



Universitat de Girona
Escola Politècnica Superior

Projecte/Treball Final de Carrera

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

Títol:

Automatització Planta de Tractament d'aigua Potable

Document: 1. Memòria

Alumne: Ruben Barranco Baquero

Director/Tutor: Sr. Joan Puigmal Pairot

Departament: Electrònica, Informàtica i Automàtica

Àrea: ESA

Convocatòria (mes/any): Gener 2006

Index

1. Introducció	6
1.1. Antecedents	6
1.2. Objecte.....	7
1.2.1. Objectius.....	8
1.3. Especificacions i Abast	9
1.3.1. Situació.....	9
1.3.2. Manteniment de l'activitat.....	9
1.3.3. Termini d'execució.....	10
2. Descripció dels processos	11
2.1. Arribada d'aigua	11
2.1.1. Precloració amb diòxid de Clor.....	11
2.1.2 Cloració	13
2.2. Agregació de Calç.....	14
2.3. Decantadors i sistema de purgues.....	15
2.4. Filtres	16
2.4.1. Filtració	17
2.4.2. Aturada.....	17
2.4.3. Rentat filtres	18
2.4.3.1. Aturada I	18
2.4.3.2. Buidat parcial	18
2.4.3.3. Estovament.....	19
2.4.3.4. Rentat Aire + Aigua.....	19

2.4.3.5. Esbandit	19
2.4.3.6. Aturada II	20
2.5. Sortida.....	20
3. Elements que intervenen en els processos	21
3.1. Arribada.....	21
3.1.1. Vàlvules motoritzades.	21
3.1.2. Cabalimetres analògics	21
3.1.3. Interruptors de nivell.	21
3.1.4 Turbidímetre.	22
3.1.5. Equip de cloració.....	22
3.1.6. Equip mesurador de PH.	23
3.1.7. Equip mesurador de la temperatura d'arribada.	23
3.2. Decantadors i Purgues.....	23
3.2.1. Interruptors de nivell.	23
3.2.2. Bombes de fangs.....	24
3.2.3. Bombes dosificadores de Pax.	24
3.3. Filtratge	24
3.3.1. Soplants per el rentat dels filtres.	25
3.3.2. Bombes per el rentat dels filtres.	25
3.3.3. Electrovàlvules dels filtres	25
3.3.4. Senyal de pèrdua de càrrega.	26
3.4. Sortida.....	26
3.4.3. Turbidímetre de sortida.....	27
3.4.4. Cloració de sortida.....	27

3.3.5. Equip mesurador de PH.	27
3.3.6. Interruptors de nivell.	28
3.5. Elements elèctrics.	28
4. Justificació de la solució adoptada	29
4.1. Utilització de Racks.....	31
5. Automatització dels processos.....	33
5.1. Elements que s'automatitzaran.....	33
5.1.1. Arribada i decantació.....	33
5.1.2. Filtració.....	34
5.1.3. Rentat de Filtres.	35
5.1.4. Sortida Planta.	35
5.2. Senyals dels Sensors i Activadors.	36
5.3. Llistat de senyals.....	37
5.3.1. Senyals Rack 1 – Arribada i decantadors	40
5.3.2. Senyals Rack 2 - Filtres.....	44
5.3.3. Senyals Rack 3 – Rentat	49
5.3.4. Senyals Rack 4 - Sortida	51
5.3.5. Abreviacions Tags.....	54
5.4. Graficet de les rutines principals.....	56
5.4.1. Bomba 1 elevació.....	56
5.4.2. Vàlvula 1 d'arribada.....	57
5.4.2. Bombes Pax.	58
5.4.3. Seqüència de rentat.	59
5.4.4. Totalitzadors horaris.	60

5.4.6. Funcions del PLC.	62
5.5. Riscos per malfuncionament del software de control.....	63
5.5.1. Fallades en la posta en marxa de l'automatització.....	63
5.5.2. Fallades de sensors i activadors de procés.	63
5.5.3. Fallades en el Hardware de l'automatització.....	64
5.5.4. Importància de les despeses derivades de la conseqüent manca d'acció.....	65
5.5.5. Efectes derivats d'una mala actuació.....	65
5.5.6. Previsió davant d'accidents a persones.	66
6. Software de control	67
6.1. Programació i comunicació PLC	68
6.1.1. RsNetWorx per Control Net.....	68
6.1.2. Rslogix 5000.....	68
6.2. Programació i comunicació Scada.....	69
6.2.1. RsNetWorx per EthernetNet/IP	69
6.2.2. RsView 32	70
6.2.3. Pantalles Scada.....	70
6.2.3.1. Pantalla General	71
6.2.3.2. Pantalla General de Filtres	72
6.2.3.3. Pantalla de filtres	73
6.2.3.4. Pantalla de Pax.....	74
6.2.3.5. Pantalla bombes elevació dip pulmò	75
6.2.3.6. Menú gràfiques	76
6.2.3.7. Pantalla representació dades gràficament.....	77
6.2.3.8. Representació dades	78

7. Resum Pressupost	80
8. Conclusions	81
8.1. Control i fiabilitat.....	81
8.2. Seguretat.....	81
8.3. Qualitat.....	82
8.4. Rendibilitat.	82
8.5. Ampliacions.....	82
9. Relació de documents.....	84
10. Bibliografia.....	86
11. Glosari	87
Anex A Codi Programa.....	88

1. Introducció

1.1. Antecedents

La planta de tractament d'aigua potable forma part de les instal·lacions per a la gestió i distribució d'aigua potable del servei municipal.

La planta potabilitzadora fou posada en marxa l'any 1.980 amb una capacitat de potabilitzar 800 litres/segon. El límit real del cabal de tractament esta limitat a 700 litres/segon per el cabal transportat per gravetat, que arriba a la planta amb dues canonades paral·leles de formigó armat amb camisa de planxa amb un diàmetre de 800 mm.

El sistema de tractament de l'aigua és el següent:

Precloració amb hipoclorit

Decantació amb coagulació mitjançant políclorur d'Alumini

Filtració amb llit silícic

Postcloració amb hipoclorit

Un cop tractada i potabilitzada l'aigua, aquesta passa a ser distribuïda directament a la xarxa d'aigua potable de la població i sobrelevada al dipòsit pulmó de la població.

1.2. Objecte

Donat el consum d'aigua potable que ja suporta la població i el creixement d'aquesta fa que es tinguin unes previsions on es destaca l'augment del consum. Per aquest fet, s'ha plantejat la necessitat d'automatitzar la planta de tractament d'aigua potable que dóna servei a la població. Amb aquest projecte es vol aconseguir una innovació de la planta donat que ja porta molts anys en servei sense reformes que permeti:

Millorar les prestacions.

Millorar els rendiments.

Obtenir una major fiabilitat del seu funcionament.

Flexibilitat en la funcionalitat.

Possibilitar futures ampliacions.

Al tenir unes previsions d'un fort augment de la demanda d'aigua potable al servei d'abastament, caldrà en un futur molt immediat ampliar la capacitat de tractament de la planta. Per aquest motiu els treballs d'automatització que s'efectuïn seran integrats com a una primera fase de l'estructura global del servei d'abastament.

Per complir els requisits actuals i poder acomplir la demanda futura d'integració de la planta com un element dins del sistema global de gestió de la xarxa que efectuarà el servei, la tecnologia designada per aquesta automatització és la de PLC. El sistema PLC captarà totes les senyals necessàries de cada un dels activadors implicats en els processos i donarà senyal als preactivadors adequats. El PLC treballarà de manera combinada amb un sistema SCADA.

El sistema SCADA representarà les variables que intervenen en el procés de manera gràfica i animada. La representació és immediata, pel que es pot fer el seguiment de qualsevol seqüència en temps real. També permetrà la intervenció del personal de servei en els processos, ja que mitjançant camps d'entrada, es podran variar paràmetres de

funcionament, temps i consignes de les diferents tasques.

Dins de l'ampli ventall d'opcions cal destacar que es podrà accedir als històrics generats per veure l'evolució dels processos. Les taules d'alarmes poden ser definides segons les severitats que tinguin i la resposta que necessitin. Es poden realitzar informes diaris i acumulats per a observar la correcte evolució del funcionament.

1.2.1. Objectius

Amb l'automatització de la planta potabilitzadora millorarà i assegurarà el servei d'abasteixament d'aigua que l'empresa ofereix als seus abonats.

Aquesta aplicació permetrà automatitzar totes les accions que afecten al funcionament de la planta, fet que evitarà errors humans, i mantindrà la qualitat del servei. També permetrà una parametrització àgil dels diferents processos que intervenen en el tractament de l'aigua. Així es podrà optimitzar el treball de la planta en funció de les necessitats del moment.

Al ser un sistema automàtic, s'obtindrà un control ininterromput que ens donarà l'opció de realitzar històrics amb els que es podran preveure actuacions que milloraran el procés sense patir pèrdues ni mancances en el subministrament. Es podran preveure reparacions o manteniments preventius sense afectar al servei, fer un estudi de les diferents parts de la planta per preveure el desgast dels equips i predir la seva substitució, reduint així el número de parades d'emergència que distorsionen el correcte funcionament.

Al disposar constantment de tots els processos que s'efectuen a la planta, es poden definir i provocar alarmes quan es donin diferents situacions, sense que aquestes passin per alt al personal del servei encarregat del funcionament de la planta. Aquest personal haurà de fer diferents controls que es definiran conjuntament amb la direcció de la planta. A més es permetrà l'actuació dels tècnics de l'empresa en tots els punts del procés quan per necessitats puntuals hagi d'intervenir directament.

També podran implementar-se seqüències d'emergència per a poder fer front a possibles avaries del sistema per causes mecàniques o alienes, sense que el procés quedi interromput.

A més, el sistema proposat és totalment obert, fet que permetrà la modificació del funcionament o futures ampliacions sense que el servei quedi paralitzat ni caldrà la substitució d'equips per les ampliacions.

1.3. Especificacions i Abast

1.3.1. Situació

La planta de tractament està situada als terrenys de propietat municipal del "Puig dels Cavallers" sn.

El seu accés des del nucli urbà s'efectua per el carrer de la Bòbila. Per a la correcte funcionament de la planta i de l'obra, es practicarà un accés a la part nord de la planta al que s'accedirà per l'avinguda Països Catalans. Aquesta entrada provisional serà utilitzada per el personal empleat en l'automatització de la planta, s'utilitzarà l'espai habilitat com a centre de recepció de material, magatzem i aparcament, quedant restringida l'entrada actual per a operacions de funcionament de la planta.

1.3.2. Manteniment de l'activitat

Paral·lelament a l'execució d'obra, la planta de tractament mantindrà en funcionament i al mateix ritme de treball tots els processos que actualment estan actuant. Aquest fet implicarà que quan es produeixi una situació en la que calgui aturar un dels processos, s'advertirà de la futura aturada a la persona designada per el servei. Es procedirà a establir un protocol de comunicació i d'emergència per poder actuar de manera immediata davant qualsevol contingència que afecti al correcte funcionament de la planta.

1.3.3. Termini d'execució

Les obres s'ajustaran al període de temps establert en aquest projecte. Si es produeix qualsevol modificació substancial que afecti al termini de l'obra, s'aixecarà acta informativa especificant el motiu que l'ha provocat i les repercussions que implicaran.

2. Descripció dels processos

La planta té un funcionament continu compost per processos clarament diferenciats. Utilitzarem aquests com a índex per desglossar el funcionament de la instal·lació.

2.1. Arribada d'aigua

L'arribada de l'aigua a tractar a la planta s'efectua mitjançant dues canonades paral·leles de formigó armat amb camisa de planxa amb un diàmetre de 800 mm que desemboquen a la bassa d'arribada.

Les dues línies d'arribada disposen d'electrovàlvules motoritzades i de cabalímetres d'ultrasons. Al disposar dels elements d'obertura i tancament de les vàlvules així com la lectura del cabal d'entrada a la planta, es generarà la rutina que permeti establir una consigna en l/s de treball per la planta que reguli de manera automàtica el posicionament de les vàlvules d'entrada.

La bassa d'arribada disposa de dos interruptors de nivells per indicar el Màxim i Mínim de capacitat.

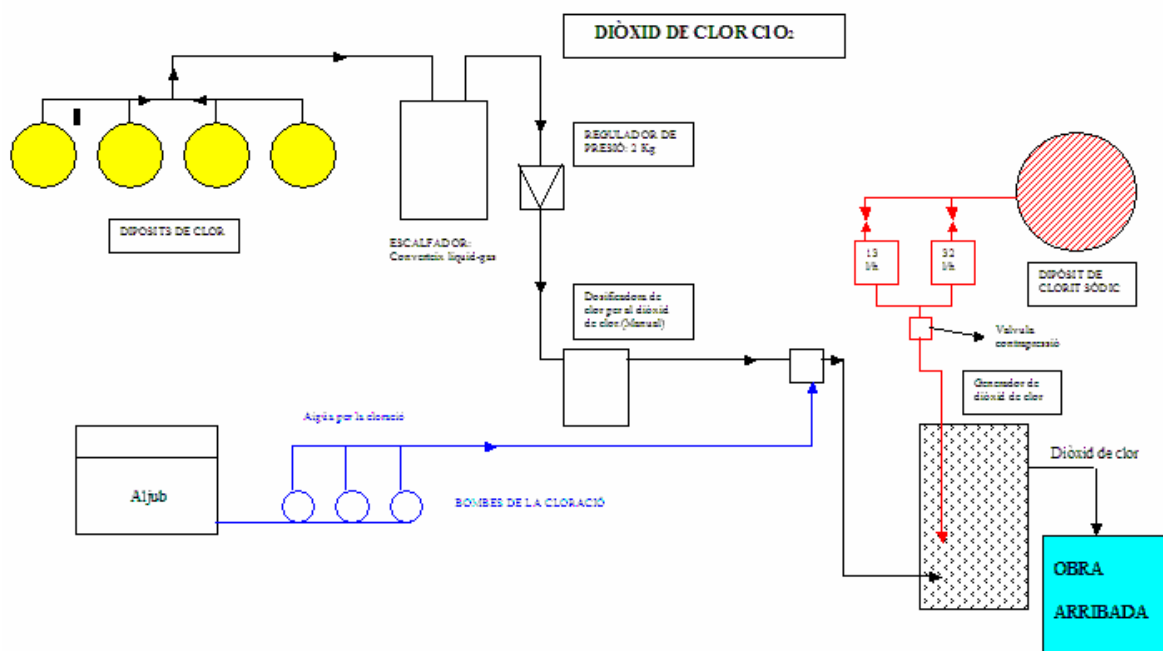
Com a mesura de control i qualitat de l'aigua, es realitza una lectura de la turbidesa, i Ph de l'aigua que arriba a la bassa d'arribada. També es mesura la temperatura d'arribada de l'aigua, ja que pot afectar als paràmetres químics que regeixen la potabilització de l'aigua.

En aquesta entrada sotmetrem a l'aigua a diferents processos.

2.1.1. Precloració amb dioxid de Clor

El primer procés que donem a l'aigua es una precloració. Aquest procés inicia la potabilització de l'aigua i millora la flocculació de les partícules. La dosificació de del dioxid de

clor que subministrarem a l'aigua de la bassa d'arribada serà fix. S'utilitza diòxid de clor i no Clor perquè com els filtres de sorra estan a l'aire lliure, el clor es perd més ràpidament que el diòxid de clor, perdent eficiència.



Imatge 1. Esquema funcionament PreCloració amb diòxid de Clor

Les dues dosificadores de clorit sòdic treballaran de manera selectiva segons la necessitat i l'ajust a que les sotmetin els tècnics químics de la planta, variaran els seu cabal de sortida modificant el percentatge de cabal del pistó o la seva freqüència de funcionament. Els paràmetres actuals donen un resultat de tretze litres hora si treballa una bomba i si s'activa la següent el cabal augmenta fins a trenta dos litres hora.

2.1.2 Cloració

La gestió del clor donada la seva complexitat i perillositat per la salut de persones i seguretat dels materials, esta sota estrictes mesures de seguretat. Exceptuan casos d'emergència, en que s'ha de seguir tots els passos establerts en els protocols de deguretat. No es permés al personal de la planta els treballs o manipulacions d'equips que afectin al Clor. Aquestes feines, correran a càrrec del personal designat per l'empresa Apliclor, encarregada del bon funcionament i manteniment de les instal.lacions.

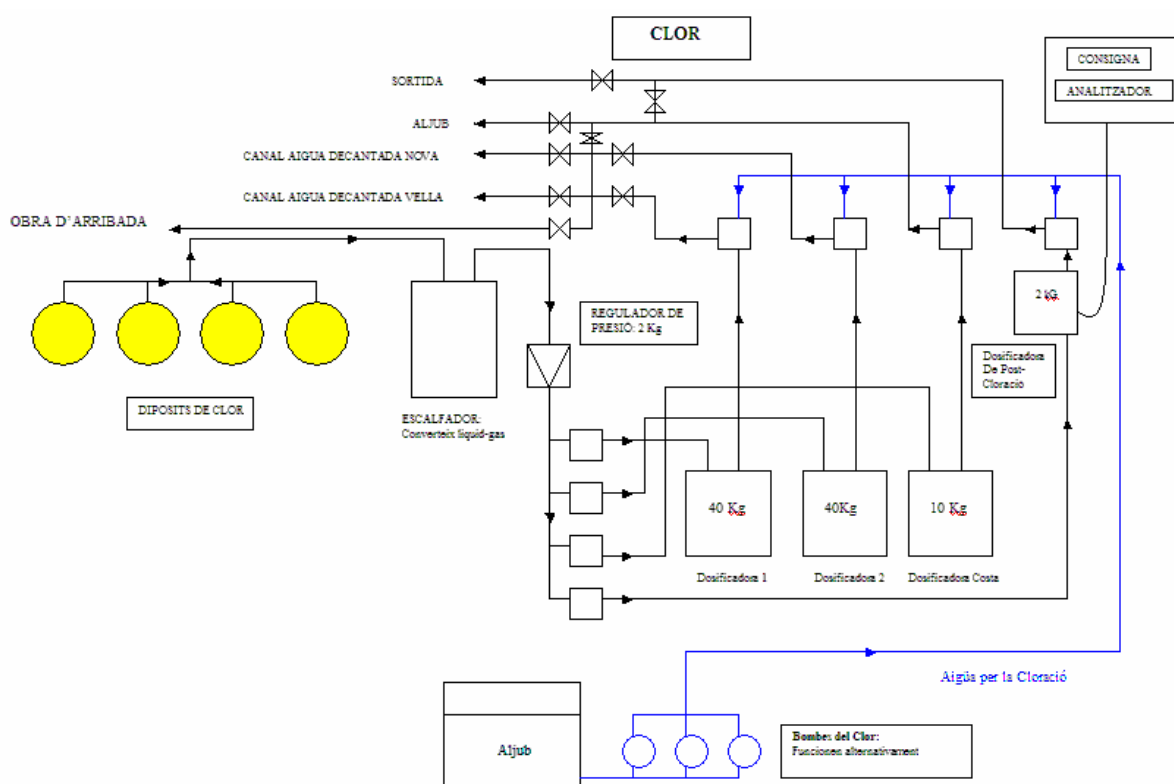
Només es accessible al personal de la planta la lectura dels paràmetres de clor que es controlen diàriament i un display instal·lat per a permetre la regulació dels ppm desitjats en cada un dels punts de la planta o el clor actua.

L'obtenció del diòxid de clor es realitza de manera automàtica. En funció de la consigna marcada per el laboratori es gradua manualment la dosificadora, per tal d'arribar a les P.P.M. de sortida desitjades.

A través de l'analitzador i de la dosificadora de post-cloració es va ajustant automaticament per mantenir les P.P.M. marcades en la consigna. Les dosificadores 1 i 2 funcionen alternativament.

S'efectua una Cloració als canals de sortida de l'aigua decantada, tant al canal de la sortida nova com al canal de la sortida vella. Tot i que la sortida dels quatre decantadors s'uneix i l'aigua es distribueix de manera igual als vuit filtres, en un primer moment la planta només disponia de dos decantadors amb la seva cloració. Al ampliar els decantadors es va decidir doblar la cloració establint-ne una altre de simètrica a la ja existent.

L'últim punt on s'efectua una cloració, es en el dipòsit de sortida. Aquesta cloració es fa tinguent en compte que l'aigua ja passa per una banda i de manera directa a la xarxa de distribució d'aigua potable i que també es impulsada al dipòsit pulmò de la població. Al anar directament a xarxa es limita la quantitat de clor per a permetre que a més de les qualitats sanitàries, l'aigua mantingui una qualitat gustativa.



Imatge 2. Esquema funcionament Cloració

Com a seguretat, es fan anàlisis de Clor periòdicament (freqüència marcada per el laboratori) en el punt de sortida a la xarxa i el dipòsit pulmò. En el punt de sortida s'anàlitza el clor lliure i el clor total per tal de controlar la presència d'amoniac (síntoma de contaminació). També es comprova el funcionament de l'anàlitzador fent una lectura manual 3 cops al dia.

