; el qual realitza una suma de comprovació i la compara amb la suma original. Si alguna d'elles no coincideix, detectant així una pèrdua d'informació en el trajecte, es torna a sol·licitar l'enviament de paquets desde el punt d'origen. Per últim, quan s'ha comprovat la validesa de tots els paquets, el TCP els uneix formant el missatge original.

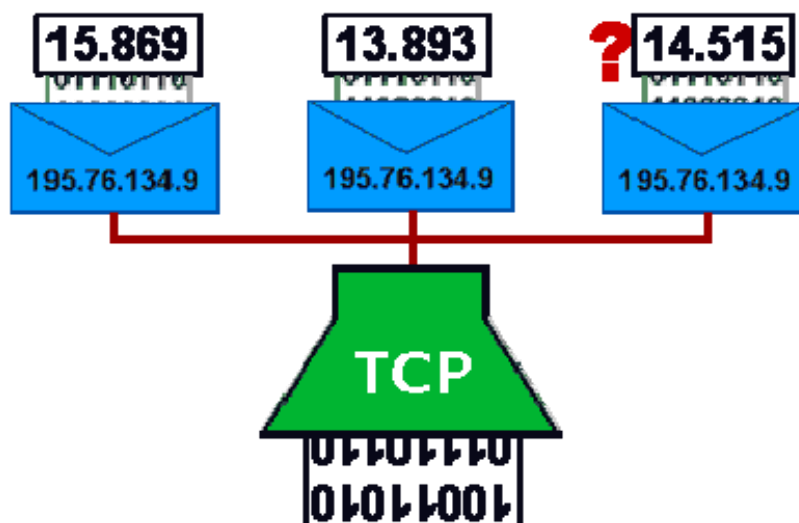


Fig.40. Diagrama protocol TCP .

Per poder realitzar la connexió de manera remota s'utilitza Internet. Internet és una Xarxa Internacional que permetrà la connexió a la Xarxa Local desde qualsevol punt remot, sempre i quan aquest pugui tenir accés a Internet. Per tal de poder accedir a la Xarxa Local desde Internet és necessari un Mòdem. El Mòdem és un aparell electrònic que té la capacitat de convertir una senyal digital de dades en una altra analògica, perquè pugui ser transmesa per la línia telefònica, majoritàriament, aquesta està dissenyada per transmetre senyals analògiques.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Així doncs, les dues principals funcions d'aquest dispositiu són la modulació i demodulació d'un conjunt de dades, d'aquí el seu nom: **modulador-demodulador**. Gràcies a la conversió que realitza el Mòdem podem enviar i rebre dades desde la Xarxa Local a Internet; i viceversa.

5.2 IMPLEMENTACIÓ

Els dispositius que s'han d'utilitzar per al Sistema de Comunicació són tots els anomenats anteriorment canviant el Switch i el Mòdem per un Router ADSL. El Router ADSL és un dispositiu que permet connectar al mateix un o varis equips o fins i tot una o varies xarxes d'àrea local (LAN). Realment es tracta de varis components en un de sol. Realitza les funcions de:

- Porta d'enllaç: ja que proporciona sortida cap a l'exterior a una Xarxa Local.
- Router: quan arriba un paquet procedent d'Internet ho dirigeix cap a la interfície destí pel camí corresponent, és a dir, té la capacitat d'encaminar paquets IP, evitant que el paquet es perdi o sigui manipulat per tercers.
- Mòdem ADSL: modula les senyals enviades desde la Xarxa Local per tal de que es puguin transmetre per la línia ADSL i demodula les senyals rebudes per aquesta perquè els equips de la LAN puguin interpretar-los. De fet, existeixen configuracions creades per un Mòdem ADSL i un Router que fan la mateixa funció que un Router ADSL.
- Punt d'accés Wireless: alguns Routers ADSL permeten la comunicació via Wireless (Sense cables) amb els equips de la Xarxa Local.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Una vegada tenint clar el disseny i el seus dispositius es procedeix a implementar-lo seguint els següents passos:

