



EPS

Escola Politècnica

UdG

Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

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

Títol: AUTOMATITZACIÓ D'UNA PLANTA DE TRACTAMENT D'AIGUA

Document: 1. MEMÒRIA

Alumne: Francesc Garriga

Director/Tutor: Joan Puigmal Pairot

Departament: Enginyeria Elèctrica, Electrònica i Automàtica

Àrea: Enginyeria de sistemes i automàtica (ESA)

Convocatòria (mes/any): Juny/2014

Índex

1. INTRODUCCIÓ.....	8
1.1 Antecedents	8
1.2 Objecte.....	8
1.3 Especificacions i abast	8
2. DESCRIPCIÓ DELS PROCESSOS	9
2.1 Pretractament.....	9
2.2 1 ^a osmosis inversa (RO1).....	9
2.3 2 ^a osmosis inversa	10
2.4 Llaç de distribució.....	10
3. ELEMENTS QUE INTERVENEN EN ELS PROCÈSSOS	12
3.1 Bombes de Impulsió	12
3.2 Bombes dosificadoras	12
3.3 Vàlvules.....	13
3.4 Filtre sílex antracita	13
3.5 Equip cloració.....	14
3.6 Equip mesurador de redox i PH.....	14
3.7 Equip mesurador de Conductivitat.....	15
3.8 Cabalímetres	15
3.9 Sondes Temperatura.....	15
3.10 Pressòstats.....	16
3.11 Sensors de nivell digitals	16
3.12 Sensors de nivell analògic	16
4. DESCRIPCIO GENERAL DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA.....	17
4.1 Hardware.....	17
4.1.1 Descripció de l'autòmat.....	17
4.1.2 CPU.....	17
4.1.3 Font d'alimentació.....	18
4.1.4 Configuració bastidor	18
4.1.5 Elements d'entrada i sortida.....	20
4.1.6 Variadors de freqüència.....	22

4.1.7	Pantalla tàctil	23
4.2	Software	24
4.2.1	Entorn de programació del PLC	24
4.2.2	Tipus de mòduls d'organització.....	25
4.2.3	Tipus de variables.....	26
4.2.4	Adreçament d'entrades i sortides.....	27
4.2.5	Entorn de programació de la pantalla tàctil	28
4.2.6	Blocs a mida	28
5.	SISTEMA DE CONTROL I SUPERVISIÓ	29
5.1	Pantalla tàctil	29
5.1.1	Pantalla Inicial.....	29
5.1.2	Pantalla configuració sistema	29
5.1.3	Pantalla elaboració de usuaris	30
5.1.4	Pantalla d'alarmes i avisos.....	30
5.1.5	Pantalles consignes manteniment.....	31
5.1.6	Pantalles pretractament	32
5.1.7	Pantalles planta	33
5.1.8	Pantalles llaç de distribució.....	35
5.1.9	Pantalles control actuadors.....	36
5.2	Scada	38
5.3	Connexió Remota.....	38
6.	ESPECIFICACIONS FUNCIONALS	40
6.1	Pretractament.....	40
6.1.1	Condicions inicials d'engegar seqüència.....	40
6.1.2	Condicions permanents seqüència	40
6.1.3	Fase "arrancant" i "en marxa"	41
6.1.4	Fase "aturant"	42
6.2	Planta.....	42
6.2.1	Condicions inicials d'engegar seqüència.....	42
6.2.2	Condicions permanents seqüència	42
6.2.3	Fase "arrancant" i "en marxa"	43
6.2.4	Fase "aturant"	43
6.3	Subseqüència RO1	43
6.3.1	Condicions inicials d'engegar subseqüència.....	43

6.3.2	Condicions d'aturada de la subseqüència.....	43
6.3.3	Condicions d'aturada immediata de la subseqüència.....	44
6.3.4	Fase "standy"	44
6.3.5	Fase "engegant"	45
6.3.6	Fase "en marxa"	45
6.3.7	Fase "aturant"	45
6.4	Subseqüència RO2	46
6.4.1	Condicions inicials d'engegar subseqüència.....	46
6.4.2	Condicions d'aturada de la subseqüència.....	46
6.4.3	Condicions d'aturada immediata de la subseqüència.....	47
6.4.4	Fase "standby"	47
6.4.5	Fase "engegant"	48
6.4.6	Fase "en marxa"	48
6.4.7	Fase "aturant"	48
6.5	Punt d'us després de RO1.....	49
6.5.1	Condicions inicials d'engegar seqüència.....	49
6.5.2	Condicions d'aturada de la seqüència	49
6.5.3	Fase "en marxa"	49
6.6	Llaç de distribució.....	50
6.6.1	Condicions inicials d'engegar seqüència.....	50
6.6.2	Condicions d'aturada de la seqüència	50
6.6.3	Condicions d'aturada immediata de la seqüència	51
6.6.4	Fase "arrancant" i "en marxa"	51
6.6.5	Fase "aturant"	52
6.7	Punt d'us automàtic del llaç.....	52
6.7.1	Condicions inicials d'engegar seqüència.....	52
6.7.2	Condicions d'aturada de la seqüència	52
6.7.3	Fase "en marxa"	53
7.	RESUM DEL PRESSUPOST.....	54
8.	CONCLUSIONS	55
9.	RELACIO DE DOCUMENTS	56
10.	BIBLIOGRAFIA	57
A	PROTOCOL FAT IQ1	58

A.1.	Introducció.....	58
A.1.1.	Objecte	58
A.1.2.	Factory Acceptance Test (FAT)	58
A.1.3.	Àmbit	58
A.2.	Metodologia.....	59
A.3.	Test IQ1_Hard: PLC, targetes SIMATIC i TP	60
A.3.1.	Objecte	60
A.3.2.	Descripció i metodologia utilitzada	60
A.3.3.	Criteris d'acceptació.....	60
A.4.	Test IQ1_Soft: Programa PLC i TP	61
A.4.1.	Objecte	61
A.4.2.	Descripció i metodologia utilitzada	61
A.4.3.	Criteris d'acceptació.....	61
A.5.	Test IQ1_Arm: Armari elèctric.....	62
A.5.1.	Objecte	62
A.5.2.	Descripció i metodologia utilitzada	62
A.5.3.	Criteris d'acceptació.....	62
A.6.	Test IQ1_SD: Senyals digitals	63
A.6.1.	Objecte	63
A.6.2.	Descripció i metodologia utilitzada	63
A.6.3.	Criteris d'acceptació.....	63
A.7.	Test IQ1_SA: Senyals analògics	64
A.7.1.	Objecte	64
A.7.2.	Descripció i metodologia utilitzada	64
A.7.3.	Criteris d'acceptació.....	64
A.8.	Test IQ1_Cab: Cablejat instal·lació	64
A.8.1.	Objecte	65
A.8.2.	Descripció i metodologia utilitzada	65
A.8.3.	Criteris d'acceptació.....	65
B	PROTOCOL FAT OQ1	66
B.1.	Introducció.....	66
B.1.1.	Objecte	66
B.1.2.	Factory Acceptance Test (FAT)	66
B.1.3.	Àmbit	66

B.2.	Metodologia.....	67
B.3.	Test OQ1_Vis: Visualització dades procés en la TP	68
B.3.1.	Objecte	68
B.3.2.	Descripció i metodologia utilitzada	68
B.3.3.	Criteris d'acceptació.....	68
B.4.	Test OQ1_Nav: Navegació en l'aplicació TP	69
B.4.1.	Objecte	69
B.4.2.	Descripció i metodologia utilitzada	69
B.4.3.	Criteris d'acceptació.....	69
B.5.	Test OQ1_ACC: Nivells d'accés en l'aplicació TP	69
B.5.1.	Objecte	70
B.5.2.	Descripció i metodologia utilitzada	70
B.5.3.	Criteris d'acceptació.....	70
B.6.	Test OQ1_Mens: Alarmes, avisos i esdeveniments del sistema	70
B.6.1.	Objecte	71
B.6.2.	Descripció i metodologia utilitzada	71
B.6.3.	Criteris d'acceptació.....	71
B.7.	Test OQ1_Cons: Consignes des de TP	71
B.7.1.	Objecte	71
B.7.2.	Descripció i metodologia utilitzada	71
B.7.3.	Criteris d'acceptació.....	72
B.8.	Test OQ1_F_PT: Actuadors en manual.....	72
B.8.1.	Objecte	72
B.8.2.	Descripció i metodologia utilitzada	72
B.8.3.	Criteris d'acceptació.....	72
B.9.	Test OQ1_F_PT: Funcionament pretractament.....	73
B.9.1.	Objecte	73
B.9.2.	Descripció i metodologia utilitzada	73
B.9.3.	Criteris d'acceptació.....	73
B.10.	Test OQ1_F_P: Funcionament planta.....	73
B.10.1.	Objecte	73
B.10.2.	Descripció i metodologia utilitzada	73
B.10.3.	Criteris d'acceptació.....	74
B.11.	Test OQ1_F_L: Funcionament llaç.....	74
B.11.1.	Objecte	74

B.11.2. Descripció i metodologia utilitzada	74
B.11.3. Criteris d'acceptació.....	75
C PROTOCOL SAT IQ2.....	76
C.1. Introducció.....	76
C.1.1. Objecte	76
C.1.2. Site Acceptance Test (SAT).....	76
C.1.3. Àmbit	76
C.2. Metodologia.....	77
C.3. Test IQ2_CHK: Verificació dels elements instal·lats	78
C.3.1. Objecte	78
C.3.2. Descripció i metodologia utilitzada	78
C.3.3. Criteris d'acceptació.....	78
C.4. Test IQ2_Com: Verificació de comunicacions.....	79
C.4.1. Objecte	79
C.4.2. Descripció i metodologia utilitzada	79
C.4.3. Criteris d'acceptació.....	79
C.5. Test IQ2_Pr: Verificació visualització del procés i actuació sobre el procés.....	79
C.5.1. Objecte	80
C.5.2. Descripció i metodologia utilitzada	80
C.5.3. Criteris d'acceptació.....	80
D PROTOCOL SAT OQ1	81
D.1. Introducció.....	81
D.1.1. Objecte	81
D.1.2. Site Acceptance Test (SAT).....	81
D.1.3. Àmbit	81
D.2. Metodologia.....	82
D.3. Test OQ2_Mens: Alarmes, avisos i esdeveniments del sistema	83
D.3.1. Objecte	83
D.3.2. Descripció i metodologia utilitzada	83
D.3.3. Criteris d'acceptació.....	83
D.4. Test OQ2_F_Pt: Funcionament pretractament	84
D.4.1. Objecte	84
D.4.2. Descripció i metodologia utilitzada	84
D.4.3. Criteris d'acceptació.....	84

D.5.	Test OQ2_F_P: Funcionament planta	84
D.5.1.	Objecte	84
D.5.2.	Descripció i metodologia utilitzada	84
D.5.3.	Criteris d'acceptació.....	85
D.6.	Test OQ2_F_L: Funcionament llaç	85
D.6.1.	Objecte	85
D.6.2.	Descripció i metodologia utilitzada	85
D.6.3.	Criteris d'acceptació.....	85
E	CODI PROGRAMA.....	87

1. INTRODUCCIÓ

1.1 Antecedents

Actualment en les indústries farmacèutiques per aconseguir un producte amb unes condicions específiques necessiten una sèrie de matèries primes per aconseguir-ho. L'aigua, es una de les mes importants, d'aquí a la utilització d'una planta de tractament ja que ha de complir una sèrie de requisit de qualitat determinats.

1.2 Objecte

Es tracta de fer l'automatització d'una planta de tractament d'aigua, tractar les fases de pretractament, osmosis i punt d'us del llaç de distribució. El control es farà amb una pantalla tàctil i autòmat siemens S7-300 utilitzant comunicació profibus entre ells. Esta previst comunicació amb una scada existent, per intercanviar dades només de visualització de l'estat de la planta. A partir d'un mòdul de teleservei serà possible la comunicació amb el programa de l'autòmat via mòdem.

1.3 Especificacions i abast

Haurem de tenir en compte la normativa que hi intervé, ja que al ser una indústria farmacèutica ha de complir una sèrie de requisits, tests i protocols. S'inclourà els esquemes elèctrics, programes i documentació necessària per complementar-lo.

2. DESCRIPCIÓ DELS PROCESSOS

Físicament, una planta d'aigua es podria descriure com un sistema estructurat de canonades i dipòsits per on circula aigua i s'acumula mentre es depurada de forma continua. A mesura que s'aconsegueixen les condicions de puresa desitjades, el líquid es desvia a un altre anell anomenat llaç, en aquest s'acumula en un moviment circulatori constant mentre que les seves característiques es mantenen vigilades.

Des de el llaç. L'aigua pura es distribueix per les diferents zones de la instal·lació, a una temperatura determinada, a través de sortidors anomenats punts d'us (POU) ((Point Of Use)

2.1 Pretractament

L'aigua entra des de la xarxa de distribució pública i s'acumula en un dipòsit de 5500 litres. Dues bombes envien l'aigua a un dipòsit de cloració de 30000 litres a través de un filtre sílex/antracita, aquest reté els cossos sòlids que l'aigua pugui arrossegar i està permanentment en funcionament excepte només quan aquest fa una regeneració. El rentat del filtre es controlat per un dispositiu intern i autònom de la planta que s'activa cada cert volum d'aigua filtrada. A través de una senyal digital informa que es troba en auto rentat, aquesta es l'única fase en la que no podem fer circular aigua per el filtre.

Un cop en el dipòsit de cloració l'aigua re circula a través d'una bomba i passa per un equip que fa tan la funció de mesurar el clor, com dosificar a través d'una bomba de polsos la quantitat que es necessita en funció del valor prèviament consignat a l'aparell. El control d'aquest aparell es autònom a la planta, però disposa d'una sèrie de sortides digitals i analògiques on llegim l'estat en que es troba i la lectura instantània de clor, tenint així control del dipòsit.

2.2 1ª osmosis inversa (RO1)

La 1ª Osmosis inversa (RO1) s'alimenta d'un dipòsit de 200 litres anomenat "Dipòsit de ruptura", on hi pot arribar l'aigua des de el pretractament o bé d'altres zones de la planta, en aquest cas del refús de la 2ª Osmosis Inversa (RO2).

La 1^a Osmosi inversa s'alimenta a través del dipòsit de ruptura, consta de una bomba de subministrament, una bomba dosificadora de bisulfit, una d'antiincrustant i una bomba d'alta pressió. Es tracta de injectar l'aigua a alta pressió i obligar-la a circular a través de una membrana osmòtica semipermeable que separa una aigua tova d'una altra dura carregada de sals e ions dissolts. D'aquesta manera per la canonada principal s'obté una aigua baixa en conductivitat, mentre que per la de refús circula una dissolució alta en salmorra.

La bomba d'alta pressió es del tipus multicel·lular i es diferent a les centrífugues o de impulsió que regulen el cabal. Aquesta, presenta un bloc de cambres circulars per on l'aigua s'accelera en moviment d'espiral per augmentar així la pressió de sortida.

La injecció de bisulfit i antiincrustant es produeix just abans del procés de osmosi. La incorporació de bisulfit es fa per tal d'extreure el clor de l'aigua, mentre que l'antiincrustant evita que si adhereixen incrustacions a la superfície de les membranes, ambdós productes s'utilitzen per evitar que les membranes es deteriorin allargant-l'hi d'aquesta manera la seva vida útil.

L'aigua procedent del permeat s'emmagatzema en un dipòsit de 2000 litres, aquest alimentarà la caldera i frigorífica ja existent en fabrica.

2.3 2^a osmosis inversa

La 2^a Osmosis inversa (RO2) esta a continuació de la primera, la idea es aconseguir una aigua amb mes qualitat, consta de una bomba de subministrament, una bomba dosificadora de sosa i una bomba d'alta pressió. Igual que la RO1 el concepte es el mateix, injectar aigua a alta pressió i obligar-la a circular a través de la membrana osmòtica, en aquest cas la bomba dosificadora te una regulació PID per tal de injectar sosa per aconseguir el nivell de PH desitjat. L'aigua procedent del permeat si reuneix les condicions de conductivitat desitjades s'emmagatzema en el dipòsit del llaç de distribució, sinó a través de una vàlvula de 3 vies torna al dipòsit d'alimentació de la RO2.

2.4 Llaç de distribució

L'aigua tractada de la planta s'emmagatzema en un dipòsit de 5000 litres, anomenat dipòsit d'acumulació, on a través de dues bombes re circula l'aigua travessant primer un intercanviador de calor i a continuació tots els punt de ús ja siguin manuals o automàtics.

Les bombes d'impulsió tenen alternança i treballen amb una regulació PID per tal de tenir sempre el mateix cabal independentment dels punts d'ús que estiguin consumint en cada moment. L'intercanviador es l'encarregat de mantenir l'aigua del llaç a una temperatura inferior a la consignada, ho aconsegueix fent circular aigua del circuit de refrigeració per l'intercanviador o buidant el contingut d'aquest.

En tot moment es controla la temperatura i la conductivitat del llaç per garantir les condicions de qualitat de l'aigua desitjades.

3. ELEMENTS QUE INTERVENEN EN ELS PROCÈSSOS

3.1 Bombes de Impulsió

Per l'elecció de les bombes ens hem centrat bàsicament en dues marques, Inoxpa i Grundfoss. Es pot observar a la taula numero 1 l'elecció del tipus de bomba en cada cas.

Tag	Proveïdor	Model	Potència	Cabal nominal	Construcció
DW-PM-01	Grundfoss	CRN10-8	3 KW	10m ³ /h	Verticals, Multicelulars, Centrifugas
DW-PM-02	Grundfoss	CRN10-8	3 KW	10m ³ /h	Verticals, Multicelulars, Centrifugas
DW-PM-04	Grundfoss	CRN32-2	4 KW	32m ³ /h	Verticals, Multicelulars, Centrifugas
DW-PM-07	Grundfoss	CHI12-25	2,8 KW	12m ³ /h	Centrifuga multicelular horitzontal
DW-PM-08	Grundfoss	CHI12-25	2,8 KW	12m ³ /h	Centrifuga multicelular horitzontal
BFW-PM-01	Grundfoss	CHI4-60	1,2 KW	4m ³ /h	Centrifuga multicelular horitzontal
BFW-PM-02	Grundfoss	SP5A-38	4 KW	5m ³ /h	Sumergibles
BFW-PM-05	Grundfoss	CHI4-50	1,4 Kw	4m ³ /h	Centrifuga multicelular horitzontal
BFW-PM-06	Grundfoss	CHI4-50	1,4 Kw	4m ³ /h	Centrifuga multicelular horitzontal
DIW-PM-01	Grundfoss	CRN1S-7	3 KW	1m ³ /h	Verticals, Multicelulars, Centrifugas
DIW-PM-02	Grundfoss	SP3A-18	1,1 KW	3m ³ /h	Sumergibles
DIW-PM-10	Inoxpa	S35F	9,2 KW	50m ³ /h	Centrifuga Inoxidable
DIW-PM-11	Inoxpa	S35F	9,2 KW	50m ³ /h	Centrifuga Inoxidable
DIW-PM-12	Inoxpa	S28E	4 KW	20m ³ /h	Centrifuga Inoxidable

Taula 1: Llistat bombes

Les bombes escollides estan especialment dissenyades per treballs amb líquids, es caracteritzen per una alta fiabilitat, resistència a la corrosió, un rendiment molt elevat, fàcil manteniment i una bona relació qualitat/preu. Tant Grundfoss com Inoxpa te un ampli catàleg de bombes per sistemes de tractament, filtració, osmosis i aigües residuals.

