

Sergi Obiols Lleixà

SISTEMA DE CONTROL I GESTIÓ D'UNA PLANTA D'ÀRIDS

TREBALL DE FI DE GRAU

dirigit per Sr. Joan Pere Fibla Biosca

Grau d'Enginyeria Informàtica



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Tarragona

2022

Aquest Treball de Final de Grau no hagués estat possible sense l'ajuda de diferents persones, primer de tot donar gràcies al meu tutor el Sr. Joan Pere Fibla Biosca per ajudar-me en els moments difícils que he tingut durant la realització del treball.

Seguidament agrair a tots els docents de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria pels coneixements i experiències que m'han donat i per últim però no menys important donar gràcies a la meva família que ha estat sempre al meu costat.

Resum.

Aquest Treball de fi de Grau mostra el disseny d'un sistema de control i gestió d'una planta d'àrids. Per realitzar-ho s'utilitza un controlador lògic programable (Programmable Logic Controller – PLC) que és l'encarregat de la gestió dels processos de la planta, un ordinador el qual allotja el sistema SCADA¹ per poder realitzar un correcte control dels processos i una Base de Dades basada en MySQL, la qual emmagatzema les hores de funcionament diàries de la planta.

Per la programació del PLC s'ha seguit la metodologia de treball de la guia GEMMA que permet visualitzar tots els estats pels quals pot estar la planta. Pel que fa referència a la programació de l' SCADA, consta d'un seguit d'objectes amb els quals pots interactuar de manera intuïtiva i scripts basats en Visual Basic pel control de les alarmes que es puguin produir al sistema.

Resumen.

Este Trabajo de fin de Grado muestra el diseño de un sistema de control y gestión de una planta de áridos, empleando un PLC que es el encargado de la gestión de los procesos de la planta, también se utiliza un ordenador el cual aloja el sistema SCADA para poder realizar un correcto control de los procesos y una Base de datos basada en MySQL la cual guarda las horas de funcionamiento diarias la planta.

Por la programación del PLC se ha seguido la metodología de trabajo de la guía GEMMA que permite visualizar todos los estados por los cuales puede estar la planta. Por el que hace referencia en la programación del SCADA, consta de una serie de objetos con los cuales puedes interactuar de manera intuitiva y scripts basados en Visual Basic para poder controlar las alarmas que se puedan ocasionar en el sistema.

Abstract.

This Bachelor's Degree Final Project shows the design of a system of control and management of a plant of aggregates, employing a PLC that is the attendant of the management of the processes of the plant, also utilises a computer which billets the SCADA system to be able to realise a correct control of the processes and a DB based at MySQL which stores the hours of daily operation of the plant.

For the programming of the PLC has tracked the methodology of work of the GEMMA guide that permits to visualise all the states for which can be the plant.

For the programming of the SCADA system, features of a tracked objects with which can interact of intuitive way.

¹ Sistema SCADA: *Supervisory Control And Data Acquisition* (Sistema de supervisió, control i recollida de dades per millorar la presa de decisions a la indústria 4.0).

Índex

1	INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS	2
2	DESCRIPCIÓ DE LA PLANTA	3
2.1	LOCALITZACIÓ PLANTA	3
2.2	DESCRIPCIÓ DE LA MATÈRIA PRIMA	4
2.3	DESCRIPCIÓ DEL PROCÉS DE LA PLANTA	5
2.3.1	<i>Zona de Fangs</i>	5
2.3.2	<i>Zona de Rentat</i>	9
2.3.3	<i>Zona dels Molins o Triturat</i>	12
3	DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ	16
3.1	ELEMENTS NECESSARIS I FUNCIONAMENT DE L' AUTOMATITZACIÓ.....	16
3.1.1	<i>Elements Necessaris a la Zona de Fangs</i>	16
3.1.2	<i>Funcionament de l'Automatització a la Zona de Fangs</i>	29
3.1.3	<i>Elements Necessaris a la Zona de Rentat</i>	30
3.1.4	<i>Funcionament de l'Automatització a la Zona de Rentat</i>	36
3.1.5	<i>Elements Necessaris a la Zona dels Molins o Triturat</i>	38
3.1.6	<i>Funcionament de l'Automatització a la Zona dels Molins o Triturat</i>	45
3.1.6.1	Molí Cubi-Roc	46
3.1.6.2	Molí Pozzato.....	47
3.1.7	<i>Sistema SCADA</i>	49
3.2	ARQUITECTURA DE COMUNICACIONS.....	50
4	TECNOLOGIES EMPRADES PER L' AUTOMATITZACIÓ	53
4.1	TIA PORTAL.....	53
4.2	INDUSOFT WEB STUDIO	53
4.3	MYSQL	54
5	PROGRAMACIONS.....	55
5.1	PROGRAMACIÓ PLC	55
5.1.1	<i>Guia GEMMA</i>	55
5.2	PROGRAMACIÓ SCADA.....	59
5.2.1	<i>Pantalles SCADA</i>	59
5.2.2	<i>Dades Registrades a la Base de dades</i>	67
6	SEGURETAT DE LA PLANTA	69
6.1	ELEMENTS DE SEGURETAT I UTILITAT.....	69
7	MANTENIMENT	75
7.1	ELEMENTS MANTENIMENT I UTILITAT	75
8	CONCLUSIONS	77
9	BIBLIOGRAFIA	78
10	ANNEXES	79
10.1	ANNEX 1. MAPA CARTOGRÀFIC CARO 521-2-1 (62-39).....	79
10.2	ANNEX 2. GRAFCET PLC.....	80
10.3	ANNEX 3. PROGRAMA PLC	81
10.4	ANNEX 4. PROGRAMA SISTEMA SCADA.....	81
10.5	ANNEX 5. FITXA TÈCNICA PLC.....	81
10.6	ANNEX 6. FITXA TÈCNICA MÒDUL D'INTERFÍCIE PROFINET	82
10.7	ANNEX 7. FITXA TÈCNICA MÒDUL ENTRADES DIGITALS NO SAFETY	83
10.8	ANNEX 8. FITXA TÈCNICA MÒDUL SORTIDES DIGITALS NO SAFETY	84
10.9	ANNEX 9. FITXA TÈCNICA MÒDUL ENTRADES ANALÒGIQUES NO SAFETY.....	85
10.10	ANNEX 10. FITXA TÈCNICA MÒDUL SORTIDES ANALÒGIQUES NO SAFETY	86
10.11	ANNEX 11. FITXA TÈCNICA MÒDUL ENTRADES DIGITALS SAFETY	87

10.12	ANNEX 12. FITXA TÈCNICA MÒDUL ENTRADES DIGITALS SAFETY	88
10.13	ANNEX 13. FITXA TÈCNICA ARRENCADOR SUAU	89
10.14	ANNEX 14. FITXA TÈCNICA VARIADOR DE FREQUÈNCIA	90
10.15	ANNEX 15. FITXA TÈCNICA RELÉ DE SEGURETAT	91
10.16	ANNEX 16. FITXA TÈCNICA CONTACTOR ELÈCTRIC	92
10.17	ANNEX 17. FITXA TÈCNICA DISJUNTOR-MOTOR MAGNETO-TÈRMIC	93
10.18	ANNEX 18. FITXA TÈCNICA FINAL DE CARRERA	94
10.19	ANNEX 19. FITXA TÈCNICA INTERRUPTOR FLOTADOR	95
10.20	ANNEX 20. FITXA TÈCNICA INTERRUPTOR DE SEGURETAT	96
10.21	ANNEX 21. FITXA TÈCNICA RELÉ D'UN CONTACTE OBERT	97

Índex de Taules

TAULA 1. INDEXACIÓ DE LES SENYALS DEL PRIMER MÒDUL D'ENTRADA DE SENYALS DIGITALS <i>NO SAFETY</i>	22
TAULA 2. INDEXACIÓ DE LES SENYALS DEL SEGON MÒDUL D'ENTRADA DE SENYALS DIGITALS <i>NO SAFETY</i>	24
TAULA 3. INDEXACIÓ DE LES SENYALS DEL TERCER MÒDUL D'ENTRADA DE SENYALS DIGITALS <i>NO SAFETY</i>	25
TAULA 4. INDEXACIÓ DE LES SENYALS DEL PRIMER MÒDUL DE SETZE SORTIDES DE SENYALS DIGITALS <i>NO SAFETY</i>	26
TAULA 5. INDEXACIÓ DE LES SENYALS DEL PRIMER MÒDUL DE VUIT SORTIDES DE SENYALS DIGITALS <i>NO SAFETY</i>	26
TAULA 6. INDEXACIÓ DE LES SENYALS DEL MÒDUL DE QUATRE ENTRADES DE SENYALS ANALÒGIQUES <i>NO SAFETY</i>	27
TAULA 7. INDEXACIÓ DE LES SENYALS DEL MÒDUL DE QUATRE SORTIDES DE SENYALS ANALÒGIQUES <i>NO SAFETY</i>	27
TAULA 8. INDEXACIÓ DE LES SENYALS DEL MÒDUL DE VUIT ENTRADES DE SENYALS DIGITALS <i>SAFETY</i>	28
TAULA 9. INDEXACIÓ DE LES SENYALS DEL MÒDUL DE QUATRE SORTIDES DE SENYALS DIGITALS <i>SAFETY</i>	28
TAULA 10. INDEXACIÓ DE LES SENYALS DEL PRIMER MÒDUL D'ENTRADA DE SENYALS DIGITALS <i>NO SAFETY</i>	32
TAULA 11. INDEXACIÓ DE LES SENYALS DEL SEGON MÒDUL D'ENTRADA DE SENYALS DIGITALS <i>NO SAFETY</i>	33
TAULA 12. INDEXACIÓ DE LES SENYALS DEL TERCER MÒDUL D'ENTRADA DE SENYALS DIGITALS <i>NO SAFETY</i>	34
TAULA 13. INDEXACIÓ DE LES SENYALS DEL MÒDUL DE SORTIDES DE SENYALS DIGITALS <i>NO SAFETY</i>	35
TAULA 14. INDEXACIÓ DE LES SENYALS DEL PRIMER MÒDUL D'ENTRADES DE SENYALS DIGITALS <i>NO SAFETY</i>	40
TAULA 15. INDEXACIÓ DE LES SENYALS DEL SEGON MÒDUL D'ENTRADES DE SENYALS DIGITALS <i>NO SAFETY</i>	40
TAULA 16. INDEXACIÓ DE LES SENYALS DEL TERCER MÒDUL D'ENTRADES DE SENYALS DIGITALS <i>NO SAFETY</i>	42
TAULA 17. INDEXACIÓ DE LES SENYALS DEL QUART MÒDUL D'ENTRADES DE SENYALS DIGITALS <i>NO SAFETY</i>	42
TAULA 18. INDEXACIÓ DE LES SENYALS DEL PRIMER MÒDUL DE SORTIDES DE SENYALS DIGITALS <i>NO SAFETY</i>	43
TAULA 19. INDEXACIÓ DE LES SENYALS DEL SEGON MÒDUL DE SORTIDES DE SENYALS DIGITALS <i>NO SAFETY</i>	44
TAULA 20. INDEXACIÓ DE LES SENYALS DEL MÒDUL D'ENTRADES DE SENYALS ANALÒGIQUES <i>NO SAFETY</i>	45
TAULA 21. ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES ORDINADOR SISTEMA SCADA.....	49
TAULA 22. INDEXACIÓ DEL PRIMER MÒDUL DE SETZE ENTRADES DE SENYALS DIGITALS <i>SAFETY</i> DE LA ZONA DEL RENTAT.	71
TAULA 23. INDEXACIÓ DEL SEGON MÒDUL DE SETZE ENTRADES DE SENYALS DIGITALS <i>SAFETY</i> DE LA ZONA DEL RENTAT.	72
TAULA 24. INDEXACIÓ DEL PRIMER MÒDUL DE 4 SORTIDES DE SENYALS DIGITALS <i>SAFETY</i> DE LA ZONA DEL RENTAT.....	73
TAULA 25. INDEXACIÓ DEL SEGON MÒDUL DE 4 SORTIDES DE SENYALS DIGITALS <i>SAFETY</i> DE LA ZONA DEL RENTAT.	73
TAULA 26. INDEXACIÓ DEL PRIMER MÒDUL DE 4 SORTIDES DE SENYALS DIGITALS <i>SAFETY</i> DE LA ZONA DELS MOLINS.	74
TAULA 27. INDEXACIÓ DEL MÒDUL DE 4 ENTRADES DE SENYALS DIGITALS <i>SAFETY</i> DE LA ZONA DE FANGS.....	74
TAULA 28. INDEXACIÓ DEL MÒDUL DE 4 SORTIDES DE SENYALS DIGITALS <i>SAFETY</i> DE LA ZONA DE FANGS.	74

Índex de Figures

FIGURA 1. IMATGE AÈRIA DE LA PLANTA D'ÀRIDS	3
FIGURA 2. IMATGE EXTRETA DE <i>GOOGLE EARTH</i> DE LA ZONA D'EXTRACCIÓ DE LA MATÈRIA PRIMA	4
FIGURA 3. IMATGE DE LA PANTALLA DEL SISTEMA SCADA DE LA ZONA DE FANGS	5
FIGURA 4. ARRENCADOR SUAU SCHNEIDER ALTISTART ATS48D62Q	6
FIGURA 5. A L'ESQUERRA IMATGE D'UN DISJUNTOR-MOTOR MAGNETO-TÈRMIC, A LA DRETA UNA IMATGE D'UN CONTACTOR ELÈCTRIC	7
FIGURA 6. VARIADOR DE FREQUÈNCIA SIEMENS SINAMICS G120C	7
FIGURA 7. IMATGE DE LA PANTALLA DEL SISTEMA SCADA DE LA ZONA DE RENTAT	9
FIGURA 8. ARENA RENTADA (Ø 0-4MM); GARBANCILLO(Ø 4-12MM); GRAVETA(Ø 12-20MM).....	12
FIGURA 9. IMATGE DE LA PANTALLA DEL SISTEMA SCADA DE LA ZONA DELS MOLINS O TRITURAT.....	12
FIGURA 10. A L'ESQUERRA, PEÇA QUE ESTÀ FIXADA AL ROTOR DEL MOLÍ I A LA DRETA, IMATGE GENERAL DEL MOLÍ CUBI-ROc	13
FIGURA 11. IMATGE DEL MOLÍ POZZATO	15
FIGURA 12. INTERRUPTOR FLOTADOR.....	16
FIGURA 13. RELÉ DE NIVELL DE LA MARCA GAVE	17
FIGURA 14. ESQUEMA RELÉS DE NIVELL DEL SETZÈ ELEMENT DE LA FIGURA 3.....	18
FIGURA 15. IMATGE FINAL DE CARRERA.....	19
FIGURA 16. IMATGE D'UN RELÉ.....	20
FIGURA 17. IMATGE ESQUEMA XARXA PROFINET.....	50
FIGURA 18. REPRESENTACIÓ TECNOLOGIA PROFINET AMB EL MODEL OSI.....	52
FIGURA 19. ESQUEMA REPRESENTATIU DE LA METODOLOGIA DEL GUIA GEMMA. IMATGE EXTRETA DE L'ARXIU PDF ADJUNTAT A LA BIBLIOGRAFIA.....	55
FIGURA 20. CAPTURA DE PANTALLA DEL SOFTWARE TIA PORTAL ON ES VEUEN ELS DIFERENTS PROGRAMES DE LES ZONES DELS MOLINS I DE LA ZONA DEL RENTAT	57
FIGURA 21. EXTRACTE DEL CODI AMB LENGUATGE LADDER DEL PLC	58
FIGURA 22. EXTRACTE DEL CODI AMB LENGUATGE LADDER DEL PLC	58
FIGURA 23. PANTALLA PRINCIPAL SISTEMA SCADA.....	59
FIGURA 24. IMATGE PANTALLA ZONA DEL RENTAT	60
FIGURA 25. IMATGE PANTALLA ZONA DELS MOLINS O TRITURAT.....	60
FIGURA 26. IMATGE PANTALLA ZONA DE FANGS	60
FIGURA 27. IMATGE DE LA PANTALLA DE SELECCIÓ DE LA CONFIGURACIÓ DELS TEMPS.....	61
FIGURA 28. IMATGE DE LA PANTALLA DE CONFIGURACIÓ DELS TEMPS EN FUNCIONAMENT AUTOMÀTIC	62
FIGURA 29. IMATGE DE LA PANTALLA DE CONFIGURACIÓ DELS TEMPS EN FUNCIONAMENT MANUAL	62
FIGURA 30. IMATGE DE LA PANTALLA DE CONFIGURACIÓ DELS TEMPS QUAN ES DESACTIVEN ELS EQUIPS	62
FIGURA 31. IMATGE DE LA CONFIGURACIÓ DELS PARÀMETRES DE LA ZONA DE FANGS.....	67
FIGURA 32. INTERRUPTOR DE SEGURETAT.....	69
FIGURA 33. PARADA D'EMERGÈNCIA.....	69
FIGURA 34. IMATGE D'UN RELÉ DE SEGURETAT.....	70
FIGURA 35. POLSADOR DE LA CASA SCHNEIDER.....	75
FIGURA 36. IMATGE DE LA BOTONERA IMET.....	76

1 Introducció i Objectius

Avui en dia és complicat no haver escoltat algun cop la paraula Internet de les coses (Internet of Things – IoT) o Indústria 4.0, aquestes expressions són cada cop més habituals.

Quan parlem d'aquestes expressions, ens referim a la connectivitat que hi ha entre els diferents dispositius que poden formar part d'un procés industrial, una empresa, etc. Els dispositius estan connectats dintre d'una xarxa ja sigui privada com pot ser una LAN (Xarxa d'Àrea Local) o pública, que tingui accés a Internet. Quan parlem de l'IoT en un context industrial ens referim a ell com IIoT. En aquest àmbit, uns dels dispositius més usats són els PLC i els sistemes SCADA, també podem trobar les Interfícies Home Màquina (Human Machine Interface - HMI).

Un PLC és un dispositiu electrònic autòmat, que funciona sense intervenció de cap persona, industrial pensat per controlar processos industrials repetitius o seqüencials. En aquest projecte s'ha instal·lat un PLC Siemens SIMATIC S7-1200F 1214FC DC/DC/DC Safety amb mòduls d'entrades i sortides tant digitals com analògics ja siguin *Safety* o no dependent del dispositiu que estigui controlant.

A més a més, per evitar cablejat innecessari i poder realitzar tota la instal·lació elèctrica en diferents armaris, s'instal·len mòduls PROFINET, aquests mòduls ens permetran connectar i comunicar diferents mòduls de qualsevol tipus ubicats a diferents armaris amb el PLC mitjançant un cable de xarxa CAT6 S/FTP com si estiguessin connectats directament al PLC.

Per altra banda, el sistema SCADA és l'enllaç (en aquesta instal·lació concreta, substituint a un HMI) entre els operaris que han de controlar la planta d'àrids i les màquines que s'encarreguen de realitzar els processos necessaris per obtenir el producte final desitjat. En resum, el principal objectiu dels SCADA és mostrar la informació rellevant de l'estat de la planta en temps real d'una manera senzilla, fàcil de comprendre i fàcil de controlar als diferents operaris que han de controlar la planta.

Amb aquests dos elements i la seva programació veurem com podem realitzar el control de diferents equips, ja sigui motors per moure cintes transportadores, motors per bombejar aigua d'un dipòsit per poder netejar la matèria prima amb la finalitat d'obtenir el producte final amb la mínima intervenció de l'operari o altres accions molt diferents.

L'objectiu principal és mostrar el disseny d'una automatització d'un procés industrial, en aquest cas en concret, es mostra el procés d'automatització d'una planta d'àrids. Es mostrarà el disseny del software del PLC i del sistema SCADA, a més a més veurem els diferents tipus de dispositius que controlarem per poder realitzar correctament la producció d'àrids.

Pel que fa referència a objectius personals, el principal objectiu es posar en pràctica coneixements adquirits com la realització d'*scripts*, creació i tractament de dades allotjades a una base de dades i també la capacitat de resoldre problemes que han aparegut durant la realització dels programes, tant del PLC com del sistema SCADA

2 Descripció de la Planta

La planta de tractament d'àrids on s'ha realitzat la instal·lació del sistema SCADA i el PLC per poder tenir un millor control sobre el procés de fabricació d'àrids, és una planta que realitza diferents tipus de ciment depenent del producte final que surti del procés de fabricació de l'àrid. Aquest procés de producció d'àrids va ser interromput en el temps i com a conseqüència d'aquesta decisió, es realitzava producció igualment però la matèria prima del ciment es duia d'altres plantes.

Degut al cost que suposava transportar la matèria prima per seguir produint, es va decidir tornar a posar en marxa la part de la planta que s'encarrega de la fabricació de l'àrid mitjançant un sistema totalment automatitzat.

2.1 Localització Planta

La planta està ubicada al sud de Catalunya a la comarca del Baix Ebre al terme municipal de Roquetes prop del barranc del Galatxo, aquesta ubicació és idònia ja que per poder funcionar correctament la planta necessita aigua i gràcies al pou ubicat al costat del barranc permet tenir un subministrament d'aigua sempre que sigui necessari.

A més a més, la planta està ubicada a menys de cinc quilòmetres de la zona on s'extreu la matèria prima que serveix per produir els diferents tipus de materials finals, així quan la planta està en producció no hi ha cap moment que es quedi sense material per tractar.



Figura 1. Imatge aèria de la planta d'àrids.

2.2 Descripció de la Matèria Prima

A la zona d'extracció hi predomina el tipus de sòl anomenat Valldebous. les principals característiques d'aquest tipus de sòl són les següents:

- Sòls molt profunds, ben drenats i estan desenvolupats sobre materials detrítics terrígens².
- Textures grosses amb abundants elements grossos.
- A la superfície podem observar un enfosquiment produït per l'acumulació de matèria orgànica que dona lloc a un horitzó³ mòl·lic⁴.
- Quan aprofundim més en el sòl trobem moltes acumulacions de carbonat càlcic en forma de revestiment d'elements grossos i de ciment geopetal que conjuntament esdevenen un horitzó càlcic⁵.



Figura 2. Imatge extreta de *Google Earth* de la zona d'extracció de la matèria prima.

La zona d'extracció té aproximadament unes 15 hectàrees de superfície, per tant es preveu que aquesta zona d'extracció proporcioni matèria prima a la planta d'àrids una llarga temporada, després quan s'esgoti el material de la zona d'extracció, aquesta es torna a reomplir de material sobrant per tenir el menys impacte possible sobre l'entorn natural.

2 Material detrític terrigen: Material que prové de la putrefacció de fonts orgàniques i minerals.

3 Horitzó: Cadascuna de les capes del sòl mes o menys paral·leles a la superfície, definides genèticament per unes característiques físiques, químiques i biològiques específiques.

4 Horitzó mòl·lic: Horitzó de color fosc (marró fort a gairebé negre), amb un contingut de matèria orgànica de moderat a alt i amb activitat biològica elevada.

5 Horitzó càlcic: Horitzó que ha estat enriquit amb carbonat càlcic i que té un gruix mínim de 15 cm.

2.3 Descripció del Procés de la Planta

La planta consta de quatre seccions ben diferenciades segons el rol que tingui en la fabricació de l'àrid. Aquestes quatre seccions són:

- Zona de Fangs: En aquesta zona es d'on extraiem l'aigua del pou que ens serveix per tractar l'aigua sobrant de la zona de rentat mesclada amb la matèria prima i així poder reaprofitar la major part de l'aigua, estalviant l'ús de l'aigua del pou
- Zona de Rentat: En aquesta secció la matèria prima es renta i es realitzen cribratges per produir diferents materials finals, com pot ser arena rentada, i diferents tipus de grava segons la seva dimensió.
- Zona dels Molins/Triturat: En aquesta zona arriba el rebuig per excés de dimensió de la zona de rentat i es tritura la matèria prima fins que es converteix en diferents tipus d'arena.
- Zona Granier: Aquesta zona conté molins de triturat com la zona anterior, però es va decidir no posar en marxa en aquesta fase.

Després de tot aquest procés el material resultant es pot usar per diverses funcions, pot ser venut directament o es pot transformar en ciment de diverses qualitats i/o tipus tenint en compte el material que s'utilitza. Aprofundirem més en la funció de cada secció i com s'aconsegueixen realitzar les diferents tasques més endavant.

2.3.1 Zona de Fangs

La zona de fangs està composta per quatre dipòsits també compta amb una font d'aigua que és el pou i diversos motors i bombes per transportar l'aigua. En aquesta zona és on està ubicat tot el sistema que ens permet rentar el material abans de tractar-lo.

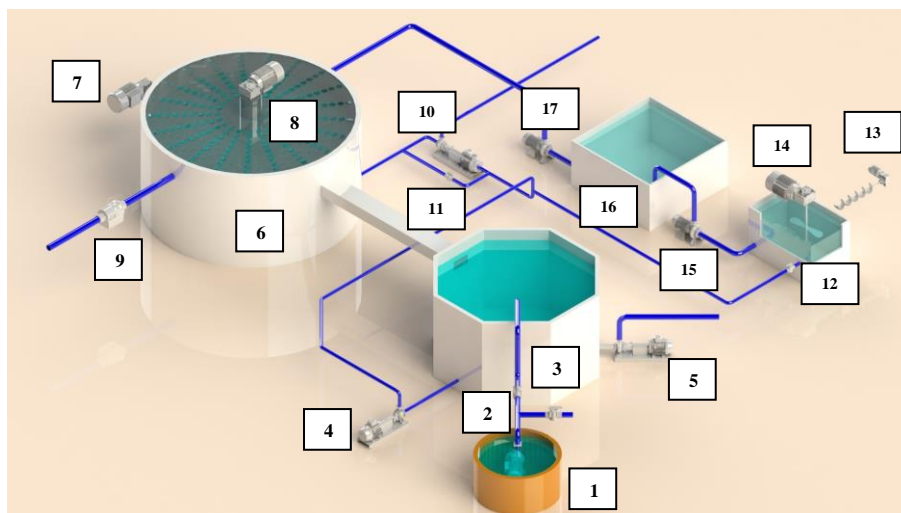


Figura 3. Imatge de la pantalla del Sistema SCADA de la zona de Fangs.

2. Descripció de la Planta

Per entendre correctament la tasca d'aquesta zona, explicarem cada un dels diferents elements que podem trobar-hi, la funció que té assignada i la manera en que està connectat elèctricament.

[1] El primer element que tenim a la imatge correspon al pou des d'on s'extreu l'aigua neta que entra al sistema. Al pou tenim instal·lada una bomba (anomenada bomba general) que està connectada a través d'un arrencador suau⁶ de la casa Schneider, concretament el model ATS48D62Q que admet motors d'11 kW fins a 55 kW, aquest motor té una potència de 15 kW.



Figura 4. Arrencador Suau Schneider ALTISTART ATS48D62Q.

[2] El segon element són un parell de vàlvules que s'accionen manualment en cas que a la zona hi hagi algun inconvenient a la zona de fangs que impedeixi subministrar aigua a la zona de rentat.

[3] El tercer element és el dipòsit on arriba l'aigua que extraiem del pou i l'aigua que vessa del sisè element. Aquest dipòsit està dividit en dues parts ja que l'aigua que arriba del pou i l'aigua que arriba degut al vessament de l'altre dipòsit no és igual.

L'aigua que tenim a la part on arriba l'aigua del pou serveix per diverses tasques :

- Preparar una mescla que utilitzarem a l'altre dipòsit (sisè element).
- Refredar la bomba de fangs (desè element que més endavant veurem el seu funcionament).
- Per desobstruir la canonada per on extreu la bomba de fangs.
- Netejar un dispositiu que s'utilitza per calcular la terbolesa de l'aigua.

En canvi, l'aigua que tenim a l'altra part de dipòsit que arriba pel vessament de l'altre dipòsit s'utilitza per netejar el material a la zona de rentat.

[4] El quart element és un grup de pressió que ens serveix per poder realitzar totes les accions que realitza l'aigua que ens ve del pou. Aquest grup de pressió està connectat mitjançant dos dispositius elèctrics, un contactor⁷ i un disjuntor-motor magneto-tèrmic⁸.

6 Arrencador suau: Dispositiu electrònic que permet controlar l'arrencada i la parada dels motors trifàsics ajudant a protegir la vida del motor i estalviant consum d'energia.

7 Contactor: Dispositiu elèctric que permet obrir i tancar circuits elèctrics on hi han intensitats elevades.

8 Disjuntor-motor magneto-tèrmic: Dispositiu elèctric que funciona com un interruptor, però pot accionar-se de manera autònoma depenent de la intensitat que passi per ell.

2. Descripció de la Planta



Figura 5. A l'esquerra imatge d'un disjuntor-motor magneto-tèrmic, a la dreta una imatge d'un contactor elèctric.

[5] El cinquè element és una bomba (anomenada bomba d'aigües clares) que a diferència del grup de pressió extreu l'aigua de l'altra part del dipòsit (tercer element), aquesta aigua no és del tot neta sinó que conté petites impureses de la matèria prima que s'utilitza al procés, per tant aquesta aigua es torna a utilitzar per netejar el propi material.

Aquesta bomba està connectada com la bomba que extreu aigua del pou, mitjançant un arrencador suau, concretament el model ATS48D88Q que admet motors d'18,5 kW fins a 75 KW, aquest motor té una potència de 50 kW.

[6] El sisè element és el dipòsit (anomenat dipòsit de floculació) on arriba l'aigua després de netejar el material a la zona de rentat, com es pot observar a la imatge tenim il·lustrada una canonada entre els dos dipòsits (tercer i sisè element). Per aquesta canonada circula l'aigua del dipòsit de floculació cap a la part del tercer element on està instal·lada la bomba d'aigües clares, ja que aquesta aigua que vessa la podem reutilitzar per netejar material a la zona de rentat.

