

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

Títol: Automatització i integració a SCADA del control d'una bassa d'aigües residuals

Document: Document 1: Memòria

Alumne: Àlex Rodríguez i Risco

Tutor: Xavier Espinach Orús

Departament: OGEDP

Àrea: EGE

Convocatòria (mes/any): Juny/2020

ÍNDIX

1.	Introducció.....	1
1.1.	Antecedents.....	1
1.2.	Objecte.....	1
1.3.	Especificacions i abast.....	2
2.	Descripció general	3
2.1.	Descripció del procés i la instal·lació	3
2.2.	Modes de funcionament.....	4
3.	Quadre elèctric	6
3.1.	Característiques tècniques	6
3.2.	Cables i conductors	8
3.3.	Elements de la instal·lació	10
3.3.1.	Elements de protecció diferencial.....	10
3.3.2.	Elements de protecció magnetotèrmica	12
3.3.3.	Disjuntors magneto-tèrmics i guardamotors	14
3.3.4.	Arrencadors de les bombes i l'agitador.....	16
3.3.5.	Altres elements.....	18
3.4.	Elements del PLC.....	22
3.4.1.	Mòdul CPU.....	23
3.4.2.	Mòdul digital auxiliar	24
3.4.3.	Mòdul analògic auxiliar	24
3.5.	Distribució de l'armari	25
3.6.	Llistat d'elements.....	27
4.	Automatització i control	29
4.1.	Programació del PLC	29

4.1.1.	Lògica de control	30
4.2.	Integració a SCADA	35
4.2.1.	Comunicació OPC KEPServer	36
4.2.2.	Interfície de la pantalla	40
5.	Resum del pressupost	42
6.	Conclusions.....	43
7.	Relació de documents	44
8.	Bibliografia.....	45
9.	Glossari	46

1. INTRODUCCIÓ

Es vol dur a terme l'automatització del procés de transport d'aigües d'una bassa col·lectora de les aigües residuals generades per dues plantes industrials de producció cap a la bassa d'homogeneïtzació principal, situada a una altra planta de producció, per al seu posterior procés de depuració. L'automatització facilitarà el control total del procés gràcies a la possibilitat de variar tots els paràmetres des d'una interfície SCADA, la qual permetrà historiar totes les dades obtingudes de l'equip.

1.1. Antecedents

Aquest projecte s'inicia a causa d'una millora del sistema de control de la bassa d'aigües residuals d'una planta industrial que fins ara funciona de forma directa, activant les bombes d'impulsió cap a la depuradora amb el senyal binari que donen unes boies de nivell.

Aquest fet provocava l'arrancada i parada de les bombes sense una histèresi que protegís la bomba per evitar danys per fatiga. D'altra banda no hi ha cap classe d'alternança de funcionament entre bombes, bufadors o modes de funcionament. Per aquest mateix fet moltes bombes queden malmeses i hi ha una gran despesa en manteniment que provoca aturades.

Durant el temps d'aturada, la bassa d'aigües sobresurt i provoca un abocament directe als rius i clavegueram, sense tractament depuratiu.

Inicialment es disposa de les bombes, bufadors i agitadors ja instal·lats, així com de les boies de nivell, la bassa d'aigües i el un quadre de control antic que serà substituït.

1.2. Objecte

L'objecte del projecte és aportar una solució, gràcies a un sistema d'automatització dels diferents paràmetres mitjançant un PLC industrial de la casa Siemens i control mitjançant una integració SCADA amb la plataforma de *Wonderware*.

Els beneficis obtinguts en l'aplicació del sistema automatitzat pretenen:

- Controlar remotament la instal·lació, evitant la necessitat de pantalles HMI i reduint l'ús de temps d'operaris, fent el sistema més rendible i productiu.
- Anul·lar els controls manuals per evitar problemes de seguretat.

- Minimitzar impactes i danys mediambientals prevenint abocaments directes al riu.
- Reduir despeses de manteniment i materials millorant la vida útil dels elements que en formen part.

1.3. Especificacions i abast

L'equip haurà de ser capaç de funcionar automàticament, fins i tot en el cas que hi hagi un tall de comunicació. Es disposarà de dos modes de treball segons dia i nit, on es prioritzarà l'acumulació d'aigua durant el dia i el bombeig o transport a la nit. El sistema haurà de comunicar qualsevol alarma al departament de manteniment, sigui prioritària o no, per a poder actuar ràpidament i així minimitzar possibles danys.

El funcionament de les bombes impulsores vindrà governat pel nivell de la sonda analògica d'infraroigs i, en cas que no funcionés, pel senyal digital de les boies. D'aquesta manera es garanteix el funcionament pels dos mètodes de mida de nivell. Les bombes s'hauran d'engegar amb arrencadors evitant estrella-triangle.

Les bufadores hauran de disposar d'alternança diària configurable, amb un temps d'arrencada i parada definits. Si una falla, l'altra entrarà en funcionament.

L'agitador es trobarà sempre en funcionament per mantenir homogènia tota l'aigua residual i evitar precipitacions a la part inferior. La seva engegada es farà per arrencador.

El quadre elèctric haurà de tenir total protecció, tant diferencial, magnetotèrmica o de fases i la maniobra estarà alimentada per un SAI a fi de garantir el funcionament en cas que no arribés tensió al quadre.

L'abast del projecte inclourà un estudi de la solució més factible segons especificacions, el disseny i dimensionament del quadre de control, la programació del PLC i la integració a SCADA de tot el sistema.

2. DESCRIPCIÓ GENERAL

2.1. Descripció del procés i la instal·lació

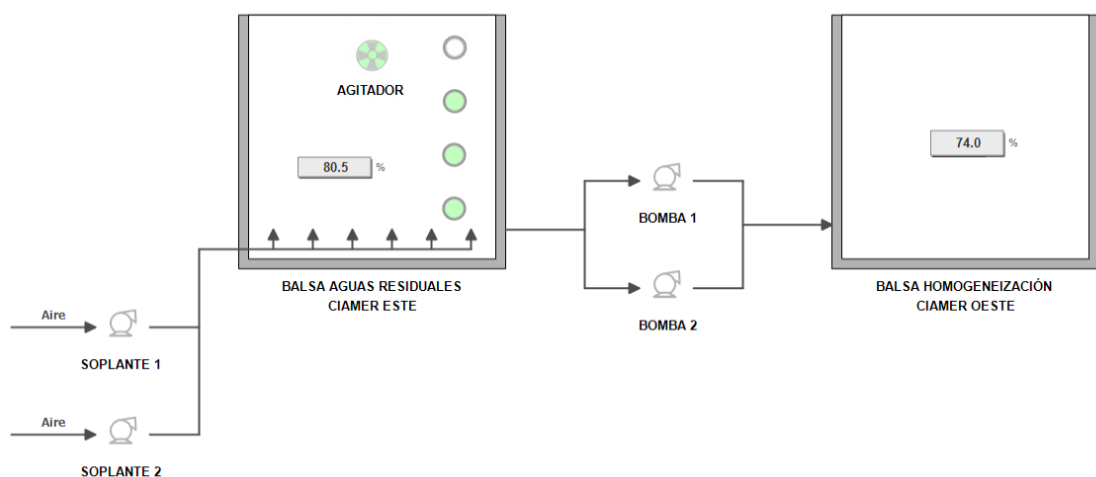
En el procés de bombeig s'hi troben diferents etapes les quals funcionen segons diferents modes de treball.

La primera etapa és la col·lecció de les aigües de treball de les dues plantes industrials adjuntes. Aquestes aigües es mantenen sempre agitada, d'aquesta manera s'assegura la seva homogeneïtat durant tota aquesta etapa i s'eviten precipitats de matèria en el fons del dipòsit, la qual cosa provocaria tant despeses de manteniment com possibles danys. D'altra banda es necessita aplicar aire per satisfer la demanda d'oxigen i evitar que la matèria orgànica consumeixi tot l'oxigen de l'aigua, no interessa en aquest instant eliminar els microorganismes per manca d'oxigen, d'això se n'encarrega el procés de depuració posterior.

La segona etapa és el bombeig d'aquestes aigües residuals cap a la depuradora situada en una altra localització. Aquest procés de bombeig no és constant i es troba parametrizat segons uns valors percentuals respecte el nivell del dipòsit. És en aquesta etapa on trobem els dos modes de funcionament: el mode treball i el mode repòs. En funció d'un o l'altre es prioritzarà el bombeig o la col·lecció.

La figura 1 mostra el sinòptic de la instal·lació, que més tard utilitzarem per a la pantalla.

Figura 1 - Sinòptic de la instal·lació



2.2. Modes de funcionament

A la instal·lació es diferencien dos modes de funcionament diferents, segons la preferència de bombejar o col·lectar aigua. Aquests dos modes de funcionament es trobaran governats segons l'hora del dia, és a dir, es donaran valors a unes variables d'hora i temps per tal de canviar entre modes de funcionament i satisfer les especificacions marcades segons dia i nit.

El mode de funcionament "Repòs" és aquell on es prioritza l'acumulació d'aigua, per tant, s'hi troben uns paràmetres de funcionament segons nivells elevats de la bassa. Segons especificacions, queda indicat que el bombeig començarà a partir del 80% del nivell i s'aturarà al 60%, sempre que el nivell de la bassa d'homogeneïtzació de la depuradora es trobi per sota del 80% i el bombeig arribaria a aturar-se si supera el 85%. Aquest mode és el que trobarem funcionant durant el dia, quan totes les plantes es troben en producció.

El mode "Treball" és aquell on es prioritzarà el bombeig de l'aigua. Els paràmetres de control són notablement més baixos, amb una marxa de les bombes del 25% i aturada del 20%, amb les mateixes condicions de nivell de la bassa de la depuradora, que es trobi per sota del 80% i el bombeig arribaria a aturar-se si superés el 85%. Aquest mode funcionarà durant la nit, el moment més interessant per transportar l'aigua a la depuradora, ja que aquesta treballa de nit.

A banda dels dos modes de treball principals hi trobem un tercer d'emergència o crític. Aquest tercer activarà ambdues bombes impulsores simultàniament quan el nivell de la bassa sobrepassi el 95% o bé totes les boies donin senyal fins. Aquest mode estarà actiu fins que el nivell sigui igual o inferior al 80%, indiferentment del nivell de la bassa d'homogeneïtzació. D'aquesta manera queda definit i assegurat que mai podrà sobreixir i evitarem l'abocament directe al riu i danys mediambientals. Si ha de sobreixir és preferible que ho faci a la bassa de la depuradora, la qual està més preparada amb millor contingència.

És important tenir sempre un nivell mínim d'aigua al dipòsit, per això al mode treball aquest nivell mai baixarà del 20%. Al tractar-se d'un dipòsit antic amb molts anys de funcionament, si s'arribés a buidar, podríem observar que començarien a sorgir esquerdes i podria arribar a filtrar-se l'aigua, cosa que significaria greus problemes de manteniment d'aquest i, fins i tot, el risc d'aturar les plantes de producció.