3.2 Bombes dosificadores

En les dues etapes de osmosis inversa necessitem injectar diferents productes químics ja sigui per allargar la vida de les membranes o millorar la qualitat de l'aigua. En la primera etapa la dosificació és de bisulfit i antiincrustant, aquests son especialment pensats per allargar la vida de les membranes mentre que a la segona etapa la dosificació es de sosa, utilitzada en aquest cas per augmentar el PH de l'aigua.

En cada cas, les bombes dosificadores utilitzades son iguals però treballen en condicions diferents, el model escollit es DE-03 de la marca Jesco, molt utilitzat en la indústria per la dosificació de productes químics amb garanties de precisió. Es tracta d'una bomba dosificadora de membrana accionada per solenoide. Aquest model te un caudal màxim de 0,46 l/h. A través de un selector es pot ajustar la carrera de cada dosificació, disposa de relés d'alarma i entrada de impulsos.

Per la dosificació d'antiincrustant i bisulfit es treballa amb freqüència fixe, al rebre alimentació dosificarà amb els valors de carrera i freqüència seleccionats, en aquest cas, a través de dos sensors digitals es controla el nivell del dipòsit d'aspiració de la bomba i el cabal de sortida.

En el cas de la sosa la regulació es fa a partir de la entrada de impulsos, la idea es corregir el PH fent una regulació amb sosa. En aquest cas els paràmetres del PID son programables des de la pantalla.

3.3 Vàlvules

Per l'elecció de les vàlvules ens hem centrat bàsicament en la marca. Es pot observar a la taula numero 2 l'elecció del tipus de vàlvula en cada cas.

Tag	Proveïdor	Model	Mida
XV-46001	Burkert	2012-011209	DN40
SV-47001	Burkert	6213(NC)	DN15
SV-47002	Burkert	5404(NC)	DN15
SV-49001	Burkert	6213(NC)	DN15
SV-49002	Burkert	5404(NC)	DN15
SV-49003	Burkert	5404(NC)	DN15
XV-49101	Burkert	8805-217288	DN50
XV-49102	Burkert	2012-146317Z	DN32
XV-49103	Burkert	2012-149786Z	DN25
XV-49104	Burkert	2012-146317Z	DN32
XV-49105	Burkert	2012-149786Z	DN25
XV-49107	Burkert	2012-146317Z	DN32

Taula 2 : Llistat de Vàlvules

3.4 Filtre sílex antracita

Consisteix en un dipòsit cilíndric construït amb polièster reforçat amb fibra de vidre. A l'interior hi tenim 3 capes filtrants: Antracita, sílex i graves de diferent granulometria , per evitar la fuga del

material filtrant i distribuir el flux durant l'etapa de regeneració aconseguint així una elevada eficiència de filtració. El seu funcionament es simple, al circular l'aigua per el seu interior aquest reté els cossos sòlids que l'aigua pugui arrossegar i esta permanentment en funcionament excepte només quan fa una regeneració. El control de la regeneració es fa a través d'un controlador completament autònom al nostre sistema, on directament hi programarem les rutines desitjades de regeneració. A través de una sortida lliure de potencial tenim la informació de que l'aparell esta en el cicle de regeneració.

3.5 Equip cloració

L'equip mesurador de clor escollit es de la marca Prominent, concretament el model dulcometer de la sèrie D1C. Aquest model s'utilitza habitualment per aquest tipus de controls i regulacions, tot i no ser un equip econòmic, les seves prestacions en quan a durabilitat, precisió i fiabilitat son suficients per llur elecció.

L'equip s'alimenta a 230 volts, disposa de dues sortides lliures de potencial programables, un relé d'alarma i dos relés de valor límit. Es capaç d'accionar dues bombes, de forma fixe o be amb control de regulació PID

Com a accionament hi tenim una bomba dosificadora també de la marca prominent, concretament el model BT4a, aquesta funciona amb una regulació PI o PID programable a traves de la mateixa pantalla del regulador. En el regulador introduïm manualment la consigna de clor i aquest a traves d'una de les seves sortides de polsos envia la freqüència necessària per assolir el valor consigna de clor.

3.6 Equip mesurador de redox i PH

Consisteix en un indicador col·locat directament a la porta del armari elèctric, és un Liquisys M sèrie CPM223 de la marca Endress+hausser molt utilitzat en l'industria i en especial a plantes de tractament d'aigua. La sonda va directament connectada al indicador d'aquesta manera tenim lectura instantània de la mesura, es capaç de fer controls PID a funció del redox amb una sèrie de sortides programables, en el nostre cas farem servir una sortida analògica 4-20mA per enviar el valor mesurat de redox al PLC.

En tenim instal·lats dos, un per lectura de redox a la entrada de la RO1 mentre que l'altre ens donarà la lectura de PH a la sortida de la RO2.

3.7 Equip mesurador de Conductivitat

En el cas de la conductivitat hem fet servir dues solucions. En els dos casos la sonda es la mateixa, el model CLS21 de la marca Endress+hausser, amb un rang de mesura de 10µs a 20ms.

En total tenim 4 lectures de conductivitat, es considera que la conductivitat de entrada de RO1 i la del llaç de distribució som suficientment importants per visualitzar-les contínuament, per tant, igual que en el cas del redox i PH s'ha col·locat directament al la porta del armari dos visualitzadors, també de la marca Endress+hausser, en aquest cas són el model Liquisys M sèrie CLM223. La sonda va directament connectades als indicadors i a través d'aquest mitjançant una sortida 4-20 mA rebem el valor mesurat al PLC.

En el cas de les altres sondes de conductivitat, no cal que es visualitzin constantment, per tant estan connectades directament a entrades analògiques.

3.8 Cabalímetres

Els cabalímetres escollits son de la marca Burkert, concretament el model 8030. El sensor de cabal es compon de un mòdul electrònic associat a un rodet a la zona on circula el fluid. Al circular líquid a través del sensor, el rodet es posa en moviment produint un senyal de mesura en el transductor. La freqüència i l'amplitud son proporcionals al cabal.

El fabricant del cabalímetre ens facilita la fórmula (fórmula 1) per poder calcular el cabal en funció de la freqüència.

$$f = K \cdot Q$$

Fórmula 1: Càlcul cabal

f = freqüència, en Hertz

K = factor k específic (veure taules fabricant) en polsos/l

Q = velocitat, en l/s

3.9 Sondes Temperatura

Com a transmissor de temperatura s'ha escollit el model TR30 de la marca WIKA. aquest model es habitual per la mesura a medis líquids, esta dissenyat per admetre pressions de treball de fins a 40 bars i protegits contra vibracions i esquitxades d'aigua.

Ens facilita una senyal PT-100 amb un rang de mesura de -50 a 150°C. En el transmissor es envia un senyal analògica 4-20mA al PLC.

3.10 Pressòstats

Com a pressòstat hem escollit el model A-10 de la marca WIKA. Model amb una ampla gama de rangs de mesura, amb reconeguda fiabilitat i durabilitat. L'escollit es d'un rang de 0 - 6 bars amb sortida analògica 4-20mA.

3.11 Sensors de nivell digitals

En tots els dipòsits de la planta excepte els del llaç de distribució els nivells son de flotació. Aquests interruptors de nivell tenen un senyal digital lliure de potencial normalment oberta. S'ha instal·lat un interruptor un 5% per sota del sobreeixidor del dipòsit i l'altre un 30% per sobre del fons del dipòsit. La detecció del nivell es farà utilitzant la senyal d'estat baix com a mínim o màxim, d'aquesta manera en cas d'averia de ruptura del cablejat del sensor el procés s'aturaria.

3.12 Sensors de nivell analògic

En els dipòsits del llaç de distribució cal saber en tot moment quin es el nivell del tanc, sabent això s'instal·la un captador de pressió analògic, el model Cerabar M PMP46 de la marca Endress+Hausser. L'equip de mesura es compon d'un transmissor de pressió amb sortida analògica 4-20mA i senyal digital superposada per comunicació HART, el rang de mesura del model escollit es de 0 a 1 bars.

4. DESCRIPCIÓ GENERAL DE LA SOLUCIÓ ADOPTADA

4.1 Hardware

4.1.1 Descripció de l'autòmat

S'ha optat per realitzar l'automatització amb un PLC que ha de tenir aquestes prestacions mínimes:

44 entrades i 29 sortides digitals

24 entrades analògiques

4 entrades de comptatge ràpid

Capacitat de connexió via remota per donar suport de manteniment

Comunicació amb variadors, pantalla tàctil i perifèria via profibus

Modularitat per possibles ampliacions i facilitat de reparació i manteniment.

El PLC escollit es de la marca Siemens, de reconeguda solvència i fiabilitat en el camp de l'automatització i el control dels processos, així com la seva facilitat d'instal·lació, ampliació i manteniment.

4.1.2 CPU

La CPU escollida es de la gamma S7-300, la CPU315-2DP de la família Simàtic S7. Disposa de una memòria de programa mitja a alta y de un interfase mestre/esclau PROFIBUS DP. S'utilitza en instal·lacions que inclouen, junt a perifèria centralitzada, també estructures de automatització descentralitzades.

La CPU 315-2 DP disposa de:

Microprocessador. Aquest aconsegueix un temps de processament de aprox. 100ns per construcció binaria y de 4µs per operació de coma flotant.

Memòria central de 128 KB (suposa aprox. 43 instruccions); l'ample memòria de treball per parts del programa rellevants per el cicle ofereix suficient espai per els programes de usuari. Las micromemory cards (max. 8 MB) com a memòria de carrega per programes permeten guardar projectes (incloent símbols i comentaris) en la CPU i es poden utilitzar per arxivar dades i per gestionar formules

Interfície multipunt MPI: El port MPI integrat pot establir fins a 16 enllaços simultanis amb el S7-300/400 o amb la unitat de programació (PG), el PC o el panel de operador (OP), dels quals un està reservat de forma fixa per el PG i un altre per l'OP.

4.1.3 Font d'alimentació

Per veure les característiques principals de la font d'alimentació de l'autòmat consultarem a la taula nº 3.

Font d'alimentació, tipus	5A
Referència	6ES7 307-1EA00-0AA0
Entrada	monofàsica AC
Tensió nominal U_e nom	AC 120/230 V Ajusta mitjançant commutador a l'aparell
Marge de tensió	AC 85 a 132 V/170 a 264 V
Sortida	tensió continua estabilitzada i aïllada galvanicament
Tensió nominal U_a nom	24 V DC
Indicador	LED verda para 24 V OK
Intensitat nominal I_a nom	5 A
Rendiment con U_a nom, I_a nom	aprox. 87 %
Dissipació con U_a nom, I_a nom	aprox. 18 W
Limitació d'intensitat	5,5 a 6,5 A
Protecció contra curtcircuits	Tall electrònic, rearranc automàtic

Taula 3: Característiques de la font d'alimentació

La font d'alimentació l'alimentarem a 220 Vca per tal de que doni una sortida de 24 Vcc per alimentar la CPU i els mòduls que hi connectarem.

4.1.4 Configuració bastidor

El PLC S7-300 es modular i per l'automatització de la planta s'ha configurat amb els següents mòduls:

- 2 mòduls de 32 entrades digitals SM321/24VDC
- 1 mòdul de 32 sortides digitals SM322/24VDC 0,5A
- 3 mòduls de 8 entrades analògiques SM331(14bits)
- 1 mòdul de comptatge ràpid de 8 canals FM350-2
- 1 mòdul de comunicació Ethernet CP343-1
- 1 mòdul de comunicació TS-Adapter II - mòdem

En la figura 1 es pot veure en detall la configuració escollida i elements que estan connectats a través de profibus a la CPU.

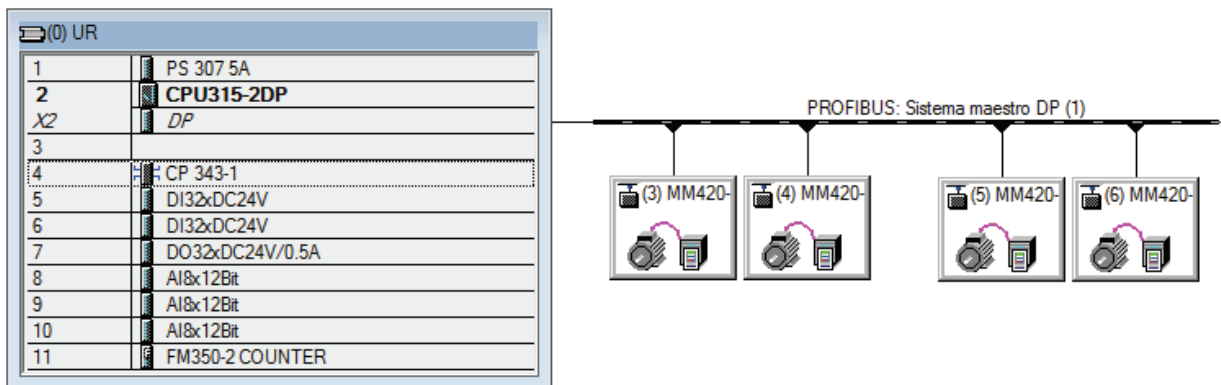


Figura 1: Configuració sistema de control

4.1.5 Elements d'entrada i sortida

A la taula 4 podem veure un llistat de les entrades que necessitem per dur a terme el procés:

Nom	Tipus	Adreça	Descripció
FON_DW-PM-07	Ent.Digital	E 0.0	Conf. Marxa b. 1 impuls. a dip. cloració.
FON_DW-PM-08	Ent.Digital	E 0.1	Conf. Marxa b. 2 impuls. a dip. cloració.
FON_DW-PM-04	Ent.Digital	E 0.2	Conf. Marxa b. recirculació Tanc cloració.
FON_DW-PM-01	Ent.Digital	E 0.3	Conf. Marxa b. 1 Impulsió a dip. ruptura.
FON_DW-PM-02	Ent.Digital	E 0.4	Conf. Marxa b. 2 Impulsió a dip. ruptura.
FON_BFW-PM-01	Ent.Digital	E 0.5	Conf. Marxa b. Baixa pres. RO1.
FON_BFW-PM-05	Ent.Digital	E 0.6	Conf. Marxa b. 1 Impulsió a t. condens./agua refrig.
FON_BFW-PM-06	Ent.Digital	E 0.7	Conf. Marxa b. 2 Impulsió a t. condens./agua refrig.
FON_DIW-PM-01	Ent.Digital	E 1.0	Conf. Marxa b. Baixa pres. RO2.
FON_DIW-PM-12	Ent.Digital	E 1.1	Conf. Marxa b. vac. dip. pto. uso DIW-TM-02.
FON_DW-PM-03	Ent.Digital	E 1.2	Conf. Marxa b. clor a Tanc cloració.
FON_BFW-PM-04	Ent.Digital	E 1.3	Conf. Marxa b. Antiincrustant a RO1.
FON_BFW-PM-03	Ent.Digital	E 1.4	Conf. Marxa b. bisulfit a RO1.
FON_DIW-PM-03	Ent.Digital	E 1.5	Conf. Marxa b. sosa a RO2.
Q_BFW_PM_02	Ent.Digital	E 1.6	Tèrmic variador bomba alta RO1.
Q_DIW_PM_02	Ent.Digital	E 1.7	Tèrmic variador bomba alta RO2.
Q_DIW_PM_10	Ent.Digital	E 2.0	Tèrmic variador bomba 1 impuls. llaç.
Q_DIW_PM_11	Ent.Digital	E 2.1	Tèrmic variador bomba 2 impuls. llaç.
FON_DW-JX-01	Ent.Digital	E 2.2	Conf. Marxa filtro pretractament DW-JX-01.
LSL_46001	Ent.Digital	E 2.4	Nivell baix dip. agua bruta DW-VM-02.
FSA_DW-JX-01	Ent.Digital	E 2.5	Regeneració filtro pretractament DW-JX-01.
AICL_46001_OK	Ent.Digital	E 2.6	Equip mesurador clor dip. cloració OK.
LSL_46002	Ent.Digital	E 2.7	Nivell baix dip. adició clor a Tanc cloració.
LSH_46001	Ent.Digital	E 3.0	Nivell alt dip. cloració DW-WM-01.
LSL_46003	Ent.Digital	E 3.1	Nivell baix dip. cloració DW-WM-01.
LSL_47001	Ent.Digital	E 3.2	Nivell baix dip. ruptura BFW-TM-01.
LSL_47002	Ent.Digital	E 3.3	Nivell baix dip. adició Antiincrustant a RO1.
FSL_47002	Ent.Digital	E 3.4	baix cabal adició Antiincrustant a RO1.
LSL_47003	Ent.Digital	E 3.5	Nivell baix dip. adició bisulfit a RO1.
FQ_47001	Ent.Digital	E 3.6	Impulsos contador cabal entrada agua RO1.
FQ_47002	Ent.Digital	E 3.7	Impulsos contador cabal producció agua RO1.
LSH_47001	Ent.Digital	E 4.0	Nivell alt dip. acumulació ent. RO2.
LSL_47004	Ent.Digital	E 4.1	Nivell baix dip. acumulació ent. RO2.
LSL_49001	Ent.Digital	E 4.2	Nivell baix dip. adició sosa a RO2.
FQ_49001	Ent.Digital	E 4.3	Impulsos contador cabal entrada agua RO2.
FQ_49002	Ent.Digital	E 4.4	Impulsos contador cabal producció agua RO2.
PE	Ent.Digital	E 4.5	Paro emergencia.
Tensió	Ent.Digital	E 4.6	Tension alimentació.
Rearme	Ent.Digital	E 4.7	Polsador rearmar alarmas.
FO_XV-49101	Ent.Digital	E 5.0	Final carrera a recirc. válv. dip. acum. DIW-TM-01.
FC_XV-49107	Ent.Digital	E 5.1	Final carrera tancada válv. dip. acum. DIW-TM-02.
Presostat	Ent.Digital	E 5.2	pressió aire instrumentos.
FC_XV-46001	Ent.Digital	E 5.3	Final carrera tancada válv. ent. dip. cloració DW-WM-01.