[7] El setè element és un motor (anomenat gir del rascador) que realitza la funció de girar unes aspes que hi ha instal·lades a dins del dipòsit, realitzant aquesta acció juntament amb el vuitè element, podem saber si es necessari fer funcionar o no la bomba de fangs (desè element). Aquest motor està connectat mitjançant un variador de freqüència⁹ que pot controlar motors d'1,5 kW fins a 2,2 kW, així tenim un major control sobre els diferents paràmetres del motor com pot ser intensitat en temps real, par a la que està treballant el motor en temps real, etcètera.



Figura 6. Variador de freqüència Siemens SINAMICS G120C.

⁹ Variador de freqüència: Dispositiu també anomenat variador de velocitat que estan situats entre la font d'alimentació i el motor elèctric i ens serveix per regular la velocitat de gir dels motors de corrent alterna.

2. Descripció de la Planta

[8] El vuitè element també és un motor (anomenat elevador rascador) que en aquest cas ens permet pujar i baixar les aspes i així realitzar més correctament la decisió de activar o no la bomba de fangs. En aquest cas el motor està connectat mitjançant un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor.

[9] El novè element és un dispositiu que mesura el grau de terbolesa que té l'aigua que ens arriba després de realitzar el procés de neteja del material, i depenent de la mesura ens permet regular la quantitat de mescla que es subministra al dipòsit.

[10] El desè element que podem veure a la imatge és una bomba (anomenada bomba de fangs) que és l'encarregada d'extreure el material que hi pugui haver a la part inferior del dipòsit (sisè element), com hem comentat anteriorment aquesta decisió d'activar la bomba o no depèn de el vuitè i novè element. Aquesta bomba està connectada mitjançant un arrencador suau, concretament el model ATS48D62Q que admet motors d'11 kW fins a 55 kW, que permet la mateixa potència que la bomba general.

[11] L'onzè element és una vàlvula pneumàtica que permet i/o impedeix el pas del material que s'ha d'extreure del dipòsit, com aquest material conté aigua mesclada amb sòlids necessitem que la vàlvula tingui certa força per poder contrarestar la pressió del material. Aquesta força necessària per realitzar les operacions d'obrir i tancar correctament ens la proporciona el grup de pressió (quart element).

[12] L'element número dotze correspon a un dipòsit al qual es realitza la mescla de floculant¹⁰ amb aigua, aquesta aigua de la part del dipòsit on rebem l'aigua del pou, és a dir realitzem la dissolució amb aigua neta.

[13] El tretzè element és un motor (anomenat dosificador) el qual utilitzem per dosificar el floculant, aquest motor està instal·lat a un petit recipient que conté el producte i quan s'activa el motor dosifica una quantitat fixa al dipòsit. Aquest motor està connectat mitjançant un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor.

[14] L'element número catorze correspon a un motor (anomenat agitador) que la seva principal funció és aconseguir que el floculant es dissolgui correctament amb l'aigua, aquest motor controla unes petites aspes que hi ha instal·lades dintre del dipòsit per barrejar la mescla. Aquest motor com l'anterior està connectat mitjançant un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor.

[15] El quinzè element és una bomba (anomenada bomba de transferència) que ens permet realitzar el pas de la mescla d'un dipòsit (dotzè element) a l'altre dipòsit (setzè element). Aquesta bomba realitza la tasca un cop sabem que al dipòsit de destí hi entra tota la quantitat del dipòsit d'origen. Aquesta bomba està connectada mitjançant un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor.

[16] Seguidament el setzè element correspon a un dipòsit el qual emmagatzema la mescla preparada per subministrar-la al dipòsit on arriba l'aigua que ha realitzat la funció de neteja del material (sisè element).

¹⁰ Floculant: Element químic que ajuda a unir i precipitar les substàncies sòlides que pugin haver-hi presents en un líquid.

[17] I per últim, tenim el dissetè element que és una bomba (anomenada bomba de floculant) que la seva tasca és dosificar la quantitat necessària de mescla al dipòsit per aconseguir que els sòlids que puguin haver a l'aigua precipitin al fons del dipòsit (sisè element).

Aquesta bomba està connectada mitjançant un variador de freqüència que pot controlar motors de 0,75 kW fins a 1,1 kW, per tenir un major control de les quantitats que dosifica.

En conclusió, a la zona de fangs tenim els elements necessaris per poder realitzar correctament una neteja de la matèria prima abans que sigui tractada i un cop s'ha realitzat la neteja del material aquesta aigua que pot contenir restes de la matèria es mescla amb un producte floculant. Aquest procés genera una sèrie de sòlids al dipòsit de floculació que són extrets per la bomba de fangs i així podem tenir un circuit tancat d'aigua que només s'insereix aigua nova quan s'ha d'aportar més floculant al tanc de floculació.

2.3.2 Zona de Rentat

En aquesta zona és on entra la matèria prima a la planta d'àrids es realitzen una sèrie de tasques que ens permet filtrar el material segons la seva dimensió i poder extreure els primers productes finals.

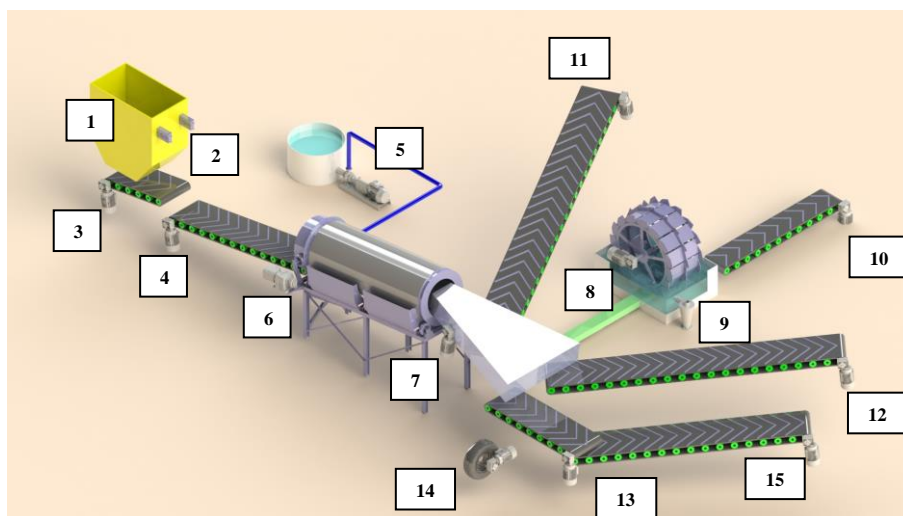


Figura 7. Imatge de la pantalla del Sistema SCADA de la zona de Rentat

Tal i com s'ha realitzat a la zona de fangs, explicarem element per element la funció ha de realitzar i com està connectat elèctricament.

[1] El primer element que ens trobem a la zona de rentat, és una trepuja¹¹ on es deposita el material provinent de la cantera. En aquesta trepuja hi ha instal·lades unes barres d'acer transversals que impedeixen passar possibles pedres o roques d'una dimensió excessiva.

¹¹ Trepuja: Dipòsit en forma de piràmide rectangular que funciona com un embut on el material entra per la part superior i surt per la part inferior.

2. Descripció de la Planta

[2] El segon element com podem veure està instal·lat sobre la tremuja, aquest element són un parell de vibradors que serveixen per impedir que es formi una capa de restes de material a la tremuja. Aquests vibradors s'activen amb dos motors que estan connectats mitjançant un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor.

[3] El tercer element és una petita cinta transportadora (anomenada alimentador o cinta 1) que realitza la funció de transportar el material que rep de la tremuja a la següent cinta. Aquesta cinta s'acciona mitjançant un motor que està connectat a través d'un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor.

[4] El quart element igual que el tercer, és una cinta transportadora (anomenada cinta 2) però la principal diferència és que aquesta té més llargada, ja que el material que rep de l'alimentador el porta al tromel. Com l'anterior element, aquesta cinta també està accionada a través d'un motor que està connectat amb un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor.

[5] El cinquè element que tenim a la imatge representa la bomba d'aigües clares, ja que com hem dit aquesta bomba ens subministra aigua al sisè element, com ja sabem aquesta bomba s'acciona amb un motor que està connectat a través d'un arrencador suau.

[6] El sisè element és una màquina anomenada tromel, aquesta màquina té la funció de netejar el material que arriba per la cinta 2 amb l'aigua que arriba de la bomba d'aigües clares. Aquesta neteja es realitza gràcies a unes pales que hi ha dins que ajuden al material a avançar pel seu interior i mitjançant la fricció del material amb les pales es va netejant. Al final del tromel hi arriba l'aigua neta que ajuda a realitzar l'últim aclarit del material abans que entri al següent element. El tromel l'accionem mitjançant un motor que està connectat a través d'un arrencador suau, concretament el model ATS48D75Q que admet motors de 15 kW fins a 55 kW, aquest motor té una potència de 40 kW.

[7] El setè element és el garbell, que s'utilitza per separar el material segons la seva dimensió gràcies a diferents capes que té anant de major mida a menor, per poder realitzar d'una forma correcta es necessita que les diferents capes del garbell vibrin, això s'aconsegueix gràcies a un motor que hi ha instal·lat. Aquest motor com el tromel, està connectat mitjançant un arrencador suau, concretament el model ATS48D47Q que admet motors de 9 kW fins a 45 kW, aquest motor té una potència de 20 kW.

Depenent de la mida del material, aquest sortirà per una cinta o per una altre. En cas que el material sigui més petit de 4mm diàmetre el material sortirà per una canonada cap al vuitè element.

[8] El vuitè element és una sínia on arriba el material com hem dit més petit de 4 mm de diàmetre juntament amb l'aigua que s'ha utilitzat per netejar el material. Aquesta sínia s'acciona a través d'un motor elèctric que està connectat mitjançant un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor.

[9] El novè element és un cicló que juntament amb la sínia realitza l'últim filtratge del material, el cicló gràcies al seu moviment centrífug es capaç de separa les partícules de material de l'aigua, aquest material és el primer producte final que es produeix a la planta. Aquest producte final l'anomenem arena rentada i surt pel desè element. En canvi l'aigua que ens havia proporcionat la bomba d'aigües clares juntament amb les partícules que el cicló no ha aconseguit separar de l'aigua tornen mitjançant una canonada al dipòsit de floculació de la zona de fangs.

Aquest cicló s'acciona mitjançant un motor elèctric que està connectat a través d'un arrencador suau, concretament el model ATS48D38Q que admet motors de 7,5 kW fins a 30 KW, aquest motor té una potència de 15 kW.

[10] L'element número deu correspon a una cinta transportadora (anomenada cinta d'arena rentada) que com hem comentat és l'encarregada de deixar a la zona habilitada el producte final anomenat arena rentada, aquest producte normalment té una mida màxima d'entre 0,5 mm de diàmetre i 2 mm de diàmetre. Aquesta cinta transportadora també està accionada per un motor elèctric que en aquest cas està connectat a través d'un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor.

També és pot donar el cas que el material tingui una dimensió major a 4 mm de diàmetre llavors, en aquest cas el material surt per l'onzè element.

[11] Aquest element com podem veure a la imatge és una cinta transportadora (anomenada cinta de "garbancillo"¹²) per on surt el material que té una mida d'entre 4 mm de diàmetre i 12 mm de diàmetre. Aquesta cinta deixa el garbancillo a la zona habilitada per aquest material gràcies a un motor que l'acciona. Aquest motor elèctric està connectat mitjançant un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor.

[12] En cas que el material tingui una mida superior a 12 mm de diàmetre i inferior a 20 mm de diàmetre s'anomena graveta i el processem pel dotzè element. Aquest element és una cinta transportadora (anomenada cinta de graveta) per on surt el material indicat anteriorment. Aquesta cinta de graveta s'acciona mitjançant un motor elèctric connectat a través d'un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor per deixar el material a la zona habilitada per aquest material.

[13] I per últim ens podem trobar en el cas que el material tingui una mida superior als 20 mm de diàmetre, en aquest cas el material surt pel tretzè element. Aquest element com es pot observar és una cinta transportadora (anomenada cinta mòbil) que s'acciona mitjançant un motor elèctric el qual està connectat a través d'un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor. Aquesta cinta com indica el seu nom es mòbil ja que pot optar dues posicions:

- [14] Primera posició: També és la posició normal, es que estigui com apareix a la imatge, és a dir que proporcioni material al catorzè element que després aquest el proporciona a la tremuja de la zona de molins o triturat.
- Segona posició: Pot ser que tinguem una averia a la zona de molins o triturat i necessitem produir arena rentada, garbancillo o graveta. En aquest cas, accionem el tretzè element que és un motor elèctric connectat mitjançant un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor i ens permet variar la posició de la cinta mòbil. En aquest cas el material es diposita a un recinte tancat on no hi ha cap perill.

[15] I finalment tenim el quinzè element que acabem de mencionar, que és una cinta transportadora (anomenada cinta sortida mòbil) la qual rep el material de la cinta mòbil i el diposita a la tremuja que hi ha a la zona de molins o triturat. Aquesta cinta està accionada per un motor elèctric el qual està connectat mitjançant un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor. Cal recordar que per aquesta última cinta circularà el material que tingui una mida superior a Ø 20mm i que no hagi estat rebutjat pel sistema amb les barres que hi ha instal·lades a la tremuja d'entrada.

¹² Garbancillo: nom col·loquial amb el que es denomina aquest tipus de material, traduït al català cigronet.

2. Descripció de la Planta

Tant l'arena rentada, com el garbancillo, com la graveta es depositen a unes zones delimitades entre elles per evitar possibles mescles de materials no desitjats. A mesura que es va processant material i per tant es va generant el producte final, hi ha un operari que emmagatzema el producte a una altra zona habilitada per després poder carregar el material amb més facilitat.



Figura 8. Arena rentada (Ø 0-4mm); Garbancillo(Ø 4-12mm); Graveta(Ø 12-20mm).

2.3.3 Zona dels Molins o Triturat

En aquesta zona arriba el rebuig per excés de dimensió de la zona de Rentat per la cinta de sortida mòbil i mitjançant els molins s'aconsegueix triturar el material fins que obtenim uns productes finals diferents als que hem obtingut a la zona de rentat.

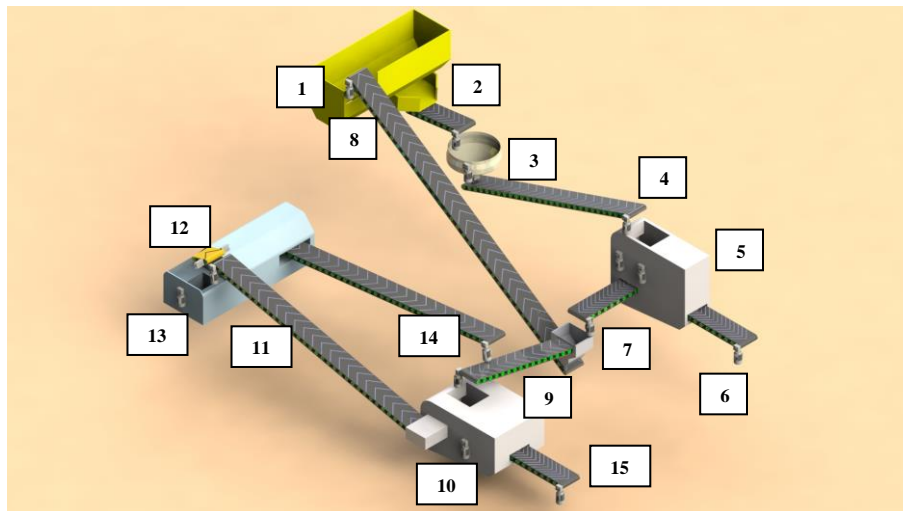


Figura 9. Imatge de la pantalla del Sistema SCADA de la zona dels Molins o Triturat.

En aquesta zona tenim la particularitat que depenent de la quantitat de material que s'estigui processant a la planta pot funcionar un molí realitzant un circuit tancat o poden funcionar els dos a la vegada de manera complementària. Remarcar que en cas que només funcioni un molí, aquest sempre serà el molí que correspon a l'element tres, ja que és l'únic que rep el material de la zona de rentat.

[1] El primer element que on arriba el material a la zona de molins o triturat és a la tremuja. Aquest element com el de la zona de rentat serveix emmagatzemar el material abans de processar-lo. A diferència de la tremuja de la zona del rentat, aquesta no disposa de vibradors, ja que només arriba material d'una certa mida i no es pot formar una capa al seu interior.

[2] Seguidament i emulant al funcionament de la zona de rentat ens trobem amb una petita cinta transportadora (anomenada alimentador Cubi-Roc¹³), que deposita el material que rep de la tremuja al molí Cubi-Roc. Aquesta cinta transportadora s'acciona mitjançant un motor elèctric que està connectat a través d'un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor.

[3] El tercer element que observem a la imatge és el molí Cubi-Roc, la seva principal tasca es triturar el material que li ha arribat. Aquest molí s'acciona mitjançant un motor elèctric que està connectat a través d'un arrencador suau, concretament el model ATS48C32Q que admet motors de 72 kW fins a 250 kW, aquest motor té una potència de 132 kW.

El molí és del tipus centrífug, el molí està compost per un rotor¹⁴ que té fixat a ell una peça circular i gràcies als impactes de la matèria contra la peça que està girant a grans velocitats es desintegra el material.



Figura 10. A l'esquerra, peça que està fixada al rotor del molí i a la dreta, imatge general del molí Cubi-Roc.

[4] Un cop el material ha passat per l'interior del molí o triturador, aquest desemboca al quart element que és una cinta transportadora que realitza la funció de portar el material cap al següent element. Aquesta cinta transportadora està accionada per un motor elèctric que com l'element anterior està connectat mitjançant un arrencador suau, concretament el model ATS48D47Q que admet motors de 9 kW fins a 45 kW, aquest motor té una potència de 20 kW.

[5] El cinquè element que podem observar a la figura 9 és un garbell que funciona mitjançant dos vibradors. Aquest garbell com el que tenim a la zona de rentat, ajuda a realitzar un filtratge del material en aquest cas tenim dos possible sortides. En cas que el material ja estigui prou triturat, el material sortirà pel sisè element, en canvi si encara no pot passar per les teles de la sínia sortirà pel setè element. Aquesta sínia està connectada a un motor elèctric a través d'un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor.

13 Cubi-roc: Anomenem així al molí ja que és la marca de la màquina.

14 Rotor: És l'element de les màquines elèctriques que dona voltes i que està compost per un component magnètic enrotllat per bobines.

[6] El sisè element com es pot observar a la figura és una cinta transportadora per on surt el material que, com hem dit, ha sigut capaç de travessar les teles de la sínia. Aquest material és arena d'una granulometria d'entre 0 i 2 mm de diàmetre.

Aquesta granulometria pot variar depenent de les teles que s'instal·lin a la sínia. La única diferència entre aquesta producte final i l'arena rentada de la zona de rentat, es que aquesta arena no està humida com l'anterior, sinó que està seca. Aquesta cinta transportadora està connectada a un motor elèctric accionat mitjançant un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor.

[7] En canvi, en cas que el material surti pel setè element, es disposa sobre una cinta transportadora, que envia el material a un dispositiu accionant manualment que permet tancar el circuit d'un sol molí o enviar material cap al segon molí també. En cas que es vulgui tancar el circuit per només usar un molí el material torna a la tremuja inicial. Aquesta cinta transportadora, com l'anterior està connectada a un motor elèctric accionat mitjançant un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor.

[8] Com hem dit en cas que es retorni el material a la tremuja inicial, el transportem mitjançant el vuitè element que com s'observa a la imatge, és una cinta transportadora. Com les dues cintes transportadores anteriors, aquesta també està connectada a un motor elèctric accionat mitjançant un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor.

I en aquest punt hem realitzat el que seria el circuit del triturat en cas que només s'utilitzi un molí, aquest circuit es realitza en bucle fins que el material es capaç de traspasar les teles de la sínia i es converteix en el producte final anomenat arena.

En cas que es vulgui usar els dos molins, es posiciona el dispositiu que s'acciona manualment de manera que tant pel vuitè com novè element hi passi la mateixa quantitat de material.

[9] Com podem veure a la figura 9, el novè element és una cinta transportadora que envia el material que rep de la cinta de sortida de l'anterior sínia a una altra sínia. Aquesta cinta transportadora està connectada a un motor elèctric accionat mitjançant un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor.

[10] El material passa per una sínia ja que en aquesta sínia hi ha diferents teles que a la sínia de l'anterior molí. Aquesta sínia és el desè element, que està compost per unes teles que permeten passar un material d'una granulometria superior a la sínia de l'altre molí. En aquest cas, tot el material que sigui entre 0 i 4 mm de diàmetre sortirà pel quinze element. En canvi, si el material és superior a aquesta granulometria anirà per l'onze element. La sínia està connectada a un motor elèctric accionat mitjançant un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor.

[11] Aquest onze element com podem observar a la figura és una cinta transportadora que envia el material que no ha pogut passar per les teles de la segona sínia (desè element) cap al següent molí. Aquesta cinta transportadora està connectada a un motor elèctric accionat mitjançant un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor.

[12] Un cop arriba el material a la part superior de la cinta transportadora, ens trobem amb el dotze element que és una safata de vibradors que té la funció de dosificar el material que entra al molí. Aquesta safata de vibradors s'activa mitjançant un motor elèctric que s'acciona a través d'un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor.

2. Descripció de la Planta

[13] La safata de vibradors, ajuda a dosificar el material que entra al molí que és el tretzè element, aquest molí anomenat Pozzato¹⁵. Aquest molí a diferència de l'anterior, és un molí d'impacte terciari. El molí està format per un rotor i per unes barres que estan fixades al rotor, gràcies al moviment del rotor i a les barres que hi té fixades, el material que entra per la part superior, impacta a les barres i s'envia a gran velocitat cap a les parets de la cambra que amb l'impacte contra elles aconseguix trencar el material en porcions més petites. El molí Pozzato està accionat mitjançant un motor elèctric que està connectat a un arrencador suau, concretament el model ATS48C32Q que admet motors de 75 kW fins a 250 kW, aquest motor té una potència de 132 kW, com l'anterior molí.



Figura 11. Imatge del molí Pozzato.

[14] Un cop surt el material del Pozzato, es diposita sobre l'element número catorze, que com es pot observar a la figura 9, és una cinta transportadora que porta el material que ha sortit del molí al novè element per que aquest el transporti a la sínia. Un cop arriba a la sínia es realitzarà el procés de filtratge un altre cop i si passa per les teles el material es dipositarà sobre el quinze element. Aquesta cinta transportadora com la gran majoria de cintes d'aquest sistema s'acciona amb un motor elèctric que s'activa mitjançant un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor.

[15] El quinze element que correspon a una cinta transportadora, té com a principal funció, deixar a la zona designada el material que ha aconseguit traspasar les teles de la sínia. Aquesta cinta transportadora s'acciona mitjançant un motor elèctric que està connectat amb un disjuntor-motor magneto-tèrmic i un contactor.

Com succeeix amb la zona de rentat tot el material final que surt tant pel sisè com pel quinze element, de manera automàtica s'acumulen a la zona designada però després hi ha un operari que s'encarrega de dipositar aquest material a una zona d'emmagatzematge que té millor accés per poder carregar el producte a qualsevol vehicle o maquinaria.

Fins aquí, hem vist tot el procés que realitza el material, des del moment que el material arriba a la planta fins que el material s'ha convertit amb producte final preparat per formar part de formigó, ciment i en alguns casos com pot ser en el cas de la graveta pot ser usat inclús per decoració de jardins etc.

¹⁵ Pozzato: Anomenem així al molí ja que és la marca de la màquina.

3 Descripció de la Solució

En aquest apartat s'explicaran les mesures que s'han adoptat per tal de satisfer els requeriments de la producció i es mostraran els components hardware que s'han necessitat.

3.1 Elements Necessaris i Funcionament de l'Automatització

El principal element que es necessita per portar a terme l'automatització és el PLC, en aquest cas s'ha emprat un PLC Siemens SIMATIC S7-1200F, ja que és un PLC que disposa de blocs de seguretat que un PLC més senzill no té. Aquesta característica és molt útil ja que s'han de controlar portes d'accés a la planta. Aquest dispositiu utilitza *Process Field Network* (PROFINET)¹⁶, que ens permetrà crear una xarxa PROFINET entre tots els dispositius, indagarem més en aquest tema a [l'apartat 3.2](#).

3.1.1 Elements Necessaris a la Zona de Fangs

Com hem vist [l'apartat 2.3.1](#) en aquesta zona és on es realitza la mescla per separar les restes que puguin venir de la zona de rentat de l'aigua que tornarem a usar per netejar més material.

En aquesta zona es necessita controlar els diferents nivells dels diferents dipòsits de la zona. Depenent del dipòsit es necessita una precisió o una altra.

En cas del dipòsit corresponent a l'element 3 de la figura 3, necessitem 4 interruptors de flotador, que ens serviran per saber si tenim o no nivell a les dues parts del dipòsit (una part es on s'emmagatzema l'aigua que prové del pou i a l'altra és on s'emmagatzema l'aigua que vessa del dipòsit de floculació). Aquestes boies ens enviaran una senyal digital, que rebrem al PLC mitjançant un mòdul d'entrades digitals.



Figura 12. Interruptor Flotador.

Les dues boies interruptors que hi ha instal·lades a la part on hi ha l'aigua del pou ens serviran per diferents tasques:

- En cas que estiguin les dues boies donant senyal, ens indica que tenim nivell per tant podem utilitzar aigua per fer una nova mescla en cas que sigui necessari.

¹⁶ PROFINET: És un protocol de comunicació Ethernet industrial basat amb TCP/IP, amb una velocitat màxima de transmissió de 100 Mbps.

3. Descripció de la Solució

- En cas que estigui donant senyal la boia de mínim però no la de màxim, es pot realitzar una mescla en cas que sigui necessari però alhora hem d'activar la bomba del pou.
- En cas que cap de les dues estigui donant senyal, no es poden realitzar noves mescles i s'activa la bomba del pou.

En canvi les dues boies interruptors que tenim a l'altra part, on hi ha l'aigua que vessa del dipòsit de floculació ens serviran per:

- En aquest cas, tant si la boia de màxim i la de mínim ens envien senyal com si només tenim senyal de la boia de mínim podem posar en funcionament la zona de rentat ja que la bomba d'aigües clares ens pot proporcionar aigua.
- En cas que no tinguem senyal de cap de les dues boies el sistema no ens deixarà activar la zona de rentat ja que l'aigua d'aigües clares no ens pot enviar aigua al tromel.

Aquestes 4 boies flotadors, com s'ha comentat anteriorment ens enviaran una senyal digital que ens arribarà a un mòdul d'entrades de senyals digitals no *safety* que estarà connectat al mòdul d'interfície PROFINET.

A més de saber el nivell del tercer element de la figura 3, també necessitem saber el nivell de l'element número dotze i setze. En aquest cas, tenim una diferència ja que al dotzè element, necessitem saber la quantitat de litres que tenim per realitzar una correcta proporció d'aigua i floculant. Per aquest motiu, enlloc d'utilitzar boies interruptors, s'ha usat relés de nivell. Aquests relés de nivell ens enviaran també senyals digitals però són més precisos que les boies flotador.

Un relé de nivell compta amb dues sondes, una de màxim i una de mínim. Quan el líquid conductor està en contacte amb la sonda de màxim estan les dos activades, després es permet el buidatge del dipòsit fins que el líquid deixa d'estar en contacte amb la sonda de mínim, llavors s'interromp el buidatge i es torna a omplir fins que el líquid conductor entra en contacte amb la sonda de màxim.



Figura 13. Relé de nivell de la marca Gawe.

En aquest cas s'han instal·lat les sondes de manera que hi entrin un total de 900 litres, mitjançant els càlculs corresponents al volum d'un cub.

Segons l'estat de les sondes de nivell tenim els següents comportaments del sistema:

- Quan tenim les dues sondes o la de mínim, permetem l'activació de la bomba de transferència (element quinze de la figura 3), per que traspassi la mescla preparada al següent dipòsit.

3. Descripció de la Solució

- Si no hi ha cap senyal activada, no permetem l'activació de la bomba de transferència i activem el grup de pressió per que impulsi aigua de nou al dipòsit. A més a més activem una petita vàlvula que deixa passar l'aigua impulsada fins que el líquid torna a contactar amb la sonda de màxim i desactivem la vàlvula i el grup de pressió.

Tant l'activació/desactivació del grup de pressió com l'activació/desactivació de la vàlvula són senyals digitals de sortida que estaran configurades a un mòdul de sortides de senyal digitals no *safety*, que també estarà connectat al mòdul d'interfície PROFINET. I les senyals del relé de nivell com les senyals de les boies flotador, estaran connectades a un mòdul d'entrades de senyal digital no *safety*.

Pel que fa al control del nivell de líquid a setzè element de la figura 3, tenim instal·lats dos relés de nivell com el que hi ha al dipòsit anterior. Aquests dos relés de nivell controlen el funcionament de dues bombes. Tenim un relé de nivell que controla el funcionament de la bomba de transferència amb el següent criteri:

- Si tenim les dues senyals activades o la de mínim, la bomba de transferència està desactivada, ja que el relé de nivell ens indica que hi ha suficient nivell per que pugui funcionar la bomba de floculant.
- Si nom tenim cap senyal activada, s'activa la bomba de transferència sempre i quan el relé de nivell que hi ha instal·lat al dipòsit anterior ho permeti.

I l'altre relé de nivell que hi ha instal·lat controla el funcionament de la bomba de floculant amb el següent criteri:

- Si tenim les dues senyals activades o la de mínim, la bomba de floculant pot impulsar la mescla cap al dipòsit de floculació (sisè element de la figura 3).
- En canvi si no tenim cap de les dues senyals activades la bomba de floculant no s'activarà, encara que sigui necessari.