La taula 1 resumeix els paràmetres de funcionament i control dels diferents modes de treball.

Taula 1 - Paràmetres de control segons nivells en tant per cent

Mode de funcionament	Nivell inici bombeig (Bassa aigües residuals)	Nivell fi bombeig (Bassa aigües residuals)	Nivell permisible (Bassa depuradora)	Nivell aturada (Bassa depuradora)
Repòs	80%	60%	80%	85%
Treball	25%	20%	80%	85%
Crític	95%	80%	-	-

3. QUADRE ELÈCTRIC

3.1. Característiques tècniques

En el quadre elèctric hi aniran situats tots els elements que fan referència tant a la part elèctrica com electrònica, entenent aquesta com automatització i control. En el quadre s'hi trobaran tots els elements que són necessaris per a una correcta protecció dels elements i les persones. Les proteccions en qüestió seran tèrmiques, magnètiques i diferencials. En el quadre s'hi troben línies de corrents trifàsiques de 400V, monofàsiques de 230 V i una línia de 24 Vcc que alimentarà el PLC i els seus mòduls.

Així doncs, el quadre elèctric ha d'incloure les mesures de protecció i seguretat necessàries. Tanmateix es considerarà el dimensionament necessari per a la recirculació de l'aire pel seu interior, per evitar temperatures elevades que afectin el seu normal funcionament, i un espai de reserva mínim del 20%. Caldrà contemplar un espai específic pel PLC i els seus mòduls, un endoll de 230 Vac i una presa Ethernet a xarxa interna de l'empresa.

La distribució i organització del quadre serà de manera normalitzada, tal com se sol fer a la indústria actualment. S'utilitzaran elements estandarditzats, de marques de provada confiança, i seran muntats sobre guies normalitzades i específiques per aquest propòsit. Dins el quadre trobarem canaletes per a poder posicionar els diferents cables de manera ordenada i dificultant contactes involuntaris un cop es trobi en funcionament.

Les canaletes proposades tindran unes dimensions de 80x40, 80x30 i 80x60 mm, en funció del nombre de cables que hauran de passar pel seu interior, i seran d'un material polimèric amb resistència tèrmica.

El quadre tindrà unes mides de 1200x800x400 mm amb una entrada i una sortida d'aire al quadre. Disposarà d'una porta cega i se situarà sobre una bancada metàl·lica que ja es disposa a la instal·lació en qüestió. El quadre subministrat certificarà una protecció IP66 IK10.

Es disposarà d'un únic ventilador localitzat a un dels accessos d'aire al quadre i que servirà per extreure l'aire calent. El ventilador en qüestió serà de 230 Vac amb protecció IP54 i un cabal màxim de 85 m³/h.

El quadre disposarà també d'una font interior d'il·luminació LED per a facilitar les feines de manteniment. La il·luminació funcionarà mitjançant un petit interruptor que detectarà quan s'obre i es tanca la porta del quadre.

Tota aquesta part de serveis disposarà d'una protecció diferencial única que englobarà la lluminària i el ventilador.

Per a saber la correcta col·locació de les fases en la connexió de potència del quadre i amb l'objecte de rebre una alarma a SCADA quan no hi arriba tensió instal·larem un relé de control o supervisió de fases, el model en qüestió el Schneider RM22TR33, de tres fases i 400 Vac.

Per tal d'aconseguir una tensió de 230 Vac i donar potència a la maniobra i elements que ho requereixin instal·larem en el quadre un transformador sec alimentat per les fases L2 i L3, serà de la marca POLYLUX i model ND500 o similar.

Per alimentar el PLC arriba un corrent de 230 Vac directament del SAI i caldrà instal·lar una font d'alimentació amb sortida 24 Vcc i 5A. La font en qüestió és de la marca Schneider i el model és el ABL 8REM24050 o similar que ens permetrà variar la sortida entre corrent entre altern i continu.

S'inclourà un relé de seguretat a tall de desactivació de tota la part elèctrica del quadre quan arribi una alarma de parada d'emergència. L'aparell serà un XPSAC5121P de la marca Schneider o similar.

Els dos bufadors disposaran d'un guardamotor cada un per a la seva protecció. L'agitador disposarà d'un arrencador suau de 25A de la marca Schneider i model ATS01N125FT o similar, per sobre, es trobarà protegit per un guardamotor. Les dues bombes d'impulsió comptaran amb un arrencador suau cada un, model ATS22D17Q, de 17A o similar i guardamotors per sobre per a la seva protecció.

Utilitzarem un repartidor modular per afavorir la distribució del cablejat i evitar distribuir una gran quantitat de cables per a un mateix diferencial. El model serà un LGY412560 de marca Schneider o similar amb característiques de 4P, 125A i un màxim de 60 connexions.

3.2. Cables i conductors

Tot cable o conductor utilitzat serà de coure i disposarà d'un aïllament lliure d'halògens, codi Z1, el qual ve a dir que, en cas de combustió o incendi, no arribarà mai a desprendre gasos amb components halògens com són el clor o el iode, tòxics i corrosius per inhalació.

S'aplica la normativa estàndard de colors per als cables del quadre (DIN/VDE 0113; Part 1 // EN 60204; Part 1) on s'estableix que per:

POTÈNCIA

Corrent alterna (CA/AC)

- Fase línia 1 (L1) -> Negre
- Fase línia 2 (L2) -> Negre
- Fase línia 3 (L3) -> Negre
- Neutre (N) -> Blau clar
- Protecció / Terra -> Bicolor (groc/verd)

Corrent contínua (CC/DC)

- Línia positiu (+) -> Negre
- Línia negatiu (-) -> Negre
- Protecció / Terra -> Bicolor (groc/verd)

CONTROL

Corrent alterna (CA/AC)

Sense transformador

- Fase línia (L0) -> Negre
- Neutre (N0) -> Blau clar
- Protecció / Terra -> Bicolor (groc/verd)

Amb transformador

- Fase línia (L1) -> Vermell
- Neutre (N1) -> Vermell
- Protecció / Terra -> Bicolor (groc/verd)

Corrent contínua (CC/DC)

- Línia positiu (+) -> Blau
- Línia negatiu (-) -> Blau
- Protecció / Terra -> Bicolor (groc/verd)

ALTRES

- Coberta mànega de senyal 4..20 mA -> Gris o Negre (apantallat)
- Mànega apantallada 2x0,5 -> Marró (+) | Blanc (senyal)
- Mànega apantallada 3x0,5 -> Marró (+) | Blanc (-) | Verd (senyal)
- Seguretat intrínseca (Ex-i) -> Blau clar
- Voltatge exterior més de 115 Vac -> Taronja

3.3. Elements de la instal·lació

3.3.1. Elements de protecció diferencial

Un interruptor diferencial és un aparell electrònic situat en els quadres elèctrics que funciona en instal·lacions on el corrent de treball és altern. És un element específicament dissenyat per a protegir principalment a les persones davant accidents provocats pel contacte directe amb una part activa elèctricament o amb potencial de la instal·lació.

Aquest aparell el trobarem per sobre dels interruptors magneto-tèrmics i sovint en trobarem governant més d'un. L'interruptor diferencial desconnectarà el circuit quan detecti que hi ha una derivació, defecte o un diferencial entre la tensió d'entrada i de sortida a terra més gran que la sensibilitat amb la qual treballa, gràcies al fet que es genera un corrent per inducció al trobar un diferencial de tensió que activa el mecanisme de seguretat i fa saltar l'interruptor (figura 2).

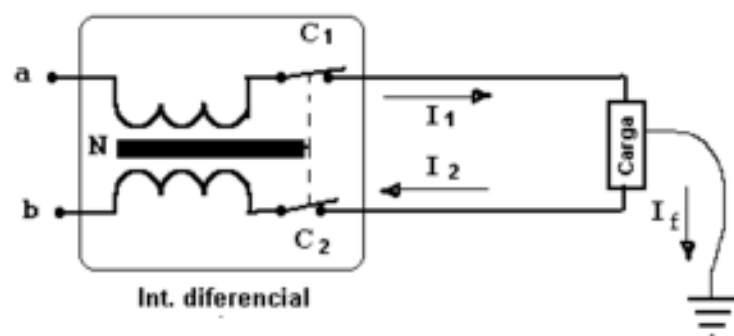


Figura 2 - Funcionament d'un interruptor diferencial

En l'àmbit industrial es sol treballar amb sensibilitats de 3, 30 i 300 mA segons les necessitats de la instal·lació (per exemple, si es tracta de donar protecció a una màquina que consumeix un gran potencial en la seva energia, és normal trobar diferencials més grans de 30 mA i s'opta per emprar un de major sensibilitat). En l'àmbit domèstic segons el Reglament Electrònic de Baixa Tensió la màxima sensibilitat que es pot utilitzar és la de 30 mA.

En el quadre es posarà un únic interruptor diferencial monofàsic per protegir tota la part de servis auxiliars del quadre, de manera que si aquesta salta, la resta del quadre pot continuar funcionar. L'interruptor és de la marca Schneider model iDPN N Vigi o similar (figura 3), de pols 1P+N i un màxim de 16A amb sensibilitat 30mA (classe AC, els més utilitzats, no protegit contra harmònics). Se li afegirà un contacte auxiliar per a poder llegir l'estat des d'SCADA.



Figura 3 - Interruptor diferencial Schneider iDPN N Vigi

S'ha decidit no protegir mitjançant diferencial cap altra part del quadre per dos motius principals: el primer que els aparells de funcionament a camp no estan a l'accés de cap persona i per serveis de manteniment caldria tancar la potència a tot el quadre; en segon lloc trobem que el quadre i instal·lació ha de funcionar en la seva totalitat i per això aigües amunt, a un quadre per sobre, ja trobem un interruptor diferencial que protegeix el quadre completament.

3.3.2. Elements de protecció magnetotèrmica

Un interruptor magnetotèrmic és un dispositiu dissenyat per a tallar el corrent elèctric d'un circuit quan detecta que la intensitat d'aquest sobrepassa un cert valor, fet que podria provocar danys en els diferents aparells elèctrics als quals alimenta. Protegeix les instal·lacions de sobrecàrregues i curtcircuits, de la mateixa forma que faria un fusible però de manera més sofisticada (figura 4).

El seu funcionament es basa en dos efectes produïts en el pas del corrent elèctric per un conductor: d'una banda trobem la part magnètica i de l'altra la part tèrmica, també anomenat efecte Joule.