Taula 4: Llistat entrades digitals

A la taula 5 podem el llistat de sortides digitals que intervenen en el procés:

Nom	Tipus	Adreça	Descripció
ON_DW-PM-07	Sor.Digital	A 8.0	Marxa b. 1 impuls. a dip. cloració.
ON_DW-PM-08	Sor.Digital	A 8.1	Marxa b. 2 impuls. a dip. cloració.
ON_DW-PM-04	Sor.Digital	A 8.2	Marxa b. recirculació Tanc cloració.
ON_DW-PM-01	Sor.Digital	A 8.3	Marxa b. 1 Impulsió a dip. ruptura.
ON_DW-PM-02	Sor.Digital	A 8.4	Marxa b. 2 Impulsió a dip. ruptura.
ON_BFW-PM-01	Sor.Digital	A 8.5	Marxa b. Baixa pres. RO1.
ON_BFW-PM-05	Sor.Digital	A 8.6	Marxa b. 1 Impulsió a t. condens./agua refrig.
ON_BFW-PM-06	Sor.Digital	A 8.7	Marxa b. 2 Impulsió a t. condens./agua refrig.
ON_DIW-PM-01	Sor.Digital	A 9.0	Marxa b. Baixa pres. RO2.
ON_DIW-PM-12	Sor.Digital	A 9.1	Marxa b. vac. dip. pto. uso DIW-TM-02.
ON_DW-PM-03	Sor.Digital	A 9.2	Marxa b. clor a Tanc cloració.
ON_BFW-PM-04	Sor.Digital	A 9.3	Marxa b. Antiincrustant a RO1.
ON_BFW-PM-03	Sor.Digital	A 9.4	Marxa b. bisulfit a RO1.
ON_DIW-PM-03	Sor.Digital	A 9.5	Marxa b. sosa a RO2.
REG_DIW-PM-03	Sor.Digital	A 9.6	Impulsos reg. b. sosa a RO2.
ON_DW-JX-01	Sor.Digital	A 9.7	Marxa filtro pretractament DW-JX-01.
Obrir_SV-47001	Sor.Digital	A 10.0	Obrir vàlv. ent. RO1.
Obrir_SV-47002	Sor.Digital	A 10.1	Obrir vàlv. refús RO1.
Obrir_SV-49001	Sor.Digital	A 10.2	Obrir vàlv. ent. RO2.
Obrir_SV-49002	Sor.Digital	A 10.3	Obrir vàlv. refús RO2.
Obrir_SV-49003	Sor.Digital	A 10.4	Obrir vàlv. recirculació RO2.
Obrir_XV-46001	Sor.Digital	A 10.5	Obrir vàlv. ent. dip. cloració DW-WM-01.
Tancar_XV-49101	Sor.Digital	A 10.6	Canviar a dip. vàlv. dip. acum. DIW-TM-01.
Obrir_XV-49102	Sor.Digital	A 10.7	Obrir vàlvs. ent./sal. agua interc. llaç.
Obrir_XV-49103	Sor.Digital	A 11.0	Obrir vàlvs. purga interc. llaç.
Obrir_XV-49105	Sor.Digital	A 11.1	Obrir vàlv. venteo interc. llaç.
Obrir_XV-49107	Sor.Digital	A 11.2	Obrir vàlv. ent. dip. pto. uso DIW-TM-02.
Sirena_alms	Sor.Digital	A 11.3	Sirena d'alarmas.
Pilot_alms	Sor.Digital	A 11.4	Pilot d'alarmas.

Taula 5: Llistat sortides digitals

El mòdul de comptatge ràpid fa una gestió de les entrades, bàsicament fa lectures del nº de vegades que es posa l'entrada a nivell alt en funció del temps, ens dona així un resultat decimal amb el valor de comptatge, en aquest li apliquem una sèrie de càlculs subministrats per el fabricant dels cabalímetre i obtenim així la lectura instantània de cabal. Veiem les adreces on guardem el valor en la taula 6.

Nom	Tipus	Adreça	Descripció
FIT_47001	Ent.Ràpida	DB3.DBD284	Cabal entrada RO1
FIT_47002	Ent.Ràpida	DB3.DBD288	Cabal producció RO1
FIT_49001	Ent.Ràpida	DB3.DBD292	Cabal entrada RO2
FIT_49002	Ent.Ràpida	DB3.DBD296	Cabal producció RO2

Taula 6: Llistat entrades comptatge ràpid

A la taula 7 podem veure el llistat de entrades analògiques que intervenen en el procés:

Nom	Tipus	Adreça	Descripció
FIT_49101	Ent.Analog	PEW 336	cabal retorn llaç.
Reserva2	Ent.Analog	PEW 338	
AICL_46001	Ent.Analog	PEW 340	mesurar a dicció clor a dip. cloració.
AI_47001	Ent.Analog	PEW 342	mesurar redox entrada RO1.
PT_46004	Ent.Analog	PEW 344	pressió entrada a dip. ruptura.
PT_47003	Ent.Analog	PEW 346	pressió entrada b. alta RO1.
PT_47004	Ent.Analog	PEW 348	pressió sortida b. alta RO1.
PT_47005	Ent.Analog	PEW 350	pressió refús RO1.
PT_47007	Ent.Analog	PEW 352	pressió punto uso 1 sortida RO1.
PT_49002	Ent.Analog	PEW 354	pressió entrada b. alta RO2.
PT_49003	Ent.Analog	PEW 356	pressió sortida b. alta RO2.
PT_49004	Ent.Analog	PEW 358	pressió refús RO2.
CIT_47001	Ent.Analog	PEW 360	Conductividad entrada RO1.
CIT_47002	Ent.Analog	PEW 362	Conductividad sortida RO1.
CIT_49001	Ent.Analog	PEW 364	Conductividad entrada RO2.
CIT_49002	Ent.Analog	PEW 366	Conductividad sortida RO2.
AI_49001	Ent.Analog	PEW 368	mesurar pH entrada RO2.
CIT_49101	Ent.Analog	PEW 370	Conductividad retorn llaç.
PT_49101	Ent.Analog	PEW 372	Nivell dip. acumulació llaç.
TT_49101	Ent.Analog	PEW 374	Temp. entrada interc. llaç.
TT_49102	Ent.Analog	PEW 376	Temp. sortida interc. llaç.
TT_49103	Ent.Analog	PEW 378	Temp. retorn llaç.
PT_49102	Ent.Analog	PEW 380	Nivell dip. acum. pto. uso 1 llaç.
PT_49104	Ent.Analog	PEW 382	pressió pto. uso 1 llaç.
FIT_49101	Ent.Analog	PEW 384	cabal retorn llaç.

Taula 7: Llistat entrades analògiques

4.1.6 Variadors de freqüència

Per tal de regular el cabal en algunes de les bombes, ens cal implementar variadors de freqüència. Aquests han de ser capaços de en funció de les dades que li introduïm i lectura directa d'entrada analògica pròpia fer una regulació PID.

Els variadors escollits son Siemens, concretament el Micromaster 440, Aquesta sèrie disposa de entrades i sortides directes a l'aparell, digitals i analògiques. En el nostre cas afegirem un mòdul de comunicació profibus, d'aquesta manera tenir un intercanvi de dades amb l'aparell mes ampli per aprofitar al màxim les seves característiques de control i regulació.

En la figura següent podem veure en detall el variador escollit:



Figura 2: Variador de freqüència Micromaster 440

Per a programar el variador s'utilitza en el nostre cas una interfície anomenada BOP, col·locada directament en un port RS-232 del mateix variador de freqüència. Amb aquest modificarem principalment els paràmetres d'ajust de tipus de motor, potència, intensitat, voltatge, tipus de control, etc. Un cop feta aquesta parametrització tot el control és farà a través del bus de comunicació amb el PLC.

4.1.7 Pantalla tàctil

La pantalla tàctil es de la marca siemens, concretament el model simatic TP270, de 256 colors amb un tamany de 6" i una resolució de 320x240 pixels. Es pot veure a la figura numero 3.



Figura 3: Pantalla tàctil siemens TP270 6"

Compta amb 3 ports de comunicació, un d'ells es port de programació i transferència, que funciona per port sèrie RS-232. Es connecta la pantalla al PC por poder transferir les pantalles que prèviament hem dibuixat amb el software de la pantalla.

Un dels ports es configurable a traves de selectors, en aquest seleccionarem el mètode de comunicació MPI, i així a traves d'aquest es farà la comunicació amb l'autòmat.

4.2 Software

Tot el programa de PLC esta realitzat bàsicament en diagrama de funcions (FUB) i/o diagrama de contactes (KOP) tot i que hi ha blocs fets a mida que estan programats amb llenguatge de text estructurat (SCL).

4.2.1 Entorn de programació del PLC

El software utilitzat es el STEP-7, plataforma utilitzada per siemens per a programar una amplia gamma de autòmats de la sèrie simàtic S7-300 i S7-400, aquesta es basa amb la norma de programació i control lògic d'autòmats IEC 61131-3.

A la figura següent podem veure l'estructura del projecte on veiem els diferents mòduls de programació amb el seu direccionalment simbòlic per fer referencia a cada un dels elements de l'automatització i la resta de característiques com ara la data de creació, el llenguatge amb el que esta programat, l'autor, etc...

Nombre del objeto	Nombre simbólico	Comentario	Lenguaje	Tama...	Tipo	Veri...	Nombre (en...
Datos de sistema	---	---	---	---	SDB	---	---
OB1	Cycle Execution	"Main Program Sweep (Cy...	KOP	334	Bloque de organización	0.1	
OB35	CYC_INT5	"Cyclic Interrupt"	KOP	164	Bloque de organización	0.1	
OB80	Cycle Time Fault	"Cycle Time Fault"	KOP	38	Bloque de organización	0.1	
OB82	I/O Point Fault 1	"I/O Point Fault-mdlt"	AWL	1258	Bloque de organización	1.0	
OB85	OB Not Loaded Fault	"Organization Block (OB) ...	KOP	38	Bloque de organización	0.1	
OB86	Loss of Rack Fault	"Loss Of Rack Fault"	AWL	678	Bloque de organización	1.0	
OB87	Communication Fault	"Communication Fault"	KOP	38	Bloque de organización	0.1	
OB100	Complete Restart	"Complete Restart"	KOP	112	Bloque de organización	0.1	
OB121	Programming Error	"Programming Error"	KOP	38	Bloque de organización	0.1	
OB122	Module Access Error	"Module Access Error"	KOP	38	Bloque de organización	0.1	
FB41	CONT_C	continuous PID controller	SCL	1160	Bloque de función	1.4	CONT_C
FB100	Ctl Motor	CTRL_MOTOR Bloque m...	SCL	778	Bloque de función	1.0	MOTOR
FB101	Ctl Valvula	CTRL_VALVULA Bloque ...	SCL	1262	Bloque de función	1.0	VALVULA
FB102	Mux_faceplate	MUX_FP Bloque multiplex...	SCL	14234	Bloque de función	1.1	MUX_FP
FB103	Ctl Motor2	CTRL_MOTOR_2 Bloque ...	SCL	842	Bloque de función	1.0	MOTOR
FB104		RAMPA Genera una ramp...	SCL	116	Bloque de función	1.0	RAMPA
FB105	Ctl Intercambiador	Energias Intercambiador	SCL	1638	Bloque de función	1.2	Intercam
FB107	Pasividad Real	Pasividad señal REAL	SCL	340	Bloque de función	1.0	Pasiv_R
FB112	GEST_ALMS	ALMS_NUEVAS Gestiona...	SCL	372	Bloque de función	1.0	ALMS_ACK
FB113	wRPCV_MM4	PCVw_MICROM4 Comuni...	SCL	462	Bloque de función	1.0	PCVw_MM
FB114	REPCV_MM4	PCVR_MICROM4 Comuni...	SCL	428	Bloque de función	1.0	PCVw_MM
FB115	LIM_VEL	LIM_VEL Limita velocidad ...	SCL	308	Bloque de función	1.0	LIM_VEL
FB116	COMPCD_MM420	PCD_MICRO420 Comunic...	SCL	294	Bloque de función	1.0	PCDMM420
FB120	CTRL_2MOTORES	CH_2MOTOR Bloque con...	SCL	4278	Bloque de función	1.0	CH2_MOT
FB121	CAUDAL_RO	CAUD_ROs Totaliza caud...	SCL	258	Bloque de función	1.0	CAUD_ROs
FB122	SOLO_CAUDAL_RO	CAUD_ROs Totaliza caud...	SCL	166	Bloque de función	1.0	CAUD_ROs
FB123	SOLO_CAUDAL_RO_R...	CAUD_ROs Totaliza caud...	SCL	184	Bloque de función	1.0	CAUD_ROs
FB124	CAUDALES_RO1_RO2	CAUD_ROs Totaliza caud...	SCL	184	Bloque de función	1.0	CAUD_ROs
FC0	Base de tiempos	INTERMITENCIAS Y MEM...	KOP	124	Función	1.0	
FC1	In analogicas	TRATAMIENTO SEÑALE...	KOP	2128	Función	1.0	
FC2	CNT2_CTR	Control counter module F...	AWL	248	Función	1.1	CNT2_CTR
FC3	CNT2_WR	Write data records to FM3...	AWL	832	Función	1.1	CNT2_WR

Figura 4: Vista general del Software Step-7

4.2.2 Tipus de mòduls d'organització

El programa esta dividit bàsicament en 4 tipus: mòduls d'organització (OB), mòduls de funció (FB), funcions (FC) i mòduls de dades (DB).

Els mòduls d'organització (OB): Aquests mòduls son molt específics entre ells, cadascun desenvolupa un acció molt determinada i la principal característica entre ells es que es el mateix autòmat el que gestiona las crides d'aquests.

Els mòduls de funció (FB): Es un bloc on puc crear una subrutina que em servirà per ferla servir varies vegades amb diferents dades (paràmetres actuals). Els FB tenen assignada una àrea de emmagatzematge, així quan es fa una crida a un FB pot tenir un mòdul de dades associat a ell anomenat DB de instancia. Per tant el FB contindrà lògica de control i aquesta estarà associada al seu DB's de instancia, en aquests es on s'emmagatzemen els paràmetres que utilitza per complementar la lògica de programació emprada en aquest.

Les funcions (FC): Es un bloc que no disposa de memòria, o sigui que les variables que fa servir en la seva lògica de programació no s'emmagatzemen. Les variables actuals les pot utilitzar com a bloc de dades global, o be directament cap a sortides o marques de programa.

Els mòduls de dades (DB): Son els mòduls que fa servir el programa per emmagatzemar les variables, ja siguin simple i/o compostes. Hi ha 2 tipus de mòduls de dades, els globals i els de Instància. Els globals estan pensats perquè es puguin accedir a ells des de qualsevol part del programa mentre que els de instància estan associats a blocs de funció (FB) i es fan servir generalment per emmagatzemar les variables estàtiques d'aquests.

4.2.3 Tipus de variables

Bàsicament hi ha 2 tipus de dades, les simples i les compostes

En el us de variables simples es immediat, en canvi en el cas de les compostes s'ha de fer alguna consideració:

A continuació podem veure una taula amb el tipus de variables, la seva longitud i un exemple de cadascuna.

VARIABLES SIMPLS		
Tipus	Longitud	Exemple
Bool	1 bit	True/False
Byte	1 byte	B#16#A
Word	2 bytes	W#16#432
Dword	4 bytes	DW#16#12300
INT	2 bytes	124
DINT	4 bytes	L#130000
REAL	4 bytes	0.45e+1
S5TIME	2 bytes	S5T#2s
TIME	4 bytes	T#1D5H
DATE	2 bytes	D#2012-12-24
TIME_OF_DAY	4 bytes	TOD#11:34:15
CHAR	1 byte	'B'
VARIABLES COMPOSTES		
Tipus	Longitud	Exemple
DATE_AND_TIME	8 bytes	DT#12-12-24-11:34:1.0
STRING	-	"Bon dia"
ARRAY	-	Array[1..20]

Taula 8: Tipus de variables

Les dades de tipus String s'haurà de definir la seva longitud de manera que la memòria reservada serà més gran o més petita depenen de com vulguem que sigui de llarg.

Les variables de tipus Array es faran servir definint a posteriori de la longitud el tipus de variable que serà. Poden ser tan de tipus simple o composta o be estructures

4.2.4 Adreçament d'entrades i sortides

L'adreçament es realitza de manera manual, i hem de tenir controlat quines adreces estem donant de manera que no repetim cap adreça i ens pugui portar a error. Dintre del programa de l'autòmat tenim una eina que ens genera les referències creuades del programa, d'aquesta manera podem veure exactament les entrades i sortides que tenim ocupades i les zones de memòria que tenim ocupades ja sigui en marques, temporitzadors, comptadors, DB's, OB's, FB's o FC's.

A continuació veiem una taula amb els diferents tipus d'adreçament i un exemple de cadascun d'ells:

	Tipus	Longitud	Exemple
E	Entrada	1 bit	E0.0
O	Sortida	1 bit	A0.1
M	Marca	1 bit	M1.2
PEB	Entrada perifèria	1 byte	PEB256
PEW	Entrada perifèria	2 bytes	PEW260
PED	Entrada perifèria	4 bytes	PED280
PAB	Sortida perifèria	1 byte	PAB300
PAW	Sortida perifèria	2 bytes	PAW304
PAD	Sortida perifèria	4 bytes	PAD352
MB	Marca	1 bytes	MB50
MW	Marca	2 bytes	MW78
MD	Marca	4 bytes	MD90

Taula 9: Tipus d'adreçament

4.2.5 Entorn de programació de la pantalla tàctil

Les diferents pàgines de la pantalla tàctil es dibuixen, programen i transfereixen des de el software Protool v6.0 de la marca Siemens. El programa permet dibuixar tots els elements necessaris de control en diferents pàgines per millorar i fer fàcil l'estructuració d'aquesta.

Tenim botons actius, camps d'entrada i visualització de variables, colors segons de les variables assignades als botons...

Les variables del programa per controlar els elements de la pantalla en aquest cas son en dos mòduls de dades de l'autòmat. Un per rebre les dades de visualització, com ara estat dels diferents components, lectura valors ja temperatures, pressions, etc. Mentre que l'altre mòdul de dades es nomes per enviar senyals a l'autòmat, com poden ser obrir o tancar actuadors en manual, arrancar processos, canviar consignes, etc.