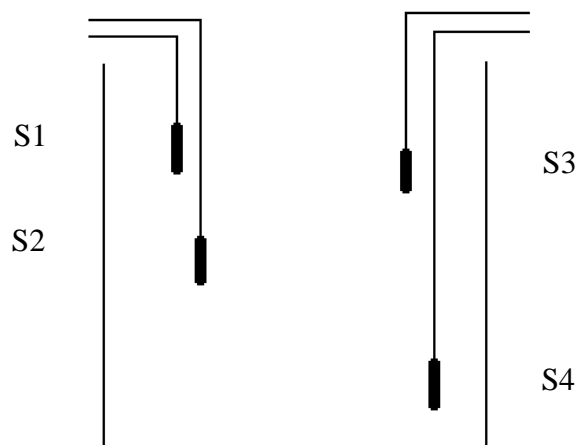


Figura 14. Esquema relés de nivell del setzè element de la figura 3.

La sonda S1 correspon a la sonda de màxim de la bomba de transferència, en aquest cas es quan desactivem la bomba de transferència ja que tenim suficient nivell per la bomba de floculant.

La sonda S2 correspon a la sonda de mínim de la bomba de transferència, quan el líquid conductor deixar d'estar en contacte amb aquesta sonda activem la bomba de transferència per que porti la mescla del dipòsit anterior.

3. Descripció de la Solució

La sonda S3 correspon a la sonda de màxim de la bomba de floculant que quan el líquid entra en contacte amb aquesta sonda es permet l'activació de la bomba de floculant.

La sonda S4 és la sonda de mínim de la bomba de floculant, quan el líquid deixa d'estar en contacte amb aquesta sonda es desactiva la bomba de floculant per seguretat.

L'esquema anterior es regeix per la següent lògica:

Suposant que el dipòsit està buit, tenim que no hi ha contacte amb cap líquid conductor a cap de les quatre sondes, per tant activem la bomba de transferència, amb aquesta activació estem portant líquid conductor al dipòsit i puja el nivell. La primera sonda que detecta un líquid conductor és la S4 però el funcionament no canvia, la bomba de floculant segueix desactivada i la bomba de transferència activada.

Seguidament la sonda en detectar el líquid es la sonda S2 que tampoc canvia el comportament de les bombes, la bomba de transferència segueix activada i la bomba de floculant desactivada.

Després d'això el líquid arriba a la sonda S3, i en aquest moment si que canvia el comportament de les bombes, s'activa la bomba de floculant i la bomba de transferència es manté activada.

Cal remarcar que la bomba de transferència té una capacitat de cabal major a la bomba de floculant.

Aleshores ens trobem que la sonda S4 ha entrat en contacte amb el líquid conductor, en aquest cas es desactiva la bomba de transferència i la bomba de floculant es manté activada. Com a conseqüència d'això el nivell de la mescla disminueix fins que deixa d'estar en contacte amb la sonda S2 i es torna a activar la bomba de transferència per realitzar una aportació nova de mescla.

Per tant, veiem que el nivell del líquid en un comportament normal, es considera un comportament normal aquell que quan es sol·licita una activació de la bomba de transferència aquesta està habilitada pel relé de nivell del dipòsit anterior (oscil·larà entre les S1 i S2) i la bomba de floculant estarà controlada per la senyal que ens arriba del dispositiu que controla la terbolesa de l'aigua al dipòsit de floculació.

A més a més dels tres relés de nivell i les quatre boies flotadors, tenim instal·lats dos finals de carrera per saber quina és la posició en la que es troben les aspes que hi ha instal·lades al dipòsit de floculació. Aquests finals de carrera ens enviaran una senyal digital cada un d'ells en cas que estiguin en la seva posició màxima superior o inferior.



Figura 15. Imatge Final de carrera.

3. Descripció de la Solució

A part d'aquests elements indicats, es necessitarà tenir un control de totes les senyals d'activació dels motors i de l'estat de cada disjuntor-motor magneto-tèrmic de cada motor en cas que estigui connectat a través de disjuntor-motor magneto-tèrmic i contactor o de l'estat de l'arrencador suau. Les senyals d'activació/desactivació dels motors estaran indexades als mòduls de sortides de senyals digitals *no safety* i l'estat dels motors estaran indexades als mòduls d'entrades de senyals digitals *no safety*.

Pel que fa referència al hardware per controlar tots els dispositius, a la zona de fangs es disposa de les següents quantitats:

- 1 mòdul d'interfície PROFINET, que s'utilitzarà per poder connectar els diferents mòduls d'entrades/sortides *safety/no safety* al PLC principal i així poder crear una xarxa PROFINET.
- 3 mòduls de 16 entrades de senyals digitals *no safety*.
- 1 mòdul de 16 sortides de senyals digitals *no safety*.
- 1 mòdul de 8 sortides de senyal digitals *no safety*.
- 1 mòdul de 4 entrades de senyal analògiques *no safety*.
- 1 mòdul de 4 sortides de senyal analògiques *no safety*.
- 1 mòdul de 8 entrades de senyal digitals *safety*.
- 1 mòdul de 4 sortides de senyal digital *safety*.
-

Els dos mòduls *safety* s'explicaran a amb més aprofundiment al [punt 6](#).

Cal remarcar que s'instal·laran 24 relés¹⁷ que corresponen a cada una de les 24 sortides digitals que controlarà el PLC.



Figura 16. Imatge d'un relé.

A continuació veurem totes les senyals que arriben o surten del PLC a la zona de fangs, ja siguin digitals o analògiques. Primer que tot mostrarem les indexacions dels mòduls d'entrades de senyals digitals.

¹⁷ Relé: Dispositiu electromagnètic que varia el seu estat mitjançant una corrent elèctrica molt petita i deixa passar o no dependent de l'estat en el que està (obert o tancat) una corrent elèctrica major que la corrent que varia el seu estat, així aconseguim separar la part de potència de la part de control, així qualsevol problema elèctric no afecta a la part de control i és fàcilment reemplaçable.

3. Descripció de la Solució

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
GM_Dosificador_Fangs	Booleà	%I10.0	Senyal provinent del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
GM_Agitador_Fangs	Booleà	%I10.1	Senyal provinent del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
GM_Bomba_Transferencia_Fangs	Booleà	%I10.2	Senyal provinent del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
Comandament_Floculant_Combex	Booleà	%I10.3	Senyal que ens indica si està en funcionament o no el dispositiu que calcula la terbolesa de l'aigua al dipòsit de floculació.
GM_Elevador_Rascador	Booleà	%I10.4	Senyal provinent del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
Lliure	Booleà	%I10.5	-
Error_Arrencador_Bomba_Fangs	Booleà	%I10.6	Senyal provinent de l'arrencador suau indicant si està actiu o no (actiu = error, no actiu = correcte).
Error_Arrencador_Bomba_Aigues_Clares	Booleà	%I10.7	Senyal provinent de l'arrencador suau indicant si està actiu o no (actiu = error, no actiu = correcte).
Error_Arrencador_Bomba_Pou	Booleà	%I11.0	Senyal provinent de l'arrencador suau indicant si està actiu o no (actiu = error, no actiu = correcte).
GM_Grup_Pressio	Booleà	%I11.1	Senyal del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).

3. Descripció de la Solució

KM_Dosificador_Fangs	Booleà	%I11.2	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el dosificador de floculant està actiu o no.
KM_Agitador_Fangs	Booleà	%I11.3	Senyal que ens arriba del contactor per saber si l'agitador del floculant està actiu o no.
KM_Bomba_Transferencia_Fangs	Booleà	%I11.4	Senyal que ens arriba del contactor per saber si la bomba de transferència està activada o no.
Lliure	Booleà	%I11.5	-
KM_Elevador_Rascador_Dalt	Booleà	%I11.6	Senyal que ens arriba del contactor per saber si està activada la pujada de les aspes del rascador.
KM_Elevador_Rascador_Baix	Booleà	%I11.7	Senyal que ens arriba del contactor per saber si està activada la baixada de les aspes del rascador.

Taula 1. Indexació de les senyals del primer mòdul d'entrada de senyals digitals *no safety*.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
KM_Gir_Rascador_Fangs	Booleà	%I2.0	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
Arrencador_Bomba_Fangs_Enable	Booleà	%I2.1	Senyal provinent de l'arrencador suau de la bomba de fangs que ens indica si la bomba està activada o no.
Arrencador_Bomba_Aigües_Clares_Enable	Booleà	%I2.2	Senyal provinent de l'arrencador suau de la bomba d'aigües clares que ens indica si la bomba està activada o no.
Arrencador_Bomba_Pou_Enable	Booleà	%I2.3	Senyal provinent de l'arrencador suau de la bomba del pou que ens indica si la bomba està activada o no.

3. Descripció de la Solució

KM_Grup_Pressio	Booleà	%I2.4	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el grup de pressió està activat o no.
Rele_Nivell_Cuba_1_Baix	Booleà	%I2.5	Senyal que ens arriba del relé de nivell del primer dipòsit (element 12 de la figura 3) indicant que la sonda de mínim no detecta cap líquid.
Rele_Nivell_Cuba_2_Floculant_Baix	Booleà	%I2.6	Senyal que ens arriba del relé de nivell del segon dipòsit (element 16 de la figura 3) indicant que la sonda de mínim de la bomba (corresponent a la S4 de la figura 14) no detecta cap líquid.
Rele_Nivell_Cuba_2_Transferencia_Baix	Booleà	%I2.7	Senyal que ens arriba del relé de nivell del segon dipòsit (element 16 de la figura 3) que ens indica que la sonda de mínim de la bomba floculant (corresponent a la S2 de la figura 14) no detecta cap líquid conductor.
FC_Rascador_Dalt	Booleà	%I3.0	Senyal que ens arriba del final de carrera superior del rascador indicant que les aspes estan en la seva posició més alta.
FC_Rascador_Baix	Booleà	%I3.1	Senyal que ens arriba del final de carrera inferior del rascador indicant que les aspes estan en la seva posició més baixa.
Nivell_Aigues_Clares_Baix	Booleà	%I3.2	Senyal de la boia flotador inferior del dipòsit d'aigües clares (element 3 de la figura 3, la part del dipòsit que arriba l'aigua vessada del dipòsit de floculació), detecta líquid.

3. Descripció de la Solució

Nivell_Diposit_Grup_Pressió_Baix	Booleà	%I3.3	Senyal de la boia flotador inferior del dipòsit d'aigua del pou (element 3 de la figura 3, la part del dipòsit que arriba l'aigua del pou), detecta líquid.
Rele_Seguretat_OK	Booleà	%I3.4	Senyal que ens indica que el relé de seguretat està correcte. Aquest relé de seguretat veurem la seva funció al punt 6 .
FC_Valvula_Fangs_Oberta	Booleà	%I3.5	Senyal que ens indica que la vàlvula de fangs (element 11 de la figura 3) està oberta. El final de carrera l'incorpora la mateixa vàlvula.
FC_Valvula_Fangs_Tancada	Booleà	%I3.6	Senyal que ens indica que la vàlvula de fangs (element 11 de la figura 3) està tancada. El final de carrera l'incorpora la mateixa vàlvula.
Rele_Confirmació_Tensio_Fangs	Booleà	%I3.7	Senyal que ens arriba d'un relé extra indicant-nos que hi ha tensió al quadre elèctric.

Taula 2. Indexació de les senyals del segon mòdul d'entrada de senyals digitals *no safety*.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
Nivell_Aigues_Clares_Alt	Booleà	%I12.0	Senyal de la boia flotador superior del dipòsit d'aigües clares (element 3 de la figura 3, la part del dipòsit que arriba l'aigua vessada del dipòsit de floculació), detecta líquid.
Nivell_Diposit_Grup_Pressió_Alt	Booleà	%I12.1	Senyal de la boia flotador superior del dipòsit d'aigua del pou (element 3 de la figura 3, la part del dipòsit que arriba l'aigua del pou), detecta líquid.
Lliure	Booleà	%I12.2	-

3. Descripció de la Solució

Lliure	Booleà	%I12.3	-
Lliure	Booleà	%I12.4	-
Lliure	Booleà	%I12.5	-
Lliure	Booleà	%I12.6	-
Lliure	Booleà	%I12.7	-
Lliure	Booleà	%I13.0	-
Lliure	Booleà	%I13.1	-
Lliure	Booleà	%I13.2	-
Lliure	Booleà	%I13.3	-
Lliure	Booleà	%I13.4	-
Lliure	Booleà	%I13.5	-
Lliure	Booleà	%I13.6	-
Lliure	Booleà	%I13.7	-

Taula 3. Indexació de les senyals del tercer mòdul d'entrada de senyals digitals *no safety*.

Fins aquí hem vist totes les senyals d'entrada digitals necessàries per poder realitzar correctament la funció de la zona de fangs. Seguidament veurem les indexacions de les senyals de sortides digitals.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
Dosificador_On	Booleà	%Q6.0	Senyal que s'activa quan es vol activar el dosificador.
Agitador_On	Booleà	%Q6.1	Senyal que s'activa quan es vol activar l'agitador per dissoldre el floculant amb l'aigua.
Bomba_Transferencia_On	Booleà	%Q6.2	Senyal que s'activa quan es vol activar la bomba de transferència per canviar la mescla de l'element 12 al 16 de la figura 3.
Lliure	Booleà	%Q6.3	-
Elevador_Pujar_On	Booleà	%Q6.4	Senyal que s'activa quan es vol activar la pujada de les aspes del rascador.
Elevador_Baixar_On	Booleà	%Q6.5	Senyal que s'activa quan es vol activar la baixada de les aspes del rascador.
Lliure	Booleà	%Q6.6	-
Bomba_Fangs_On	Booleà	%Q6.7	Senyal que s'activa quan es vol activar la bomba de fangs.

3. Descripció de la Solució

Bomba_Aigues_Clares_On	Booleà	%Q7.0	Senyal que s'activa quan es vol activar la bomba d'aigües clares.
Bomba_Pou_On	Booleà	%Q7.1	Senyal que s'activa quan es vol activar la bomba del pou.
Grup_Pressio_On	Booleà	%Q7.2	Senyal que s'activa quan es vol activar el grup de pressió.
Lliure	Booleà	%Q7.3	-
Valvula_Refrigeracio_On	Booleà	%Q7.4	Senyal que s'activa quan es vol activar la vàlvula que refrigera la bomba de fangs.
Valvula_Plenat_Cuba_1_On	Booleà	%Q7.5	Senyal que s'activa quan es vol activar la vàlvula que permet el pas de l'aigua impulsada pel grup de pressió al dipòsit on realitzarem la mescla.
Rearme_Seguretat_Fangs	Booleà	%Q7.6	Senyal que s'activa quan es vol rearmar el relé de seguretat de fangs.
Valvula_Bomba_Fangs_Tancar	Booleà	%Q7.7	Senyal que s'activa quan es vol tancar la vàlvula de fangs (element 11 de la figura 3).

Taula 4. Indexació de les senyals del primer mòdul de setze sortides de senyals digitals *no safety*.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
Valvula_Bomba_Fangs_Tancar	Booleà	%Q2.0	Senyal que s'activa quan es vol tancar la vàlvula de fangs (element 11 de la figura 3).
Lliure	Booleà	%Q2.1	-
Lliure	Booleà	%Q2.2	-
Lliure	Booleà	%Q2.3	-
Lliure	Booleà	%Q2.4	-
Lliure	Booleà	%Q2.5	-
Lliure	Booleà	%Q2.6	-
Lliure	Booleà	%Q2.7	-

Taula 5. Indexació de les senyals del primer mòdul de vuit sortides de senyals digitals *no safety*.

Fins aquí hem vist totes les senyals de sortida i entrada digitals necessàries per poder realitzar correctament la funció de la zona de fangs. Seguidament veurem les indexacions de les senyals de sortida i entrada analògiques.

3. Descripció de la Solució

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
Mesura_Terbolesa_Combes	Int	%IW68	Senyal provinent del dispositiu que mesura la terbolesa de l'aigua que tenim al tanc de floculació que serveix per variar la velocitat de la bomba de floculant.
Lliure	Int	%IW70	-
Lliure	Int	%IW72	-
Lliure	Int	%IW74	-

Taula 6. Indexació de les senyals del mòdul de quatre entrades de senyals analògiques *no safety*.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
Lliure	Int	%QW68	-
Lliure	Int	%QW70	-
Lliure	Int	%QW72	-
Lliure	Int	%QW74	-

Taula 7. Indexació de les senyals del mòdul de quatre sortides de senyals analògiques *no safety*.

Fins aquí tenim totes les senyals ja siguin d'entrada o sortida i digital o analògica *no safety* que necessitem per controlar correctament la zona de fangs. Per últim, ens queda veure els dos mòduls de seguretat.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
PE_Fangs_1	Booleà	%I54.0	Senyal que s'activa quan s'activa la parada d'emergència 1 de la zona de fangs.
PE_Fangs_2	Booleà	%I54.1	Senyal que s'activa quan s'activa la parada d'emergència 2 de la zona de fangs.
Lliure	Booleà	%I54.2	-
Lliure	Booleà	%I54.3	-
Lliure	Booleà	%I54.4	-
Lliure	Booleà	%I54.5	-
Lliure	Booleà	%I54.6	-
Lliure	Booleà	%I54.7	-
Lliure	Booleà	%I55.0	-
Lliure	Booleà	%I55.1	-

3. Descripció de la Solució

Lliure	Booleà	%I55.2	-
Lliure	Booleà	%I55.3	-
Lliure	Booleà	%I55.4	-
Lliure	Booleà	%I55.5	-
Lliure	Booleà	%I55.6	-
Lliure	Booleà	%I55.7	-

Taula 8. Indexació de les senyals del mòdul de vuit entrades de senyals digitals *safety*.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
Rele_Seguretat_Fangs_Canal_1	Booleà	%Q88.0	Senyal que s'activa quan es vol rearmar la seguretat de la zona de fangs i s'ha d'activar el relé de seguretat, aquesta senyal activa el canal 1 del relé de seguretat.
Rele_Seguretat_Fangs_Canal_2	Booleà	%Q88.1	Senyal que s'activa quan es vol rearmar la seguretat de la zona de fangs i s'ha d'activar el relé de seguretat, aquesta senyal activa el canal 2 del relé de seguretat.
Lliure	Booleà	%Q88.2	-
Lliure	Booleà	%Q88.3	-
Lliure	Booleà	%I88.0	-
Lliure	Booleà	%I88.1	-
Lliure	Booleà	%I88.2	-
Lliure	Booleà	%I88.3	-

Taula 9. Indexació de les senyals del mòdul de quatre sortides de senyals digitals *safety*.

Els dos mòduls de seguretat es pot indexar el doble d'adreces de les que es poden controlar, és a dir, el mòdul d'entrades digitals es poden indexar 16 variables però només es poden controlar 8 senyals d'entrada digitals, ja que les 8 restants són redundants amb les 8 indexades, aquest fet aporta una doble verificació de la senyal i per tant més seguretat.

Fins aquí tenim totes les entrades i sortides, digitals o analògiques i *safety* o *no safety* que tenim a la zona de fangs, i amb aquestes dades ja es pot realitzar l'automatització de la zona de fangs.

3.1.2 Funcionament de l'Automatització a la Zona de Fangs

El principal objectiu de la zona de fangs, es netejar l'aigua provinent de la zona de rentat per així poder usar-la de nou a la zona de rentat i evitar el màxim aportacions noves d'aigua del pou. Per aconseguir que es compleixi aquest objectiu, la proposta d'automatització és la següent.

Al primer dipòsit que es on es prepara la mescla, sempre hi haurà una mescla preparada per quan no n'hi hagi prou al segon dipòsit aquesta es pugui traspasar i la bomba de floculant no es quedi sense mescla per aportar al tanc de floculació.

Aquesta mescla que es prepara al primer dipòsit es podrà modificar la quantitat de floculant, és a dir podrà ser mes concentrada o menys, aquesta funció s'assolirà mitjançant el temps de funcionament del dosificador.

Quan la sonda de mínim del relé de nivell del primer dipòsit no detecti cap líquid conductor, automàticament el sistema activarà el grup de pressió i obrirà la vàlvula per tornar a preparar una nova mescla, mentre entra l'aigua impulsada pel grup de pressió l'agitador està activat i el dosificador també (la quantitat de segons indicat al Sistema SCADA) i així s'aconsegueix que el floculant es dissolgui correctament amb l'aigua.

Seguidament en cas que el segon dipòsit no tingui suficient nivell (ho sabrem ja que la sonda S2 no detectarà cap líquid conductor), s'activarà la bomba de transferència i aquesta canviarà la mescla del primer dipòsit fins al segon dipòsit. Aquesta bomba es desactivarà quan la sonda de mínim del relé de nivell deixi de detectar.

La bomba de floculant que està connectada mitjançant un variador de freqüència, utilitzarà la mesura provinent del dispositiu que mesura la terbolesa de l'aigua per incrementar o disminuir la seva velocitat. Aquesta bomba normalment sempre estarà activada llevat de quan l'aigua que arribi de la zona de rentat estigui molt clara i no faci falta aportar floculant al tanc de floculació.

Al tanc de floculació tenim instal·lades unes aspes que ajuden a transportar els sòlids que el floculant ha separat de l'aigua cap al mig del dipòsit, per quan hagin de ser extrets per la bomba de fangs. El moviment circular de les aspes està controlat per un variador de freqüència que en aquest cas i a diferència del variador de freqüència de la bomba floculant, no variarem la freqüència. Aquest variador sempre donarà l'ordre de funcionar al motor amb 50 Hz, i utilitzarem el variador per saber quin és el parell real i instantani del motor. Depenent del par del motor, es realitzaran diverses tasques:

- Quan el parell del motor arribi a un cert valor (valor que s'introdueix al Sistema SCADA) durant més de 10 segons, s'activa la vàlvula pneumàtica que deixar extreure els sòlids que les aspes han anat ajuntant al mig del dipòsit, s'activa la vàlvula de refrigeració de la bomba, s'activa el grup de pressió per refrigerar la bomba de fangs i s'activa la bomba de fangs per extreure els sòlids.
- En cas que extraient sòlids mitjançant la bomba de fangs no s'aconsegueix disminuir el parell al que està treballant el motor, s'activa la pujada de les aspes durant 5 segons i es manté en aquesta posició. Aquest procés de pujar les aspes es repeteix totes les vegades necessàries fins que no s'arribi al final de carrera superior o fins que no baixi el parell del motor dins del rang introduït al Sistema SCADA.
- Un cop el parell disminueix gràcies a que la bomba ha extret el material sòlid que hi havia a la part inferior del dipòsit, s'activa la baixada de les aspes en diferent moviments fins que arriba al final de carrera inferior.

3. Descripció de la Solució

- Un cop el parell del motor està per sota del màxim indicat al Sistema SCADA i les aspes estan a la part més inferior del seu recorregut, es desactiva la bomba de fangs, es desactiva el grup de pressió i es tanquen les dues vàlvules tant la que s'utilitza per refrigerar la bomba de fangs com la que s'utilitza per permetre el pas de sòlids.

En cas que les boies flotadors del dipòsit on proporciona aigua la bomba del pou només detecta la de mínim, s'activarà la bomba del pou fins que les dues boies flotadors estiguin activades, i en cas que les boies flotadors de la bomba d'aigües clares només detecti la de mínim s'atura la bomba, aquesta situació és molt improbable ja que la quantitat d'aigua que vessa del dipòsit de floculació és major a la quantitat que la bomba d'aigües clares aporta a la zona de rentat.

La zona de fangs és independent de les altres dues zones, és a dir pot estar en funcionament sense que necessàriament estiguin funcionant les altres dues zones.

En aquesta zona, com hem vist. no entra en funcionament la bomba d'aigües clares ja que aquesta bomba entra en funcionament només quan està la zona de rentat activada.

3.1.3 Elements Necessaris a la Zona de Rentat

En aquesta zona de rentat es necessitarà tenir un control de totes les senyals d'activació dels motors i de l'estat de cada disjuntor-motor magneto-tèrmic de cada motor en cas que estigui connectat a través de disjuntor-motor magneto-tèrmic i contactor o de l'estat de l'arrencador suau dels diferents elements anomenats al [punt 2.3.2](#), a més a més es necessita un final de carrera com el que tenim a la zona de fangs, que ens servirà per saber si s'està processant material o no.

Les senyals d'activació/desactivació dels motors estaran indexades als mòduls de sortides de senyals digitals *no safety* i l'estat dels motors estaran indexades als mòduls d'entrades de senyals digitals *no safety*.

Per poder controlar els diferents motors de la zona de rentat serà necessari l'ús del següents mòduls:

- 1 mòdul d'interfície PROFINET, que s'utilitzarà per poder connectar els diferents mòduls d'entrades/sortides *safety/no safety* al PLC principal i així poder crear una xarxa PROFINET.
- 3 mòduls de 16 entrades de senyals digitals *no safety*.
- 1 mòdul de 16 sortides de senyals digitals *no safety*.
-

En aquesta zona tindrem instal·lats 16 relés que corresponen a les 16 sortides digitals que tenim indexades.

A continuació veurem totes les senyals que arriben o surten del PLC a la zona del rentat, en aquest cas només tenim entrades i sortides digitals *no safety*.

3. Descripció de la Solució

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
GM_Cinta_Alimentacio_Tomel_Rentat	Booleà	%I18.0	Senyal provinent del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
GM_Cinta_Mobil_Rentat	Booleà	%I18.1	Senyal del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
GM_Cinta_Sortida_Mobil_Rentat	Booleà	%I18.2	Senyal del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
GM_Cinta_Sortida_Sinia_Rentat	Booleà	%I18.3	Senyal del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
GM_Sinia_Rentat	Booleà	%I18.4	Senyal del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
GM_Cinta_Sortida_Graveta_Rentat	Booleà	%I18.5	Senyal del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
GM_Cinta_Sortida_Cigronet_Rentat	Booleà	%I18.6	Senyal del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
Error_Arrencador_Garbell_Rentat	Booleà	%I18.7	Senyal de l'arrencador suau indicant si l'arrencador suau està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
Error_Arrencador_Ciclo_Rentat	Booleà	%I19.0	Senyal de l'arrencador suau indicant si l'arrencador suau està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
Error_Arrencador_Tromel_Rentat	Booleà	%I19.1	Senyal de l'arrencador suau indicant si l'arrencador suau està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).

3. Descripció de la Solució

GM_Cinta_Alimentador_Rentat	Booleà	%I19.2	Senyal del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
GM_Vibrador_1_Rentat	Booleà	%I19.3	Senyal del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
GM_Vibrador_2_Rentat	Booleà	%I19.4	Senyal del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
GM_Cinta_Translacio_Rentat	Booleà	%I19.5	Senyal del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
Rele_Confirmacio_Tensio_Rentat	Booleà	%I19.6	Senyal d'un relé que ens indica si el quadre de la zona de rentat té tensió o no.
Lliure	Booleà	%I19.7	-

Taula 10. Indexació de les senyals del primer mòdul d'entrada de senyals digitals *no safety*.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
KM_Cinta_Alimentacio_Tomel_Rentat	Booleà	%I20.0	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
KM_Cinta_Mobil_Rentat	Booleà	%I20.1	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
KM_Cinta_Sortida_Mobil_Rentat	Booleà	%I20.2	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
KM_Cinta_Sortida_Sinia_Rentat	Booleà	%I20.3	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
KM_Sinia_Rentat	Booleà	%I20.4	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.

3. Descripció de la Solució

KM_Cinta_Sortida_Graveta_Rentat	Booleà	%I20.5	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
KM_Cinta_Sortida_Cigronet_Rentat	Booleà	%I20.6	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
Arrencador_Garbell_Rentat_Enable	Booleà	%I20.7	Senyal provinent de l'arrencador suau que ens indica si el motor està activat o no.
Arrencador_Ciclo_Rentat_Enable	Booleà	%I21.0	Senyal provinent de l'arrencador suau que ens indica si el motor està activat o no.
Arrencador_Tromel_Rentat_Enable	Booleà	%I21.1	Senyal provinent de l'arrencador suau que ens indica si el motor està activat o no.
KM_Cinta_Alimentador_Rentat	Booleà	%I21.2	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
KM_Vibrador_1_Rentat	Booleà	%I21.3	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
KM_Vibrador_2_Rentat	Booleà	%I21.4	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
KM_Cinta_Translacio_Rentat_Dreta	Booleà	%I21.5	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
KM_Cinta_Translacio_Rentat_Esquerra	Booleà	%I21.6	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
Lliure	Booleà	%I21.7	-

Taula 11. Indexació de les senyals del segon mòdul d'entrada de senyals digitals *no safety*.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
Lliure	Booleà	%I22.0	-
Lliure	Booleà	%I22.1	-
Lliure	Booleà	%I22.2	-

3. Descripció de la Solució

Lliure	Booleà	%I22.3	-
Lliure	Booleà	%I22.4	-
Lliure	Booleà	%I22.5	-
Lliure	Booleà	%I22.6	-
Lliure	Booleà	%I22.7	-
Lliure	Booleà	%I23.0	-
Lliure	Booleà	%I23.1	-
Lliure	Booleà	%I23.2	-
Lliure	Booleà	%I23.3	-
Lliure	Booleà	%I23.4	-
Lliure	Booleà	%I23.5	-
Lliure	Booleà	%I23.6	-
Lliure	Booleà	%I23.7	-

Taula 12. Indexació de les senyals del tercer mòdul d'entrada de senyals digitals *no safety*.

Fins aquí hem vist la indexació de totes les senyals d'entrada digitals *no safety* necessàries per poder saber l'estat de tots els equips de la zona de rentat. A continuació veurem la indexació de l'únic mòdul de sortides digitals *no safety* de la zona del rentat.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
Cinta_Alimentacio_Tomel_Rentat_On	Booleà	%Q12.0	Senyal que s'activa quan es vol activar la cinta que transporta el material al Tromel.
Cinta_Mobil_Rentat_On	Booleà	%Q12.1	Senyal que s'activa quan es vol activar la cinta mòbil.
Cinta_Sortida_Mobil_Rentat_On	Booleà	%Q12.2	Senyal que s'activa quan es vol activar la cinta on diposita el material la cinta mòbil.
Cinta_Sortida_Sinia_Rentat_On	Booleà	%Q12.3	Senyal que s'activa quan es vol activar la cinta d'arena rentada.
Sinia_Rentat_On	Booleà	%Q12.4	Senyal que s'activa quan es vol activar la sínia.