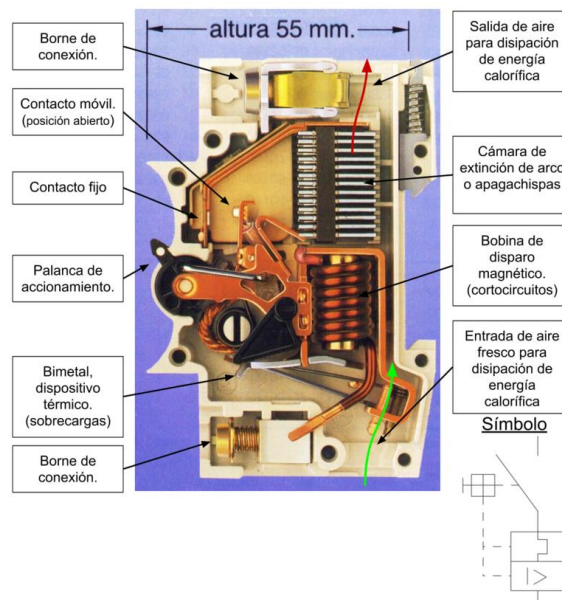


Figura 4 - Parts d'un interruptor magneto-tèrmic

Protecció de curtcircuit

La protecció davant curtcircuits, que fa referència a la part magnètica, es genera gràcies a un electroimant el qual activa un mecanisme en rebre una intensitat més elevada que el valor pel qual ha estat dissenyat. Aquest fet es dona per la creació d'un camp magnètic prou gran com per atraure la part mecànica que fa saltar l'interruptor.

Té un temps mitjà d'activació de 25 ms i és molt eficaç quan es produeixen augments molt ràpids i elevats del corrent.

Protecció de sobrecàrrega

La protecció davant sobrecàrregues, referent a la part tèrmica, es genera gràcies a una làmina bimetal·lica la qual quan s'escalfa per sobre un determinat valor, a causa del pas del corrent elèctric, pateix una deformació deguda a la diferent dilatació dels dos metalls i activa el mecanisme que fa saltar l'interruptor.

En el cas que aplica s'hi troben proteccions magnetotèrmiques en les diferents branques del quadre de la instal·lació per tal de protegir correctament i complir amb la normativa REBT.

Primerament hi ha un magnetotèrmic general que protegeix tot el quadre del corrent que arriba aigües amunt i que utilitzarem a manera de seccionador general en cas necessari (no s'opta per un seccionador a causa que la instal·lació ha d'estar sempre en funcionament a menys que es parin ambdues plantes senceres). L'interruptor és de la marca Schneider model iC60N amb 4P o similar i un corrent màxim de 40A, amb una corba d'activació de classe C. Se li afegirà un contacte auxiliar per a poder llegir l'estat des d'SCADA.

La protecció del relé de control de tensió trifàsic es farà amb un iC60N de 3P 2A i corba d'accionament de tipus C.

També hi haurà un altre interruptor per a protegir la branca del transformador de 230 Vac per la maniobra i per al quadre de control de la bufadora 2, aigües a baix. En aquest cas serà un Schneider model iC60N o similar de 6A i 1P+N, corba C (Figura 5). Tots dos amb contactes auxiliars per a llegir l'estat des d'SCADA.

També hi ha un interruptor per a protegir la branca de la font d'alimentació de 24 Vcc. En aquest cas serà un Schneider model iC60N o similar de 4A i 2P, corba C.



Figura 5 - Interruptor magneto-tèrmic Schneider iC60N

3.3.3. Disjuntors magneto-tèrmics i guardamotors

Els disjuntors són aparells molt similars als interruptors diferencials i als magnetotèrmics, però el seu funcionament és el de protegir a les persones quan entren en contacte amb l'aparell de diferencials de potència en corrents d'entrada i sortida del circuit.

En el seu disseny conté un petit transformador diferencial amb una bobina que detecta quan el corrent que hi circula per l'entrada i la sortida no són iguals, en aquest cas fa saltar el mecanisme de protecció que desactiva l'interruptor.

També disposa d'una clau tèrmica, un component bimetàl·lic que detecta quan circula més intensitat del compte i fa saltar el mecanisme de seguretat (figura 6).

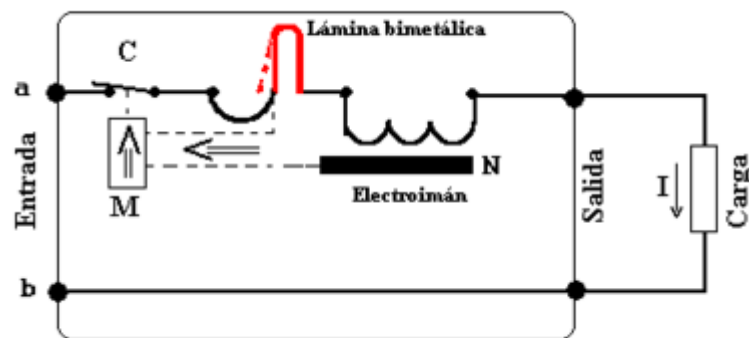


Figura 6 - Funcionament d'un disjuntor

Els guardamotors són aparells molt similars als interruptors magnetotèrmics. De fet són disjuntors amb protecció magnetotèrmica, però el seu objectiu és protegir als motors elèctrics i fent-lo més robust davant les sobreintensitats que es generen quan es fa l'engegada d'aquest. La corba característica vindria a ser la D o bé la K. Protegeixen davant sobrecàrregues, curtcircuits i davant fallida d'alguna de les fases.

A més els guardamotors (figura 7) són aparells regulables i ens estalvien el fet d'haver d'instal·lar un interruptor, un contactor i un relé tèrmic.

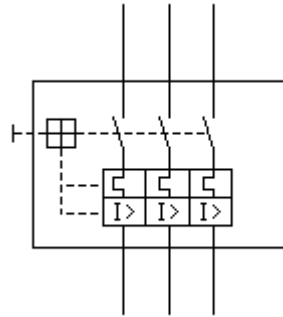


Figura 7 - Símbol d'un guardamotor

Per a la instal·lació s'utilitzaran disjuntors/guardamotors de la marca Schneider o similar.

Per al transformador de maniobra 230 Vac s'opta per un model TeSys GV2ME10 o similar de 4 a 6.3 A i 3P. Per a la resta de motors (bombes, agitador i bufadores) s'optarà per un TeSys GV2ME14 de 6 a 10 A i 3P i GV2ME16 o similar de 9 a 14A i 3P, acompanyats en aquest cas per contactes auxiliars per a veure l'estat des d'SCADA (figura 8).



Figura 8 - Disjuntor magneto-tèrmic Schneider GV2ME

3.3.4. Arrencadors de les bombes i l'agitador

Un arrencador és un aparell electrònic que ens permet tenir un millor control de l'arrencada i la parada d'un motor trifàsic d'inducció de corrent alterna. Aquest ajuda a protegir el motor evitant sistemes d'engegada directa o estrella-triangle i ens facilita l'estalvi d'energia.

Una arrencada amb plenitud de tensió ens porta a pics de tensió molt elevats, portant-nos a consumir càrrega capacitiva de la companyia elèctrica el qual ens portaria a sobre costos elevats i a forçar tots els components i accionaments mecànics que trobem dins el motor desgastant-los prematurament i reduint la seva vida útil (figura 9).

El funcionament de l'arrencador ens permet limitar el corrent i el parell motor a l'engegada controlant la tensió que arriba fins al seu punt nominal.

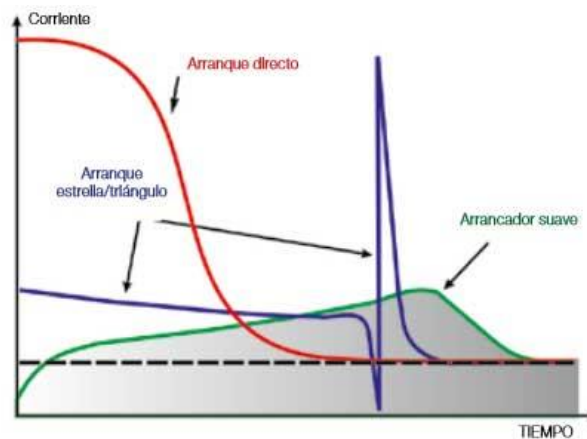


Figura 9 - Gràfic comparatiu de la tensió en engegada directe, amb estrella-triangle i amb arrencador suau

El principal motiu d'optar per un arrencador suau en comptes d'un variador de freqüència és que no es necessita controlar la velocitat del motor en qüestió i en fem prou amb un arrencador suau per controlar l'engegada i la parada.

Els models d'arrencadors que trobarem en la instal·lació són de la marca Schneider o similar:

Bombes

Potències de les bombes de 1.11 kW i 6.1 kW.

Arrencador suau model ATS22D17Q, gamma Alistar o similar de corrent trifàsica capaç de suportar tensions que van dels 230 Vac a 440 Vac (figura 10). Té un grau de protecció IP20 i està preparat per dissipar la calor que genera en el seu funcionament. Està preparat per

treballar a intensitats de 17A de subministrament al motor o 7,5 kW. Les seves majors dimensions es deuen al fet que està preparat per a engegades i parades amb més freqüència.



Figura 10 - Arrencador suau Schneider ATS22D17Q

Agitador

Potència de l'agitador de 5kW.

Arrencador suau model ATS01N125FT, gamma Alistar o similar de corrent trifàsica o monofàsica capaç de suportar tensions que van dels 110 Vac a 480 Vac. Té un grau de protecció IP20 i està preparat per dissipar la calor que genera en el seu funcionament. Està preparat per treballar per motors de fins a 11kW o 25A (figura 11).



Figura 11 - Arrencador suau Schneider ATS01N125FT

3.3.5. Altres elements

En aquest apartat s'explica breument la resta d'elements principals del quadre.

Relé de control de fases

Un relé de control o supervisió de fases és un aparell elèctric de seguretat que protegeix el corrent del quadre elèctric i la resta dels seus components davant seqüències de fases incorrectes i pèrdues de fase.

L'element es situa a l'entrada de potència al quadre, just després del seccionador de potència, o bé, en el nostre cas, després de l'interruptor magneto-tèrmic principal del quadre.

En el quadre s'ha seleccionat un de la casa Schneider model RM22TR33 o similar que funciona per a càrregues trifàsiques en un rang de tensió de 380 a 480 Vac (figura 12).



Figura 12 - Relé de supervisió de fases Schneider RM22TR33

Transformador sec

Un transformador és un aparell elèctric que permet que permet augmentar o reduir la tensió del corrent sempre mantenint la potència, idealment (figura 13). El seu funcionament es basa en la inducció electromagnètica entre dues bobines debanades sobre un nucli ferromagnètic que trobem al seu interior, la primària i la secundària (en ocasions una terciària), separades i aïllades entre si, de manera que gràcies al principi d'inducció de Faraday podem aconseguir tensions i intensitats diferents en cada bobinat mantenint constant la potència.

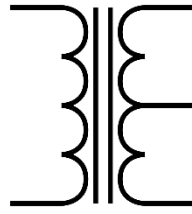


Figura 13 - Simbologia electrònica per a un transformador

Aquest efecte pot servir per tal de transportar l'electricitat en grans distàncies augmentant la tensió a nivells de alta o molt alta tensió, sense percebre una gran pèrdua de potència per efecte Joule.

En el cas que aplica s'ha triat un transformador sec on l'aire és el principal refrigerador gràcies a la circulació d'aquest pel seu interior. És molt útil per utilitzar-lo en interiors o en quadres elèctrics a causa del seu disminuït volum i fàcil manteniment.