4.2.6 Blocs a mida

Per tal de fer que la gestió del programa sigui més àgil s'han creat una sèrie de blocs en llenguatge SCL. Cada bloc fa un tasca molt concreta, ja sigui simple o complexa, i es cridarà tantes vegades com faci falta en el programa. la idea és organitzar-los amb entrades i sortides que siguin suficientment clares així en cas de averia facilitar les tasques del personal de manteniment. També hi ha la gran avantatge que al estar escrit amb un llenguatge de alt nivell li dona més agilitat i rapidesa a l'autòmat millorant així la seva fiabilitat.

A continuació afegim una taula amb un llistat dels blocs a mida emprats en el projecte

Tag	Funcionament
Ctrl_Motor	Gestió funcionament motor
Ctrl_Valvula	Gestió funcionament vàlvula
CH_2Motor	Gestió alternança 2 bombes
CAUD_RO	Calcula caudal RO1 i RO2
Energies_Intercamb	Control maniobra vàlvules intercanviador
Gest_Alms	Control alarmes noves
Lim_Real	Limita els valors alt i baix d'una variable real
Mux_FP	Multiplexat control actuator per pantalla
Pasivitat_Real	Control variació energies intercanviador
WRPCV_MM4	Comunicació Profibus amb variador MicroMaster

Taula 10: Llistat blocs a mida

5. SISTEMA DE CONTROL I SUPERVISIÓ

5.1 Pantalla tàctil

5.1.1 Pantalla Inicial

Al donar tensió a la pantalla, carrega el programa que té en memòria i apareix la pantalla inicial.

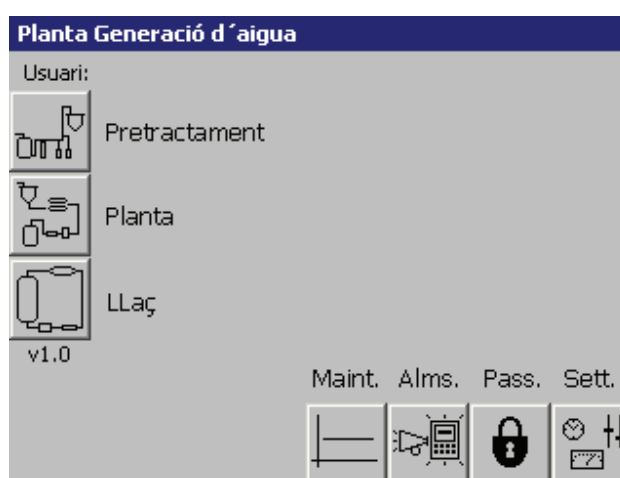


Figura 5: Pantalla inicial

En general quan l'usuari desitja introduir alguna dada, per exemple modificar una consigna, el procediment sempre és el mateix. Cal prémer sobre el camp desitjat, al fer-ho apareixerà un panell amb lletres i números simulant un teclat. S'introdueixen les dades, es validen prement "ENTER". Si la variable només admet números al teclat que apareix es simplement numèric, i si pot admetre lletres i números serà alfanumèric.

El menú serveix únicament per dirigir-se a altres pantalles i en cap cas executa acció directa sobre el programa que governa la planta. És a dir, des d'aquí no es pot posar en marxa ni parar res, simplement anar a una altra pantalla des de la qual sí podem executar accions o simplement visualitzar dades. El text associat a cada un dels botons indica els submenús cap als que podem moure'ns.

5.1.2 Pantalla configuració sistema

En aquesta pantalla es pot ajustar la data i hora, per accedir-hi necessita un nivell mínim de usuari. Els botons són per a: disminuir / augmentar el contrast de la pantalla, poder realitzar una neteja sense tocar cap botó, realitzar una calibració tàctil, finalitzar l'usuari actiu i per finalitzar l'aplicació del control del la planta tractament d'aigua.

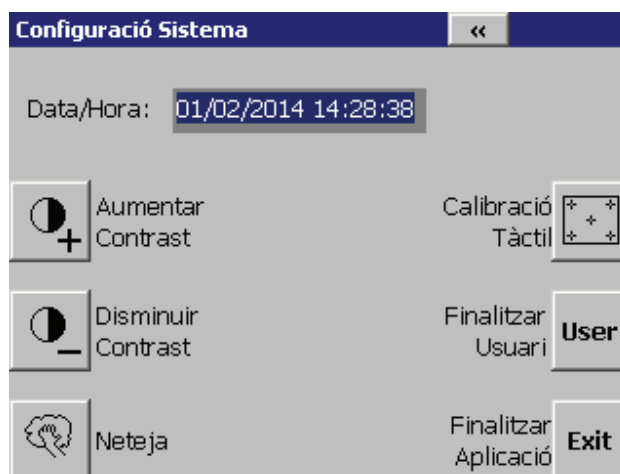


Figura 6: Pantalla configuració del sistema

5.1.3 Pantalla elaboració de usuaris

S'accedeix a aquesta des de la pantalla inicial. Serveix per afegir nous usuaris. Cal escriure l'usuari, la contrasenya i el seu nivell (del 1 al 9). Per poder-hi accedir cal ser usuari del nivell més elevat.

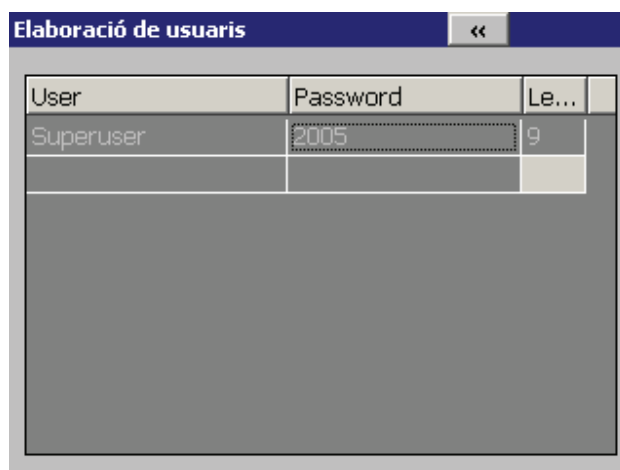


Figura 7: Pantalla elaboració de usuaris

5.1.4 Pantalla d'alarmes i avisos

S'accedeix a aquesta des de la pantalla inicial. A la figura següent podem veure la pantalla

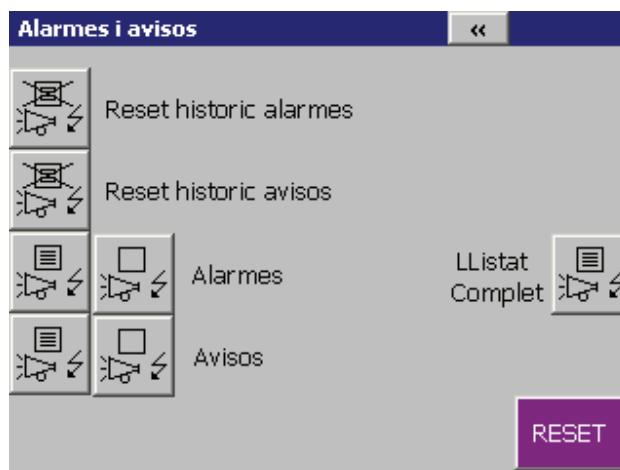


Figura 8: Pantalla d'alarmes i avisos

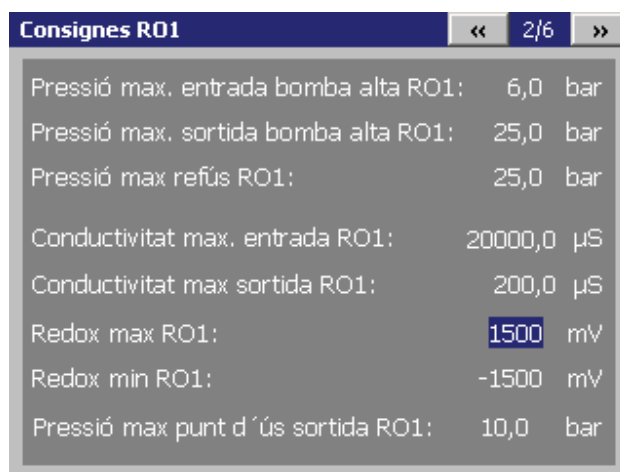
En aquesta pantalla no apareix la llista d'alarmes, sinó que conté els botons necessaris per visualitzar-les. Els botons serveixen per tractar les alarmes actual i emmagatzemades. D'esquerra a dreta i de dalt a baix els botons serveixen per : esborrar la llista històric d'alarmes, esborrar la llista històric d'avisos, veure la llista històric d'alarmes , veure la llista d'alarmes actuals , veure llista històric d'avisos, veure llista d'avisos actuals.

El botó del llistat complet mostra el llistat d'alarmes i avisos (fins i tot els del sistema). L'alarma en si mostra els següents camps: data i hora en què es produeix , el text de l'alarma pròpiament dit i una informació amb una lletra que indica si és el moment en què apareix l'alarma ("A") , si està advertida ("a") o si ha desaparegut ("D") , o combinacions d'elles segons l'estat d'aquesta alarma.

Hi ha una segona manera d'accedir a la llista d'alarmes . Sempre que apareix una alarma nova apareixerà a la cantonada superior dreta de la pantalla (estiguem a la pantalla que estiguem) una icona que és un signe d'admiració dins d'un triangle , de color blanc i blau intermitent . A més , apareixerà una petita finestra amb el text de l'alarma i dos botons , un per advertir l'alarma i un altre per tancar la finestra . Si es percep l'alarma , desapareixerà la finestra i en la icona amb el signe d'admiració desapareix la intermitència , quedant fix. Quan l'alarma desaparegui , desapareixerà també la icona.

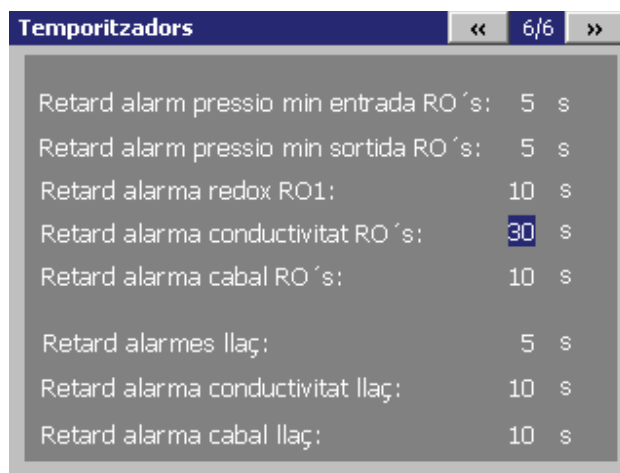
5.1.5 Pantalles consignes manteniment

El botó de manteniment ens porta a diverses pantalles de consignes que només s'haurien d'ajustar en la posada en marxa del procés com ara els rangs de les entrades analògiques, el temps de filtratge d'alarmes, o el temps de recirculació d'algunes bombes. Algunes de les pantalles són les següents:



Consignes RO1		<<	2/6	>>
Pressió max. entrada bomba alta RO1:	6,0	bar		
Pressió max. sortida bomba alta RO1:	25,0	bar		
Pressió max refús RO1:	25,0	bar		
Conductivitat max. entrada RO1:	20000,0	µS		
Conductivitat max sortida RO1:	200,0	µS		
Redox max RO1:	1500	mV		
Redox min RO1:	-1500	mV		
Pressió max punt d'ús sortida RO1:	10,0	bar		

Figura 9: Pantalla consignes RO1



Temporitzadors		<<	6/6	>>
Retard alarm pressio min entrada RO's:	5	s		
Retard alarm pressio min sortida RO's:	5	s		
Retard alarma redox RO1:	10	s		
Retard alarma conductivitat RO's:	30	s		
Retard alarma cabal RO's:	10	s		
Retard alarmes llaç:	5	s		
Retard alarma conductivitat llaç:	10	s		
Retard alarma cabal llaç:	10	s		

Figura 10: Pantalla temporitzadors

5.1.6 Pantalles pretractament

A aquesta pantalla s'accedeix des del botó corresponent del menú principal, a continuació a la figura 11 es veu quina es la seva aparença:

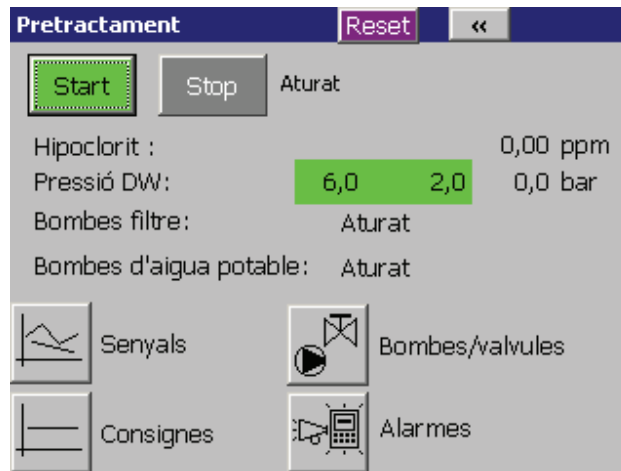


Figura 11: Pantalla pretractament

Des de aquesta pantalla es podrà posar en marxa o parar el pretractament amb els botons corresponents sempre que el programa ho permeti. Al costat d'aquests botons apareixen uns textos amb l'estat en que es troba el pretractament i les bombes. També visualitzem alguns senyals analògics relacionats amb aquest procés.

Els botons restants ens permeten accedir a les consignes, la visualització dels senyals analògics i el control dels actuadors relacionats.

5.1.7 Pantalles planta

A aquesta pantalla s'accedeix des del botó corresponent del menú principal, a continuació a la figura 12 es veu quina es la seva aparença:

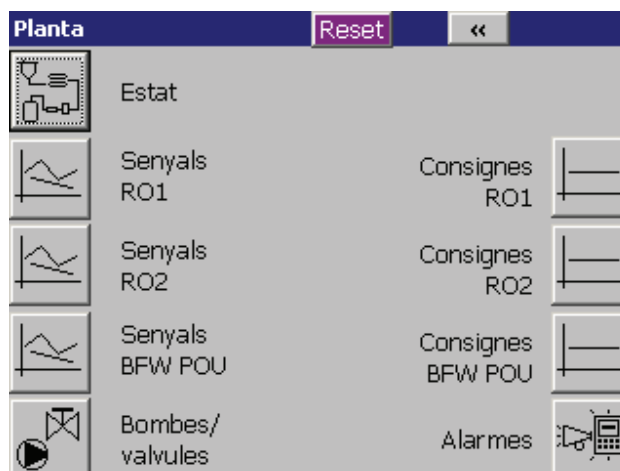


Figura 12: Pantalla Planta

Des d'aquesta pantalla tenim accés a les diferents pantalles de la planta i els punts d'ús de la RO1. S'accedeix a l'estat, on hi ha el control de la planta i subministrament als punts d'ús de la RO1. La visualització de tots els senyals analògics relacionats, visualització i possibilitat de modificació de les consignes i accés al control dels actuadors relacionats.

Des de la pantalla d'Estat Planta es podrà posar en marxa o parar la planta i el subministrament als punts d'ús de la RO1 amb els botons corresponents sempre que el programa ho permeti. Al costat d'aquests botons apareixen diversos textos explicatius de l'estat de la planta. També es visualitzen alguns valors analògics importants, així com els totalitzadors de la RO1 i RO2 amb els respectius botons de reset del total.

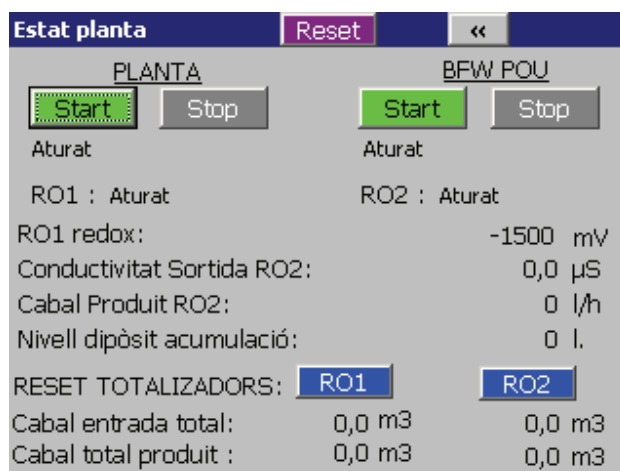


Figura 13: Pantalla d'estat planta

Els botons restants ens permeten accedir a les consignes, la visualització dels senyals analògics i el control dels actuadors relacionats.

5.1.8 Pantalles llaç de distribució

El darrer dels botons del menú principal ens porta a la pantalla del llaç de distribució.

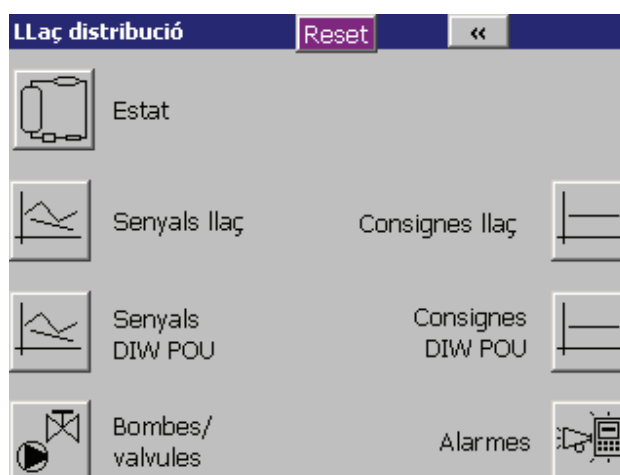


Figura 14: Pantalla llaç de distribució

Des d'aquesta pantalla tenim accés a les diferents pantalles del llaç de distribució. S'accedeix a l'estat, on hi ha el control del llaç i el punt d'ús automàtic, la visualització dels senyals analògics, visualització i possibilitat de modificació de les consignes i finalment accés al control dels actuadors relacionats.

Des de la pantalla d'Estat del llaç de distribució es podrà posar en marxa o aturar el llaç i/o el subministrament al punt d'ús automàtic amb els botons "Start" i "Stop" sempre que el programa ho permeti. Al costat d'aquests botons apareixen diversos textos explicatius de l'estat del llaç. També es visualitzen alguns valors analògics importants.

Els botons restants ens permeten accedir a les consignes, la visualització dels senyals analògics i el control dels actuadors relacionats.

