



**BILBOKO INDUSTRIA INGENIARITZA TEKNIKOKO  
UNIBERTSITATE ESKOLA**



**INDUSTRIA ELEKTRONIKAREN ETA AUTOMATIKAREN INGENIARITZA**

**GRADUA :**

**GRADU AMAIERAKO LANA**

2014 / 2015

*ZENTRAL HIDROELEKTRIKO ITZULGARRIA TURBINA-PONPA  
TALDEAREKIN*

**DISEINUA**

**IKASLEAREN DATUAK**

IZENA: NAIARA

ABIZENAK: GARCÍA RUIZ

SIN.:

DATA:2015-09-10

**ZUZENDARIAREN DATUAK**

IZENA:M<sup>a</sup> GORETTI

ABIZENAK:SEVILLANO BERASATEGI

SAILA: SISTEMEN INGENIARITZAETA AUTOMATIKA

SIN.:

DATA: 2015-09-10

## AURKIBIDEA

<b>3.1 INGURUNEAREN ANALISIA.....</b>	<b>1</b>
<b>3.1.1 ZENTRALAREN KOKAPENA .....</b>	<b>3</b>
<b>3.2 POTENTZIEN ETA ENERGIEN KALKULUA.....</b>	<b>4</b>
<b>3.2.1 ERABILITAKO DATUAK ETA KALKULATUKO DIREN PARAMETROEN     TAULA .....</b>	<b>4</b>
<b>3.2.2 POTENTZIAK .....</b>	<b>6</b>
3.2.2.1 TURBINA ETA SORGAILUA .....	6
3.2.2.2 PONPA ETA MOTOREA .....	8
<b>3.2.3 BALANTZE ENERGETIKO ETA EKONOMIKOA .....</b>	<b>11</b>
<b>3.3 TURBINAREN ABIADURAREN ERREGULAZIOA .....</b>	<b>13</b>
<b>3.4 PROGRAMAZIOA.....</b>	<b>17</b>
<b>3.4.1 SIMATIC STEP7 HASIERAKO KONFIGURAZIOA .....</b>	<b>17</b>
<b>3.4.2 PROGRAMAZIO LENGONEN ARTEKO ERLAZIOA .....</b>	<b>20</b>
3.4.2.1 GRAFCET PROGRAMAZIOA .....	20
3.4.2.2 GRAFCET LENGONEN ERALDAKETA .....	27
3.4.2.3 KOP PROGRAMAZIOA .....	33
<b>3.4.3 PLCSIM.....</b>	<b>81</b>
<b>3.4.4 SCADA PANTAILEN GARAPENA .....</b>	<b>82</b>

### 3.1 INGURUNEAREN ANALISIA

Proiektu honetan garaturiko bonbeozko zentralaren tamaina eta egitura baldintzatzen dituen ezaugarri nagusia orografia da. Atal honetan zehar zentralaren kokagunearen azterketa bat egingo da bonbeozko zentrala kokatu ahal den jakiteko.

Memorian aipatu bezala hainbat zentral hidroelektriko itzulgarri aurkitu daitezke ingurunearen ezaugarrien arabera, kasu honetan zentrala ingurune menditsu batez egongo da inguratuta, hori dela eta bere tamaina txikia izango da. 1.1 eta 1.2 Irudietan ikusi daitezke zehazki proiektu honetan garatutako zentrala kokatuko litzatekeen Oiolako urtegiaren ingurunea nolakoa den mapa eta satelite moduan.



3.1.1. Irudia. Oiolako urtegiaren mapa topografikoa.

3.1.1 irudia aztertuz, argi nabaritu daiteke zentrala kokatu behar den ingurunean ezinezkoa dela jauzi handi bat lortzeko beharrezkoa den altuera izatea, hori dela eta erabili ahal den makineria aukera desberdinak azertu ondoren semiKaplan turbina bat erabiltzea erabaki da. Memorian azaldu den bezala turbina mota hau jauzi txiki eta emari handiekin egiten duelako lan.



3.1.2. Irudia. Oiologo urtegia sateliteko argazki bidez.

Zentrala ondo funtzionatzeko bi urtegi behar dira. Hasiera batean, zentrala eraikitzeke presa erabiltzea pentsatu zen, baina 3.1.1 eta 3.1.2 Irudiak erakusten duten orografia aztertu ostean presaren azpiko aldean urtegi berri bat eraikitzeke egin beharreko obra oso handia eta garestia izango litzatekeela ondorioztatu da. Hori dela eta, ez-ohizko diseinu bat erabiltzea erabaki da, bonbeozko zentralaren kokapena aldatuz eta dagoen presaz aparte eraikiz. Hau da turbinak eta ponpak ez dira presan bertan kokatuko, baizik eta urtegian ezarritako makina gela batean kokatuko dira, horren ondorioz beheko urtegi bezala Oiologo uharka erabiliko litzateke eta goiko urtegirako ordea bi ur biltegiak izango lirateke, horri esker egin beharreko obra zibila murriztu eta merkeagotu egingo litzateke.

Goiko urtegi gisa  $13.000\text{m}^3$  bi ur biltegi eraikiko dira 3.1.1 Irudiko 2. Lerroaren kotan gutxi gorabehera, hau da 425m-ra eraikitzea erabaki da urtegiaren inguruko landa batean, izan ere, kontuan izan behar da urtegia 400 metroko kota bat daukala eta erreferentzia puntu bezala hartzen denez 0m direla planteatuko da kalkulue tan.

### 3.1.1 ZENTRALAREN KOKAPENA

Ezaugarri hauek direla eta puntu honetan zentralak izango lukeen itxuraren eskema orokor bat planteatzen da, goiko urtegi bezala bi ur biltegi erabiliko dira 26.000 m<sup>3</sup>-ko bolumen bat lortuz. 3.1.3 Irudian ikusi daiteke zentralaren egituraren eskema eta bere kokapena zein izango litzatekeen, urtegiko ingurunea azertu ostean kokapen hori proposatu da obra gutxien eginbeharreko eremua eta zentralaren funtzionamendua egokia lortzeko ezaugarriak betetzen dituelako.



3.1.3. Irudia. Zentralarentzako proposaturik kokapena.

## 3.2 POTENTZIEN ETA ENERGIEN KALKULUA

Programazioan erabiliko diren parametro eta baldintzak ezagutzeko, makina bakoitzaren parametroak ezagutu behar dira. Horretarako txostenaren atal honetan memoriaren 6. atalean, “6. *Hartutako Ebatziak*”, azaldu diren formulak erabiliko dira. Lehenbizi potentziaren kalkuluak landuko dira, behin hori ezagututa zentralak kontsumitu beharko lukeen eta sortu ahal izango lukeen energiaren prezioa eta kantitatea lortuko dira.

### 3.2.1 ERABILITAKO DATUAK ETA KALKULATUKO DIREN PARAMETROEN TAULA

Kalkuluak egin ahal izateko erabiliko diren datuak, inguruneak baldintzaturiko datuak dira orokorrean. Makinen ezaugarrietan erabiliko diren datuak ordea estandarizatuak izango dira. 3.2.2 *Puntuak* datu horien jatorria aztertzen delarik.

3.2.1 *Taulan* ekuazioetan ordezkatu behar diren parametroak bere balio eta unitateekin laburbilduta ematen dira.

*Taula 3.2.1: Erabili diren parametroak*

	<i>Datua</i>	<i>Sinboloa</i>	<i>Balioa</i>	<i>Unitateak</i>
1)	Uraren pisu espezifikoa	$\gamma$	9.8	
2)	Ur jauzia	H	25	m
3)	Biltegi baten bolumena	V	13.000	m <sup>3</sup>
4)	Biltegi kopurua		2	
5)	Turbinatuko diren ordu kopurua	$t_t$	4	h
6)	Ponpeatuko diren ordu kopurua	$t_p$	8	h

7)	Turbinaren errendimendua	$\eta_T$	0.75	%
8)	Ponparen errendimendua	$\eta_G$	0.75	%
9)	Sorgailuaren errendimendua	$\eta_s$	0.95	%
10)	Motorearen errendimendua	$\eta_s$	0.95	%
11)	Sarearen maiztasuna	f	50	Hz
12)	Polo pare kopurua	p	4	
13)	Sareko tentsioa	$U_{sare}$	13.2	kV
14)	Primarioko tentsioa	$U_1$	13.200	kV
15)	Sekundarioko tentsioa	$U_2$	400	V
16)	Potentzia faktorea	$\cos \varphi$	0.82	
17)	Gaineko gainazalaren altuera	$H_i$	25	m
18)	Azpiko gainazalaren altuera	$H_a$	0	m
19)	Errendimendu manometrika	$\eta_H$	0.92	%
20)	Errendimendu mekanikoa	$\eta_M$	0.95	%
21)	Errendimendu bolumentrikoa	$\eta_V$	0.88	%

Kalkuluak egiteko erabiliko diren ekuazio horietan kalkulatu diren parametroen zerrenda 3.2.2 *Taulan* zerrendatuta daude:

Taula 3.2.2: Kalkulaturiko Parametroak

	<i>Kalkulatuko diren parametroak</i>	<i>Sinboloa</i>	<i>Unitatea</i>
22)	Potentzia erabilgarria	Pu	kW
23)	Potentzia elektrikoa	Pe	kW
24)	Potentzia erreaktiboa	Q	kVAr
25)	Itxurazko potentzia	S	kVA
26)	Emaria	Q	m <sup>3</sup> /s
27)	Denbora	T	s
28)	Galera kargak	Pc	m

### 3.2.2 POTENTZIAK

Makina bakoitzeko kalkuluak independenteki egin behar direnez, atal hau bi azpiataletan banatzea erabaki da. Berez lau makina daudenez, lau azpiatal egon beharko lirateke, baina funtzionamendua modu egokian aztertzeko makinak bi taldetan banatzea nahiko da, alde batetik turbina eta sorgailua talde bat osatuko dute eta bestetik ponpa eta motorra bestea. Kalkulu hauek egiteko lehen esan bezala Memorian, “6. Hartutako Ebatziak” atalean, agertzen diren formulak erabiliko dira, formula bakoitza zein den adierazteko atal horretako erreferentziak erabiliko dira eta aurreko ataleko tauletan (3.2.1 eta 3.2.2 Taulak) adierazitako parametroen balioak ordezkatzuz beharrezko kalkuluak egingo dira.

#### 3.2.2.1 TURBINA ETA SORGAILUA

Turbinaren ardatzeko potentzia aktiboaren kalkulua alternadorearen potentziaren berdina izango da, ardatz berdinean kokaturik daudelako. Potentzia honen kalkulua egiteko



hurrengo adierazpenak behar dira. Parametro hauek ingurunearen topografia eta zentralaren kokapenak baldintzatuko dituzte.

Turbinaren emaria:

$$Q = \frac{V}{t} \left[ \frac{m^3}{s} \right] \quad (6.1)$$

$$Q = \frac{2 \cdot 13000}{4 \cdot 3600} \rightarrow Q = 1.805 \text{ m}^3/\text{s}$$

Potentzia

$$P = \gamma \cdot H \cdot Q \cdot \eta \quad (6.2)$$

$$P_{turb} = 9.8 \cdot 25 \cdot 1.805 \cdot 0.75 \rightarrow P_{turb} = 331.67 \text{ kW}$$

Abiadura espezifikoa

$$n_s = \frac{n\sqrt{P}}{H^{5/4}} \quad (6.3)$$

$$n_s = \frac{750\sqrt{331.67 \cdot 10^3}}{25^{5/4}} \rightarrow n_s \approx 245 \text{ rpm}$$

Turbina eta alternadorearen abiadura

$$n = \frac{60 \cdot f}{p} \quad (6.3.b) \text{ eta } (6.9)$$

$$n = \frac{60 \cdot 50}{4} \rightarrow n = 750 \text{ rpm}$$

Alternadorearen potentzia aktiboa

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi_1 \cdot \eta \quad (6.10)$$

$$P_{turb} = P_{alter} \rightarrow I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi_1} \rightarrow I = \frac{331.67 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.82 \cdot 0.95} \rightarrow$$

$$I = 614.73A$$

Alternadorearen potentzia erreaktiboa

$$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi_1 \cdot \eta \quad (6.11)$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin(\cos^{-1} \varphi_1) \cdot \eta \rightarrow Q = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 614.73 \cdot \sin(\cos^{-1} 0.82) \cdot 0.95 \rightarrow$$

$$Q = 24.7 \text{ kVAr}$$

Alternadorearen itxurazko potentzia

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \rightarrow S = 411.57 \text{ kVA} \quad (6.12)$$

### 3.2.2.2 PONPA ETA MOTOREA

Behin turbinaren ezaugarriak eta lortuko diren potentziak ezagututa, ponparen kalkuluak egiteko prozedura bera jarraituko da. Nola ponpatze orduak turbinatze orduen bikoitza direnez, lortzen den emaria desberdina izango da. Ponpaketarako 8 ordu erabiliko dira.

Emaria

$$Q_{ponpa} = \frac{V}{t} \left[ \frac{m^3}{s} \right] \quad (6.4)$$

$$Q = \frac{2 \cdot 13000}{8 \cdot 3600} \rightarrow Q = 0.902 \text{ m}^3/\text{s}$$

Aurrerago kalkulatu behar izango diren galera kargak kalkulatzeko, lortu den emariaren emaitzaren unitateak aldatu beharra dago,  $m^3/\text{segundu}$  litro/segundutara.

$$Q = 0.902 \frac{m^3}{s} \cdot \frac{1000l}{1m^3} \cdot \frac{3600s}{1h} \rightarrow Q = 331200 \text{ l/s}$$

Ponparen alturera manometrikoa eta turbinaren altuera kontzeptu desberdinak dira, hori dela eta ezin da zuzenean turbinan erabilitako balio berdina erabili ponpan. Altuera manometrikoa ponpak ura igo beharreko altuera da, hori dela eta altuera honi karga galerak gehitu behar zaizkio. Karga galera hauek kontuan hartuko ez balira ponpak ezingo luke likidoa behar deneko altuerara igo.

Kalkulu hau egiterako orduan kontuan izan behar igo nahi den likidoaren bi gainazalak (hasiera eta amaierako) atmosferarekin egongo direla kontaktuan, hori dela eta presio bera izango dute  $P_i = P_a$ . Galera kargen balio lortzeko ikusi Eranskinen 4. Dokumentua taula, bertan emariaren balioa erabiliz  $P_c$  balioa lortzen da, kontuan izanik burdinazko hodi bat denez, taulan irakurritako balioa 1.5 balioa biderkatu behar zaiola.

$$H = H_g + P_c + 10 \cdot \frac{P_i - P_a}{\gamma} \quad (6.6)$$

$$H_g = H_a + H_i \quad (6.7)$$

$$P_c = 9.3 \cdot 1.5 = 13.95 \text{ m}$$

$$H = H_a + H_i + P_c \rightarrow H = (0 + 25) + 13.95$$

$$\rightarrow H = 28.95 \text{ m}$$

Ponparen eta motorearen potentzia kalkulatzeko hainbat potentzia desberdin hartu behar dira kontuan: Potentzia erabilgarria, Potentzia elektrikoa eta Ponparen

ardatzeko potentzia. Memoriaren 6. atalean, “6. Hartutako Ebatziak”, atalean ikusi daiteke haien arteko desberdintasunen xehetasunak.