El transformador s'alimentarà de les fases L2 i L3 i ens donarà una tensió de sortida de 230 Vac. L'aparell és de la casa Polylux model ND500 o similar, amb una potència de 500 VA, tensions d'entrada permeses de 230/400/460 V i de sortida de 115/230 V amb una protecció IP20 (figura 14).



Figura 14 - Transformador de tipus sec Polylux ND500

Font d'alimentació

Una font d'alimentació és un aparell que transforma el corrent altern en corrent continu, de manera que serveix per alimentar tots aquells components electrònics que requereixin d'un corrent diferent del que arriba al quadre.

En el cas que ens aplica, es necessita una font d'alimentació de 24 Vcc per alimentar a la CPU i a tots els seu mòduls. La font d'alimentació seleccionada és una Schneider ABL8REM24050 o similar, per a corrents monofàsics amb entrades de 100 a 240 Vac i sortida de 24 Vcc i 5A d'intensitat (figura 15).



Figura 15 - Font d'alimentació Schneider ABL8REM24050

Relé de seguretat

El relé de seguretat és un dispositiu dissenyat per realitzar parades d'emergència de manera segura i protegir els elements que trobem dins el quadre i que tenen una funció en la maniobra de treball.

Amb aquest aparell ens assegurem que quan hi ha una parada d'emergència amb el polsador, la màquina o instal·lació no segueixi funcionant o pari en sec i evitar un estat o posició perillosa. A l'activar-se el relé dona ordre d'activació a un seguit de contactors que modifiquen la maniobra per situar-se en una posició d'emergència i que aquesta no es pugui modificar fins que el polsador d'emergència es desactivi.

El model seleccionat per a la instal·lació és un XPSAC5121P de la casa Schneider o similar, amb un funcionament a 24 Vac/cc, preparat per a poder realitzar lectures des d'SCADA (figura 16).



Figura 16 - Relé de seguretat Schneider XPSAC5121P

3.4. Elements del PLC

Un Controlador Lògic Programable o autòmat programable és un ordinador industrial dissenyat per treballar en la indústria controlant i automatitzant processos mecànics, elèctrics, pneumàtics o hidràulics, però la seva principal utilitat la trobem en les línies de producció o muntatge industrial.

Està dissenyat per controlar, llegir i escriure els diferents elements de camp mitjançant un conjunt de ports per senyals tant d'entrada com sortida, les quals poden ser tant digitals com analògiques. Estan protegit contra temperatures elevades, soroll elèctric i té resistència a impactes i vibracions mecàniques, característiques que els fan insubstituïbles per ordinadors comuns en entorns industrials.

Solen estar alimentats per un Sistema d'Alimentació Ininterrompuda (SAI) per evitar l'aturada davant talls de tensió i solen emmagatzemar els programes de funcionament en plataformes on es recullen tots els històrics de programes i, simplement, es bolca aquell que ha d'entrar en funcionament. Es comuniquen amb els servidors on es troben les bases de dades i guarden tota la informació que obtenen, tot i que tenen una certa capacitat d'emmagatzematge davant talls de comunicació per guardar les dades de camp que reben.

Els PLC tenen una programació basada en el llenguatge *Ladder*, entre altres, un llenguatge dissenyat específicament per aquest propòsit, d'estil gràfic i molt similar al que seria un diagrama esquemàtic de la lògica de relés.

A nivell intern, la CPU fa de cervell i memòria de l'equip a controlar. La CPU executa el programa dissenyat per l'usuari i bolcat a la memòria de l'aparell.

Avantatges

- Permeten un control automatitzat de qualsevol procés o màquina
- Es poden realitzar modificacions en el programa amb un cost molt reduït
- Permet controlar més una màquina alhora
- Eliminació d'elements de control mecànics
- Reducció de costos de manteniment i mà d'obra

Desavantatges

- Són elements amb un cost elevat
- Cal un expert per a la seva programació

3.4.1. Mòdul CPU

El mòdul CPU és la part principal del PLC, a partir d'aquest podem automatitzar i controlar qualsevol màquina.

Per aquest projecte s'utilitzarà una CPU de Siemens model S7-1200 CPU-1214C DC/DC/RLY o similar, amb entrades i sortides de 24 Vcc (Figura 17). En aquest cas les sortides s'activaran mitjançant un relé.

Aquest model funciona específicament amb la plataforma de programació TIA Portal Step 7 V14 de la casa Siemens i permet expandir la CPU segons:

- Màx. 8 mòduls de senyal (SM)
- Màx. 3 mòduls de comunicació

Les característiques principals del mòdul:

- Memòria de treball de 100kBytes
- Memòria d'emmagatzemament de 4MBytes
- 14 entrades digitals integrades
- 10 sortides digitals integrades
- 2 entrades analògiques integrades
- Interfície Ethernet integrada (TCP/IP)



Figura 17 – Mòdul CPU Siemens 1214C DC/DC/Rly

3.4.2. Mòdul digital auxiliar

El mòdul digital auxiliar ens permet ampliar els ports de senyals digitals amb 8 noves entrades (figura 18).



Figura 18 - Mòdul digital auxiliar Siemens 1221

3.4.3. Mòdul analògic auxiliar

El mòdul analògic auxiliar en permet ampliar els ports de senyals analògiques amb 8 noves entrades (figura 19).



Figura 19 - Mòdul analògic auxiliar Siemens 1231

3.5. Distribució de l'armari

Agafant els principals elements anteriors i tots els elements auxiliars necessaris per al correcte funcionament del quadre i la maniobra, la figura 20 presenta la distribució plantejada.

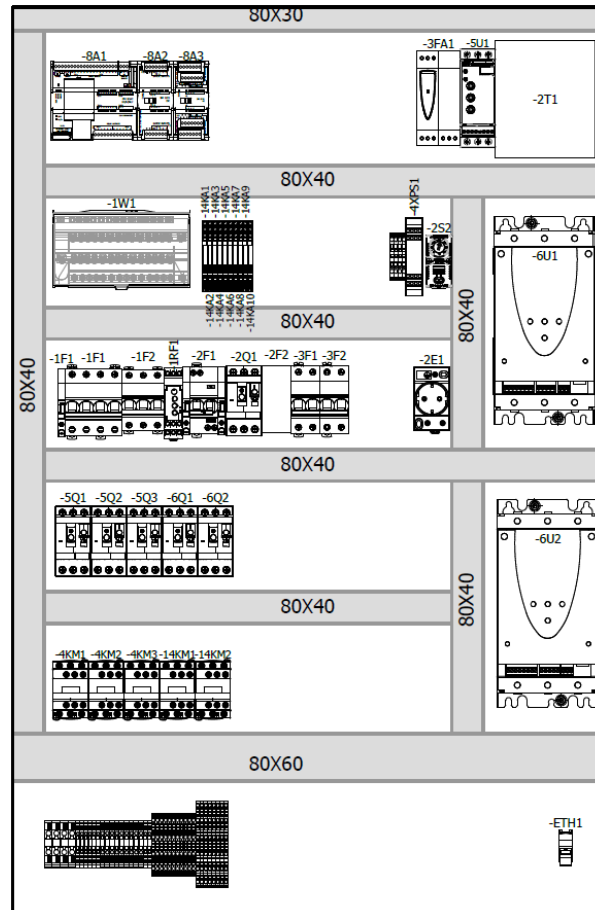


Figura 20 - Proposta de distribució del quadre elèctric

La distribució plantejada ve condicionada per un seguit de factors que cal tenir en compte.

Primerament, com s'entén que el quadre projectat substituirà a un quadre que es troba en funcionament, ens trobem que les preses de potència que arriben d'aigües amunt i tots els cables de senyal per Ethernet o de les diferents sondes entren al quadre per la part inferior, d'aquesta manera és convenient deixar prou espai a la part de baix.

Els terminals estan situats a la part inferior per facilitar la connexió amb els cables que arriben de fora el quadre. Els situarem tots en la mateixa localització a excepció dels que donen servei al PLC i mòduls, els quals els situarem més proper a aquest.

El PLC es localitzarà a la part més superior, per tal de protegir-lo el màxim possible de l'exterior i assegurar el seu funcionament.

Automatització i integració a SCADA del control d'una bassa d'aigües residuals

Les proteccions diferencials i magnetotèrmiques es situen en una mateixa filera agrupades segons a qui donen servei i en ordre diferencial primer i magneto-tèrmic segon.

Agrupem els guardamotors i els situarem en una fila separada sota els interruptors de protecció, de la mateixa forma que farem amb els contactors de potència.

La resta d'elements principals com serien el control de fases, font d'alimentació, relé de seguretat... els situarem en la part superior proporcionant millor seguretat respecte l'exterior.

Els arrencadors, per la seva gran mida, els localitzarem un a sobre de l'altre amb prou espai per poder connectar els cables.

La resta de components auxiliars els hem situat de manera que donin el millor servei situant-los el més a prop possible dels elements auxiliats.

3.6. Llistat d'elements

La taula 2 identifica tots els components elèctrics i electrònics que trobarem dins el quadre. Dividit per columnes: la primera és la denominació que trobem en els esquemes elèctrics per a la seva identificació; la segona la quantitat de components amb la mateixa referència; la tercera és la pròpia descripció de l'element; la quarta és la referència del producte segons el fabricant; finalment, la cinquena ens indica el fabricant del component.

Taula 2 - Llistat d'elements del quadre elèctric

DEN.	QUA.	DESCRIPCIÓ	REF.	FAB.
-8A1	1	CPU 1214C, DC/DC/RELES, 14DI/10DO/2AI	6ES7214-1HG40-0XB0	SIE
-8A2	1	SM 1221, 8DI, DC 24V	6ES7221-1BF32-0XB0	SIE
-8A3	1	ENTRADA ANALOG, SM1231, 8AI	6ES7231-4HF32-0XB0	SIE
Armario	1	Spacial CRNG con Puerta ciega 1200x800x400 IP66 IK10 RAL7035	NSYCRNG128400	SE
-2E1	1	Toma de corriente modular iPC 16A 250V 1P+N	A9A15310	SE
-EAX	8	Borne de 3 pisos, Conexión directa, 2.5mm ² , 500V, 20A	ZDLD 2.5-2N	WEI
-EDX	11	Borne de paso, bornes de doble piso, Conexión directa, 2.5mm ² , 500V, 20A	ZDK 2.5	WEI
-ETH1	1	Salida de carril, Módulo RJ45, IP20, Cat.6	IE-XM-RJ45/IDC	WEI
-1F1	1	Interruptor automático magnetotérmico iC60N – 4P – 40A – C	A9F79440	SE
-1F1	1	Contacto auxiliar OF	A9A26924	SE
-1F2	1	Interruptor automático magnetotérmico iC60N – 3P – 2A – C	A9F79302	SE
-2F1	1	Interruptor diferencial iDPN N Vigi – 1P+N – 16A -30 mA - AC	A9D31616	SE
-2F1	1	Contacto auxiliar OF	A9A26924	SE
-2F2	1	Interruptor automático magnetotérmico iC60N - 1P+N - 6A - C	A9F74606	SE
-2F2	1	Contacto auxiliar OF	A9A26924	SE
-3F1	1	Interruptor automático magnetotérmico iC60N - 1P+N - 6A - C	A9F79606	SE
-3F2	1	Interruptor automático magnetotérmico iC60N – 2P – 4A – C	A9F74204	SE
-3FA1	1	Fuente alimentación monofásica 5A 24 VDC 120W	ABL8REM24050	SE
-2H1	1	Lámpara LED Cost-effective 120/220 V, 5 W	NSYLAMT5LD1	SE
-14KA1	1	Acoplador por relé	TRS 24VDC 1CO	WEI
-14KA2	1	Acoplador por relé	TRS 24VDC 1CO	WEI
-14KA3	1	Acoplador por relé	TRS 24VDC 1CO	WEI
-14KA4	1	Acoplador por relé	TRS 24VDC 1CO	WEI
-14KA5	1	Acoplador por relé	TRS 24VDC 1CO	WEI
-14KA6	1	Acoplador por relé	TRS 24VDC 1CO	WEI
-14KA7	1	Acoplador por relé	TRS 24VDC 1CO	WEI
-14KA8	1	Acoplador por relé	TRS 24VDC 1CO	WEI
-14KA9	1	Acoplador por relé	TRS 24VDC 1CO	WEI
-14KA10	1	Acoplador por relé	TRS 24VDC 1CO	WEI
-4KM1	1	Contactador TeSys LC1-D – 3P – AC-3 440V 9 A / Coil 230 V AC	LC1D09P7	SE
-4KM2	1	Contactador TeSys LC1-D – 3P – AC-3 440V 9 A / Coil 230 V AC	LC1D09P7	SE