El primer pas consisteix en configurar el PLC tal i com es mostra a la figura 41:

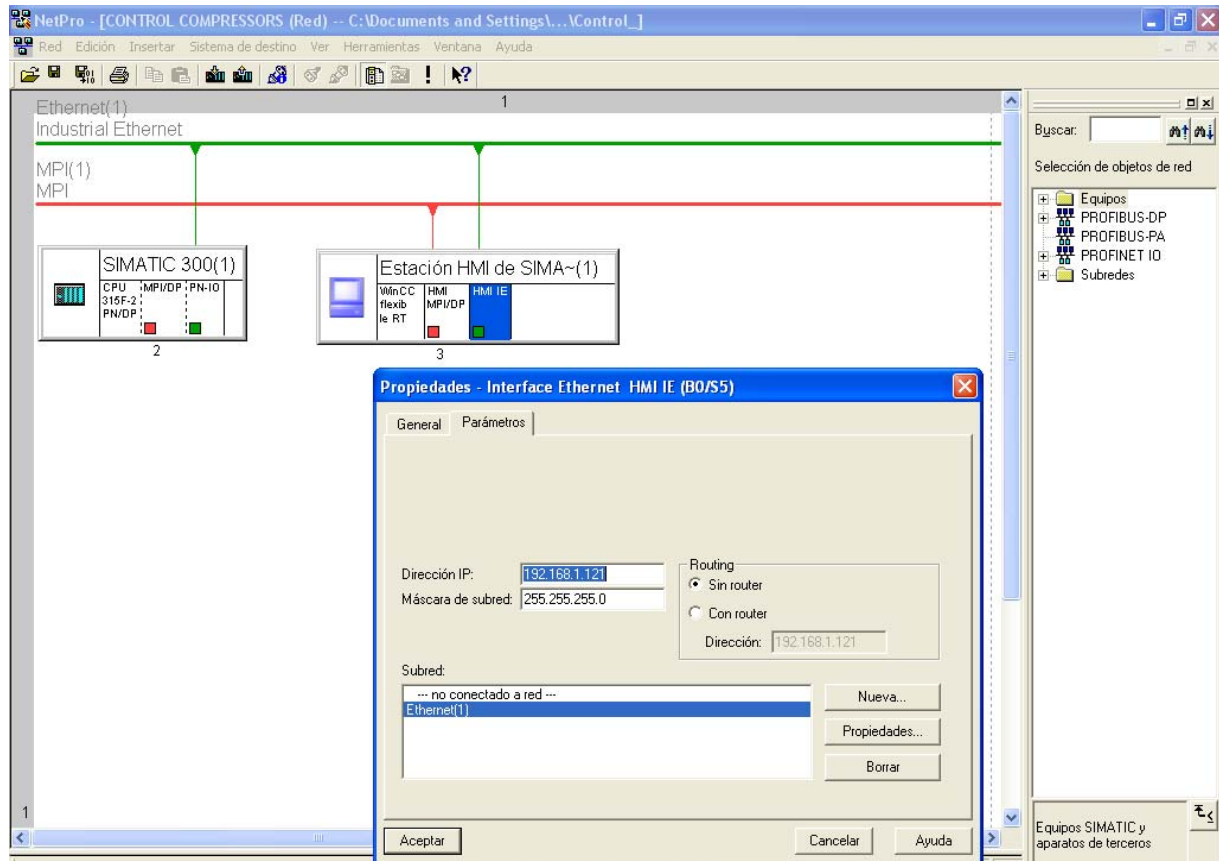


Fig.41. Software de programació PLC.

Mitjançant el software de programació del PLC es configura aquest de manera que quedi definit tots els paràmetres necessaris, perquè el autòmat pugui comunicar-se a través de la xarxa creada. Aquests paràmetres definits son els següents:

- Nom i tipus de xarxa de comunicació.
- Dispositius que es vol connectar a la xarxa.
- Definí el Port de comunicació de cada dispositiu.
- Definí l'adreça de cada dispositiu.