3. Descripció de la Solució

Cinta_Sortida_Graveta_Rentat_On	Booleà	%Q12.5	Senyal que s'activa quan es vol activar la cinta de la graveta.
Cinta_Sortida_Cigronet_Rentat_On	Booleà	%Q12.6	Senyal que s'activa quan es vol activar la cinta del cigronet.
Arrencador_Garbell_Rentat_Enable_On	Booleà	%Q12.7	Senyal que s'activa quan es vol activar l'arrencador suau del garbell.
Arrencador_Ciclo_Rentat_Enable_On	Booleà	%Q13.0	Senyal que s'activa quan es vol activar l'arrencador suau del cicló.
Arrencador_Tromel_Rentat_Enable_On	Booleà	%Q13.1	Senyal que s'activa quan es vol activar l'arrencador suau del Tromel.
Cinta_Alimentador_Rentat_On	Booleà	%Q13.2	Senyal que s'activa quan es vol activar cinta on cau el material des de la tremuja.
Vibrador_1_Rentat_On	Booleà	%Q13.3	Senyal que s'activa quan es vol activar el vibrador 1 de la tremuja.
Vibrador_2_Rentat_On	Booleà	%Q13.4	Senyal que s'activa quan es vol activar el vibrador 2 de la tremuja.
Cinta_Translacio_Rentat_Dreta_On	Booleà	%Q13.5	Senyal que s'activa quan es vol activar la cinta mòbil cap a la dreta.
Cinta_Translacio_Rentat_Esquerra_On	Booleà	%Q13.6	Senyal que s'activa quan es vol activar la cinta mòbil cap a la dreta.
Rearme_Rele_Seguretat_Rentat	Booleà	%Q13.7	Senyal que s'activa quan es vol rearmar el relé de seguretat del rentat.

Taula 13. Indexació de les senyals del mòdul de sortides de senyals digitals *no safety*.

Fins aquí tenim totes les entrades i sortides digitals *no safety* que tenim a la zona de rentat, i amb aquestes dades ja es pot realitzar l'automatització de la zona de rentat.

3.1.4 Funcionament de l'Automatització a la Zona de Rentat

A la zona de rentat l'aspecte més important a tenir en compte és l'ordre en que s'activen o es desactiven els diferents equips, ja que si es produeix un error en la seqüència es poden quedar les cintes o el tromel, garbell, sínia carregats de material i després tornar a activar els dispositius amb material pot produir sobretensions i és molt més complicat la seva activació.

Per assegurar que el correcte funcionament de la zona es proposa una engegada seqüencial de tots els dispositius mitjançant etapes seguint la següent lògica.

Primera etapa:

En aquesta primera etapa activem la cinta de sortida de la cinta mòbil, la cinta que transporta el material no tractat a la tremuja de la zona dels molins o triturat.

A més a més, quan tenim la confirmació del contactor elèctric que la cinta està activada, activem un temporitzador el qual es pot configurar al sistema SCADA abans de passar a la següent etapa.

Segona etapa:

Quan ha transcorregut el temps, entrem a la segona etapa on s'activa la cinta mòbil. Un cop tenim la confirmació del contactor elèctric que la cinta està activada, activem un temporitzador que també es pot variar el seu temps com a la primera etapa abans de passar a la següent.

Tercera etapa:

A la tercera etapa activem la cinta per on surt el material final de més dimensió, el cigronet, i un cop tenim la confirmació del contactor elèctric que s'ha activat el motor, activem un temporitzador que es pot configurar també abans d'anar a la següent etapa.

Quarta etapa:

En aquesta és on s'activa la cinta per on el sistema expulsa la graveta, i com a la resta d'etapes quan al PLC detectem que la senyal del contactor elèctric, activem el temporitzador per passar a la cinquena etapa. Com a les altres etapes aquest temporitzador es pot configurar mitjançant el Sistema SCADA.

Cinquena etapa:

A la cinquena etapa és on s'activa l'última cinta per on surt el material final, en aquest cas s'activa la cinta per on surt l'arena rentada, el material de dimensió més petita. Un cop el contactor elèctric ens indica que la cinta està activada, tenim tots les cintes de la zona final del rentat activades. En aquest moment s'activa un temporitzador per passar a la següent etapa.

Sisena etapa:

Un cop tenim totes les cintes activades comencem a activar els equips que hi ha abans de les cintes i els hi proporcionen el material. A la sisena etapa en concret s'activa la sínia que proporciona el material a la cinta que s'ha activat a la cinquena etapa. Un cop tenim la senyal del contactor elèctric que correspon a la sínia, activem un temporitzador abans de passar a la setena etapa.

Setena etapa:

A la setena etapa activem la bomba d'aigües clares, que és la bomba que proporciona aigua a la zona de rentat des de la zona de fangs, quan rebem la senyal de l'arrencador suau que la bomba està activada i està proporcionant aigua a la zona de rentat activem un temporitzador abans de saltar d'etapa.

Vuitena etapa:

Un cop el temporitzador de la setena etapa ha finalitzat, arribem a la vuitena etapa que és on s'activa el cicló i quan rebem la senyal de l'arrencador que el dispositiu està funcionant de manera correcta activem un temporitzador per passar a la novena etapa.

Novena etapa:

A la novena etapa és on activem un dels principals elements de la zona de rentat, el garbell que ens ajuda a separar el material segons la seva dimensió. Quan el PLC rep la senyal que s'ha activat el garbell de l'arrencador suau, posem en marxa un temporitzador abans de passar a la següent etapa, aquest temporitzador com els temporitzadors de totes les etapes del procés es pot configurar el temps des del Sistema SCADA.

Desena etapa:

Un cop el temporitzador de la novena etapa acaba, el sistema salta a la desena etapa on activem el tromel mitjançant el seu arrencador suau, quan es detecta la senyal que el tromel està funcionant correctament activem un temporitzador abans de passar a l'onzena etapa.

Onzena etapa:

En aquesta etapa s'activa la cinta que transporta el material cap al tromel, la cinta d'alimentació del tromel, i una vegada el PLC rep la senyal del contactor elèctric corresponent a la cinta indicant que està funcionant correctament activem un temporitzador.

Dotzena etapa:

Un cop el temporitzador de l'onzena etapa ha acabat, saltem a la dotzena etapa on activem la cinta que transporta el material que cau de la tremuja, quan rebem la senyal del contactor elèctric indicant que la cinta està activada, en aquest moment tenim la zona de rentat funcionant al complet.

En cas que la cinta on cau el material de la tremuja estigui activada i el final de carrera que hi ha instal·lat a la tremuja no detecta material, s'activen els vibradors per evitar que la formació d'una pel·lícula de material a la superfície de la tremuja.

Fins aquí hem vist el comportament del sistema sempre i quan tot estigui funcionant de manera correcta, però sempre es pot produir algun error al sistema o es pot activar algun disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant que algun motor ha entrat en error ja sigui per sobretensió o per qualsevol altre problema.

En aquest cas, el sistema ha de reaccionar de la següent manera:

Es pararan tots els equips posteriors (s'activen després de l'equip que ha entrat en error) instantàniament, és a dir en cas que s'activi al senyal de l'arrencador suau del tromel, tant el tromel com la cinta transportadora que alimenta el tromel com la cinta que rep el material de la tremuja aturen la seva activitat. En canvi de l'equip que ha entrat en error cap endavant (els equips que s'activen abans de l'equip que ha entrat en error) es realitza una parada seqüencial (inversa a l'ordre d'activació) amb temps de retard com el temporitzadors que hem vist a l'arrencada, aquests també es poden configurar mitjançant el Sistema SCADA.

3. Descripció de la Solució

Aquesta lògica permet descarregar els equips que estan per darrere del dispositiu que ha fallat i aturar l'alimentació de l'equip que està en error i els que el precedeixen.

Fins aquí hem vist el comportament del sistema tant si està en funcionament normal com si es detecta un error d'algun equip.

3.1.5 Elements Necessaris a la Zona dels Molins o Triturat

En aquesta zona i a diferència de les anterior no es necessita cap dispositiu extern a part dels mòduls d'entrada o sortida ja siguin senyals analògiques o digitals. Per poder controlar els equips i realitzar correctament el procés de triturat, es necessiten els següents mòduls.

- 2 mòduls d'interfície PROFINET, que s'utilitzarà per poder connectar els diferents mòduls d'entrades/sortides *safety/no safety* al PLC principal i així poder crear una xarxa PROFINET. Es necessiten 2 mòduls ja que cada molí està controlat per un quadre elèctric diferent.
- 4 mòduls de 16 entrades de senyals digitals *no safety*.
- 2 mòdul de 16 sortides de senyals digitals *no safety*.
- 1 mòdul de 4 entrades analògiques *no safety*.

En aquesta zona tindrem instal·lats 18 relés que corresponen a les 18 sortides digitals que tenim indexades.

A continuació veurem totes les senyals que arriben o surten del PLC a la zona dels molins, en primer lloc veurem les indexacions dels quatre mòduls d'entrades de senyals digitals *no safety*, seguidament veurem les indexacions dels dos mòduls de sortides de senyals digitals *no safety* i per últim veurem les indexacions del mòdul d'entrades de senyals analògiques.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
GM_Cinta_11_Cubiroc	Booleà	%I60.0	Senyal del disjuntor-motor per saber si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
GM_Cinta_12_Cubiroc	Booleà	%I60.1	Senyal del disjuntor-motor per saber si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
GM_Cinta_13_Cubiroc	Booleà	%I60.2	Senyal del disjuntor-motor per saber si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
Error_Arrencador_Suau_Cinta_16_Cubiroc	Booleà	%I60.3	Senyal que ens arriba de l'arrencador suau per saber si el motor està actiu o no.

3. Descripció de la Solució

GM_Vibrador_5_Cubiroc	Booleà	%I60.4	Senyal del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
GM_Vibrador_6_Cubirok	Booleà	%I60.5	Senyal del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
Error_Arrencador_Suau_Moli_Cubiroc	Booleà	%I60.6	Senyal de l'arrencador suau indicant si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
GM_Alimentador_Cinta_16_Cubiroc	Booleà	%I60.7	Senyal del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
KM_Cinta_11_Cubiroc	Booleà	%I61.0	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
KM_Cinta_12_Cubiroc	Booleà	%I61.1	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
KM_Cinta_13_Cubiroc	Booleà	%I61.2	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
Arrencador_Cinta_16_Cubiroc_Enable	Booleà	%I61.3	Senyal que ens arriba de l'arrencador suau per saber si el motor està actiu o no.
KM_Vibrador_5_Cubiroc	Booleà	%I61.4	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
KM_Vibrador_6_Cubirok	Booleà	%I61.5	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
Arrencador_Moli_Cubiroc_Enable	Booleà	%I61.6	Senyal que ens arriba de l'arrencador suau per saber si el motor està actiu o no.

3. Descripció de la Solució

KM_Alimentador_Cinta_16_Cubiroc	Booleà	%I61.7	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
---------------------------------	--------	--------	--

Taula 14. Indexació de les senyals del primer mòdul d'entrades de senyals digitals *no safety*.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
Rele_Seguretat_Cubiroc_OK	Booleà	%I62.0	Senyal provinent del relé de seguretat indicant-nos que està activat i està tot correcte.
Rele_Confirmacio_Tensio_Cubiroc	Booleà	%I62.1	Senyal que ens indica que tenim tensió al quadre elèctric.
Lliure	Booleà	%I62.2	-
Lliure	Booleà	%I62.3	-
Lliure	Booleà	%I62.4	-
Lliure	Booleà	%I62.5	-
Lliure	Booleà	%I62.6	-
Lliure	Booleà	%I62.7	-
Lliure	Booleà	%I63.0	-
Lliure	Booleà	%I63.1	-
Lliure	Booleà	%I63.2	-
Lliure	Booleà	%I63.3	-
Lliure	Booleà	%I63.4	-
Lliure	Booleà	%I63.5	-
Lliure	Booleà	%I63.6	-
Lliure	Booleà	%I63.7	-

Taula 15. Indexació de les senyals del segon mòdul d'entrades de senyals digitals *no safety*.

Fins aquí tenim indexades totes les senyals digitals d'entrada necessàries que formen part del molí Cubi-roc, seguidament veurem les indexacions dels dos mòduls d'entrada de senyals digitals del molí Pozzato.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
GM_Cinta_7_Pozzato	Booleà	%I5.0	Senyal del disjuntor-motor per saber si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).

3. Descripció de la Solució

GM_Cinta_8_Pozzato	Booleà	%I5.1	Senyal del disjuntor-motor per saber si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
GM_Cinta_9_Pozzato	Booleà	%I5.2	Senyal del disjuntor-motor per saber si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
GM_Cinta_10_Pozzato	Booleà	%I5.3	Senyal del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
GM_Vibrador_3_Pozzato	Booleà	%I5.4	Senyal del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
GM_Vibrador_4_Pozzato	Booleà	%I5.5	Senyal del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
Error_Arrencador_Suau_Moli_Pozzato	Booleà	%I5.6	Senyal de l'arrencador suau indicant si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
GM_Garbell_Pozzato	Booleà	%I5.7	Senyal del disjuntor-motor magneto-tèrmic indicant si el motor està en error o no (actiu = error, no actiu = correcte).
KM_Cinta_7_Pozzato	Booleà	%I6.0	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
KM_Cinta_8_Pozzato	Booleà	%I6.1	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
KM_Cinta_9_Pozzato	Booleà	%I6.2	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
KM_Cinta_10_Pozzato	Booleà	%I6.3	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.

3. Descripció de la Solució

KM_Vibrador_3_Pozzato	Booleà	%I6.4	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
KM_Vibrador_4_Pozzato	Booleà	%I6.5	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.
Arrencador_Moli_Pozzato_Enable	Booleà	%I6.6	Senyal que ens arriba de l'arrencador suau per saber si el motor està actiu o no.
KM_Garbell_Pozzato	Booleà	%I6.7	Senyal que ens arriba del contactor per saber si el motor està actiu o no.

Taula 16. Indexació de les senyals del tercer mòdul d'entrades de senyals digitals *no safety*.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
Rele_Seguretat_Pozzato_OK	Booleà	%I7.0	Senyal provinent del relé de seguretat indicant-nos que està activat i està tot correcte.
Rele_Confirmacio_Tensio_Pozzato	Booleà	%I7.1	Senyal que ens indica que tenim tensió al quadre elèctric.
Lliure	Booleà	%I7.2	-
Lliure	Booleà	%I7.3	-
Lliure	Booleà	%I7.4	-
Lliure	Booleà	%I7.5	-
Lliure	Booleà	%I7.6	-
Lliure	Booleà	%I7.7	-
Lliure	Booleà	%I8.0	-
Lliure	Booleà	%I8.1	-
Lliure	Booleà	%I8.2	-
Lliure	Booleà	%I8.3	-
Lliure	Booleà	%I8.4	-
Lliure	Booleà	%I8.5	-
Lliure	Booleà	%I8.6	-
Lliure	Booleà	%I8.7	-

Taula 17. Indexació de les senyals del quart mòdul d'entrades de senyals digitals *no safety*.

3. Descripció de la Solució

En aquest punt tenim totes les senyals d'entrada digitals indexades correctament ja siguin de molí Cubi-Roc o del molí Pozzato, ara veurem els dos mòduls de sortides digitals.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
Cinta_11_Cubiroc_On	Booleà	%Q14.0	Senyal que s'activa quan es vol activar la cinta 11 del molí Cubi-roc.
Cinta_12_Cubiroc_On	Booleà	%Q14.1	Senyal que s'activa quan es vol activar la cinta 12 del molí Cubi-roc.
Cinta_13_Cubiroc_On	Booleà	%Q14.2	Senyal que s'activa quan es vol activar la cinta 13 del molí Cubi-roc.
Arrencador_Suau_Cinta_16_Cubiroc_On	Booleà	%Q14.3	Senyal que s'activa quan es vol activar l'arrencador suau de la cinta 16 del molí Cubi-roc.
Vibrador_5_Cubiroc_On	Booleà	%Q14.4	Senyal que s'activa quan es vol activar el vibrador 5 del molí Cubi-roc.
Vibrador_6_Cubiroc_On	Booleà	%Q14.5	Senyal que s'activa quan es vol activar el vibrador 6 del molí Cubi-roc.
Arrencador_Moli_Cubiroc_On	Booleà	%Q14.6	Senyal que s'activa quan es vol activar l'arrencador suau del molí Cubi-roc.
Alimentador_Cubiroc_On	Booleà	%Q14.7	Senyal que s'activa quan es vol activar l'alimentador del Cubi-roc.
Rearme_Rele_Seguretat_Cubiroc	Booleà	%Q15.0	Senyal que s'activa quan es vol rearmar la seguretat del molí Cubi-roc.
Lliure	Booleà	%Q15.1	-
Lliure	Booleà	%Q15.2	-
Lliure	Booleà	%Q15.3	-
Lliure	Booleà	%Q15.4	-
Lliure	Booleà	%Q15.5	-
Lliure	Booleà	%Q15.6	-
Lliure	Booleà	%Q15.7	-

Taula 18. Indexació de les senyals del primer mòdul de sortides de senyals digitals *no safety*.

3. Descripció de la Solució

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
Cinta_7_Pozzato_On	Booleà	%Q4.0	Senyal que s'activa quan es vol activar la cinta 7 del molí Pozzato.
Cinta_8_Pozzato_On	Booleà	%Q4.1	Senyal que s'activa quan es vol activar la cinta 8 del molí Pozzato.
Cinta_9_Pozzato_On	Booleà	%Q4.2	Senyal que s'activa quan es vol activar la cinta 9 del molí Pozzato.
Cinta_10_Pozzato_On	Booleà	%Q4.3	Senyal que s'activa quan es vol activar la cinta 10 del molí Pozzato.
Vibrador_3_Pozzato_On	Booleà	%Q4.4	Senyal que s'activa quan es vol activar el vibrador 3 del molí Pozzato.
Vibrador_4_Pozzato_On	Booleà	%Q4.5	Senyal que s'activa quan es vol activar el vibrador 4 del molí Pozzato.
Arrencador_Moli_Pozzato_On	Booleà	%Q4.6	Senyal que s'activa quan es vol activar l'arrencador suau del molí Pozzato.
Alimentador_Pozzato_On	Booleà	%Q4.7	Senyal que s'activa quan es vol activar l'alimentador del Pozzato.
Rearme_Rele_Seguretad_Pozzato	Booleà	%Q5.0	Senyal que s'activa quan es vol rearmar la seguretad del molí Pozzato.
Lliure	Booleà	%Q5.1	-
Lliure	Booleà	%Q5.2	-
Lliure	Booleà	%Q5.3	-
Lliure	Booleà	%Q5.4	-
Lliure	Booleà	%Q5.5	-
Lliure	Booleà	%Q5.6	-
Lliure	Booleà	%Q5.7	-

Taula 19. Indexació de les senyals del segon mòdul de sortides de senyals digitals *no safety*.

En aquest punt tenim totes les senyals d'entrada i sortides digitals indexades correctament ja siguin de molí Cubi-Roc o del molí Pozzato, ara veurem l'únic mòdul que rep senyals

3. Descripció de la Solució

analògiques en aquest cas d'entrada, ja que les utilitzarem per saber els consums dels arrencadors suaus del Cubi-roc, del Pozzato i del Tromel.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
Consum_Moli_Pozzato	Booleà	%IW93	Senyal provinent de l'arrencador suau del molí Pozzato indicant-nos el consum en A del motor en temps real.
Consum_Moli_Cubiroc	Booleà	%IW95	Senyal provinent de l'arrencador suau del molí Cubi-roc indicant-nos el consum en A del motor en temps real.
Consum_Tromel_Rentat	Booleà	%IW97	Senyal provinent de l'arrencador suau del Tromel indicant-nos el consum en A del motor en temps real.
Lliure	Booleà	%IW99	-

Taula 20. Indexació de les senyals del mòdul d'entrades de senyals analògiques *no safety*.

En aquest moment ja tenim totes les senyals de camp ja siguin senyals d'entrada o sortida i analògiques o digitals *no safety* de les tres zones, només ens quedar per veure les senyals que estan indexades als mòduls *safety* que ho veurem més endavant.

3.1.6 Funcionament de l'Automatització a la Zona dels Molins o Triturat

Aquesta zona com existeix la possibilitat posar en funcionament un molí realitzant un circuit tancat o posar en funcionament els dos molins a la vegada, veurem els dos molins per separat.

Com succeeix a la zona del rentat, és molt important evitar que es quedi el sistema amb material ja que en el moment d'activar els motors si estan carregats es poden produir errors i sobretensions no desitjades.

Per evitar-ho, es planteja un funcionament per etapes mitjançant temporitzadors que ens permetran passar d'una etapa a una altra, seguint la mateixa lògica emprada a la zona de rentat.

Primerament veurem el funcionament del molí Cubi-roc, que és l'únic dels dos que pot funcionar de manera autònoma, sense que estigui processant material el molí de Pozzato.

3.1.6.1 Molí Cubi-Roc

Seguidament veurem les etapes que conformen el funcionament del molí de Cubi-roc.

Primera etapa:

En aquesta primera etapa activem la cinta 13 que correspon a l'element 6 de la figura 9 que és la cinta per on surt el material que ha aconseguit traspasar les teles del garbell, una vegada tenim la confirmació del contactor elèctric que s'ha activat correctament, posem en marxa un temporitzador, amb el temps que es pot configurar mitjançant el Sistema SCADA, abans de passar a la següent etapa.

Segona etapa:

Un cop el temporitzador ha realitzat la seva funció arribem a la segona etapa on activem la cinta 12 que correspon a l'element 7 de la figura 9 que és la cinta que transporta el material que no ha traspasat les teles del garbell al dispositiu que serveix per escollir si es tritura amb el Cubi-roc o amb els dos molins. Esperem fins que s'activi la senyal del contactor abans d'activar el temporitzador i quan tenim el temporitzador activat esperem que finalitzi la seva tasca.

Tercera etapa:

Quan el temporitzador activat a la segona etapa ha acabat, el sistema salta a la següent etapa que és on s'activa la cinta 11 que correspon a l'element 8 de la figura 9 que és la cinta que envia el material novament cap a la tremuja inicial en cas que hagi traspasat les teles del garbell. Quan el contactor elèctric ens indica que esta funcionant correctament activem el temporitzador i esperem fins que acabi.

Quarta etapa:

Un cop ha finalitzat el temporitzador que hem activat a la tercera etapa, passem a la quarta etapa on activem els dos vibradors del garbell de Cubi-roc, que correspon a l'element 5 de la figura 9. Quan tenim la confirmació dels dos contactors que corresponen als dos vibradors, activem el temporitzador abans de passar a la cinquena etapa.

Cinquena etapa:

En aquesta cinquena etapa és on activarem la cinta que transporta el material al garbell, l'anomenem cinta 16 i correspon a l'element 4 de la figura 9. Quan tenim la senyal de l'arrencador suau que esta activada i que funciona correctament passarem a activar el temporitzador per saltar a la següent etapa.

Sisena etapa:

A la sisena etapa és on activem el principal equip d'aquest funcionament que és el molí Cubi-roc i que correspon a l'element 3 de la figura 9, i esperarem fins que l'arrencador suau ens indiqui que tot està correcte abans d'activar el corresponent temporitzador i passar a la següent etapa.

Setena etapa:

En aquesta última etapa del funcionament autònom del molí Cubi-roc s'activa l'alimentador, que és la cinta que envia el material des de la tremuja fins al molí i que correspon a l'element 2 de la figura 9.

3. Descripció de la Solució

Fins aquí hem vist el funcionament normal de la zona dels molins en cas que només estigui en funcionament el molí de Cubi-roc, però com a la zona del rentat, és pot produir algun error a qualsevol dels equips i s'ha d'evitar en la mesura que es pugui que els elements que conformen el procés es quedin carregats de material.

Per evitar aquesta situació, es proposa la mateixa lògica que a la zona de rentat, en cas que s'activi algun disjuntor-motor magneto-tèrmic, tots els elements posteriors (s'activen després que l'equip que ha entrat en error) es paren a l'instant i els que el precedeixen s'aturen de manera inversa a l'ordre d'arrencada.

En cas que s'activi el disjuntor-motor magneto-tèrmic de la cinta 16 que correspon a l'element 4 de la figura 9, es paren a l'instant el molí i l'alimentador. En canvi, els vibradors del garbell i les cintes 11, 12 i 13 s'aturaran en ordre invers a l'arrencada per tant primer es parerà la cinta 11 després la 12 i finalment la 13.

Fins aquí hem vist el funcionament normal i el comportament en cas d'error de la zona del molí Cubi-roc, ara veurem el funcionament i el comportament de la zona del molí Pozzato.

3.1.6.2 Moli Pozzato

El funcionament que veurem a continuació en cas que es vulgui realitzar el triturat mitjançant els dos molins, es anterior a les etapes vistes a l'[apartat 3.1.6.1](#), és a dir el sistema primer realitza les etapes del molí Pozzato i després les etapes del molí Cubi-roc.

Primera etapa:

En aquesta primera etapa del Pozzato s'activa la cinta 9 que correspon a l'element 15 de la figura 9 que és la cinta per on surt el material que ha sigut capaç de traspasar les teles del garbell. Un cop tenim la confirmació del contactor elèctric que esta funcionant correctament s'activa el temporitzador i esperem que transcorri el temps.

Segona etapa:

Un cop ha transcorregut el temps del temporitzador que hem activat a la primera etapa, arribem a la segona etapa on activem el garbell que correspon a l'element 10 de la figura 9. Quan el PLC detecta la senyal del contactor elèctric indicant que ha arrancat de manera correcta, activem un temporitzador abans de passar a la següent etapa.

Tercera etapa:

En aquesta etapa és on activem la cinta 7, que correspon a l'element 14 de la figura 9, que és la cinta que transporta el material des del molí de Pozzato fins la cinta transportadora que alimenta el garbell. Un cop el contactor elèctric ens indica que esta funcionant correctament activem el temporitzador i esperem que transcorri el temps indicat abans de passar a la quarta etapa.

Quarta etapa:

Un cop ha transcorregut el temps del temporitzador activar a la tercera etapa, arribem a la quarta etapa on activem la cinta 8, que correspon a l'element 9 de la figura 9, que és la cinta que aporta material al garbell de la zona del molí Pozzato. Quan el PLC detecta la senyal del contactor que està funcionant correctament, s'activa el temporitzador i el sistema espera abans de passar a la cinquena etapa.

Cinquena etapa:

En aquesta cinquena etapa s'activa l'equip més important d'aquest procés que és el molí Pozzato que correspon a l'element 13 de la figura 9. Un cop l'arrencador suau ens envia al PLC que està funcionant correctament posem en marxa el temporitzador abans de passar a la sisena etapa.

Sisena etapa:

Un cop el temporitzador ha finalitzat, arribem a la sisena etapa on s'activa la cinta 10, que correspon a l'element 11 de la figura 9, que és l'encarregada de transportar el material que no ha traspasat el garbell a la safata de vibradors per que aquests el proporcionin al molí de mica en mica. Quan tenim la confirmació del contactor elèctric que s'ha activat correctament la cinta, activem un temporitzador i esperem a que transcorri el temps.

Setena etapa:

En aquesta setena i última etapa és on activem la safata de vibradors que proporciona el material al molí Pozzato, i en aquest moment ja tenim tota la zona del molí de Pozzato en funcionament.

Fins aquí hem vist el funcionament normal de la zona del molí Pozzato, però en cas que es produeixi algun error i estan funcionant els dos molines, el funcionament seria el següent:

- En cas que l'error es produeixi a la zona de Cubi-roc, la lògica és la mateixa és a dir s'aturen els equips posteriors a l'equip que ha entrat en error, posant el mateix exemple que al punt anterior: Si entra en error la cinta 16 que correspon a l'element 4 de la figura 9, es paren de manera immediata els mateixos equips, el molí de Cubi-roc i l'alimentador de Cubi-roc i la resta d'equips de Cubi-roc i Pozzato es paren de manera escalonada amb l'ordre invers d'activació.
- En cas que l'error es produeixi a la zona de Pozzato, es pararan de manera immediata tots els equips de Cubi-roc (ja que s'activen després dels equips de Pozzato en cas que funcionin els dos) i de manera escalonada es desactivaran els equips corresponents de Pozzato. Per exemple, en cas que s'activi l'error de l'arrencador suau del molí de Pozzato es desactivaran tots els equips de Cubi-roc, la cinta 10 i la safata de vibradors (vibradors 3 i 4) i s'aturaran amb aquest ordre la resta d'elements, primerament es desactivarà la cinta 8, després la cinta 7, després el garbell i finalment la cinta 9.

Arribats a aquest punt, hem vist el funcionament ja sigui quan tots els equips estan funcionant de manera correcta com en cas que algun equip entri en error de les tres zones de la planta d'àrids. En el següent punt veurem el hardware necessari per poder allotjar un sistema SCADA.

3.1.7 Sistema SCADA

Un Sistema SCADA és un sistema que capaç de supervisar i adquirir dades (Supervisory Control And Data Acquisition) mitjançant la programació d'un software que ens ajudarà a realitzar les tasques del sistema SCADA. En aquest cas s'ha utilitzat el software d'AVEVA anomenat Indusoft Web Studio.

Per poder executar correctament aquest software, es disposa d'un ordinador amb les següents especificacions.

Especificacions Ordinador Industrial	
Dimensions (W*D*H)	167 x 111 x 50 mm
Alimentació	24 V DC
Processador	Intel J1900 2.0 GHz
Memòria RAM	4 GB DDR3 a 2000 MHz
Emmagatzematge	64 GB HDD
Sortida de vídeo	VGA i HDMI
Interfície de Xarxa	Intel I211-AT-10/100/1000
Sistema Operatiu	Windows 10

Taula 21. Especificacions tècniques Ordinador Sistema SCADA.