Automatització i integració a SCADA del control d'una bassa d'aigües residuals

-4KM3	1	TeSys D – Contactor – 3P - AC-3 440 V 12 A – bobina 230 V CA	LC1D12P7	SE
-14KM1	1	TeSys D – Contactor – 3P - AC-3 440 V 12 A – bobina 230 V CA	LC1D12P7	SE
-14KM2	1	Contactor TeSys LC1-D – 3P – AC-3 440V 9 A / Coil 230 V AC	LC1D09P7	SE
-2M1	1	Vent. Forz. ClimSys, IP54, 85m3/h, 230V, rejilla salida y filtro G2	NSYCVF85M230PF	SE
-2M1	1	Rajilla salida plástico, orificio 125x125, dim. ext. 137x117 IP54	NSYCAG125LPP	SE
-4PE1	1	Parada de emergencia, Rojo, liberación de giro encl. 1NC + 1NO	XB4BS8445	SE
-4PE1	1	Protección para Parada emergencia - amarillo	ZBZ1605	SE
-4PE1	1	Etiqueta – Parada emergencia	ZBY9430	SE
-2Q1	1	TeSys GV2 – Disyuntor magnetotérmico – 4...6,3 A – por tornillo	GV2ME10	SE
-5Q1	1	TeSys GV2 – Disyuntor magnetotérmico – 9...14 A – por tornillo	GV2ME16	SE
-5Q1	1	Contactos auxiliares guardamotor GV (1 NO + 1 NC)	GVAE11	SE
-5Q2	1	TeSys GV2 – Disyuntor magnetotérmico – 6...10 A – por tornillo	GV2ME14	SE
-5Q2	1	Contactos auxiliares guardamotor GV (1 NO + 1 NC)	GVAE11	SE
-5Q3	1	TeSys GV2 – Disyuntor magnetotérmico – 9...14 A – por tornillo	GV2ME16	SE
-5Q3	1	Contactos auxiliares guardamotor GV (1 NO + 1 NC)	GVAE11	SE
-6Q1	1	TeSys GV2 – Disyuntor magnetotérmico – 9...14 A – por tornillo	GV2ME16	SE
-6Q1	1	Contactos auxiliares guardamotor GV (1 NO + 1 NC)	GVAE11	SE
-6Q2	1	TeSys GV2 – Disyuntor magnetotérmico – 9...14 A – por tornillo	GV2ME16	SE
-6Q2	1	Contactos auxiliares guardamotor GV (1 NO + 1 NC)	GVAE11	SE
-1RF1	1	Relé de control de tensión trifásico 380...480VAC, 2 NA NC	RM22TR33	SE
-2S1	1	Interruptor de puerta 10A / 500V CRN – conexión M20	NSYINLCRN	SE
-2S2	1	Termostato sencillo Climasys °C	NSYCCOTH0	SE
-2T1	1	Transformador 500VA P: 230/400/460 S: 110/230	ND500	POL
-5U1	1	Arrancador progresivo - ATS-01 - 2,2kW 5HP 25A 110-480V 3 fases	ATS01N125FT	SE
-6U1	1	Arrancador suave – 4...7,5kW - 230...440V - 3 fases	ATS22D17Q	SE
-6U2	1	Arrancador suave – 4...7,5kW - 230...440V - 3 fases	ATS22D17Q	SE
-1W1	1	Linergy DS – Repartidor modular 4P – 125A – 60 Conexiones	LGY412560	SE
-X11	4	Borne de paso, conexión brida-tornillo, 10mm ² , 1000V, 57A	WDU 10	WEI
-X11	6	Borne de paso, conexión brida-tornillo, 2.5mm ² , 800V, 24A	WDU 2.5	WEI
-X11	9	Borne de paso, conexión brida-tornillo, 4mm ² , 800V, 32A	WDU 4	WEI
-X11S	2	Borne de paso, conexión brida-tornillo, 2.5mm ² , 800V, 24A	WDU 2.5	WEI
-XAUX	4	Borne de paso, conexión directa, 2.5mm ² , 800V, 24A	ZDU 2.5	WEI
-4XPS1	1	Módulo XPS – AC – Parada de emergencia – 24 V CA CC	XPSAC5121P	SE

* Fabricants:

- SIE = Siemens
- WEI = Weidmüller
- SE = Schneider Electric
- POL = Polylux

4. AUTOMATITZACIÓ I CONTROL

4.1. Programació del PLC

Per tal de programar tota la part de control per després fer córrer el programa al PLC, es decideix utilitzar el software de programació propi de la marca Siemens, en aquest cas el Tia Portal versió 15.1, que permet utilitzar diferents llenguatges de programació tals com el “Ladder” o programació en escala (KOP), per llenguatge típic de programació textual per a màquines (SCL) o mitjançant llenguatge gràfic d'àlgebra booleana (FUP).

Per al projecte principalment utilitzarem els llenguatges de KOP i SCL, és a dir, programació en escala i textual per a màquines.

S'utilitzarà unes llibreries ja creades per tal d'afegir fàcilment els elements que es troben en llenguatge KOP, els quals tenen un aspecte gràfic i dins d'aquests objectes hi trobem el codi pertinent que realitzarà les funcions necessàries per a permetre el correcte funcionament. Utilitzant aquesta llibreria únicament s'haurà de decidir quines són les variables d'entrada i sortida i assignar-les a cada element.

El programa de control quedarà dividit en diferents apartats (figura 21) per tal de garantir una òptima organització, entre els quals:

- Generals
- Bolcat
- Elements
- Control



Figura 21 - Apartats del programa de control

Tots els blocs de control hauran de ser inicialitzats en el bloc *Main (OB1)* per tal de fer-los funcionar, i tot element que necessitem extreure'n dades tindrà la seva pròpia base de dades, en la majoria de casos creada automàticament quan s'obre un objecte de la llibreria que s'importa.

Tota variable associada a una base de dades podrà ser consultada des de fora el programa, fet que permetrà realitzar la comunicació entre PLC i SCADA mitjançant el programa de comunicació per OPC anomenat KEPServer.

Per veure tots els blocs de programació del PLC en Step7 veure l'annex *Blocs de programació del PLC*.

4.1.1. Lògica de control

Generals

En aquest apartat s'hi troben tots aquells blocs amb funcions auxiliars que ens ajudaran a l'hora de programar la resta dels apartats i blocs.

En aquest programa trobem el bloc Auxiliars (FC4) el qual té un llenguatge de tipus escala KOP, i dins seu hi trobem preparat un sistema que ens permet obtenir flancs d'un segon amb la funció de simular senyals o polsos que ens indiquin cada segon real.

La variable Flanc_1s s'activarà a cada pols, de manera que posteriorment podrem utilitzar-la per a comptadors de temps en tot el programa indiferentment del valor al qual ha d'assolir el comptador (figura 22).



Figura 22 - Bloc Auxiliars (FC4) programació en Ladder

Bolcat

En aquest apartat es realitzaran en blocs amb llenguatge SCL de tipologia textual, totes les relacions entre les entrades i sortides de dades, ja siguin analògiques o digitals (figura 23).

Les entrades que ens arriben físicament per algun dels ports del PLC o mòduls es bolquen en variables creades al programa per al seu posterior tractament.

Les sortides, en aquest cas principalment digitals, es bolcaran ara en ports, per tal de transmetre les ordres de marxa a les bombes, bufadores... Tot allò que volem controlar ha de tenir un port de sortida i li hem de fer arribar la senyal.

```
(* #####
   #####   BOLCAT SORTIDES DIGITALS   #####
   ##### *)

"A0.1_Q0.0" := "DO".R_MOD_SEG; //REARMAMENT MÒDUL SEGURETAT
"A0.1_Q0.1" := "DO"."02198_IP0101_OM"; //ORDRE MARXA BUFADORA 1
"A0.1_Q0.2" := "DO"."02198_IP0102_OM"; //ORDRE MARXA BUFADORA 2
"A0.1_Q0.3" := "DO"."02198_MX0101_OM"; //ORDRE MARXA AGITADOR
"A0.1_Q0.4" := "DO"."02198_IP0103_OM"; //ORDRE MARXA BOMBA IMPULSIÓ 1
"A0.1_Q0.5" := "DO"."02198_IP0104_OM"; //ORDRE MARXA BOMBA IMPULSIÓ 2
"A0.1_Q0.6" := "DO"."RES_Q0.6"; //RESERVA
"A0.1_Q0.7" := "DO"."RES_Q0.7"; //RESERVA
"A0.1_Q1.0" := "DO"."RES_Q1.0"; //RESERVA
"A0.1_Q1.1" := "DO"."RES_Q1.1"; //RESERVA
```

Figura 23 - Bolcat de variables de sortida

També s'hi dedica un bloc específic per adreçar les entrades que ens interessin a les variables dedicades a alarmes del sistema Alert (Alert és un software d'avís d'alarmes en equipament i instal·lacions industrials, aquest es posa en contacte automàticament amb les persones responsables de solucionar el problema via correu electrònic, trucada, SMS o altres sistemes de comunicació) (figura 24).

```
(* #####
   #####   BOLCAT ALARMES   #####
   ##### *)

"DB_ALARMES"."ALM0" := NOT "DI"."MOD_SEG"; //MÒDUL SEGURETAT
"DB_ALARMES"."ALM1" := NOT "DI"."CONTROL_FASES"; //CONTROL FASES
"DB_ALARMES"."ALM2" := NOT "DI"."F ALIM_GENERAL"; //ERROR ALIMENTACIÓ GENERAL
"DB_ALARMES"."ALM3" := NOT "DI"."F ALIM_SSAA"; //ERROR ALIMENTACIÓ SSAA
"DB_ALARMES"."ALM4" := NOT "DI"."F ALIM_MANIOBRA"; //ERROR ALIMENTACIÓ MANIOBRA 230VAC
```

Figura 24 - Bolcat variables sistema d'alarmes

Elements

En aquest apartat escrit en KOP és on hi han tots els blocs dels elements que necessitem en el programa així com les bases de dades de cada element amb totes les variables que necessitarà ja creades.