Potentzia erabilgarria:

$$P_u = \gamma \cdot Q \cdot H \quad (6.8)$$

$$P_u = 9.8 \cdot 0.908 \cdot 28.95 \rightarrow P_u = 344.30kW$$

Ponparen ardatzak jasotako potentzia

$$P_b = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{367 \cdot \eta_H \cdot \eta_V} \quad (6.8.a)$$

$$P_b = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{367 \cdot \eta_H \cdot \eta_V}$$

Potentzia elektrikoa

$$P_e = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi}{1000} \quad (6.8.b)$$

Potentzien arteko erlazioak

$$P_u = P_b \cdot \eta_H \cdot \eta_V \quad (6.8.c)$$

$$P_u = P_e \cdot \eta_H \cdot \eta_V \cdot \eta_M = P_e \cdot \eta_G \quad (6.8.d)$$

$$\eta_G = \eta_H \cdot \eta_V \cdot \eta_M \quad (6.8.e)$$

Potentzia elektrikoaren kalkulurako ez da (6.8.b) adierazpena erabiliko, horren ordez potentzia erabilgarriaren balioa eta errendimenduak ezagutzen direnez, (6.8.d) adierazpena erabiltzea komenigarriagoa dela erabaki da.

$$P_u = P_e \cdot \eta_G \rightarrow P_e = \frac{P_u}{\eta_G} \rightarrow P_e = \frac{334.30}{0.88 \cdot 0.92 \cdot 0.95} \rightarrow P_e = 447.65 \text{ kW}$$

### 3.2.3 BALANTZE ENERGETIKO ETA EKONOMIKOA

Aurreko atalean lorturiko emaitzak ikusita zentrolean lorturiko balantze energetikoa negatiboa dela nabaritzen da, egoera ponpak kontsumituriko energia kantitatea turbinak sortutakoa baino handiagoa izango da denbora gehiagoz egongo delako lanean. Balantze energetiko negatibo bat eduki arren kontuan hartu behar da elektrizitatearen prezioa ere aldakorra dela, horri esker ponparen bidez kontsumituriko potentzia elektrikoaren prezioa baxua izango da eta turbinatzerakoan, aldiz, salduko den elektrizitatearen prezioa garestiagoa izango da. Hori dela eta balantze ekonomikoa positiboa izango da balantze energetiko negatibo bat eduki arren. Hurrengo adierazpenen bidez ikusi daiteke zein den lortu ahal izango litzatekeen irabazia:

Zentralaren ezaugarriak ikusita Iberdrolaren 3.1.A tarifa kontratu beharko da (Ikusi eranskinen 3. Dokumentua tarifari buruzko informazio zehatza eskuratzeko), kontsumitu eta sortuko den potentzia 450kW ingurukoa delako. Elektrizitatearen prezioaren kalkulua egiteko (7.0) adierazpena erabiliko da:

$$E(\text{kWh}) = P_e \cdot 24 \cdot 365 \quad (7.0)$$

$$\text{Prezioa turbinatzerakoan} = E(\text{kWh}) \cdot \text{Prezioa max} \quad (7.1)$$

$$\text{Prezioa ponpaketan} = E(\text{kWh}) \cdot \text{Prezioa min} \quad (7.2)$$

Prezioa periodoaren araberkoa denez Iberdrolako tarifatik harturiko prezioak erabiliko dira, kasu honetan hurrengo puntuetako balioak izango dira. Prezio hauek 2015eko uztailaren 1ean onartu zirenak dira.

Punta orduak: 0,014335 €/kWh

Ordu lauak (bitarteko orduak): 0,012754 €/kWh

Bailara orduak: 0,007805 €/kWh

Hau kontuan izanda lortuko den balantze energetikoa hurrengo da:

$$- \text{Prezioa turbinatzerakoan} = 331.67 \text{ kW} \cdot 24 \cdot 365 \cdot 0,014335 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \rightarrow$$

$$\text{Prezioa turbinatzerakoan} = 41.649,32\text{€}$$

$$- \text{Prezioa ponpaketan} = 447.65 \text{ kW} \cdot 24 \cdot 365 \cdot 0,007805 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \rightarrow$$

$$\text{Prezioa ponpaketan} = 30.606.63\text{€}$$

Lorturiko emaitzak aztertuz gero ikusi daiteke potentzien balantzea negatiboa izan arren balantze ekonomikoa positiboa izango dela eta lorturiko irabazpenak 11.042,69 €.

### 3.3 TURBINAREN ABIADURAREN ERREGULAZIOA

Proiektuaren programazioarekin hasi aurretik kontuan izan behar da turbina oso makina konplexua dela makina sinkrono eta ponpekin konparatzen baldin bada, hori dela eta abiaduraren kontrola nola egiten den azalduko da atal honetan zehar. Funtzionamendu hau ezagutzea ezinbesteko da “4.Programazioa” atalean proposatutako programazioa ulertzeko.

Proiektu honetan zentral hidroelektrikoak dituen semikaplan turbinen funtzionamendua kudeatu beharko da. Semikaplan turbinen funtzionamendu egokirako kontutan hartu behar den ezaugarri nagusia alabeen erregulazioa da. Kontrol hau egiteko hainbat modu daude hala nola PID bidez edota programa bidez. Kasu honetan, proiektuak behar duen zehaztasuna kontutan izanda, alabeen erregulaziorako euren funtzionamendua kontrolatzen duen programa erabiltzea erabaki da.

Alabeen kontrola turbinaren martxa sekuentziarekin dago erlazionatua, beraz erregulazio prozesu hau azaldu eta ulertzeko martxa prozesua ere azaldu beharra dago. Prozesu horren funtzionamenduaren ulergarritasuna hobetzeko, Grafset irudikapenaren bidez ere azalduko da..

Zentral honen turbinaren martxa sekuentzia erregulatzeko 4. balbularen posizioa erabiliko da. Balbula honek hiru lan posizio edukiko ditu: itxita, erdi irekita eta irekita. Martxa sekuentziaren hasieran balbula erdiraino irekiko da, horrela alternadoreak akoplamenturako behar duen abiadura lortuko du turbinaren abiadura maximoa gainditu gabe. Alternadorea sarera akoplatu aurretik turbinaren alabeei irekitzeko agindua emango zaie, horri esker alternadoreari karga jarriko zaio hutsean biratu ez dezan. Behin sinkronismo abiadura lortu denean alternadorea sarera akoplatuko da, sinkronismo abiadura lortu dela eta aklopatzeko momentua dela zehazteko sinkronoskopia erabiliko delarik.

Behin turbina akoplatuta dagoenean, alternadorea kitzikatzen hasi beharko da eta kontsignako potentzia bilatuko da denbora oro. Alternadore bat bi harilkadurez dago osatua: errotorea eta estatorea. Errotorean eremu magnetiko txiki bat sorraraziko da

kanpoko elikadura batekin, horrela harilkadura horiek eremu magnetiko horretan biratzen dutenean energia elektrikoa sortuko dute. Zenbat eta kitzikadura handiagoa izan geroz eta eremu magnetiko handiagoa egongo da alternadorean sorturiko potentzia ere handituz.

Kitzikadura hori sortzeko errotorearen korrontearen balioekin jolastuko da, beraz turbinarekin sorturiko potentzia kontsigna bezala zehaztutakoa baino handiagoa denean kitzikadura korronteen balioa murriztuko da. Sorturiko potentzia kontsignako potentziaren balioa baino txikiagoa denean aldiz, baldin bada sorgailua motor bihurtuko da turbina balaztatuz. Kasu horretan, turbinak ez duenez sinkronismo abiadura lortzeko abiadura nahikoa balaztatze hori sortuko da eta sarera konektatuta dagoenez bertatik kontsumitu beharko du potentzia sinkronismo abiadura mantentzeko. Balaztatze hori ekiditeko kitzikapen hori handitu beharko litzateke korrontearen balioa handituz.

Sistema honen bidez turbinaren abiaduraren kontrola egingo da, hasiera batean alabeen posizioaren bidez kontrolatuko da abiadura hori. Behin sinkronismo abiadura lortu dela alabeak finko geldituko dira eta alternadorearen kitzikapenaren bidez kontrolatu beharko da. Proiektu honen bonbeozko zentralaren kasuan lehen esan den bezala Diseinuko dokumentuko “4.Programazioa” ataleko Graficetetan egongo da adierazita.

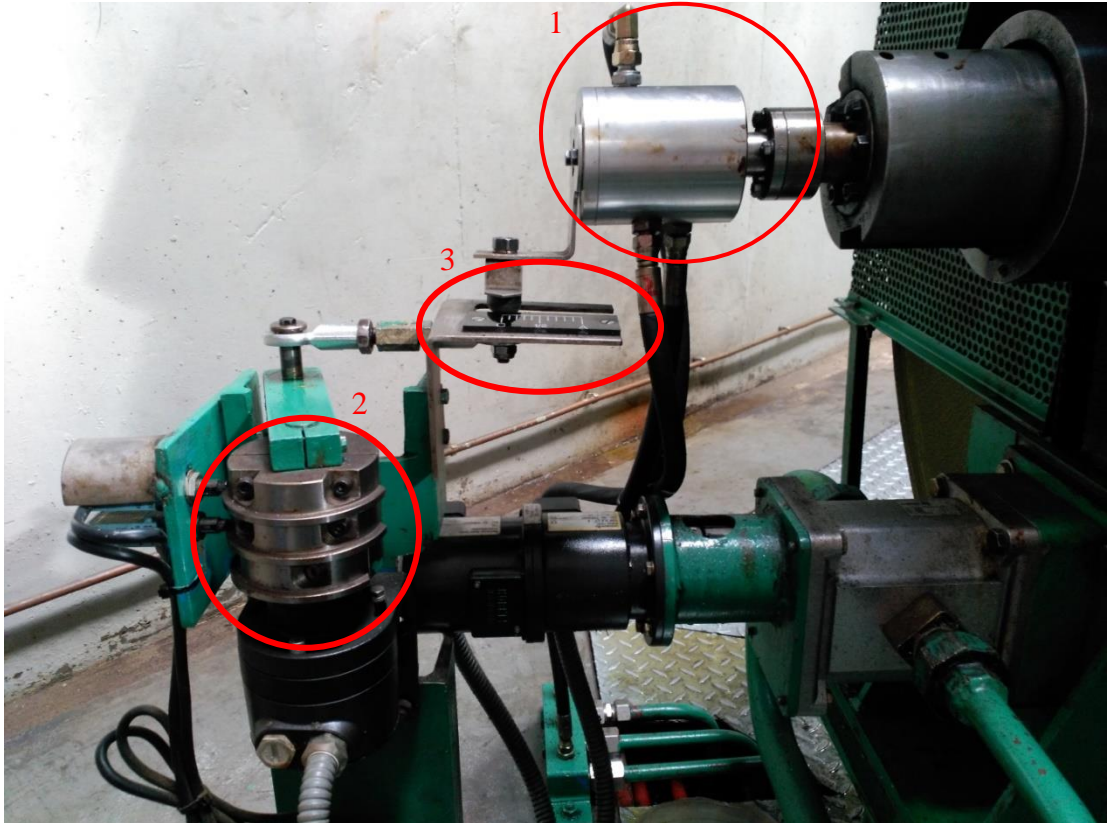
Alabeen posizioaren kontrola egiteko 3.3.1 irudian agertzen den sistema mekanikoa erabiliko da, ondoko elementuez osatuta dagoelarik:

1. Pstoi Hidraulikoa
2. Karrera Amaiera Sentsoreak (Pos\_max eta Pos\_min)
3. Erregela

Zentralaren kasuan guztiz irekita edo itxita dauden egoerak bakarrik erabiliko direnez karrera amaierak erabiltzea erabaki da, hala ere alabeen posizioa modu zehatz batean ezagutu nahi bada turbinak dauden makina gelara jaitsi eta 3.3.1 irudian agertzen den erregela ikusi daiteke. Irudi horretan adierazten den moduan, bi karrera amaiera sentsore erabiliz (programaren Pos\_max eta Pos\_min izango direnak) alabeen posizioa



momentu oro ezagutu daiteke. Hurrengo puntuetan ikusi daiteke zein diren irudiko elementu bakoitza zerrendatuta:



3.3.1. Irudia. Alabeen posizio kontrolaren sistema mekanikoa

3.3.1 irudian ikusi daitekeen moduan alabeen posizioa zehazteko pistoi hidrauliko bat erabiltzen da, pistoi hori sistema mekaniko baten bidez mugiaraziko du erregela hori alabeen posizioa adieraziz. Sistema hidrauliko hori mugiarazteko 3.3.2 irudian azaltzen den olio elikadura erabiliko da, bertako balbulen erregulazioaren bidez pistoiaren mugimendua zehaztuko da.



3.3.2. Irudia. Lubrikazio makina et alabeen pistoiaren olio hornitzailea.

Turbinaren lubrikazioa ezinbesteko prozesu batenez makina hondatu ez dadin langileak baimendu beharko du SCADA pantailaren bidez, hau da turbinaren funtzionamendua baimentzeko bi baldintza bete beharko dira: turbinaren martxa baimendu eta lubrikazioa. Honen bidez goian azalduko lubrikazio prozesua beteko berritu ahal izango da. Lubrikazioa prozesua 3.3.2 irudiko makinaren bidez egingo da, bertan motor elektriko bat jarriko da martxan botoi hori sakatzerakoan, motor elektriko hori ponpa oleo-hidrauliko bati egongo da konektatua eta ponpa horren bidez turbinaren kojinetetara sartuko zaio olio. Hala ere lubrikazioaren motor honen aktibazioa ez da SCADAren bidez egingo langilea lubrikazio makina dagoen lekura joan beharko da eta bertan kokaturiko botoi bat sakatu beharko du hau aktibatuz. Prozesu hau eskuz egitea erabaki da sistemari segurtasun handiagoa emateko, horrela langileak turbinaren sentsoreak ondo daudela ziurtatzeaz gain lubrikazio makina olio hornituta dagoela bermatuko du, bakarrik prozesu honetan egingo da lubrikazio prozesua ezinbestekoa delako turbinak ondo funtziona dadin.

## 3.4 PROGRAMAZIOA

Atal honetan, proiektuan garatutako zentralaren funtzionamendurako erabiliko litzatekeen interface-aren garapena azaltzen da. Proiektuaren erabiltzaile pantaila garatzerako orduan automatara helduko diren seinale kopurua hain handia izanik simuladore bat erabili da guztiak jaso ahal izateko. Programazioa garatzeko hasteko hurrengo ataletan azaltzen diren pausuak jarraitu dira.

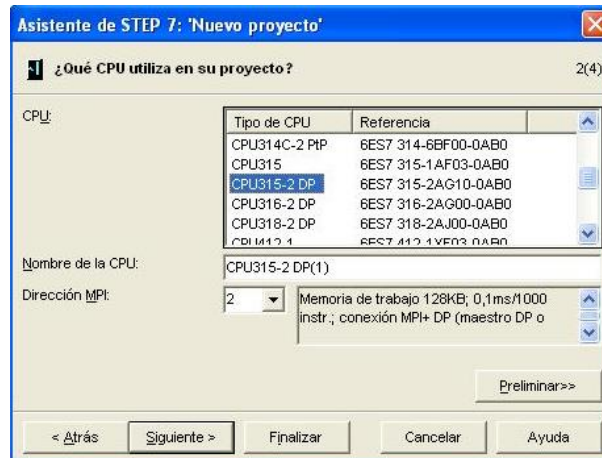
### 3.4.1 SIMATIC STEP7 HASIERAKO KONFIGURAZIOA

SIMATIC STEP 7 automata programagarrien kodeak sortzeko erabiltzen den Siemens etxeak garaturiko programa bat da. Proiektu hau aurrera eramateko Siemens etxeke automata bat aukeratuenez bere programazioa KOP lengoaian egingo da Step 7-a erreminta erabiliz.