Una vegada definits tots aquests paràmetres, el PLC ja sap amb qui ha d'intercanviar d'informació, com ho ha de fer i ha traves de quin medi.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

El segon pas consisteix en configurar l'HMI (figura 42):

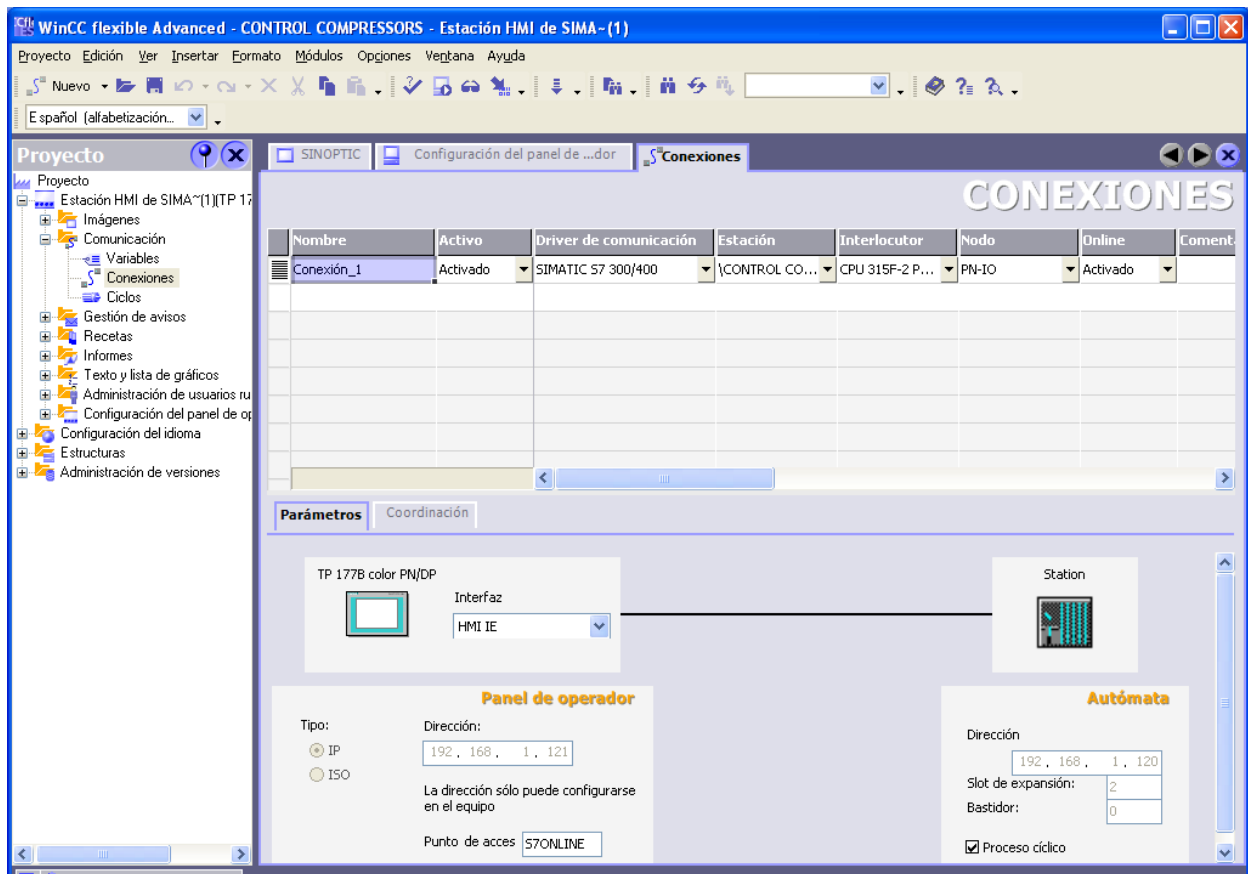


Fig.42. Software de programació HMI.