S'hi troben tres blocs principals, dos d'ells referents a tot el tema d'alarmes i l'altre on hi trobem els elements amb les variables d'entrada i sortida per a cada un d'ells.

En el bloc d'*Alarmes* s'hi troben dos segments que agrupen les prioritats de les alarmes (figura 25). Aquestes prioritats, designades segons 1 i 2, on 1 és alarma crítica i 2 alarma no-crítica, venen donades per les especificacions i ens serviran per determinar les actuacions en cas que es doni una alarma. Les agrupacions es poden veure en l'annex *Prioritat alarmes sistema Alert*.

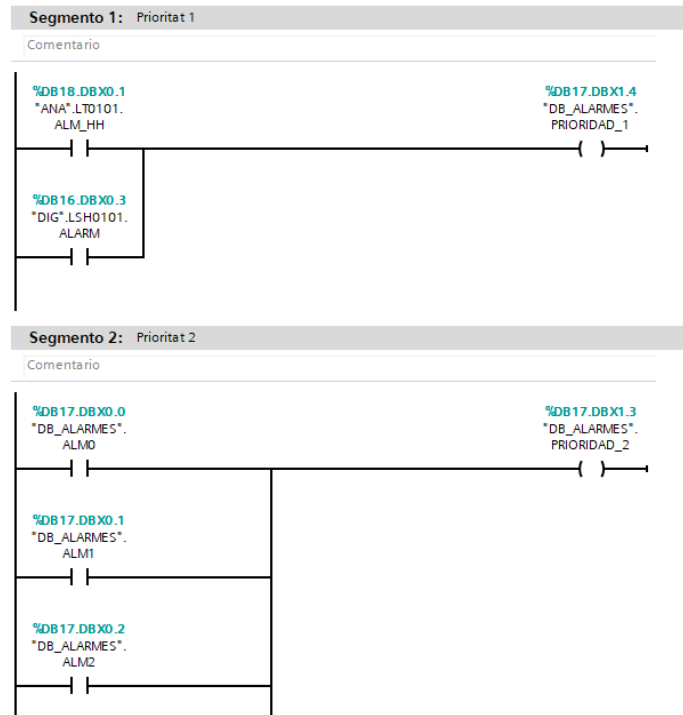


Figura 25 - Bloc de prioritats del sistema d'alarmes

D'altra banda també hi ha el bloc de *FC_COMM_ALERT*, un bloc que serveix de manera auxiliar al sistema SCADA per garantir la comunicació amb el sistema d'alarmes Alert, aquest fa de comptador temporal en segons i es reinicia cada cop que arriba a un cert valor.

En el bloc d'elements s'hi troben tots els elements que s'afegeixen de la llibreria importada anteriorment per tal d'assignar les variables d'entrada i de sortida que hi han en les diferents bases de dades del programa que necessiten per a dur a terme les accions i càlculs en el seu codi. Per a cada element afegit en el bloc des de la llibreria, es crearà la seva pròpia base de dades o emmagatzemarà la informació (figura 26).

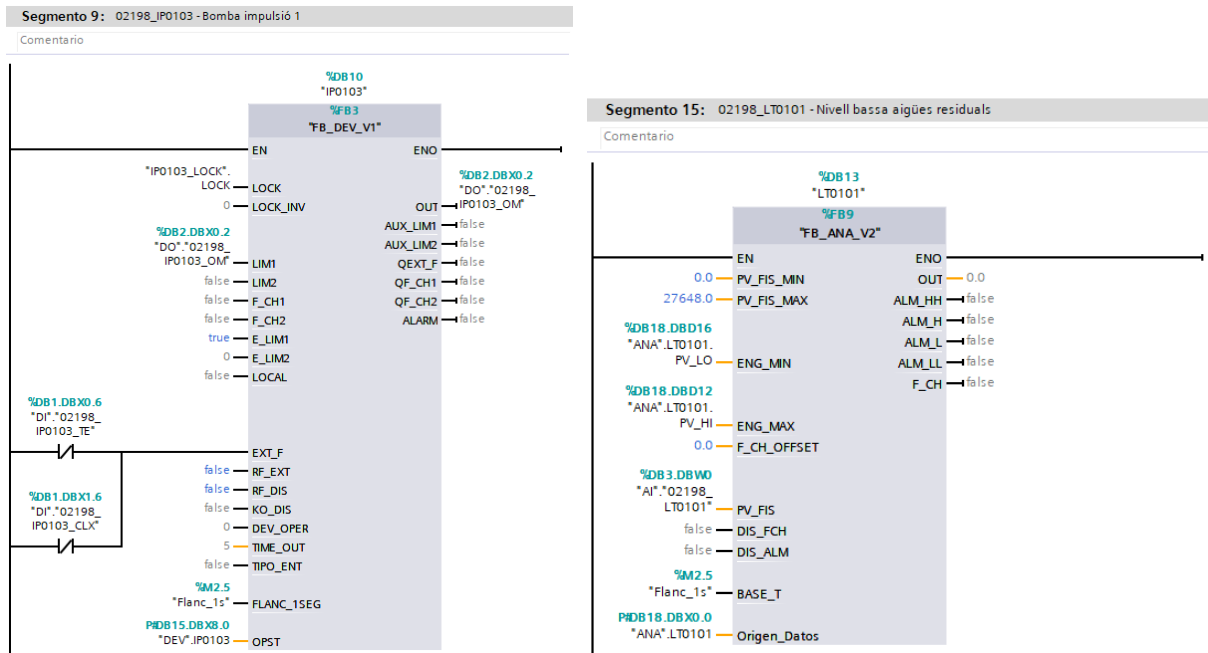


Figura 26 - Bomba d'impulsió 1 i Nivell bassa aigües residuals en el bloc Elements (FC3)

Control

En aquest apartat es troba tota la programació en *Ladder* que es necessita per al control total de la instal·lació (figura 27). Els diferents blocs que controlen:

- Control de l'airejador
- Control de les bombes
- Control de les bufadores
- Lògica de control segons els nivells
- Control horari de les bombes
- Control horari de les bufadores

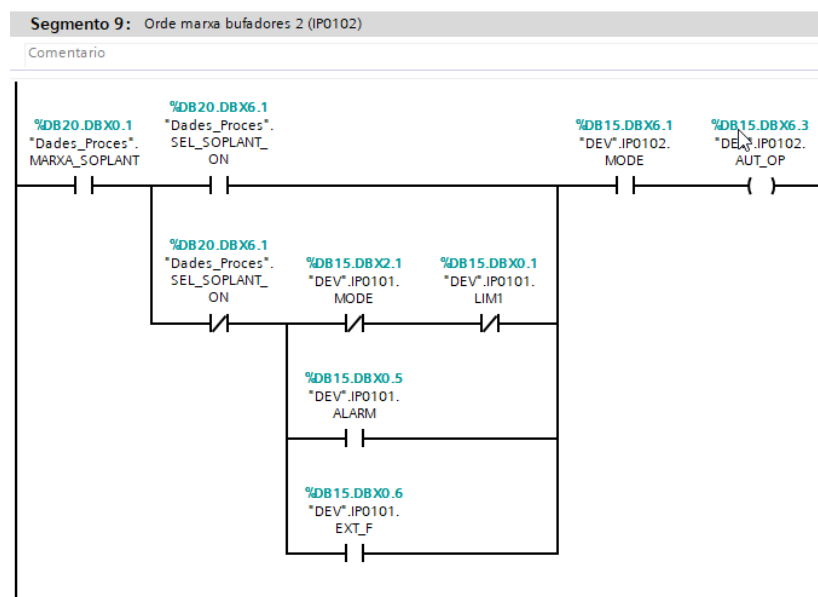


Figura 27 - Programació de l'ordre de marxa de la bufadora 2 en el bloc CTRL_Bufadores (FC5)

Cada control estarà creat a partir de les especificacions donades i aquestes es podran modificar un cop la instal·lació estigui en marxa, des de la plataforma Tia Portal Step7 o bé des d'SCADA.

Es crearan les bases de dades necessàries per tal de poder emmagatzemar totes aquelles variables que es necessitin per al control (figura 28).

	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	Visible en ..	Valor de a..	Comentario
1	▼ Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	▸ SYS_DATA	DTL	0.0	DTL#1970-01-01-4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	▸ RET_VAL	Int	12.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	▸ EN_MON_SOP	Bool	14.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	▸ EN_TUE_SOP	Bool	14.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	▸ EN_WED_SOP	Bool	14.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	▸ EN_THU_SOP	Bool	14.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	▸ EN_FRI_SOP	Bool	14.4	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	▸ EN_SAT_SOP	Bool	14.5	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	▸ EN_SUN_SOP	Bool	14.6	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	▸ HOUR_SOP	USInt	15.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	▸ MINUTE_SOP	USInt	16.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	▸ EN_MON_BOM	Bool	17.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14	▸ EN_TUE_BOM	Bool	17.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15	▸ EN_WED_BOM	Bool	17.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	▸ EN_THU_BOM	Bool	17.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	▸ EN_FRI_BOM	Bool	17.4	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	▸ EN_SAT_BOM	Bool	17.5	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
19	▸ EN_SUN_BOM	Bool	17.6	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20	▸ HOUR_BOM	USInt	18.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
21	▸ MINUTE_BOM	USInt	19.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
22	▸ HOUR_INICI_REP	USInt	20.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hora inici mode Repòs
23	▸ MIN_INICI_REP	USInt	21.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Minut inici mode Repòs
24	▸ HOUR_INICI_TRE	USInt	22.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hora inici mode Treball
25	▸ MIN_INICI_TRE	USInt	23.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	minut inici mode Treball

Figura 28 - Llistat de variables de la base de dades Dades_Horari (DB21)

4.2. Integració a SCADA

La integració a SCADA d'una instal·lació o equipament industrial és un procés que permet controlar i supervisar els valors desitjats d'una instal·lació sense la necessitat de connectar-se directament amb el programa del PLC.

SCADA és l'acrònim de *Supervisory Control And Data Acquisition* i és un software que permet el control i la supervisió a distància de processos industrials (figura 29). Permet controlar automàticament el procés mitjançant uns valors de consigna afegits per l'usuari i s'obté un *feedback* dels diferents dispositius de camp.