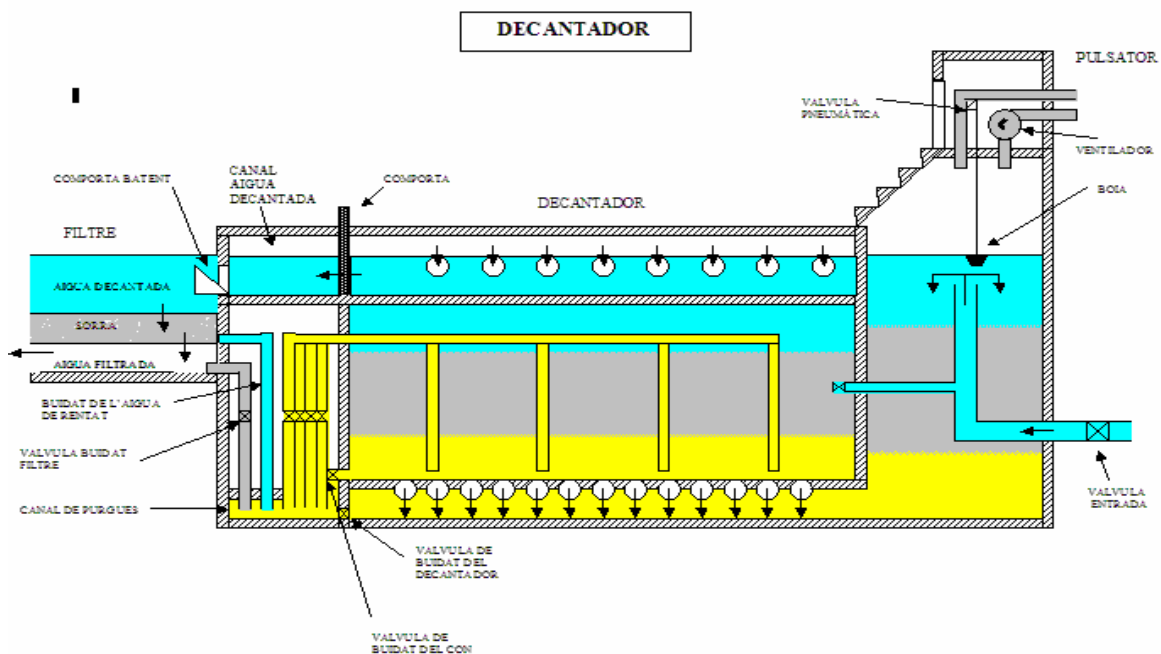
2.2. Agregació de Calç

A la planta de manera diària el personal de laboratori, un cop estudiats els paràmetres químics de l'aigua i la quantitat tractada agregen calç granulada a l'obra d'arribada. Aquesta calç ajuda a neutralitzar l'acidesa de l'aigua que arriba a la planta i evita la corrosió, aconseguint que les vàlvules, canonades i d'altres elements siguin menys atacades per la

corrosió.

2.3. Decantadors i sistema de purgues

L'aigua que entra a la bassa d'arribada per gravetat entra en els decantador. Al haver tingut una floccuació potenciada per el clor es produeix una alta precipitació dels elements en suspensió de l'aigua. Donat el disseny específic dels decantadors, l'aigua més lliure d'impureses serà captada en el nivell superior del decantador. Aquesta aigua, mitjançant tubereries adaptades per gravetat s'enviarà al canal de filtració.



Imatge 3. Esquema decantador

Al anar precipitant l'aigua dins dels decantadors al fons es crearà una capa de fangs i per sobre d'aquesta una capa menys densa coneguda com a manto. El manto també afavoreix la precipitació de les partícules pel que es convenient que no desaparegui. Però amb les hores de funcionament, tant el manto com els fangs augmentant. Per accelerar el procés de creació del manto i augmentar la quantitat de partícules precipitades, es disposa de dues

bombes dosificadores de PAX. Per evitar que l'aigua a més partícules passi als filtres es disposa d'un sistema de purgues.

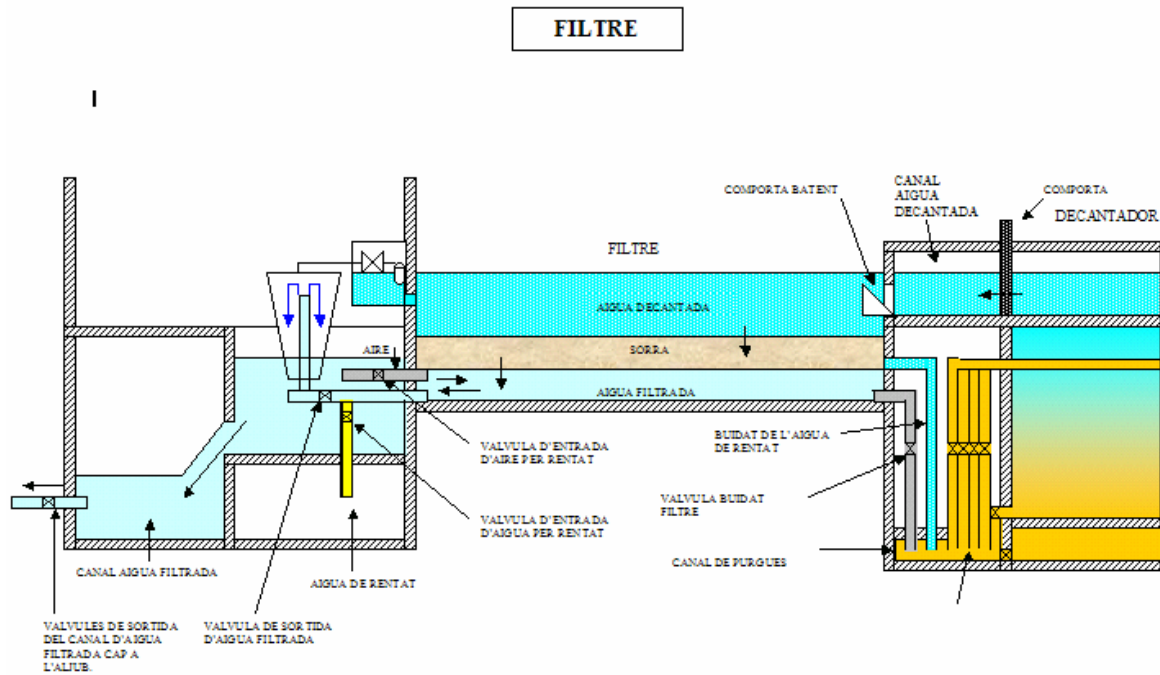
El sistema de purgues consisteix en dues bombes de fangs que succionen la part baixa dels decantadors eliminant així l'excés de fangs i partícules. Per evitar l'eliminació del manto es regularà la freqüència i el temps de funcionament d'aquestes bombes adaptant-se a les necessitats de la planta de tractament.

2.4. Filtres

L'aigua que surt dels decantadors per gravetat, va al canal d'aigua decantada. Aquest canal esta comunicat a la mateixa cota amb els els vuit filtres. L'aigua decantada que reben els filtres, queda sobre d'un llit de sorra silícica. El llit de sorra tindrà un alçada mínima de 0,7m. Per gravetat l'aigua va filtrant mentre queden retingudes partícules en la sorra. Al traspasar el llit de sorra silícica, l'aigua arriba a una base de formigò en la que s'ha instal.lat unes pipetes que capten l'aigua ja filtrada i passa per el llit de sorra silícica. El temps de contacte entre l'aigua i la sorra oscil.larà entre els vuit i els dotze minuts, fent variar el cabal tractat entre cinquanta i vuitanta metres cúbics hora. Passada la sorra l'aigua arriba a la cambra inferior que disposa d'un espai igual al cinquanta per cent de l'espessor del llit filtrant.

La planta conta actualment amb vuit filtres, aquest son simètrics i els seu funcionament és el mateix, disposant dels mateixos elements actuadors i de control.

Per a optimitzar la planta també comparteixen la caldereria per poder utilitzar les mateixes bombes i soplants en la seva neteja i manteniment.



Imatge 4. Esquema filtre

Tot i que la major part del temps els filtres estan en funció de filtració, tenen altres seqüències de funcionament.

2.4.1. Filtració

Aquesta seqüència serà l'habitual del filtre, que també anomenarem de treball. En aquest punt s'obriran les vòlvules d'entrada i de sortida dels que estiguin en filtració permetent que l'aigua entri sobre el llit de sorra i surti per el canal d'aigua filtrada per gravetat.

2.4.2. Aturada

En aquesta seqüència els filtres queden aturats, pel que no es permet l'entrada ni la sortida d'aigua. Es tancaran totes les vòlvules, si les bombes i soplants estaven actuant sobre ell

també s'aturaran immediatament.

Aquesta situació es donarà quan el filtre estigui a punt de ser rentat o hagi acabat el rentat per permetre que tots els elements en suspensió es col·loquin.

Una aturada, també es donarà quan, per motiu de manteniment o necessitat del servei, es vulgui aturar un filtre, per a fer reparacions o substituir la sorra si el seu nivell de colmatació ho requereixi.

2.4.3. Rentat filtres

Els filtres només es poden rentar individualment. Això està provocat perquè els filtres comparteixen com a elements de rentat les mateixes bombes i soplants. Si no es rentessin individualment ocasionaria un mal funcionament del sistema.

La seqüència del rentat dels filtres té diferents fases que s'han de seguir de manera consecutiva tant si es fa de manera manual per el personal com si es fa de manera automàtica per l'automatització. No ens permet saltar cap pas, però sí que podem variar els temps d'actuació de cada una de les fases del rentat.

2.4.3.1. Aturada I

Quan el filtre entra en la fase de rentat, el primer que fa és tancar totes les vàlvules per deixar que l'aigua reposi i precipiti tots els elements que estan en suspensió. S'assegura que les bombes i soplants que afecten al rentat estiguin aturades.

2.3.3.2. Buidat parcial

Passat el temps definit de la Parada I, el filtre entra en la fase de buidat parcial. Mentre es mantenen tancades la resta de vàlvules, s'obre la vàlvula de buidat del filtre. El nivell d'aigua

del filtre baixa fins l'alçada del mur de filtrat. Al reduir el nivell de l'aigua s'evita que es perdi la sorra del filtrat. L'aigua que surt del filtre va directament al desguàs.

2.4.3.3. Estovament

Passat el temps de Buidat Parcial, obrim la vàlvula d'entrada d'aire i prèvia confirmació d'aquesta acció, donem l'ordre d'engegada d'un soplant. L'entrada d'aquest aire és per la part inferior del filtre. L'aire injectat en sentit invers al de la filtració, entrant per la cambra de formigó d'aigua filtrada, passa per les pitetes fins al llit de sorra silícica. La sorra es remou per la presió de l'aigua fent aixecar les partícules que tenia retingudes.

2.4.3.4. Rentat Aire + Aigua

Passat el temps d'Estovament, obrim la vàlvula d'entrada d'aigua de rentat i prèvia confirmació d'aquesta acció, li aportem al filtre aigua amb una bomba de rentat. L'entrada d'aquesta aigua combinada amb l'aire és per la part inferior del filtre. L'aire i l'aigua injectat en sentit invers al de la filtració, provoca que les partícules que el filtre havia retingut es desprenguin millor i que es desplacin cap el mur de filtrat. Al sobrepassar el mur de filtrat, les partícules surten per la canonada de desguàs.

2.4.3.5. Esbandit

Passat el temps de Rentat Aire + Aigua, aturem el soplant i quan tenim confirmació de l'aturada, tanquem la vàlvula d'entrada d'aire. Acte seguit engegarem la segona bomba de rentat. Aquest augment de cabal provoca que les partícules en suspensió es desplacin més ràpidament cap el mur de filtrat. Al sobrepassar el mur de filtrat, les partícules surten per el canal de desguàs. Tots els canals de desguàs dels vuit filtres estan units i condueixen l'aigua per gravetat fins a la xarxa de sanejament de que disposa la planta de tractament. Aquesta xarxa esta conectada mitjançant una canonada amb la planta de tractament d'aigües residuals.

2.4.3.6. Aturada II

Passat el temps d'Esbandit, el filtre entra en la última fase del rentat. En aquesta, aturem les bombes de rentat i quan té confirmació de l'ordre tanca les vàlvules d'aigua de rentat i de buidat. Quan confirma que té totes les vàlvules tancades contabilitza un temps establert que permeti l'asentament del llit de sorra silícica i el filtre estarà preparat per tornar a entrar en filtració.

2.5. Sortida

Quan l'aigua ja ha estat filtrada per cada un dels filtres, aquesta es recolectada per el canal de filtratge. Aquest canal esta comunicat amb el dipòsit de sortida per gravetat. El dipòsit de sortida esta semisoterrat i disposa duna capacitat de 2000 m3.

El dipòsit de sortida disposa dels aparells de control per fer lectura dels paràmetres químics de Pax, Turbidessa i Clor. La lectura de clor a més de donar el senyal s'utilitza per gestionar la postcloració de la planta ja que se li dóna una consigna de treball i es fa una cloració per deixar el clor lliure als paràmetres que estableix la llei per la sortida d'aigua potable. També es controla els nivells analògics del dipòsit de sortida i del dipòsits Pulmò. Aquest últim tot i no estar ubicat dins del recinte de la planta, esta comunicat via cable amb aquesta donada la seva proximitat.

L'aigua que ha arribat al dipòsit disposa d'una línia de sortida directe a xarxa mitjançant una tuberia de 400mm de diàmetre. Aquesta tuberia de sortida a xarxa disposa d'un cabalímetre analògic Matelco que representa el valor en un display. Coma sistema de control, es dispsa d'un altre cabalimetre a la sortida dels filtres. Adjacent al dipòsit de sortida, disposem de dues bombes iguals de 200Kw i una tercera de 100Kw que capten l'aigua del dipòsit de sortida i la eleven al dipòsit pulmó de la població situat al puig dels pagesos mitjançant una canonada de 600mm de diàmetre. La línia de sortida al dipòsit Pulmó també disposa de cabalímetre analògic Matelco amb visor.

3. Elements que intervenen en els processos

Definirem de manera genèrica els diferents actuadors i sensors que trobarem en cada un dels processos identificats de la planta que hem d'automatitzar per a poder estudiar els senyals de control i comandament que haurem de rebre i enviar als equips.

3.1. Arribada

Per a poder controlar correctament l'arribada d'aigua a la planta, la qualitat d'aquesta i controlar la quantitat que tractarem, en l'obra d'arribada, disposem de diferents equips.

3.1.1. Vàlvules motoritzades.

Instal·lades a les canonades paral·leles d'entrada a la planta, tenim dues vàlvules motoritzades de papallona de diàmetre 800. Aquestes vàlvules són de la casa Auma i estan equipades amb senyals de final de cursa obert i tancat, així com un posicionador analògic.

3.1.2. Cabalímetres analògics

A una distància establerta per la casa Matelco per evitar que les vàlvules provoquin turbulències en l'aigua d'arribada, s'ha instal·lat en cada una de les canonades un cabalímetre d'ultrasons model Ultraflux UF34 la casa Matelco per a tenir un control de l'aigua que rep cada una de les canonades. Aquest cabalímetre disposen de capçal visualitzador, que permet parametritzar les lectures i les unitat amb que es representa l'informació. La seva electrònica permet disposar d'una sortida activa de senyal analògic de 4-20mA proporcional a la lectura instantànea.

3.1.3. Interruptors de nivell.

Com l'aigua que arriba a la planta entra per gravetat a la obra d'arribada i aquest dipòsit té

una capacitat de 1500m³ el dipòsit d'arribada, disposa de instal·lat dos interruptors de nivell de la casa Prominent. Aquest interruptors de nivell donen un senyal digital lliure de potencial que pot ser normalment obert o tancat. S'ha instal·lat un interruptor un 5% per sota del sobreixidor del dipòsit i un altre un 30% per sobre del fons del dipòsit. La seva funció serà advertir de l'arribada de la làmina d'aigua a algun d'aquest nivells. En el cas del màxim, s'ha optat per utilitzar un senyal normalment obert, i en el cas del mínim un senyal normalment obert. Així a la làmina d'aigua traspassi aquest es detectarà senyal alarma de màxim o mínim, segons la situació de la làmina d'aigua.

3.1.4 Turbidímetre.

Les canonades d'entrada a la planta transporten l'aigua recollida a la resclosa per gravetat. Aquesta aigua no ha rebut cap altre intervenció, que la del pas per reixes per evitar l'entrada en la canonada de partícules de diàmetre superior als 4mm. Com en funció de la pluviometria anual i de l'estació pot variar la qualitat de l'aigua i la necessitat dels processos a que s'haurà de sotmetre per potabilitzar-la, la planta disposa d'un equip mesurador de la turbidessa.

La pluviometria afecte en el sentit de que si ha estat elevada, la captació es pot dirigir a capes superiors on l'aigua no té tants fangs ni elements en suspensió.

L'estació afecte a la qualitat de l'aigua per les hores d'insolació solar que té. A més hores d'insolació més fotosíntesis tenim i més algues es creen, que en el procés de potabilització s'hauran d'eliminar.

El turbidímetre d'entrada es el model Aquateend de Hach disposa d'un rang de lectura entre 0 i 10 ntu. El valor de lectura habitual a la entrada de la planta.esta al voltant de 2 ntu

3.1.5. Equip de cloració.

La planta conta a l'entrada amb una precloració amb Diòxid de Clor al dipòsit d'arribada, una cloració doble a la sortida dels decantadors i una tercera cloració al dipòsit de Sortida. Per a la gestió dels equips de clor disposem d'un Prominent de la marca. Per a poder modificar els

paràmetres del clor així com per pendre la lectura disposem d'un display.

3.1.6. Equip mesurador de PH.

Per a pendre determinar la qualitat de l'aigua i el tractament a que s'ha de sotmetre per a potabilitzar-la també ens cal disposar del valor de PH d'aquesta, per això la planta disposa d'un Pxab de la casa Matelco

3.1.7. Equip mesurador de la temperatura d'arribada.

Al igual que el PH, la temperatura de l'aigua també influirà en el tractament que ha de rebre l'aigua per quedar potabilitzada. Per aquest motiu la planta disposa d'un equip de lectura de la temperatura de l'aigua en el dipòsit d'arribada. Es un equip EH conducta sumministrat per Matelco.

3.2. Decantadors i Purgues.

El sistema de decantació i purgues, recull per gravetat l'aigua que ja ha rebut un primer tractament en l'obra d'arribada. A més de decantar l'aigua per eliminar el màxim d'impureses abans de permetre el seu pas als filtres de sorra, disposa dels elements necessaris per a l'eliminació de fangs i la dosificació de pax que facilitarà el filtratge.

3.2.1. Interruptors de nivell.

L'aigua que arriba als decantadors, ho fa per gravetat procedent del dipòsit d'arribada. Donat que els decantadors tenen una capacitat i velocitat de tractament limitada, cada decantador, disposa d'un interruptor de nivell de la casa Prominent. Aquest interruptors de nivell donen un senyal digital lliure de potencial que pot ser normalment obert o tancat. S'ha instal·lat un

interruptor un 5% per sota del nivell de sobreixidor de cada un dels decantadors. La seva funció serà advertir de l'arribada de la làmina d'aigua aquest nivell. Al ser un senyal de màxim, s'ha optat per utilitzar un senyal normalment obert. Així a la làmina d'aigua arribi al interruptor de nivell, aquest ho detectarà i donarà un senyal d'alarma de màxim.

3.2.2. Bombes de fangs.

Donat que en el procés de decantació es van precipitant materials al fons dels decantadors, es van unint creant un fang, i un manto en suspensió. Aquest material precipitat, s'ha de retirar, però sense eliminar-lo totalment ja que la seva existència permet la colmatació dels elements en l'aigua i que precipitin. Per a la seva retirada disposem de dues bombes de fangs de 4Kw.

3.2.3. Bombes dosificadoras de Pax.

El Policlorur d'alumini ajuda durant el procés de decantació al incrementar la coagulació i flocul·lació de les partícules. Al flocular-se, les partícules faciliten el procés de detanció. Per al Pax és important que el PH de l'aigua no sigui molt bàsic, ja que si no, no tot el Pax es precipitaria i passaria als filtres. Per a la dosificació del Pax, la planta disposa de dues bombes dosificadoras que funcionen alternativament. Segons les P.P.M. i el cabal màxim de la bomba el programa l'indica el % de bomba que ha de funcionar. La consigna s'introdueix manualment mitjançant el selector incorporat en les bombes.

3.3. Filtratge

Un cop decantada el aigua passa per els canals de decantació (nou i vell) i es distribueix per gravetat en els vuit filtres. L'aigua entra per la part superior dels filtres per traspasar el llit de

sorra silícica que retindrà les partícules en suspensió que no hagin precipitat en els decantadors. Els filtres disposen d'una comporta de guillotina manual per deshabilitar-los quan calgui per emergències o qüestions de manteniment a més. També disposen de diferents vàlvules que permeten treballar en ells segons la fase de funcionament en que estiguin (rentat, filtratge, aturat)

3.3.1. Soplants per el rentat dels filtres.

Quan els filtres entren en la seqüència de rentat tenen fases en les que s'injecta aire en sentit invers a la filtració per poder estobar la sorra silícica i així evitar que amb les hores de funcionament aquesta quedi colmatada i no permeti una correcte filtració. Per impulsar aquest cabal d'aire en sentit invers utilitzem dues soplants 15Kw. S'utilitzen les dues soplants per als vuit filtres.

3.3.2. Bombes per el rentat dels filtres.

En la seqüència de rentat hi han a més de les fases en les que s'injecta aire en sentit invers a la filtració la fase on s'injecta aire i aigua en sentit invers, té com a funció eliminar les partícules que la sorra silícica ha retingut en la filtració. Per impulsar aquest cabal d'aigua en sentit invers utilitzem dues bombes de 18Kw. S'utilitzen les dues bombes per als vuit filtres.

3.3.3. Electrovàlvules dels filtres

Els filtres disposen d'una caldereria que permet l'entrada i sortida d'aigua en filtració, l'entrada d'aire i aigua en sentit invers per a la neteja, l'expulsió de l'aigua per el buidatge del filtre. Les bombes i soplants dels filtres son compartides, pel que s'ha de discriminar a quin filtre volem dirigir l'aire o l'aigua. Per poder executar individualment les funcions, els filtres disposen d'electrovàlvules que permeten actuar segons les necessitats o interessos. Tenim diferents electrovàlvules; d'entrada, de sortida, d'entrada d'aigua de rentat, d'entrada d'aire

de rentat, de sortida d'aigua.

3.3.4. Senyal de pèrdua de càrrega.

Es disposa d'un pressostat a cada un dels filtres que permet saber quan un filtre ha quedat colmantat per les hores de funcionament i s'ha de rentar. Això es produeix quan el llit de sorra ja no filtra correctament. Al no filtrar correctament la quantitat d'aigua que passa a la cambra de recollida d'aigua filtrada es inferior provocant una disminució de la pressió de sortida del filtre.