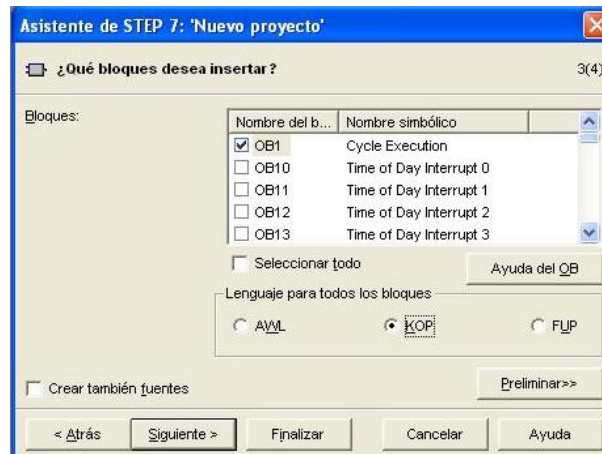
Programa irekitzerakoan agertzen dena lehenengo pantaila proiektu berri bat sortzeko laguntzailea da, bertan erabiliko den CPUa eta proiektuaren izena aukeratu da *3.4.1*, *3.4.2* eta *3.4.3* irudietan ikusi daitekeen moduan. Proiektuaren programazioa Siemens-eko KOP lengoaian egingo da



3.4.1. Irudia. STEP7 laguntzailea

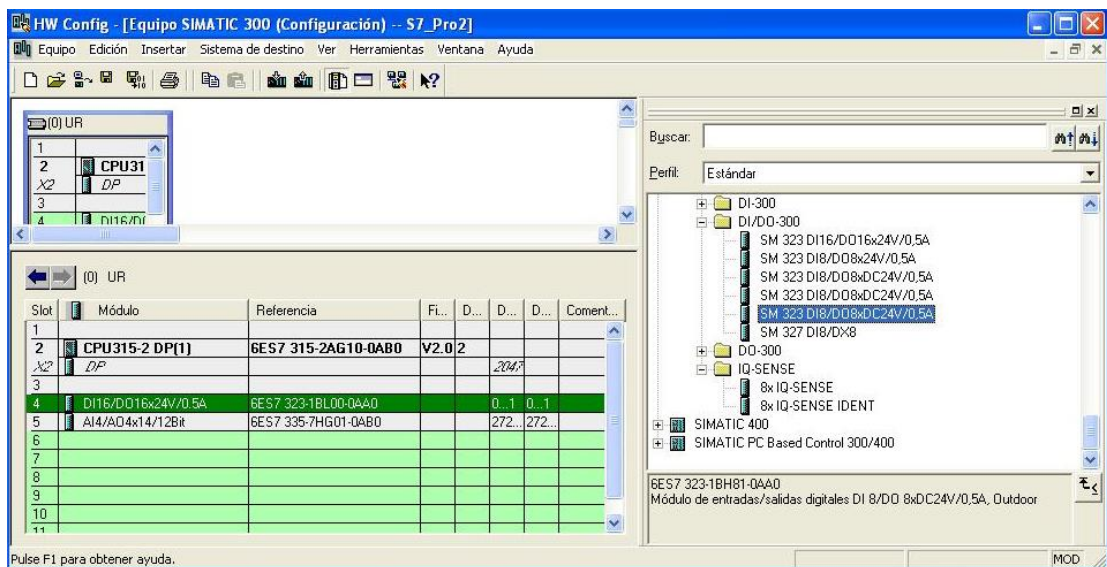


3.4.2. Irudia. CPUaren aukeraketa.



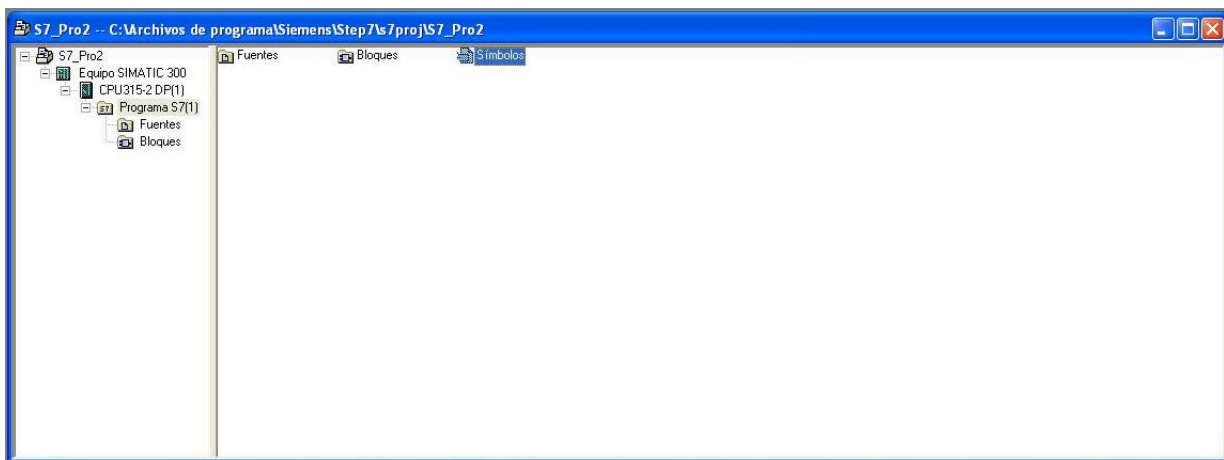
3.4.3. Irudia. Programazio lengoaiaren aukeraketa.

Behin prozesu hau egin dela automataren Hardwarea aukeratu behar da: erabiliko den elikadura iturria, sarrera-irteera moduluak, etab. Horretarako 3.4.5. Irudiko pantaila erabiliko da, pantaila hori proiektua sortzerakoan agertu da, bertako “Equipo SIMATIC300” aukeratuko da eta bertako Hardware atala zabalduko da 3.4.4. Irudian ikusi daitekeen moduan.



#### 3.4.4. Irudia. Hardwarearen konfigurazioa.

Behin hasierako konfigurazio hau egin dela 3.4.5. Irudiko pantailara itzuli behar da eta bertan programaziorako erabiliko diren aldagaiak zehaztu behar dira “Tabla de simbolos” esaten duen atalean.



#### 3.4.5. Irudia. Aldagaien taularen helbideratzea.

Bertan automataren irteera eta sarreren izenak eta helbideak zehaztuko dira. Behin aldagaien taula gorde dela OB1 blokea irekiko da eta bertan sortuko da programa 3.4.6. Irudian ikusi daitekeen moduan.

Programatzerako orduan kontuan izan behar da Grafcet egitura mantendu behar dela KOP lengoiairekin, hori dela eta “4.2.2 *Grafcet Lengoiaren Eraldaketa* “ Atalean azalduko den eraldaketa hartu behar da kontuan. Hori lortzeko Grafcetaren etapak marken bidez adieraziko dira, beraz SET eta RESET aginduak hartu beharko dira kontuan.



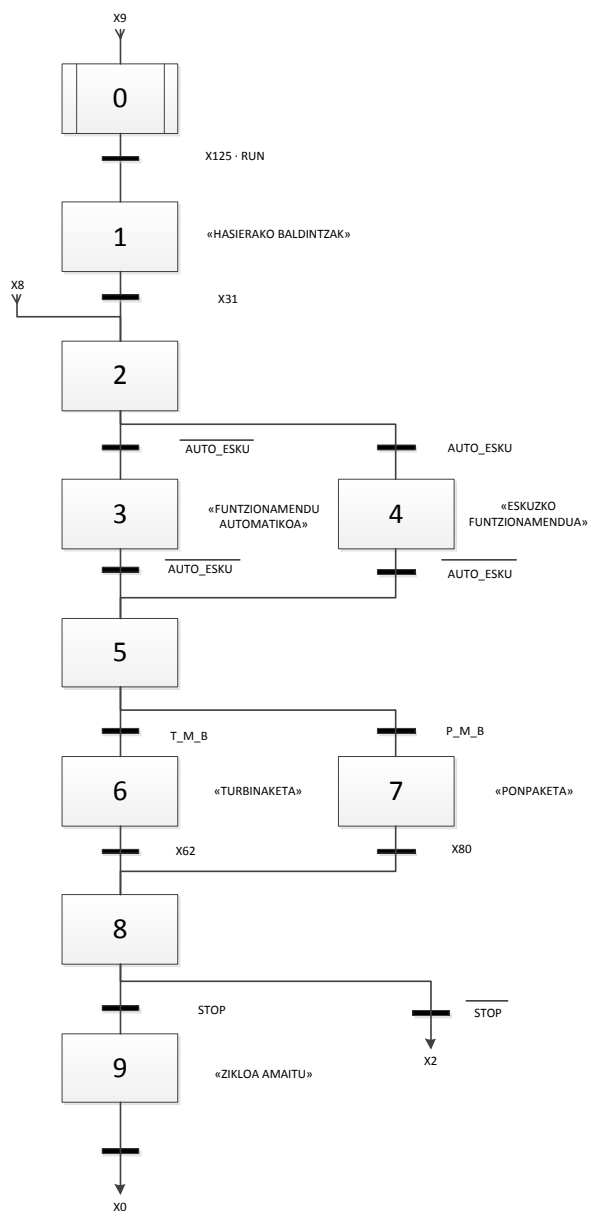
3.4.6. Irudia. Programazio pantaila.

## 3.4.2 PROGRAMAZIO LENGOAIEEN ARTEKO ERLAZIOA

Automata bat programatzeko hainbat lengoia mota desberdin aurkitu daitezke industrian, kasu honetan hasierako programazioa Grafcet bidez egin da ulergarriagoa izateko. Baina Siemens-eko programarekin ezin da zuzenean Grafcet lengoia erabili, beraz, lengoia eraldaketa bat egin behar da Grafcet-etik KOP-era. Eraldaketa prozesu hau eta amaierako programazioaren garapena ondorengo ataletan zehaztuta dago.

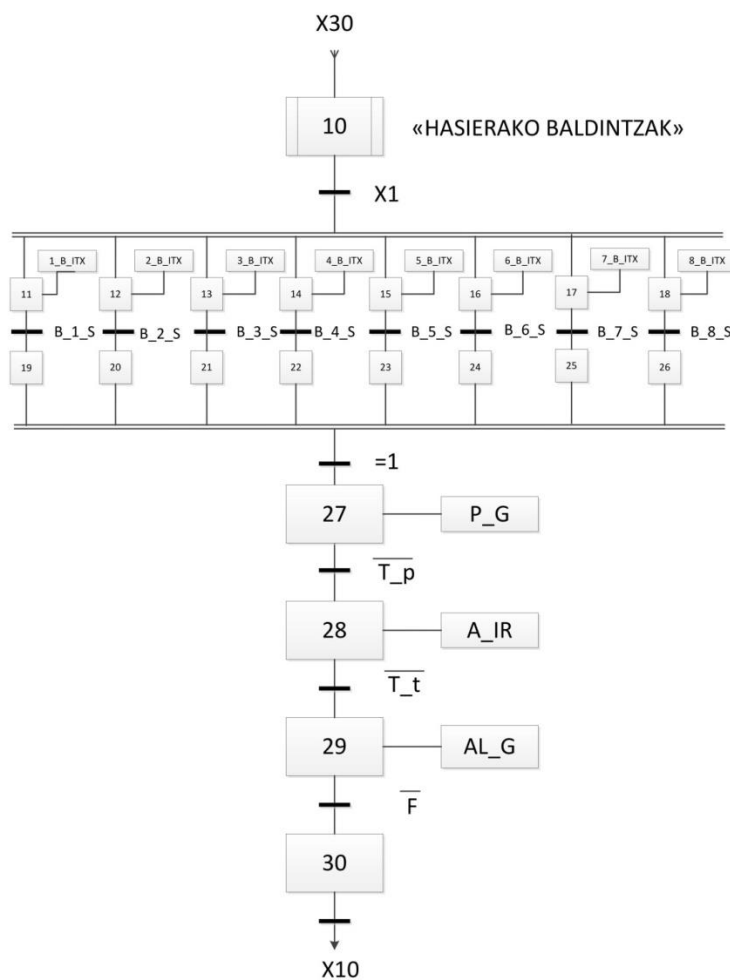
### 3.4.2.1 GRAFCET PROGRAMAZIOA

Lehendabizi, programaren egitura nagusia Grafcet baten bidez adierazten da 3.4.7. irudian, bertan garatu beharko diren azpi-grafcet-en arteko erlazioa argitasunez aztertu ahal izateko.



3.4.7. Irudia. Grafcet Nagusia.

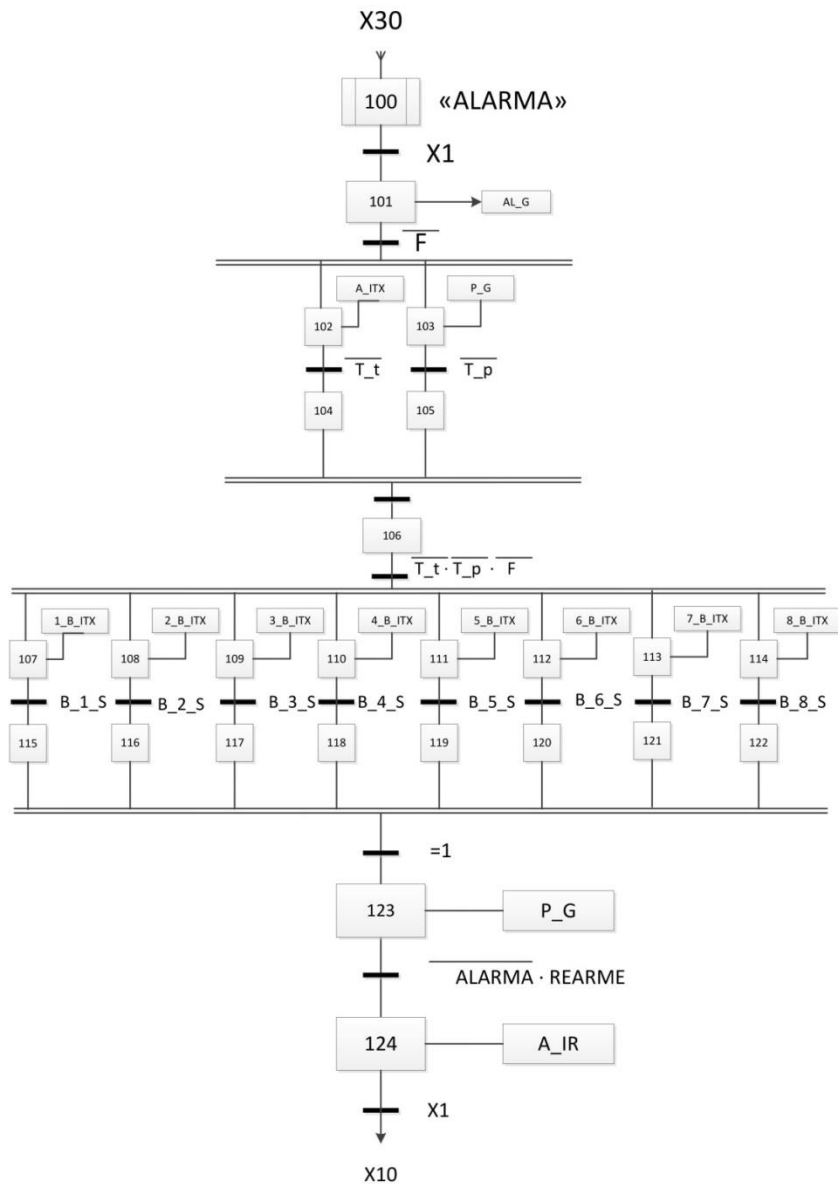
3.4.8. irudiko bigarren Grafcet honetan zentralaren hasierako baldintzak zehazten dira, hau da hemen Bonbeozko Zentrala hasieratzeko beharrezkoak diren ezaugarriak zehaztuko dira. Zentralaren funtzionamendu egokirako hasieran balbula guztiak itxita egon behar dira eta aldi berean makina guztiak gelditu.



3.4.8. Irudia. Hasierako Baldintzen Grafet-a.

Hirugarren Grafet batean edozein alarma mota gertatzen denean bete beharreko agindu eta baldintzak zehaztuko dira, 3.4.9. irudian adierazten den moduan.