5.1.9 Pantalles control actuadors

En prémer el botó de control actuadors des de qualsevol dels menús de pretractament, planta o llaç de distribució apareix una pantalla d'aquest tipus (fig.15).

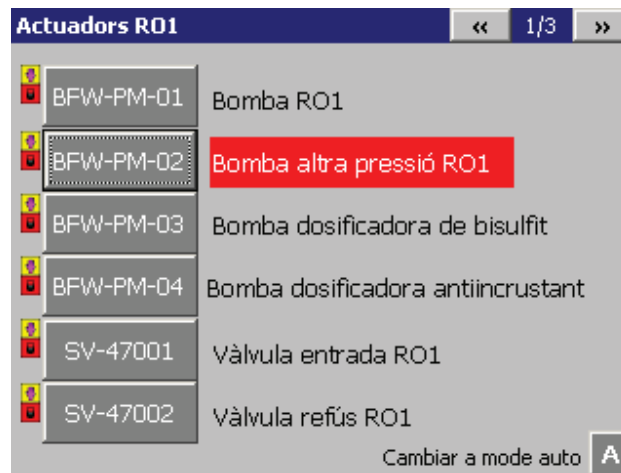


Figura 15: Pantalla control actuadors RO1

Els botons amb l'element al que representen escrit en el seu interior té dos estats. S'identifiquen amb dos colors de fons diferent, de color vermell indica que l'actuador està tancat o desactivat mentre que amb fons verd indica que l'actuador està obert o activat.

A més al costat esquerre del botó de l'actuador poden aparèixer tres quadrats petits amb el següent significat:

El quadrat verd indica que l'actuador està en manual.

El quadrat groc indica que l'actuador està enclavat per seguretat.

El quadrat fúcsia indica que l'actuador té els enclavaments anul·lats .

En seleccionar un actuador saltem a la pantalla particular d'aquest element (fig.16).

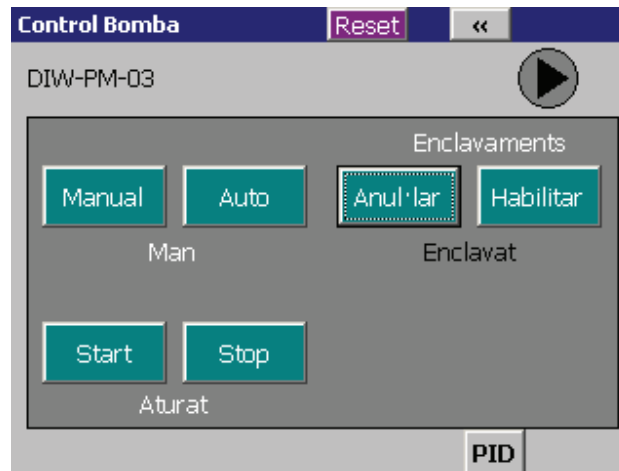


Figura 16: Pantalla base de control actuadors

En aquesta pantalla un operari de planta no pot fer res, tan sols veure l'estat en què es troba l'actuador. Per manipular l'element cal tenir un nivell d'usuari de funcionalitat superior al d'operari.

Els actuadors que a més necessiten d'un control regulat PID (bombes dosificadores o bombes d'alta pressió), apareixerà un botó PID per accedir a una pantalla on hi ha els paràmetres d'aquest regulador.

Cadascun dels actuadors pot posar-se en manual o automàtic. Quan operi en manera automàtica obeeirà les ordres del programa, mentre que en mode manual serà l'operari qui decideixi si posa en marxa un actuador o el deixa en repòs .

Quan un actuador es passa d'automàtic a manual inicialment manté l'estat en què es trobava en automàtic. Al passar de manual per automàtic quedarà en l'estat que li indiqui el programa segons el funcionament automàtic del mateix .

Per tant, caldrà prémer sobre el botó corresponent ("Manual" o "Automàtic") sempre que hi hagi el nivell d'usuari adequat. Un cop l'actuador en manual es podrà accionar mitjançant els botons "Start" / "Stop" per les bombes i equips, mentre que i "Obrir" / "Tancar" per a les vàlvules.

La pantalla també ens dona la informació de si l'actuador està enclavat, o sigui, que alguna seguretat no el deixa actuar per seguretat o bé en cas de que no sigui així de que esta "Lliure" (no enclavat). Un actuador que estigui enclavat no pot accionar ni en manual ni en automàtic. Hi ha la possibilitat d'anul·lar un enclavament. Per a això caldrà prémer el botó d'aquesta pantalla

que diu "Anul·lar". Apareixerà en aquest instant el text "Lliure" sobre fons vermell, això vol dir que hi ha enclavaments però estan anul·lats. Per tornar a habilitar un enclavament n'hi ha prou amb prémer la tecla "Habilita" o el mateix programa anul·larà el forçat quan desapareixen tots els bloquejos de l'actuador en qüestió .

Molt important: a més dels enclavaments descrits anteriorment (que poden ser anul·lats) , hi ha una sèrie d'alarmes que no deixen accionar els actuadors ni en manual ni en automàtic i que no poden inhabilitar-se. Per a les bombes aquestes alarmes són: "Aturada polsador d'emergència", "alarma tensió alimentació" i "Fallada tèrmic". Per a les vàlvules són: "Aturada polsador d'emergència" , " alarma tensió alimentació" i " Alarma pressòstat d'aire" .

5.2 Scada

En aquest cas l'Scada existent no forma part d'aquest projecte, es facilita l'accés a través del mòdul de comunicació ethernet a una zona de programa específica on es troben les variables de visualització que aquesta necessita per només visualitzar, no controlar, el procés.

Les variables a les que te accés son les mateixes que fa servir la pantalla tàctil per visualitzar el procés, o sigui, totes les senyals de temperatura, conductivitat, cabal, PH, pressió, nivell i l'estat de totes les bombes i vàlvules del procés.

5.3 Connexió Remota

Per tal de fer feines de manteniment, control i supervisió s'ha instal·lat un mòdul de comunicació siemens, així a través de la xarxa telefònica comunicar remotament a l'autòmat.

El mòdul en concret es un TS Adapter II – Modem, aquest s'instal·larà al armari elèctric, just al costat del autòmat, i anirà connectat per una banda amb el cable MPI cap a l'autòmat i per l'altre amb un rj11 amb l'entrada a la xarxa telefònica. La idea es connectar-se a l'autòmat fent servir aquest mòdul com a passarel·la. A la figura 17 podem veure la configuració que utilitzarem:

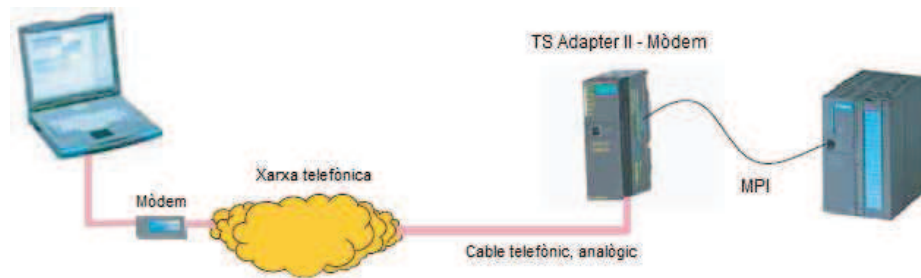


Figura 17: Configuració remota

Per tal de comunicar ens cal instal·lar el software siemens i programar el mòdul de comunicació de manera directa, o sigui a través de connexió USB, així assignar usuari i contrasenya per no permetre l'entrada de qualsevol al sistema.

Per accedir des de l'exterior cal tenir instal·lat el software de l'aparell, saber el numero de telèfon sencer, prefix si es a l'estranger i configurar la comunicació del programa Step-7.

6. ESPECIFICACIONS FUNCIONALS

6.1 Pretractament

6.1.1 Condicions inicials d'engegar seqüència

Per poder iniciar la seqüència de control del pretractament tenen que estar en automàtic els actuadors i no pot haver cap alarma de la taula 11.

Nº	Descripció
Alm-1	Alarma "Nivell baix dipòsit dosificació clor"
Alm-2	Alarma "Sonda clor desconnectada AICL-46001"
Alm-12	Alarma "Error conf. marxa bomba DW-PM-07"
Alm-13	Alarma "Error conf. marxa bomba DW-PM-08"
Alm-14	Alarma "Error conf. marxa bomba DW-PM-04"
Alm-15	Alarma "Error conf. marxa bomba DW-PM-03"
Alm-46	Alarma "Error conf. marxa bomba DW-PM-01"
Alm-47	Alarma "Error conf. marxa bomba DW-PM-02"
Alm-63	Alarma "Error conf. marxa bomba DW-JX-01"

Taula 11: Llistat d'alarmes condicions inicials pretractament

6.1.2 Condicions permanents seqüència

Hi ha varies maneres d'aturar la seqüència, depenen de la velocitat en que calgui fer-ho. En condicions normals s'aturarà de manera ordenada mentre que en cas d'emergència l'aturada serà immediata.

S'aturarà de manera ordenada si apareix alguna alarma de falta aire instruments, o be si es prem el boto d'aturada de la pantalla tàctil. Mentre que si es produeix alguna alarma de falta tensió al instruments o bé si es prem el interruptor d'emergència, llavors la seqüència s'aturarà de manera immediata.

6.1.3 Fase “arrancant” i “en marxa”

La seqüència arranca si es prem el boto de marxa des de la pantalla tàctil, es compleixen les condicions inicials (punt 6.1) i no existeix ninguna condició d'aturada ni d'aturada immediata. En aquest moment la seqüència entra en l'estat de “engegant”, quinze segons després la seqüència ja es troba “en marxa”.

En qualsevol dels estats es controlen els equips i vàlvules del pretractament de la següent manera:

Bombes DW-PM-07 i DW-PM-08: aquestes bombes funcionen de manera alterna segons la consigna de temps introduïda en la pantalla tàctil. Si la consigna per qualsevol d'elles es zero, mai arrancarà. En cas de que la bomba que es trobava en funcionament s'aturés, arrancarà l'altre immediatament, sempre que estigui en automàtic i amb una consigna de temps superior a zero. Aquestes bombes estan en marxa si el filtre sílex/antracita DW-JX-01 està en regeneració o si la vàlvula XV-46001 està oberta. El nivell baix en el dipòsit DW-VM-02 atura les bombes.

Filtre DW-JX-01: Romandrà en marxa.

Vàlvula XV-46001: la vàlvula s'obre quan no hi ha nivell alt en el dipòsit DW-WM-01 i es tanca si el filtre sílex/antracita DW-JX-01 està en regeneració.

Bomba DW-PM-04: Romandrà en marxa mentre no hi hagi alarma de nivell baix en el dipòsit DW-WM-01.

Bomba DW-PM-03: la bomba arranca uns segons després de que estigui en marxa la bomba DW-PM-04. S'atura si aquesta no es troba en marxa, si hi ha alarma de nivell baix en el dipòsit de dosificació de clor, si hi ha nivell alt de clor, si hi ha alarma de l'equip mesurador de clor o esta activa la alarma referent a la desconexió de la sonda de clor AICL-46001

Bombes DW-PM-01 i DW-PM-02: Aquestes bombes funcionen de manera alterna segons la consigna de temps introduïda en la pantalla tàctil. Si la consigna per qualsevol d'elles es zero, mai arrancarà. En cas de que la bomba que es trobava en funcionament s'aturés, arrancarà l'altre immediatament, sempre que estigui en automàtic i amb una consigna de temps superior a zero. Estan en marxa si la pressió a la seva sortida PT-46004 es inferior al valor de consigna

mínim durant un temps. Si la pressió continua per sota del nivell de consigna llavors arrancarà l'altre bomba, estan així les dues a la vegada durant un temps. Aquesta opció es pot Habilitar/Deshabilitar des de la pantalla tàctil. Quan la pressió supera el valor de consigna màxim durant un temps s'atura una de les bombes, aturant l'altre després d'un temps si no baixa la pressió. El nivell baix en el dipòsit DW-WM-01 o la alarma de pressió PT-46004 desconnectada atura les bombes.

6.1.4 Fase "aturant"

La seqüència entra en aquesta fase si apareix alguna alarma de falta aire instruments o be si es prem el boto d'aturada de la pantalla tàctil mentre estava en la fase "engegant" o "en marxa". En aquesta fase s'aturen els equips del pretractament i cinc segons després entra la seqüència en fase de "repòs"

6.2 Planta

6.2.1 Condicions inicials d'engegar seqüència

Per poder iniciar la seqüència de control de la planta no pot haver activa cap alarma de comunicació amb els variadors tal i com podem veure a la taula 12.

Nº	Descripció
Alm-105	Alarma "Error comunic. Profibus 3: var. bomba BFW-PM-02"
Alm-106	Alarma "Error comunic. Profibus 4: var. bomba DIW-PM-02"

Taula 12: Alarmes comunicació variadors Planta

6.2.2 Condicions permanents seqüència

Hi ha varies maneres d'aturar la seqüència, depenen de la velocitat en que calgui fer-ho. En condicions normals s'aturarà de manera ordenada mentre que en cas d'emergència l'aturada serà immediata.

S'aturarà de manera ordenada si apareix alguna alarma de falta aire instruments, o bé si es prem el boto d'aturada de la pantalla tàtil. Mentre que si es produeix alguna alarma de falta tensió al instruments o bé si es prem el interruptor d'emergència, llavors la seqüència s'aturarà de manera immediata.

6.2.3 Fase “arrancant” i “en marxa”

La seqüència arranca si es prem el boto de marxa des de la pantalla tàtil, es compleixen les condicions inicial, i no existeix ninguna condició d'aturada ni d'aturada immediata.

En aquest moment la seqüència entra en la fase “en marxa”. En aquesta fase s'habilita el funcionament de las subseqüències per la RO1 i la RO2.

6.2.4 Fase “aturant”

La seqüència entra en aquesta fase si es produeix alguna de les condicions d'aturada mentre estava a la fase “en marxa”.

En aquesta fase s'aturen les subseqüències de la RO1 i RO2. Un cop finalitzat l'aturada d'aquestes queda la seqüència en fase de “repòs”

6.3 Subseqüència RO1

6.3.1 Condicions inicials d'engegar subseqüència

Per poder iniciar la subseqüència de control la RO1 tenen que estar en automàtic tots els actuadors que intervenen, tant vàlvules com bombes.

6.3.2 Condicions d'aturada de la subseqüència

Si es produeix alguna de les condicions de la taula 13 llavors procedeix a fer una aturada ordenada de la subseqüència de control de la RO1.

Nº	Descripció
Alm-3	Alarma "Error conf. marxa bomba BFW-PM-01"
Alm-4	Alarma "Error conf. marxa bomba BFW-PM-02"
Alm-6	Alarma "Error conf. marxa bomba BFW-PM-04"
Alm-7	Alarma "Error conf. marxa bomba BFW-PM-03"
Alm-17	Alarma "Nivell baix dipòsit dosificació antiincrustant"
Alm-18	Alarma "Nivell baix dipòsit dosificació bisulfit"
Alm-20	Alarma "Cabal baix dosificació antiincrustant"
Alm-21	Alarma "Conductivitat alta sortida RO1"
Alm-22	Alarma "Redox alt en RO1"
Alm-26	Alarma "Pressió alta sortida bomba BFW-PM-02"
Alm-29	Alarma "Pressió baixa entrada bomba BFW-PM-02"
Alm-35	Alarma "Senyal redox RO1 desconnectada AI-47001"
Alm-37	Alarma "Senyal pressió ent. b. alta RO1 desconnectada PT-47003"
Alm-38	Alarma "Senyal pressió sor. b. alta RO1 desconnectada PT-47004"
Alm-40	Alarma "Senyal conductivitat sor. RO1 desconnectada CIT-47002"
Alm-89	Alarma "Cabal alt entrada RO1"
Alm-90	Alarma "Cabal alt producció RO1"
Alm-91	Alarma "Cabal alt refús RO1"
Alm-92	Alarma "Cabal baix entrada RO1"
Alm-93	Alarma "Cabal baix producció RO1"
Alm-94	Alarma "Cabal baix refús RO1"
Alm-95	Alarma "Tassa de conversió alta RO1"

Taula 13: Llistat d'alarmes d'aturada subseqüència RO1

6.3.3 Condicions d'aturada immediata de la subseqüència

La subseqüència de control de la RO1 s'atura sempre que es produeixi alguna alarma de falta tensió al instruments o bé si es prem el interruptor d'emergència.

6.3.4 Fase "standy"

La subseqüència es troba en aquesta fase si la planta està "en marxa" però no hi ha condicions inicials per l'engegada (punt 6.3.1) o es produeix alguna de las condicions d'aturada del punt 6.3.2.1, d'aquestes condicions exposades les que van compreses des de la 4 fins la 22 son

alarmes que necessiten se resoltes i “resetejades” des de la pantalla tàctil per així es pugui engegar la RO1 de nou. Els nivells del dipòsits d'entrada i de sortida de l'osmosi faran que aquesta engegui o pari en funció del estat en que es trobin.

6.3.5 Fase “engegant”

La subseqüència engega quan, estan en la fase de “standby”, es compleixen las condicions inicial i no hi ha cap alarma que en produeixi l'aturada.

La fase de engegar te varies etapes:

Obrir la vàlvula d'entrada SV-47001.

Transcorregut el temps 1 d'engegada (contant des de que SV-47001 esta obert), es posa en marxa la bomba BFW-PM-01.

Transcorregut el temps 2 d'engegada (contant des de que BFW-PM-01 esta en marxa), es posa en marxa la bomba BFW-PM-03.

Transcorregut el temps 3 d'engegada (contant des de que BFW-PM-03 esta en marxa), es posa en marxa la bomba BFW-PM-04

Transcorregut el temps 4 d'engegada (contant des de que BFW-PM-04 esta en marxa), es posa en marxa la bomba BFW-PM-02. A la vegada, si el temps de rentat inicial es major que cero, llavors obre la vàlvula SV-47002.

Un cop acabat el temps de rentat inicial i amb la bomba BFW-PM-02 en marxa, conta el temps 5 d'engegada i tanca la vàlvula SV-47002.

6.3.6 Fase “en marxa”

La subseqüència queda en marxa un cop transcorregut el temps 5 d'engegada de la fase anterior. En aquesta fase ja estan tots els equips en marxa i es controlen las alarmes de la 11 a la 18 indicades en el punt 6.3.2.1. La resta de les indicades en aquest punt es controlen sempre.

6.3.7 Fase “aturant”

La subseqüència entra en aquesta fase si des de l'engegada o la fase de marxa es produeix alguna de les condicions d'aturada del punt 6.3.2.