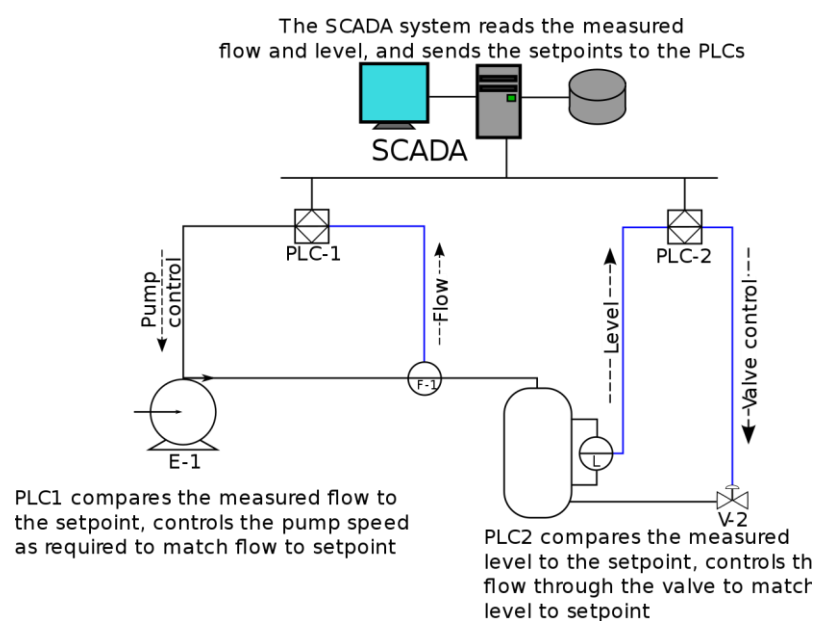


Figura 29 - Exemple d'un procés industrial integrat a SCADA

Gràcies a SCADA i als seus afegits, com vindria a ser el sistema Alert, es poden rebre diferents alarmes del sistema per comunicació telemàtica sempre que es sobrepassi un valor crític de consigna.

Per a la instal·lació s'ha seleccionat la plataforma Wonderware per a la integració, per dos motius principals:

- La plataforma i el PLC són d'origen Siemens, per tant, la seva integració serà molt més senzilla donat que al pertànyer a la mateixa marca ja està preparat
- El client ja té la plataforma Wonderware a la seva instal·lació i disposa de llicències d'ús comprades

4.2.1. Comunicació OPC KEPServer

Per tal de realitzar correctament la comunicació entre les variables del programa del PLC i la plataforma de Wonderware on hi ha corrent l'SCADA, cal aplicar un protocol de comunicació, en aquest cas s'utilitza OPC mitjançant l'aplicació KEPServer.

L'OPC (*OLE for Process Control*) és un estàndard de comunicació per al control i supervisió de processos industrials que permet que diferents components de software, individuals, interactuïn entre ells i comparteixin dades. La comunicació es realitza en una arquitectura Client-Servidor, on en el nostre cas el client seria SCADA, el qual rep les dades del PLC, i el servidor el propi PLC (figura 30).

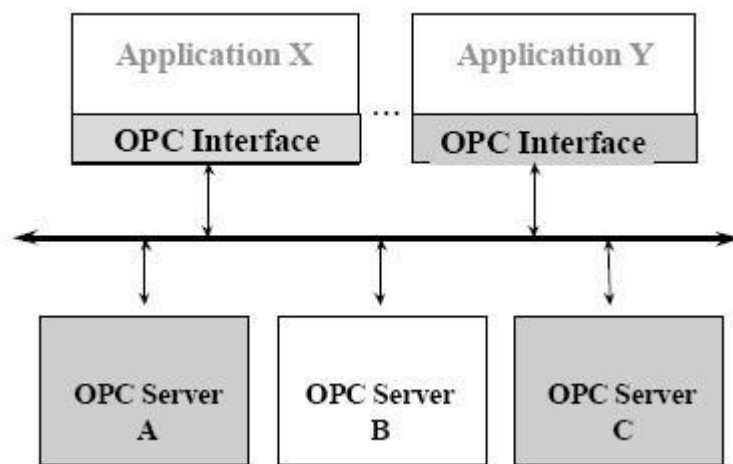


Figura 30 - Comunicació Client-Servidor per OPC

Per tal de comunicar correctament entre PLC i SCADA cal crear les relacions entre ells. D'una banda es necessita afegir el nom de l'objecte d'SCADA al qual es vol fer arribar la informació i, per la part del PLC, es necessita el direccionament de la base de dades on s'emmagatzema la dada que es necessita.

Per tal de facilitar tal comunicació s'ha creat una taula on hi apareixen diferents columnes (*Tag Name, Address, Data Type* i *Description*) (taula 3). La columna de *Tag Name* fa referència al nom de l'objecte a SCADA; *Address* a l'adreça que té la variable en la base de dades del PLC; *Data Type* al tipus de variable; i *Description* una breu descripció de l'Objecte-Variable.

Taula 3 - Llistats d'elements per comunicar a KEPServer

Tag Name	Address	Data Type	Description
02198_ALM0	DB17.DBX0.0	Boolean	Módulo seguridad
02198_ALM1	DB17.DBX0.1	Boolean	Control fases
02198_ALM10	DB17.DBX1.2	Boolean	Reserva alarma
02198_ALM2	DB17.DBX0.2	Boolean	Fallo alimentación general
02198_ALM3	DB17.DBX0.3	Boolean	Fallo alimentación SSAA
02198_ALM4	DB17.DBX0.4	Boolean	Fallo alimentación maniobra 230Vac
02198_ALM5	DB17.DBX0.5	Boolean	Reserva alarma
02198_ALM6	DB17.DBX0.6	Boolean	Reserva alarma
02198_ALM7	DB17.DBX0.7	Boolean	Reserva alarma
02198_ALM8	DB17.DBX1.0	Boolean	Reserva alarma
02198_ALM9	DB17.DBX1.1	Boolean	Reserva alarma
02198_INT_ALERT	DB150.DBW0	Word	Valor contador alerta
02198_IP0101_CTRL	DB15.DBW2	Word	Palabra control
02198_IP0101_Lock	DB26.DBW0	Word	Enclavamientos
02198_IP0101_STATE	DB15.DBW0	Word	Palabra estados
02198_IP0102_CTRL	DB15.DBW6	Word	Palabra control
02198_IP0102_Lock	DB26.DBW2	Word	Enclavamientos
02198_IP0102_STATE	DB15.DBW4	Word	Palabra estados
02198_IP0103_CTRL	DB15.DBW10	Word	Palabra control
02198_IP0103_Lock	DB26.DBW4	Word	Enclavamientos
02198_IP0103_STATE	DB15.DBW8	Word	Palabra estados
02198_IP0104_CTRL	DB15.DBW14	Word	Palabra control
02198_IP0104_Lock	DB26.DBW6	Word	Enclavamientos
02198_IP0104_STATE	DB15.DBW12	Word	Palabra estados
02198_LSH0101_CTRL	DB16.DBW2	Word	Palabra control
02198_LSH0101_STATE	DB16.DBW0	Word	Palabra estados
02198_LSH0102_CTRL	DB16.DBW6	Word	Palabra control
02198_LSH0102_STATE	DB16.DBW4	Word	Palabra estados
02198_LSL0101_CTRL	DB16.DBW10	Word	Palabra control
02198_LSL0101_STATE	DB16.DBW8	Word	Palabra estados
02198_LSL0102_CTRL	DB16.DBW14	Word	Palabra control
02198_LSL0102_STATE	DB16.DBW12	Word	Palabra estados
02198_LT0101_CTRL	DB18.DBW2	Word	Palabra control
02198_LT0101_DELAY_H	DB18.DBW46	Word	Consigna retraso alarma alta
02198_LT0101_DELAY_HH	DB18.DBW44	Word	Consigna retraso alarma muy alta
02198_LT0101_DELAY_L	DB18.DBW48	Word	Consigna retraso alarma baja
02198_LT0101_DELAY_LL	DB18.DBW50	Word	Consigna retraso alarma muy baja
02198_LT0101_OFFSET	DB18.DBD40	Float	Valor consigna OFFSET
02198_LT0101_PV	DB18.DBD4	Float	Valor Proceso
02198_LT0101_PV_HI_OUT	DB18.DBD12	Float	Valor proceso maximo
02198_LT0101_PV_LO_OUT	DB18.DBD16	Float	Valor proceso minimo
02198_LT0101_PV_SIM	DB18.DBD8	Float	Valor proceso simulacion

Automatització i integració a SCADA del control d'una bassa d'aigües residuals

02198_LT0101_SP_H	DB18.DBD24	Float	Valor consigna alarma alta
02198_LT0101_SP_HH	DB18.DBD20	Float	Valor consigna alarma muy alta
02198_LT0101_SP_L	DB18.DBD28	Float	Valor consigna alarma baja
02198_LT0101_SP_LL	DB18.DBD32	Float	Valor consigna alarma muy baja
02198_LT0101_SPAN	DB18.DBD36	Float	Valor consigna SPAN
02198_LT0101_STATE	DB18.DBW0	Word	Palabra estado
02198_LT0101_T_ATENUACION	DB18.DBW52	Word	Consigna Atenuacion señal
02198_LT0102_CTRL	DB18.DBW56	Word	Palabra control
02198_LT0102_DELAY_H	DB18.DBW100	Word	Consigna retraso alarma alta
02198_LT0102_DELAY_HH	DB18.DBW98	Word	Consigna retraso alarma muy alta
02198_LT0102_DELAY_L	DB18.DBW102	Word	Consigna retraso alarma baja
02198_LT0102_DELAY_LL	DB18.DBW104	Word	Consigna retraso alarma muy baja
02198_LT0102_OFFSET	DB18.DBD94	Float	Valor consigna OFFSET
02198_LT0102_PV	DB18.DBD58	Float	Valor Proceso
02198_LT0102_PV_HI_OUT	DB18.DBD66	Float	Valor proceso maximo
02198_LT0102_PV_LO_OUT	DB18.DBD70	Float	Valor proceso minimo
02198_LT0102_PV_OUT	DB3.DBD4	Float	Valor Proceso
02198_LT0102_PV_SIM	DB18.DBD62	Float	Valor proceso simulacion
02198_LT0102_SP_H	DB18.DBD78	Float	Valor consigna alarma alta
02198_LT0102_SP_HH	DB18.DBD74	Float	Valor consigna alarma muy alta
02198_LT0102_SP_L	DB18.DBD82	Float	Valor consigna alarma baja
02198_LT0102_SP_LL	DB18.DBD86	Float	Valor consigna alarma muy baja
02198_LT0102_SPAN	DB18.DBD90	Float	Valor consigna SPAN
02198_LT0102_STATE	DB18.DBW54	Word	Palabra estado
02198_LT0102_T_ATENUACION	DB18.DBW106	Word	Consigna Atenuacion señal
02198_MX0101_CTRL	DB15.DBW18	Word	Palabra control
02198_MX0101_Lock	DB26.DBW8	Word	Enclavamientos
02198_MX0101_STATE	DB15.DBW16	Word	Palabra estados
02198_Parametros_EN_FRI_BOM	DB21.DBX17.4	Boolean	Valor consigna viernes soplantes
02198_Parametros_EN_FRI_SOP	DB21.DBX14.4	Boolean	Valor consigna viernes bombas
02198_Parametros_EN_MON_BOM	DB21.DBX17.0	Boolean	Valor consigna lunes soplantes
02198_Parametros_EN_MON_SOP	DB21.DBX14.0	Boolean	Valor consigna lunes bombas
02198_Parametros_EN_SAT_BOM	DB21.DBX17.5	Boolean	Valor consigna sábado soplantes
02198_Parametros_EN_SAT_SOP	DB21.DBX14.5	Boolean	Valor consigna sábado bombas
02198_Parametros_EN_SUN_BOM	DB21.DBX17.6	Boolean	Valor consigna domingo soplantes
02198_Parametros_EN_SUN_SOP	DB21.DBX14.6	Boolean	Valor consigna domingo bombas
02198_Parametros_EN_THU_BOM	DB21.DBX17.3	Boolean	Valor consigna jueves soplantes
02198_Parametros_EN_THU_SOP	DB21.DBX14.3	Boolean	Valor consigna jueves bombas
02198_Parametros_EN_TUE_BOM	DB21.DBX17.1	Boolean	Valor consigna martes soplantes
02198_Parametros_EN_TUE_SOP	DB21.DBX14.1	Boolean	Valor consigna martes bombas
02198_Parametros_EN_WED_BOM	DB21.DBX17.2	Boolean	Valor consigna miércoles soplantes
02198_Parametros_EN_WED_SOP	DB21.DBX14.2	Boolean	Valor consigna miércoles bombas
02198_Parametros_FI_LT0101_REP	DB19.DBD24	Float	Valor fin REPOSO LT0101
02198_Parametros_FI_LT0101_TOT	DB19.DBD40	Float	Valor fin DOS bombas
02198_Parametros_FI_LT0101_TRE	DB19.DBD8	Float	Valor fin TRABAJO LT0101