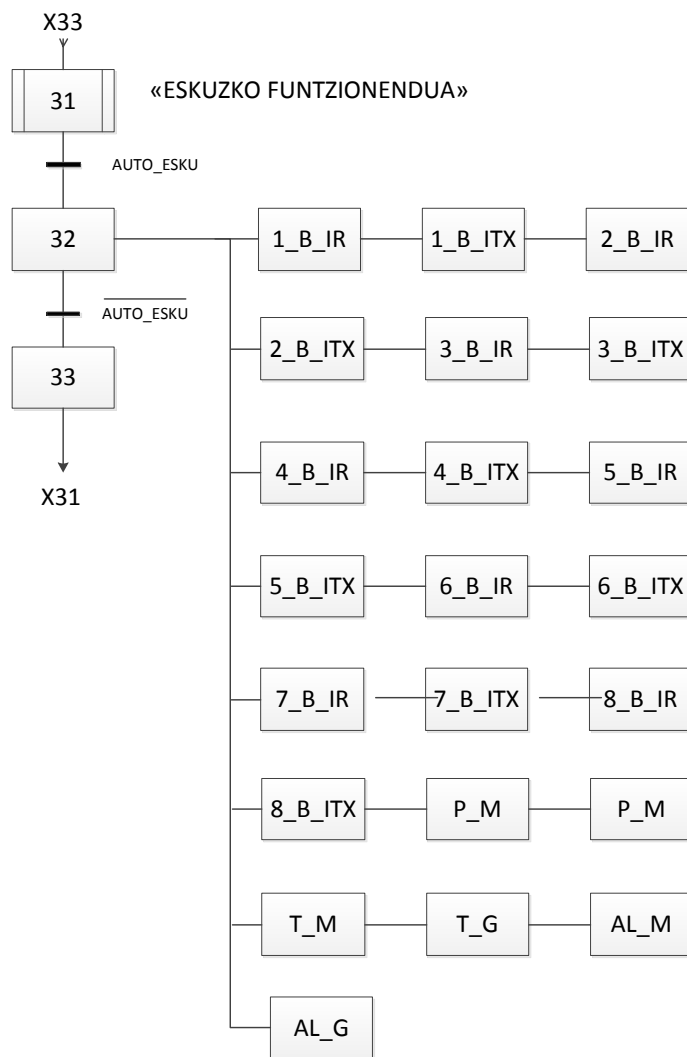




3.4.9. Irudia. Alarma Grafcet-a.

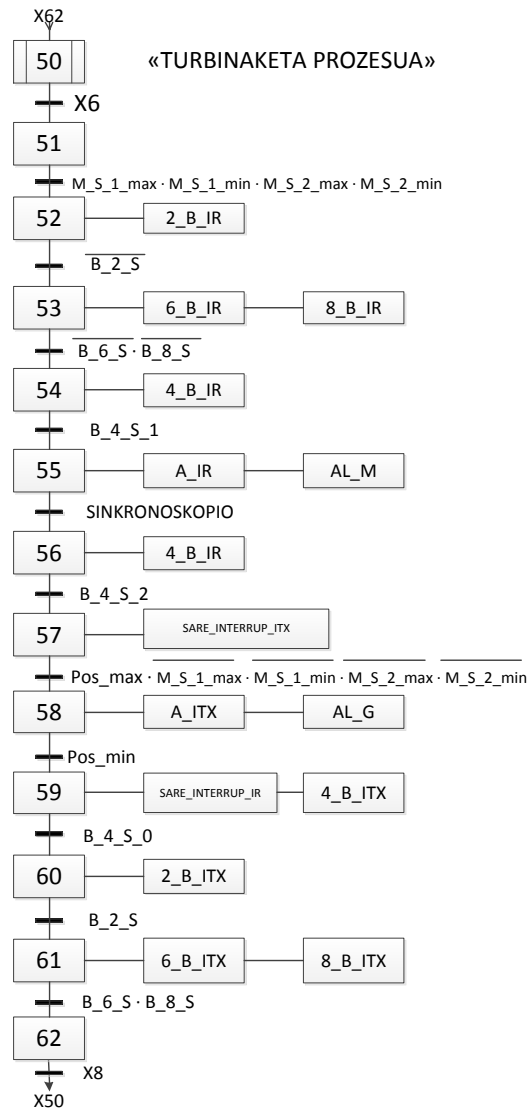
Edozein prozesu industrialean eskuzko funtzionamendu bat egon behar da, matxura edota mantentze funtzioak egin behar direnean makina ezin da modu automatikoan egon lanean segurtasuna ziurtatu behar delako, hori dela eta funtzionamendu mota hori egon

behar da eskuragarri. 3.4.10. irudian ikusi daitezke zentral honen eskuzko funtzionamenduaren bidez kontrolatu daitezkeen aginduak.



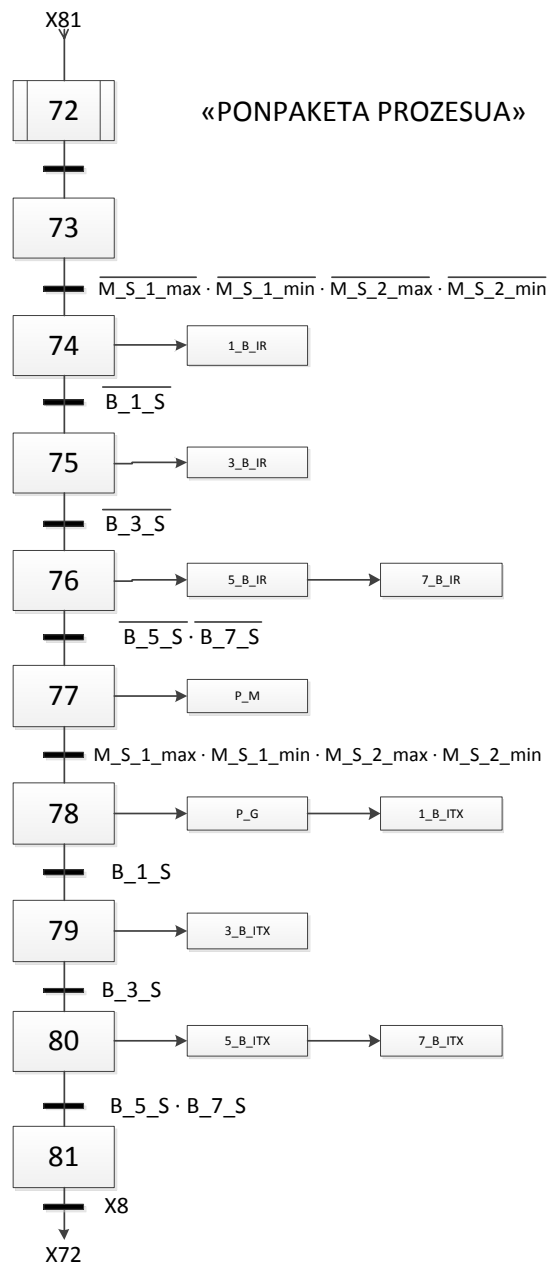
3.4.10. Irudia. Eskuzko Funtzionamenduaren Graficet-a.

Behin hasierako prozesu hauek bete direla funtzionamendu automatikoa hasiko da lanean. Kasu honetan lan mota orduaren araberakoa izango da, hau da bailara orduetan (00:00 h- 08:00 h udan eta neguan) ponpaketa prozesua baimenduko du langileak eta punta orduetan ordea ( 17:00 h- 22: 00 h neguan eta 10:30 – 15:30) turbinaketa prozesua emango da.. 3.4.11. irudian turbinaketa prozesua aztertuko da.



3.4.11. Irudia. Turbinaketa Prozesuaren Grafet-a.

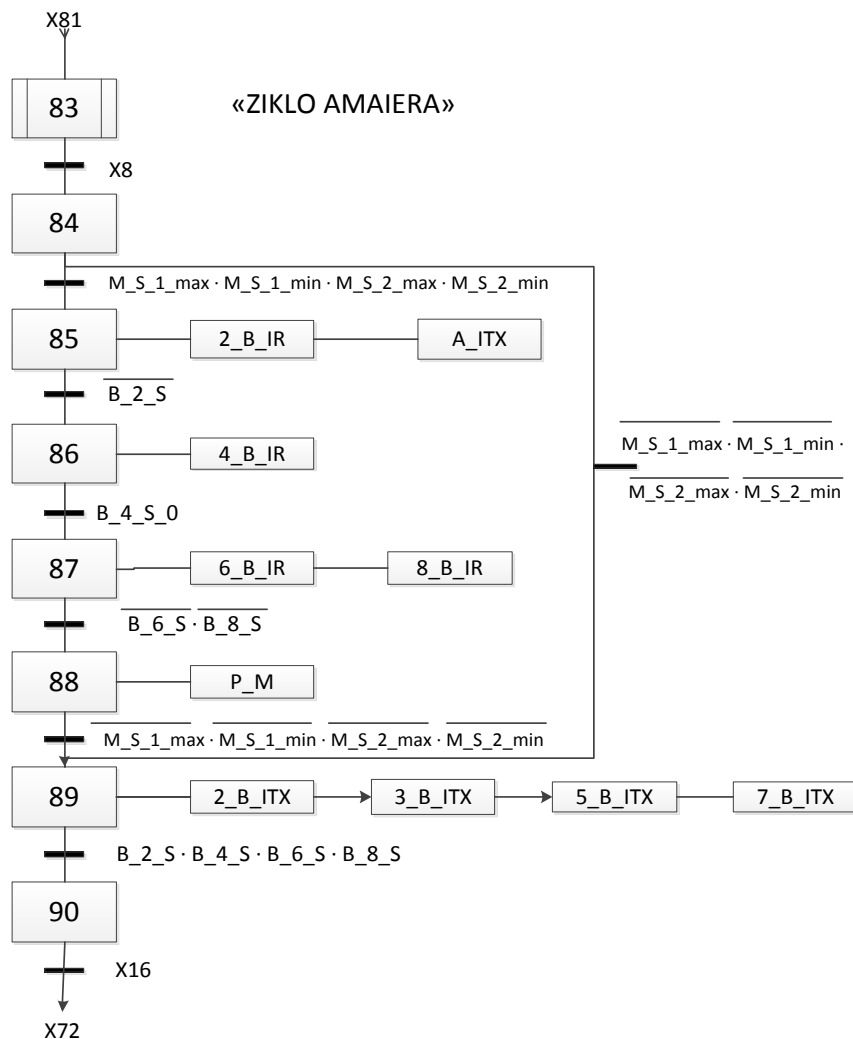
Ponpaketa prozesua aztertuko da zehaztasunez 3.4.12. irudian, hau da bailara orduetan emango den prozesua.



3.4.12. Irudia. Ponpaketa Prozesuaren Grafcet-a.

Amaitzeko STOP botoia sakatu osteko prozesua azalduko da, hau da 3.4.13. irudian ematen den Ziklo Amaiera deituriko azpi grafceta. Edozein prozesu amaitzen denean amaierako baldintza batzuk zehaztu behar dira makineria berriro erabiltzeko prest egon dadin. Kasu honetan ur biltegien hustuketa egingo da eta makineria guztia geldituko

da, aldi berean hustuketa amaitzerakoan balbula guztiak itxita utziko dira ur hodiak trabatu ez daitezen lanean ez dauden bitartean.



3.4.13. Irudia. Ziklo Amaierako Grafcet-a.

### 3.4.2.2 GRAFCET LENGOAAREN ERALDAKETA

Atal honetan Grafcet programaziotik KOP-era egin beharreko eraldaketa azalduko da, horretarako Grafcet bakoitzaren etapa bakoitzaren aztertu behar dira, horrela bakoitzaren set eta reset baldintzak aztertu ahal direlarik. Hurrengo puntuetan ikusi ahal da Grafcet bakoitzaren etapa bakoitza.

Atal honetan dagoen lehenengo taula honetan, 3.4.1. *taulan* alegia, aurreko ataleko grafcet nagusiaren lengoaiaren eraldaketa aztertu daiteke. Lehenengo zutabeen Grafcet-aren zein etapa programatuko den agertzen da, bigarrenetan etapa hori hasteko eman behar diren baldintzak eta azkenik hirugarrenean etapa amaitzeko bete beharrekoak.

Taula 3.4.1. Grafcet Nagusia.

<i>ETAPA</i>	<i>SET</i>	<i>RESET</i>
X0	X9	X124 · RUN
X1	X124 · RUN	X30
X2	X30 + X8	Auto_Esku + $\overline{Auto\_Esku}$
X3	Auto_Esku · X30	$\overline{Auto\_Esku}$ · X32
X4	$\overline{Auto\_Esku}$ · X30	$\overline{Auto\_Esku}$
X5	X32 + X4	T_M_B + P_M_B
X6	X5 · T_M_B	X70
X7	X5 · P_M_B	X81
X8	X70 + X81	STOP · $\overline{STOP}$
X9	X8 · STOP	X99 · X0

Bigarren taula batean, 3.4.2. *taulan* hain zuzen ere, Grafcet nagusiaren X1 bat etaparen barruan aurkitzen den azpigrafcet-a aztertzen da, hau da programa hasteko eman beharreko baldintzak agertzen dira zehaztuta.

Taula 3.4.2. Hasierako Baldintzak.

<i>ETAPA</i>	<i>SET</i>	<i>RESET</i>
X10	X30	X1
X11	X10 · X1	B_1_S
X12	X10 · X1	B_2_S

X13	X10 · X1	B_3_S
X14	X10 · X1	B_4_S
X15	X10 · X1	B_5_S
X16	X10 · X1	B_6_S
X17	X10 · X1	B_7_S
X18	X10 · X1	B_8_S
X19	X11 · B_1_S	B_1_S · B_2_S · B_3_S · B_4_S · B_5_S · B_6_S · B_7_S · B_8_S
X20	X12 · B_2_S	B_1_S · B_2_S · B_3_S · B_4_S · B_5_S · B_6_S · B_7_S · B_8_S
X21	X13 · B_3_S	B_1_S · B_2_S · B_3_S · B_4_S · B_5_S · B_6_S · B_7_S · B_8_S
X22	X14 · B_4_S	B_1_S · B_2_S · B_3_S · B_4_S · B_5_S · B_6_S · B_7_S · B_8_S
X23	X15 · B_5_S	B_1_S · B_2_S · B_3_S · B_4_S · B_5_S · B_6_S · B_7_S · B_8_S
X24	X16 · B_6_S	B_1_S · B_2_S · B_3_S · B_4_S · B_5_S · B_6_S · B_7_S · B_8_S
X25	X17 · B_7_S	B_1_S · B_2_S · B_3_S · B_4_S · B_5_S · B_6_S · B_7_S · B_8_S
X26	X18 · B_8_S	B_1_S · B_2_S · B_3_S · B_4_S · B_5_S · B_6_S · B_7_S · B_8_S
X27	X19 · X20 · X21 · X22 · X23 · X24 · X25 · X26	$\overline{T_p}$
X28	X27 · $\overline{T_p}$	$\overline{T_t}$
X29	X28 · $\overline{T_t}$	$\overline{F}$
X30	X29 · $\overline{F}$	X3 · X10 + X4 · X10

Eskuzko funtzionamendu Grafcetaren lengoia eraldaketa azaltzen da 3.4.3. taulan, kasu honetan etapa bakarrean (X33 etapan) hainbat baldintza bete daitezke. Horregatik etapa berean + baten bidez agertzen dira adieraziak inoiz ez direlako guztiak batera aktibatuko.

Taula 3.4.3. Eskuzko Funtzionamendua.