3.4. Sortida

Quan l'aigua ja ha estat tractada, decantada i filtrada, al donar-se els paràmetres químics correctes, l'aigua ja esta disponible per a la seva distribució en la xarxa d'aigua potable. En la sortida es controla el volum d'aigua tractada a la planta, se li fa un control de clor, PH, i turbidessa i es posa a l'abast de la xarxa directament, a més d'impulsar-la al dipòsit pulmò. Aquest dipòsit actua com a reserva del servei i com a distribuïdor d'una part de la xarxa.

3.4.1. Cabalimetres analògics.

En el sector de la sortida estan instal·lats tres cabalimetres d'ultrasons, així es té constància de l'aigua que reb la sortida procedent de la filtració, l'aigua que es impulsada al dipòsit pulmó i l'aigua que es distribuïda directament a la xarxa. Els tres aparells estan instal·lats segons les especificacions de la companyia Matelco per evitar que les vàlvules provoquin turbulències en l'aigua d'arribada, s'ha instal·lat el model Ultraflux UF32 en cada un dels tres punts. Aquest cabalimetres disposen de capçal visualitzador, que permet parametritzar les lectures i les unitat amb que es representa l'informació. La seva electrònica permet disposar d'una sortida activa de senyal analògic de 4-20mA proporcional a la lectura en temps real. També permet obtenir un senyal digital de polso parametrizable a lectures de metre cúbic, o litres segon.

3.4.2. Bombes d'impulsió

L'aigua que serveixen els filtres a la sortida, entra en el dipòsit de sortida per a ser distribuïda directament a la xarxa, però per a mantenir un funcionament el més constant possible de la planta fet que optimitza i millora el rendiment. S'emmagatzema en el dipòsit de sortida, donat que la capacitat d'aquest es limitada respecte a la quantitat d'aigua que pot tractar la planta, l'excedent s'eleva al dipòsit pulmò de la població mitjançant tres bombes impulsores.

3.4.3. Turbidímetre de sortida.

El turbidímetre de sortida es igual al d'entrada ,Hatch model Aquatrend, disposant d'un rang de lectura entre 0 i 10 ntu. Un cop l'aigua ha estat tractada, l'aigua que té una lectura mitja 2 ntu, per a permetre la seva distribució en la xarxa d'aigua potable ha de tenir uns valors de 0,2 ntu. La seva funció es confirmar la qualitat de l'aigua per a l'us de boca.

3.4.4. Cloració de sortida.

A la sortida es disposa d'un punt de cloració i lectura que estan gestionat de manera centralitzada en tota la planta.

3.3.5. Equip mesurador de PH.

Un cop tractada l'aigua a la planta abans de distribuir-la per la xarxa es torna a fer una lectura que confirmi que esta dins dels paràmtres sanitaris assegurant la qualitat de l'aigua per a l'us de boca, per això la planta disposa d'un Pxatc de la casa Matelco.

3.3.6. Interruptors de nivell.

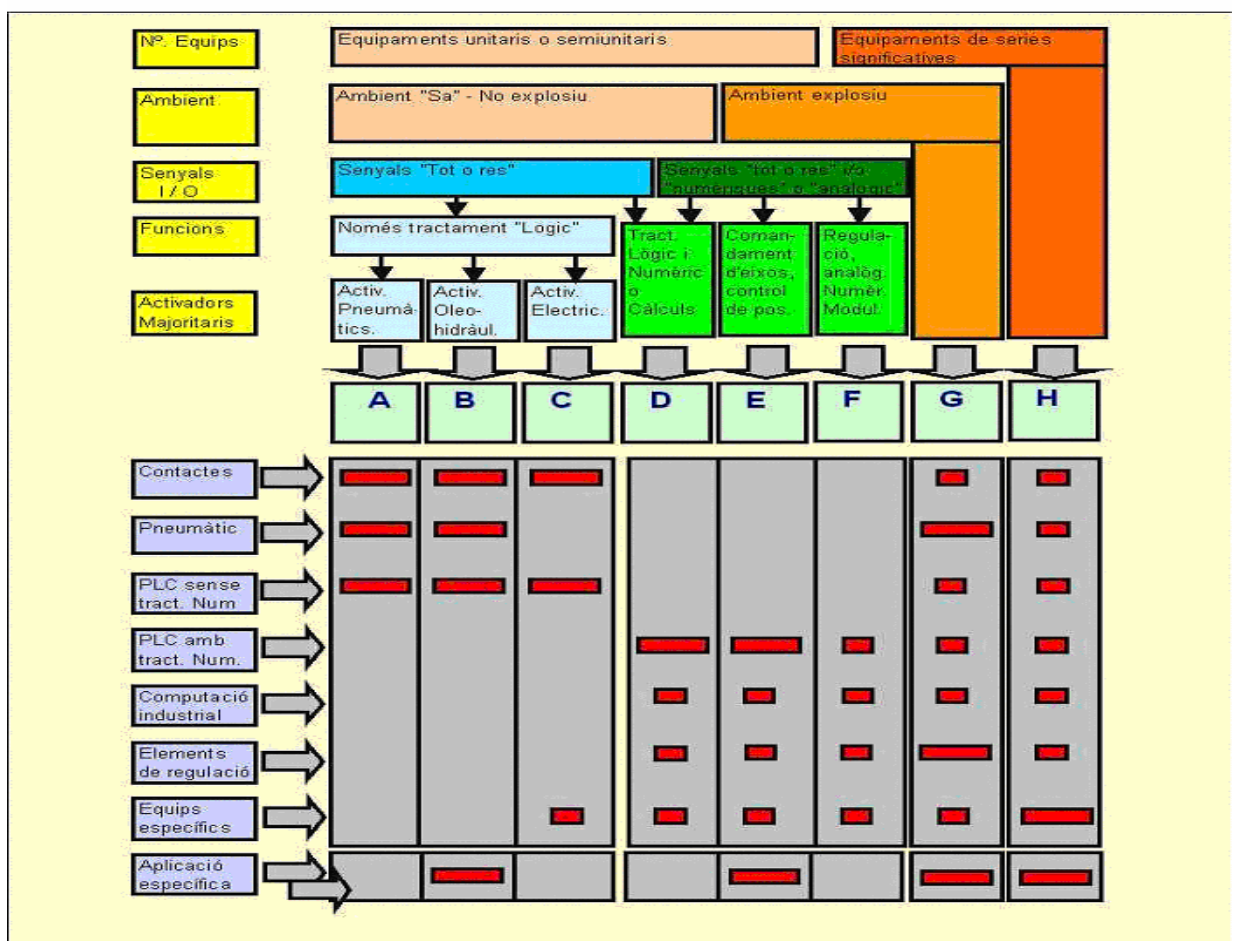
El dipòsit de sortida i el dipòsit pulmó com a seguretat, disposen de dos interruptors de nivell de la casa Prominent. Aquest interruptors de nivell donen un senyal digital lliure de potencial que pot ser normalment obert o tancat. S'ha instal·lat un interruptor un 5% per sota del sobreixidor del dipòsit i un altre un 30% per sobre del fons del dipòsit. La seva funció serà advertir de l'arribada de la làmina d'aigua a algun d'aquests nivells. En el cas del màxim, s'ha optat per utilitzar un senyal normalment obert, i en el cas del mínim un senyal normalment obert. Així a la làmina d'aigua traspassi aquest es detectarà senyal alarma de màxim o mínim, segons la situació de la làmina d'aigua.

3.5. Elements elèctrics.

La planta conta amb innumerables quadres elèctrics que gestionen actualment els elements necessaris per a al correcte funcionament de la planta. Aquest quadres contenen amb: selectores indicadors, polsadors potenciómetres, temporitzadors i altre instrumentació elèctrica.

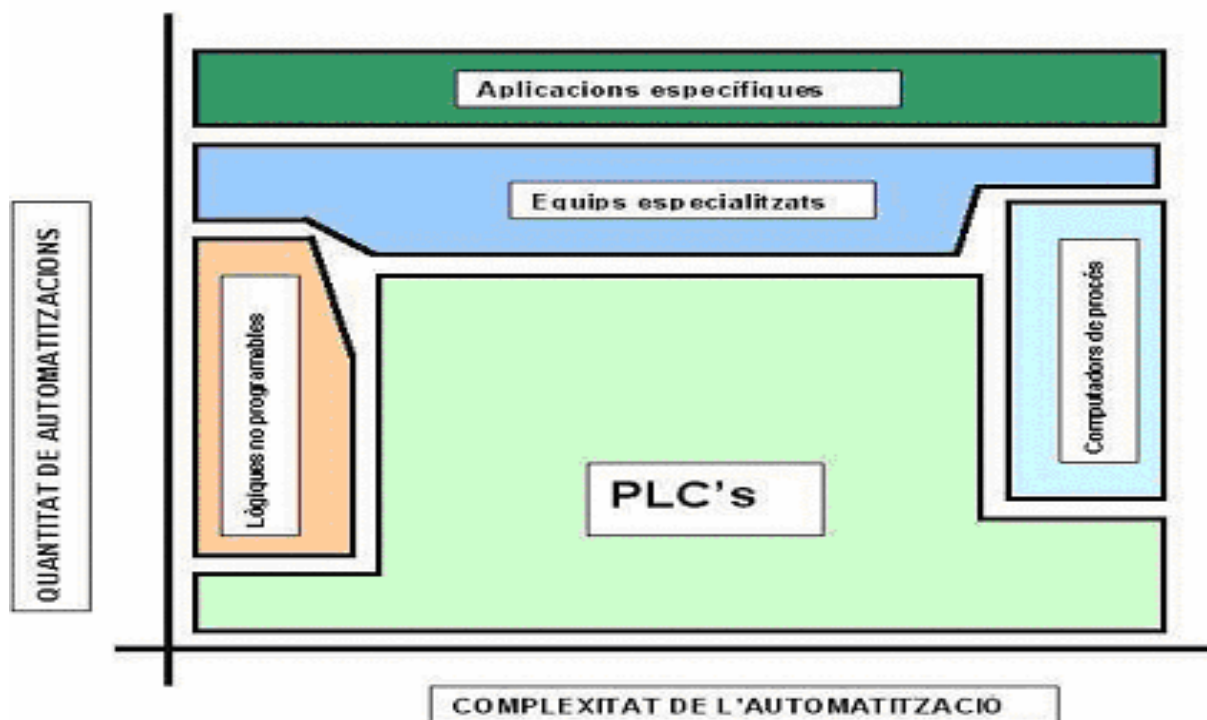
4. Justificació de la solució adoptada

Per poder seleccionar la tecnologia de control més adient per el procés que volem automatitzar, hem tingut en compte els factors que la guia ADEPA ens mostra. Així hem de tenir en compte la quantitat d'automatitzacions que volem realitzar i la complexitat d'aquestes.



Imatge 5. Guia ADEPA

En el nostre cas, tot i que tenim diferents processos diferenciats dins del funcionament de la planta, tractem la planta com a un únic procés global. I el numero d'automatitzacions queda reduït a un. Fet que també reduirà els costos en "hard" al compartir material.



Imatge 6. Selecció automatització

La complexitat dels diferents processos de la planta no és molt elevada, però al ser tractada tota la planta en global, la dificultat augmenta i també augmenta la quantitat d'automatitzacions. Exceptuant els paràmetres químics, la resta ordres que permeten una certa histèresi. L'objectiu dins dels paràmetres establerts per el persona de l'abastament es coordinar tots els processos que hem englobat dins de la planta per mantenir un cicle de funcionament el més estable possible.

L'ambient de treball tot i utilitzar reactius químics no és explosiu, pel que no s'han d'aplicar les proteccions per aquest ambients i podem utilitzar contactors i relés.

La majoria són ordres d'engegada i aturada Tot o Res, encara que depenguin de senyals analògics com és el cas del dipòsit pulmó o l'activació de vàlvules. Però si que es dona molta importància a la recollida de dades i al tractament de la dosificació pel que s'ha d'efectuar càlculs, pel que hem de tenir un tractament lògic.

Un cop tingut en compte aquestes consideracions i consultant la guia ADEPA, veiem que el nostre projecte quedaria inclòs en les columnes D i E que comporten una lògica amb tractament lògic i numèric. Al voler anar-nos ajustant a les necessitats del servei que es dona als clients no podem escollir una automatització rígida. Aquest fet ens porta a la tecnologia de PLC o computadors. Al estudiar les opcions del mercat, creiem que el cost dels computadors amb les seves prestacions no és necessari pel que ens quedem amb els PLC.

De l'estudi del mercat esmentat que tenia en compte el cost i les prestacions s'ha optat com a opció més adient la plataforma de Hardware ControlLogix i el software de programació RSLogix 5000 de la marca Rockwell Automation. És un model de gamma alta totalment modulable amb gran prestacions, i possibilitats de comunicacions.

4.1. Utilització de Racks

Donada la dispersió dels elements físics a controlar per la planta i per reduir costos s'ha optat per distribuir Racks connectats entre ells mitjançant una xarxa Controlnet. I per connectar la CPU amb el sistema SCADA s'ha creat una xarxa ethernet. Al treballar en dues xarxes independents no s'afectaran.

Amb els racks s'amplia la capacitat d'entrades i sortides fins a ocupar la memòria, i així no cal dur totes les senyals fins on esta instal·lat el PLC amb els costos d'instal·lació que això implica.

Existeix una varietat de Racks, però per a unificar el material a utilitzar i en previsió de modificacions i ampliacions s'ha optat per estandaritzar el Rack de set Slots. En la mateixa

línia d'estandarització d'equips que permetrà reduir el Stock del material de reserva s'ha optat per seleccionar les targetes a utilitzar:

1756-PB75 Font alimentació 24Vcc 97w
1756-ENBT Xarxa Ethernet
1756-CNB Xarxa Controlnet
1756-IB32 Tarja 32 entrades deigitals
1756-OB32 Tarja 32 sortides digitals per transistor
1756-IF8 Tarja 8 entrades Analògiques
1756-OF4 Tarja 4 sortides Analògiques

Taula 1 Tarjes utilitzades

D'aquesta manera, al utilitzar les mateixes targetes, facilitaran el manteniment de l'estoc i una major familiaritat del personal amb el material d'automatització.

5. Automatització dels processos

Per a l'automatització dels processos, s'ha estudiat els elements que hi intervenen, i s'han ates les peticions de funcionament que ha fet arribar el servei. Així s'ha pogut determinar quines senyals caldràn per poder treballar correctament. Els senyals existents que es volen utilitzar es doblaran, permetent un funcionament manual de la planta com a seqüència d'emergència. Els senyals no existents i necessaris s'han afegit al procés sense alterar-lo.

5.1. Elements que s'automatitzaran

Segons les necessitats i requeriments de l'abastament s'ha procedit a identificar els elements a controlar per la correcte automatització de la planta, i quins son els senyals d'entrades i sortides tant digitals com analògics necessaris per poder fer l'automatització dels elements. A més dels senyals d'elements concrets com son vàlvules, bombes, soplants, interruptors de nivell, ..., també s'han seleccionat senyals de contactors, relés, selectors... aquest senyals s'han agafat sempre utilitzant contactes lliures de potencial en el cas de les entrades i sortides digitals . Quan els senyals han estat analògics s'ha porcedit a sollicitar una sortida activa de l'aparell instal·lat. Si l'instrumentació no ha permés la nova sortida analògica, s'han sollicitat entrades procedents d'aïlladors galvànics per no interferir en el funcionament actual ni que aquest interfereixi en la lectura dels paràmetres per part del PLC. Els elements a automatitzar s'han agrupat en quatre zones per facilitar el cablejat i el control dels elements. En cada una d'aquestes zones s'ha instal·lat un rack amb les targes d'entrada i sortida necessàries.

5.1.1. Arribada i decantació.

A l'obra d'arribada hem de regular l'arribada d'aigua, la qualitat d'aquesta i enmagatzemar-la temporalment a en el dipòsit d'arribada, per així poder servir un cabal de tractament el més constant possible a la planta. També cal controlar la qualitat i les condicions amb que l'aigua arriba per ser tractada. Amb aquestes premises, s'entraran al PLC els senyals analògics de

la lectura dels paràmetres químics de Clor i Ph, la Turbidessa, la lectura de Pax i la temperatura de l'aigua.

Vàlvules d'entrada.- es connectaran al PLC les entrades digitals oberta/tancada, senyal d'automàtic, les proteccions, polsadors d'obrir/tancar. Com a sortida digital les ordres d'obrir/tancar cada una de les vàlvules. S'agafarà també els senyals analògics de posició de cada una de les vàlvules d'entrada.

Cabalimetres d'arribada.- Connectarem les entrades digitals dels polsos per desena de metre cúbic i els senyals analògic del cabal instantani.

Dipòsit d'arribada.- Connectarem els senyals d'entrada digitals de nivell màxim i nivell mínim, i s'afegirà el senyal analògic del nivell.

Bombes de Fangs.- Connectarem els senyals d'entrada digitals d'estat, automàtic i proteccions, les sortides digitals d'engegada.

Bombes dosificadoras de Pax.- Connectarem els senyals d'entrada digitals d'estat, automàtic i proteccions, les sortides digitals d'engegada. Per a regular la dosificació del Pax es donarà a cada una de les bombes una sortida analògica.

Decantadors.- Connectarem de cada un dels quatre decantadors els senyals d'entrades digitals de Màxim i mínim.

Aquest senyals que afecten a aquest procèssos d'arribada, s'han agrupat en el primer Rack.

5.1.2. Filtració.

Per a la gestió dels filtres s'ha instal·lat el segon Rack que agrupa els senyals que intervenen en el funcionament dels filtres. Al ser vuit filtres simètrics es definiran els senyals per a un filtre, i es tindrà en compte que aquestes s'aplicaran a tots.

Vàlvula d'entrada.- Connectarem el senyals d'entrada digital de vàlvula oberta/tancada i les sortides digitals de tancar vàlvula.

Vàlvula de sortida.- Connectarem el senyals d'entrada digital de vàlvula oberta/tancada i les sortides digitals de obrir/tancar vàlvula.

Vàlvula aire de rentat.- Connectarem el senyals d'entrada digital de vàlvula oberta/tancada i les sortides digitals de obrir/tancar vàlvula.

Vàlvula aigua de rentat.- Connectarem el senyals d'entrada digital de vàlvula oberta/tancada

i les sortides digitals de obrir/tancar vàlvula.

Vàlvula buidatge.- Connectarem el senyals d'entrada digital de vàlvula oberta/tancada i les sortides digitals de obrir vàlvula.

5.1.3. Rentat de Filtres.

Els filtres comparteixen les bombes i soplants del rentat, al estar físicament apartats de les bombes i soplants, s'ha instal·lat el tercer Rack en aquest punt de la planta, ja que tot i el baix número de senyals que ha de gestionar, s'aprofita la seva ubicació i els slots lliures per col·locar la CPU i la tarja de comunicacions Ethernet.

Bombes per el rentat de filtres.- Connectarem els senyals d'entrades digitals d'estat, proteccions i automàtic. Com a sortides donarém l'ordre d'engegada de cada una de les dues bombes.

Soplants per el rentat de filtres.- Connectarem els senyals d'entrades digitals d'estat, proteccions i automàtic. Com a sortides donarém l'ordre d'engegada de cada una de les dues soplants.

Sirena.- Connectem l'entrada digital d'aturar sirena i la sortida digital d'activar Sirena d'alarma.

5.1.4. Sortida Planta.

El dipòsit de sortida, és el punt final del tractament de l'aigua a la planta. Així es tindrà el control de l'aigua tractada i la seva destinació bé sigui directament a la xarxa o el dipòsit pulmó mitjançant l'impulsió. Així a la sortida s'ha instal·lat el quart Rack.

Per assegurar la qualitat de l'aigua s'efectua l'últim control, s'entraran al PLC els senyals analògics de la lectura dels paràmetres químics de Clor, Ph i Turbidessa. Donat que el dipòsit Pulmó també abasteix a una part de la xarxa, disposa també d'una lectura de clor residual.

Tot i que el dipòsit pulmó esta fora de les instal·lacions de la planta mitjançant un cablejat existent arriben senyals d'ell.

Cabalimetres de control.- Connectarem les entrades digitals dels polsos per desena de metre cúbic del cabalimetre de sortida de filtres, del de l'impulsió al dipòsit pulmó i de la sortida a xarxa. Dels tres cabalimetres també obtindrem el senyal analògic del cabal instantani.

Dipòsit de sortida.- Connectarem els senyals d'entrada digitals de nivell màxim i nivell mínim, i s'afegirà el senyal analògic del nivell.

Dipòsit Pulmó.- Connectarem els senyals d'entrada digitals de nivell màxim i nivell mínim, i s'afegirà el senyal analògic del nivell i el de Clor residual.

Bombes d'impulsió.- Connectarem els senyals d'entrades digitals d'estat, proteccions i automàtic. Com a sortides donarem l'ordre d'engegada de cada una de les tres bombes.

5.2. Senyals dels Sensors i Activadors.

Per l'automatització de la planta s'utilitzaran o adaptaran sensors que disposin de senyals digitals i analògics.

Els senyals digitals tant d'entrada com de sortida treballaran amb una tensió estandaritzada de 0 - 24 Vcc. Aquesta senyal serà tot o res.

Per a captar les entrades digitals s'utilitzaran contactes lliures de potencial dels elements que es vulguin controlar.

Per a les sortides, donat que els elements a gestionar poden tenir diferents tensions en la circuiteria de control, les sortides atacaran a relès que disposaran de contactes lliures de potencial. Al intercalar els relés estandaritzem el funcionament de les sortides a la vegada que protegim les targes de sortida de l'autòmat.

Les entrades i sortides del PLC, treballaran amb lògica positiva, és a dir, quan la tensió d'una entrada/sortida sigui 0Vcc, el senyal serà un 0 (OFF) i quan la tensió d'una entrada/sortida sigui +24 Vcc, el senyal serà un 1 (ON).