La fase "aturant" te varies etapes:

Atura la bomba BFW-PM-02 i obre la vàlvula SV-47002 per fer un rentat.

Transcorregut el temps 1 atura la bomba BFW-PM-04.

Transcorregut el temps 2 atura la bomba BFW-PM-01.

Transcorregut el temps 3 atura la bomba BFW-PM-03 i tanca les vàlvules SV-47001 i SV-47002

Transcorregut el temps 4 dona per finalitzada la fase i torna al la fase de "repòs" si continua la planta en marxa o repòs si la planta estava aturada.

6.4 Subseqüència RO2

6.4.1 Condicions inicials d'engegar subseqüència

Per poder iniciar la subseqüència de control de la RO2 tenen que estar en automàtic els actuadors i no pot haver cap alarma activa de la indicada a taula següent.

Nº	Descripció
Alm-15	Alarma "Error conf. marxa bomba DW-PM-03"
Alm-19	Alarma "Nivell baix dipòsit dosificació sosa"
Alm-42	Alarma "Conductivitat alta sortida RO2".
Alm-61	Alarma "Senyal conductivitat sor. RO2 desconnectada CIT-49002"
Alm-62	Alarma "Senyal pH ent. RO2 desconnectada AI-49001"

Taula 14: Llistat d'alarmes condicions inicials RO2

6.4.2 Condicions d'aturada de la subseqüència

Si es prem el botó d'aturada des de la pantalla tàctil o be es produeix alguna de les condicions de la taula següents llavors es produirà una aturada ordenada de la subseqüència de control de la RO2.

Nº	Descripció
Alm-5	Alarma "Error conf. marxa bomba DIW-PM-01"
Alm-25	Alarma "Error conf. marxa bomba DIW-PM-02"
Alm-30	Alarma "Pressió alta sortida bomba DIW-PM-02"
Alm-31	Alarma "Pressió baixa entrada bomba DIW-PM-02"
Alm-58	Alarma "Senyal pressió ent. b. alta RO2 desconnectada PT-49002"
Alm-59	Alarma "Senyal pressió sor. b. alta RO2 desconnectada PT-49003"
Alm-81	Alarma "Cabal alt entrada RO2"
Alm-82	Alarma "Cabal alt producció RO2"
Alm-83	Alarma "Cabal alt refús RO2"
Alm-84	Alarma "Cabal baix entrada RO2"
Alm-85	Alarma "Cabal baix producció RO2"
Alm-86	Alarma "Cabal baix refús RO2"
Alm-87	Alarma "Tassa de conversió alta RO2"
Alm-172	Alarma "Nivell baix dipòsit BFW-TM-02".

Taula 15: Condicions d'aturada subseqüència RO2

6.4.3 Condicions d'aturada immediata de la subseqüència

La subseqüència de control de la RO2 s'atura sempre que es produeixi alguna alarma de falta tensió al instruments o bé si es prem el interruptor d'emergència.

6.4.4 Fase "standby"

La subseqüència es troba en aquesta fase si la planta està "en marxa" però no hi ha condicions inicials per l'engegada (punt 6.4.1) o es produeix alguna de las condicions d'aturada del punt 6.4.2.1, d'aquestes condicions exposades les que van compreses des de la 3 fins la 12 son alarmes que necessiten se subsanades i "resetejades" des de la pantalla tàctil per així es pugui engegar la RO2 de nou. Els nivells del dipòsits d'entrada i de sortida de l'osmosi faran que aquesta engegui o pari en funció del estat en que es trobin.

6.4.5 Fase “engegant”

La subseqüència engega quan, estan en la fase de “standby”, es compleixen las condicions inicials i no hi ha cap alarma que en produeixi l'aturada.

La fase de engegar te varies etapes:

Obrir la vàlvula d'entrada SV-49001.

Transcorregut el temps 1 d'engegada (contant des de que SV-49001 esta obert), es posa en marxa la bomba DIW-PM-01.

Transcorregut el temps 2 d'engegada (contant des de que DIW-PM-01 esta en marxa), es posa en marxa la bomba DIW-PM-03 i s'habilita la regulació de pH.

Transcorregut el temps 3 d'engegada (contant des de que DIW-PM-03 esta en marxa), es posa en marxa la bomba DIW-PM-02. A la vegada, si el temps de rentat inicial es major que cero, llavors obre la vàlvula SV-49002.

Un cop acabat el temps de rentat inicial i amb la bomba DIW-PM-02 en marxa, conta el temps 4 d'engegada i tanca la vàlvula SV-49002.

6.4.6 Fase “en marxa”

La subseqüència queda en marxa un cop transcorregut el temps 4 d'engegada de la fase anterior. En aquesta fase ja estan tots els equips en marxa i es controlen las alarmes de la 5 a la 10 indicades en el punt 6.4.2.1. La resta de les indicades en aquest punt es controlen sempre. En aquesta fase la RO2 manté oberta la vàlvula de recirculació SV-49003

6.4.7 Fase “aturant”

La subseqüència entra en aquesta fase si des de l'engegada o la fase de marxa es produeix alguna de les condicions d'aturada del punt 6.4.2.1.

La fase “aturant” te varies etapes:

Atura la bomba DIW-PM-02, tanca la vàlvula SV-49003 i obre la vàlvula SV-49002 per fer un rentat.

Transcorregut el temps 1 atura la bomba DIW-PM-01.

Transcorregut el temps 3 atura la bomba DIW-PM-02 i tanca les vàlvules SV-49001 i SV-49002

Transcorregut el temps 4 dona per finalitzada la fase i torna a la fase de "repòs" si continua la planta en marxa o repòs si la planta estava aturada.

6.5 Punt d'ús després de RO1

6.5.1 Condicions inicials d'engegar seqüència

Per poder iniciar el control del punt d'ús que hi ha després de la RO1 tenen que estar en automàtic els actuadors BFW-PM-05 i BFW-PM-06, que aquests no estiguin en alarma i que no hi hagi alarma de pressió PT-47001 desconnectada.

6.5.2 Condicions d'aturada de la seqüència

Si es prem el botó d'aturada des de la pantalla tàctil o bé es produeix alguna de les condicions de la taula següents llavors es produirà una aturada en el punt d'ús:

Nº	Descripció
Alm-9	Alarma "Pulsador emergencia premut"
Alm-11	Alarma "Manca tensió alimentació"
Alm-12	Alarma "Error conf. marxa bomba DW-PM-07"

Taula 16: Llistat condicions aturada punt d'ús RO1

6.5.3 Fase "en marxa"

La seqüència arranca si es prem el boto de marxa des de la pantalla tàctil, es compleixen les condicions inicials (punt 6.5.1) i no existeix ninguna condició d'aturada.

El punt d'ús només té els estats de "en marxa" o "en repòs".

En l'estat "en marxa" es controlen els equips del punt d'ús de la següent manera:

Bombes BFW-PM-05 i BFW-PM-06: aquestes bombes funcionen de manera alterna segons la consigna de temps introduïda en la pantalla tàctil. Si la consigna per qualsevol d'elles es zero, mai arrancarà. En cas de que la bomba que es trobava en funcionament s'aturés, arrancarà l'altre immediatament, sempre que estigui en automàtic i amb una consigna de temps superior a zero. Aquestes bombes estan en marxa si la pressió a la seva sortida PT-47007 es inferior al valor de consigna mínim durant un temps. Si la pressió continua per sota d'aquest valor durant un altre temps, engega la segona bomba a la vegada. Aquesta opció es pot habilitar /deshabilitar des de la pantalla tàctil. Quan la pressió supera el valor de consigna màxim durant màxim un temps s'atura una de les bombes, aturant la segona un temps després si no baixa la pressió. El nivell baix en el dipòsit BFW-TM-02 o la alarma de pressió PT-47007 desconnectada atura las bombes.

6.6 Llaç de distribució

6.6.1 Condicions inicials d'engegar seqüència

Per poder iniciar la seqüència del llaç de control tenen que estar en automàtic els actuadors i no pot haver cap alarma de la taula següent.

Nº	Descripció
Alm-49	Alarma "Error vàlvula XV-49101"
Alm-66	Alarma "Nivell dipòsit acumulació llaç desconnectat PT-49101"
Alm-67	Alarma "Sonda temp. ent. interc. llaç desconnectada TT-49101"
Alm-68	Alarma "Senyal conductivitat llaç desconnectada CIT-49101"
Alm-77	Alarma "Error conf. marxa bomba DW-PM-10"
Alm-78	Alarma "Error conf. marxa bomba DW-PM-11"
Alm-107	Alarma "Error comunic. Profibus 5: var. bomba DIW-PM-10"
Alm-108	Alarma "Error comunic. Profibus 5: var. bomba DIW-PM-11"

Taula 17: Llistat condicions inicials llaç distribució

6.6.2 Condicions d'aturada de la seqüència

La seqüència entra en aquesta fase si apareix alguna alarma de falta aire instruments o be si es prem el boto d'aturada de la pantalla tàctil mentre estava en la fase "engegant" o "en marxa".

En aquesta fase s'aturen els equips del llaç i cinc segons després entra la seqüència en fase de "repòs"

6.6.3 Condicions d'aturada immediata de la seqüència

La seqüència del llaç de distribució s'atura sempre que es produeixi alguna alarma de falta tensió al instruments o bé si es prem el interruptor d'emergència.

6.6.4 Fase "arrancant" i "en marxa"

La seqüència arranca si es prem el boto de marxa des de la pantalla tàctil, es compleixen les condicions inicials (punt 6.6.1) i no existeix ninguna condició d'aturada ni d'aturada immediata. En aquest moment la seqüència entra en l'estat de "engegant", un minut després la seqüència ja es troba "en marxa".

En qualsevol dels estats es controlen els equips i vàlvules del llaç de distribució de la següent manera:

Bombes DW-PM-10 i DW-PM-11: aquestes bombes funcionen de manera alterna segons la consigna de temps introduïda en la pantalla tàctil. Si la consigna per qualsevol d'elles es cero, mai arrancarà. En cas de que la bomba que es trobava en funcionament s'aturés, arrancarà l'altre immediatament, sempre que estigui en automàtic i amb una consigna de temps superior a zero. Aquestes bombes estan en marxa si el nivell del dipòsit DIW-TM-01 supera el valor de consigna i regulant el cabal en funció de FIT-49101 mantenint el valor consigna per pantalla. El PID el fa directament el variador de freqüència. El nivell baix en el dipòsit DIW-TM-01 atura les bombes.

Vàlvula XV-49101: Es tracta de una vàlvula de tres vies. Aquesta anirà cap al dipòsit DIW-TM-01 si el nivell en aquest es per sota del valor de consigna "d'emplenat" i la RO2 esta en fase de "en marxa", es posarà en la posició de recirculació quan superi el valor de de "Aturada d'emplenat". La vàlvula es mantindrà en posició de recirculació si existeix l'alarma de conductivitat alta en CIT-49002, i esta desconnectada o si el nivell del tanc DIW-TM-01 esta desconnectada. Es mantindrà enclavada (recirculació) si tenim l'alarma de nivell alt en el dipòsit d'acumulació del llaç DIW-TM-01.

Vàlvules XV-49102, XV49103 i XV-49105: es tracta de les vàlvules del intercanviador del llaç de distribució. Durant la fase “d’arrancar” es fa sempre un buidat d’aquest obrint XV49103 i XV49105. En la fase “en marxa” es controla la temperatura a l’entrada del intercanviador TT-49101, quan aquest supera el valor de consigna més un offset (superior) s’obren les vàlvules XV-49102 i XV-49104 (s’activen amb la mateixa sortida d’autòmat). Si en aquest estat la temperatura disminueix per sota del valor de consigna menys un offset (inferior) es tanquen les vàlvules y es fa una purga i buidat durant un temps de consigna existent a la pantalla tàctil. Si durant la fase “en marxa” del llaç s’aturen ambdues bombes o es desconnecta la temperatura TT-49101, llavors es fa un buidat de l’intercanviador durant trenta segons i no es deixa entrar la refrigeració fins que les bombes portin un mínim de 50 segons en marxa o be la sonda de temperatura estigui connectada de nou.

6.6.5 Fase “aturant”

La seqüència entra en aquesta fase si apareix alguna de les condicions d’aurada citades en el punt 6.6.2 mentre estava en la fase “engegant” o “en marxa”.

En aquesta fase s’aturen els equips del llaç de distribució y es fa un buidat de l’intercanviador durant trenta segons, el terme del qual queda la seqüència en fase de “repòs”

6.7 Punt d’ús automàtic del llaç

6.7.1 Condicions inicials d’engegar seqüència

Per poder iniciar la seqüència del llaç de control tenen que estar en automàtic els actuadors i no pot haver cap alarma de la taula següent.

Nº	Descripció
Alm-31	Alarma "Pressió baixa entrada bomba DIW-PM-02"
Alm-71	Alarma "Nivell dip. acum. punt d'ús llaç desconnectat PT-49102"
Alm-72	Alarma "Senyal pressió desconnectada PT-49103"

Taula 18: Llistat condicions inicials punt d’ús llaç de distribució

6.7.2 Condicions d’aturada de la seqüència

La seqüència entra en aquesta fase si apareix alguna alarma de falta aire instruments, falta de tensió alimentació, polsador d'emergència premut o bé si es prem el boto d'aturada de la pantalla tàctil mentre estava en la fase "engegant" o "en marxa".

6.7.3 Fase "en marxa"

La seqüència arranca si es prem el boto de marxa des de la pantalla tàctil, es compleixen les condicions inicials (punt 6.7.1) i no existeix ninguna condició d'aturada ni d'aturada immediata (punt 6.7.2). El punt d'ús només té dos estats, "en marxa" o "en repòs"

En l'estat "en marxa" es controlen els equips i vàlvules del punt d'ús de la següent manera:

Vàlvula XV-49107: la vàlvula s'obre quan el nivell en el dipòsit DW-TM-02 disminueixi per sota del valor de consigna "d'emplenat", y es tancarà quan superi el valor de consigna "d'aturada emplenat". Per tant el llaç haurà d'estar en la fase de "en marxa" i alguna de les bombes en funcionament un temps mínim de 50 segons. La vàlvula es tancarà si apareix alguna alarma de conductivitat alta en CIT-49101, si aquesta o bé el nivell del dipòsit DIW-TM-02 es desconnecten. També es mantindrà enclavada (tancada) sempre que l'alarma de nivell alt a dipòsit DIW-TM-02 estigui activa.

Bomba DW-PM-12: la bomba arranca quan el nivell del dipòsit DIW-TM-02 supera la consigna d'engegada bomba i la pressió PT-49104 estigui per sota del valor mínim de consigna durant uns segons. S'atura si tenim l'alarma de nivell mínim en el dipòsit o bé si la pressió PT-49104 supera el valor de consigna durant un temps. Les alarmes del nivell PT-49102 o la pressió PT-49104 desconnectats aturen la bomba.

7. RESUM DEL PRESSUPOST

El pressupost s'han contemplat les despeses de disseny, material elèctric de l'armari de control, elements de camp, cablejat, petit material per a la realització del projecte i les despeses del personal tècnic. L'import del projecte ascendeix a la quantitat de cinquanta-dos mil quatre-cents setanta-un euros amb vuitanta-quatre cèntims, sense IVA.

8. CONCLUSIONS

S'ha realitzat l'automatització d'una planta de tractament d'aigua per abastar les necessitats d'una indústria farmacèutica.

S'ha dissenyat correctament el funcionament del programa d'autòmat que controlarà el procés, verificant de totes les senyals elèctriques, les comunicacions entre elements que intervenen i les seqüències que complementen el programa. Els resultats quedaran reflexats en els protocols de validació de la instal·lació FAT i SAT

S'ha realitzat una supervisió del procés mitjançant una pantalla tàctil i facilitat les dades del mateix a una scada existent d'aquesta manera agilitzar així les diferents tasques de manteniment i supervisió.

Per tal de fer feines de manteniment, control i supervisió en casos d'urgència s'ha instal·lat un sistema de connexió remota a l'autòmat.

Cal dir que gracies al hardware utilitzat i a que han quedat tant entrades com sortides lliures en els mòduls tant de entrada com de sortida, ens permetrà en el futur fer ampliacions de l'automatització amb un cost de partida més reduït.

Es pot concloure aquest projecte afirmant que s'han complert els objectius fixats a l'inici.

Francesc Garriga Aguilar
Enginyer tècnic en electrònica industrial

Girona, 29 de maig de 2014

9. RELACIO DE DOCUMENTS

El projecte consta de cinc documents: memòria, plànols, plec de condicions, estat d'amidaments i pressupost.

10. BIBLIOGRAFIA

Autòmats programables SIEMENS i els seus elements, consulta per referències i característiques.

(<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo2&siteid=cseus&lang=es&aktprim=99&siteid=cseus&load=treecontent&groupid=4000003&extranet=standard&viewreg=WW&nodeid0=10806846> maig de 2014)

Nivells Endress&Hauser, consulta per referències i característiques.

(<http://www.hu.endress.com/hu#product/PMP46?tab=documents&filter=010.030>, maig de 2014)

Sondes temperatura i captadors de pressió WIKA, consulta per referències i característiques.

(<http://www.wika.es/> , maig de 2014)

Bombes Grundfoss, consulta per referències i característiques.

(<http://es.grundfos.com/> , maig de 2014)

Bombes Inoxpa consulta per referències i característiques.

(<http://www.inoxpa.es/home> , maig de 2014)

Equip cloració Prominent, consulta per referències i característiques.

(<http://www.prominent.es/Inicio-2.aspx/> , maig de 2014)

Valvulas Burkert, consulta per referències i característiques.

(<http://www.burkert.es> , maig de 2014)

Aparamenta Modular, Schneider Electric. Catàleg general.

Aparamenta Modular, Siemens. Catàleg general.

A PROTOCOL FAT IQ1

A.1. Introducció

A.1.1. Objecte

L'objectiu d'aquest protocol és definir les activitats necessàries per fer la qualificació de la instal·lació del sistema de control i monitorització de la planta de tractament d'aigua i el llaç d'aigua purificada. Aquesta etapa de qualificació es recull dintre del el test d'acceptació del sistema (FAT)

A.1.2. Factory Acceptance Test (FAT)

La implantació dels sistema de control i monitorització de la planta es caracteritza en aquesta etapa per la verificació del funcionament dels diferent elements que formen el conjunt a instal·lar.

Com a prova d'acceptació en fabrica el FAT esta constituït pels protocols IQ1 i OQ1, en els que es verifiquen a taller els elements instal·lats per personal tècnic qualificat

A.1.3. Àmbit

Aquest protocol de qualificació de la instal·lació I (IQ-1) presenta única i exclusivament les proves de qualificació de la instal·lació dels elements que constitueixen el sistema de control i monitorització referents a la taula 1.