Per tal de configurar la pantalla tàctil torna ha ser necessari definir tots els paràmetres que s'han definit al PLC. D'aquesta manera l'HMI sabrà que està connectada al PLC i quin procediment ha d'utilitzar per poder-se comunicar amb ell.

Uns altres paràmetres que s'han de configurar a la pantalla, a diferència del PLC, són els paràmetres que ens permetran comunicar-nos amb el sistema des de qualsevol lloc, ja sigui desde la xarxa interna o des de la xarxa externa (Internet).

La pantalla conté unes opcions (figura 43) que permeten que aquesta treballi com un servidor, realment el que fa és exportar una pàgina web, a la qual podrem accedir des de qualsevol punt de la xarxa.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

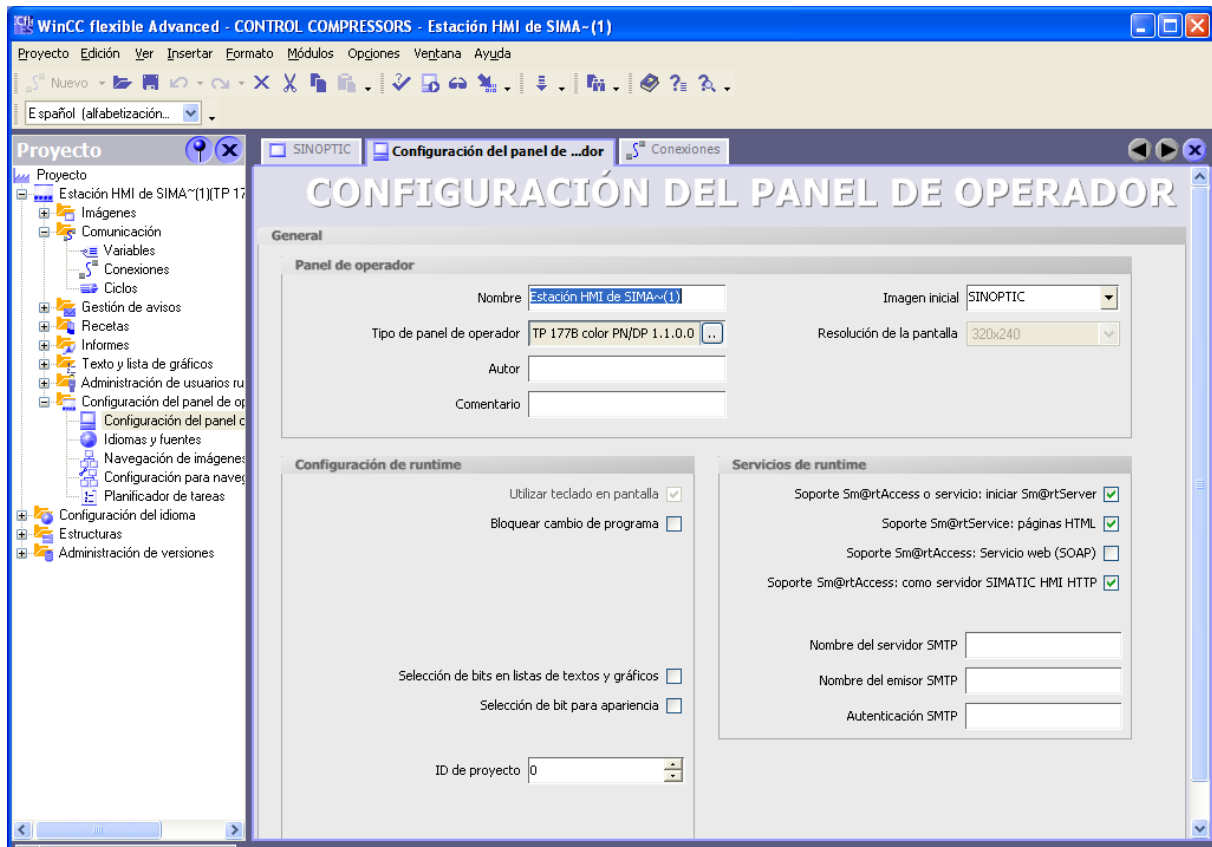


Fig.43. Software de programació HMI.