Els senyals analògics tant d'entrada com de sortida tindran un rang de senyal de 4-20 mA amb una resistència de 500 Ohms en sèrie. El servei d'abastament informarà del fons d'escala de cada un dels elements.

Al estandaritzar la tensió de les entrades i sortides digitals a 24 Vcc, en tots els casos entre el PLC i els activadors disposarem de contactes lliures de potencial que ens permetran un cert grau d'aïllament i protecció a més de no interferir en els circuits elèctrics ja existents a la planta. Els tipus de activadors amb que treballarem a la planta són estàndards; motors, electrovàlvules, sirenes, etc.

En el cas dels vàlvules, motors i soplants, al ser equips d'elevada potència els relés de sortida del PLC no atacaran directament a l'engegada d'aquest. Atacaran als contactors existents previstos per aquesta funció d'engegar els equips.



Imatge 7. Caixa Conexionat Rack

5.3. Llistat de senyals.

Un cop definits els processos i els elements que intervenen en ells, s'ha procedit a identificar quines senyals ens calen per a poder automatitzar les parts requerides per el servei d'abastament, en el funcionament de la planta. El primer pas ha estat distribuir els senyals

en digitals i analògics. Llavors s'han diferenciat clarament els d'entrada dels de sortida. Donada la seva ubicació física en la planta s'han fet diferents agrupacions de senyals per a facilitar el seu tractament, així com abaratir costos de cablejat i hores, els diferents senyals han quedat agrupats en quatre racks distribuïts per la planta;

Rack 1; Compendrà el que es la zona d'arribada i dels decantadors amb tots els senyals digitals i analògics que correspon. El Rack1 estarà situat físicament a la caseta individualitzada que disposa l'obra d'arribada. Així els processos químics que s'executen a l'obra d'arribada no l'afectaran. El Rack 1 també actuarà com a extrem de la xarxa Controlnet. Així si en un futur es millora l'obra d'arribada i per el volum de senyals a afegir es decideix instal·lar un nou rack la xarxa controlnet no s'haurà de cablejar innecessàriament.

Rack 2; Gestionarà els senyals corresponents als vuit filtres. El Rack 2 estarà ubicat a la galeria de servei del Filtres, d'aquesta manera es tindrà accés visual a la major part de les vàlvules i estarà garantida la seva protecció.

Rack 3; Aquest rack només gestiona els elements necessaris per el rentat dels filtres així com la sirena. Es per això que s'ha decidit instal·lar-hi la CPU de la Xarxa Controlnet, així com la tarja de Ethernet que ens comunicarà el PLC amb l'SCADA. D'aquesta manera s'ha mantingut l'equilibri de targes que permeti estandaritzar els Racks de 7 slots sense que sigui un cost innecessari. El rack estarà ubicat en la sala adjacent a la del bombeig, evitant així les interferències provocades per les bombes i disposant d'un accés directe a la planta superior on està la sala de control on s'instal·larà l'SCADA.

Rack 4; La funció del Rack4 es la gestió final de la planta que inclou a més del dipòsit de sortida d'aigua de la planta i els paràmetres químics de control, es gestiona les bombes d'elevació al dipòsit pulmó i els senyals d'aquest que mitjançant un cablejat existent arriben al recinte de la planta. S'habilitarà part de la sala de quadres per a la seva ubicació. Aquest Rack disposa de l'altre extrem de la xarxa Controlnet. S'ha decidit instal·lar-lo en aquest punt, ja que els plans d'aplicació preveuen la instal·lació d'una nova bateria de filtres que físicament estarien davant del dipòsit de sortida, pel que la xarxa Controlnet només hauria

de continuar per poder anar a captar les noves senyals.

Al tenir distribuïdes les senyals per Rack (o zona), entrades/sortides, digitals/analògiques, s'ha porcedit a distribuir-les definitivament en Slots. S'ha definit l'element, el pre-activador, la descripció, el Tag amb que definirem el senyal tant en el Rslogix 5000 com en l'Scada i una numeració específica per cada senyal. La numeració donada, s'utilitzarà tant en els esquemes elèctrics com en el cablejat. Aquesta numeració constarà de tres parts

Una primera part on s'indicarà quin tipus de senyal és; I per les entrades digitals, O per les sortides digitals, E per les entrades analògiques, O per les sortides analògiques.

Un dígit indicant el Slot on esta situat (de 0 a 6)

Dos dígits més en el cas de les entrades i sortides digitals per especificar el número concret l'entrada o sortida de la tarja de 0 a 31. Per les entrades i sortides analògiques, només s'afegirà un dígit de 0 a 7 per les entrades analògiques i de 0 a 3 per les sortides analògiques i un signe + o – segons sigui el cable de senyal cap al PLC o el cable de retorn.

Exemple numeració:

I100	I Entrada digital	1 Slot 1	00 Entrada digital 0 de l'Slot 1
O200	O Sortida digital	2 Slot 2	00 Sortida digital 0 de l'Slot 2
E3.0+	E Entrada analògica	3 Slot 3	0+ Entrada senyal 4-20mA canal 0
O4.0+	O Sortida analògica	4 Slot 4	0+ Sortida senyal 4-20mA canal 0

En aquest llistats tots els senyals digitals siguin entrades o sortides tindran com a mode de funcionament Tot/Res, i els analògics seran entrades o sortides de rang 4 20mA.

5.3.1. Senyals Rack 1 – Arribada i decantadors

Element	Descripció	Tag	num.
Fi de cursa	Vàlvula 1 oberta	O_V1	I100
Fi de cursa	Vàlvula 1 tancada	T_V1	I101
Contacte lliure de potencial	Proteccions vàlvula 1	F_V1	I102
Contacte lliure de potencial	Automàtic vàlvula 1	A_V1	I103
Contacte lliure de potencial	Pulsador obrir Vàlvula 1	P_OB_V1	I104
Contacte lliure de potencial	Pulsador tancar Vàlvula 1	P_TA_V1	I105
Fi de cursa	Vàlvula 2 oberta	O_V2	I106
Fi de cursa	Vàlvula 2 tancada	T_V2	I107
Contacte lliure de potencial	Proteccions vàlvula 2	F_V2	I108
Contacte lliure de potencial	Automàtic vàlvula 2	A_V2	I109
Contacte lliure de potencial	Pulsador obrir Vàlvula 2	P_OB_V2	I110
Contacte lliure de potencial	Pulsador tancar Vàlvula 2	P_TA_V2	I111
Contacte lliure de potencial	Maxim bassa d'entrada	MAX_Entrada	I112
Contacte lliure de potencial	Mínim bassa d'entrada	MIN_Entrada	I113
Contacte lliure de potencial	Estat B1 Fangs	E_B1_Fangs	I114
Contacte lliure de potencial	Proteccions bomba 1 Fangs	F_B1_Fangs	I115
Contacte lliure de potencial	Automàtic bomba 1 Fangs	A_B1_Fangs	I116
Contacte lliure de potencial	Estat B2 Fangs	E_B2_Fangs	I117
Contacte lliure de potencial	Proteccions bomba 2 Fangs	F_B2_Fangs	I118
Contacte lliure de potencial	Automàtic bomba 2 Fangs	A_B2_Fangs	I119
Contacte lliure de potencial	Estat B1 Pax	E_B1_Pax	I120
Contacte lliure de potencial	Proteccions bomba 1 Pax	F_B1_Pax	I121
Contacte lliure de potencial	Automàtic bomba 1 Pax	A_B1_Pax	I122
Contacte lliure de potencial	Estat B2 Pax	E_B2_Pax	I123
Contacte lliure de potencial	Proteccions bomba 2 Pax	F_B2_Pax	I124
Contacte lliure de potencial	Automàtic bomba 2 Pax	A_B2_Pax	I125
Interruptor de nivell	Maxim decantador 1	MAX_D1	I126
Interruptor de nivell	Maxim decantador 2	MAX_D2	I127
Interruptor de nivell	Maxim decantador 3	MAX_D3	I128
Interruptor de nivell	Maxim decantador 4	MAX_D4	I129
Interruptor de nivell	Mínim decantador 1	MIN_D1	I130
Interruptor de nivell	Mínim decantador 2	MIN_D2	I131

Taula 2. Rack 1 Slot 1 (IB32)

Element	Descripció	Tag	num.
Interruptor de nivell	Mínim decantador 3	MIN_D3	I200
Interruptor de nivell	Mínim decantador 4	MIN_D4	I201
Contacte lliure de potencial	Polsos cabal 1	P_Q1	I202
Contacte lliure de potencial	Polsos cabal 2	P_Q2	I203
	No utilitzat		I204
	No utilitzat		I205
	No utilitzat		I206
	No utilitzat		I207
	No utilitzat		I208
	No utilitzat		I209
	No utilitzat		I210
	No utilitzat		I211
	No utilitzat		I212
	No utilitzat		I213
	No utilitzat		I214
	No utilitzat		I215
	No utilitzat		I216
	No utilitzat		I217
	No utilitzat		I218
	No utilitzat		I219
	No utilitzat		I220
	No utilitzat		I221
	No utilitzat		I222
	No utilitzat		I223
	No utilitzat		I224
	No utilitzat		I225
	No utilitzat		I226
	No utilitzat		I227
	No utilitzat		I228
	No utilitzat		I229
	No utilitzat		I230
	No utilitzat		I231

Taula 3. Rack 1 Slot 2 (IB32)

Element	Descripció	Tag	num.
Electrovàlvula	Obre vàlvula 1	OB_V1	O300
Electrovàlvula	Obre vàlvula 2	OB_V2	O301
Electrovàlvula	Tanca Vàlvula 1	TA_V1	O302
Electrovàlvula	Tanca Vàlvula 2	TA_V2	O303
Contactador	Engega bomba 1 Fangs	ENG_B1_Fangs	O304
Contactador	Engega bomba 2 Fangs	ENG_B2_Fangs	O305
Contactador	Engega bomba 1 Pax	ENG_B1_Pax	O306
Contactador	Engega bomba 2 Pax	ENG_B2_Pax	O307
	No utilitzat		O308
	No utilitzat		O309
	No utilitzat		O310
	No utilitzat		O311
	No utilitzat		O312
	No utilitzat		O313
	No utilitzat		O314
	No utilitzat		O315
	No utilitzat		O316
	No utilitzat		O317
	No utilitzat		O318
	No utilitzat		O319
	No utilitzat		O320
	No utilitzat		O321
	No utilitzat		O322
	No utilitzat		O323
	No utilitzat		O324
	No utilitzat		O325
	No utilitzat		O326
	No utilitzat		O327
	No utilitzat		O328
	No utilitzat		O329
	No utilitzat		O330
	No utilitzat		O331

Taula 4. Rack 1 Slot 3 (OB32)

Element	Descripció	Tag	num.
Cabalímetre analògic	Senyal cabal entrada 1	Cabal_1	I400
Cabalímetre analògic	Senyal cabal entrada 2	Cabal_2	I401
Sonda d'ultrasons	Nivell dipòsit d'arribada	Nivell_Entrada	I402
Mesurador de Clor	Senyal Clor	Cl_Entrada	I403
Mesurador de PH	Senyal Ph	PH_Entrada	I404
Turbidímetre	Senyal Turbidessa entrada	Turb_Entrada	I405
Termòmetre	Temperatura aigua	Temp_Entrada	I406
Mesurador de Pax	Lectura de Pax	Pax_Entrada	I407

Taula 5. Rack 1 Slot 4 (IF8)

Element	Descripció	Tag	num.
Potenciòmetre	Posició Vàlvula 1	Pos_V1	I500
Potenciòmetre	Posició Vàlvula 2	Pos_V2	I501
	No utilitzat		I502
	No utilitzat		I503
	No utilitzat		I504
	No utilitzat		I505
	No utilitzat		I506
	No utilitzat		I507

Taula 5. Rack 1 Slot 5 (IF8)

Element	Descripció	Tag	num.
Sortida analògica PLC	Consigna bomba 1 Pax	CSG_Pax_1	O600
Sortida analògica PLC	Consigna bomba 2 Pax	CSG_Pax_2	O601
	No utilitzat		O602
	No utilitzat		O603

Taula 6. Rack 1 Slot 5 (IF4)

5.3.2. Senyals Rack 2 - Filtres

Element	Descripció	Tag	num.
Fi de cursa	Vàlvula entrada filtre 1 oberta	O_V_Ent_F1	I100
Fi de cursa	Vàlvula entrada filtre 1 tancada	T_V_Ent_F1	I101
Fi de cursa	Vàlvula sortida filtre 1 oberta	O_V_Sort_F1	I102
Fi de cursa	Vàlvula sortida filtre 1 tancada	T_V_Sort_F1	I103
Fi de cursa	Vàlvula aigua rentat filtre 1 oberta	O_V_Aigua_F1	I104
Fi de cursa	Vàlvula aigua rentat filtre 1 tancada	T_V_Aigua_F1	I105
Fi de cursa	Vàlvula aire rentat filtre 1 oberta	O_V_Aire_F1	I106
Fi de cursa	Vàlvula aire rentat filtre 1 tancada	T_V_Aire_F1	I107
Fi de cursa	Vàlvula de buidatge filtre 1 oberta	O_V_buidatge_F1	I108
Fi de cursa	Vàlvula de buidatge filtre 1 tancada	T_V_buidatge_F1	I109
Contacte lliure de potencial	Pèrdua de càrrega filtre 1	PC_F1	I110
Fi de cursa	Vàlvula entrada filtre 2 oberta	O_V_Ent_F2	I111
Fi de cursa	Vàlvula entrada filtre 2 tancada	T_V_Ent_F2	I112
Fi de cursa	Vàlvula sortida filtre 2 oberta	O_V_Sort_F2	I113
Fi de cursa	Vàlvula sortida filtre 2 tancada	T_V_Sort_F2	I114
Fi de cursa	Vàlvula aigua rentat filtre 2 oberta	O_V_Aigua_F2	I115
Fi de cursa	Vàlvula aigua rentat filtre 2 tancada	T_V_Aigua_F2	I116
Fi de cursa	Vàlvula aire rentat filtre 2 oberta	O_V_Aire_F2	I117
Fi de cursa	Vàlvula aire rentat filtre 2 tancada	T_V_Aire_F2	I118
Fi de cursa	Vàlvula de buidatge filtre 2 oberta	O_V_buidatge_F2	I119
Fi de cursa	Vàlvula de buidatge filtre tancada	T_V_buidatge_F2	I120
Contacte lliure de potencial	Pèrdua de càrrega filtre 2	PC_F2	I121
Fi de cursa	Vàlvula entrada filtre 3 oberta	O_V_Ent_F3	I122
Fi de cursa	Vàlvula entrada filtre 3 tancada	T_V_Ent_F3	I123
Fi de cursa	Vàlvula sortida filtre 3 oberta	O_V_Sort_F3	I124
Fi de cursa	Vàlvula sortida filtre 3 tancada	T_V_Sort_F3	I125
Fi de cursa	Vàlvula aigua rentat filtre 3 oberta	O_V_Aigua_F3	I126
Fi de cursa	Vàlvula aigua rentat filtre 3 tancada	T_V_Aigua_F3	I127
Fi de cursa	Vàlvula aire rentat filtre 3 oberta	O_V_Aire_F3	I128
Fi de cursa	Vàlvula aire rentat filtre 3 tancada	T_V_Aire_F3	I129
Fi de cursa	Vàlvula de buidatge filtre 3 oberta	O_V_buidatge_F3	I130
Fi de cursa	Vàlvula de buidatge filtre 3 tancada	T_V_buidatge_F3	I131

Taula 7. Rack 2 Slot 1 (IB32)

Element	Descripció	Tag	num.
Contacte lliure de potencial	Pèrdua de càrrega filtre 3	PC_F3	I200
Fi de cursa	Vàlvula entrada filtre 4 oberta	O_V_Ent_F4	I201
Fi de cursa	Vàlvula entrada filtre 4 tancada	T_V_Ent_F4	I202
Fi de cursa	Vàlvula sortida filtre 4 oberta	O_V_Sort_F4	I203
Fi de cursa	Vàlvula sortida filtre 4 tancada	T_V_Sort_F4	I204
Fi de cursa	Vàlvula aigua rentat filtre 4 oberta	O_V_Aigua_F4	I205
Fi de cursa	Vàlvula aigua rentat filtre 4 tancada	T_V_Aigua_F4	I206
Fi de cursa	Vàlvula aire rentat filtre 4 oberta	O_V_Aire_F4	I207
Fi de cursa	Vàlvula aire rentat filtre 4 tancada	T_V_Aire_F4	I208
Fi de cursa	Vàlvula de buidatge filtre 4 oberta	O_V_buidatge_F4	I209
Fi de cursa	Vàlvula de buidatge filtre 4 tancada	T_V_buidatge_F4	I210
Contacte lliure de potencial	Pèrdua de càrrega filtre 4	PC_F4	I211
Fi de cursa	Vàlvula entrada filtre 5 oberta	O_V_Ent_F5	I212
Fi de cursa	Vàlvula entrada filtre 5 tancada	T_V_Ent_F5	I213
Fi de cursa	Vàlvula sortida filtre 5 oberta	O_V_Sort_F5	I214
Fi de cursa	Vàlvula sortida filtre 5 tancada	T_V_Sort_F5	I215
Fi de cursa	Vàlvula aigua rentat filtre 5 oberta	O_V_Aigua_F5	I216
Fi de cursa	Vàlvula aigua rentat filtre 5 tancada	T_V_Aigua_F5	I217
Fi de cursa	Vàlvula aire rentat filtre 5 oberta	O_V_Aire_F5	I218
Fi de cursa	Vàlvula aire rentat filtre 5 tancada	T_V_Aire_F5	I219
Fi de cursa	Vàlvula de buidatge filtre 5 oberta	O_V_buidatge_F5	I220
Fi de cursa	Vàlvula de buidatge filtre 5 tancada	T_V_buidatge_F5	I221
Contacte lliure de potencial	Pèrdua de càrrega filtre 5	PC_F5	I222
Fi de cursa	Vàlvula entrada filtre 6 oberta	O_V_Ent_F6	I223
Fi de cursa	Vàlvula entrada filtre 6 tancada	T_V_Ent_F6	I224
Fi de cursa	Vàlvula sortida filtre 6 oberta	O_V_Sort_F6	I225
Fi de cursa	Vàlvula sortida filtre 6 tancada	T_V_Sort_F6	I226
Fi de cursa	Vàlvula aigua rentat filtre 6 oberta	O_V_Aigua_F6	I227
Fi de cursa	Vàlvula aigua rentat filtre 6 tancada	T_V_Aigua_F6	I228
Fi de cursa	Vàlvula aire rentat filtre 6 oberta	O_V_Aire_F6	I229
Fi de cursa	Vàlvula aire rentat filtre 6 tancada	T_V_Aire_F6	I230
Fi de cursa	Vàlvula de buidatge filtre 6 oberta	O_V_buidatge_F6	I231

Taula 8. Rack 2 Slot 2 (IB32)

Element	Descripció	Tag	num.
Fi de cursa	Vàlvula de buidatge filtre 6 tancada	T_V_buidatge_F6	I300
Contacte lliure de potencial	Pèrdua de càrrega filtre 6	PC_F6	I301
Fi de cursa	Vàlvula entrada filtre 7 oberta	O_V_Ent_F7	I302
Fi de cursa	Vàlvula entrada filtre 7 tancada	T_V_Ent_F7	I303
Fi de cursa	Vàlvula sortida filtre 7 oberta	O_V_Sort_F7	I304
Fi de cursa	Vàlvula sortida filtre 7 tancada	T_V_Sort_F7	I305
Fi de cursa	Vàlvula aigua rentat filtre 7 oberta	O_V_Aigua_F7	I306
Fi de cursa	Vàlvula aigua rentat filtre 7 tancada	T_V_Aigua_F7	I307
Fi de cursa	Vàlvula aire rentat filtre 7 oberta	O_V_Aire_F7	I308
Fi de cursa	Vàlvula aire rentat filtre 7 tancada	T_V_Aire_F7	I309
Fi de cursa	Vàlvula de buidatge filtre 7 oberta	O_V_buidatge_F7	I310
Fi de cursa	Vàlvula de buidatge filtre 7 tancada	T_V_buidatge_F7	I311
Contacte lliure de potencial	Pèrdua de càrrega filtre 7	PC_F7	I312
Fi de cursa	Vàlvula entrada filtre 8 oberta	O_V_Ent_F8	I313
Fi de cursa	Vàlvula entrada filtre 8 tancada	T_V_Ent_F8	I314
Fi de cursa	Vàlvula sortida filtre 8 oberta	O_V_Sort_F8	I315
Fi de cursa	Vàlvula sortida filtre 8 tancada	T_V_Sort_F8	I316
Fi de cursa	Vàlvula aigua rentat filtre 8 oberta	O_V_Aigua_F8	I317
Fi de cursa	Vàlvula aigua rentat filtre 8 tancada	T_V_Aigua_F8	I318
Fi de cursa	Vàlvula aire rentat filtre 8 oberta	O_V_Aire_F8	I319
Fi de cursa	Vàlvula aire rentat filtre 8 tancada	T_V_Aire_F8	I320
Fi de cursa	Vàlvula de buidatge filtre 8 oberta	O_V_buidatge_F8	I321
Fi de cursa	Vàlvula de buidatge filtre 8 tancada	T_V_buidatge_F8	I322
Contacte lliure de potencial	Pèrdua de càrrega filtre 8	PC_F8	I323
	No utilitzat		I324
	No utilitzat		I325
	No utilitzat		I326
	No utilitzat		I327
	No utilitzat		I328
	No utilitzat		I329
	No utilitzat		I330
	No utilitzat		I331

Taula 9. Rack 2 Slot 3 (IB32)