A més a més del hardware, s'ha instal·lat el següent software:

- Indusoft Web Studio, que serà el programa on es desenvoluparà l'aplicació que realitzarà les tasques del Sistema SCADA.
- MySQL Server, per poder configurar un motor de base de dades i crear una instància d'una base de dades.
- MySQL Workbench per poder realitzar de manera visual el disseny de la base de dades i la seva administració.
- MySQL Connector/NET, per poder comunicar el Sistema SCADA amb la base de dades i realitzar *queries* sempre que sigui necessari.
- Tot i que en aquest cas no ha estat necessari, per una possible millora de l'automatització s'ha deixat instal·lat una còpia del paquet Office de Microsoft en cas que es vulguin realitzar exportacions de la base de dades mitjançant el Sistema SCADA amb format .xlsx.
- Adobe Reader per poder obrir fitxers en format .pdf ja siguin manuals d'equips o informes que es puguin generar mitjançant el Sistema SCADA.

A més a més es disposa d'una pantalla de 32" connectada a través d'HDMI a l'ordinador i teclat i ratolí per poder controlar el Sistema SCADA.

3.2 Arquitectura de Comunicacions

Com ja s'ha indicat en algun moment, les comunicacions es realitzen mitjançant PROFINET, s'ha creat una xarxa PROFINET entre el PLC i els diferents equips o mòduls necessaris per realitzar l'automatització del procés.

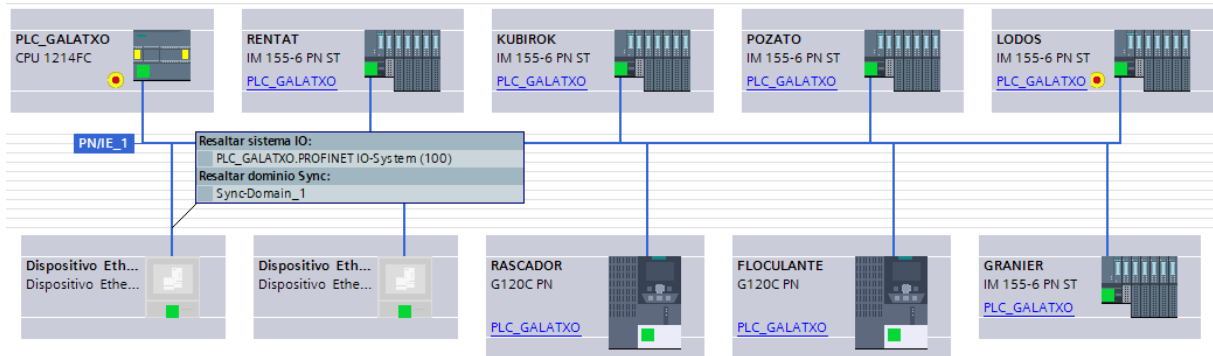


Figura 17. Imatge esquema xarxa PROFINET.

A la xarxa PROFINET de la figura 17, manca la connexió que tenim amb el Sistema SCADA, aquesta connexió es realitza a través del protocol de comunicació TCP/IPv4. Per entendre millor com funciona una xarxa. El PLC té assignada la IP 192.168.2.10 i el Sistema SCADA té assignada la direcció 192.168.2.37.

S'ha decidit utilitzar una xarxa de tipus C, per tant tenim els tres primers octets que identifiquen la xarxa i l'últim octet per identificar el host, ja que el nombre de hosts que tenim a la xarxa és reduït, s'utilitza la màscara de subxarxa 255.255.255.0 i com a porta d'enllaç la direcció 192.168.2.1. Aquesta LAN no té accés a Internet ja que per polítiques internes del client no és permesa la sortida a Internet sense passar pels seus tallafocs i per les seves portes d'enllaç i s'ha considerat que no és necessari.

La comunicació entre el PLC i el sistema SCADA es realitza a través del controlador SIETH que permet comunicar el software d'Indusoft Web Studio amb dispositius de la casa Siemens.

Es necessita una petita configuració per que la comunicació funcioni correctament, al controlador de comunicació s'ha d'indicar la IP del PLC, s'ha d'indicar el rack i l'slot del PLC, aquests dos camps s'assignen automàticament i només cal consultar-los al software de Siemens.

A més a més tenim dos tipus de variables, les variables que pertanyen a entrades o sortides reals on al controlador de comunicació indicarem l'adreça que hem vist a les taules d'indexació i les variables internes del programa que s'agrupen en diferents bloc. Aquests blocs s'identifiquen segons un número concret i depenent del tipus de variable s'assigna una lletra o una altra.

Per exemple si es vol accedir a la entrada digital del disjuntor-motor magneto-tèrmic de l'alimentador de la zona de rentat accedirem indicant l'adreça I19.2, en canvi si es vol accedir a una variable d'un bloc s'accedeix de la següent manera:

Es vol accedir a la marca que activa la sortida dels vibradors de la zona de rentat, aquesta marca està al bloc 24 i dins del bloc ocupa la direcció 343.5 ja que és un booleà, en aquest

3. Descripció de la Solució

cas al controlador de comunicació indicarem la següent adreça DB24.DBX343.5 on la X representa que només agafem 1 bit en cas que fos un real s'indicaria DB24.DBF343 i en aquest cas indiquem al controlador que la variable ocupa 4 bytes.

Pel que fa referència a la comunicació entre el PLC i els diferents mòduls d'interfície ET200 es realitza a través de PROFINET-IO (RT).

En aquest tipus de xarxa tenim diferents rols:

- El rol del controlador, que en aquest cas és el PLC, que són els dispositius que executen un programa d'automatització i intercanvien dades entre la resta de dispositius.
- El rol dels dispositius, que en aquest cas serien els variadors de freqüència que tenim instal·lats a la zona de fangs.
- El rol de supervisor que en aquest cas està comunicat a través de TCP/IP enlloc de PROFINET, ja que és un Sistema SCADA que no suporta aquest protocol, però en cas que s'hagués utilitzat un HMI (Human Machine Interface) aquesta estaria connectada també a la xarxa PROFINET.

Les principals avantatges del protocol PROFINET són:

- Seguretat integrada: El protocol de PROFINET integra PROFIsafe que ens permet utilitzar el mateix mòdul d'interfície per connectar mòduls *no safety* com mòduls *safety*.
- Molts fabricants de dispositius que s'utilitzen en l'automatització de processos estan incloent una interfície compatible amb PROFINET.
- Alta disponibilitat ja que utilitza solucions de redundància de reacció automàtica i conceptes de diagnòstic intel·ligents, que proporciona informació sobre l'estat de la xarxa i dels diferents dispositius.

Pel que fa referència als protocols que utilitza PROFINET a les diferents capes del Model OSI, a continuació veurem capa per capa el protocol que utilitza:

Primera capa: En aquesta primera capa, la capa física, utilitza la tecnologia Ethernet Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) 802.3.

Segona capa: En aquesta segona capa, la capa d'enllaç, utilitza Ethernet 802.2.

Tant la tercera capa (capa de xarxa) com quarta capa (capa de transport) com la cinquena (la capa de sessió) no són utilitzades per aquest protocol per evitar temps innecessaris de processament de dades. Utilitza la pròpia tecnologia per saber l'origen i/o el destí de les diferents trames.

Seguidament la sisena capa (capa de presentació) i la última capa (capa de presentació) les engloba de manera que qualsevol dispositiu compatible amb PROFINET és capaç de descodificar la trama.

3. Descripció de la Solució

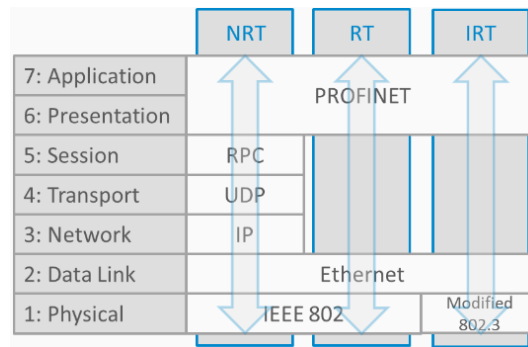


Figura 18. Representació tecnologia PROFINET amb el Model OSI.

4 Tecnologies Emprades per l'Automatització

Per poder realitzar les programacions dels diferents dispositius emprats per l'automatització de la planta d'àrids s'han utilitzat tres programes, un per la programació del PLC que és el Tia Portal en concret la versió V15.1, seguidament per la programació del Sistema SCADA s'ha utilitzat el software Indusoft Web Studio la versió 8.1 i finalment per poder realitzar un servidor de bases de dades amb MySQL s'ha utilitzat tot l'entorn gràfic de MySQL Workbench i MySQL Server per crear la instància de la base de dades.

4.1 Tia Portal

Software proporcionat per la marca alemanya Siemens que és un dels programes més coneguts i usats quan es fa referència a l'automatització industrial ja que amb aquest software es poden programar tots els controladors de Siemens.

Aquest software implementa pot ser ampliat amb diversos paquets depenent del tipus de dispositiu que es vulgui programar, els dos paquets més coneguts són els següents:

- SIMATIC WinCC, aquest paquet serveix per programar tota la gama d'HMI i també per realitzar sistemes SCADA no molt complexes.
- SINAMICS Startdrive, aquest paquet serveix per parametritzar, configurar i controlar els variadors de freqüència de la gama G120.

En aquesta automatització s'ha utilitzat el software Tia Portal amb el paquet de SINAMICS Startdrive per poder configurar, parametritzar i controlar els dos variadors de freqüència mitjançant el bloc SINA_PARA_S, que ens permetrà llegir en temps real la intensitat del motor que acciona el gir de les aspes que hi ha instal·lades al tanc de floculació a la zona de fangs.

Amb aquestes dues eines podrem realitzar correctament la programació del PLC i el control de tots els equips necessaris.

4.2 Indusoft Web Studio

Software proporcionat per la marca britànica AVEVA, líder global en software industrial. Aquest software permet realitzar sistemes SCADA.

Un sistema SCADA és un sistema que està format per diferents pantalles on es pot veure l'estat de planta en temps real. Aquestes pantalles es dissenyen mitjançant objectes definits que et proporciona el software.

Les pantalles del sistema SCADA podrem trobar diferents objectes amb propietats ja establertes com poden ser propietats de visibilitat, escalat o color. També podrem crear objectes amb accions concretes com poden ser obrir una pantalla o tancar per poder navegar per les diferents pantalles depenent de l'acció que vulguem realitzar.

El software permet la realització de gràfiques per poder fer un seguiment de la informació més rellevant que es vulgui monitoritzar, per exemple es pot realitzar una gràfica indicant que registri el consum real que està realitzant el motor de la bomba de floculant cada segon.

Aquest software en concret permet la comunicació en una gran varietat de PLC gràcies a diferents protocols de comunicació que té integrats, en aquest cas com es tracta d'un PLC Siemens S7-1200, s'utilitzarà el controlador de comunicació anomenat SIETH.

A més a més permet la programació de diferents scripts mitjançant llenguatge Visual Basic Script, que ens serà molt útil per realitzar els scripts que controlaran les alarmes del sistema.

A aquest sistema SCADA rebrem totes les senyals dels disjuntors-motor magneto-tèrmics, tots els contactors elèctric i les senyals que envien els diferents elements com poden ser les boies flotadors, relés de nivell i/o arrencadors suaus. Tota aquesta informació es representarà d'una manera clara i senzilla per l'operari.

Com el sistema SCADA controla una gran quantitat d'equips que han de ser manipulats per operaris preparats específicament per aquesta funció, el software ens permet diferenciar usuaris amb diferents privilegis, per tant no tots els usuaris poden realitzar les mateixes tasques.

El software funciona amb variables que poden ser del tipus booleà, enteres, reals i cadenes amb la possibilitat de crear vectors de qualsevol tipus i inclús hi ha la possibilitat de creació de classes, funcionalitat que pot ser molt útil en cas que hi hagi molt elements del mateix tipus i que es controlin de la mateixa manera.

També hi ha integrat un sistema d'alarmes que ens permet veure les alarmes activades en aquest moment i inclús podem tenir un registre de les alarmes que han estat actives per veure si hi ha algun element que està donant més problemes dels esperats i a partir d'aquí prendre mesures.

Finalment aquest software té la possibilitat de comunicar-se amb diferents bases de dades, en aquest cas s'ha optat per realitzar una base de dades mitjançant MySQL. Per realitzar les *queries* per emmagatzemar nous registres a la base de dades o per realitzar la lectura dels registres que hi ha guardats, s'utilitzaran scripts. Aquests scripts contindran funcions com DB_Execute que ens permet executa una query, DB_Insert que ens permet guardar un nou registre a la base de dades i altres funcions de Visual Basic que ens facilitaran la gestió de la base de dades.

4.3 MySQL

Per emmagatzemar les dades s'ha decidit usar una instància de base de dades gestionada mitjançant MySQL. Aquest sistema de gestió ens permetrà crear una base de dades relacional. La instància de la base de dades serà local, és a dir, només es podrà accedir a la informació que emmagatzema mitjançant connexions des de la Local Area Network (LAN).

La base de dades es gestionarà mitjançant el software MySQL Workbench, que de manera gràfica i intuïtiva es realitzarà el manteniment i disseny de la base de dades.

Per realitzar la instància de base de dades s'ha utilitzat MySQL Server en la seva versió 8.0.15 i es realitza el disseny, l'administració i el manteniment de la base de dades mitjançant MySQL Workbench 8.0.15.

5 Programacions

En aquest punt veurem les programacions dels dos elements que ens han permès realitzar el procés d'automatització de la planta d'àrids.

Primerament explicarem la programació del PLC i després la del Sistema SCADA amb les diferents pantalles que té i les diferents accions que es poden realitzar.

5.1 Programació PLC

Per realitzar la programació del PLC s'ha emprat la metodologia del Guia Gemma que ens permet realitzar de manera molt ordenada un programa depenent en l'estat en que est trobi la planta.

5.1.1 Guia GEMMA

La metodologia Guia Gemma contempla tots els possibles estats amb els quals es pot trobar la planta.

La planta pot estar en els següents estats en termes generals:

- Funcionament (Manual o Automàtic).
- Parada d'emergència.
- Posada en marxa.

Depenent de l'estat en que en la situació en que ens trobem el programa està en un estat o en un altre. Cal remarcar que s'ha seguit la metodologia Guia Gemma per la zona del rentat i per la zona dels molins/triturat. La zona de fangs només segueix la metodologia del Guia Gemma fins que arribem a l'estat A1 ja que no té un programa específic per tractar error sinó que només té automàtic, manual i manteniment.

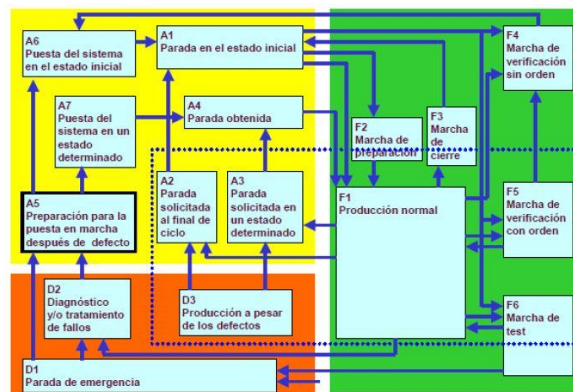


Figura 19. Esquema representatiu de la metodologia del Guia Gemma. Imatge extreta de l'arxiu pdf adjuntat a la bibliografia.

Els programes que pertanyen als estats de funcionament manual o funcionament automàtics aniran precedits per una F, els programes que pertanyen als estats de preparació pel funcionament o de parada aniran precedits d'una A i finalment els programes que pertanyen al tractament d'errors o en cas que es premi alguna parada d'emergència aniran precedits d'una lletra D.

El graficet que s'ha seguit a l'hora de realitzar la programació del PLC el podem consultar a l'[annex 2](#). Cal dir que el graficet no està representat el 100% de les etapes que podem veure a la programació del PLC ja que comportaria un graficet molt extens, per això només s'han representat les transicions i etapes generals.

Aquest graficet¹⁸ ens mostra els principals estats i les accions que es requereixen per poder passar pels diferents estats tant de la zona del rentat com de la zona dels molins.

L'estat D1, és el primer estat en el que entra el sistema quan activem el PLC, en cas que es premi qualsevol parada d'emergència o en cas que hi hagi alguna seguretat que no es compleixi. Un cop estem a l'estat D1 i tenim totes les portes tancades, passem a l'estat A6 on activem la seguretat de la zona (ja sigui de la zona del rentat, dels molins o de fangs). Un cop s'han activat els relés de seguretat i el PLC rep la senyal que tot ha funcionat correctament el sistema passa a l'estat A1.

En aquest estat el sistema està preparat per començar el funcionament ja sigui un funcionament automàtic, manual o de manteniment. Sigui quin sigui el funcionament que l'usuari esculli, abans passarem per l'Estat F2, estat de transició que la seva funció és activar la sirena de la planta per informar a la resta d'operaris que la planta es posa en funcionament.

En cas que s'hagi escollit funcionament automàtic el sistema passarà a l'estat F1 on s'activa el programa de funcionament automàtic que es pot consultar a l'[annex 3](#).

En cas que l'usuari esculli el funcionament manual, el sistema activarà l'estat F5 per posar en funcionament el programa manual que es pot consultar a l'[annex 3](#).

I finalment, l'usuari pot escollir el programa de manteniment i el sistema activarà l'estat M1 per procedir a les etapes de manteniment que es poden consultar a l'[annex 3](#).

El programa automàtic pot finalitzar de dues maneres, pot finalitzar perquè l'usuari ha indicat al sistema SCADA que s'acabi en aquest cas el sistema activarà l'estat A2 o bé pot parar per un error produït per alguna sobretensió o algun error de comunicació. En aquest cas, el sistema activarà l'estat D3 i es realitzarà una parada controlada per tal d'evitar que els dispositius es quedin en material.

Un cop finalitzi el programa associat a l'estat D3 o el programa associat a l'A2, el sistema retornarà a l'estat A1, preparat per començar de nou un altre funcionament.

El programa manual en canvi només pot finalitzar en cas que l'usuari hagi desactivat tots els motors que prèviament ha activat, en aquest cas el sistema activa el programa associat a l'estat A3 i quan finalitza aquest programa de nou retorna a l'estat A1 per preparar-se per un nou funcionament.

¹⁸ Graficet: Representació gràfica del comportament d'un sistema lògic amb entrades i sortides.

5. Programacions

I finalment en cas que l'usuari hagi escollit el funcionament de manteniment el sistema executarà el programa que té associat a l'estat M1, fins com succeeix al funcionament manual, l'usuari indiqui al sistema que ha acabat el manteniment i de manera automàtica retorna a l'estat A1 per poder activar un nou funcionament.

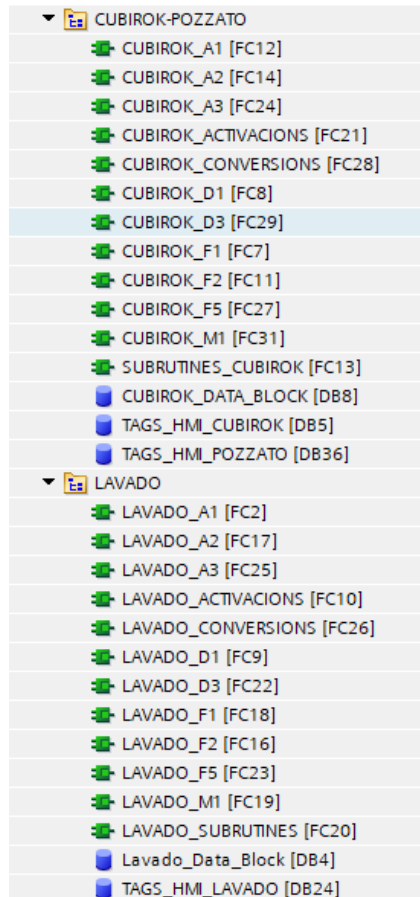


Figura 20. Captura de pantalla del Software Tia Portal on es veuen els diferents programes de les zones dels molins i de la zona del rentat.

En aquesta imatge podem veure com cada estat té associada una funció al PLC a més a més que també es poden observar diferents programes que ens serveixen per realitzar la comunicació amb el Sistema SCADA i per la realització de subrutines com poden ser lectures de consums, lectures de sensors, etc.

A més a més podem observar que apareix a cada una de les zones un programa anomenat “activacions”, en aquest programa és on s’activen/desactiven les sortides digitals que activen els diferents relés anomenats al [punt 3](#).

A continuació veurem unes captures de pantalla de la programació amb llenguatge ladder que s’ha realitzat al PLC.

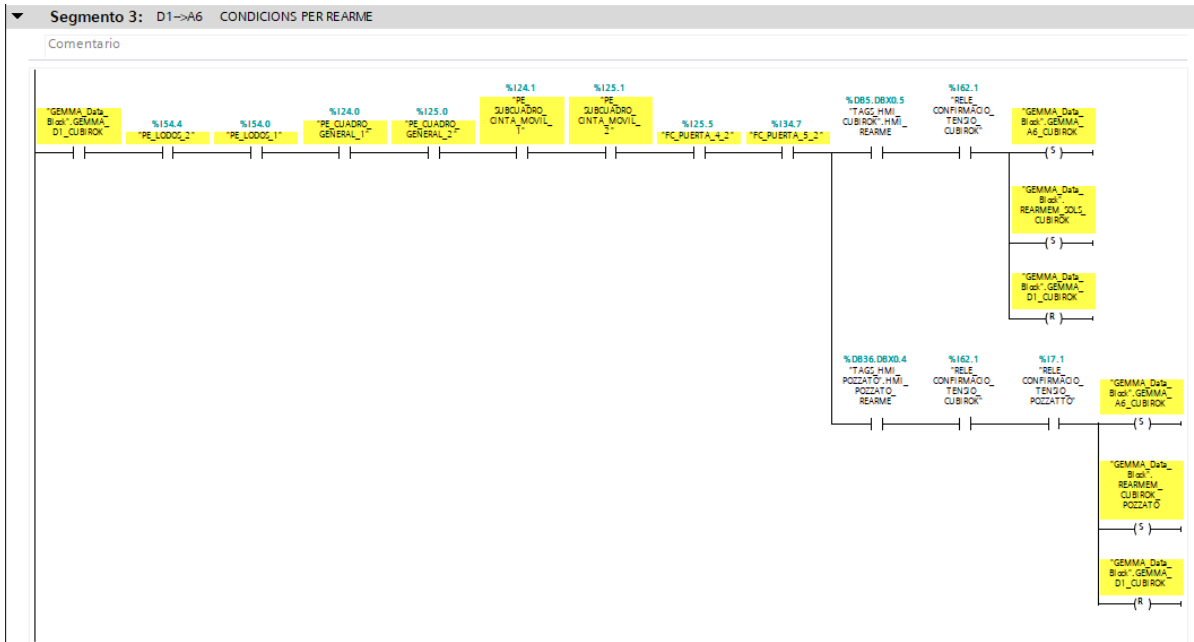


Figura 21. Extracte del codi amb llenguatge ladder del PLC.

Com podem veure a la figura 21, correspon a una part del codi del Guia GEMMA dels molins, concretament a la transició entre l'estat D1 i A6.

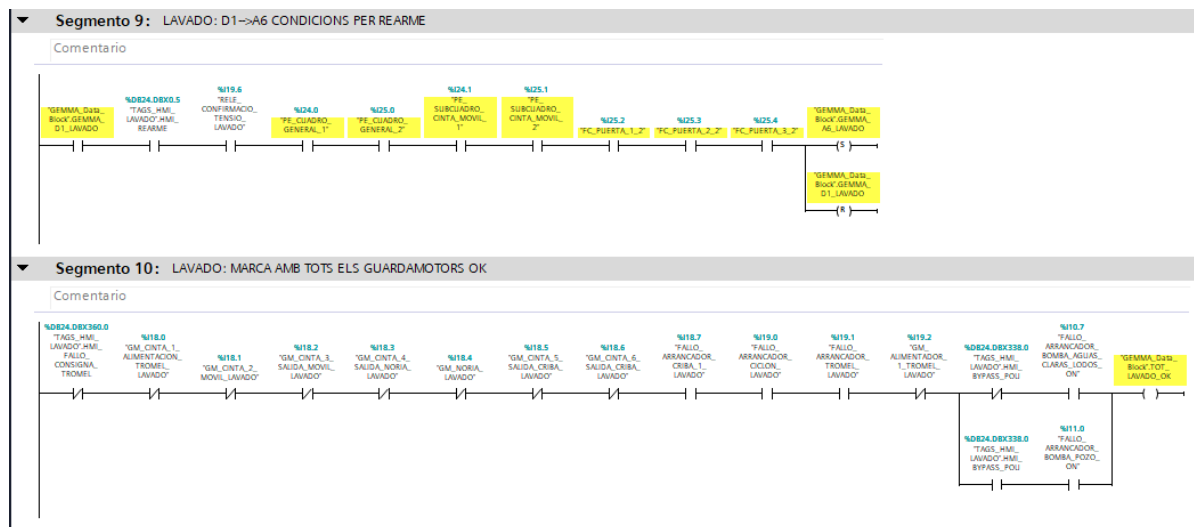


Figura 22. Extracte del codi amb llenguatge ladder del PLC.

A la figura 22, podem veure una part del codi del Guia GEMMA de la zona del rentat, la transició entre l'estat D1 i l'A6 i també una l'activació d'una variable (en ladder anomenat marca o bobina) que ens permet saber en quin estat estan els disjuntor-motors magneto-tèrmics de la zona de rentat.

Com podem veure tant a la figura 21 com a la figura 22, tenim marques que estan subratllades amb un color groc i d'altres que no fet que es degut a que les marques que estan subratllades amb color groc pertanyen a mòduls d'entrada *safety* o són marques que s'utilitzen en funcions *safety* i les que no ho estan són marques que no necessiten ser *safety*.

5.2 Programació SCADA

La programació del sistema SCADA s'ha realitzat mitjançant l'agrupació de diferents objectes que ens proporciona el software Indusoft Web Studio, amb diferents propietats que ens serveixen per poder realitzar qualsevol acció.

Aquests objectes els agrupem amb pantalles per poder crear una interfície amigable per l'usuari, aquestes pantalles estaran dividides segons la zona on estiguem, és a dir, cada una de les zones té associada una pantalla principal des d'on es poden controlar tots els dispositius referents a la zona.

5.2.1 Pantalles SCADA

Quan activem el sistema ens apareix la pantalla principal des d'on podem escollir a quina de les tres zones volem accedir.

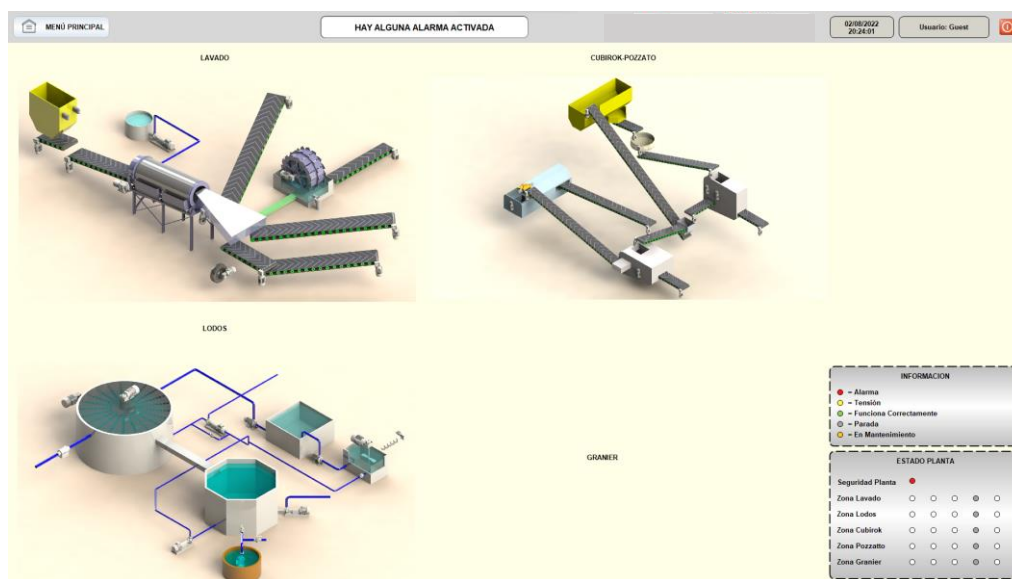


Figura 23. Pantalla principal Sistema SCADA.

En aquesta pantalla podem observar que el sistema ens indica informació d'una importància significativa.

Primerament a la part superior trobem el *banner* on hi ha uns quadres de text que indiquen l'usuari que hi ha actiu, l'hora i el dia. A més a més podem veure els logotips de les empreses col·laboradores del sistema i un quadre que ens indica si tenim alguna alarma al sistema o no. En cas que hi hagi alguna alarma activada el quadre realitza flashos de color roig.

Seguidament a la part inferior dreta de la pantalla observem una llegenda on amb un cop d'ull podem observar l'estat de totes les zones de la planta. Tant si tenim una alarma a una zona, si tenim tensió al quadre elèctric que controla la zona, si esta en funcionament, en manteniment o altrament si està aturada.

Finalment observem una imatge de cada zona que clicant a qualsevol d'elles accedim a la zona concreta on haguem clicat. Un cop donem clic ens apareixeran una des les següents tres pantalles.

5. Programacions

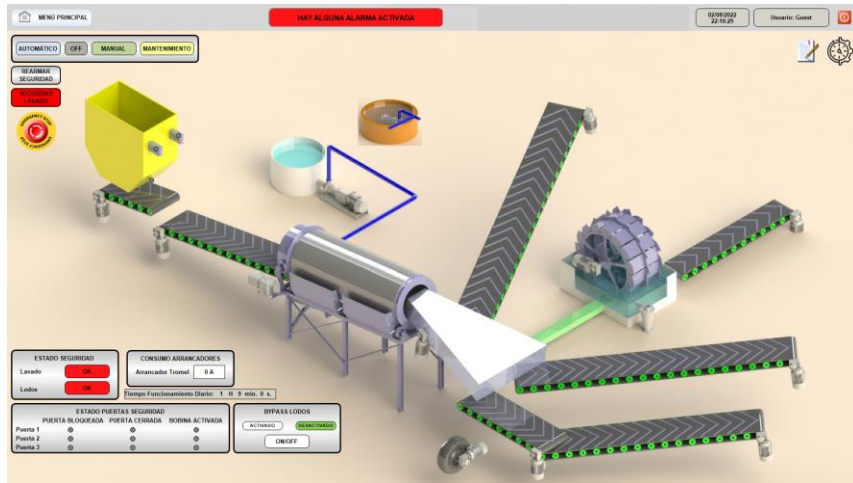


Figura 24. Imatge pantalla zona del rentat.