El tercer pas consisteix en configurar el Router: Per configurar el Router s'ha de realitzar la Modificació dels Filtres i el Mapejat dels ports, els quals consisteixen en:

- Modificació dels filtres: El Router incorpora uns filtres que garanteixen la seguretat en la Xarxa i eviten accessos indesitjats. Per tant, s'han de modificar els filtres per permetre l'accés als dispositius externs.
- Mapejat dels ports: És on es configura un canal de comunicació entre l'adreça interna o IP interna i el dispositiu extern.

Per entendre millor l'explicació mirar Annex V.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

Finalment, l'accés desde la Xarxa Externa (Internet) només ha estat implementat al prototip ja que, per motius econòmics no ha estat possible en la instal·lació del quadre de control de compressors. Tal i com es mostra a la figura 12 es pot controlar el Prototip a través d'un telèfon mòbil d'última generació, també es pot realitzar aquest control mitjançant un ordinador portàtil, Tablet, etc.



Fig. 12. Foto control remot mitjançant un telèfon mòbil.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

6 PRESSUPOST

En el següent pressupost es detallen els costos de la realització del Prototip.

MA D'OBRA			
Concepte	Quantitat	Preu unitari (€)	Total concepte (€)
Estructura d'alumini i accessoris	1	73.25	73.25
Placa muntatge baquelita	1	85.22	85.22
Carril de muntatge DIN	0.2	5,25	1.05
RELE estàndard 1 CTO. 24Vcc	14	4.96	69.44
Base Relè	14	2.67	37.38
Font d'alimentació S7-300	1	121.22	121.22
CPU compacte S7-315F-2DP	1	435.64	435.64
Mòdul digital SM323 DI16/DO16	1	246.07	246.07
Mòdul digital SM321 DI32	1	215.96	215.96
Mòdul entrades analògiques SM334	1	267.88	267.88
Bastidor PLC S7-300	1	47.52	47.52
HMI KTP600 5.7"	1	710.11	710.11
Cable UTP CAT 6 2m	3	5.83	17.49
Selector AUT/0/MAN	4	13.30	53.20
Pilot Led	6	9.89	59.34
Potenciòmetre	1	3.17	3.17
Interruptor 2 Posicions	5	0.67	3.35
Polsador d'emergència	1	37.82	37.82
Motor Ninco, NC7 RAIDER	4	16.83	67.32
Cablejat elèctric	1	53.05	53.05
Petit Material	1	50.00	50.00
Mà d'obra	160	20.00	3200.00
		Total	5.855,48 €

I.V.A. no inclòs.

SISTEMA D'AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE COMPRESSORS

En el següent pressupost es detallen els costos de la instal·lació del quadre control de compressors.

MA D'OBRA			
Concepte	Quantitat	Preu unitari (€)	Total concepte (€)
Armari Met. CRN 600x500x200	1	122.57	122.57
Placa muntatge Met. 600x500	1	24.22	24.22
Carril de muntatge DIN	1.5	5,25	7.88
Canal Unex sèrie 77 80x40	2.5	4.45	11.13
Bornes Weidmüller de 4mm	6	1.89	11.34
Bornes Weidmüller de 2.5mm doble	32	1.38	44.16
Suport borna Weidmüller	6	0.92	5.52
INT. DIF. 2P 40A 30mA	1	57.23	57.23
Magnetotèrmic . K60N 2P 10A	1	22.66	22.66
Endoll schuko 2P 16A	1	15.36	15.36
Relè estàndard 1 CTO. 24Vcc	10	4.96	49.60
Base Relè	10	2.67	26.70
Font d'alimentació S7-1200	1	104.34	104.34
CPU compacte S7-1200 14ED 10SD	1	348.34	348.34
Mòdul digital 8ED 8SD	1	159.41	159.41
Mòdul entrades analògiques 4AI	1	206.64	206.64
HMI KTP600 5.7"	1	655.20	655.20
Cable UTP CAT 6 2m	1	5.83	5.83
Transductor de pressió 0-10 bar	1	123.13	123.13
Adaptador G1/2 mascle	1	11.44	11.44
Selector amb pilot AUT/0/MAN	4	17.63	70.52
Cablejat elèctric	1	500.00	500.00
Petit Material	1	50.00	50.00
Mà d'obra oficial	70	22.00	1540.00
Mà d'obra tècnic	120	25.00	3000.00
		Total	7.173,22 €