Element	Descripció	Tag	num.
Electrovàlvula	Tanca vàlvula d'entrada Filtre 1	TA_V_Ent_F1	O400
Electrovàlvula	Obre vàlvula de sortida Filtre 1	OB_V_Sort_F1	O401
Electrovàlvula	Tanca vàlvula de sortida Filtre 1	TA_V_Sort_F1	O402
Electrovàlvula	Obre vàlvula aigua rentat Filtre 1	OB_V_Aigua_F1	O403
Electrovàlvula	Tanca vàlvula aigua rentat Filtre 1	TA_V_Aigua_F1	O404
Electrovàlvula	Obre vàlvula aire rentat Filtre 1	OB_V_Aire_F1	O405
Electrovàlvula	Tanca vàlvula aire rentat Filtre 1	TA_V_Aire_F1	O406
Electrovàlvula	Obre vàlvula buidatge Filtre 1	TA_V_buidatge_F1	O407
Electrovàlvula	Tanca vàlvula d'entrada Filtre 2	TA_V_Ent_F2	O408
Electrovàlvula	Obre vàlvula de sortida Filtre 2	OB_V_Sort_F2	O409
Electrovàlvula	Tanca vàlvula de sortida Filtre 2	TA_V_Sort_F2	O410
Electrovàlvula	Obre vàlvula aigua rentat Filtre 2	OB_V_Aigua_F2	O411
Electrovàlvula	Tanca vàlvula aigua rentat Filtre 2	TA_V_Aigua_F2	O412
Electrovàlvula	Obre vàlvula aire rentat Filtre 2	OB_V_Aire_F2	O413
Electrovàlvula	Tanca vàlvula aire rentat Filtre 2	TA_V_Aire_F2	O414
Electrovàlvula	Obre vàlvula buidatge Filtre 2	OB_V_buidatge_F2	O415
Electrovàlvula	Tanca vàlvula d'entrada Filtre 3	TA_V_Ent_F3	O416
Electrovàlvula	Obre vàlvula de sortida Filtre 3	OB_V_Sort_F3	O417
Electrovàlvula	Tanca vàlvula de sortida Filtre 3	TA_V_Sort_F3	O418
Electrovàlvula	Obre vàlvula aigua rentat Filtre 3	OB_V_Aigua_F3	O419
Electrovàlvula	Tanca vàlvula aigua rentat Filtre 3	TA_V_Aigua_F3	O420
Electrovàlvula	Obre vàlvula aire rentat Filtre 3	OB_V_Aire_F3	O421
Electrovàlvula	Tanca vàlvula aire rentat Filtre 3	TA_V_Aire_F3	O422
Electrovàlvula	Obre vàlvula buidatge Filtre 3	OB_V_buidatge_F3	O423
Electrovàlvula	Tanca vàlvula d'entrada Filtre 4	TA_V_Ent_F4	O424
Electrovàlvula	Obre vàlvula de sortida Filtre 4	OB_V_Sort_F4	O425
Electrovàlvula	Tanca vàlvula de sortida Filtre 4	TA_V_Sort_F4	O426
Electrovàlvula	Obre vàlvula aigua rentat Filtre 4	OB_V_Aigua_F4	O427
Electrovàlvula	Tanca vàlvula aigua rentat Filtre 4	TA_V_Aigua_F4	O428
Electrovàlvula	Obre vàlvula aire rentat Filtre 4	OB_V_Aire_F4	O429
Electrovàlvula	Tanca vàlvula aire rentat Filtre 4	TA_V_Aire_F4	O430
Electrovàlvula	Obre vàlvula buidatge Filtre 4	OB_V_buidatge_F4	O431

Taula 10. Rack 2 Slot 4 (OB32)

Element	Descripció	Tag	num.
Electrovàlvula	Tanca vàlvula d'entrada Filtre 5	TA_V_Ent_F5	O500
Electrovàlvula	Obre vàlvula de sortida Filtre 5	OB_V_Sort_F5	O501
Electrovàlvula	Tanca vàlvula de sortida Filtre 5	TA_V_Sort_F5	O502
Electrovàlvula	Obre vàlvula aigua rentat Filtre 5	OB_V_Aigua_F5	O503
Electrovàlvula	Tanca vàlvula aigua rentat Filtre 5	TA_V_Aigua_F5	O504
Electrovàlvula	Obre vàlvula aire rentat Filtre 5	OB_V_Aire_F5	O505
Electrovàlvula	Tanca vàlvula aire rentat Filtre 5	TA_V_Aire_F5	O506
Electrovàlvula	Obre vàlvula buidatge Filtre 5	OB_V_buidatge_F5	O507
Electrovàlvula	Tanca vàlvula d'entrada Filtre 6	TA_V_Ent_F6	O508
Electrovàlvula	Obre vàlvula de sortida Filtre 6	OB_V_Sort_F6	O509
Electrovàlvula	Tanca vàlvula de sortida Filtre 6	TA_V_Sort_F6	O510
Electrovàlvula	Obre vàlvula aigua rentat Filtre 6	OB_V_Aigua_F6	O511
Electrovàlvula	Tanca vàlvula aigua rentat Filtre 6	TA_V_Aigua_F6	O512
Electrovàlvula	Obre vàlvula aire rentat Filtre 6	OB_V_Aire_F6	O513
Electrovàlvula	Tanca vàlvula aire rentat Filtre 6	TA_V_Aire_F6	O514
Electrovàlvula	Obre vàlvula buidatge Filtre 6	OB_V_buidatge_F6	O515
Electrovàlvula	Tanca vàlvula d'entrada Filtre 7	TA_V_Ent_F7	O516
Electrovàlvula	Obre vàlvula de sortida Filtre 7	OB_V_Sort_F7	O517
Electrovàlvula	Tanca vàlvula de sortida Filtre 7	TA_V_Sort_F7	O518
Electrovàlvula	Obre vàlvula aigua rentat Filtre 7	OB_V_Aigua_F7	O519
Electrovàlvula	Tanca vàlvula aigua rentat Filtre 7	TA_V_Aigua_F7	O520
Electrovàlvula	Obre vàlvula aire rentat Filtre 7	OB_V_Aire_F7	O521
Electrovàlvula	Tanca vàlvula aire rentat Filtre 7	TA_V_Aire_F7	O522
Electrovàlvula	Obre vàlvula buidatge Filtre 7	OB_V_buidatge_F7	O523
Electrovàlvula	Tanca vàlvula d'entrada Filtre 8	TA_V_Ent_F8	O524
Electrovàlvula	Obre vàlvula de sortida Filtre 8	OB_V_Sort_F8	O525
Electrovàlvula	Tanca vàlvula de sortida Filtre 8	TA_V_Sort_F8	O526
Electrovàlvula	Obre vàlvula aigua rentat Filtre 8	OB_V_Aigua_F8	O527
Electrovàlvula	Tanca vàlvula aigua rentat Filtre 8	TA_V_Aigua_F8	O528
Electrovàlvula	Obre vàlvula aire rentat Filtre 8	OB_V_Aire_F8	O529
Electrovàlvula	Tanca vàlvula aire rentat Filtre 8	TA_V_Aire_F8	O530
Electrovàlvula	Obre vàlvula buidatge Filtre 8	OB_V_buidatge_F8	O531

Taula 11. Rack 2 Slot 5 (OB32)

5.3.3. Senyals Rack 3 – Rentat

Element	Descripció	Tag	num.
Fi de cursa	Estat B1 Rentat	E_B1_Rentat	I300
Fi de cursa	Proteccions bomba 1 Rentat	F_B1_Rentat	I301
Contacte lliure de potencial	Automàtic bomba 1 Rentat	A_B1_Rentat	I302
Contacte lliure de potencial	Estat B2 Rentat	E_B2_Rentat	I303
Contacte lliure de potencial	Proteccions bomba 2 Rentat	F_B2_Rentat	I304
Contacte lliure de potencial	Automàtic bomba 2 Rentat	A_B2_Rentat	I305
Fi de cursa	Estat soplant1 Rentat	E_S1_Rentat	I306
Fi de cursa	Proteccions soplant 1 Rentat	F_S1_Rentat	I307
Contacte lliure de potencial	Automàtic soplant 1 Rentat	A_S1_Rentat	I308
Contacte lliure de potencial	Estat soplant 2 Rentat	E_S2_Rentat	I309
Contacte lliure de potencial	Proteccions soplant 2 Rentat	F_S2_Rentat	I310
Contacte lliure de potencial	Automàtic soplant 2 Rentat	A_S2_Rentat	I311
Contacte lliure de potencial	Atura Sirena	ATU_Sirena	I312
	No utilitzat		I313
	No utilitzat		I314
	No utilitzat		I315
	No utilitzat		I316
	No utilitzat		I317
	No utilitzat		I318
	No utilitzat		I319
	No utilitzat		I320
	No utilitzat		I321
	No utilitzat		I322
	No utilitzat		I323
	No utilitzat		I324
	No utilitzat		I325
	No utilitzat		I326
	No utilitzat		I327
	No utilitzat		I328
	No utilitzat		I329
	No utilitzat		I330
	No utilitzat		I331

Taula 12. Rack 3 Slot 3 (I32)

Element	Descripció	Tag	num.
Contactador	Engega bomba 1 Rentat	ENG_B1_Rentat	O400
Contactador	Engega bomba 2 Rentat	ENG_B2_Rentat	O401
Contactador	Engega soplant 1 Rentat	ENG_S1_Rentat	O402
Contactador	Engega soplant 2 Rentat	ENG_S2_Rentat	O403
Relé estàtic	Activa Sirena	ACT_Sirena	O404
	No utilitzat		O405
	No utilitzat		O406
	No utilitzat		O407
	No utilitzat		O408
	No utilitzat		O409
	No utilitzat		O410
	No utilitzat		O411
	No utilitzat		O412
	No utilitzat		O413
	No utilitzat		O414
	No utilitzat		O415
	No utilitzat		O416
	No utilitzat		O417
	No utilitzat		O418
	No utilitzat		O419
	No utilitzat		O420
	No utilitzat		O421
	No utilitzat		O422
	No utilitzat		O423
	No utilitzat		O424
	No utilitzat		O425
	No utilitzat		O426
	No utilitzat		O427
	No utilitzat		O428
	No utilitzat		O429
	No utilitzat		O430
	No utilitzat		O431

Taula 13. Rack 3 Slot 4 (OB32)

5.3.4. Senyals Rack 4 - Sortida

Element	Descripció	Tag	num.
Contacte lliure de potencial	Pols cabal sortida filtres	P_Filtres	I100
Contacte lliure de potencial	Pols cabal impulsió pulmó	P_Pulmó	I101
Contacte lliure de potencial	Pols cabal sortida xarxa.	P_Xarxa	I102
Interruptor de nivell	Màxim dipòsit sortida	MAX_Sortida	I103
Interruptor de nivell	Mínim dipòsit sortida	MIN_Sortida	I104
Interruptor de nivell	Màxim dipòsit pulmó	MAX_Pulmó	I105
Interruptor de nivell	Mínim dipòsit pulmó	MIN_Pulmó	I106
Contacte lliure de potencial	Estat bomba 1 Impulsió	E_B1_Impulsió	I107
Contacte lliure de potencial	Proteccions bomba 1 Impulsió	F_B1_Impulsió	I108
Contacte lliure de potencial	Automàtic bomba 1 Impulsió	A_B1_Impulsió	I109
Contacte lliure de potencial	Estat bomba 2 Impulsió	E_B2_Impulsió	I110
Contacte lliure de potencial	Proteccions bomba 2 Impulsió	F_B2_Impulsió	I111
Contacte lliure de potencial	Automàtic bomba 2 Impulsió	A_B2_Impulsió	I112
Contacte lliure de potencial	Estat bomba 3 Impulsió	E_B3_Impulsió	I113
Contacte lliure de potencial	Proteccions bomba 3 Impulsió	F_B3_Impulsió	I114
Contacte lliure de potencial	Automàtic bomba 3 Impulsió	A_B3_Impulsió	I115
	No utilitzat		I116
	No utilitzat		I117
	No utilitzat		I118
	No utilitzat		I119
	No utilitzat		I120
	No utilitzat		I121
	No utilitzat		I122
	No utilitzat		I123
	No utilitzat		I124
	No utilitzat		I125
	No utilitzat		I126
	No utilitzat		I127
	No utilitzat		I128
	No utilitzat		I129
	No utilitzat		I130
	No utilitzat		I131

Taula 14. Rack 4 Slot 1 (IB32)

Element	Descripció	Tag	num.
Contactador	Engega bomba 1 Impulsió	ENG_B1_Impulsió	O200
Contactador	Engega bomba 2 Impulsió	ENG_B2_Impulsió	O201
Contactador	Engega bomba 3 Impulsió	ENG_B3_Impulsió	O202
	No utilitzat		O203
	No utilitzat		O204
	No utilitzat		O205
	No utilitzat		O206
	No utilitzat		O207
	No utilitzat		O208
	No utilitzat		O209
	No utilitzat		O210
	No utilitzat		O211
	No utilitzat		O212
	No utilitzat		O213
	No utilitzat		O214
	No utilitzat		O215
	No utilitzat		O216
	No utilitzat		O217
	No utilitzat		O218
	No utilitzat		O219
	No utilitzat		O220
	No utilitzat		O221
	No utilitzat		O222
	No utilitzat		O223
	No utilitzat		O224
	No utilitzat		O225
	No utilitzat		O226
	No utilitzat		O227
	No utilitzat		O228
	No utilitzat		O229
	No utilitzat		O230
	No utilitzat		O231

Taula 15. Rack 4 Slot 1 (OB32)

Element	Descripció	Tag	num.
Cabalimetre analògic	Cabal sortida filtres	Cabal_Filtres	I300
Cabalimetre analògic	Cabal impulsat dipòsit pulmó	Cabal_Pulmó	I301
Cabalimetre analògic	Cabal sortida Xarxa	Cabal_Xarxa	I302
Sonda d'ultrasons	Niv dipòsit sortida	Nivell_Sortida	I303
Sonda d'ultrasons	Niv dipòsit pulmó	Nivell_Pulmó	I304
Mesurador de Clor	Clor dipòsit sortida	Clor_Sortida	I305
Mesurador de Clor	Clor dipòsit Pulmó	Clor_Pulmó	I306
Mesurador de PH	Ph aigua sortida	PH_Sortida	I307

Taula 16. Rack 4 Slot 1 (IF8)

Element	Descripció	Tag	num.
Turbidimetre	Turbidessa de Sortida	Turbidesa_Sortida	I400
	No utilitzat		I401
	No utilitzat		I402
	No utilitzat		I403
	No utilitzat		I404
	No utilitzat		I405
	No utilitzat		I406
	No utilitzat		I407

Taula 17. Rack 4 Slot 1 (IF8)

5.3.5. Abreviacions Tags.

Per a definir el tag, s'han estandaritzat uns criteris que afecten als senyals digitals. Es crea una nomenclatura estàndart que permet l'identificació i classificació de manera àgil per part de tots els programadors que intervinguin en l'obra.

O	Oberta
T	Tancada
E	Estat
A	Automàtic
F	Fallada (Proteccions)
P_OB	Polsador obrir
P_TA	Polsador tancar
MAX_	Màxim
MIN_	Mínim
P_	Pols
PC_	Pèrdua de càrrega
ATU_	Atura

Taula 18. Mostra abreviacions per les Entrades digitals

OB_	Obre
TA_	Tanca
ENG_	Engega
ACT	Activa

Taula 19. Mostra abreviacions per les Sortides digitals

A més de les tarjes d'entrades i sortides analògiques i digitals hem d'afegir a cada un dels Racks una tarja de comunicacions Controlnet per poder establir la xarxa de comunicacions de baix nivell encarregada de comunicar els diferents Racks amb aquest protocol de comunicacions i per a gestionar la planta també ens cal la CPU. Aquesta via controlnet reberà el tots els senyals d'entrada i donarà les ordres de sortida segons la programació que li definim.

En un segon nivell volem comunicar la CPU del PLC amb l'Scada. Per aconseguir la menor interferència possible amb el funcionament de planta, s'ha creat una xarxa Ethernet. Aquesta xarxa permet una comunicació ràpida entre el PC que gestiona l'Scada i la CPU del PLC.

Al treballar amb les dues xarxes evitarem conflictes que ens puguin afectar al funcionament de la planta així com la pèrdua de dades que capta i representa l'Scada.

Al estandaritzar tant els racks com les tarjes de entrades/sortides i comunicacions, s'ha optat per la següent configuració.

	RACK 1	RACK 2	RACK 3	RACK 4
SLOT 1	1756- CNB	1756- CNB	1756-L55	1756- CNB
SLOT 2	1756-IB32	1756-IB32	1756-ENBT /A	1756-IB32
SLOT 3	1756-IB32	1756-IB32	1756- CNB	1756-OB32
SLOT 4	1756-OB32	1756-IB32	1756-IB32	1756-IF8
SLOT 5	1756-IF8	1756-OB32	1756-OB32	1756-IF8
SLOT 6	1756-OF4	1756-OB32	LLIURE	LLIURE
SLOT 7	LLIURE	LLIURE	LLIURE	LLIURE

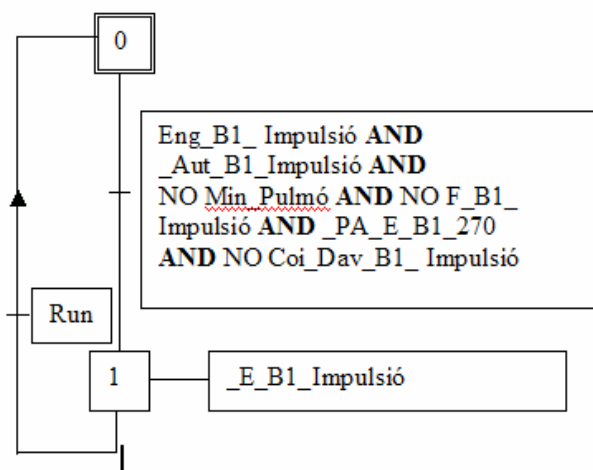
Taula 20. Distribució de tàrques en els Racks

5.4. Grafcet de les rutines principals.

Un cop estudiats els elements que componen els processos i seleccionats els senyals necessaris per poder dur a terme la seva automatització s'ha procedit a representar el seu funcionament mitjançant Grafcet per facilitar la programació que s'efectuarà amb diagrama de contactes. L'automatització de la planta tot i ser un funcionament global esta integrat per gran quantitat de processos relacionats amb parts concretes de la planta i això provoca que la majoria de processos no siguin especialment complexos, però que n'existixin molts i estiguin relacionats entre ells per diferents senyals o ordres. Reflexarem alguns dels diferents gràfcets creats.

5.4.1. Bomba 1 elevació

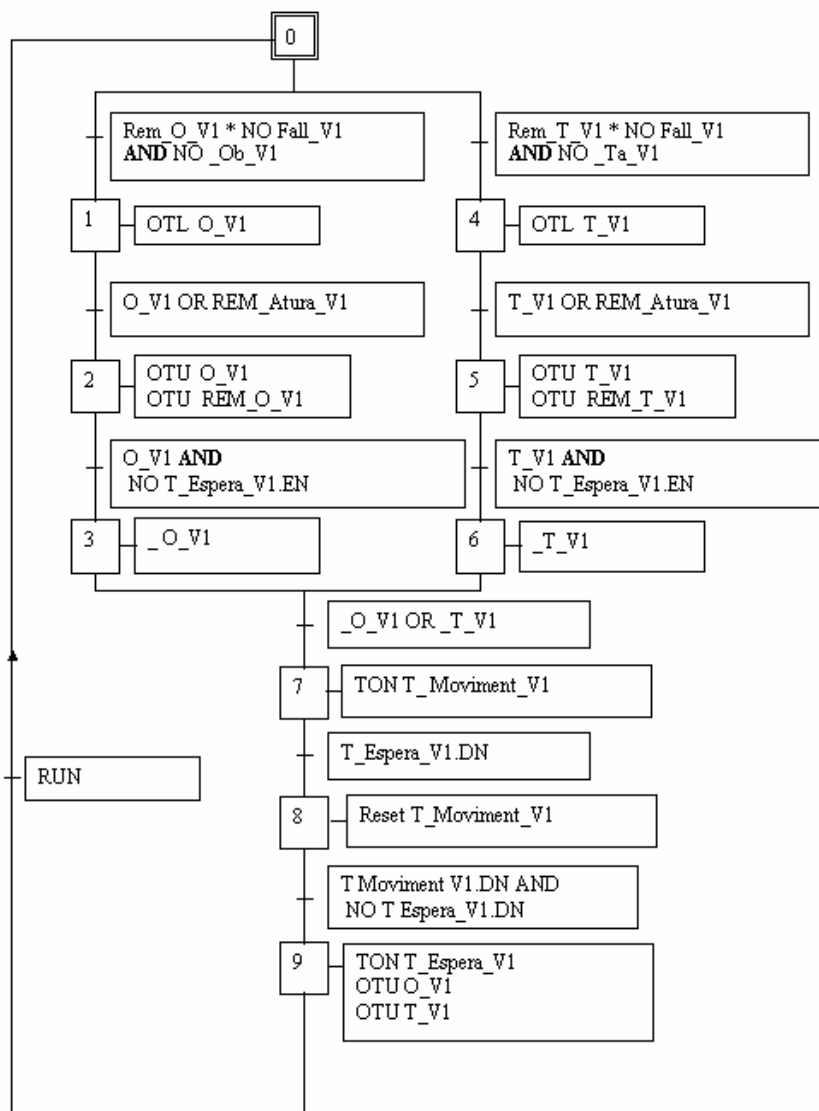
Com podem veure aquest procés es molt senzill i s'aplica per separat a les tres bombes d'impulsió. Només posem les condicions d'engegada establertes per l'abastament com a mesura de seguretat abans de permetre el funcionament de la bomba.



Imatge 8. Grafcet Bomba 1 Impulsió a dip. Pulmó.