02198_Parametros_FI_LT0102_REP	DB19.DBD32	Float	Valor fin REPOSO LT0102
02198_Parametros_FI_LT0102_TRE	DB19.DBD16	Float	Valor fin TRABAJO LT0102
02198_Parametros_HOUR_BOM	DB21.B18	Byte	Valor hora alternancia bombas
02198_Parametros_HOUR_SOP	DB21.B15	Byte	Valor hora alternancia soplantes
02198_Parametros_INICI_LT0101_REP	DB19.DBD20	Float	Valor inicio REPOSO LT0101
02198_Parametros_INICI_LT0101_TOT	DB19.DBD36	Float	Valor inicio DOS bombas
02198_Parametros_INICI_LT0101_TRE	DB19.DBD4	Float	Valor inicio TRABAJO LT0101
02198_Parametros_INICI_LT0102_REP	DB19.DBD28	Float	Valor inicio REPOSO LT0102
02198_Parametros_INICI_LT0102_TRE	DB19.DBD12	Float	Valor inicio TRABAJO LT0102
02198_Parametros_MIN_BOM	DB21.B19	Byte	Valor minuto alternancia bombas
02198_Parametros_MIN_SOP	DB21.B16	Byte	Valor minuto alternancia soplantes
02198_Parametros_TOFF_SOP	DB19.DBW2	Word	Valor tiempo apagado soplantes
02198_Parametros_TON_SOP	DB19.DBW0	Word	Valor tiempo encendido soplantes
02198_PRIORIDAD_1	DB17.DBX1.4	Boolean	Prioridad alarma 1
02198_PRIORIDAD_2	DB17.DBX1.3	Boolean	Prioridad alarma 2

4.2.2. Interfície de la pantalla

Per a la interfície de la pantalla d'SCADA s'ha escollit la plantilla *Situational Awareness* per als diferents objectes i estils de disseny. Aquesta plantilla o estil facilita una més ràpida comprensió de l'entorn i la situació en la que es troba la instal·lació.

S'utilitzen colors neutres per a situacions normals i el següent codi de colors per alertes, de manera que criden l'atenció de l'usuari quan hi ha situacions fora de paràmetres de funcionament (figura 31).

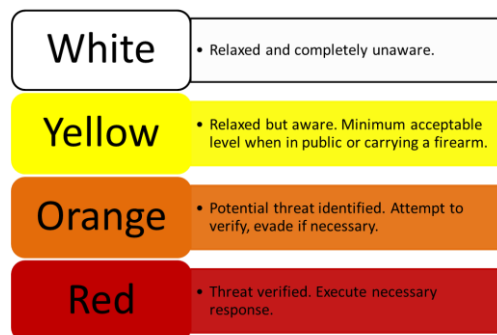


Figura 31 - Codi de colors en la plantilla *Situational Awareness*

Els objectes creats a Wonderware són descendents d'objectes, o plantilles, ja existents i creats per l'empresa, no és necessari crear-ne de nous. Ens permet simplificar el procés d'integració i evitem costos innecessaris.

El disseny de les diferents pantalles i pestanyes que formen part de la instal·lació segueix un estil gràfic del funcionament real, de manera simplificada. La relació d'aspecte haurà de mantenir un format 4:3 per tal de poder ser visualitzat a totes les pantalles de la planta (figura 32).

02198 AGUAS RESIDUALES

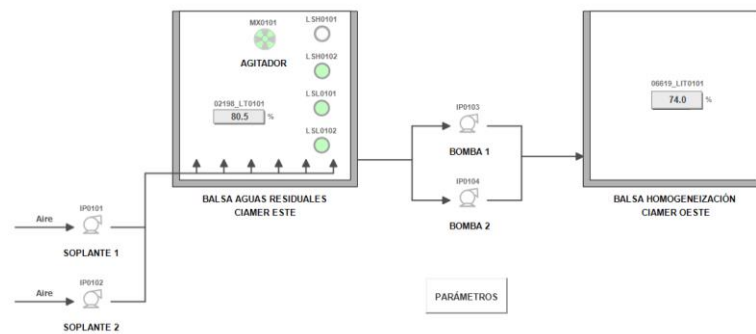


Figura 32 - Pantalla principal de la instal·lació a SCADA

Tot objecte visualitzat a la pantalla principal és modificable i es pot controlar segons els modes Manual, on l'usuari controla la seva marxa i parada, i Automàtic, on el seu funcionament vindria donat pels paràmetres de control introduïts a la pestanya de paràmetres (figura 33).

02198 AGUAS RESIDUALES

The '02198_Parametros' window displays the following settings:

SOPLANTES	
Tiempo encendido soplantes	900.00 s
Tiempo apagado soplantes	1800.00 s

VACIADO BALSA AGUAS RESIDUALES	
B.A.R. Reposo - Nivel autoriza vaciado	89.00 %
B.A.R. Reposo - Nivel paro vaciado	80.00 %
B.A.R. Trabajo - Nivel autoriza vaciado	50.00 %
B.A.R. Trabajo - Nivel paro vaciado	46.00 %
B.A.R. Todas - Nivel autoriza vaciado	94.00 %
B.A.R. Todas - Nivel paro vaciado	85.00 %
B.H. Reposo - Nivel autoriza llenado	90.00 %
B.H. Reposo - Nivel paro llenado	95.00 %
B.H. Trabajo - Nivel autoriza llenado	90.00 %
B.H. Trabajo - Nivel paro llenado	95.00 %

ALTERNANCIA SOPLANTES	
Lunes	<input checked="" type="checkbox"/>
Martes	<input checked="" type="checkbox"/>
Miércoles	<input checked="" type="checkbox"/>
Jueves	<input checked="" type="checkbox"/>
Viernes	<input checked="" type="checkbox"/>
Sábado	<input checked="" type="checkbox"/>
Domingo	<input checked="" type="checkbox"/>
Horario:	11: 0

ALTERNANCIA BOMBAS	
Lunes	<input checked="" type="checkbox"/>
Martes	<input checked="" type="checkbox"/>
Miércoles	<input checked="" type="checkbox"/>
Jueves	<input checked="" type="checkbox"/>
Viernes	<input checked="" type="checkbox"/>
Sábado	<input checked="" type="checkbox"/>
Domingo	<input checked="" type="checkbox"/>
Horario:	11: 0

Figura 33 - Pantalla de paràmetres de la instal·lació a SCADA

Per a visualitzar la resta de paràmetres cal consultar l'annex de "Document pantalles SCADA".

5. RESUM DEL PRESSUPOST

El cost total del pressupost per a l'automatització i integració a SCADA del control de la bassa d'aigües residuals, així com la instal·lació i subministrament del nou quadre, és de nou mil quatre-cents seixanta euros amb cinquanta-dos cèntims sense IVA (9.460,52€).

6. CONCLUSIONS

El present projecte és el resum de totes les parts del disseny i dimensionament del quadre elèctric, el programa d'automatització i la integració a SCADA per al sistema de control de bombeig d'aigües residuals a la depuradora principal de la fàbrica.

S'han pogut satisfer totes les necessitats sol·licitades en les especificacions per tal de complir amb els objectius desitjats.

L'automatització de la planta disminuirà els costos de manteniment de la instal·lació per desgast prematur dels components a causa de la fatiga i manca de commutació entre actuadors en el funcionament.

Disminuirà l'impacte ambiental gràcies al control total del procés de bombeig evitant nivells que sobrepassin els límits del dipòsit i aboquin directament al riu.

Permet una gran flexibilitat als paràmetres amb diferents modes de funcionament els quals prioritzen el treball i el repòs segons estigui programat.

Per tal de garantir la qualitat de la instal·lació, s'han seleccionat components d'alta qualitat de primeres marques, comprovat el bon funcionament de cadascun d'ells així com el de la instal·lació en el seu conjunt.

7. RELACIÓ DE DOCUMENTS

Document número 1: Memòria i annexos

Document número 2: Plànols

Document número 3: Plec de condicions

Document número 4: Amidaments

Document número 5: Pressupost

Document número 6: Arxius electrònics

8. BIBLIOGRAFIA

Documentació física

RBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Marcombo. 1a Edició. Barcelona, 2014

System Platform 2017 Update 3: Getting Started Guide. AVEVA Group PLC. 1a Edició. UK, 2018

Documentació On-Line

InfoPLC, *InfoPLC*, <https://www.infopl.net>, 2019

Pete Vree, *Siemens TIA Portal S7 1200 PLC Programming*, <https://bit.ly/3ecCmvy>, 2019

9. GLOSSARI

CPU: Unitat central de processament (*Central Processing Unit*, en anglès)

PLC: Controlador lògic programable (*Programmable Logic Controller*, en anglès)

HMI: Interfície home-màquina (*Human-Machine Interface*, en anglès)

IP (adreça): Protocol de comunicació TCP/IP (*Internet Protocol*, en anglès)

IP/IK: Grau de protecció d'ingrés (*Ingress Protection*, en anglès)

SCADA: Adquisició de dades, supervisió i control (*Supervisory Control And Data Acquisition*, en anglès)

LED: Díode emissor de llum (*Light Emitting Diode*, en anglès)

REBT: Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió