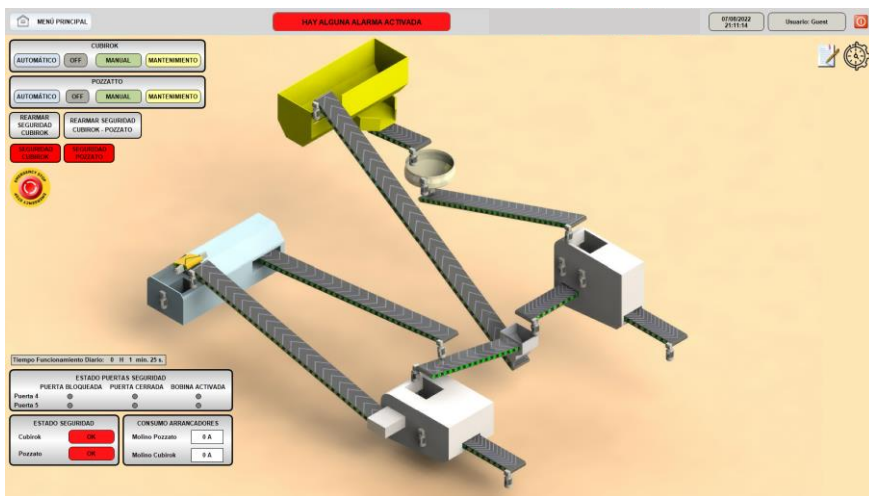


Figura 25. Imatge pantalla zona dels molins o triturat.

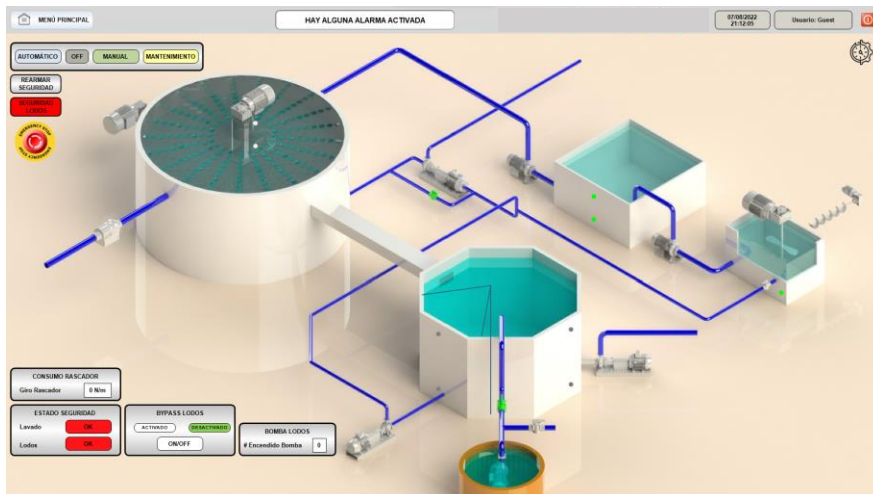


Figura 26. Imatge pantalla zona de fangs.

En aquestes pantalla com a la pantalla principal podem observar el mateix *banner* que ens aporta el mateix tipus d'informació ja que el *banner* està compartit per totes les pantalles del sistema SCADA.

A la part superior esquerra hi tenim els botons que ens permetran indicar al PLC quin tipus de funcionament és el que volem. En cas que vulguem escollir un programa sense tenir la seguretat el sistema ens avisa indicant que primer hem de tenir la seguretat activada.


Per activar la seguretat cliquem sobre el boto "rearmar seguridad" i si les portes estan tancades de manera correcta i no està activada la parada d'emergència veurem com l'indicador de "seguridad lavado" canvia a color verd. Aquest pas d'activar la seguretat al PLC correspondria en executar els estats A1 i A6 en cas que s'activi correctament el relé de seguretat.

Seguidament de tenir la seguretat activada podrem escollir un dels tres tipus de programa: manual, automàtic o manteniment. Escollim el programa que escollim, el sistema executarà l'estat F2 per activar la sirena i així avisar a tots els operaris que la zona del rentat entra en funcionament. Indicar que a la zona dels molins tenim els botons duplicats ja que en aquesta zona podem realitzar el treball amb un molí només, no és necessari que estiguin funcionant els dos molins.

Després d'activar l'estat F2, depenent de tipus de programa que hagi seleccionat l'usuari, el sistema activarà l'estat F1 (en cas que hagi seleccionat el funcionament automàtic), l'estat F5 (en cas que hagi seleccionat el funcionament manual) o l'estat M1 (en cas que hagi seleccionat el manteniment). Remarcar que per poder passar d'un funcionament a un altre el sistema ens obliga a clicar el botó "Off", per poder executar l'estat A2 en cas que estigui en funcionament automàtic o altrament per indicar que hem acabat del manteniment o del funcionament manual.

A la zona inferior esquerra de les diferents pantalles podem observar informació relacionada amb la zona:

- Estat de les portes de seguretat
- Estat de la seguretat
- Diferents consums dels dispositius més importants com són el Tromel de la zona del rentat, el consum dels dos molins de la zona del triturat i el par motor del gir del rascador de la zona de fangs.

A més a més a la part superior dreta veiem una icona  que ens dona accés a la pantalla de configuració dels temps. Aquests temps que configurem determinaran els segons que esperarà el PLC per passar d'una etapa a una altra. Un cop donem clic sobre la icona ens apareix una petita pantalla emergent indicant-nos si volem configurar els temps del funcionament automàtic, els temps de parada o els temps del funcionament manual, ja que quan el sistema funcionat manualment també és necessari tenir una espera entre activacions per motius de seguretat.

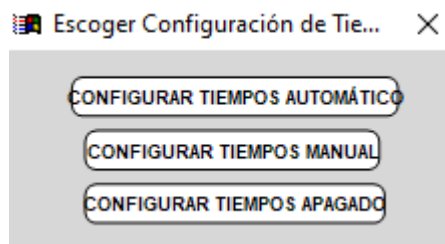


Figura 27. Imatge de la pantalla de Selecció de la configuració dels temps.

Depenent de la selecció de l'usuari el sistema SCADA mostrarà una de les següents pantalles.

Configuración Lavado ×

CONFIGURACIÓN TIEMPOS ENCENDIDO AUTOMÁTICO

	Tiempo Actual	Tiempo Nuevo		Tiempo Actual	Tiempo Nuevo
Tiempo espera encendido Cinta Salida Móvil:	1 s	1 s	Tiempo espera encendido Bomba Pozo:	20 s	20 s
Tiempo espera encendido Cinta Móvil:	5 s	5 s	Tiempo espera encendido Ciclón:	40 s	40 s
Tiempo espera encendido Cinta 15m:	5 s	5 s	Tiempo espera encendido Criba:	30 s	30 s
Tiempo espera encendido Cinta 10m:	5 s	5 s	Tiempo espera encendido Tromel:	30 s	30 s
Tiempo espera encendido Cinta Salida Noria:	5 s	5 s	Tiempo espera encendido Cinta Alimentador Tromel:	30 s	30 s
Tiempo espera encendido Noria:	10 s	10 s	Tiempo espera encendido Alimentador:	30 s	30 s
Tiempo espera encendido Bomba Pozo: Aguas Claras	20 s	20 s	Anular seguridad detección de giro:	<input type="checkbox"/>	

* Para anular la seguridad del detector de giro de la cinta de alimentación del Tromel, no es necesario oír el botón "GUARDAR", activando la oscilante es suficiente.

Figura 28. Imatge de la pantalla de configuració dels temps en funcionament automàtic.

Configuración Lavado ×

CONFIGURACIÓN TIEMPOS ENCENDIDO MANUAL

	Tiempo Actual	Tiempo Nuevo		Tiempo Actual	Tiempo Nuevo
Tiempo espera encendido Cinta Salida Móvil:	1 s	1 s	Tiempo espera encendido Bomba Pozo:	20 s	20 s
Tiempo espera encendido Cinta Móvil:	20 s	20 s	Tiempo espera encendido Ciclón:	30 s	30 s
Tiempo espera encendido Cinta 15m:	5 s	5 s	Tiempo espera encendido Criba:	30 s	30 s
Tiempo espera encendido Cinta 10m:	5 s	5 s	Tiempo espera encendido Tromel:	30 s	30 s
Tiempo espera encendido Cinta Salida Noria:	5 s	5 s	Tiempo espera encendido Cinta Alimentador Tromel:	30 s	30 s
Tiempo espera encendido Noria:	10 s	10 s	Tiempo espera encendido Alimentador:	30 s	30 s
Tiempo espera encendido Bomba Pozo: Aguas Claras	20 s	20 s	Anular seguridad detección de giro:	<input type="checkbox"/>	

* Para anular la seguridad del detector de giro de la cinta de alimentación del Tromel, no es necesario oír el botón "GUARDAR", activando la oscilante es suficiente.

Figura 29. Imatge de la pantalla de configuració dels temps en funcionament manual.

Configuración Lavado ×

CONFIGURACIÓN TIEMPOS APAGADO

	Tiempo Actual	Tiempo Nuevo		Tiempo Actual	Tiempo Nuevo
Tiempo espera apagado Cinta Alimentador Tromel:	20 s	20 s	Tiempo espera apagado Noria:	60 s	60 s
Tiempo espera apagado Tromel:	120 s	120 s	Tiempo espera apagado Cinta Salida Noria:	5 s	5 s
Tiempo espera apagado Criba:	60 s	60 s	Tiempo espera apagado Cinta 10m:	5 s	5 s
Tiempo espera apagado Ciclón:	180 s	180 s	Tiempo espera apagado Cinta 15m:	5 s	5 s
Tiempo espera apagado Bomba Pozo:	10 s	10 s	Tiempo espera apagado Cinta Móvil:	5 s	5 s
Tiempo espera apagado Bomba: Aguas Claras	10 s	10 s	Tiempo espera apagado Cinta Salida Móvil:	5 s	5 s

* Para anular la seguridad del detector de giro de la cinta de alimentación del Tromel, no es necesario oír el botón "GUARDAR", activando la oscilante es suficiente.

Figura 30. Imatge de la pantalla de configuració dels temps quan es desactiven els equips.

5. Programacions

Per realitzar la modificació dels temps en qualsevol de les tres pantalles es modifica el temps a la columna de “tiempo nuevo” i després donar clic sobre el botó de “guardar” per així indicar al sistema SCADA que enviï els nous valors al PLC.

A part d'aquestes pantalles on podem seleccionar el tipus de funcionament i els temps d'espera entre les diferents etapes que activen els diversos dispositius de la planta, el sistema SCADA compta amb una pantalla d'alarmes on es poden veure les alarmes que hi ha actives actualment i/o un registre històric de les alarmes que s'han produït anteriorment i han estat corregides.

Tiempo de Activación	Mensaje
08/08/2022 02:42:30	La puerta 1 de la zona de Cuadro Pizzato no está cerrada
08/08/2022 02:42:30	No ha ocurrido el paro de emergencia del Cuadro General de Lavado
08/08/2022 02:42:30	No ha ocurrido el paro de emergencia del subcuadro de la Cinta Movil 2 de Lavado
08/08/2022 02:42:30	La puerta 2 de la zona de Lavado no está cerrada
08/08/2022 02:42:30	No ha ocurrido el paro de emergencia del Cuadro General de Lodos
08/08/2022 02:42:30	La puerta 4 de la zona de Cuadro Pizzato no está cerrada
08/08/2022 02:42:30	La puerta 1 de la zona de Lavado no está cerrada
08/08/2022 02:42:30	La puerta 1 de la zona de Lavado no está cerrada
08/08/2022 02:41:54	La seguridad de Lodos no está OK
08/08/2022 02:41:54	La seguridad de Cuadro no está OK
08/08/2022 02:41:54	La seguridad de Pizzato no está OK
08/08/2022 02:41:54	La seguridad de Lavado no está OK

Com podem veure a la part superior tenim les alarmes que hi ha actives actualment i a la part inferior tenim l'històric d'alarmes podem modificar l'interval de dades de cerca amb els botons que hi ha a la part inferior.

A continuació s'exposa l'script general que controla tot el sistema d'alarmes de les tres zones segons les senyals provinents del PLC.

'Variables Disponibles solamente para este grupo pueden ser declaradas aqui.

'El codigo de configuracion es ejecutado mientras la condicion configurada en el campo de ejecucion es TRUE (verdadero).

```
If $Pulsador_Emergencia_Cuadro_General_1_Lavado=0 Or
$Pulsador_Emergencia_Cuadro_General_2_Lavado=0 Then
$Paro_Emergencia_Cuadro_General_Lavado=1 Else
$Paro_Emergencia_Cuadro_General_Lavado=0 End If
If $Paro_Emergencia_Cable_Cinta_3_1_Lavado Or
$Paro_Emergencia_Cable_Cinta_3_2_Lavado Then
$Paro_Emergencia_Cable_Cinta_3_Lavado=1 Else
$Paro_Emergencia_Cable_Cinta_3_Lavado=0 End If
If $Paro_Emergencia_Subcuadro_Cinta_Movil_2_1_Lavado=0 And
$Paro_Emergencia_Subcuadro_Cinta_Movil_2_2_Lavado=0 Then
$Paro_Emergencia_Subcuadro_Cinta_Movil_2_Lavado=1 Else
$Paro_Emergencia_Subcuadro_Cinta_Movil_2_Lavado=0 End If
```

5. Programacions

```
If $Pulsador_Emergencia_Cuadro_General_1_Lodos=0 Or
$Pulsador_Emergencia_Cuadro_General_2_Lodos=0 Then
$Paro_Emergencia_Cuadro_General_Lodos=1 Else
$Paro_Emergencia_Cuadro_General_Lodos=0 End If
If $FC_Puerta_1_2_Lavado=0 Then $Alarma_Puerta_1_Lavado=1 Else
$Alarma_Puerta_1_Lavado=0 End If
If $FC_Puerta_2_2_Lavado=0 Then $Alarma_Puerta_2_Lavado=1 Else
$Alarma_Puerta_2_Lavado=0 End If
If $FC_Puerta_3_2_Lavado=0 Then $Alarma_Puerta_3_Lavado=1 Else
$Alarma_Puerta_3_Lavado=0 End If
If $FC_Puerta_4_2_Cubirok_Pozzatto=0 Then
$Alarma_Puerta_4_Cubirok_Pozzatto=1 Else
$Alarma_Puerta_4_Cubirok_Pozzatto=0 End If
If $FC_Puerta_5_2_Cubirok_Pozzatto=0 Then
$Alarma_Puerta_5_Cubirok_Pozzatto=1 Else
$Alarma_Puerta_5_Cubirok_Pozzatto=0 End If

// Alarmas Seguridad Planta

If $Paro_Emergencia_Scada_Lavado Or
$Paro_Emergencia_Cuadro_General_Lavado Or $Alarma_Puerta_1_Lavado Or
$Alarma_Puerta_2_Lavado Or $Alarma_Puerta_3_Lavado Or
$Alarma_Puerta_4_Cubirok_Pozzatto Or $Alarma_Puerta_5_Cubirok_Pozzatto Or
$Paro_Emergencia_Cable_Cinta_3_Lavado Or
$Paro_Emergencia_Subcuadro_Cinta_Movil_2_Lavado Or
$Paro_Emergencia_Scada_Lodos Or $Paro_Emergencia_Cuadro_General_Lodos Or
$Seguridad_Lavado=0 Or $Seguridad_Lodos=0 Or $Seguridad_cubirok=0 Or
$Seguridad_Pozzatto=0 Then
    $AlgunaAlarmaSeguridad=1
Else
    $AlgunaAlarmaSeguridad=0
End If

// Alarmas Guardamotors, Arrancadores y seguridad Lavado

If $Fallo_Arrancador_Bomba_Aguas_Claras_Lavado=0 And $Seguridad_Lodos
Then $Alarma_Fallo_Arrancador_Bomba_Aguas_Claras_Lavado=1 Else
$Alarma_Fallo_Arrancador_Bomba_Aguas_Claras_Lavado=0 End If
If $Fallo_Arrancador_Bomba_Pozo_Lodos=0 And $Seguridad_Lodos Then
$Alarma_Fallo_Arrancador_Bomba_Pozo_Lavado=1 Else
$Alarma_Fallo_Arrancador_Bomba_Pozo_Lavado=0 End If
If $Fallo_Arrancador_Tromel_Lavado=0 And $Seguridad_Lavado Then
$Alarma_Fallo_Arrancador_Tromel_Lavado=1 Else
$Alarma_Fallo_Arrancador_Tromel_Lavado=0 End If
If $Fallo_Arrancador_Criba_Lavado=0 And $Seguridad_Lavado Then
$Alarma_Fallo_Arrancador_Criba_Lavado=1 Else
$Alarma_Fallo_Arrancador_Criba_Lavado=0 End If
If $Fallo_Arrancador_Ciclón_Lavado=0 And $Seguridad_Lavado Then
$Alarma_Fallo_Arrancador_Ciclón_Lavado=1 Else
$Alarma_Fallo_Arrancador_Ciclón_Lavado=0 End If

If $Alarma_Corretges_Trencades_Tromel Or $Detector_Giro_Cinta_1_Lavado Or
$GM_Alimentador_Lavado Or $GM_Cinta_Alimentacion_Tromel_Lavado Or
$Alarma_Fallo_Arrancador_Bomba_Aguas_Claras_Lavado Or
$Alarma_Fallo_Arrancador_Bomba_Pozo_Lavado Or
$Alarma_Fallo_Arrancador_Tromel_Lavado Or
$Alarma_Fallo_Arrancador_Criba_Lavado Or
$GM_Cinta_15M_Salida_Criba_Lavado Or $GM_Cinta_10M_Salida_Criba_Lavado Or
$GM_Noria_Lavado Or $GM_Cinta_Salida_Noria_Lavado Or
$Alarma_Fallo_Arrancador_Ciclón_Lavado Or $GM_Cinta_Movil_Lavado Or
```

5. Programacions

```
$GM_Cinta_Salida_Movil_Lavado Or $GM_Motor_Rueda_Cinta_2_Lavado Or
$GM_Vibrador_1_Lavado Or $GM_Vibrador_2_Lavado Then
    $AlgunaAlarmaLavado=1
Else
    $AlgunaAlarmaLavado=0
End If

// Alarmas Guardamotores, Arrancadores y seguridad Cubirok-Pozzatto
If $Fallo_Arrancador_Molino_Cubirok=0 And $Seguridad_cubirok Then
$Alarma_Fallo_Arrancador_Molino_Cubirok=1 Else
$Alarma_Fallo_Arrancador_Molino_Cubirok=0 End If
If $Fallo_Arrancador_Molino_Pozzatto=0 And $Seguridad_Pozzatto And
$Seguridad_Pozzatto Then $Alarma_Fallo_Arrancador_Molino_Pozzatto=1 Else
$Alarma_Fallo_Arrancador_Molino_Pozzatto=0 End If
If $Fallo_Arrancador_Cinta_16_Cubirok_Pozzatto=0 And $Seguridad_Cubirok
Then $Alarma_Fallo_Arrancador_Cinta_16_Cubirok_Pozzatto=1 Else
$Alarma_Fallo_Arrancador_Cinta_16_Cubirok_Pozzatto=0 End If

If $Paro_Emergencia_Scada_Cubirok_Pozzatto Or
$GM_Cinta_Alimentador_2_Cubirok_Pozzatto Or $GM_Cinta_8_Cubirok_Pozzatto
Or $GM_Cinta_7_Cubirok_Pozzatto Or
$GM_Bandeja_Vibradors_Motor_1_Cubirok_Pozzatto Or
$GM_Bandeja_Vibradors_Motor_2_Cubirok_Pozzatto Or
$Alarma_Fallo_Arrancador_Molino_Pozzatto Or $GM_Cinta_10_Cubirok_Pozzatto
Or $GM_Criba_3_Cubirok_Pozzatto Or $GM_Cinta_9_Cubirok_Pozzatto Or
$Alarma_Fallo_Arrancador_Molino_Cubirok Or $GM_Cinta_11_Cubirok_Pozzatto
Or $GM_Cinta_12_Cubirok_Pozzatto Or
$Alarma_Fallo_Arrancador_Cinta_16_Cubirok_Pozzatto Or
$GM_Vibrador_Criba_1_Cubirok_Pozzatto Or
$GM_Vibrador_Criba_2_Cubirok_Pozzatto Or $GM_Cinta_13_Cubirok_Pozzatto
Then
    $AlgunaAlarmaCubirokPozzatto=1
Else
    $AlgunaAlarmaCubirokPozzatto=0
End If

// Alarmas Guardamotores, Arrancadores y seguridad Lodos

If $Fallo_Arrancador_Bomba_Lodos=0 And $Seguridad_Lodos Then
$Alarma_Fallo_Arrancador_Bomba_Lodos=1 Else
$Alarma_Fallo_Arrancador_Bomba_Lodos=0 End If
If $Fallo_Arrancador_Bomba_Aguas_Claras_Lodos=0 And $Seguridad_Lodos Then
$Alarma_Fallo_Arrancador_Bomba_Aguas_Claras_Lodos=1 Else
$Alarma_Fallo_Arrancador_Bomba_Aguas_Claras_Lodos=0 End If
If $Fallo_Arrancador_Bomba_Pozo_Lodos=0 And $Seguridad_Lodos Then
$Alarma_Fallo_Arrancador_Bomba_Pozo_Lodos=1 Else
$Alarma_Fallo_Arrancador_Bomba_Pozo_Lodos=0 End If

If $GM_Dosificador_Lodos Or $GM_Agitador_Lodos Or
$GM_Bomba_Transferencia_Lodos Or $Fallo_Variador_Bomba_Floculante_Lodos
Or $GM_Elevador_Rascador_Lodos Or $Fallo_Variador_Giro_Rascador_Lodos Or
$Alarma_Fallo_Arrancador_Bomba_Aguas_Claras_Lodos Or
$Alarma_Fallo_Arrancador_Bomba_Lodos Or
$Alarma_Fallo_Arrancador_Bomba_Pozo_Lodos Or $GM_Grupo_Presion_Lodos Then
    $AlgunaAlarmaLodos=1
Else
    $AlgunaAlarmaLodos=0
End If
```

```
// Alarmas Generales
```

```
If $AlgunaAlarmaLavado Or $AlgunaAlarmaCubirokPozzatto Or
$AlgunaAlarmaLodos Or $AlgunaAlarmaGranier Or $AlgunaAlarmaSeguridad Then
$AlgunaAlarma=1 Else $AlgunaAlarma=0 End If
```

Codi 1. Codi font de l'script que gestiona les alarmes del sistema.

A més a més, el sistema SCADA compta amb un script per saber que tenim comunicació amb el PLC i per realitzar una comprovació de l'estat de la seguretat de la planta.

```
If $Comunicacion_Ok=0 Then $Comunicacion_Ok=1 End If
If $contadorComunicacion > 20 Then
    $Alarma_Comunicacion=1
Else
    $Alarma_Comunicacion=0
End If

If $Mod($Second,5)=0 Then
    If $Seguridad_cubirok=0 Then
        $PozzattoOff=1
        $CubirokOFF=1
        $PozzattoAutomatico=0
        $PozzattoManual=0
        $CubirokAutomatico=0
        $CubirokManual=0
        $CubirokPozzattoMantenimiento=0
        $CubirokStart=0
        $PozzattoStart=0
    End If

    If $Seguridad_Pozzatto=0 Then
        $PozzattoOff=1
        $PozzattoAutomatico=0
        $PozzattoManual=0
        $PozzattoStart=0
    End If

    If $Seguridad_Lodos=0 Then
        $LodosOFF=1
        $LodosAutomatico=0
        $LodosManual=0
        $LodosMantenimiento=0
        $LodosStart=0
    End If

    If $Seguridad_Lavado=0 Then
        $LavadoOFF=1
        $LavadoAutomatico=0
        $LavadoManual=0
        $LavadoMantenimiento=0
        $LavadoStart=0
    End If
End If

Second2Time ()
```

Codi 2. Codi font de l'script que gestiona l'estat actual de la planta i de la comunicació amb el PLC.

L'script anterior podem veure que al final crida a la funció "Second2Time" que ens permet obtenir en hores, minuts i segons els diferents temps de funcionament de les zones.

```
Function Second2Time ()
$Horas_Cubirok_Pozzatto[0]=$Horas_Funcionamiento_Cubirok_Pozzatto/3600
$Horas_Cubirok_Pozzatto[1]=$Mod($Horas_Funcionamiento_Cubirok_Pozzatto,3600)/60
$Horas_Cubirok_Pozzatto[2]=$Mod($Mod($Horas_Funcionamiento_Cubirok_Pozzatto,3600),60)
$Horas_Lavado[0]=$Horas_Funcionamiento_Lavado/3600
$Horas_Lavado[1]=$Mod($Horas_Funcionamiento_Lavado,3600)/60
$Horas_Lavado[2]=$Mod($Mod($Horas_Funcionamiento_Lavado,3600),60)
End Function
```

Codi 3. Codi font funció Second2Time.

A la zona de fangs com tenim un funcionament diferent que a la resta de zones, no es necessari tenir una configuració de temps per canviar d'etapes, en canvi en aquesta zona tenim les consignes de funcionament dels diversos dispositius.

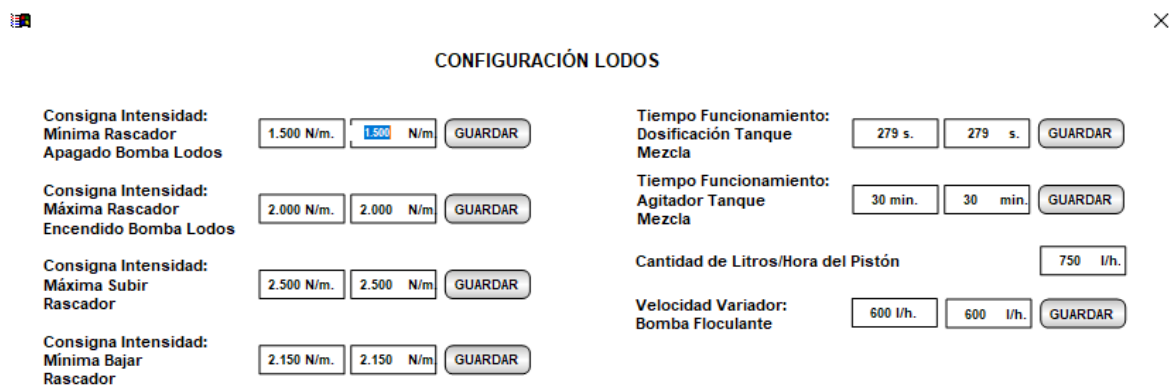


Figura 31. Imatge de la configuració dels paràmetres de la zona de fangs.

En aquesta pantalla podem veure les diferents configuracions de la zona de fangs, com a la pantalla de la configuració dels temps, es poden modificar utilitzant la columna de la dreta i un cop donem clic sobre el botó de guardar que té cada paràmetre el sistema SCADA envia el nou valor al PLC.

5.2.2 Dades Registrades a la Base de dades

A la base de dades es registren la quantitat de temps de funcionament de les dues zones on es realitza el manteniment, és a dir cada dia s'afegeix una nova línia a la base de dades que consta de les hores de funcionament del dia d'avui tant de la zona dels molins com de la zona del rentat.

Aquesta informació és molt útil per poder evitar avaries en els dispositius per que no es realitzi un correcte manteniment.

5. Programacions

```
Dim data, tiempoLavado, tiempoCubirokPozzatto

Second2Time ()

data= "" & $Year & "-" & $Month & "-" & $Day & " " & $time & ""
tiempoLavado= "" & $Horas_Lavado[0] & " horas, " & $Horas_Lavado[1] & "
minutos y " & $Horas_Lavado[2] & " segundos "
tiempoCubirokPozzatto= "" & $Horas_Cubirok_Pozzatto[0] & " horas, " &
$Horas_Cubirok_Pozzatto[1] & " minutos y " & $Horas_Cubirok_Pozzatto[2] &
" segundos "

$DBInsert("DB","cubirokpozzatto",data & " , " & tiempoCubirokPozzatto & "
, " & $Horas_Cubirok_Pozzatto[0] & " , " & $Horas_Cubirok_Pozzatto[1] & "
, " & $Horas_Cubirok_Pozzatto[2], "TimeStamp, Funcionamiento, Horas,
Minutos, Segundos")
$DBInsert("DB","lavado",data & " , " & tiempoLavado & " , " &
$Horas_Lavado[0] & " , " & $Horas_Lavado[1] & " , " & $Horas_Lavado[2],
"TimeStamp, Funcionamiento, Horas, Minutos, Segundos")

$Horas_Funcionamiento_Cubirok_Pozzatto=0
$Horas_Funcionamiento_Lavado=0

$Wait(1000)

$updateDatabase=0
```

Codi 4. Codi font de la funció que registra les dades a la base de dades.

Aquesta funció s'executa cada dia a les 23:55 h i reinicialitza els comptadors pel dia següent.

6 Seguretat de la Planta

Quan es realitza una automatització d'un procés, un dels factors més importants és la seguretat que es realitzarà a la zona de treball, és molt important que la seguretat sigui estricta ja que s'ha d'evitat qualsevol perill que es pugui ocasionar a la zona on s'està realitzant el procés d'automatització.

En aquest cas el procés d'automatització estarà supervisat per un operari a la sala de control on està situat el Sistema SCADA fet que facilita la seguretat del procés ja que l'operari en tot moment té a la seva disposició una parada d'emergència al Sistema SCADA.