5.4.2. Vàlvula 1 d'arribada.

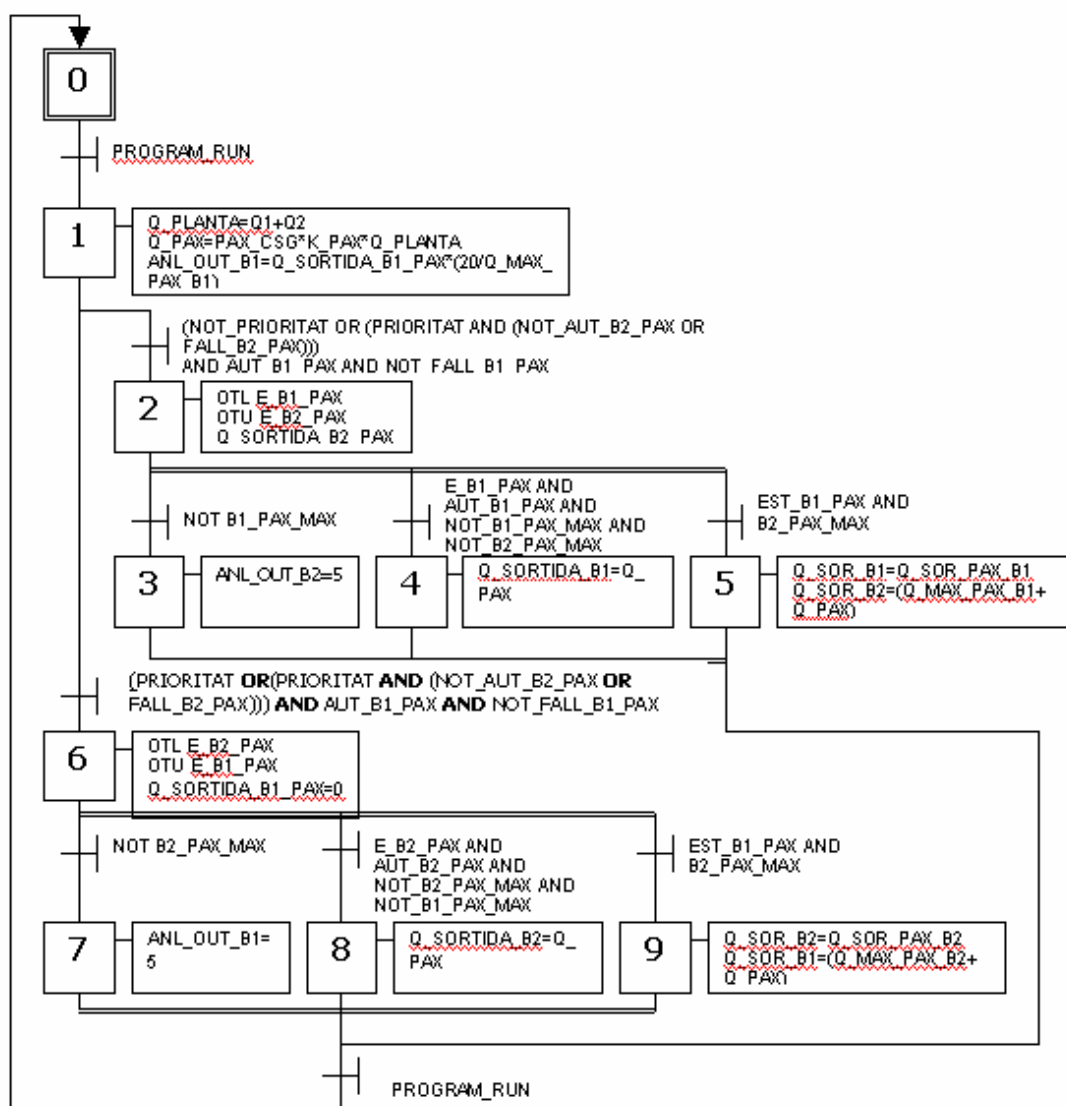
En el següent grafcet es representa el funcionament de la vàlvula 1 d'arribada a planta. En la primera fase d'automatització la vàlvula serà gestionada remotament tant en l'apertura com el tancament. Per evitar fluctuacions i cops d'ariet en la canonada el moviment no serà continu, es programarà un temps d'espera i un de funcionament en cada període fins que s'aconsegueix el valor de posicionament desitjat.



Imatge 9. Grafcet vàlvula 1 entrada planta.

5.4.2. Bombes Pax.

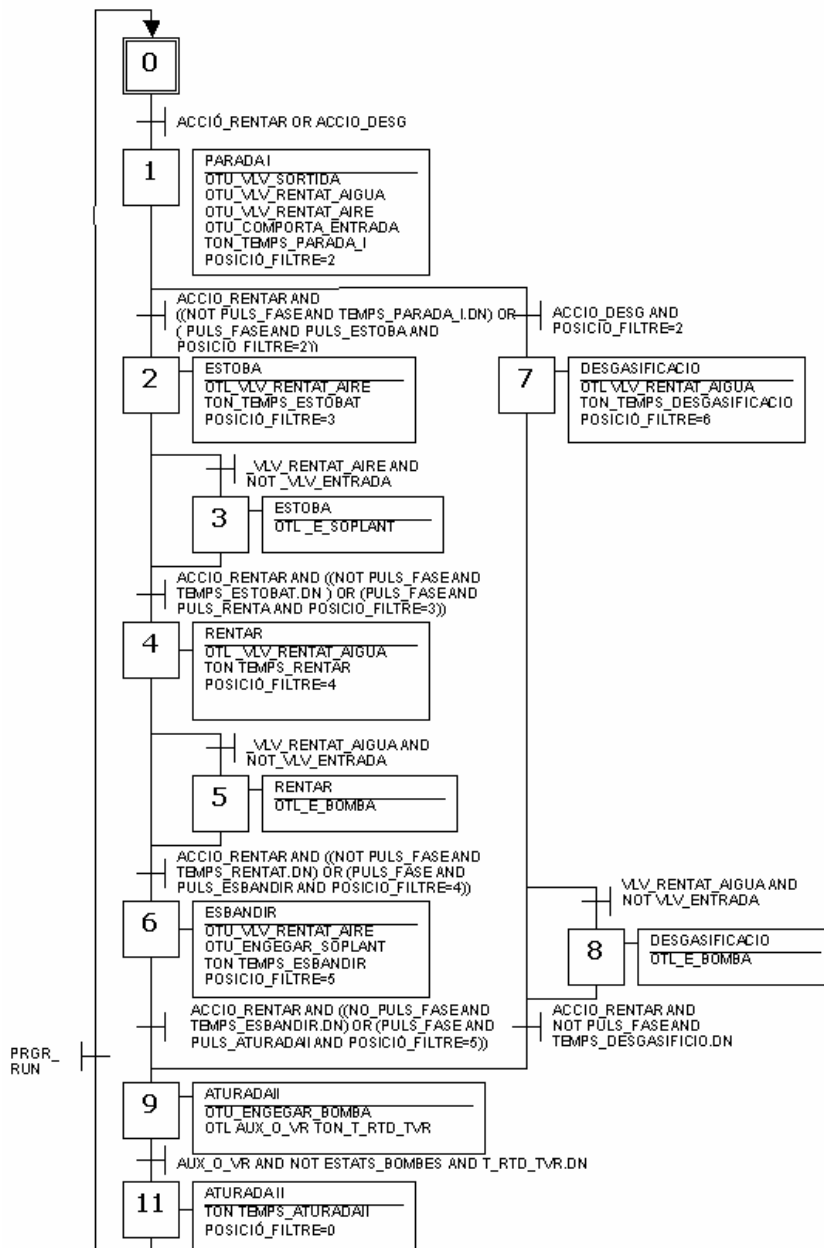
Es disposa de dues bombes de PAX, però treballen de manera individualitzada, estant només activa una en cada moment. El seu funcionament esta en funció del cabal total d'entrada a planta, i la selecció de quina bomba ha de treballar es defineix al canviar la prioritat de manera setmanal i si es detecta que no treballa la que es seleccionada.



Imatge 10. Grafcet Funcionament Pax.

5.4.3. Seqüència de rentat.

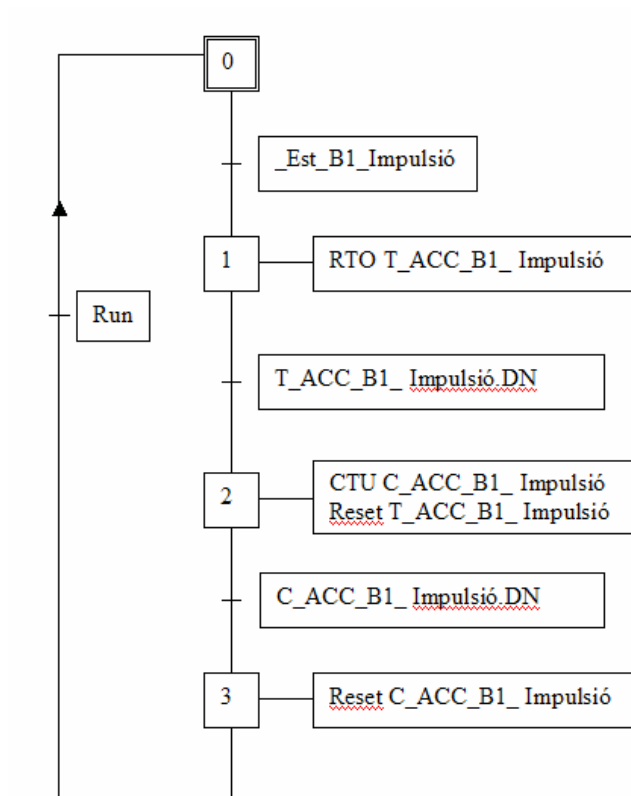
Un dels processos més seqüencials que trobem a la planta es la seqüència de rentat. En aquest el funcionament ha d'anar avançant per etapes per assegurar el correcte funcionament i no malmetre els equips i instal·lacions.



Imatge 11. Graficet rentat Filtres.

5.4.4. Totalitzadors horaris.

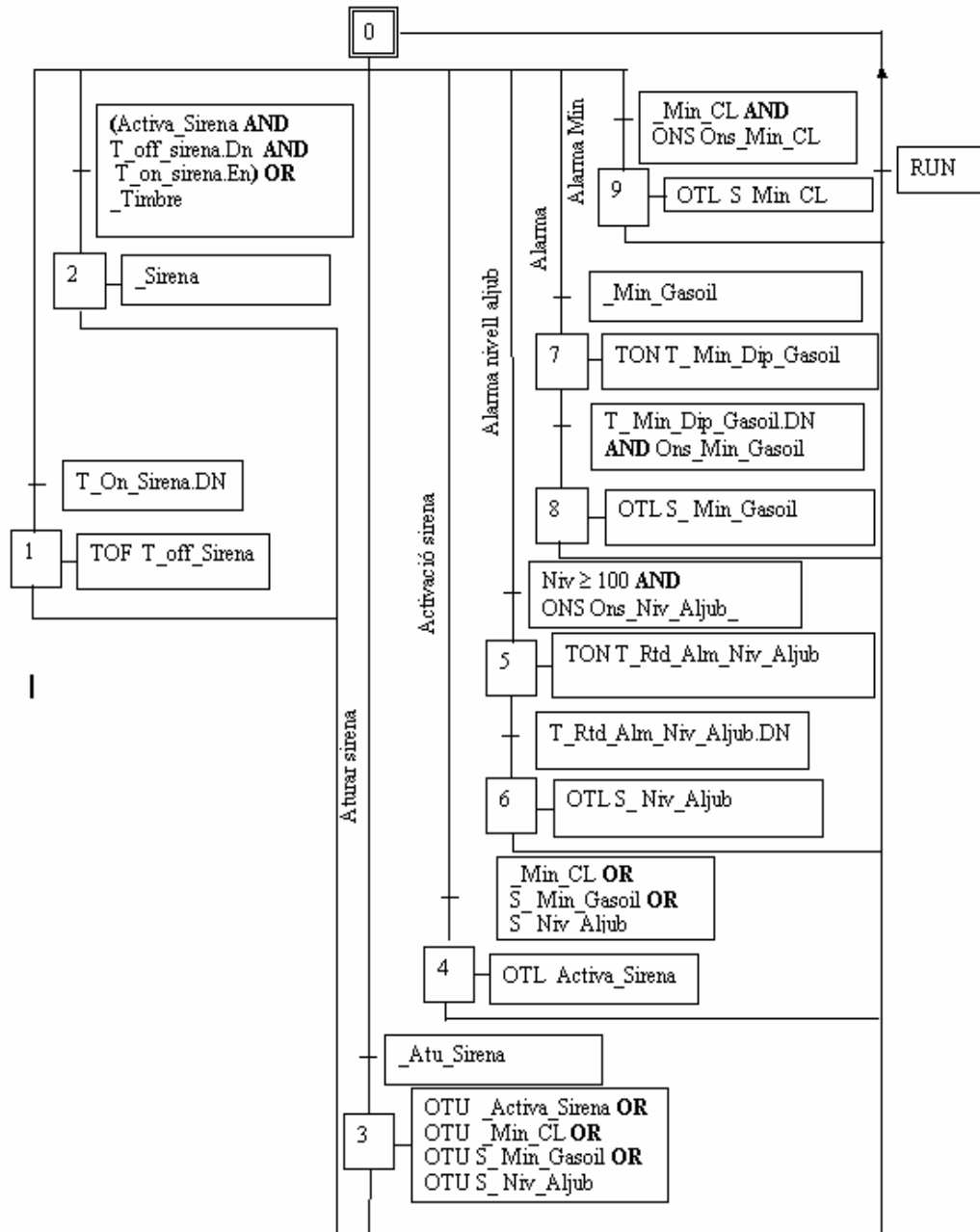
Com podem veure aquest procés també es molt senzill i s'aplica a tots els elements dels que volem tenir un registre de hores de funcionament. Al representar com a unitat les hores, el temps en segons es va acumulant fins que permet afegir una unitat més al comptatge d'hores.



Imatge 12. Grafcet Totalitzador hores funcionament bomba 1 Impulsió a dip. Pulmó.

5.4.5. Seqüència Sirena

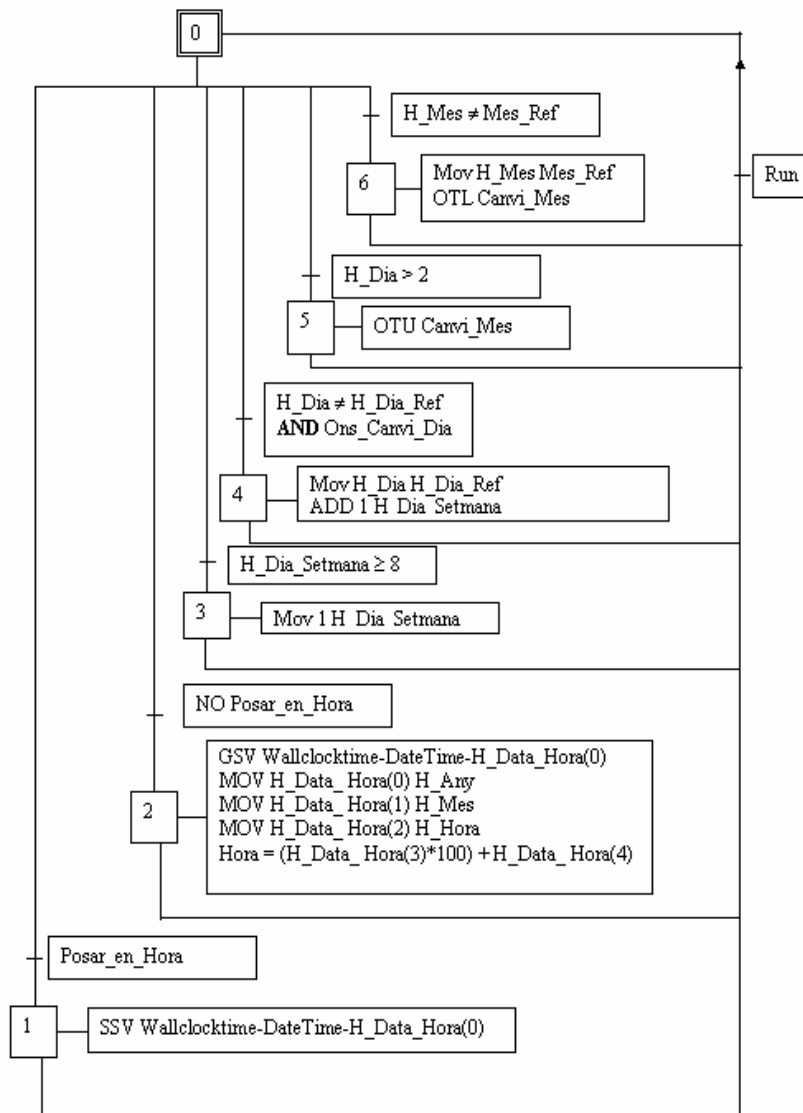
En aquesta seqüència, només s'ha representat algunes alarmes com a mostra de que activen l'alarma i llavors aquesta queda activa fins que el personal responsable la desactiva.



Imatge 13. Grafcet Funcionament sirena.

5.4.6. Funcions del PLC.

El PLC disposa internament de moltes funcions com la de registres matemàtics, rellotge i altres. Alguns d'aquest paràmetres, es tracten per representar-los amb més facilitat i agilitat al personal del servei. En aquest cas representem l'adaptem els registres interns de rellotge.



Imatge 14. Grafcet Funcions rellotge.

5.5. Riscos per malfuncionament del software de control

La planta treballarà de manera automatizada, però al ser impossible evitar el 100% de fallades, s'indica a continuació les situacions en les que caldrà tenir especial cura.

5.5.1. Fallades en la posta en marxa de l'automatització.

Abans de posar en marxa definitiva, es comprovarà la instal·lació elèctrica de control confirmant el correcte funcionament dels senyals. Aquesta comprovació es farà abans de connectar l'autòmat confirmant que els senyals s'ajusten a la entrada o sortida designada, que les tensions i el rang de lectura en el cas de les analògiques son correctes. Un cop comprovada la connexió dels diferents elements, es procedirà a connectar el PLC. Amb el PLC es tornaran a comprovar els senyals novament per evitar que hi hagi qualsevol error de direccionament de l'entrada tan de programa com de connexió. Un cop fetes aquestes comprovacions es procedirà a volcar el programa. Tot i que el funcionament de la planta es continu, l'engegada definitiva de la planta anirà precedida per una comprovació parcial de cada un dels processos que intervenen en ella. D'aquesta manera es comprovarà de manera individualitzada el correcte funcionament del procés i les possibles repercussions en la resta de procesos.

Finalment un cop fetes totes les comprovacions i ajustos d'equips, es posarà la planta en marxa amb personal del servei perquè pugui fer totes les comprovacions i proves necessaries que permetin donar per acabada l'obra. D'aquesta prova final s'aixecarà acta on també es podran incloure peticions de modificacions que seran estudiades.

5.5.2. Fallades de sensors i activadors de procés.

Els sensors i activadors són els elements que donen l'informació al PLC per poder gestionar la planta. Aquests equips tenen un temps de funcionament relativament limitat respecte al temps que ha de treballar la planta. Així tot i fer-los un manteniment preventiu i revisions periòdiques, ens trobarem que fallaran mentre la planta encara estigui en funcionament. Al fallar el PLC treballarà amb dades errònees que el poden portar a pendre decisions

equivocades. Per aquest motiu, a més del manteniment preventiu esmentat, la majoria de processos tenen elements supletoris que ens indicaran el malfuncionament d'algun sensor. Com a exemple podem citar el cas dels dipòsits (Arribada, Sortida i Pulmó) Tots ells disposen de sondaanalògica d'ultrasons que ens indica el nivell a que estan, però a més s'han agregat interruptors de nivell. Així tant si falla la sonda com l'interruptor de nivell tindrem unes dades incoherents. Es recomana doncs que quan es detectin situacions on diferents dades siguin incoherents, el primer pas sigui que el personal de manteniment revisi els equips.

5.5.3. Fallades en el Hardware de l'automatització.

Tant les tarjes d'entrades, sortides, comunicacions, CPU, Racks i fonts d'alimentació es troben amb el mateix cas que els sensors i activadors. La seva vida útil serà inferior a la que tindrà la plana de tractament. Aquest aspecte, també ha pesat en el moment de decidir la gama d'autòmat i el model a utilitzar. Al treballar amb material de la línia Logix, permet treure i afegir tots els equips sense aturar el funcionament global. Així, exceptuant una fallada de la CPU, el procés en cas d'averia només es veurà afectat en els elements que governi la tarja d'entrades o sortides malmesa.

Al tenir en compte aquesta capacitat de fer canvis d'una part sense afectar a la resta del procés, ha portat a estandaritzar les tarjages i equips utilitzats per a l'automatització. Això porta a tenir un stock de manteniment reduït que permet reduir el temps de reacció davant de les fallades dels elements. El personal de manteniment estarà capacitat per a modificar els elements que no funcionin correctament, sense que calgui en un primer moment l'intervenció d'un tècnic de telecontrol. El cas de la CPU es excepcional, pel que a més de disposar de la tarja, caldrà que aquesta sempre conti amb l'última versió actualitzada del programa per si calgués fer una substitució.

Amb aquestes previsions, la majoria de fallades d'equips de l'automatització, es poden solventar de manera provisional evitant l'aturada de la planta. Quedant pendent l'estudi i diagnostic de l'averia i les seves causes.

5.5.4. Importància de les despeses derivades de la conseqüent manca d'acció.

La planta executa el procés de tractament de l'aigua de manera ininterrompuda les 24 hores del dia i tots els dies de l'any. Només es fan parades programades per a fer manteniment o reparacions, per a diferents processos. En la planta com a mínim hi haurà una persona encarregada, donada la quantitat de processos i l'extensió de la planta, l'operari de servei pot estar efectuant alguna tasca que no li permeti visualitzar una fallada o alarma del procés.