ETAPA	SET	RESET
X32	X33	Auto_Esku
X33	$X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot 1\_B\_ITX\_E + X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot 1\_B\_IR\_E +$ $X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot 2\_B\_ITX\_E + X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot 2\_B\_IR\_E +$ $X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot 3\_B\_ITX\_E + X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot 3\_B\_IR\_E +$ $X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot 4\_B\_ITX\_E + X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot 4\_B\_IR\_E +$ $X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot 5\_B\_ITX\_E + X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot 5\_B\_IR\_E +$ $X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot 6\_B\_ITX\_E + X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot 6\_B\_IR\_E +$ $X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot 7\_B\_ITX\_E + X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot 7\_B\_IR\_E +$ $X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot 8\_B\_ITX\_E + X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot 8\_B\_IR\_E +$ $X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot P\_M\_E +$ $X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot P\_G\_E +$ $X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot T\_M\_E +$ $X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot T\_G\_E +$ $X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot AL\_M\_E +$ $X32 \cdot \text{Auto\_Esku} \cdot AL\_G\_E +$	$\overline{\text{Auto\_Esku}}$

Laugarren taula baten bidez, 3.4.4. taulan, turbinaketa prozesua agertzen da azalduta, hemen aurreko ataleko “3.Turbinaren Abiaduraren Kontrola” atala azaldutako abiadura kontrola egiten da, kasu honetan programa bidez egiten denez hemen zehaztu behar abiadura kontrola. Hemengo Grafcet honen eraldaketan alabeen kontrola hartuko da kontuan. Kitzikapenaren kontrol egiteko kanpoko sistema bat erabiliko da, horregatik ez da hemengo programazioan kontuan hartu.

Taula 3.4.4. Turbinaketa.

ETAPA	SET	RESET
X50	X62	X6
X51	X6	$M\_S\_1\_max \cdot M\_S\_2\_max \cdot M\_S\_1\_min \cdot M\_S\_2\_min$
X52	$X51 \cdot M\_S\_1\_max \cdot M\_S\_2\_max \cdot$ $M\_S\_1\_min \cdot M\_S\_2\_min$	$\overline{B\_2\_S}$
X53	$X52 \cdot \overline{B\_2\_S}$	$\overline{B\_6\_S} \cdot \overline{B\_8\_S}$
X54	$X53 \cdot \overline{B\_6\_S} \cdot \overline{B\_8\_S}$	$B\_4\_S\_1$
X55	$X54 \cdot B\_4\_S\_1$	sinkronoskopio
X56	$X55 \cdot \text{sinkronoskopio}$	$B\_4\_S\_2$



X57	$X56 \cdot B_{4\_S\_2}$	$Pos\_max \cdot \overline{M\_S\_1\_min} \cdot \overline{M\_S\_2\_min} \cdot M\_S\_1\_max \cdot M\_S\_2\_max$
X58	$\frac{X58 \cdot Pos\_max \cdot \overline{M\_S\_1\_max} \cdot \overline{M\_S\_2\_max}}{M\_S\_2\_max \cdot \overline{M\_S\_1\_min} \cdot \overline{M\_S\_2\_min}}$	Pos_min
X59	Pos_min	B_4_S_0
X60	$X59 \cdot B_{4\_S\_0}$	B_2_S
X61	$X60 \cdot B_{2\_S}$	B_6_S · B_8_S
X62	$X61 \cdot B_{6\_S} \cdot B_{8\_S}$	X8 · X60

Ponpaketa Grafcetaren eraldaketa prozesua 3.4.5. taulan adierazten da, ikusi daitekeen moduan turbinaketa prozesua baino sinpleagoa izango da.

Taula 3.4.5. Ponpaketa.

ETAPA	SET	RESET
X72	X80	X7
X73	$X72 \cdot X7$	$\overline{M\_S\_1\_min} \cdot \overline{M\_S\_2\_min} \cdot M\_S\_1\_max \cdot M\_S\_2\_max$
X74	$\frac{X73 \cdot \overline{M\_S\_1\_max} \cdot \overline{M\_S\_2\_max}}{\overline{M\_S\_1\_min} \cdot \overline{M\_S\_2\_min}}$	$\overline{B\_1\_S}$
X75	$X74 \cdot \overline{B\_1\_S}$	$\overline{B\_3\_S}$
X76	$X75 \cdot \overline{B\_3\_S}$	$\frac{\overline{B\_5\_S} \cdot \overline{B\_7\_S}}{\overline{M\_S\_1\_min} \cdot \overline{M\_S\_2\_min} \cdot M\_S\_1\_max \cdot M\_S\_2\_max}$
X77	$\frac{X76 \cdot \overline{B\_5\_S} \cdot \overline{B\_7\_S} \cdot \overline{M\_S\_1\_max} \cdot \overline{M\_S\_2\_max} \cdot \overline{M\_S\_1\_min} \cdot \overline{M\_S\_2\_min}}{M\_S\_2\_min}$	$M\_S\_1\_max \cdot M\_S\_2\_max + M\_S\_1\_min \cdot M\_S\_2\_min$
X78	$X77 \cdot \overline{M\_S\_1\_max} \cdot \overline{M\_S\_2\_max} \cdot \overline{M\_S\_1\_min} \cdot \overline{M\_S\_2\_min}$	B_1_S
X79	$X78 \cdot B_{1\_S}$	B_3_S
X80	$X79 \cdot B_{3\_S}$	B_5_S · B_7_S
X81	$X80 \cdot B_{5\_S} \cdot B_{7\_S}$	X8 · X72

Seigarren taulan Ziklo Amaieraren eraldaketa agertzen da, 3.4.6. taulan alegia, Grafcet hau aktibatzeke STOP pultsadorea sakatuta egon behar da.

Taula 3.4.6. Ziklo Amaiera.

<i>ETAPA</i>	<i>SET</i>	<i>RESET</i>
X83	X90	X9
X84	X9 · X83	$M\_S\_1\_max \cdot M\_S\_2\_max + M\_S\_1\_min \cdot M\_S\_2\_min$
X85	$X84 \cdot M\_S\_1\_max \cdot M\_S\_2\_max + M\_S\_1\_min \cdot M\_S\_2\_min$	$\overline{B\_2\_S}$
X86	$X85 \cdot \overline{B\_2\_S}$	$\overline{B\_4\_S}$
X87	$X86 \cdot \overline{B\_4\_S}$	$\overline{B\_6\_S} \cdot \overline{B\_8\_S}$
X88	$X87 \cdot \overline{B\_6\_S} \cdot \overline{B\_8\_S}$	$\overline{M\_S\_1\_min} \cdot \overline{M\_S\_2\_min} \cdot \overline{M\_S\_1\_max} \cdot \overline{M\_S\_2\_max}$
X89	$X84 \cdot \overline{M\_S\_1\_min} \cdot \overline{M\_S\_2\_min} \cdot \overline{M\_S\_1\_max} \cdot \overline{M\_S\_2\_max}$	$\overline{B\_2\_S} \cdot \overline{B\_4\_S} \cdot \overline{B\_6\_S} \cdot \overline{B\_8\_S}$
X90	$X89 \cdot \overline{B\_2\_S} \cdot \overline{B\_4\_S} \cdot \overline{B\_6\_S} \cdot \overline{B\_8\_S}$	X1 + X83

Azkenik 3.4.7. taulan Alarma pultsadorea sakatuz gero hasieratuko litzatekeen Graficetaren eraldaketa aztertu daiteke.

Taula 3.4.7. Alarma.

<i>ETAPA</i>	<i>SET</i>	<i>RESET</i>
X100	X124	ALARMA
X101	ALARMA	$\overline{F}$
X102	$X101 \cdot \overline{F}$	$\overline{T\_t}$
X103	$X101 \cdot \overline{F}$	$\overline{T\_p}$
X104	$X102 \cdot \overline{T\_t}$	$\overline{T\_t} \cdot \overline{T\_p}$
X105	$X103 \cdot \overline{T\_p}$	$\overline{T\_t} \cdot \overline{T\_p}$
X106	$X104 \cdot X105 \cdot \overline{T\_t} \cdot \overline{T\_p}$	$\overline{T\_t} \cdot \overline{T\_p} \cdot \overline{F}$
X107	$X106 \cdot \overline{T\_t} \cdot \overline{T\_p} \cdot \overline{F}$	$\overline{B\_1\_S}$
X108	$X106 \cdot \overline{T\_t} \cdot \overline{T\_p} \cdot \overline{F}$	$\overline{B\_2\_S}$
X109	$X106 \cdot \overline{T\_t} \cdot \overline{T\_p} \cdot \overline{F}$	$\overline{B\_3\_S}$

X110	$X106 \cdot \overline{T_t} \cdot \overline{T_p} \cdot \overline{F}$	$\overline{B_4S}$
X111	$X106 \cdot \overline{T_t} \cdot \overline{T_p} \cdot \overline{F}$	$\overline{B_5S}$
X112	$X106 \cdot \overline{T_t} \cdot \overline{T_p} \cdot \overline{F}$	$\overline{B_6S}$
X113	$X106 \cdot \overline{T_t} \cdot \overline{T_p} \cdot \overline{F}$	$\overline{B_7S}$
X114	$X106 \cdot \overline{T_t} \cdot \overline{T_p} \cdot \overline{F}$	$\overline{B_8S}$
X115	$X107 \cdot \overline{B_1S}$	$\overline{B_1S} \cdot \overline{B_2S} \cdot \overline{B_3S} \cdot \overline{B_4S} \cdot \overline{B_5S} \cdot \overline{B_6S} \cdot \overline{B_7S} \cdot \overline{B_8S}$
X116	$X108 \cdot \overline{B_2S}$	$\overline{B_1S} \cdot \overline{B_2S} \cdot \overline{B_3S} \cdot \overline{B_4S} \cdot \overline{B_5S} \cdot \overline{B_6S} \cdot \overline{B_7S} \cdot \overline{B_8S}$
X117	$X109 \cdot \overline{B_3S}$	$\overline{B_1S} \cdot \overline{B_2S} \cdot \overline{B_3S} \cdot \overline{B_4S} \cdot \overline{B_5S} \cdot \overline{B_6S} \cdot \overline{B_7S} \cdot \overline{B_8S}$
X118	$X110 \cdot \overline{B_4S}$	$\overline{B_1S} \cdot \overline{B_2S} \cdot \overline{B_3S} \cdot \overline{B_4S} \cdot \overline{B_5S} \cdot \overline{B_6S} \cdot \overline{B_7S} \cdot \overline{B_8S}$
X119	$X111 \cdot \overline{B_5S}$	$\overline{B_1S} \cdot \overline{B_2S} \cdot \overline{B_3S} \cdot \overline{B_4S} \cdot \overline{B_5S} \cdot \overline{B_6S} \cdot \overline{B_7S} \cdot \overline{B_8S}$
X120	$X112 \cdot \overline{B_6S}$	$\overline{B_1S} \cdot \overline{B_2S} \cdot \overline{B_3S} \cdot \overline{B_4S} \cdot \overline{B_5S} \cdot \overline{B_6S} \cdot \overline{B_7S} \cdot \overline{B_8S}$
X121	$X113 \cdot \overline{B_7S}$	$\overline{B_1S} \cdot \overline{B_2S} \cdot \overline{B_3S} \cdot \overline{B_4S} \cdot \overline{B_5S} \cdot \overline{B_6S} \cdot \overline{B_7S} \cdot \overline{B_8S}$
X122	$X114 \cdot \overline{B_8S}$	$\overline{B_1S} \cdot \overline{B_2S} \cdot \overline{B_3S} \cdot \overline{B_4S} \cdot \overline{B_5S} \cdot \overline{B_6S} \cdot \overline{B_7S} \cdot \overline{B_8S}$
X123	$X117 \cdot X118 \cdot X119 \cdot X120 \cdot X121 \cdot X122 \cdot X123$	REARME · ALARMA
X124	$X123 \cdot \text{REARME} \cdot \text{ALARMA}$	$X1 \cdot X100$

### 3.4.2.3 KOP PROGRAMAZIOA



KOP programazioa STEP7 programaren OB1 atalean idatzitako aginduak dira, agindu horiek ondo ulertzeko aurreko puntuetan azalduko pausuak jarraitu behar dira. KOP siglek Kontakt Plan adierazten dute, horrek kontaktu bidezko programazio lengoia bat dela esan nahi du, programazio lengoia mota hau eskailera lengoia, Ladder Diagram edo LD bezala ere ezagutzen den arren Siemens ekipamenduetan KOP deritzo. Programazio hau zuzenean kargatuko da PLC-an horrela automatikaz arazo eta eskaeren aurrean zein agindu eman behar duen jakin ahal izango du.

Aurreko puntuetan etapa bakoitza X bezala zehaztu den arren kontuan izan behar da Siemensekin programatzerakoan etapa bakoitza M bezala adieraziko dela, hala nola  $X1 = M1.0$ . Programatzeko orduan kontuan hartu behar da SCADAtik bidalitako aginduak ez

direla programan sarrera moduan idatzi behar, horrela eginez gero programak ez ditu detektatuko, hori dela eta DB (Datu Bloke) fitxategi bat erabili beharko da. Berezitasun hau Siemens programarena da, modu horretan sarrera analogikoak eta SCADA aginduak bereizte ahalbidetzen duena. Aldaketa honi esker SCADAren bidez plantaren ikuskatzea eta kontrola egin ahal izango da.

Programatzeko orduan kontuan hartu behar da SCADAtik bidalitako aginduak ez direla programan sarrera moduan idatzi behar, horrela eginez gero programak ez ditu detektatuko, hori dela eta DB (Datu Bloke) fitxategi bat erabili beharko da. Berezitasun hau Siemens programarena da, modu horretan sarrera analogikoak eta SCADA aginduak bereizte ahalbidetzen duena. Aldaketa honi esker SCADAren bidez plantaren ikuskatzea eta kontrola egin ahal izango da.

Hurrengo orrialdetan (3.4.14-3.4.52 irudiak) ikusi daiteke OB1 fitxategiaren barnean dagoen programa, programazio hau PLCSIM programaren bidez sorturiko PLC birtuanean kargatuko da, horren ostean WIN CC programan sorturiko SCADA pantailak STEP 7-ko pantaila orokorrean kargatuko dira eta OB1en zehazturiko programa jarraituz aginduak PLCSIM eta SCADA-n exekutatu dira.

Programa luzea den arren “4.2.1 Grafcet Programazioa” atalean agertzen diren Grafcet egiturak KOP lengoian agertu dira, lerro bakoitza etapa bati dagokio. Beraz goian azalduriko Grafcet eta KOP lengoaiaren eraldaketa ondo ulertzea ezinbestekoa da programa hau ulertu ahal izateko.  bezala agertzen diren irudiak 1 balio lortzean aktibatuko diren sarrerak izango dira, ordea  kontaktua aktibatzeke 0 logikoa eduki beharko da.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
 SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

## OB1 - &lt;offline&gt;

""  
 Nombre: Familia:  
 Autor: Versión: 0.1  
 Versión del bloque: 2  
 Hora y fecha Código: 24/08/2015 18:33:16  
 Interface: 15/02/1996 16:51:12  
 Longitud (bloque / código / datos): 01966 01446 00020

Nombre	Tipo de datos	Dirección	Comentario
TEMP		0.0	
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0	Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0	1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0	1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0	Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0	Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0	Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0	Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0	Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB1 started

Bloque: OB1 "Main Program Sweep (Cycle)"

Segm.: 1 X1 SET

Hasierako Baldintzak



Segm.: 2 HASIERAKO BALDINTZAK GRAFCET HASIERA

X10 SET



Segm.: 3 X11 SET



SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
 SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 4 11.ETAPAKO AGINDUA



Segm.: 5 X12 SET



Segm.: 6 12.ETAPAKO AGINDUA



Segm.: 7 X13 SET



Segm.: 8 13.ETAPAKO AGINDUA



Segm.: 9 X14 SET



Página 2 de 39

3.4.15. Irudia. Programazioaren 2. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
 SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 10 14.ETAPAKO AGINDUA



Segm.: 11 X15 SET



Segm.: 12 15.ETAPAKO AGINDUA



Segm.: 13 X16 SET



Segm.: 14 16.ETAPAKO AGINDUA



Segm.: 15 X17 SET



Página 3 de 39

3.4.16. Irudia. Programazioaren 3. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 16 17.ETAPAKO AGINDUA



Segm.: 17 X18 SET



Segm.: 18 18.ETAPAKO AGINDUA



Segm.: 19 X10 RESET



Segm.: 20 X19 SET



Segm.: 21 X11 RESET



Página 4 de 39

### 3.4.17. Irudia. Programazioaren 4. orria.



SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 22 X20 SET



Segm.: 23 X12 RESET



Segm.: 24 X21 SET



Segm.: 25 X13 RESET



Segm.: 26 X22 SET



Página 5 de 39

3.4.18. Irudia. Programazioaren 5. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 27 X14 RESET



Segm.: 28 X23 SET



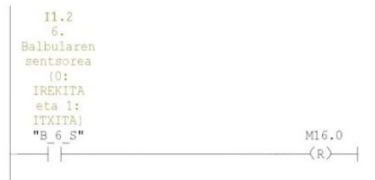
Segm.: 29 X15 RESET



Segm.: 30 X24 SET



Segm.: 31 X16 RESET



Página 6 de 39

### 3.4.19. Irudia. Programazioaren 6. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
 SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 32 X25 SET



Segm.: 33 X17 RESET



Segm.: 34 X26 SET



Segm.: 35 X18 RESET



Segm.: 36 X27 SET



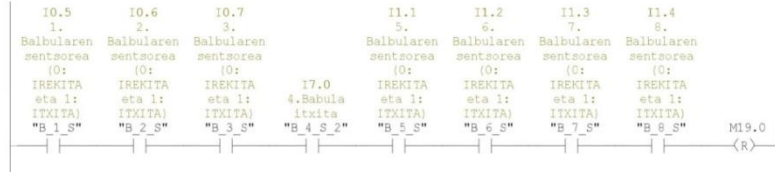
4.