6.1 Elements de Seguretat i Utilitat

Per la seguretat d'aquest procés d'automatització s'han usat diferents elements que a continuació explicarem un a un i la seva funció dins el sistema de seguretat.

El primer element és els que ens indica l'estat dels cinc accessos en total que hi ha a les tres zones de la planta d'àrids. Aquest element s'instal·la a les portes d'accés per saber si està tancada o no i en cas d'estat tancada si està bloquejada o no.



Figura 32. Interruptor de seguretat.

Tant la senyal que ens envia de porta tancada o no i la senyal de porta bloquejada o no estaran indexades als mòduls de seguretat que més endavant veurem.

A més a més d'aquest element de seguretat, a cada un dels quadres hi ha instal·lada una parada d'emergència que realitza la mateixa la funció de para el subministrament elèctric de la zona afectada, és a dir en cas que es premi la parada d'emergència de la zona de rentat, tota la zona de rentat s'aturarà però la zona dels molins i la zona dels fangs seguirà en funcionament ja que són independent.



Figura 33. Parada d'emergència.

6. Seguretat de la Planta

En cas que es premi la parada d'emergència de la zona de fangs es pararia la zona de fangs i a més a més la zona de rentat ja que la zona de rentat depèn de l'aportació d'aigua de la bomba d'aigües clares i quan prems la parada d'emergència de la zona de fangs aquesta perd la tensió per tant no pot subministra aigua a la zona de rentat.

I finalment tenim un tercer element de seguretat que és un relé de seguretat que ens permet assegurar-nos que els interruptors de seguretat estan en el seu estat correcte (portes tancades) i un cop totes les portes estan tancades s'activa per bloquejar els interruptors i així evitar que es puguin obrir.



Figura 34. Imatge d'un relé de seguretat.

En cas que s'activi el relé de seguretat ens envia un senyal indicant que la seguretat està activada i correcta per poder començar el procés.

Totes les senyals dels diferents elements de seguretat arriben al PLC als diferents mòduls d'entrades de senyals digitals *safety*, i l'activació dels diferents relés de seguretat es realitza a través de senyals de sortida digitals *safety*, que a continuació veurem les seves indexacions.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
PE_Quadre_General_1	Booleà	%I24.0	Senyal que ens ve de la parada d'emergència del quadre general
PE_SubQuadre_Cinta_Mobil_1	Booleà	%I24.1	Senyal que ens ve de la parada d'emergència del quadre de la cinta mòbil que s'utilitza per canviar de lloc la cinta.
FC_Porta_1_1	Booleà	%I24.2	Senyal del final de carrera de la porta 1
FC_Porta_2_1	Booleà	%I24.3	Senyal del final de carrera de la porta 2
FC_Porta_3_1	Booleà	%I24.4	Senyal del final de carrera de la porta 3

6. Seguretat de la Planta

FC_Porta_4_1	Booleà	%I24.5	Senyal del final de carrera de la porta 4
FC_Porta_5_1	Booleà	%I24.6	Senyal del final de carrera de la porta 5
Lliure	Booleà	%I24.7	-
PE_Quadre_General_2	Booleà	%I25.0	Senyal doblada que ens ve de la parada d'emergència del quadre general
PE_SubQuadre_Cinta_Mobil_2	Booleà	%I25.1	Senyal doblada que ens ve de la parada d'emergència del quadre de la cinta mòbil que s'utilitza per canviar de lloc la cinta.
FC_Porta_1_2	Booleà	%I25.2	Senyal doblada del final de carrera de la porta 1
FC_Porta_2_2	Booleà	%I25.3	Senyal doblada del final de carrera de la porta 2
FC_Porta_3_2	Booleà	%I25.4	Senyal doblada del final de carrera de la porta 3
FC_Porta_4_2	Booleà	%I25.5	Senyal doblada del final de carrera de la porta 4
FC_Porta_5_2	Booleà	%I25.6	Senyal doblada del final de carrera de la porta 5
Lliure	Booleà	%I25.7	-

Taula 22. Indexació del primer mòdul de setze entrades de senyals digitals *safety* de la zona del rentat.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
PE_Botonera_1	Booleà	%I33.0	Senyal provinent de la parada d'emergència de la botonera que s'utilitza quan es realitzen manteniments.
P_Manteniment_Rentat_1	Booleà	%I33.1	Senyal del polsador que s'ha d'activar quan es vol realitzar un manteniment a la zona del rentat.
P_Manteniment_Molins_1	Booleà	%I33.2	Senyal del polsador que s'ha d'activar quan es vol realitzar un manteniment a la zona dels molins.

6. Seguretat de la Planta

Pulsador_1_Botonera	Booleà	%I33.3	Senyal del pulsador 1 de la botonera que s'utilitza quan es realitza manteniments.
Pulsador_2_Botonera	Booleà	%I33.4	Senyal del pulsador 2 de la botonera que s'utilitza quan es realitza manteniments.
Lliure	Booleà	%I33.5	-
Lliure	Booleà	%I33.6	-
Lliure	Booleà	%I33.7	-
PE_Botonera_2	Booleà	%I34.0	Senyal doblada provinent de la parada d'emergència de la botonera que s'utilitza quan es realitzen manteniments.
P_Manteniment_Rentat_2	Booleà	%I34.1	Senyal doblada del pulsador que s'ha d'activar quan es vol realitzar un manteniment a la zona del rentat.
P_Manteniment_Molins_2	Booleà	%I34.2	Senyal doblada del pulsador que s'ha d'activar quan es vol realitzar un manteniment a la zona dels molins.
Lliure	Booleà	%I34.3	-
Lliure	Booleà	%I34.4	-
Lliure	Booleà	%I34.5	-
Lliure	Booleà	%I34.6	-
Lliure	Booleà	%I34.7	-

Taula 23. Indexació del segon mòdul de setze entrades de senyals digitals *safety* de la zona del rentat.

En aquest mòdul s'ha utilitzat per connectar els pulsadors de la botonera que s'utilitza per realitzar els manteniment ja que quan es realitza un manteniment l'operari està dins de la zona on es realitza el procés i l'activació del pulsador s'ha de tracta de manera segura.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
Bobina_Porta_1	Booleà	%Q42.0	Senyal que s'utilitza per activar la bobina de l'interruptor de seguretat de la porta 1.

6. Seguretat de la Planta

Bobina_Porta_2	Booleà	%Q42.1	Senyal que s'utilitza per activar la bobina de l'interruptor de seguretat de la porta 2.
Bobina_Porta_3	Booleà	%Q42.2	Senyal que s'utilitza per activar la bobina de l'interruptor de seguretat de la porta 3.
Bobina_Porta_4	Booleà	%Q42.3	Senyal que s'utilitza per activar la bobina de l'interruptor de seguretat de la porta 4.

Taula 24. Indexació del primer mòdul de 4 sortides de senyals digitals *safety* de la zona del rentat.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
Bobina_Porta_5	Booleà	%Q48.0	Senyal que s'utilitza per activar la bobina de l'interruptor de seguretat de la porta 5.
Rele_Seguretat_Rentat_Canal_1	Booleà	%Q48.1	Senyal que s'utilitza per activar el canal 1 del relé de seguretat de la zona del rentat.
Rele_Seguretat_Rentat_Canal_2	Booleà	%Q48.2	Senyal que s'utilitza per activar el canal 2 del relé de seguretat de la zona del rentat.
Rele_Seguretat_Moli_Pozzato_Canal_1	Booleà	%Q48.3	Senyal que s'utilitza per activar el canal 1 del relé de seguretat de la zona del molí Pozzato.

Taula 25. Indexació del segon mòdul de 4 sortides de senyals digitals *safety* de la zona del rentat.

En aquest mòdul de sortides digitals *safety* de la zona de rentat també es realitza l'activació del canal 1 del relé de seguretat de la zona dels molins, en concret del relé de seguretat situat al quadre del molí Pozzato.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
Rele_Seguretat_Moli_Pozzato_Canal_2	Booleà	%Q76.0	Senyal que s'utilitza per activar el canal 2 del relé de seguretat de la zona del molí Pozzato.

6. Seguretat de la Planta

Rele_Seguretat_Moli_Cubiroc_Canal_1	Booleà	%Q76.1	Senyal que s'utilitza per activar el canal 1 del relé de seguretat de la zona del molí Cubi-roc.
Rele_Seguretat_Moli_Cubiroc_Canal_2	Booleà	%Q76.2	Senyal que s'utilitza per activar el canal 2 del relé de seguretat de la zona del molí Cubi-roc.
Lliure	Booleà	%Q76.3	-

Taula 26. Indexació del primer mòdul de 4 sortides de senyals digitals *safety* de la zona dels molins.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
PE_Quadre_Fangs_1	Booleà	%I54.0	Senyal que ens ve de la parada d'emergència del quadre de fangs.
Lliure	Booleà	%I54.1	-
Lliure	Booleà	%I54.2	-
Lliure	Booleà	%I54.3	-
PE_Quadre_Fangs_2	Booleà	%I54.4	Senyal doblada que ens ve de la parada d'emergència del quadre de fangs.
Lliure	Booleà	%I54.5	-
Lliure	Booleà	%I54.6	-
Lliure	Booleà	%I54.7	-

Taula 27. Indexació del mòdul de 4 entrades de senyals digitals *safety* de la zona de fangs.

Nom Variable	Tipus	Direcció	Descripció
Rele_Seguretat_Fangs_Canal_1	Booleà	%Q88.0	Senyal que s'utilitza per activar el canal 1 del relé de seguretat de la zona de fangs.
Rele_Seguretat_Fangs_Canal_2	Booleà	%Q88.1	Senyal que s'utilitza per activar el canal 2 del relé de seguretat de la zona de fangs.
Lliure	Booleà	%Q88.2	-
Lliure	Booleà	%Q88.3	-

Taula 28. Indexació del mòdul de 4 sortides de senyals digitals *safety* de la zona de fangs.

Fins aquí tenim controlades totes les senyals de tots els elements de seguretat que ens permeten garantir el correcte funcionament amb seguretat per evitar qualsevol tipus de perill que pugui sorgir.

7 Manteniment

En tots els processos industrials s'utilitzen dispositius que requereixen d'un manteniment per que realitzin correctament el seu funcionament, en aquest cas s'utilitzen motors elèctric i cintes transportadores que necessiten unes actuacions periòdicament per que tot funcioni de la manera desitjada.

Per poder realitzar aquestes tasques de manteniment, els operaris han d'accedir a la zona on estan ubicats els diferents dispositius i un cop s'hagi realitzat el manteniment aquest dispositiu s'ha de testejar, per tant ens trobem amb la situació que hi ha dispositius en funcionament i operaris a la zona on es realitza el procés.

Per reduir al màxim els possibles perills que ens podem trobar degut a la situació esmentada anteriorment s'ha disposat de diversos elements.

7.1 Elements Manteniment i Utilitat

El primer element que s'ha instal·lat als quadres elèctric són dos pulsadors que quan estan activats ens indiquen que la zona en concret està en manteniment. S'han instal·lat dos pulsadors, un per la zona del rentat i un altre per la zona dels molins.



Figura 35. Pulsador de la casa Schneider.

La senyal provinent d'aquests pulsadors està indexada a un mòdul de senyals d'entrada *safety* concretament al segon mòdul del rentat representat a la taula 23.

Si el posador està activat el programa del PLC ens permet realitzar certes accions que si el pulsador no està activat no ens permetria. Una de les principals accions que ens permet realitzar el sistema es obrir una porta sense que la seguretat del la planta es vegi afectada, fet que ens permet activar els motors d'un en un amb una porta oberta.

Aquesta activació dels motor es realitza mitjançant una botonera portàtil de la casa IMET, que compta amb diversos botons que permeten realitzar diferents funcions. La botonera disposa d'una parada d'emergència en cas que al realitzar la prova de funcionament del dispositiu on s'ha realitzat el manteniment no es comporta de la manera desitjada. A més a més aquesta botonera disposa d'un botó que permet l'activació del motor , aquest botó està configurat com un pulsador sense enclavament, és a dir, està activat mentre es prem el botó quan deixem de prémer es desactiva.

La botonera funciona mitjançant la tecnologia radio control i es comunica amb un receptor instal·lat a un quadre on rep les senyals de la botonera i les envia al mateix mòdul on el PLC rep l'estat dels pulsadors de manteniment, taula 23.



Figura 36. Imatge de la botonera IMET.

La resta de botons de la botonera que no s'utilitzen estan anul·lats per tal de prevenir qualsevol error.

Per poder realitzar un manteniment a qualsevol de les dues zones on es requereix una parada de la planta, s'ha de seguir un protocol per poder accedir correctament i que el sistema ens deixi activar/desactivar els diferents dispositius.

Primer de tot s'ha de desactivar tota la seguretat de la planta, incloent els relés de seguretat. Un cop s'ha realitzat aquesta tasca, s'ha d'activar el polsador de la zona on volem realitzar el manteniment i tornar a rearmar la seguretat.

Després de rearmar la seguretat s'ha d'indicar al Sistema SCADA que el mode de funcionament és el de manteniment i després d'això se li ha d'indicar a quin element s'està realitzant el manteniment.

Un cop s'ha indicat al Sistema SCADA que estem en mode manteniment i el dispositiu on es realitzen les tasques de manteniment, ens podem dirigir a qualssevol de les cinc portes per entrar a la zona.

En aquest cas quan tenim un polsador activat el sistema com hem dit ens permet obrir i tancar portes sense afectar la seguretat.

Quan arribem a la zona on està ubicat l'element on es realitza el manteniment clicarem qualsevol dels dos botons que té habilitats la botonera i veurem que s'activa el dispositiu i ja podríem detectar si s'ha realitzat el manteniment de manera correcta o no.

En cas que s'hagués de realitzar proves a un altre dispositiu on també s'han realitzat tasques de manteniment el sistema per seguretat ens obligarà a realitzar tots els passos.

Remarcar que la parada d'emergència de la botonera té la mateixa funcionalitat que les parades d'emergència instal·lades físicament als quadres i que les parades d'emergència situades al sistema SCADA.

8 Conclusions

Aquest treball de final de grau ha estat enfocat en la realització de l'automatització d'una planta d'àrids mitjançant tot tipus d'aparells elèctrics com poden ser variadors de freqüència, arrencadors suaus a més a més s'han utilitzat diferents tipus de mòduls depenent de la seva funció, un PLC i també s'ha desenvolupat un sistema SCADA.

Els principals problemes que ens podem trobar a l'hora de realitzar la posta en marxa és l'optimització del consum del floculant, ja que encara no s'han realitzat proves de floculació i no es sap certament si es necessitarà més o menys quantitat de floculant, però és pot variar fàcilment la quantitat mitjançant els paràmetres de la zona de fangs del sistema SCADA.

Pel que fa referència a possibles millores del sistema també es poden realitzar la funció que amb el sistema en funcionament automàtic, tant l'alimentador de la zona de fangs com de la zona dels molins es puguin aturar en cas que l'operar ho cregui oportú.

Personalment, crec que aquest projecte a nivell professional m'ha servit de molt ja que he pogut aprendre un altre tipus de llenguatge de programació com ha estat el llenguatge *ladder* (diagrames de blocs) que ha estat utilitzat per programar el PLC i a més he pogut realitzar unes petites pinzellades de Visual Basic per la realització d'scripts.

A més a més, he pogut experimentar que al món laboral ens podem trobar amb problemes que a priori en les programacions que havia realitzat a l'ensenyament no se m'havien ocorregut com poden ser els temps de les comunicacions que en aquest cas han sigut molt importants, ja que els temps de resposta d'alguns mòduls són realment lents i s'ha hagut de tenir en compte per evitar falsos errors.

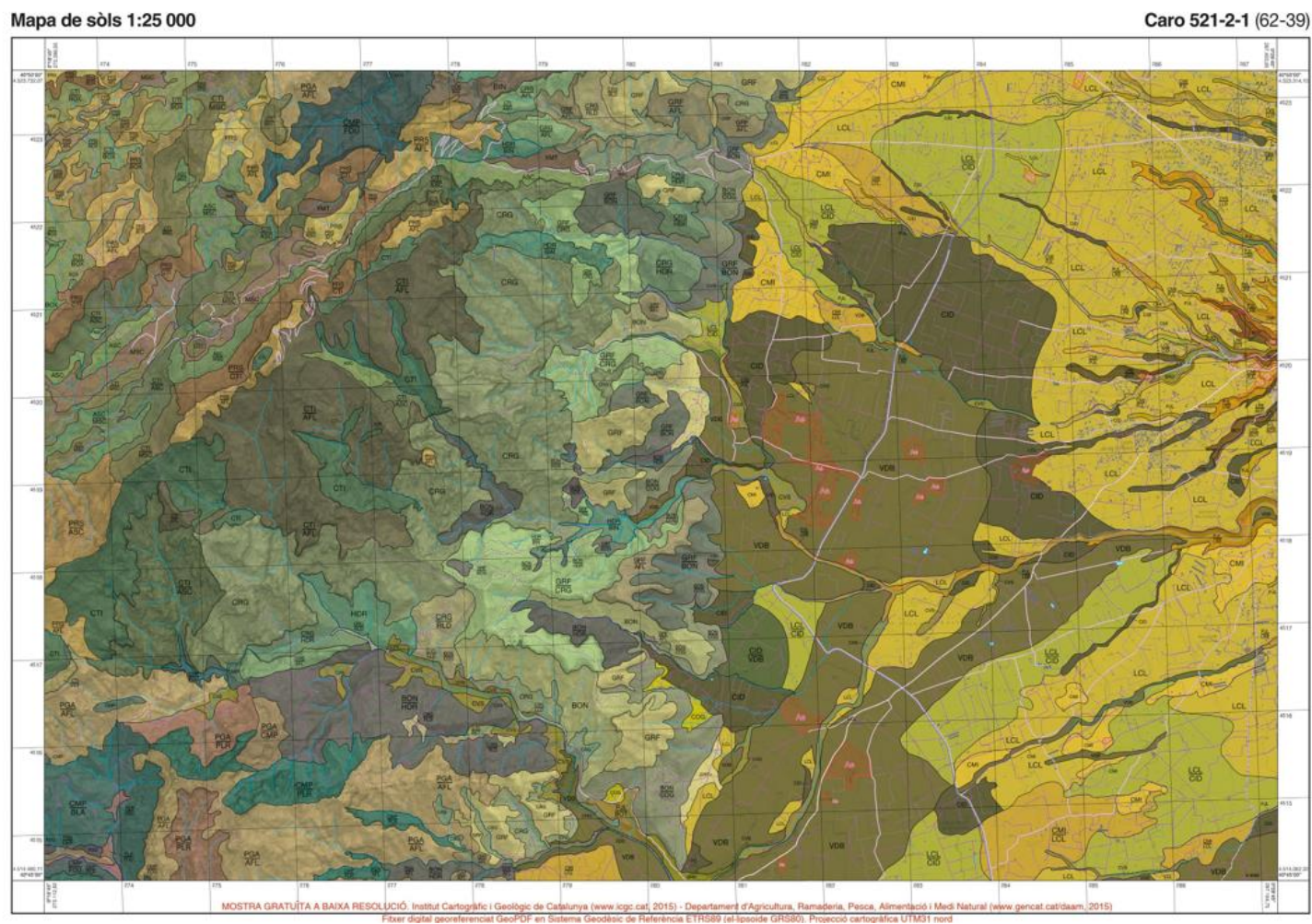
Finalment i referent a nivell personal dir que ha estat una gran experiència ja que durant la realització tant de la programació del PLC com del sistema SCADA he pogut gaudir de veure com poc a poc anaven encaixant les diferents peces del trencaclosques que al final s'ha aconseguit finalitzar satisfactòriament.

9 Bibliografia

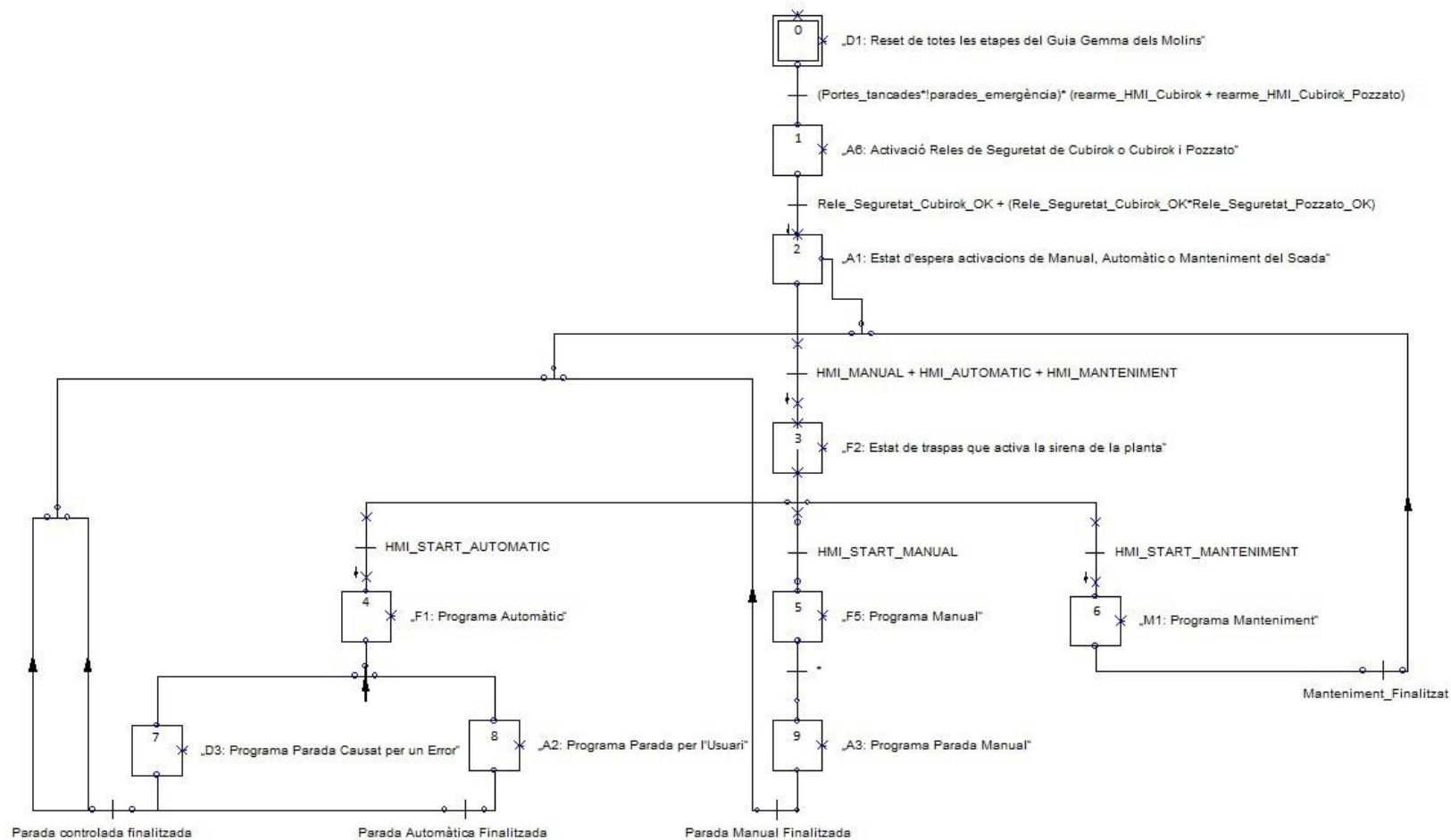
- Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, Atles Caro 521-2-1 (62-39)
- Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, Catàleg Valldebons
- Diccionari Multilingüe de la Ciència del sòl.
- <https://iguren.es/blog/como-funciona-un-arrancador-suave/>
- <https://new.siemens.com/global/en/products/automation.html/>
- <https://www.cursosaula21.com/profinet-que-es-y-como-funciona/>
- <https://profinetuniversity.com>
- <https://es.rs-online.com/web/>
- <https://www.se.com/ww/en/work/products/industrial-automation-control/>
- <http://esp.imetradioreMOTEcontrol.com>
- http://www.infoplC.net/files/documentacion/grafcet/infoPLC_net_Guia_GE MMA.pdf

10 Annexes

10.1 Annex 1. Mapa cartogràfic Caro 521-2-1 (62-39).



10.2 Annex 2. Graficet PLC.



Graficet que s'ha seguit per la programació del PLC.

10.3 Annex 3. Programa PLC

Fitxer Tia Portal V15.1

(<https://drive.google.com/drive/folders/1kK2It2TGcWI7IFnF18ozXcxB20JdGfEg?usp=sharing>)

10.4 Annex 4. Programa Sistema SCADA

Fitxer Indusoft Web Studio 8.1.5

(https://drive.google.com/drive/folders/1anYurlnAaWgRbbZL_7gIOYGuhH5fmduCZ?usp=sharing)

10.5 Annex 5. Fitxa Tècnica PLC

Hoja de datos

6ES7214-1AF40-0XB0



SIMATIC S7-1200F, CPU 1214 FC, CPU compacta DC/DC/DC, E/S INTEGRADAS: 14 DI 24 V DC; 10 DO 24 V DC; 2 AI 0-10V DC, alimentación: DC 20,4-28,8V DC, Memoria de programas/datos 125 KB

Información general	
Designación del tipo de producto	CPU 1214FC DC/DC/DC
Versión de firmware	V4.5
Ingeniería con	
• Paquete de programación	STEP 7 V17 o superior
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	
• 24 V DC	Sí
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección contra inversión de polaridad	Sí
Tensión de carga L+	
• Valor nominal (DC)	24 V
• Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
• Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	500 mA; Solo CPU
Consumo, máx.	1 500 mA; CPU con todos los módulos de ampliación
Intensidad de cierre, máx.	12 A; con 28,8 V
I _t	0,5 A ² ·s
Intensidad de salida	
Para bus de fondo (5 V DC), máx.	1 600 mA; máx. 5 V DC para SM y CM
Alimentación de sensores	
Alimentación de sensores 24 V	
• 24 V	L+ menos 4 V DC mín.
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	12 W
Memoria	
Memoria de trabajo	
• integrada	125 kbyte
• ampliable	No
Memoria de carga	
• integrada	4 Mbyte
• enchufable (SIMATIC Memory Card), máx.	con SIMATIC Memory Card
Respaldo	
• existente	Sí
• libre de mantenimiento	Sí
• sin pila	Sí

<https://support.industry.siemens.com/cs/pd/555486?pdtdi=pi&dl=es&lc=es-WW>

10.6 Annex 6. Fitxa Tècnica Mòdul d'Interfície PROFINET

Hoja de datos

6ES7155-6AU01-0BN0



SIMATIC ET 200SP, Mòdul de interfaz PROFINET IM 155-6PN estàndar, màx. 32 mòduls de perifèria, y 16 mòduls ET 200AL, Single Hot Swapping, incl. mòdul de servidor (6ES7193-6PA00-0AA0).

Información general	
Designación del tipo de producto	IM 155-6 PN ST
Versión funcional del HW	FS03 o superior
Versión de firmware	
<ul style="list-style-type: none"> Es posible actualizar el FW. 	Sí
Función del producto	
<ul style="list-style-type: none"> Datos de I&M 	Sí; I&M0 a I&M3
<ul style="list-style-type: none"> Cambio de módulo durante el funcionamiento (Hot-Swapping) 	Sí; Single Hot-Swapping
<ul style="list-style-type: none"> Modo isócrono 	No
Ingeniería con	
<ul style="list-style-type: none"> STEP 7 TIA Portal configurable/integrado desde versión 	V14
<ul style="list-style-type: none"> STEP 7 configurable/integrado desde versión 	V5.5 SP4 o sup.
<ul style="list-style-type: none"> PROFINET, versión GSD/revisión GSD o sup. 	V2.3 / -
Control de la configuración	
vía registro	Sí
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección contra inversión de polaridad	Sí
Protección contra cortocircuito	Sí
Puenteo de caídas de red y tensión	
<ul style="list-style-type: none"> Puenteo de caídas de red/de tensión 	10 ms
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	450 mA
Consumo, máx.	550 mA
Intensidad de cierre, máx.	3,7 A
I_t	0,09 A ² ·s
Potencia	
Potencia de alimentación al bus de fondo	4,5 W
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	1,9 W
Área de direcciones	
Espacio de direcciones por módulo	
<ul style="list-style-type: none"> Espacio de direcciones por módulo, máx. 	256 byte; Por entrada/salida
Espacio de direcciones por estación	
<ul style="list-style-type: none"> Espacio de direcciones por estación, máx. 	512 byte; En función de la configuración

<https://support.industry.siemens.com/cs/pd/1024785?pdti=pi&dl=es&lc=es-WW>

10.7 Annex 7. Fitxa Tècnica Mòdul Entrades Digitals No Safety

Hoja de datos

6ES7131-6BH01-0BA0



SIMATIC ET 200SP, mòdul de entrades digitals, DI 16x 24V DC Standard, tip de entrada 3 (CEI 61131), Sink Input, (PNP, tip p), embalaje 1 pieza, apto para tip de UB A0, código de color CC00, retardo de entrada 0,05..20ms; diagnóstico de mòdul para: rotura hilo, tensión de alimentación

Información general	
Designación del tipo de producto	DI 16x24VDC ST
Versión funcional del HW	FS02 o superior
Versión de firmware	V0.0
<ul style="list-style-type: none"> Es posible actualizar el FW. 	No
BaseUnits utilizables	BU tipo A0
Código de color para etiqueta de identificación por color de mòdul	CC00
Función del producto	
<ul style="list-style-type: none"> Datos de I&M Modo isócrono 	Sí; I&M0 a I&M3 No
Ingeniería con	
<ul style="list-style-type: none"> STEP 7 TIA Portal configurable/integrado desde versión STEP 7 configurable/integrado desde versión PCS 7 configurable/integrada desde versión PROFIBUS, versión GSD/revisión GSD o sup. PROFINET, versión GSD/revisión GSD o sup. 	V14 V5.5 SP3 V8.1 SP1 un archivo GSD respectivamente con revisión 3 y 5 o sup. GSDML V2.3
Modo de operación	
<ul style="list-style-type: none"> DI Contadores Sobremuestreo MSI 	Sí No No No
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección contra inversión de polaridad	Sí
Intensidad de entrada	
Consumo, máx.	90 mA
Alimentación de sensores	
Alimentación de sensores 24 V	
<ul style="list-style-type: none"> 24 V 	No
Pérdidas	
Pérdidas, tip.	1,7 W
Área de direcciones	
Espacio de direcciones por mòdul	
<ul style="list-style-type: none"> Entradas 	2 byte; + 2 bytes para QI (Quality Information)
Configuración del hardware	

<https://support.industry.siemens.com/cs/pd/1075391?ptdi=pi&dl=es&lc=es-WW>

10.8 Annex 8. Fitxa Tècnica Mòdul Sortides Digitals No Safety

Hoja de datos

6ES7132-6BF01-0BA0



SIMATIC ET 200SP, mòdul de salidas digitales, DQ 8x 24V DC/0,5A Standard, Source Output (PNP,manobra p) embalaje 1 pieza, apto para tipo de UB A0, código color CC02, salida valor sustitutivo, diagnóstico de módulo para: cortocircuito a L+ y M, rotura hilo, tensión de alimentación

Información general	
Designación del tipo de producto	DQ 8x24VDC/0,5A ST
Versión funcional del HW	FS02 o superior
Versión de firmware	V0.0
<ul style="list-style-type: none"> Es posible actualizar el FW. 	No
BaseUnits utilizables	BU tipo A0
Código de color para etiqueta de identificación por color de módulo	CC02
Función del producto	
<ul style="list-style-type: none"> Datos de I&M Modo isócrono 	Sí; I&M0 a I&M3 No
Ingeniería con	
<ul style="list-style-type: none"> STEP 7 TIA Portal configurable/integrado desde versión STEP 7 configurable/integrado desde versión PCS 7 configurable/integrada desde versión PROFIBUS, versión GSD/revisión GSD o sup. PROFINET, versión GSD/revisión GSD o sup. 	V14 V5.5 SP3 o sup. V8.1 SP1 un archivo GSD respectivamente con revisión 3 y 5 o sup. GSDML V2.3
Modo de operación	
<ul style="list-style-type: none"> DQ DQ con función de ahorro energético PWM Sobremuestreo MSO 	Sí No No No No
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección contra inversión de polaridad	Sí
Intensidad de entrada	
Consumo, máx.	35 mA; sin carga
tensión de salida / título	
Valor nominal (DC)	24 V
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	1 W
Área de direcciones	
Espacio de direcciones por módulo	
<ul style="list-style-type: none"> Espacio de direcciones por módulo, máx. 	1 byte; + 1 byte para QI (Quality Information)
Configuración del hardware	

<https://support.industry.siemens.com/cs/pd/1075395?ptdi=0&lc=es-ww>

10.9 Annex 9. Fitxa Tècnica Mòdul Entrades Analògiques No Safety

Hoja de datos

6ES7134-6GD01-0BA1



SIMATIC ET 200SP, mòdul de entrades analògiques, AI 4xI 2-/4-Wire Standard, 1 unid. per paquet, còdigo de color CC00, còdigo color CC03, diag. mòdul, 16bit, +/-0,3%.