Per evitar el risc s'un mal funcionament de la planta que pot provocar un deteriorament del servei i uns costos addicionals, s'ha establert un sistema d'alarma acústic i visual en que mitjançant el sistema de comunicacions intern de la planta s'envia un senyal a l'operari. Aquest llavors es desplaçarà al telecontrol per visualitzar l'alarma i reconèixer-la prenent les decisions definides en el protocol intern del servei d'abastament d'aigua potable.

5.5.5. Efectes derivats d'una mala actuació.

Una mala actuació per part d'un element mecànic o per un error humà, pot derivar una possible i gran despesa. A més de posar en risc el manteniment de la qualitat de l'aigua que es vol servir a la xarxa potable. Tot i que l'error sigui lleu es poden produir pèrdues que a més d'afectar al servei, provoquen costos en la imatge de la companyia i costos econòmics clarament quantificables.

Per evitar en la mesura del possible aquestes incidències provocades per una mala actuació, primer de tot a nivell físic, es restringirà l'accés als quadres de telecontrol al instal·lar un sistema de tancament del que únicament en disposarà clau, el personal de l'obra que actui com a programador i el personal de manteniment designat per el servei. A nivell de software, s'establiran codis i paswors d'usuaris que permetran l'accés o modificació de paràmetres en funció del nivell de seguretat otorgat a cada un dels usuaris.

5.5.6. Previsió davant d'accidents a persones.

Abans d'iniciar l'obra, un cop s'hagin replantejat els treballs i les zones sobre les que s'actuarà, s'adjudicarà a una empresa externa la redacció d'un pla de seguretat. L'empresa seleccionada, vetllarà per el compliment d'aquest pla.

En el pla, s'hauràn d'estudiar els punts de risc i les mesures o equips de protecció que caldran utilitzar per a minimitzar els riscos. S'adaptaran a la normativa aplicable en la seguretat i la salut laboral. Equipant amb els elements i la formació necessària al personal de la planta.

Com a mesura preventiva d'accidents, també s'establirà un protocol d'emergència en el que quedarà detallat com s'ha de reaccionar i a qui s'ha d'avisar en cas d'accident.

6. Software de control

En el present projecte, l'execució s'ha efectuat pensant en la utilització d'un autòmat programable que utilitzi l'arquitectura integrada Logix. S'ha seleccionat el model de CPU L55M13 1,5Mb . Aquest model és de gamma alta que dona unes elevades prestacions a nivell d'instruccions, equips xarxes de comunicacions i possibilitat d'accés a altres paquets Logix com Drivelogix, Flexlogix, Compaclogix, Processlogix i Softlogix, tots ells s'adapten a la CIP. L'utilització d'aquest paquets estarà en funció de les necessitats de l'abastament.

Un dels avantatges que presenta l'estructura lògica és la possibilitat de poder afegir i treure targetes dels Racks sense haver d'aturar el sistema. Això en una instal·lació com es la planta és molt útil ja que una avaria o un manteniment preventiu d'una zona o seqüència de la planta, no ha d'implicar l'aturada de la resta de processos.

Donada la flexibilitat del paquet Logix s'ha optat per establir diferents nivells de comunicació. En un primer nivell enllacem el PLC amb els Racks remots. Per aquesta connexió creem una xarxa Controlnet incloent a cada un dels Racks una tarja 1756-CNB amb la corresponent configuració. Les tarjes de la xarxa Controlnet estaran unides per cable coaxial RG6 disposant en els extrems d'equips terminadors de xarxa 1786-XT. Aquest material així com la seva instal·lació serà subministrat per l'abastament.

En un segon nivell de comunicacions enllaçarem el PLC amb el PC. Aquesta comunicació es farà mitjançant un enllaç directe entre el PC i la xarxa tarja 1756-ENBT instal·lada en el rack on estigui situada la CPU.

6.1. Programació i comunicació PLC

Per al primer nivell de l'automatització com a software utilitzem dos programes; el que gestionarà les comunicacions entre la CPU del PLC i les entrades i sortides estiguin en el mateix rack o la seva ubicació sigui remota, i el programa que ens permetrà fer la programació de la CPU per a la gestió i el correcte funcionament de la planta.

6.1.1. RsNetWorx per Control Net

El RsNetWorx per a control Net forma part del paquet subministrat per la companyia Rockwell automation i permet de manera senzilla i àgil crear una xarxa de comunicacions que utilitza el protocol Controlnet. Així podem instal·lar Racks remots per la planta i mitjançant una única línia de senyal unim les diferents targes Control Net instal·lades en cada un dels Rack. Aquesta xarxa ha de disposar en els extrems de la xarxa de connectors de final de xarxa. Es una xarxa de la que els diferents Racks es s'integren amb connexió tipus T, això permet en qualsevol moment es puguin incorporar o eliminar punts remots.

6.1.2. Rslogix 5000

Basant-se en els gràfics definits per el funcionament de la planta s'ha procedit a la programació del PLC. Tot i que el RsLogix 5000 permet treballar amb gràfics i escriptura d'ordres, per a la programació de la planta s'ha utilitzat el treball en diagrama de contactes per estandaritzar el mètode amb que els tècnics de manteniment de l'abastament treballen.

A més de la gran quantitat de processament i ordres específiques de que disposa el RsLogix 5000, hem de destacar que la memòria amb que conta no esta estructurada previament. Disposa d'uns elements establerts com son les funcions de rellotges, internes de configuració i altres. Però la resta de memòria no esta mapejada previament. Nosaltres anirem definit el elements que ens calguin per a la programació bé siguin sencers, bits, temporitzadors, totalitzadors,.. El programa permet que al definir nosaltres les estructures de dades segons les necessitats de l'automatització les estructures, es defineixin com a

globals o locals, variant el sistema d'enmagatzematge de dades requerit, fet que optimitza la memòria disponible al utilitzar únicament la que sigui necessària.

Un altre aspecte important a destacar es que les targes disposen d'informació de configuració i control . En el cas de les targes d'entrada i sortida Analògiques permet que el senyal 4-20mA sigui transformat en unitat d'enginyeria tant d'entrada com de sortida, facilitant la parametrització de les seqüències.

6.2. Programació i comunicació Scada

En el segon nivell de l'automatització com a software utilitzem dos programes; el que gestionarà les comunicacions entre la PC on hem instal·lat el programa SCADA i la CPU del PLC que hem instal·lat en un dels Racks. Les comunicacions entre CPU i SCADA seran bidireccionals permetent la lectura i escriptura de dades en els dos sentits.

El sistema SCADA representarà les variables que intervenen en el procés de manera gràfica i animada. La representació és immediata, pel que es pot fer el seguiment de qualsevol seqüència en temps real. També permetrà la intervenció del personal de servei en els processos, ja que mitjançant camps d'entrada, es podran variar paràmetres de funcionament, temps i consignes de les diferents tasques.

6.2.1. RsNetWorx per EthernetNet/IP

El RsNetWorx per a EtherNet/IP forma part del paquet subministrat per la companyia Rockwell automation. La seva funció es la d'establir una xarxa de comunicacions que utilitza el protocol EtherNet/IP. Al tractar-se d'un protocol standard permet la comunicació amb equips que el seu sistema operatiu el permeti. Conectem directament el PC amb la tarja Ethernet amb una xarxa informàtica standard, fet que permet poder modificar la ubicació o el PC desde que treballarà l'Scada. Instal·lant altres softwares de la marca Rockwell com l'Active display, es pot habilitar l'aplicació de l'Scada per la seva gestió desde diferents PC.

6.2.2. RsView 32

L'scada és el programa encarregat de fer el seguiment, visualització, recopilació ... de dades corresponents als filtres. En aquesta aplicació s'ha optat per el Rsvie runtime ilimitat. Aquest Scada esta estructurat en carpetes per a facilitar la seva programació separant, pantalles gràfiques, adreces, configuració d'alarmes, datalogers, ... L'Scada té com a funció visualitzar i representar totes les dades que siguin requerides per el correcte funcionament de la planta. L'Scada tot i que disposa de macros i events, no s'utilitzarà per a la programació, d'aquesta, donada l'estructura de la planta se n'ocuparà el PLC. Tot i la complexitat de l'Scada, el personal designat de l'abastament, només tindrà accés amb les pantalles d'Scada perparades per satisfer les necessitats definides per servei per a la gestió de la planta de tractaement.

6.2.3. Pantalles Scada

Tenen com a funció la de mostrar de manera gràfica i eficaç els processos, el seu estat així com permetre l'intervenció en ells. Aquesta informació estarà disponible en temps real, i quedarà guardada en històrics per anàlisis posteriors.

Es mostraran algunes de les pantalles previstes en l'Scada

6.2.3.1. Pantalla General

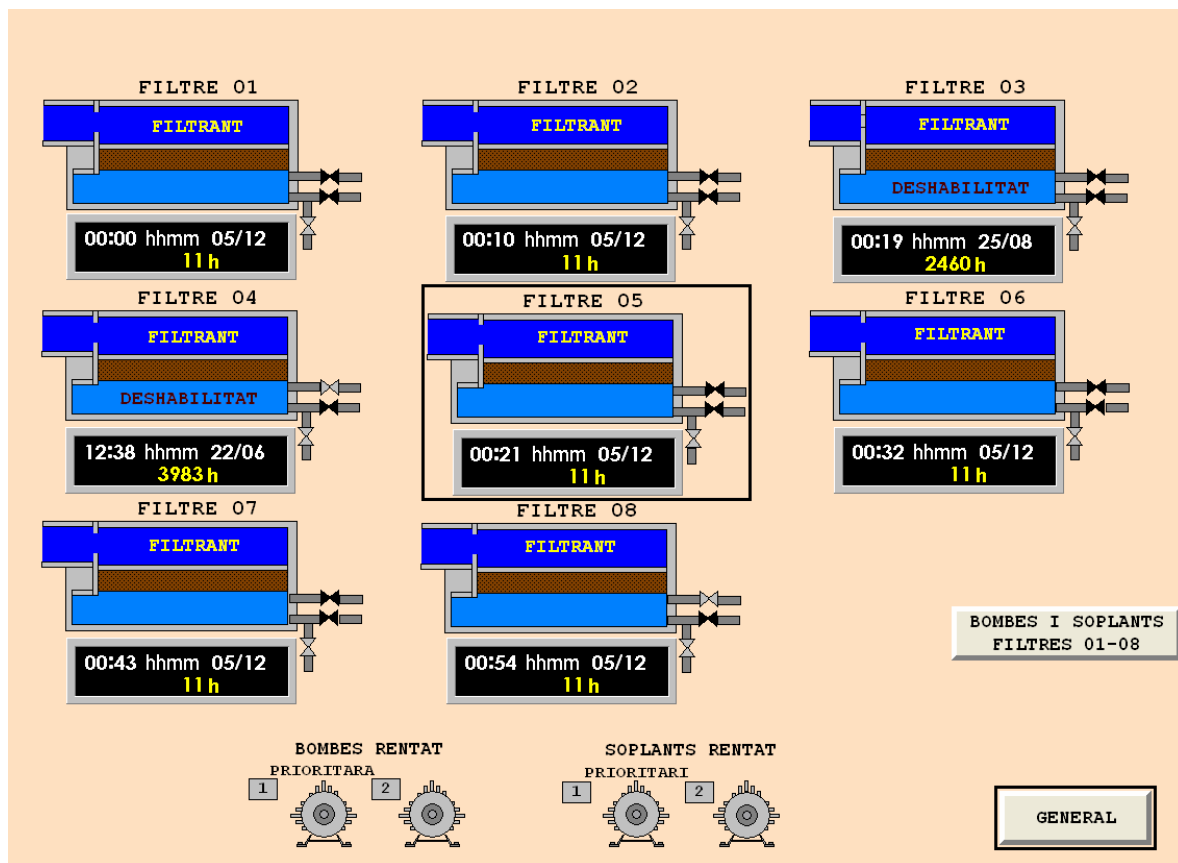
La seva funció no es altre que la d'actuar com a distribuïdor de la resta de pantalles indicant a més l'hora i si la seguretat ha estat activada per a limitar l'accés a determinades funcions. S'utilitza un sistema de navegació entre les pantalles fixe per permetre una habituació del personal que el gestiona en funció dels seus interessos i necessitats. Així veurem que totes les pantalles disposen del seu accés a la pantalla general.



Imatge 15. Pantalla General Scada

6.2.3.2. Pantalla General de Filtres

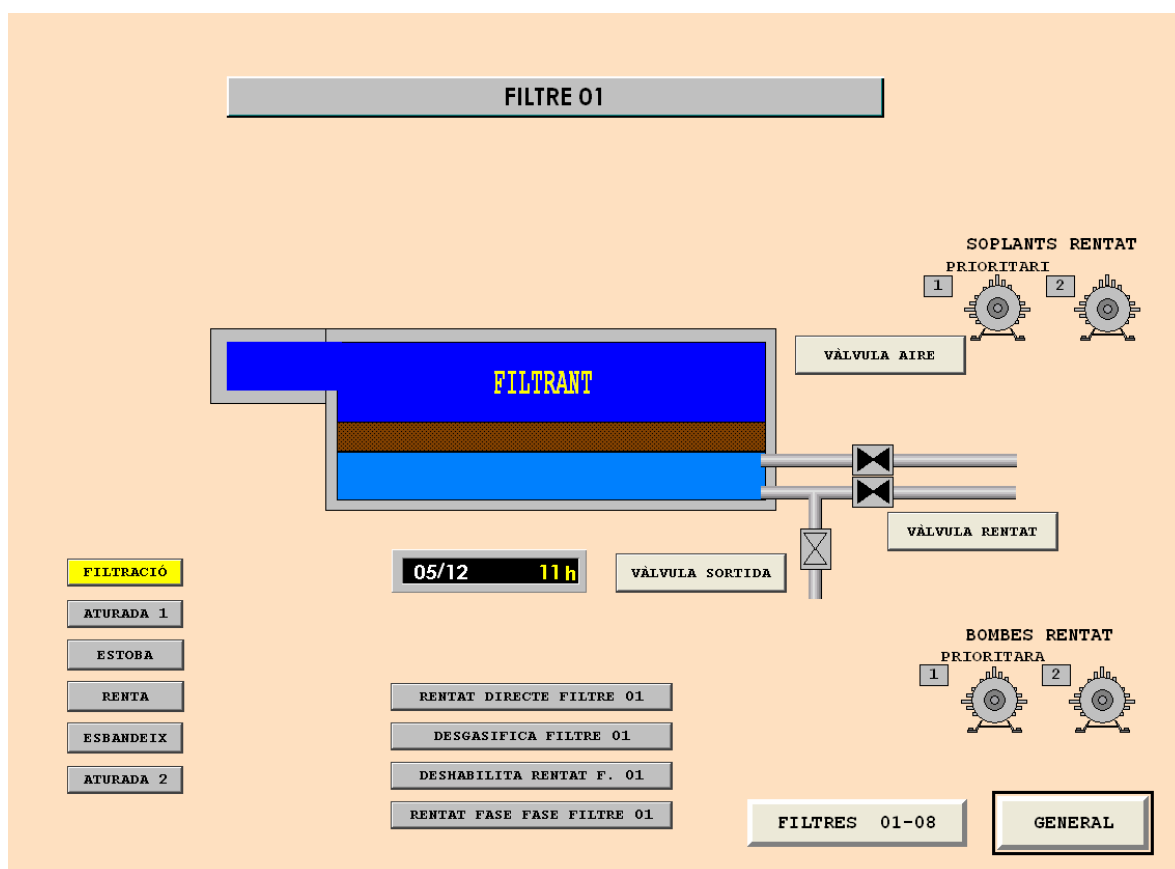
Donada l'importància dels filtres en la planta, s'ha establert aquesta pantalla general de filtres, on es representen els vuit filtres, el seu estat de funcionament, l'estat de les vàlvules de cada un dels filtres, l'hora i data en que es van rentar i les hores que porten treballant. A més de representar els filtres, també mostrem l'estat i les prioritats tant de les bombes de rentat com dels soplants. Així de manera ràpida disposem de tota l'informació referent als filtres, i si les seqüències actuen correctament sobre les vàlvules, bombes i soplants.



Imatge 16. Pantalla General Filtres

6.2.3.3. Pantalla de filtres

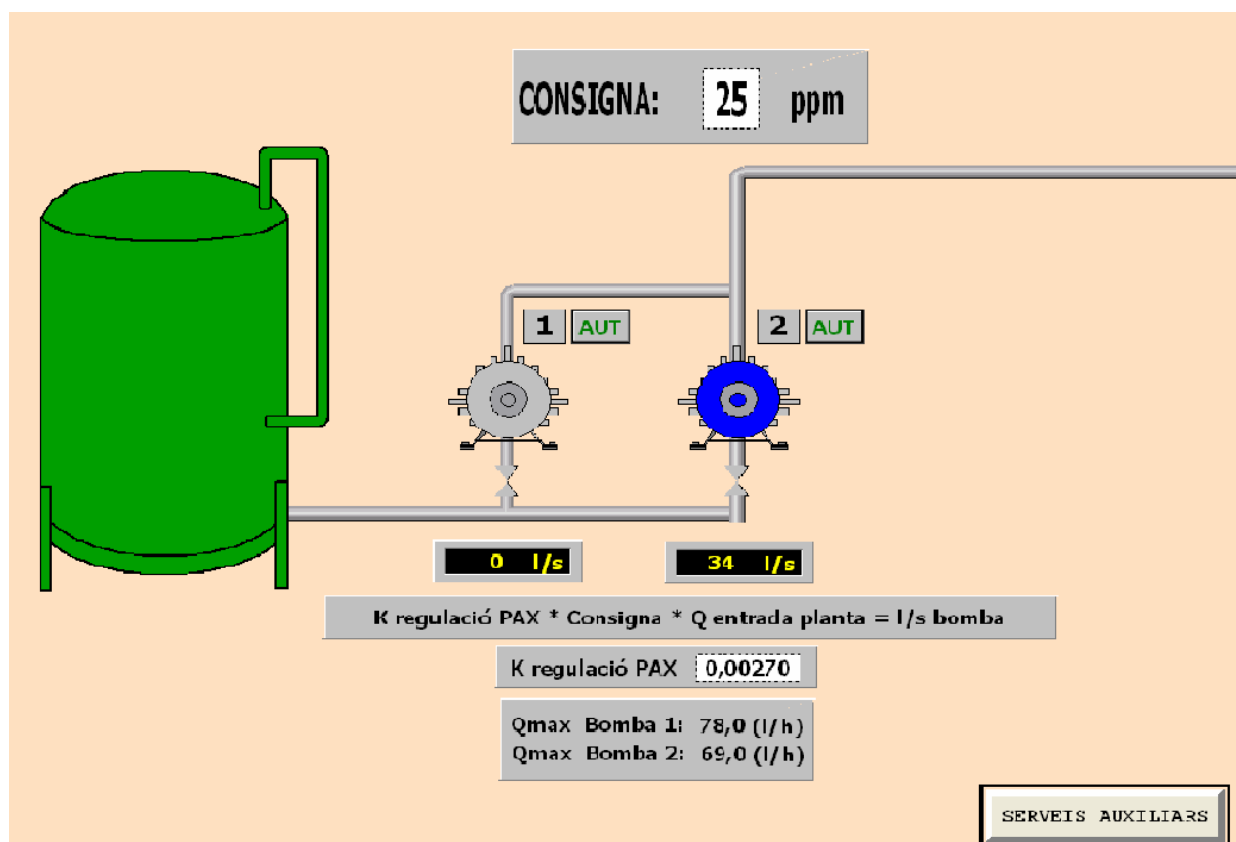
Tot i disposar de l'informació dels filtres en la pantalla general de filtres, podem accedir de manera individualitzada a una pantalla on mostrem l'informació del filtre de manera individualitzada. A més des donar l'informació de manera específica referida a un únic filtre, i de les bombes i soplants. Aquesta pantalla permet actuar remotament sobre les seqüències dels filtres (rentat, aturada, filtració, ...) i activar remotament el funcionament de les vàlvules. En aquesta pantalla podem observar que a més d'accedir a la pantalla general, també es permet retornar a la pantalla de filtres per la que on hem accedit a la del filtre 1.



Imatge 17. Pantalla Filtre 1

6.2.3.4. Pantalla de Pax

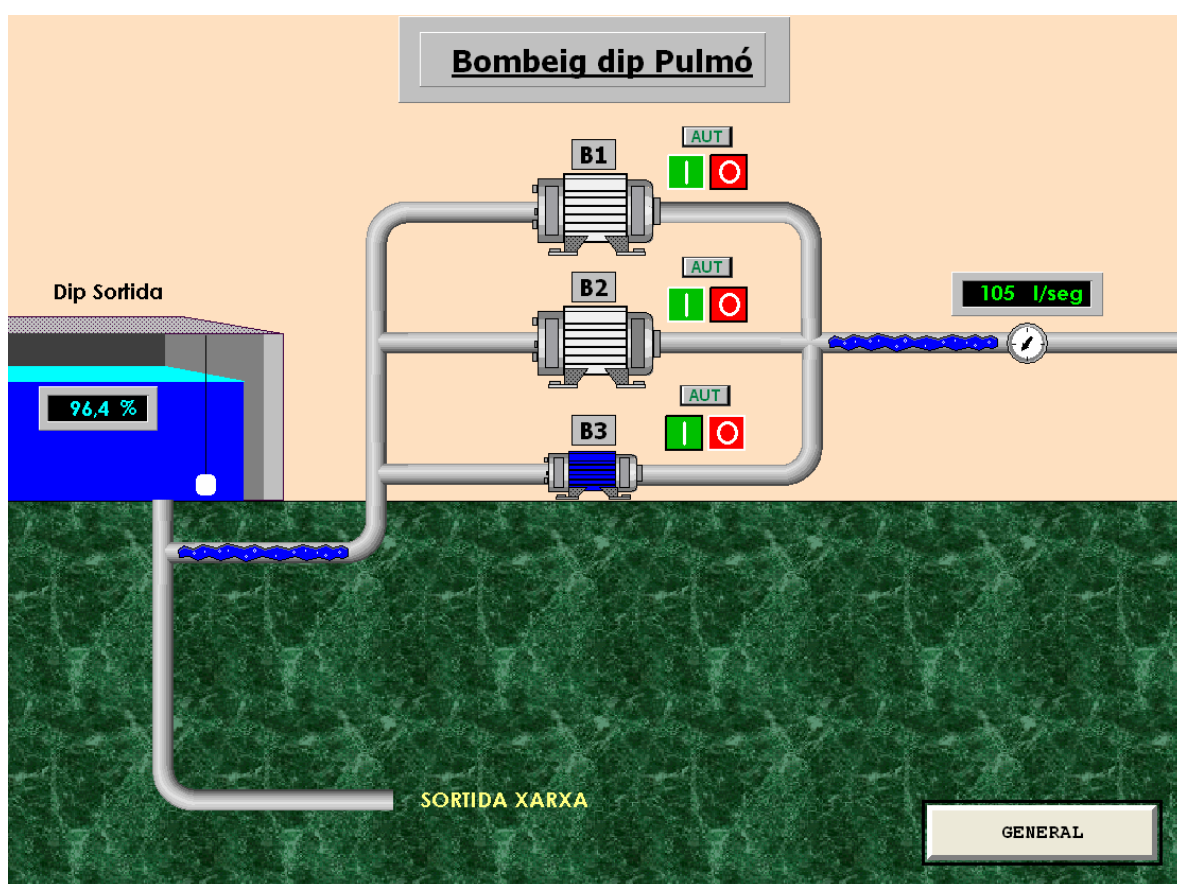
Donat que la gestió del PAX a la planta depèn directament de la gestió que facin els operaris de planta, s'ha creat aquesta pantalla especificant clarament quina es la consigna, les bombes en funcionament, els litres de dissolució de Pax i quines fórmules han de seguir per aconseguir la quantitat de l/s desitjada.