Elements de Hardware	S7-300 (PLC amb targetes d'entrada i sortida)
	TP (Pantalla tàtil)
Elements de Software	Programa PLC (aplicació amb step-7)
	Programa TP (aplicació amb protool)

Taula 19: Elements de hardware i software

Inclou verificar que l'armari conta amb els elements de protecció. La correcta connexió dels senyals elèctrics digitals i analògics en les targetes de adquisició de dades del sistema de control, en relació al tipus de cablejat i les connexions realitzades.

A.2. Metodologia

Aquest protocol es divideix amb una sèrie de test destinats a verificar els aspectes exposats fins el moment. Per cada test es defineixen l'objecte, la descripció i metodologia utilitzada i els criteris d'acceptació.

En les fulles de registre dels test detallats es registraran els resultats obtinguts en les proves realitzades, amb la data i signatura de la persona que les va obtenir, junt amb tota la documentació generada durant la prova.

Les desviacions produïdes en qualsevol dels test es documentaran en els mateixos, els quals seran mantinguts en un registre per a la seva investigació i seguiment de las accions correctores emprades per solucionar-ho. La relació de desviacions i l'estat del seu seguiment seran incloses en el informe de qualificació de la instal·lació.

A la finalització de totes les proves FAT (IQ-OQ) s'emetrà un informe de qualificació FAT en que es detallaran, com a mínim, la descripció de les tasques de test realitzades, el resultat obtingut en l'anàlisi d'aquests, un resum amb les desviacions obtingudes durant l'execució de les proves, mesures correctores pendents de realitzar per poder completar de manera satisfactòria el protocol d'IQ1 i finalment la documentació generada.

Tant les proves realitzades com l'informe de qualificació, tindran que ser revisats i aprovats per el responsable de fabrica. L'aprovació del present protocol implica la revisió i aprovació dels test associats.

La taula 1 mostra les proves que es realitzaran en aquesta qualificació

Test	Descripció
IQ1_Hard	PLC, targetes SIMATIC i TP
IQ1_Soft	Programa PLC i TP
IQ1_ARM	Armari elèctric
IQ1_SD	Senyals digitals
IQ1_SA	Senyals analògics
IQ1_CAB	Cables d'instal·lació

Taula 20: Llistat de tests de verificació

A.3. Test IQ1_Hard: PLC, targetes SIMATIC i TP

A.3.1. Objecte

Comprovar que cada un dels equips que constitueixen el sistema de control final estan adequadament caracteritzats, el seu funcionament és l'esperat i es disposa de la documentació de cada un.

A.3.2. Descripció i metodologia utilitzada

Identificar tots els equips: Font Alimentació, CPU, targetes entrades digitals, targetes sortides digitals, targetes entrada analògiques, targetes sortides analògiques i TP.

Verificar que es disposa de la documentació tècnica de cada un dels components instal·lats

Comprovar que es disposa de la fitxa tècnica de l'equip completada, en la qual es descriuen les característiques de l'equip i la seva configuració.

Verificar que en arrencar cadascun dels equips funcionen correctament.

Comprovar que al connectar la TP s'accedeix a les opcions d'administrador.

Comprovar que des d'una estació de programació es comunica amb la CPU del S7-300.

A.3.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 5 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	Es disposa de la documentació tècnica dels elements instal·lats
2	Es disposa de la configuració de cadascun dels elements
3	Al arrancar cadascun dels equips tots els elements funcionen correctament
4	S'accedeix a les opcions d'administrador a la pantalla tàctil
5	Es comunica l'estació de programació amb el PLC i el PLC amb la pantalla tàctil

Taula 21: Criteris d'acceptació Test IQ1_Hard

A.4. Test IQ1_Soft: Programa PLC i TP

A.4.1. Objecte

Identificar els programes creats i que s'instal·laran en el PLC i la pantalla tàctil

A.4.2. Descripció i metodologia utilitzada

Comprovar que es disposa de la fitxa descriptiva de l'aplicació instal·lada, amb el nom del programa, l'espai ocupat, l'autor i la versió.

Comprovar que s'accedeix automàticament al programa de la TP.

Comprovar que hi ha comunicació entre TP i PLC.

Comprovar que es disposa de còpia en suport electrònic dels programes de PLC i TP (codi font), de manera que es garanteixi la reconstrucció de instal·lació realitzada.

A.4.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 5 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	Es disposa de la documentació tècnica dels elements instal·lats
2	S'han caracteritzats els programes instal·lats.
3	S'accedeix directament a l'aplicació de la TP
4	S'estableix comunicació entre pantalla tàctil i PLC
5	Es disposa de còpia com a suport electrònic dels programes

Taula 22: Criteris d'acceptació Test IQ1_Soft

A.5. Test IQ1_Arm: Armari elèctric

A.5.1. Objecte

Verificar que l'armari compleix les mesures de seguretat en instal·lacions de baixa tensió.

A.5.2. Descripció i metodologia utilitzada

A l'armari del llaç de distribució s'han de realitzar les diferents proves.

Verificació visual del marcatge i etiquetatge d'elements i cables segons documentació elèctrica.

Verificació de alimentacions de 380 V, 220 V i 24 V. Donar tensió al quadre i comprovar tensions en borns de sortida amb tester, comprovant el tall de tensió per les proteccions.

Verificació correcte calibratge dels tèrmics i els fusibles segons documentació elèctrica.

Verificació existència connexions de terra en porta armari, malles, equips de porta.

Verificació protecció diferencial.

Verificar senyals digitals d'entrada i sortida en relació a la llista d'entrades sortides del PLC. La verificació s'ha de fer des dels regleter d'entrada de l'armari cap als mòduls d'entrades sortides del PLC.

Registrar les comprovacions en el full de registre.

A.5.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 5 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	Correcta correspondència entre esquemes elèctrics i marcat de quadre. Existeix senyal de perill a la porta del armari
2	El nivell de la tensió de sortida es correspon amb el d'entrada i els elements de tall realitzen la seva funció corresponent
3	Hi ha connexions a terra, i existeix una borna de terra general per l'entrada de la línia principal.
4	El dispar del interruptor general per protecció diferencial funciona correctament.
5	Les senyals d'entrada/sortida estan correctament cablejades als mòduls del PLC

Taula 23: Criteris d'acceptació Test IQ1_Arm

A.6. Test IQ1_SD: Senyals digitals

A.6.1. Objecte

Verificar la correcta connexió dels senyals digitals d'entrada i sortida del PLC en relació als elements de la planta i el llaç

A.6.2. Descripció i metodologia utilitzada

Des dels instruments de camp realitzar canvis del seu estat i verificar que l'estat del senyal d'entrada del PLC també canvia.

Des del armari elèctric donar tensió a les sortides digitals (han de forçar relés o contactors, en el cas de les electrovàlvules poden forçar des del cos de la mateixa) i verificar el correcte accionament dels actuadors i de les vàlvules.

En conclusió, comprovar la correspondència d'adreçament de l'entrada o sortida testada i l'actuador o sensor relacionat i registrar les comprovacions en el full de registre.

A.6.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 2 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	L'estat dels elements que donen informació a l'autòmat es correspon amb l'estat i la posició de les entrades digitals del mateix.
2	L'estat de les sortides de l'autòmat es correspon amb l'estat dels equips relacionats amb cadascuna de les sortides

Taula 24: Criteris d'acceptació Test IQ1_SD

A.7. Test IQ1_SA: Senyals analògics

A.7.1. Objecte

Verificar la correcta connexió dels senyals analògics d'entrada i sortida del PLC en relació als elements de la planta i el llaç.

A.7.2. Descripció i metodologia utilitzada

Amb els instruments i les tensions de treball necessàries comprovar l'accionament dels actuadors proporcionals forçats des de l'armari i lectura d'entrades analògiques forçades des dels equips de camp.

En conclusió, comprovar la correspondència d'adreçament de l'entrada o sortida testada i l'actuador o sensor relacionat i registrar les comprovacions en el full de registre.

A.7.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 2 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	La lectura de mA a l'entrada del PLC coincideix amb els mA generats en el sensor i les posicions de les entrades son correctes.
2	La lectura mA en els equips coincideix amb el valor generat des dels borns de les sortides analògiques del PLC i les posicions de les mateixes són correctes.

Taula 25: Criteris d'acceptació Test IQ1_SA

A.8. Test IQ1_Cab: Cablejat instal·lació

A.8.1. Objecte

Verificar la correcta correspondència entre els cables estesos en la instal·lació i els documents del disseny del projecte

A.8.2. Descripció i metodologia utilitzada

Adquirir un llistat amb els cables que cal col·locar en la instal·lació.

Existeix correspondència entre les connexions especificades en els esquemes elèctrics i les connexions realitzades

A.8.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 2 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	Els cables estesos compleixen les característiques tècniques especificades.
2	Els cables estesos estan connectats en correspondència amb els esquemes elèctrics.

Taula 26: Criteris d'acceptació Test IQ1_Cab

B PROTOCOL FAT OQ1

B.1. Introducció

B.1.1. Objecte

L'objectiu d'aquest protocol és definir les activitats necessàries per fer la qualificació de la instal·lació del sistema de control i monitorització de la planta de tractament d'aigua i el llaç d'aigua purificada. Aquesta etapa de qualificació es recull dintre del el test d'acceptació del sistema (FAT)

B.1.2. Factory Acceptance Test (FAT)

La implantació dels sistema de control i monitorització de la planta es caracteritza en aquesta etapa per la verificació del funcionament dels diferent elements que formen el conjunt a instal·lar.

Com a prova d'acceptació en fabrica el FAT esta constituït pels protocols IQ1 i OQ1, en els que es verifiquen a taller els elements instal·lats per personal tècnic qualificat

B.1.3. Àmbit

Aquest protocol de qualificació operacional (OQ-1) presenta única i exclusivament les proves de qualificació operacional que presenten el funcionament general del programa de PLC (Step-7) i pantalla tàctil (Protool). A banda dels test i verificacions definides a continuació es revisarà el conjunt documental dels tests de mòduls associats al sistema de control i monitorització.

Les activitats que es desenvolupen per tal fi es divideixen en verificacions de la correcta comunicació dels equips que formen el sistema de control i monitorització, verificació de visualització de dades de procés a la TP, verificació de les opcions de navegació per les diferents pantalles del sistema TP, comprovació del funcionament del sistema segons els diferents nivells d'accés al programa de la TP, verificació de la generació, visualització, registre i prevenció d'alarmes, avisos i esdeveniments a la TP, comprovació funcionament entrada consignes des de la TP, comprovació de l'accionament manual d'actuadors des de la TP sobre

les sortides, comprovació rutina funcionament pretractament, planta, llaç de distribució i punts d'us del llaç dins del programa del PLC

B.2. Metodologia

Aquest protocol es divideix amb una sèrie de test destinats a verificar els aspectes exposats fins el moment. Per cada test es defineixen l'objecte, la descripció i metodologia utilitzada i els criteris d'acceptació.

En les fulles de registre dels test detallats es registraran els resultats obtinguts en les proves realitzades, amb la data i signatura de la persona que les va obtenir, junt amb tota la documentació generada durant la prova

Les desviacions produïdes en qualsevol dels test es documentaran en els mateixos, els quals seran mantinguts en un registre per a la seva investigació i seguiment de las accions correctores emprades per solucionar-ho. La relació de desviacions i l'estat del seu seguiment seran incloses en el informe de qualificació operacional.

A la finalització de totes les proves FAT (IQ-OQ) s'emetrà un informe de qualificació FAT en que es detallaran, com a mínim, la descripció de les tasques de test realitzades, el resultat obtingut en l'anàlisi d'aquests, un resum amb les desviacions obtingudes durant l'execució de les proves, mesures correctores pendents de realitzar per poder completar de manera satisfactòria el protocol d'OQ1 i finalment la documentació generada.

Tant les proves realitzades com l'informe de qualificació, tindran que ser revisats i aprovats per el responsable de fabrica. L'aprovació del present protocol implica la revisió i aprovació dels test associats.

La taula 1 mostra les proves que es realitzaran en aquesta qualificació

Test	Descripció
OQ1_VIS	Visualització dades procés en la TP
OQ1_NAV	Navegació en l'aplicació TP
OQ1_ACC	Nivells d'accés a l'aplicació TP
OQ1_MENS	Alarmes, avisos i esdeveniments
OQ1_CONS	Consignes desde la TP
OQ1_MAN	Actuadors en manual
OQ1_F_PT	Funcionament pretractament
OQ1_F_PT	Funcionament planta
OQ1_F_L	Funcionament llaç

Taula 27: Llistat de tests de verificació

B.3. Test OQ1_Vis: Visualització dades procés en la TP

B.3.1. Objecte

Comprovar que els sinòptics de l'aplicació TP visualitzen tots els senyals (digitals i analògiques) adequadament.

B.3.2. Descripció i metodologia utilitzada

Amb els programes carregats en PLC i TP, realitzar comprovacions en cadascuna de les pantalles que monitoritzen el llaç:

Generar per a cada variable de procés un valor de mA a l'entrada analògica corresponent i confirmar que es visualitza el valor generat en el sinòptic de la TP.

Activar cadascuna de les entrades i sortides digitals i confirmar que en pantalla es correspon la visualització obtinguda.

Comprovar que en forçar un valor de sortida analògica queda reflectit en la monitorització de la TP.

Registrar les verificacions en un full amb la impressió de la pantalla objecte de la prova.

B.3.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 2 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	Es visualitzen correctament les variables analògiques
2	Es visualitzen correctament les senyals digitals

Taula 28: Criteris d'acceptació Test OQ1_VIS

B.4. Test OQ1_Nav: Navegació en l'aplicació TP

B.4.1. Objecte

Comprovar que és possible accedir i abandonar a totes les opcions del sistema i hi ha homogeneïtat de les funcions en les diferents pantalles.

B.4.2. Descripció i metodologia utilitzada

Accedir al sistema TP amb el màxim nivell d'usuari i realitzar les comprovacions necessàries.

És possible accedir a totes les finestres/pantalles del sistema definides i sortir-ne, i el sistema no presenta problemes per realitzar aquestes operacions.

Verificar que després d'abandonar cadascuna de les finestres / pantalles del sistema s'accedeix a la posició original de partida.

Comprovar que els botons permeten l'accés a la finestra / pantalla assignada.

Comprovar que està disponible la finestra d'alarmes del sistema i es pot accedir-hi.

Completar el full de registre.

B.4.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 4 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	Es pot entrar i abandonar totes les opcions del sistema
2	L'abandonament de les opcions del programa retorna a la posició original
3	Els icones accedeixen a les finestres que tenen assignades
4	Les icones d'alarmes estan disponibles i s'accedeix a la finestra d'alarmes

Taula 29: Criteris d'acceptació Test OQ1_NAV

B.5. Test OQ1_ACC: Nivells d'accés en l'aplicació TP

B.5.1. Objecte

Accedir al sistema amb els nivells definits, i verificar que cadascun d'ells té accés a les opcions definides.

B.5.2. Descripció i metodologia utilitzada

Des de la TP accedir al sistema i realitzar les comprovacions adients.

Com a usuari de nivell administrador, comprovar que es té accés a totes les opcions del sistema.

Com a usuari de nivell responsable, comprovar que es té accés a les opcions detallades en les especificacions funcionals.

Com a usuari de nivell operador, comprovar que es té accés a les opcions detallades en les especificacions funcionals.

Sense usuari, comprovar que es té accés a les opcions detallades en les especificacions funcionals.

Verificar que el sistema automàticament suspèn l'usuari actiu en passar 10 minuts, si no realitza cap acció.

Anotar, per a cada usuari, les opcions que tenen habilitades.

B.5.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 4 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	És possible accedir al sistema amb diferent nivell d'usuari
2	Cada usuari accedeix a les funcions que te definides
3	El sistema automàticament suspèn usuari per inactivitat
4	Un usuari de nivell administrador pot sortir del sistema i canviar la configuració d'usuari

Taula 30: Criteris d'acceptació Test OQ1_ACC

B.6. Test OQ1_Mens: Alarmes, avisos i esdeveniments del sistema

B.6.1. Objecte

Comprovar que es generen alarmes, avisos i esdeveniments en el sistema queden registrades i poden ser apercebudes en cas necessari.

B.6.2. Descripció i metodologia utilitzada

Obtenir una relació de totes les alarmes, avisos i esdeveniments definits en el sistema.

Provocar cadascuna d'elles i realitzar les comprovacions adients.

Comprovar que es genera text a la TP.

Verificar que realitza acció associada al programa PLC.

Verificar que les alarmes poden ser advertida estant actives i estant no actives.

Verificar que queden registrades en el llistat de pantalla d'alarmes, avisos i esdeveniments, en totes les seves modalitats.

Anotar en el registre del test els resultats de les comprovacions.

B.6.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 4 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	En l'aplicació TP es generen els textos adequats
2	La detecció de l'alarma, avís i esdeveniment provoca les accions programades en el sistema de control.
3	Les alarmes poden ser apercebudes.
4	Les alarmes, avisos i esdeveniments queden registrats per l'aplicació TP

Taula 31: Criteris d'acceptació Test OQ1_MENS

B.7. Test OQ1_Cons: Consignes des de TP**B.7.1. Objecte**

Comprovar que les consignes definides en el sistema és poden modificar des de l'aplicació TP, amb el nivell d'usuari adequat.

B.7.2. Descripció i metodologia utilitzada

Obtenir relació de consignes del sistema amb possibilitat de modificació des TP.

Comprovar que modificant el valor de cada camp d'entrada de la TP s'actualitza a aquest valor la direcció adequada del PLC.

Desconnectant la TP de la comunicació amb el PLC, els valors de consigna del PLC segueixen sent els més moderns.

Completar el full de registre

B.7.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 2 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	Els canvis de consigna des de TP s'actualitzen correctament en PLC
2	El PLC manté els darrers valors de consigna escrits

Taula 32: Criteris d'acceptació Test OQ1_CONS

B.8. Test OQ1_F_PT: Actuadors en manual

B.8.1. Objecte

Comprovar que el sistema efectua les accions d'activació i desactivació del control dels actuadors en manual des de l'aplicació TP.

B.8.2. Descripció i metodologia utilitzada

Accedir des de la TP a cadascuna de les finestres de control de cada actuator.

Comprovar observant les sortides del PLC i els blocs del programa en línia que es pot passar d'automàtic a manual i viceversa en cada element, obrir / tancar (marxa / aturada) en manual i es pot habilitar / des-habilitar enclavament en manual a cada element.