Página 7 de 39

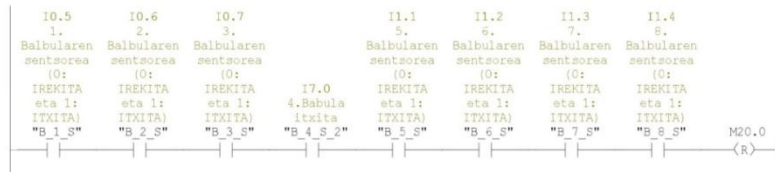
3.4.20. Irudia. Programazioaren 7. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 37 X19 RESET



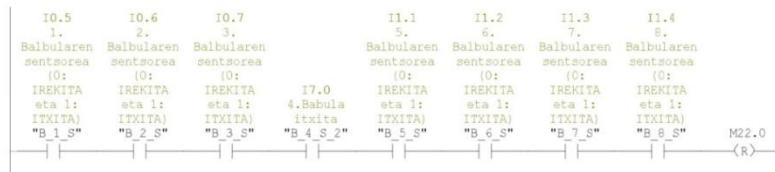
Segm.: 38 X20 RESET



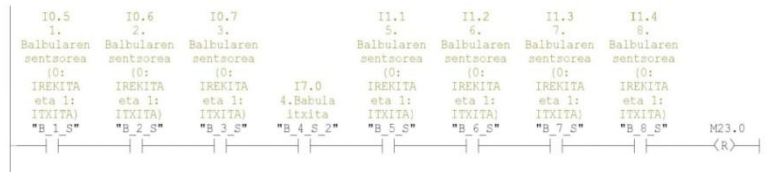
Segm.: 39 X21 RESET



Segm.: 40 X22 RESET



Segm.: 41 X23 RESET

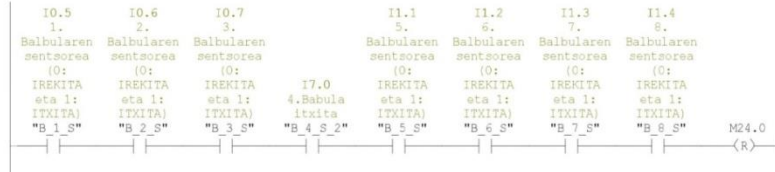


Página 8 de 39

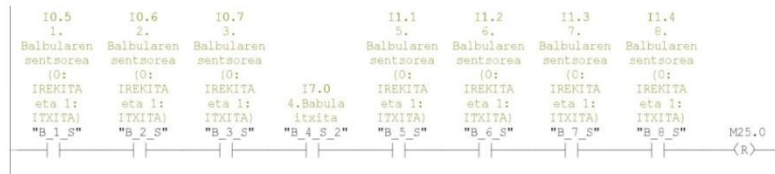
### 3.4.21. Irudia. Programazioaren 8. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

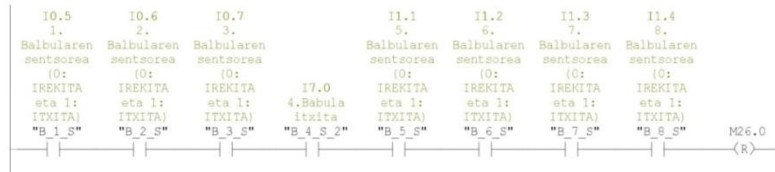
Segm.: 42 X24 RESET



Segm.: 43 X25 RESET



Segm.: 44 X25 RESET



Segm.: 45 X27 AGINDUA



Segm.: 46 X28 SET



SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 47 X27 RESET



Segm.: 48 X28 AGINDUA



Segm.: 49 X29 SET



Segm.: 50 X28 RESET



Segm.: 51 X28 AGINDUA



Segm.: 52 X30 SET



Página 10 de 39

### 3.4.23. Irudia. Programazioaren 10. orria

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
 SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 53 X29 RESET

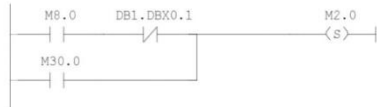


Segm.: 54 30 RESET



Segm.: 55 X2 SET

Itxaron auto edo esku funtzionamendua aukeratzeko



Segm.: 56



Segm.: 57 X2 RESET



Segm.: 58 X3 SET

Eskuzko funtzionamendua



3.4.24. Irudia. Programazioaren 11. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 59 X31 SET



Segm.: 60 Eskuzko Funtzionamendua aukeratuz gero gauzatuko diren baldintza

1. Balbula ireki



Segm.: 61 1. Balbula itxi



Segm.: 62 2.Balbula ireki



Segm.: 63 2. Balbula itxi



Segm.: 64 3.Balbula ireki



Página 12 de 39

3.4.25. Irudia. Programazioaren 12. orria.



SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 65 3. Balbula itxi



Segm.: 66 4. Balbula ireki



Segm.: 67 4. Balbula itxi



Segm.: 68 5. Balbula ireki



Segm.: 69 5. Balbula itxi



Segm.: 70 6. Balbula ireki



Página 13 de 39

3.4.26. Irudia. Programazioaren 13. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
 SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 71 6. Balbula itxi



Segm.: 72 7.Balbula ireki



Segm.: 73 7. Balbula itxi



Segm.: 74 8.Balbula ireki



Segm.: 75 8. Balbula itxi



3.4.27. Irudia. Programazioaren 14. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
 SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 76 Ponpa Martxan jarri



Segm.: 77 Ponpa Gelditu



Segm.: 78 Turbina Martxan jarri



Segm.: 79 Turbina Gelditu



Segm.: 80 Alternadorea Martxan jarri



Segm.: 81 Alternadorea Gelditu



Página 15 de 39

3.4.28. Irudia. Programazioaren 15. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 82 X32 RESET



Segm.: 83



Segm.: 84 X4 SET

Funtzionamendu automatikoa



Segm.: 85 X5 SET

Itxaron Turbinatzea edo ponpatzea baimentzeko



Segm.: 86 X4 RESET



Segm.: 87 X32 RESET



Segm.: 88 X5 RESET



Página 16 de 39

3.4.29. Irudia. Programazioaren 16. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 04/09/2015 16:37:10  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 89 X6 SET  
Turbinatzea



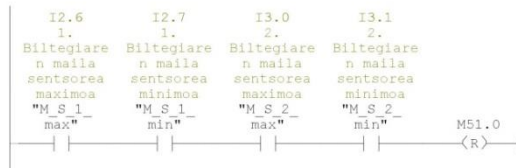
Segm.: 90 X51 SET



Segm.: 91 X52



Segm.: 92 X51 RESET



Segm.: 93 2.Balbula irekitzeko agindua

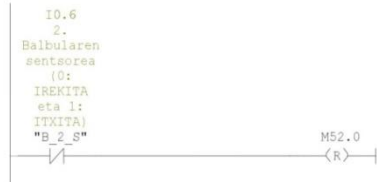


SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 94 X53 SET



Segm.: 95 X52 RESET



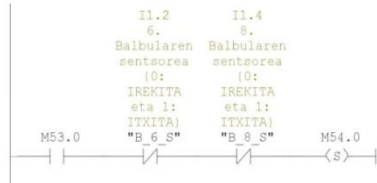
Segm.: 96 6.Balbula irekitzeko agindua



Segm.: 97 8.Balbula irekitzeko agindua



Segm.: 98 X64 SET



Página 18 de 39

### 3.4.31. Irudia. Programazioaren 18. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
 SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 99 X53 RESET



Segm.: 100 8.Balbula irekitzeko agindua



Segm.: 101 X65 SET



Segm.: 102 X64 RESET



Segm.: 103 Turbinaren alabeak itxi



Página 19 de 39

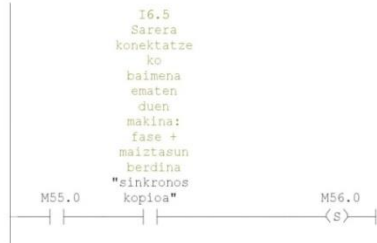
3.4.32. Irudia. Programazioaren 19. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

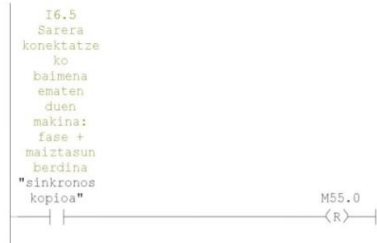
Segm.: 104 Alternadorea martxan



Segm.: 105 X56 SET



Segm.: 106 X55 RESET



Segm.: 107 4. Balbula irekitzeko agindua



Segm.: 108 X57 SET



Página 20 de 39

3.4.33. Irudia. Programazioaren 20. orria.

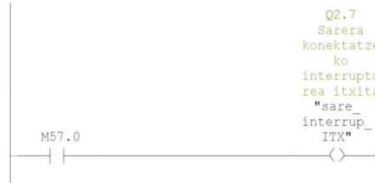


SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

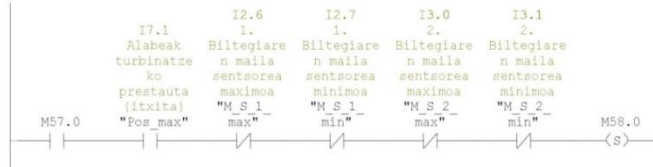
Segm.: 109 X56 RESET



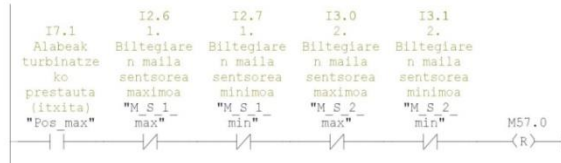
Segm.: 110 sarera konektatzeko interruptorea itxita



Segm.: 111 X58 SET



Segm.: 112 X57 RESET



Segm.: 113 Turbinaren alabeak ireki



Página 21 de 39

### 3.4.34. Irudia. Programazioaren 21. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
 SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 114 Alternadorea gelditu



Segm.: 115 X59 SET



Segm.: 116 X68 RESET



Segm.: 117 Turbinaren alabeak ireki

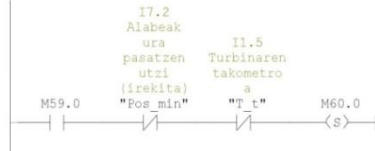


Segm.: 118 Alternadorea geldi



SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 119 X60 SET



Segm.: 120 X59 RESET



Segm.: 121 4.Balbula itxeko agindua



Segm.: 122 Sarera konektatzeko interruptorea irekita



Segm.: 123 X61 SET



Segm.: 124 X60 RESET



SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

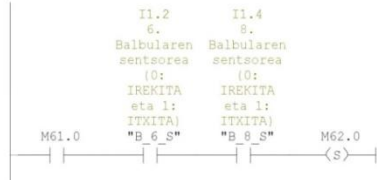
Segm.: 125 6.Balbula ixteko agindua



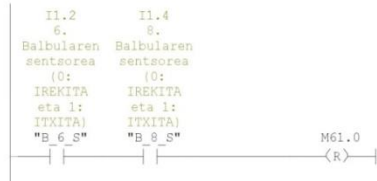
Segm.: 126 8.Balbula ixteko agindua



Segm.: 127 X62 SET



Segm.: 128 X61 RESET



Segm.: 129

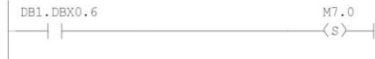


Página 24 de 39

3.4.37. Irudia. Programazioaren 24. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
 SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

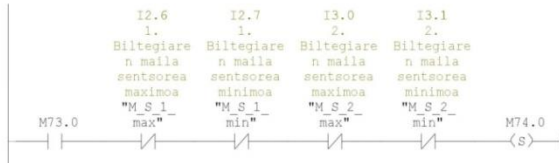
Segm.: 130 X7 SET  
 Ponpatzea



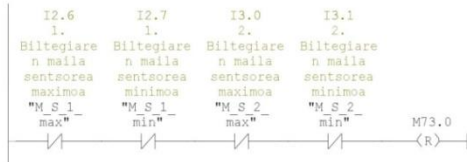
Segm.: 131 X73 SET



Segm.: 132 X74



Segm.: 133 X73 RESET



Segm.: 134 1.Balbula irekitzeko agindua



3.4.38. Irudia. Programazioaren 25. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 135 X75 SET



Segm.: 136 X74 RESET



Segm.: 137 3.Balbula irekitzeko agindua



Segm.: 138 X76 SET



Segm.: 139 X75 RESET



Página 26 de 39

3.4.39. Irudia. Programazioaren 26. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 140 5.Balbula irekitzeko agindua



Segm.: 141 7.Balbula irekitzeko agindua



Segm.: 142 X77 SET



Segm.: 143 X76 RESET

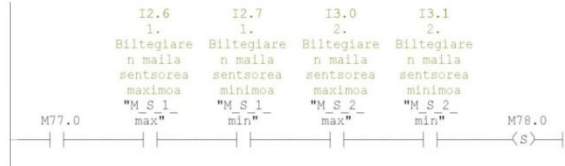


Segm.: 144 Ponpa martxan

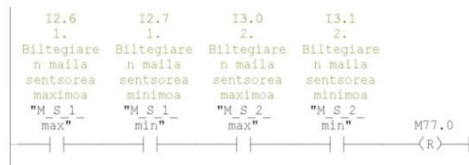


SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 145 X78 SET



Segm.: 146 X77 RESET



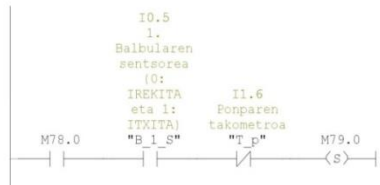
Segm.: 147 Ponpa Gelditu



Segm.: 148 1. Balbula Itxi



Segm.: 149 X79 SET





SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
 SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 150 X78 RESET



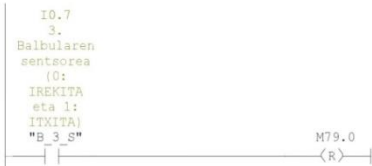
Segm.: 151 3.Balbula ixteko agindua



Segm.: 152 X80 SET



Segm.: 153 X79 RESET



Segm.: 154 5.Balbula ixteko agindua

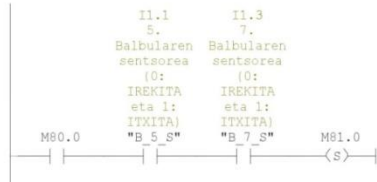


SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

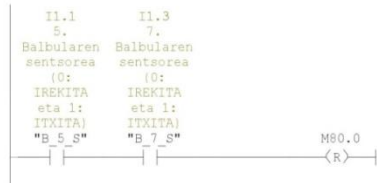
Segm.: 155 5.Balbula ixteko agindua



Segm.: 156 X81 SET



Segm.: 157 X80 RESET



Segm.: 158 X8 SET



Segm.: 159 X70 RESET



Segm.: 160 X81 RESET



SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 161 X8 RESET



Segm.: 162 X9 SET



Segm.: 163 X9 RESET



Segm.: 164 ALARMA



Segm.: 165 Alternadorea gelditu



Segm.: 166 X102 SET



### 3.4.44. Irudia. Programazioaren 31. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
 SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 167 X103 SET