Imatge 18. Pantalla Gestió del Pax

6.2.3.5. Pantalla bombes elevació dip pulmó

Com la planta de tractament, augmenta la seva efectivitat i disminueix els costos si treballa amb un cabal el més constant possible, s'utilitza el dipòsit pulmó per assumir les oscil·lacions que es donen en el consum d'aigua potable, reduint-se notablement de matinada i amb puntes clares a les set del matí, dotze del mitgdia i set de la tarda. En funció de l'hora i el nivell del dipòsit de Sortida amb aquesta pantalla es gestiona l'engegada de les tres bombes d'elevació controlant el cabal enviat al dipòsit pulmó.



Imatge 19. Pantalla Bombes Pulmó

6.2.3.6. Menú gràfiques

A més de tenir les dades en temps real i poder actuar sobre les seqüències de la planta, existèixen paràmetres que son emagatzemats per a poder analitzar-los posteriorment. Així es poden establir tendències que ens ajudin a predir situacions, com serien la definició de les puntes de consum a les diferents hores. A petició del servei s'han creat els datalogers dels paràmetres que ha sol·licitat. Aquesta pantalla actua com a la general de l'Scada, però nomces com a distribuïdora per accedir a les diferènts gràfiques.

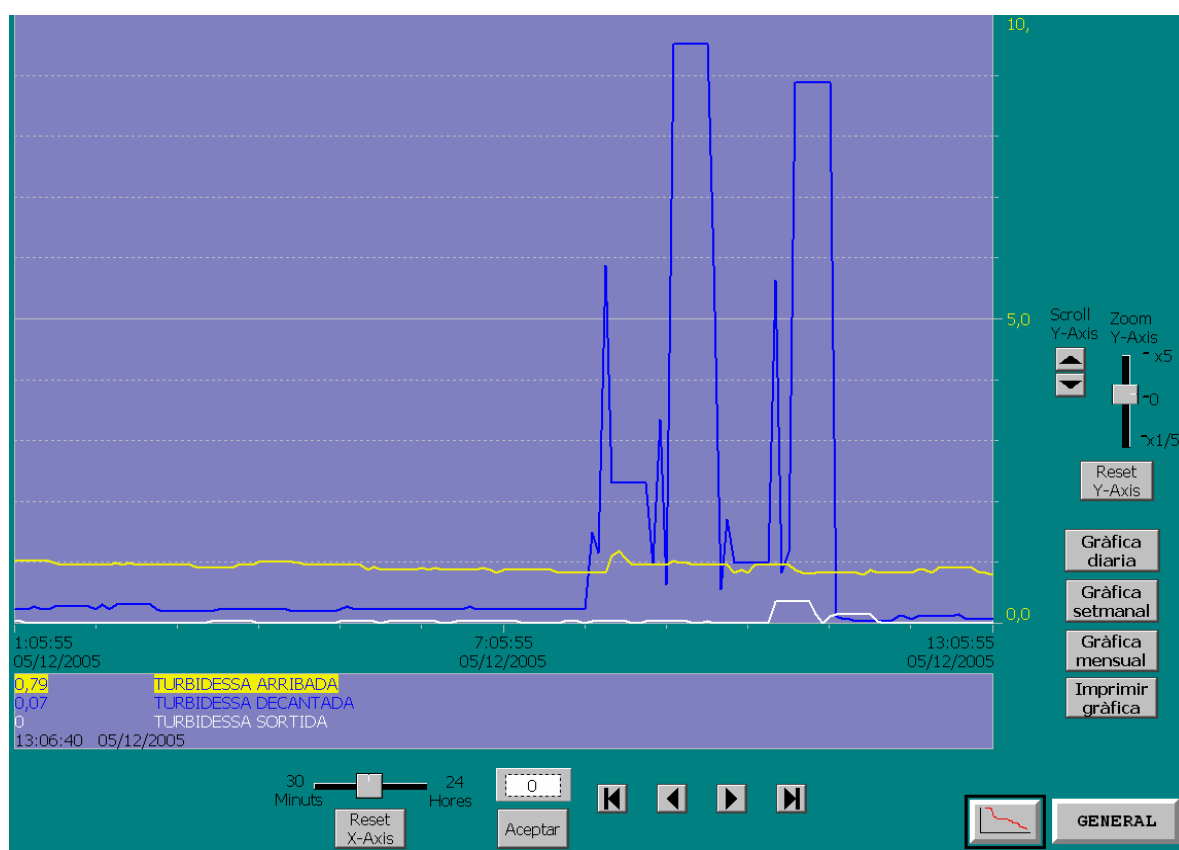


Imatge 20. Pantalla General Gràfiques

6.2.3.7. Pantalla representació dades gràficament

A partir de la pantalla general de gràfiques podem accedir a qualsevol d'aquestes. En les pantalles de gràfiques, es representen les dades històriques. En una gràfica podem representar una única dada o agrupacions com es el cas. Per a facilitar la visualització de les dades, s'han permés uns elements de control que permeten modificar els eixos X i Y, fer una representació diària, setmana, o mensual. El desplaçament per l'arxiu històric representant les dades emmagatzemades i l'impresió de la gràfica amb la configuració que tinguem.

En aquesta gràfica podem observar que a més de tenir la possibilitat d'accedir a la pantalla general, disposem de l'icone que ens durà a la pantalla general de gràfiques.



Imatge 21. Pantalla Gràfica Turbidessa

6.2.3.8. Representació dades

Una altre manera de representar la informació sense que intervinguin objectes animats ni modificacions son les pantalles de representació de dades; com a mostra presentem la pantalla d'informe diari i la de totalitzat de bombes.

INFORME DIARI PLANTA

	de 8:00 a 20:00	de 20:00 a 8:00	m3 DIA
ENTRADA 1 PLANTA :	##### m3 ##### m3	##### m3 ##### m3	##### m3
ENTRADA 2 PLANTA :	m3 m3	m3 m3	m3
TOTAL :	m3	m3	m3
<hr/>			
TOTAL A PULMÓ :	##### m3 ##### m3	##### m3 ##### m3	##### m3
TOTAL A XARXA :	##### m3 ##### m3	##### m3 ##### m3	##### m3
TOTAL :	##### m3	##### m3	##### m3
<hr/>			
RESERVA PULMÓ 20h :	##### m3 ##### m	PPM CLOR :	PPM FLUOR :
RESERVA SORTIDA 8h :	##### m3 ##### m	PPM DIOXID CLOR:	TEMP. MÀXIMA : °C
		PPM PAX :	TEMP. MÍNIMA : °C
		PPM SOSA :	1/m2 :

IMPRIMIR
HISTÒRICS
GENERAL

Imatge 22. Pantalla Informe diari

BOMBA 1 SOPLANT FILTRE 01-8	##### h	BOMBA AIGUA CLORACIÓ 1 :	##### h
BOMBA 2 SOPLANT FILTRE 01-8	##### h	BOMBA AIGUA CLORACIÓ 2 :	##### h
BOMBA 1 POLICLORUR D'ALUMINI	##### h	BOMBA AIGUA CLORACIÓ 3 :	##### h
BOMBA 2 POLICLORUR D'ALUMINI	##### h	BOMBA 1 PULMÓ	##### h
BOMBA 1 RENTAT FILTRE 01-8	##### h	BOMBA 2 PULMÓ	##### h
BOMBA 2 RENTAT FILTRE 01-8	##### h	BOMBA 3 PULMÓ	##### h

GENERAL

Imatge 23. Pantalla Totalitzador

6.2.3.9. Pantalla d'alarmes

La funció de l'Scada es la de representar i deixar constància del funcionament de la planta. Per evitar que anomalies o alarmes quedin sense resoldre, s'ha definit una pantalla d'alarmes. En aquesta pantalla, es preperetnaran totes les alarmes amb una descripció indicant el dia, la hora, la severitat i l'etiqueta designada. Perquè les alarmes quedin processades el personal haurà de donar l'ordre de reconeixement de cada una d'elles quedant constància del moment i la persona que ho ha fet. Les alarmes en funció de la seva severitat tindran una actuació i una representació diferenciada; a pantalla, activació de sirena, sortida impresa, i diferenciació de colors en funció de la severitat.

lunes, 05 de diciembre de 2005 13:33:45

Descripció de l'adreça	Data	Hora	Severitat	Etiqueta
FALLADA BOMBA 3 FANGS PLANTA FANGS	05/12/2005	12:11:28		
FALLADA BOMBA 3 FANGS PLANTA FANGS	05/12/2005	12:03:15	1	FALLADA
ALARMA 2 CENTRÍFUGA PLANTA FANGS	05/12/2005	10:59:51	1	ALARMA 2
FALLADA REMENADOR 2 DIPÒSIT FANGS	05/12/2005	10:59:51	1	FALLADA
FALLADA GENERAL POLI PLANTA FANGS	05/12/2005	10:59:27	1	FALLADA POLI
INTRUSIÓ SALA BOMBES PLANTA FANGS	05/12/2005	7:44:37	3	INTRUSIÓ
MÀXIM DIPÒSIT REGULACIÓ PLANTA FANGS	03/12/2005	0:27:03	1	MÀXIM DIPÒSIT
Mínim dipòsit Grup Electrògen	02/12/2005	13:08:53	1	MÍNIM
MANUAL BOMBA 1 FANGS PLANTA FANGS	02/12/2005	11:32:19	3	MANUAL
PARADA EMERGÈNCIA BOMBA 2 SOBRENEDANT P	30/11/2005	11:47:29	3	PARADA EMERGÈNCIA
MÀXIM DIPÒSIT SOBRENEDANT PLANTA FANGS	30/11/2005	10:09:48	1	MÀXIM DIPÒSIT
MANUAL BOMBA 1 ASECATGE PLANTA FANGS	30/11/2005	10:09:48	3	MANUAL
MANUAL BOMBA 2 ASECATGE PLANTA FANGS	30/11/2005	10:09:48	3	MANUAL
MANUAL BISFI 1 PLANTA FANGS	30/11/2005	10:09:48	3	MANUAL
MANUAL BISFI 2 PLANTA FANGS	30/11/2005	10:09:48	3	MANUAL
MANUAL CENTRÍFUGA PLANTA FANGS	30/11/2005	10:09:48	3	MANUAL
MANUAL BOMBA 1 POLI PLANTA FANGS	30/11/2005	10:09:48	3	MANUAL BOMBA
PARADA EMERGÈNCIA BOMBA 1 ASECATGE PLANT	30/11/2005	10:09:48	3	PARADA EMERGÈNCIA
MANUAL BOMBA 2 POLI PLANTA FANGS	30/11/2005	10:09:48	3	MANUAL
MANUAL ESPESSIDOR PLANTA FANGS	30/11/2005	10:09:48	3	MANUAL
MANUAL BOMBA 2 FANGS PLANTA FANGS	30/11/2005	10:09:48	3	MANUAL
MANUAL BOMBA 3 FANGS PLANTA FANGS	30/11/2005	10:09:48	3	MANUAL
AUTOMÀTIC REMENADOR 2 DIPÒSIT FANGS	30/11/2005	10:09:48	3	MANUAL
PARADA EMERGÈNCIA REMENADOR 2	30/11/2005	10:09:48	3	PARADA EMERGENCIA
MANUAL BOMBA 1 SOBRENEDANTS PLANTA FANG	30/11/2005	10:09:48	3	MANUAL
MANUAL BOMBA 2 SOBRENEDANTS PLANTA FANG	30/11/2005	10:09:48	3	MANUAL

12:03:15 FALLADA BOMBA 3 FANGS PLANTA FANGS FALLADA
Alm: 1, Sup: 0

Imatge 24. Pantalla d'alarmes

7. Resum Pressupost

El pressupost presentat engloba les feines i material necessari per a l'automatització dels processos requerits en el funcionament de la planta així com la instal.lació i posta en funcionament del sistema SCADA.

El preu total sense I.V.A del pressupost es de Quaranta sis mil tres-cents cinquanta-tres Euros set Cèntims.

8. Conclusions

Al aplicar la solució proposada, s'innovarà la planta optimitzant els sistemes i la conversió de dades en informació tractable permetent la presa de decisions en temps real. Al actuar de manera immediata, s'aconsegueixent assolir les fites establertes en diferents punts.

8.1. Control i fiabilitat.

El sistema PLC treballa de manera ininterrompuda lliure de interrupcions i distraccions en tots els processos de manera gairebé immediata. Així la seva capacitat de resposta és instantània per als paràmetres amb que hagi estat definit. Si es produeix una situació a la que no pot respondre el PLC generarà un senyal d'alarma. A més es té el sistema SCADA que monitoritza en tot moment la situació dels processos permetent el control immediat que detectarà qualsevol anomalia dels processos o de la mateixa automatització. Aquest control permetrà que davant qualsevol anomalia el servei disposi de l'informació necessària per a reaccionar donant una flexibilitat molt elevada.

Al disposar de tota l'informació històrica i en temps real es podran analitzar les seqüències de treball per a optimitzar el seu rendiment permetent millorar les prestacions de la planta.

8.2. Seguretat.

Al automatitzar els processos s'ha evitat el contacte directe entre els operaris reduint el risc d'accidents. Al haver definit tots els punts que treballen de manera automàtica s'hauràn pres totes les mesures pertinents per evitar accidents. Depenent del risc s'hauran graduat les mesures a pendre, ja sigui amb cartells indicatius, alarmes sonores, pantalles per evitar el contacte directe, pulsadors d'aturada d'emergència . A més es formarà al personal de la planta i es crearà un codi d'actuació per definir les accions i seguretats a emprendre davant de qualsevol situació de la planta.

8.3. Qualitat.

Al treballar de manera automatitzada s'eviten les intervencions subjectives del personal en el funcionament de la planta. Això permet obtenir un funcionament més uniforme del procés de tractament de l'aigua. Al disposar d'aquesta estabilitat es pot estudiar de manera concreta cada un dels processos i veure si calen modificacions o rectificacions així com l'efecte que aquestes impliquen al sistema en global.

Aquest control dels resultats han de portar a millorar els punts febles del sistema i permetre aconseguir i millorar la qualitat del servei.

8.4. Rendibilitat.

Al tenir els dades en temps real i històriques disponibles en l'Scada, i tenir la segureta de que qualsevol anomalia serà detectada i activarà els protocols de senyalització i alarma que el servei cregui convenient Es calcula que les hores que el personal ha de destinar al funcionament de la planta quedaran reduïdes en un 40%. Aquest fet permetrà que la persona destinada al control i supervisió del funcionament de la planta també tingui assignada la funció de manteniment de la mateixa.

D'aquesta manera el personal de la planta tindrà dividida la seva feina en dues funcions clarament diferenciades: la de supervisió i control del procés de tractament d'aigua potable i la del manteniment. Per a les accions de manteniment que requereixin més personal disposarà del recolzament de la brigada destinada a la resta d'estacions.

8.5. Ampliacions.

El sistema permet modificacions i ampliacions de manera permanent, pel que l'aplicació del present projecte no implicarà cap limitació a qualsevol ampliació de les funcions realitzades a la planta. La modificació tant de les xarxes de comunicació Ethernet i Controlnet, i la modificació del hardware destinat a la planta només vindran marcades per les demandes de

funcionament del servei d'aigua potable.

Al oferir una solució integrada, permetrà seguir la constant evolució dels productes de Rockwell automation, el sistema, no quedaran obsolets al disposar de solucions per a nous reptes. Es podran plantejar noves aplicacions o serveis com panels view, servidors de pàgines web, altres serveis.

Ruben Barranco Baquero
Enginyer tècnic Electrònica Industria
Girona, 14 de Novembre de 2005

9. Relació de documents

El present projecte consta de diferents documents que tenen la seva funció específica. En la memòria es descriu el funcionament de la planta de tractament d'aigua potable. S'indiquen els processos i equips que s'han d'automatitzar, i quina es la solució que s'ha decidit adoptar. A més disposa d'informació adicional com un resum del pressupost, la bibliografia utilitzada i glosari. Com a annex de la memòria s'ha afegit el codi del programa en la documentació del CD ja que la impressió del mateix s'ha cregut innecessaria. El document de codi de programa és el programa que hem dissenyat per a l'automatització de la planta de tractament. Està creat amb el Rslogix 5000, llenguatge propi de la marca d'autòmats seleccionada per l'automatització Rockwell automation. En el programa tenim definits els senyals i les seqüències de treball

En un segon punt tindriem els Plànols. En ells, es dona un índex dels plànols, una representació de la planta, la configuració de les diferents xarxes de comunicació, la representació de les tarjes utilitzades en cada un dels racks i els esquemes necessaris per a la connexió de les diferents targetes de PLC que s'utilitzaran en l'automatització

Per a conèixer la normativa que regirà l'obra, s'ha redactat el plec de condicions, on es plantegen per escrit les condicions necessaries per poder executar el projecte d'automatització. Concretant les disposicions i condicions s'han d'acomplir, així com les prioritats per si es donés el cas d'incomptaibilitat entre diferents documents.

Un cop establert el projecte i la normativa que s'utilitzarà, s'ha definit l'estat d'amidaments. En aquest document es defineixen els materials i les quantitats d'aquest que calen per poder executar l'obra.

Al tenir definit l'estat d'amidaments s'ha procedit a fer una valoració econòmica del projecte en el Pressupost. En el pressupost valorem el cost econòmic del projecte d'automatització de la planta. Es donen els preus unitaris, els diferents pressupostos parcials i el pressupost

total. El pressupost, a més consta d'un Annex A. Aquest Annex valora el que ha suposat l'elaboració del projecte.

10. Bibliografia

Amidata. Catálogo general. (<http://www.amidata.es>, 4 de maig de 2005).

Coll. F. Dossier apunts automatització industrial. Publicacions UdG 2003.

Coll. F. Dossier apunts automatització avançats. Publicacions UdG 2004.

Domingo Peña. Diseño y aplicaciones con autómatas programables. Editorial UOC. Setiembre 2003.

Humminbird, catàleg. (<http://www.humminbird.com>, 25 novembre de 2004).

López. T. Automatismo y control. Gili 1985.

Micro Device S.r.l. Catálogo electrónico. (<http://www.yachtcontroller.com.es>, 25 novembre de 2004).

Nera. Telecomunicaciones. (<http://www.neraword.com>, 9 de febrer de 2005).

Romera. J.P. Automatización. Editorial Paraninfo.

Rockwell Automation. www.rockwellautomation.com

W. J. Eibeck and G. Mattock, Chemical process in waste water treatment, Ellis Horwood Series

11. Glosari

Dataloger : Par de l'Scada on definim d'una variable que la enmagatzement , així com el període en que ho fem, on la guardem i d'altres paràmetres.

ControlNet: Xarxa de control oberta de Allen-Bradley que utilitza el model productor/consumidor per cominar les funcions d'una xarxa d'entrades sortides entre dispositius similars.

CIP: Common industrial protocol

Ethernet: Xarxa d'àrea local amb una velocitat de comunicació de banda de 10Mbits/segon.

Guia ADEPA : Guia utilitzada per a seleccionar la tecnologia de control per efectuar una automatització

PAX : Abreviació utilitzada del Policlorur d'Alumini.

Ppm : Part per milions, aquesta mesura s'utilitza en la dosificació de reactius químics

Rack : Xàsis on s'afegixen les targetes de PLC.

Slot : Encaix del Rack on s'afegeix una tarja de PLC.

Tag : Nom intern que assignem a una variable del programa tant del PLC com de l'SCADA.

Anex A Codi Programa

En el codi de programa s'ha efectuat l'automatització de la planta. S'ha utilitzat com a programa el RsLogix 5000 de la casa Allen Bradley. S'ha seleccionat aquest per la seva funcionalitat que permet fer front a tots els requisits que havia plantejat el servei i com a continuació de la línia utilitzada per el servei d'abastament d'aigua potable que en la resta d'estacions disposa d'automats allen Bradley programats amb el RsLogix 500 que té és d'un nivell inferior en quant a possibilitats, però segueix la mateixa línia de la companyia.

En el Rs Logix 5000 tot i disposar de la possibilitat de programar mitjançant instruccions o graficet, s'ha optat per a fer-ho amb diagrama de contactes.