I.V.A. no inclòs.

7 CONCLUSIONS

Analitzant tot el procés de realització del projecte es pot concloure que ha estat positiu ja que s'han aplicat tots els coneixements adquirits durant aquests anys d'estudi, reforçant-los mitjançant les tasques d'investigació realitzades.

Segons els objectius fixats a l'inici del projecte es pot concloure que aquests han estat complerts satisfactòriament.

Els objectius assolits són:

- S'ha aconseguit mantenir la pressió de la línia constantment dintre d'un marge establert per tenir una millora en la producció gràcies a la qualitat de l'aire.
- S'ha pogut prescindir de les tasques manual i no cal que un operari estigui pendent dels compressors.
- Implantar el Sistema d'alarma en cas d'averia per aconseguir una acció instantània en cas d'anomalia.
- S'ha aconseguit un estalvi energètic ja que estan en funcionament els compressors necessaris en cada moment, mantenint així una pressió estable.
- Implantar la Supervisió remota, gràcies a la qual es pot supervisar, variar paràmetres i gestionar alarmes desde qualsevol lloc.

Analitzant el desemborsament econòmic es pot veure com la inversió és assequible per a una mitjana o gran empresa, en canvi, és cara si és el cas d'una petita empresa. Tot i això, podem concloure que la inversió serà amortitzada.

8 REFERÈNCIES I BIBLIOGRAFIA

- *Manuale de dispositius i software SIEMENS:*
 - *Guia WinCC flexible2005*
 - Manual S7-1200-TIA PORTAL v10

- Adreces electròniques:
 - Conceptes, muntatges, aplicacions, elements de treball i exemples pràctics en la indústria de la neumàtica.
<http://www.sapiensman.com/neumatica>

 - Guia STEP 7 V5.1 Introducció i exercicis pràctics.
<http://es.scribd.com/doc/53215425/Guia-STEP7>

 - Material i components elèctrics Siemens
<http://www.automation.siemens.com/mcms/automation/en/Pages/automation-technology.aspx>

 - Material i components elèctrics Schneider
<http://www.schneider-electric.com/site/home/index.cfm/es/>

 - Maquinària i components aire comprimit Worthington
<http://www.airwco.com/wco-webmenu-homepage/es>

 - Pagina web de consulta i ajuda ADSL
<http://www.adslayuda.com/>

 - Portal de configuració routers de Telefónica
https://www.movistar.es/on/pub/servicios/onTOEntrada/0,,entrada%2Batc_mi%2Bv_segmento%2BAHOG%2Bv_idioma%2Bes%2Bmenu_izq%2B2%2Bnodo_izq%2B2%2Bmenu_cab_sup%2BCliente%2BambitoAcceso%2Bpub,00.html?uri=https://www.movistar.es/zx/pub/al/jsp/Open.jsp&v_segmento=AHOG&v_idioma=es

 - Ministerio de Industria, Turismo i Comercio
<http://www.ffii.es/puntoinfomcyt/legislacionsi.asp?idregl=76>

9 ANNEXES

Annex I	Esquema Elèctric
Annex II	Normativa (Reglament BT 2002)
Annex III	Manual WinCC flexible 2005
Annex IV	Manual S7-1200
Annex V	Configuració Router ADSL