Segm.: 168 X101 RESET



Segm.: 169 Turbinaren alabeak itxi



Segm.: 170 Ponpa gelditzeko agindua



Segm.: 171 X104 SET



Página 32 de 39

3.4.45. Irudia. Programazioaren 32. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 172 X102 RESET



Segm.: 173 X105 SET



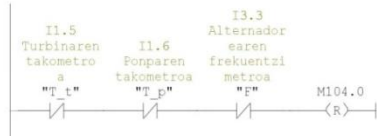
Segm.: 174 X103 RESET



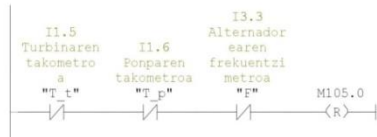
Segm.: 175 X106 SET



Segm.: 176 X104 RESET



Segm.: 177 X105 RESET



Página 33 de 39

3.4.46. Irudia. Programazioaren 33. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
 SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 178 X107 SET



Segm.: 179 1.Balbula ixteko agindua



Segm.: 180 X108 SET



Segm.: 181 2.Balbula ixteko agindua



Segm.: 182 X109 SET



Página 34 de 39

3.4.47. Irudia. Programazioaren 34. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
 SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 183 3.Balbula ixteko agindua



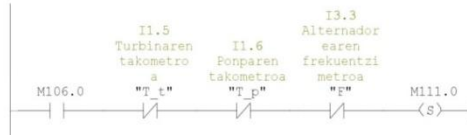
Segm.: 184 X110 SET



Segm.: 185 4.Balbula ixteko agindua



Segm.: 186 X111 SET



Segm.: 187 5.Balbula ixteko agindua



SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
 SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 188 X112SET



Segm.: 189 6.Balbula ixteko agindua



Segm.: 190 X113 SET



Segm.: 191 6.Balbula ixteko agindua



Segm.: 192 X114 SET



Página 36 de 39

3.4.49. Irudia. Programazioaren 36. orria.



SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 193 8.Balbula ixteko agindua



Segm.: 194 X115 SET



Segm.: 195 X107 RESET



Segm.: 196 X108 RESET



Segm.: 197 X109 RESET



Página 37 de 39

3.4.50. Irudia. Programazioaren 37. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
 SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 198 X110 RESET



Segm.: 199 X111 RESET



Segm.: 200 X112 RESET



Segm.: 201 X113 RESET



Segm.: 202 X114 RESET

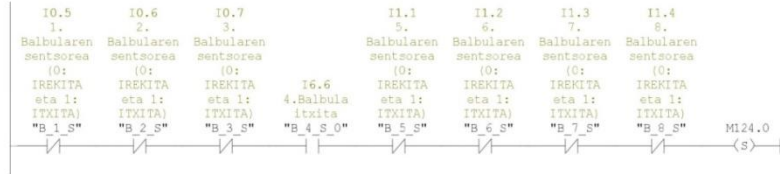


Página 38 de 39

3.4.51. Irudia. Programazioaren 38. orria.

SIMATIC S7\_Pro2\_simatic300\_cpu31\Equipo 24/08/2015 18:39:42  
 SIMATIC 300\CPU315-2 DP(1)\...\OB1 - <offline>

Segm.: 203 X124 SET



Segm.: 204 X124 RESET



3.4.52. Irudia. Programazioaren 39. orria.

Behin PLC-an kargatuko den programa aztertu dela, bertan erabilitako aldagaien esanahia azalduko da zortzigarren taulan. Hasteko DB1 fitxategiko aldagaiak azalduko dira, 3.4.53 irudian agertzen den moduan, hemen SCADA pantailaren balioak agertuko dira.

Dirección	Nombre	Tipo	Valor inicial	Comentario
0.0		STRUCT		
+0.0	RUN	BOOL	FALSE	Variable provisional
+0.1	STOP	BOOL	FALSE	Variable provisional
+0.2	ALARMA	BOOL	FALSE	Variable provisional
+0.3	REARME	BOOL	FALSE	Variable provisional
+0.4	AUTO_ESKU	BOOL	FALSE	Variable provisional
+0.5	T_M_B	BOOL	FALSE	Variable provisional
+0.6	P_M_B	BOOL	FALSE	Variable provisional
+0.7	P_M_E	BOOL	FALSE	Variable provisional
+1.0	P_G_E	BOOL	FALSE	Variable provisional
+1.1	T_M_E	BOOL	FALSE	Variable provisional
+1.2	T_G_E	BOOL	FALSE	Variable provisional
+1.3	AL_M_E	BOOL	FALSE	Variable provisional
+1.4	AL_G_E	BOOL	FALSE	Variable provisional
+1.5	B_1_ITX_E	BOOL	FALSE	Variable provisional
+1.6	B_2_ITX_E	BOOL	FALSE	Variable provisional
+1.7	B_3_ITX_E	BOOL	FALSE	Variable provisional
+2.0	B_4_ITX_E1	BOOL	FALSE	Variable provisional
+2.1	B_5_ITX_E2	BOOL	FALSE	Variable provisional
+2.2	B_6_ITX_E3	BOOL	FALSE	Variable provisional
+2.3	B_7_ITX_E4	BOOL	FALSE	Variable provisional
+2.4	B_8_ITX_E5	BOOL	FALSE	Variable provisional
+2.5	B_1_IR_E	BOOL	FALSE	Variable provisional
+2.6	B_2_IR_E	BOOL	FALSE	Variable provisional
+2.7	B_3_IR_E	BOOL	FALSE	Variable provisional
+3.0	B_4_IR_E	BOOL	FALSE	Variable provisional
+3.1	B_5_IR_E	BOOL	FALSE	Variable provisional
+3.2	B_6_IR_E	BOOL	FALSE	Variable provisional
+3.3	B_7_IR_E	BOOL	FALSE	Variable provisional
+3.4	B_8_IR_E	BOOL	FALSE	Variable provisional
+3.5	A_IR_E	BOOL	FALSE	Variable provisional
+3.6	A_ITX_E	BOOL	FALSE	Variable provisional
+3.7	LUBRIKAZIO	BOOL	FALSE	Variable provisional
=4.0		END_STRUCT		

### 3.4.53. Irudia. DB1 Datu Blokea.

3.4.8 eta 3.4.9 *Tauletan* programaren aldagai guztien izena, helbidea, datu mota eta azalpen bat aztertu daitezke. Helbidea eta izena zehaztea garrantzitsua da hauen bidez egingo baitira erreferentziak eta programen arteko deiak. Taula hau SIMATI STEP 7-jo “Tabla de Simbolos” eta DB1-en parte da, baina geroago WIN CC programan berriro erabili beharko da “Variables” taula bezala, bertan berriro esleitu behar direlako SCADAK jaso eta bidaliko dituen aginduen helbideak. Helbide horien esleipena egiteko 4.9 eta 4.10 taulak erabili behar dira.

Taula 3.4.8. PLC-aren Sarrerak.

<i>IRTEERAK</i>	<i>IZENA</i>	<i>HELBIDEA</i>	<i>DATU MOTA</i>	<i>AZALPENA</i>
1)	RUN	DB1.DBW 0.0	BOOL	Abiarazteko sakagailua (0: OFF eta 1:ON)
2)	STOP	DB1.DBW 0.1	BOOL	Geldiketa sakagailua (0: OFF eta 1:ON)
3)	ALARMA	DB1.DBW 0.2	BOOL	Alarma sakagailua (0: OFF eta 1:ON)
4)	REARME	DB1.DBW 0.3	BOOL	Berrabiarazteko botoia (0: OFF eta 1:ON)
5)	Auto_Esku	DB1.DBW 0.4	BOOL	Funtzionamendu Automatikoa:0 eta Eskuzko funtzionamendua:1
6)	B_1_S	I 0.5	BOOL	1. Balbularen sentsorea (0: IREKITA eta 1: ITXITA)
7)	B_2_S	I 0.6	BOOL	2. Balbularen sentsorea (0: IREKITA eta 1: ITXITA)
8)	B_3_S	I 0.7	BOOL	3. Balbularen sentsorea (0: IREKITA eta 1: ITXITA)
9)	B_5_S	I 1.1	BOOL	5. Balbularen sentsorea (0: IREKITA eta 1: ITXITA)
10)	B_6_S	I 1.2	BOOL	6. Balbularen sentsorea (0: IREKITA eta 1: ITXITA)
11)	B_7_S	I 1.3	BOOL	7. Balbularen sentsorea (0: IREKITA eta 1: ITXITA)
12)	B_8_S	I 1.4	BOOL	8. Balbularen sentsorea (0: IREKITA eta 1: ITXITA)

13)	T_t	I 1.5	BOOL	Turbinaren takometroa
14)	T_p	I 1.6	BOOL	Ponparen takometroa
15)	T_a_h	I 2.1	BOOL	Alternadorearen errodamenduen tenperatura
16)	T_o	I 2.2	BOOL	Lubrikaziorako olioaren tenperatura
17)	P_o	I 2.3	BOOL	Lubrikaziorako olioaren presioa
18)	K_t	I 2.4	BOOL	Turbinaren kaudalimetroa
19)	K_p	I 2.5	BOOL	Ponparen kaudalimetroa
20)	M_S_1_max	I 2.6	BOOL	1. Biltegiaren maila sentsorea maximoa
21)	M_S_1_min	I 2.7	BOOL	1. Biltegiaren maila sentsorea minimoa
22)	M_S_2_max	I 3.0	BOOL	2. Biltegiaren maila sentsorea maximoa
23)	M_S_2_min	I 3.1	BOOL	2. Biltegiaren maila sentsorea minimoa
24)	Pos	I 3.2	BOOL	Alabeen posiziorako sentsorea
25)	F	I 3.3	BOOL	Alternadorearen frekuentzimetroa
26)	T_M_B	DB1.DBW 0.5	BOOL	Turbina Martxan baimentzeko botoia
27)	P_M_B	DB1.DBW 0.6	BOOL	Ponpa Martxan baimentzeko botoia
28)	P_M_E	DB1.DBW 0.7		Ponpa martxan jartzeko eskuzko agindua
29)	P_G_E	DB1.DBW 1.0		Ponpa gelditzeko eskuzko agindua
30)	T_M	I 3.6	BOOL	Turbina Martxan

31)	T_G	I 3.7	BOOL	Turbina Geldi
32)	1_B_ITX_E	DB1.DBW 1.5	BOOL	1. Balbula ixteko pultsadorea eskuzko funtzionamenduan
33)	2_B_ITX_E	DB1.DBW 1.6	BOOL	2. Balbula ixteko pultsadorea eskuzko funtzionamenduan
34)	3_B_ITX_E	DB1.DBW 1.7	BOOL	3. Balbula ixteko pultsadorea eskuzko funtzionamenduan
35)	4_B_ITX_E	DB1.DBW 2.0	BOOL	4. Balbula ixteko pultsadorea eskuzko funtzionamenduan
36)	5_B_ITX_E	DB1.DBW 2.1	BOOL	5. Balbula ixteko pultsadorea eskuzko funtzionamenduan
37)	6_B_ITX_E	DB1.DBW 2.2	BOOL	6. Balbula ixteko pultsadorea eskuzko funtzionamenduan
38)	7_B_ITX_E	DB1.DBW 2.3	BOOL	7. Balbula ixteko pultsadorea eskuzko funtzionamenduan
39)	8_B_ITX_E	DB1.DBW 2.4	BOOL	8. Balbula ixteko pultsadorea eskuzko funtzionamenduan
40)	1_B_IR_E	DB1.DBW 2.5	BOOL	1. Balbula irekitzeko pultsadorea eskuzko funtzionamenduan
41)	2_B_IR_E	DB1.DBW 2.6	BOOL	2. Balbula irekitzeko pultsadorea eskuzko funtzionamenduan
42)	3_B_IR_E	DB1.DBW 2.7	BOOL	3. Balbula irekitzeko pultsadorea eskuzko funtzionamenduan
43)	4_B_IR_E	DB1.DBW 3.0	BOOL	4. Balbula irekitzeko pultsadorea eskuzko funtzionamenduan

				funtzionamenduan
44)	5_B_IR_E	DB1.DBW 3.1	BOOL	5. Balbula irekitzeko pultsadorearen eskuzko funtzionamenduan
45)	6_B_IR_E	DB1.DBW 3.2	BOOL	6. Balbula irekitzeko pultsadorearen eskuzko funtzionamenduan
46)	7_B_IR_E	DB1.DBW 3.3	BOOL	7. Balbula irekitzeko pultsadorearen eskuzko funtzionamenduan
47)	8_B_IR_E	DB1.DBW 3.4	BOOL	8. Balbula irekitzeko pultsadorearen eskuzko funtzionamenduan
48)	A_IR_E	DB1.DBW 3.5	BOOL	Alabeak ireki posizio maximora eskuzko funtzionamenduan
49)	A_ITX_E	DB1.DBW 3.6	BOOL	Alabeak itxi posizio minimora eskuzko funtzionamenduan
50)	T_M_E	DB1.DBW 1.1	BOOL	Turbina Martxan eskuzko funtzionamenduan
51)	T_G_E	DB1.DBW 1.2	BOOL	Turbina geldirik eskuzko funtzionamenduan
52)	AL_M_E	DB1.DBW 1.3	BOOL	Alternadorearen eskuzko funtzionamenduan martxan
53)	AL_G_E	DB1.DBW 1.4	BOOL	Alternadorearen eskuzko funtzionamenduan gelditu
54)	sinkronoskopia	I 6.5	BOOL	Sarera konektatzeko baimena ematen duen makina: fase + maiztasun berdina
55)	B_4_S_0	I 6.6	BOOL	4.Balbula itxita
56)	B_4_S_1	I 6.7	BOOL	4.Balbula erdi irekita



57)	B_4_S_2	I 7.0	BOOL	4.Babula itxita
58)	Pos_max	I 7.1	BOOL	Alabeak turbinatzeko prestatuta (itxita)
59)	Pos_min	I 7.2	BOOL	Alabeak ura pasatzen utzi (irekita)
60)	Lubrikazioa	DB1.DBW 3.6	BOOL	Turbinaren lubrikazioa eskuz eman dela bermatzen duen agindua

Taula 3.4.9. PLC-aren Irteerak.