Anotar dades per completar full de registre.

B.8.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 3 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	En tots els actuadors es pot passa de manual per automàtic i viceversa.
2	En tots els actuadors en manual es pot obrir/tancar (marxa/aturada).
3	En tots els actuadors en manual es pot activar o desactivar enclavaments

Taula 33: Criteris d'acceptació Test OQ1_F_TP

B.9. Test OQ1_F_PT: Funcionament pretractament

B.9.1. Objecte

Comprovar que el sistema executa correctament les rutines de funcionament de pretractament.

B.9.2. Descripció i metodologia utilitzada

Carregar els programes de PLC i TP, crear estat de normalitat forçant, si cal, entrades per eliminar alarmes. Aconseguir un esquema amb el diagrama de flux de funcionament de les diferents seqüències del pretractament.

Comprovar que amb el marxa de la seqüència s'executa la rutina establerta en el disseny del programa, verificant les adreces activades en els mòduls de sortida.

Comprovar que el senyal de parada d'emergència i absència d'aire d'alimentació detenen la rutina.

Comprovar que pot aturar la rutina des de l'aplicació TP.

Anotar dades per completar full de registre.

B.9.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 3 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	Les rutines de funcionament s'ajusten al disseny establert
2	L'aturada d'emergència i el senyal de pressió d'aire detenen les rutines
3	Poden aturar-se les rutines des de l'aplicació TP

Taula 34: Criteris d'acceptació Test OQ1_F_PT

B.10. Test OQ1_F_P: Funcionament planta

B.10.1. Objecte

Comprovar que el sistema executa correctament les rutines de funcionament de la planta.

B.10.2. Descripció i metodologia utilitzada

Carregar els programes de PLC i TP, crear estat de normalitat forçant, si cal, entrades per eliminar alarmes. Aconseguir un esquema amb el diagrama de flux de funcionament de les diferents seqüències de la planta.

Comprovar que amb el marxa de la seqüència s'executa la rutina establerta en el disseny del programa, verificant les adreces activades en els mòduls de sortida.

Comprovar que el senyal de parada d'emergència i absència d'aire d'alimentació detenen la rutina.

Comprovar que pot aturar la rutina des de l'aplicació TP.

Anotar dades per completar full de registre.

B.10.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 3 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	Les rutines de funcionament s'ajusten al disseny establert
2	L'aturada d'emergència i el senyal de pressió d'aire detenen les rutines
3	Poden aturar-se les rutines des de l'aplicació TP

Taula 35: Criteris d'acceptació Test OQ1_F_P

B.11. Test OQ1_F_L: Funcionament llaç

B.11.1. Objecte

Comprovar que el sistema executa correctament les rutines de funcionament del llaç de distribució.

B.11.2. Descripció i metodologia utilitzada

Carregar els programes de PLC i TP, crear estat de normalitat forçant, si cal, entrades per eliminar alarmes. Aconseguir un esquema amb el diagrama de flux de funcionament de les diferents seqüències del llaç.

Comprovar que amb el marxa de la seqüència s'executa la rutina establerta en el disseny del programa, verificant les adreces activades en els mòduls de sortida.

Comprovar que el senyal de parada d'emergència i absència d'aire d'alimentació detenen la rutina.

Comprovar que pot aturar la rutina des de l'aplicació TP.

Anotar dades per completar full de registre.

B.11.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 3 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	Les rutines de funcionament s'ajusten al disseny establert
2	L'aturada d'emergència i el senyal de pressió d'aire detenen les rutines
3	Poden aturar-se les rutines des de l'aplicació TP

Taula 36: Criteris d'acceptació Test OQ1_F_L

C PROTOCOL SAT IQ2

C.1. Introducció

C.1.1. Objecte

L'objectiu d'aquest protocol és definir les activitats necessàries per fer la qualificació de la instal·lació del sistema de control i monitorització de la planta de tractament d'aigua i el llaç d'aigua purificada directament a fabrica. Aquesta etapa de qualificació es recull dintre del el test d'acceptació del sistema (SAT)

C.1.2. Site Acceptance Test (SAT)

La implantació dels sistema de control i monitorització de la planta es caracteritza en aquesta etapa per la verificació del funcionament dels diferent elements que formen el conjunt a instal·lar.

El Cicle de Vida descriu que després de realitzar les proves FAT, i acceptació de les mateixes per part del client, es procedeix a la instal·lació del sistema en la ubicació final.

Després de realitzar aquesta instal·lació, s'ha de procedir a la qualificació de tots els elements instal·lats i el funcionament general del sistema. Les activitats que es desenvolupen per a poder efectuar aquesta qualificació es contemplen en el denominat Site Acceptance Test (SAT).

El Site Acceptance Test (SAT) està constituït per els protocols IQ-2 i OQ-2, i que, en conjunt, demostren que el sistema opera de la forma prevista en les especificacions funcionals del sistema.

C.1.3. Àmbit

Aquest protocol de qualificació de la instal·lació II (IQ-2) presenta única i exclusivament les proves de qualificació de la instal·lació dels elements que constitueixen el sistema de control i monitorització, i que van ser qualificats prèviament a la IQ-1, veure taula 1.

Elements de Hardware	S7-300 (PLC amb targetes d'entrada i sortida)
	TP (Pantalla tàctil)
Elements de Software	Programa PLC (aplicació amb step-7)
	Programa TP (aplicació amb protocol)

Taula 37: Elements de hardware i software

Verificar el funcionament correcte del llaç de control de cada un dels actuadors i sensors, comprovant que des de la monitorització es visualitzen els estats reals de cadascuna dels senyals. És a dir que es verifica la correspondència adequada dels elements de camp pel que fa a l'aplicació TP.

El tipus de proves a realitzar complementa les proves efectuades en el protocol de qualificació de la instal·lació IQ-1, de manera que mitjançant dos protocols es tingui una adequada identificació i caracterització de tots els elements integrants de la planta.

C.2. Metodologia

Aquest protocol es divideix amb una sèrie de test destinats a verificar els aspectes exposats fins el moment. Per cada test es defineixen l'objecte, la descripció i metodologia utilitzada i els criteris d'acceptació.

En les fulles de registre dels test detallats es registraran els resultats obtinguts en les proves realitzades, amb la data i signatura de la persona que les va obtenir, junt amb tota la documentació generada durant la prova

Les desviacions produïdes en qualsevol dels test es documentaran en els mateixos, els quals seran mantinguts en un registre per a la seva investigació i seguiment de las accions correctores emprades per solucionar-ho. La relació de desviacions i l'estat del seu seguiment seran incloses en el informe de qualificació operacional.

A la finalització de totes les proves SAT (IQ-OQ) s'emetrà un informe de qualificació SAT en que es detallaran, com a mínim, la descripció de les tasques de test realitzades, el resultat obtingut en l'anàlisi d'aquests, un resum amb les desviacions obtingudes durant l'execució de les proves, mesures correctores pendents de realitzar per poder completar de manera satisfactòria el protocol d'IQ2 i finalment la documentació generada.

Tant les proves realitzades com l'informe de qualificació, tindran que ser revisats i aprovats per el responsable de fabrica. L'aprovació del present protocol implica la revisió i aprovació dels test associats.

La taula 2 mostra les proves que es realitzaran en aquesta qualificació

Test	Descripció
IQ2_CHK	Verificació dels elements instal·lats
IQ2_COM	Verificació de comunicacions
IQ2_PR	Verificació visualització del procés i actuació sobre el procés

Taula 38: Llistat de tests de verificació

C.3. Test IQ2_CHK: Verificació dels elements instal·lats

C.3.1. Objecte

Identificar els elements instal·lats del sistema i comprovar que coincideixen amb els descrits en la documentació de qualificació de la instal·lació IQ-1.

C.3.2. Descripció i metodologia utilitzada

Obtenir una còpia dels tests de qualificació de la instal·lació IQ-1 que descriuen tots els elements de hardware que s'instal·laran.

Comprovar que s'han instal·lat tots els elements descrits en aquestes proves. En el cas que s'hagi produït algun canvi, verificar que existeix el control de canvis corresponent.

Comprovar que es disposa de còpia en suport fix (disquets, ...) dels programes instal·lats a cadascun dels equips (TP i PLC).

Comprovar que s'ha lliurat la documentació descriptiva dels diferents elements instal·lats.

Verificar que es disposa dels informes de qualificació FAT (dels protocols IQ-1 i OQ-1) degudament acceptats per el client.

C.3.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 4 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	S'han instal·lat els elements descrits en la qualificació de la instal·lació
2	És disposa d'una còpia dels programes instal·lats
3	És disposa de la documentació dels diferents elements instal·lats
4	És disposa dels informes aprovats de la qualificació FAT

Taula 39: Criteris d'acceptació Test IQ2_CHK

C.4. Test IQ2_Com: Verificació de comunicacions

C.4.1. Objecte

Verificar que els diferents elements instal·lats comuniquen correctament entre ells.

C.4.2. Descripció i metodologia utilitzada

Posar en marxa tots els equips de la instal·lació (PLC, TP) i comprovar que el sistema de control no presenta errors de comunicació.

Comprovar que l'accés a la TP és correcta.

Verificar que s'estan rebent senyals dels equips connectats. Per a això consultar visualment a través de les pantalles de la TP que presenten dades dels equips.

C.4.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 3 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	Després de arrancar els equips de la instal·lació, el sistema no presenta problemes de comunicacions
2	L'accés a la TP es correcte.
3	Des de l'aplicació TP es rep senyal dels diferents equips de process connectats

Taula 40: Criteris d'acceptació Test IQ2_COM

C.5. Test IQ2_Pr: Verificació visualització del procés i actuació sobre el procés

C.5.1. Objecte

Verificar la correcta correspondència entre l'estat real dels elements del llaç que fa el monitoratge a la TP, i l'accionament adequat dels actuadors des de la TP.

C.5.2. Descripció i metodologia utilitzada

Imprimir les pantalles de la TP i registrar els resultats en cada un dels equips representats. Per a tots els actuadors es verifica que des de la TP pot passar a remot, activar i desactivar l'equip, hi ha correspondència entre l'actuador accionat des de la TP i l'actuador real de la instal·lació, el monitoratge de la TP es correspon amb l'estat real de l'actuador, per a tots els elements no actuadors es realitza sobre aquests elements les accions necessàries perquè canviïn d'estat verificant en les pantalles de la TP que monitoritza els canvis correctament. Registrar les comprovacions en el full de registre.

C.5.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 2 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	Els actuadors es monitoritzen correctament i poden ser accionats des de la TP
2	Els elements no actuadors de la instal·lació es monitoritzen correctament a la TP

Taula 41: Criteris d'acceptació Test IQ2_PR

D PROTOCOL SAT OQ1

D.1. Introducció

D.1.1. Objecte

L'objectiu d'aquest protocol es definir les activitats necessàries per fer la qualificació de la instal·lació del sistema de control i monitorització de la planta de tractament d'aigua i el llaç d'aigua purificada directament a fabrica. Aquesta etapa de qualificació es recull dintre del el test d'acceptació del sistema (SAT)

D.1.2. Site Acceptance Test (SAT)

La implantació dels sistema de control i monitorització de la planta es caracteritza en aquesta etapa per la verificació del funcionament dels diferent elements que formen el conjunt a instal·lar.

El Cicle de Vida descriu que després de realitzar les proves FAT, i acceptació de les mateixes per part del client, es procedeix a la instal·lació del sistema en la ubicació final.

Després de realitzar aquesta instal·lació, s'ha de procedir a la qualificació de tots els elements instal·lats i el funcionament general del sistema. Les activitats que es desenvolupen per a poder efectuar aquesta qualificació es contempen en el denominat Site Acceptance Test (SAT).

El Site Acceptance Test (SAT) està constituït per els protocols IQ-2 i OQ-2, i que, en conjunt, demostren que el sistema opera de la forma prevista en les especificacions funcionals del sistema.

D.1.3. Àmbit

Aquest protocol de qualificació de la instal·lació II (OQ-2) presenta única i exclusivament les proves de qualificació operacional dels elements que constitueixen el sistema de control i monitorització, i que van ser qualificats prèviament a la IQ-1.

Les activitats que es desenvolupen per a tal fi es divideixen comprovació del correcte funcionament de les alarmes definides, verificació de la seqüència de control de pretractament,

verificació de la seqüència de control de planta, verificació de les seqüències de control del llaç de distribució i verificació dels punts d'ús.

El tipus de proves a realitzar complementa les proves efectuades en el protocol de qualificació operacional OQ-1, de manera que mitjançant dos protocols es contempli íntegrament les especificacions funcionals del sistema.

D.2. Metodologia

Aquest protocol es divideix amb una sèrie de test destinats a verificar els aspectes exposats fins el moment. Per cada test es defineixen l'objecte, la descripció i metodologia utilitzada i els criteris d'acceptació.

En les fulles de registre dels test detallats es registraran els resultats obtinguts en les proves realitzades, amb la data i signatura de la persona que les va obtenir, junt amb tota la documentació generada durant la prova

Les desviacions produïdes en qualsevol dels test es documentaran en els mateixos, els quals seran mantinguts en un registre per a la seva investigació i seguiment de las accions correctores emprades per solucionar-ho. La relació de desviacions i l'estat del seu seguiment seran incloses en el informe de qualificació operacional.

A la finalització de totes les proves SAT (IQ-OQ) s'emetrà un informe de qualificació SAT en que es detallaran, com a mínim, la descripció de les tasques de test realitzades, el resultat obtingut en l'anàlisi d'aquests, un resum amb les desviacions obtingudes durant l'execució de les proves, mesures correctores pendents de realitzar per poder completar de manera satisfactòria el protocol d'OQ2 i finalment la documentació generada.

Tant les proves realitzades com l'informe de qualificació, tindran que ser revisats i aprovats per el responsable de fabrica. L'aprovació del present protocol implica la revisió i aprovació dels test associats.

La taula 1 mostra les proves que es realitzaran en aquesta qualificació

Test	Descripció
OQ2_MENS	Alarmes i avisos i esdeveniments del sistema
OQ2_F_PT	Funcionament pretractament
OQ2_F_P	Funcionament planta
OQ2_F_L	Funcionament llaç

Taula 42: Llistat de tests de verificació

D.3. Test OQ2_Mens: Alarmes, avisos i esdeveniments del sistema

D.3.1. Objecte

Comprovar que es generen alarmes, avisos i esdeveniments en el sistema, queden registrades i poden ser desapercebudes en cas necessari.

D.3.2. Descripció i metodologia utilitzada

Obtenir una relació de totes les alarmes, avisos i esdeveniments definits en el sistema.

Provocar les alarmes, avisos i esdeveniments més rellevants i comprovar que es genera text a la TP, verificar que realitza l'acció associada al programa PLC, verificar que les alarmes poden ser advertides estant actives i estant no actives i verificar que queden registrades en el llistat de pantalla d'alarmes, avisos i esdeveniments, en totes les seves modalitats.

Anotar en el registre del test els resultats de les comprovacions.

D.3.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 4 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	En l'aplicació TP es generen els textos adequats.
2	la detecció de l'alarma, avís i esdeveniment provoca les accions programades en el sistema de control
3	Les alarmes poden ser apercebudes
4	Les alarmes, avisos i esdeveniments queden registrats a l'aplicació TP

Taula 43: Criteris d'acceptació Test OQ2_MENS

D.4. Test OQ2_F_Pt: Funcionament pretractament

D.4.1. Objecte

Comprovar que el sistema executa correctament les rutines de funcionament de pretractament.

D.4.2. Descripció i metodologia utilitzada

Aconseguir un esquema amb el diagrama de flux de funcionament de les diferents seqüències del pretractament.

Comprovar que amb el marxa de la seqüència s'executa la rutina establerta en el disseny del programa, verificant a la TP l'estat dels actuadors.

Comprovar que el senyal de parada d'emergència i absència d'aire d'alimentació detenen la rutina.

Comprovar que pot aturar la rutina des de l'aplicació TP.

Comprovar que la generació d'alarmes provoca el resultat esperat. (realitzar aquesta verificació amb algunes alarmes).

Anotar dades per a completar full de registre.

D.4.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 2 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	Les rutines de funcionament s'ajusten al disseny establert
2	L'aturada d'emergència i la senyal de pressió d'aire detenen les rutines

Taula 44: Criteris d'acceptació Test OQ2_F_PT

D.5. Test OQ2_F_P: Funcionament planta

D.5.1. Objecte

Comprovar que el sistema executa correctament les rutines de funcionament de planta.

D.5.2. Descripció i metodologia utilitzada

Aconseguir un esquema amb el diagrama de flux de funcionament de les diferents seqüències del pretractament.

Comprovar que amb el marxa de la seqüència s'executa la rutina establerta en el disseny del programa, verificant a la TP l'estat dels actuadors.

Comprovar que el senyal de parada d'emergència i absència d'aire d'alimentació detenen la rutina.

Comprovar que pot aturar la rutina des de l'aplicació TP.

Comprovar que la generació d'alarmes provoca el resultat esperat. (realitzar aquesta verificació amb algunes alarmes).

Anotar dades per a completar full de registre.

D.5.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 2 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	Les rutines de funcionament s'ajusten al disseny establert
2	L'aturada d'emergència i la senyal de pressió d'aire detenen les rutines

Taula 45: Criteris d'acceptació Test OQ2_F_P

D.6. Test OQ2_F_L: Funcionament llaç

D.6.1. Objecte

Comprovar que el sistema executa correctament les rutines de funcionament del llaç.

D.6.2. Descripció i metodologia utilitzada

Aconseguir un esquema amb el diagrama de flux de funcionament de les diferents seqüències del pretractament.

Comprovar que amb el marxa de la seqüència s'executa la rutina establerta en el disseny del programa, verificant a la TP l'estat dels actuadors.

Comprovar que el senyal de parada d'emergència i absència d'aire d'alimentació detenen la rutina.

Comprovar que pot aturar la rutina des de l'aplicació TP.

Comprovar que la generació d'alarmes provoca el resultat esperat. (realitzar aquesta verificació amb algunes alarmes).

Anotar dades per a completar full de registre.

D.6.3. Criteris d'acceptació

En aquest test hi ha 2 criteris d'acceptació, tal i com es veuen a la taula següent.

Nº	Descripció
1	Les rutines de funcionament s'ajusten al disseny establert
2	L'aturada d'emergència i la senyal de pressió d'aire detenen les rutines

Taula 46: Criteris d'acceptació Test OQ2_F_L

E CODI PROGRAMA

El programa de PLC esta realitzat amb el software STEP-7. El CD adjunt conté el codi del programa