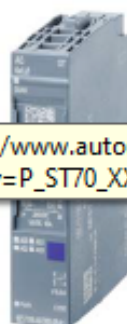
Información general	
Designación del tipo de producto	AI 4xI 2-/4-wire ST
Versión funcional del HW	FS02 o superior
Versión de firmware	Sí
• Es posible actualizar el FW.	
BaseUnits utilizables	BU tipo A0, A1
Código de color para etiqueta de identificación por color de módulo	CC03
Función del producto	
• Datos de I&M	Sí; I&M0 a I&M3
• Modo isócrono	No
• Rango de medida escalable	No
Ingeniería con	
• STEP 7 TIA Portal configurable/integrado desde versión	V14 / -
• STEP 7 configurable/integrado desde versión	V5.6 o superior
• PCS 7 configurable/integrada desde versión	V8.1 SP1
• PROFIBUS, versión GSD/revisión GSD o sup.	un archivo GSD respectivamente con revisión 3 y 5 o sup.
• PROFINET, versión GSD/revisión GSD o sup.	GSDML V2.3
Modo de operación	
• Sobremuestreo	No
• MSI	No
CiR - Configuration in RUN	
Posibilidad de reparametrizar en RUN	Sí
Calibración posible en RUN	No
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección contra inversión de polaridad	Sí
Intensidad de entrada	
Consumo, máx.	37 mA; Sin alimentación de sensores
Alimentación de sensores	
Alimentación de sensores 24 V	
• 24 V	Sí
• Protección contra cortocircuito	Sí
• Intensidad de salida, máx.	20 mA; Máx. 50 mA por canal durante < 10 s
Pérdidas	
Pérdidas, tip.	0,85 W; sin tensión de alimentación de sensores

<https://support.industry.siemens.com/cs/pd/1091574?ptdi=pi&dl=es&lc=es-WW>

10.10 Annex 10. Fitxa Tècnica Mòdul Sortides Analògiques No Safety

Hoja de datos

6ES7135-6HD00-0BA1



SIMATIC ET 200SP, mòdul de salida analògic, AQ 4xUI estàndar, adequat per tipus de BU A0, A1, còdigo de color CC00, diagnòstic de mòdul, 16 bits, +/-0,3 %

https://www.automation.siemens.com/bilddb/index.aspx?objKey=P_ST70_XX_05972

Información general	
Designación del tipo de producto	AQ 4xUI ST
Versión funcional del HW	FS07 o superior
BaseUnits utilizables	BU tipo A0, A1
Código de color para etiqueta de identificación por color de módulo	CC00
Función del producto	
• Datos de I&M	Sí; I&M0 a I&M3
• Modo isócrono	No
• Rango de salida escalable	No
Ingeniería con	
• STEP 7 TIA Portal configurable/integrado desde versión	V11 SP2/V13
• STEP 7 configurable/integrado desde versión	V5.5 SP3/-
• PCS 7 configurable/integrada desde versión	V8.1 SP1
• PROFIBUS, versión GSD/visión GSD o sup.	un archivo GSD respectivamente con revisión 3 y 5 o sup.
• PROFINET, versión GSD/visión GSD o sup.	GSDML V2.3
Modo de operación	
• Sobremuestreo	No
• MSO	No
CiR - Configuration in RUN	
Posibilidad de reparametrizar en RUN	Sí
Calibración posible en RUN	No
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección contra inversión de polaridad	Sí
Intensidad de entrada	
Consumo, máx.	150 mA
Pérdidas	
Pérdidas, tip.	1,5 W
Área de direcciones	
Espacio de direcciones por módulo	
• Espacio de direcciones por módulo, máx.	8 byte; + 1 byte para QI (Quality Information)
Configuración del hardware	
Codificación automática	
• Tipo de elemento codificador mecánico	Tipo A
Salidas analógicas	

<https://support.industry.siemens.com/cs/pd/510965?ptdi=pi&dl=es&lc=es-WW>

10.11 Annex 11. Fitxa Tècnica Mòdul Entrades Digitals Safety

Hoja de datos

6ES7226-6BA32-0XB0


SIMATIC S7-1200, mòdul de entrades digitals SM 1226, F-DI 16x DC 24V, PROFIsafe, ancho 70 mm, hasta PL e (ISO 13849-1) SIL3 (IEC 61508)

Información general	
Designación del tipo de producto	SM 1226, F-DI 16x24 VDC
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
se necesita una alimentación conforme con NEC Class 2	No
Intensidad de entrada	
de bus de fondo 5 V DC, máx.	155 mA; Consumo de corriente (bus SM, 5 V DC): 155 mA
Entradas digitales	
• de la tensión de carga L+ (sin carga), máx.	130 mA; 130 mA + 6 mA/ entrada usada + cualquier corriente Vs1/Vs2 usada
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	7 W
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	16; 16 (1oo1) or 8 (1oo2); Nota: Es posible configurar cada par de entradas "a.x" y "b.x" como un canal simple (1oo2) o como 2 canales (1oo1) separados.
Número de entradas atacables simultáneamente	
Posición de montaje horizontal — hasta 50 °C, máx.	16; 16 entradas a 55 °C en horizontal
Posición de montaje vertical — hasta 40 °C, máx.	16; 16 entradas a 45 °C en vertical
Tensión de entrada	
• para señal "0"	-30 V DC a +5 V DC
• para señal "1"	15 V DC a 30 V DC
Intensidad de entrada	
• para señal "0", máx. (intensidad de reposo admisible)	0,5 mA
• para señal "1", típ.	5 mA
Retardo a la entrada (a tensión nominal de entrada)	
para entradas estándar — parametrizable	Sí; 0,8 / 1,6 / 3,2 / 6,4 / 12,8 ms
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	200 m; Sin apantallar con tiempo de filtro en entrada de 1,6 ms a 12,6 ms (con un retardo de entrada de 0,8 ms, para entradas digitales y la alimentación de sensores es necesario usar cables apantallados)
• no apantallado, máx.	200 m; Apantallados con tiempo de filtro en entrada de 0,8 ms a 12,6 ms (con un retardo de entrada de 0,8 ms, para entradas digitales y la alimentación de sensores es necesario usar cables apantallados)
Alarmas/diagnósticos/información de estado	

<https://support.industry.siemens.com/cs/pd/555488?ptdi=pi&dl=es&lc=es-WW>

10.12 Annex 12. Fitxa Tècnica Mòdul Entrades Digitals Safety

Hoja de datos

6ES7226-6DA32-0XB0



SIMATIC S7-1200, módulo de salidas digitales SM 1226, F-DQ 4x DC 24V 2 A, PROFIsafe, ancho 70 mm, hasta PL e (ISO 13849-1)/ SIL3 (IEC 61508)

Información general	
Designación del tipo de producto	SM 1226 F-DQ 4x 24 VDC
Tensión de alimentación	
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
se necesita una alimentación conforme con NEC Class 2	No
Intensidad de entrada	
de bus de fondo 5 V DC, máx.	125 mA
Salidas digitales	
• de la tensión de carga L+, máx.	170 mA
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	8 W
Salidas digitales	
Número de salidas	4
• En grupos de	1
Protección contra cortocircuito	Sí
Poder de corte de las salidas	
• con carga resistiva, máx.	30 Hz
• con carga tipo lámpara, máx.	10 Hz
Tensión de salida	
• Valor nominal (DC)	24 V
Intensidad de salida	
• para señal "1" valor nominal	2 A
• para señal "1" rango admisible, máx.	10 mA a 2,4 A
• para señal "0" intensidad residual, máx.	conmut. P: 0,5 mA, máxima, conmut. M: 0,5 mA, máxima
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	200 m
• no apantallado, máx.	200 m
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
LED señalizador de diagnóstico	
• para el estado de las salidas	Sí
Grado de protección y clase de protección	
Grado de protección IP	IP20
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
cULus	Sí
Homologación FM	Sí
Clase de seguridad máx. alcanzable operando en modo de seguridad	
• Performance Level según ISO 13849-1	Categoría 4, PL e

<https://support.industry.siemens.com/cs/pd/555484?pdtdi=pi&dl=es&lc=es-WW>

10.13 Annex 13. Fitxa Tècnica Arrancador Suau



Altistart 48 - Arrancador suave para motores asíncronos- ATS48 - 57 A - 230..415V - 11..55KW

ATS48D62Q

Principal

Gama de producto	Altistart 48
Tipo de producto o componente	Arrancador suave
Destino del producto	Motores asíncronos
Aplicación específica de producto	Cargas pesadas y bombeo
Nombre corto del dispositivo	ATS48
Categoría de empleo	AC-53A
Ue power supply voltage	230...415 V - 15...10 %
Power supply frequency	50...60 Hz - 5...5 %
Potencia del motor en kW	55 kW en 400 V conexión a los terminales delta motor p/ aplicaciones estándares 11 kW en 230 V conexión en la línea de suministro de motor p/ aplicaciones severas 16 kW en 230 V conexión en la línea de suministro de motor p/ aplicaciones estándares 22 kW en 230 V conexión a los terminales delta motor p/ aplicaciones severas 22 kW en 400 V conexión en la línea de suministro de motor p/ aplicaciones severas 30 kW en 230 V conexión a los terminales delta motor p/ aplicaciones estándares 30 kW en 400 V conexión en la línea de suministro de motor p/ aplicaciones estándares 45 kW en 400 V conexión a los terminales delta motor p/ aplicaciones severas

Complementario

Conexión de dispositivo en env	A los term. delta motor En la línea sumin. motor
Tipo de protección	Fallo de fase, estado 1 línea Protección térmica, estado 1 motor Protección térmica, estado 1 arranc.
Normas	ENIEC 60947-4-2
Certificaciones de producto	TCF CSA DNV UL C-Tick NOM 117 CCC SEPRO GOST
Marcado	CE
Número de entrada digital	5
Entrada discreta	PTC, 750 Ohm en 25 °C - tipo de cable: Par, Ejec, LI3, LI4) lógica, <= 8 mA 4300 Ohm
Entrada lógica	Lógica positiva Par, Ejec, LI3, LI4 durante < 5 V y L/R = <= 2 mA en estado 0: > 11 V, >= 5 mA

<https://www.se.com/es/es/product/ATS48D62Q/altistart-48-arrancador-suave-para-motores-asincronos-ats48-57-a-230-415v-11-55kW/?range=689-altistart-48&selected-node-id=12143538982>

10.14 Annex 14. Fitxa Tècnica Variador de Freqüència

SIEMENS

Hoja de medición y de datos SINAMICS G120C
Data sheet for SINAMICS G120C

Referencia : 6SL3210-1KE13-2UF2
Article No. :



Número de pedido del cliente :
Client order no. :
Nº. de pedido Siemens :
Order no. :
Número de oferta :
Offer no. :
Nota :
Remarks :

Nº. de ítem :
Item no. :
Número de envío :
Consignment no. :
Proyecto :
Project :

Datos asignados Rated data

Entrada Input

Número de fases Number of phases	3 AC
Tensión de red Line voltage	380 ... 480 V +10 % -20 %
Frecuencia de red Line frequency	47 ... 63 Hz
Intensidad asignada (LO) Rated current (LO)	4,10 A
Intensidad asignada (HO) Rated current (HO)	3,20 A

Salida Output

Número de fases Number of phases	3 AC	
Tensión asignada Rated voltage	400V IEC	480V NEC ¹⁾
Potencia asignada (LO) Rated power (LO)	1,10 kW	1,50 hp
Potencia asignada (HO) Rated power (HO)	0,75 kW	1,00 hp
Intensidad asignada (LO) Rated current (LO)	3,10 A	
Intensidad asignada (HO) Rated current (HO)	2,20 A	
Intensidad asignada (IN) Rated current (IN)	3,20 A	
Intensidad de salida, máx. Max. output current	4,40 A	
Frecuencia de pulsación Pulse frequency	4 kHz	
Frec. de salida con regul. vectorial Output frequency for vector control	0 ... 240 Hz	
Frec. de salida con regulación por U/f Output frequency for V/f control	0 ... 550 Hz	

Capacidad de sobrecarga Overload capability

Low Overload (LO) Low Overload (LO)

150 % de corriente de carga base IL durante 3 s, seguida por 110 % de corriente de carga base IL durante 57 s durante un tiempo de ciclo de 300 s
150 % base load current IL for 3 s, followed by 110 % base load current IL for 57 s in a 300 s cycle time

High Overload (HO) High Overload (HO)

200 % de corriente de carga base IH durante 3 s, seguida por 150 % de corriente de carga base IH durante 57 s durante un tiempo de ciclo de 300 s
200 % base load current IH for 3 s, followed by 150 % base load current IH for 57 s in a 300 s cycle time

Datos técnicos generales General tech. specifications

Factor de potencia λ Power factor λ	0,70 ... 0,85
Factor de desfasaje $\cos \varphi$ Offset factor $\cos \varphi$	0,95
Rendimiento η Efficiency η	0,97
Nivel de presión acústica LpA (1m) Sound pressure level (1m)	49 dB
Pérdidas Power loss	48,1 W
Clase de filtro (integrado) Filter class (integrated)	Sin filtro Unfiltered

Comunicación Communication

Comunicación Communication	PROFINET, EtherNet/IP PROFINET, EtherNet/IP
-------------------------------	--

<https://mall.industry.siemens.com/mall/es/es/Catalog/Product/6SL3210-1KE13-2UF2>

10.15 Annex 15. Fitxa Tècnica Relé de Seguretat

Engineering

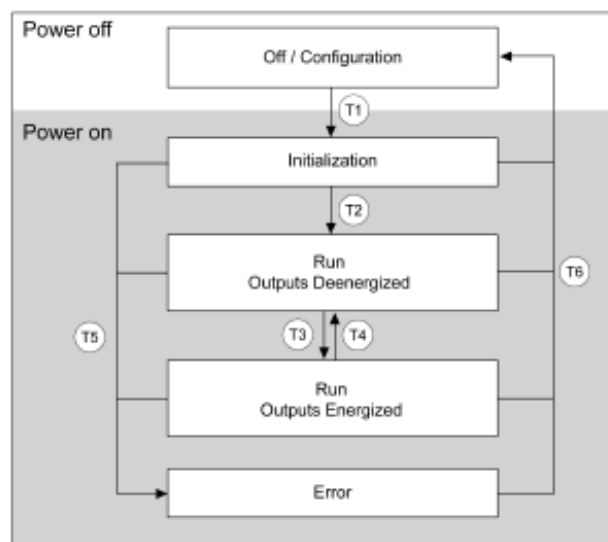
Basic Principles of Operation

Introduction

The following sections provide basic information on the principles of operation of the device to assist you in engineering your application function.

Operating States

The following graphic illustrates the operating states and state transitions of the device:



Operating state	Description	In defined safe state
Off / Configuration	Configuration only possible in this operating state	Yes
Initialization	Self-tests	Yes
Run: Outputs Deenergized	Regular operation with safety-related function active	Yes
Run: Outputs Energized	Regular operation with safety-related function not active	No
Error	Error detected	Yes

NOTE: See the chapter Data Functional Safety (see page 24) for the defined safe state of the device.

State Transitions

State transition	Condition
T1	<ul style="list-style-type: none"> Power on
T2	<ul style="list-style-type: none"> Initialization successful Switch on delay has passed
T3	<ul style="list-style-type: none"> Start condition fulfilled (for example, automatic start or manual start with start button pressed) Safety-related inputs activated For application functions with signal interlock monitoring: no signal interlock condition For application functions with synchronization: synchronization time requirements met
T4	<ul style="list-style-type: none"> Safety-related inputs deactivated (corresponds to triggering of the safety-related function)
T6	<ul style="list-style-type: none"> Error detected on

<https://www.se.com/es/es/product/XPSUAF13AP/preventa-xps-universal-módulo-seguridad-uaf-categoria-4-24v-tornillo/>

10.16 Annex 16. Fitxa Tècnica Contactor Elèctric



Contactor TeSys D - 3P(3 NA) - AC-3 - <= 440 V 9 A - 230 V CA bobina

LC1D09P7

Principal

Gama	TeSys TeSys Deca
Nombre del producto	TeSys D TeSys DF
Tipo de producto o componente	Conector
Nombre corto del dispositivo	LC1D
Aplicación del contactor	Carga resistiva Control del motor
Categoría de empleo	AC-4 AC-1 AC-3 AC-4
Número de polos	3P
Power pole contact composition	3 NA
[Ue] Tensión nominal de empleo	Circuito de alimentación, estado 1 <= 690 V AC 25...400 Hz Circuito de alimentación, estado 1 <= 300 V corriente continua
[Ie] Corriente nominal de empleo	9 A 60 °C) en <= 440 V AC AC-3 para circuito de alimentación 25 A 60 °C) en <= 440 V AC AC-1 para circuito de alimentación 9 A 60 °C) en <= 440 V AC AC-4 para circuito de alimentación
Potencia del motor en kW	2,2 kW en 220...230 V AC 50/60 Hz - tipo de cable: AC-3) 4 kW en 380...400 V AC 50/60 Hz - tipo de cable: AC-3) 4 kW en 415...440 V AC 50/60 Hz - tipo de cable: AC-3) 5,5 kW en 500 V AC 50/60 Hz - tipo de cable: AC-3) 5,5 kW en 660...690 V AC 50/60 Hz - tipo de cable: AC-3) 2,2 kW en 400 V AC 50/60 Hz - tipo de cable: AC-4) 2,2 kW en 220...230 V AC 50/60 Hz - tipo de cable: AC-4) 4 kW en 380...400 V AC 50/60 Hz - tipo de cable: AC-4) 4 kW en 415...440 V AC 50/60 Hz - tipo de cable: AC-4) 5,5 kW en 500 V AC 50/60 Hz - tipo de cable: AC-4) 5,5 kW en 660...690 V AC 50/60 Hz - tipo de cable: AC-4)
Motor power HP (UL / CSA)	1 hp en 230/240 V AC 50/60 Hz para 1 fase motor 2 hp en 200/208 V AC 50/60 Hz para 3 fases motor 2 hp en 230/240 V AC 50/60 Hz para 3 fases motor 5 hp en 460/480 V AC 50/60 Hz para 3 fases motor 7,5 hp en 575/600 V AC 50/60 Hz para 3 fases motor 0,33 hp en 115 V AC 50/60 Hz para 1 fase motor
Tipo de circuito de control	CA en 50/60 Hz
[Uc] tensión de circuito de control	230 V AC 50/60 Hz
Composición de los contactos auxiliares	1 NA + 1 NC
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV acorde a IEC 60947

<https://www.se.com/es/es/product/LC1D09P7/contactor-tesys-d-3p3-na-ac3-440-v-9-a-230-v-ca-bobina/>

10.17 Annex 17. Fitxa Tècnica Disjuntor-Motor Magneto-Tèrmic



Disjuntor-motor magnetotèrmic GV2ME - 1,6/2,5A

GV2ME07

Principal

Gama de producte	TeSys GV2
Gama	TeSys Deca TeSys Deca
Nombre corto del dispositivo	GV2ME
Nombre del producto	TeSys GV2 TeSys DF
Tipo de producto o componente	Protector de circuito de motor
Aplicación del dispositivo	Protección del motor
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético

Complementario

Número de polos	3P
Tipo de red	AC
Categoría de empleo	AC-3 acorde a IEC 60947-4-1 Categoría A acorde a En> 60 A
Frecuencia de red	60/60 Hz acorde a IEC 60947-4-1
Modo de fijación	Caril DIN simétrico de 36 mm, estado 1 encliquetado Panel, estado 1 atornillado - tipo de cable: con placa adaptadora)
Posición de funcionamiento	Cualquier posición
Potencia del motor en kW	0,75 kW en 400/415 V AC 60/60 Hz 1,1 kW en 500 V AC 60/60 Hz 1,6 kW en 690 V AC 60/60 Hz
Capacidad de corte	100 kA Icu en 230/240 V AC 60/60 Hz acorde a En> 60 A 100 kA Icu en 400/415 V AC 60/60 Hz acorde a En> 60 A 100 kA Icu en 440 V AC 60/60 Hz acorde a En> 60 A 100 kA Icu en 500 V AC 60/60 Hz acorde a En> 60 A 3 kA Icu en 690 V AC 60/60 Hz acorde a En> 60 A
[Ics] poder de corte de servicio nominal en cortocircuito	100 % en 500 V AC 60/60 Hz acorde a En> 60 A 100 % en 230/240 V AC 60/60 Hz acorde a En> 60 A 100 % en 440 V AC 60/60 Hz acorde a En> 60 A 100 % en 400/415 V AC 60/60 Hz acorde a En> 60 A 75 % en 690 V AC 60/60 Hz acorde a En> 60 A
Tipo de control	Pulsador
[In] Corriente nominal	2,5 A
Thermal protection adjustment range	1,6...2,5 A

<https://www.se.com/es/es/product/GV2ME07/disjuntormotor-magnetotèrmic-gv2me-16-25a/>

10.18 Annex 18. Fitxa Tècnica Final de Carrera



Final de carrera xckp – filamento resorte - 1 nc + 1 no

XCKP2106P16

Principal

Gama de producto	Interruptores de vacío y presión industriales NEMA de Telemecanique
Nombre de serie	Formato estándar
Tipo de producto o componente	Interruptor limitador
Nombre corto del dispositivo	XCKP
Diseño del detector	Compacto
Tipo de cuerpo	Fijo
Tipo de cabeza	Cabeza multidireccional
Material	Plástico
Material del cuerpo	Plástico
Material de la cabeza	Zamak
Modo de fijación	Mediante el cuerpo
Movimiento cabezal funcionam.	Multidireccional
Tipo de operador	Patillas de contacto de retorno de resorte
Tipo de aproximación	Enfoque multidireccional
Número de polos	2
Tipo y composición de contactos	1 NC + 1NA
Funcionamiento de contacto	Acción rápida

Complementario

Accionamiento de interruptor	Por cualquier parte móvil
Consecutivo, seguido, continuo, adosado	Terminales abraz. fijac., capacid sujeción: 1 x 0.34...2 x 1.5 mm ²
Entrada de cable	1 entrada roscada para pasacables M16 x 1,5, diámetro ext cable: 4...8 mm
Forma aislamiento de contactos	Zb

<https://www.se.com/es/es/product/XCKP2106P16/osisense-xc-standard-final-de-carrera-xckp-filamento-resorte-1-nc-+-1-no/>

10.19 Annex 19. Fitxa Tècnica Interruptor Flotador



LVFSN1W10
FLOAT SWITCH FOR GREY WATER, NEOPRENE CABLE, 10MT LONG



Product designation	Float switches for grey water		
Product type designation	LVFSN1		
Function	Emptying or filling function		
Counterweights			
Counterweight	External (provided with the float switch)		
Activation angle	45°		
Relay outputs			
Number of relays	N°	1	
Contact arrangement	1 changeover contact C/O-SPDT		
Rated operational voltage AC (IEC)	VAC	250	
Contact ratings	AC1 10A 250VAC AC15 8A 250VAC		
Connections			
Maximum cable length	m / ft	10	
Ambient conditions			
Temperature			
Operating temperature		max	°C +50
Storage temperature		max	°C 80
Maximum operating pressure	bar		3
Maximum installation depth	m		30
Housing			
Cable material	Neoprene H07 RN-FX31		
Float casing material	Polypropylene		
IEC degree of protection	IP68		
Weight	g		1510

<https://www.lovatoelectric.com/LVFSN1W10/LVFSN1W10/snp>

10.20 Annex 20. Fitxa Tècnica Interruptor de Seguretat



Interruptor seguridad plástico xcspa - 1 nc + 1 no - parada lenta- 1 entrada roscada m16

XCSPA592

Principal

Gama de producto	Inicio TE
Tipo de producto o componente	Interruptor de seguridad
Nombre de componente	XCSPA
Diseño	Compacto
Material	Plástico
Tipo de cabeza	Cabeza de revólver de funcionamiento con chave
Tipo y composición de contactos	1 NC + 1NA
Funcionamiento de contacto	Abertura lenta, break before make
Entrada de cable	1 entrada roscada para M16 x 1,5
Diámetro exterior del cable	7...10 mm
Consecutivo, seguido, continuo, adosado	Terminal, capacid sujeción: 1 x 0,5...2 x 1,5 mm ² con o sin extremo de cable
Número de polos	2
Descripción de las opciones de bloqueo	Sin bloqueo de actuador

Complementario

Aislamiento	Aislamien doble
Apertura positiva	Con contacto NC
Durabilidad mecánica	1000000 ciclos
Fuerza mínima para apertura positiva	15 N
Velocidad de accionamiento mín	0,01 m/s
Velocidad de accionamiento máx	0,5 m/s

<https://www.se.com/es/es/product/XCSPA592/preventa-xcs-interruptor-seguridad-plástico-xcspa-1-nc-+-1-no-parada-lenta-1-entrada-roscada-m16/>

10.21 Annex 21. Fitxa Tècnica Relé d'un Contacte Obert



Relé 1co 10a+botón test 230vac

RXG11P7

Principal

Gama de producto	Relés electromecánicos Harmony
Nombre de serie	Reles de interface
Tipo de producto o componente	Reles de conexión
Nombre corto del dispositivo	RXG (([*]))
Tipo y composición de contactos	1 C/O

Complementario

LED de estado	Sin
Material de los contactos	Silver alloy (AgSnO2In2O3) (([*]))
Maximum contact resistance	100 mOhm
Corriente térmica nominal	10 A en -40...55 °C
[Ie] Corriente nominal de empleo	10 A en 30 V - tipo de cable: DC-1) acorde a UL 10 A en 30 V - tipo de cable: DC-1) acorde a IEC 10 A en 250 V - tipo de cable: AC-1) acorde a IEC 10 A en 250 V - tipo de cable: AC-1) acorde a UL
Tensión máxima de conmutación	250 V AC 30 V corriente continua
2 abrazaderas	10 A en 250 V AC
Capacidad de conmutación máxima	2500 VA
Capacidad mínima de conmutación	500 mW en 100 mA, 5 V corriente continua
Tasa de funcionamiento	<- 1800 c/cycles/hour (([*])) en carga <- 18000 c/cycles/hour sin carga
Coefficiente de utilización	20 %
Durabilidad mecánica	10000000 ciclos
Durabilidad eléctrica	100000 ciclos para NA resistivo cables para at 55 °C (([*])) 100000 ciclos para NC resistivo cables para at 55 °C (([*]))
[UI] Tensión nominal de aislamiento	250 V acorde a IEC 300 V acorde a CSA 300 V acorde a UL
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV 1,2/50 µs
Fuerza dieléctrica	1000 V AC entre contactos con capacidad de sujeción: desconexión micro aislamiento 5000 V AC entre bobina y contacto con capacidad de sujeción: reinforced insulation (([*])) aislamiento

Aviso Legal: Esta documentación no pretende sustituir ni debe utilizarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios.

<https://www.se.com/es/es/product/RXG11P7/relé-1co-10a%2Bbotón-test-230vac/>