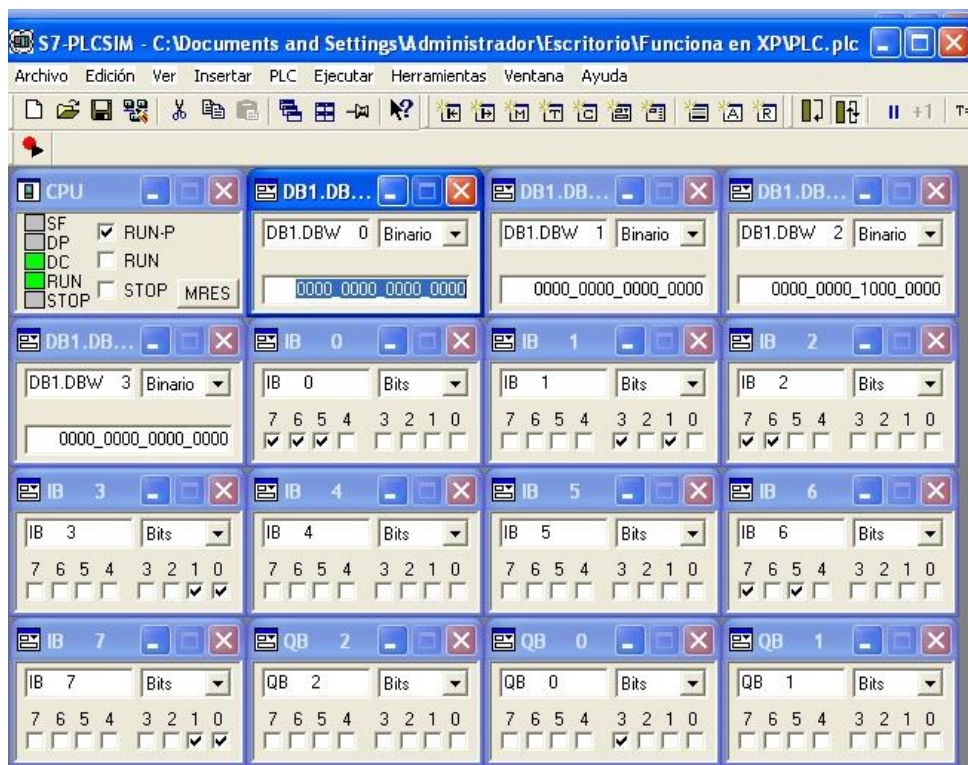
IRTEERAK	IZENA	HELBIDEA	DATU MOTA	AZALPENA
1)	1_B_ITX	Q 0.0	BOOL	1.Balbula ixteko agindua
2)	1_B_IR	Q 0.1	BOOL	1.Balbula irekitzeko agindua
3)	2_B_ITX	Q 0.2	BOOL	2.Balbula ixteko agindua
4)	2_B_IR	Q 0.3	BOOL	2.Balbula irekitzeko agindua
5)	3_B_ITX	Q 0.4	BOOL	3.Balbula ixteko agindua
6)	3_B_IR	Q 0.5	BOOL	3.Balbula irekitzeko agindua
7)	4_B_ITX	Q 0.6	BOOL	4.Balbula ixteko agindua
8)	4_B_IR	Q 0.7	BOOL	4.Balbula irekitzeko agindua
9)	5_B_ITX	Q 1.0	BOOL	5.Balbula ixteko agindua
10)	5_B_IR	Q 1.1	BOOL	5.Balbula irekitzeko agindua

11)	6_B_ITX	Q	1.2	BOOL	6.Balbula ixteko agindua
12)	6_B_IR	Q	1.3	BOOL	6.Balbula irekitzeko agindua
13)	7_B_ITX	Q	1.4	BOOL	7.Balbula ixteko agindua
14)	7_B_IR	Q	1.5	BOOL	7.Balbula irekitzeko agindua
15)	8_B_ITX	Q	1.6	BOOL	8.Balbula ixteko agindua
16)	8_B_IR	Q	1.7	BOOL	8.Balbula irekitzeko agindua
17)	P_M	Q	2.0	BOOL	Ponpa martxan jartzeko agindua
18)	P_G	Q	2.1	BOOL	Ponpa gelditzeko agindua
19)	A_IR	Q	2.2	BOOL	Turbinaren alabeak ireki
20)	A_ITX	Q	2.3	BOOL	Turbinaren alabeak itxi
21)	AL_M	Q	2.4	BOOL	Alternadorea martxan
22)	AL_G	Q	2.5	BOOL	Alternadorea gelditu
23)	sare_interrup_IR	Q	2.6	BOOL	Sarera konektatzeko interruptorea irekita
24)	sare_interrup_IT X	A	2.7	BOOL	Sarera konektatzeko interruptorea itxita

### 3.4.3 PLCSIM

Programa hau STEP7 programaren barnean aurkitu daitekeen simuladore bat da, honi esker programak frogatu daitezke PLCra deskargatu baino lehen. Kasu honetan proiektuaren sarrera eta irteera kopurua dela eta simuladorea erabiltzea erabaki da, ez baitauka eskuragarri dagoen hardwarearen sarrera eta irteeren mugapena. Irteerak modu anitzetan eman daitezke: bitarrean, bitez bit, hamaseitarrean, etab.

Erabili beharreko sarrera eta irteera anitzak direla eta byteak erabiltzea erabaki da. IB 0, IB 1, IB 2, IB 3, IB 4, IB 5, IB 6 eta IB 7 PLCra sartuko diren seinaleak dira, hau da sarrerak. QB 0, QB 1 eta QB 2 ordea PLCaren irteerak izango dira 3.4.54. Irudian ikusi daiteke nolako itxura edukiko duen automata birtual honek eta 3.4.10 eta 3.4.11 Tauletan byte bakoitza zein irteerari eta sarrerari dagokion zehaztuko da.



3.4.54. Irudia. PLC birtuala.

Taula 3.4.10. Sarrera byte-ak.

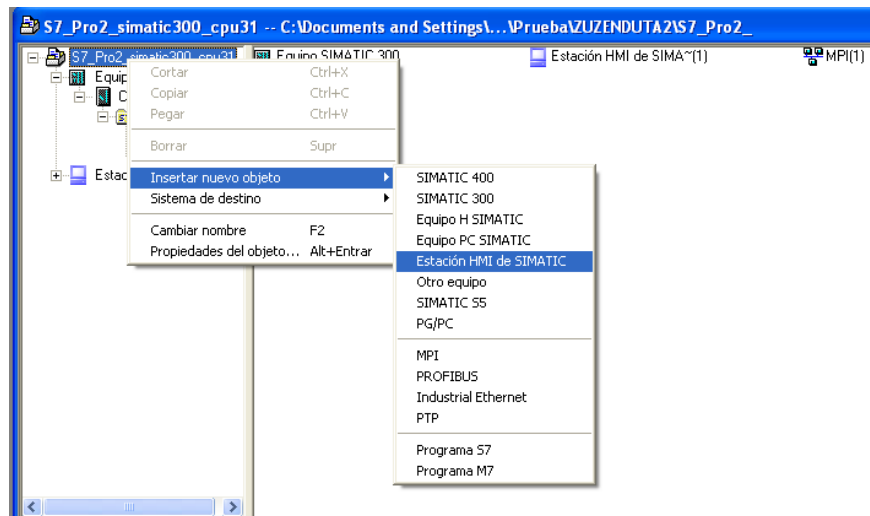
	<b>IB 0</b>	<b>IB 1</b>	<b>IB 2</b>	<b>IB 3</b>	<b>IB 4</b>	<b>IB 5</b>	<b>IB 6</b>	<b>IB 7</b>
1)	RUN			M_S_2_max	1_B_ITX_E	1_B_IR_E	T_M_E	B_4_S_2
2)	STOP	B_1_S	T_a_h	M_S_2_min	2_B_ITX_E	2_B_IR_E		Pos_max
3)	ALARMA	B_1_S	T_o		3_B_ITX_E	3_B_IR_E	T_G_E	Pos_min
4)	REARME	B_1_S	P_o	F	4_B_ITX_E	4_B_IR_E	AL_M_E	
5)	AUTO_ESKU	B_1_S	K_t	T_M_B	5_B_ITX_E	5_B_IR_E	AL_G_E	
6)	B_1_S	T_t	K_p	P_M_B	6_B_ITX_E	6_B_IR_E	Sinkronoskopio	
7)	B_1_S	T_p	M_S_1_max	P_M_E	7_B_ITX_E	7_B_IR_E	B_4_S_0	
8)	B_1_S		M_S_1_min	P_G_E	8_B_ITX_E	8_B_IR_E	B_4_S_1	

Taula 3.4.11. Irteera byte-ak.

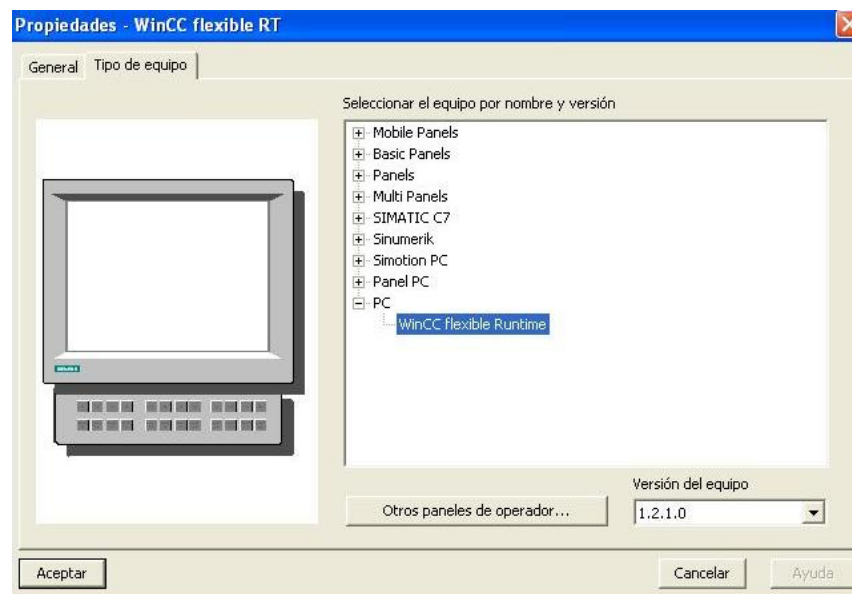
	<b>QB 0</b>	<b>QB 1</b>	<b>QB 2</b>
1)	1_B_ITX	5_B_ITX	P_M
2)	1_B_IR	5_B_IR	P_G
3)	2_B_ITX	6_B_ITX	A_IR
4)	2_B_IR	6_B_IR	A_ITX
5)	3_B_ITX	7_B_ITX	AL_M
6)	3_B_IR	7_B_IR	AL_G
7)	4_B_ITX	8_B_ITX	Sare_interrup_IR
8)	4_B_IR	8_B_IR	Sare_interrup_ITX

### 3.4.4 SCADA PANTAILEN GARAPENA

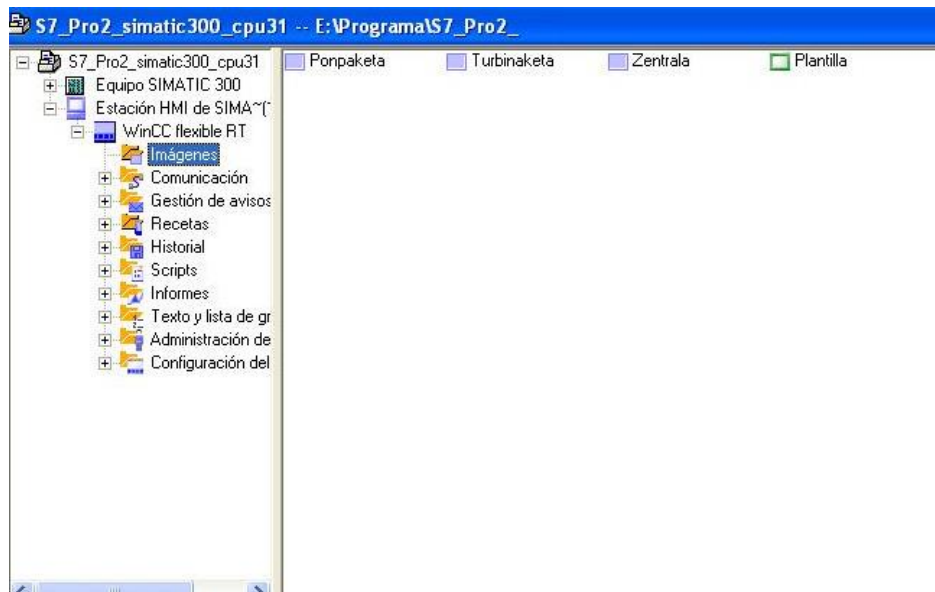
SCADA pantailak garatzeko WIN CC programa erabiltzea erabaki da. Programa hau Siemens enpresak garatutakoa da eta zuzenean STEP 7 programarekin erlazionatu daiteke. Programa hau hasieratzeko STEP 7 programan sorturiko proiektua eta PLCSIM martxan edukiko dira simulazio moduan. Behin programa funtzionatzen dagoela 3.4.55, 3.4.56 eta 3.4.57 Irudietako pausuak jarraitu behar dira.



3.4.55. Irudia. HMI pantaila sortu.

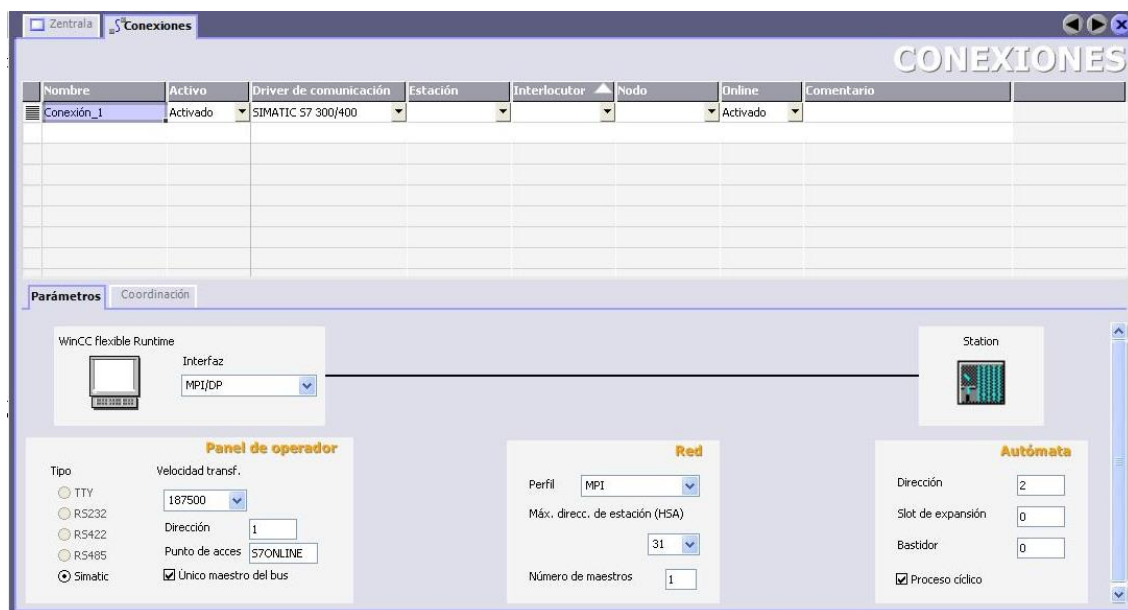


3.4.56. Irudia, Pantaila mota aukeratu.



3.4.57. Irudia. Sortutako menu berria.

Behin 3.4.58. Irudia lortu dela “Plantilla” izeneko atala aukeratu behar da eta bi klik eginez WIN CC programa irekiko da. Programa irekitzen den momentuan “Conexiones” atala ireki behar da eta bertan 3.4.58. Irudian ikusten moduan erabiliko den konexioa egokia dela konprobatu behar da.



3.4.58. Irudia. Konexioen pantaila.

Proiektua PLCSIM simuladorearen bidez garatu denez aukeratu beharreko interfazea MPI/DP izango da. Goiko irudiaren azpiko partea ireki dadin “Nombre” kutxa gainean klikatu behar da eta bertan “Conexión\_1” agertuko da, hori izango da PLCSIM simuladorearekin dagoen konexioa. Behin hau egin dela “Variables” atala ireki behar da eta bertan 3.4.59. Irudian ikusi daitekeen taula sortu behar da, horretarako aldagai guztiak sartu behar dira banan-banan. Behin aldagai bat sartu dela STEP 7 programan daukan helbidea eta izena emango zaio, horrela WIN CC-ak zein parametro aldatu behar duen jakin dezan.

Nombre	Conexión	Tipo de d.	Símbolo	Dirección	El...	Ciclo de adquisición	Fichero	Modo de adqui...	Ciclo de archivo
RUN	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I0.0	1	1 min	<I...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
STOP	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I0.1	1	1 min	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
ALARMA	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I0.2	1	1 min	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
REARME	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I0.3	1	1 min	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
ESKUZ	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I0.4	1	1 min	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
B_1_S	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I0.5	1	1 s	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
B_2_S	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I0.6	1	1 s	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
B_3_S	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I0.7	1	1 s	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
B_5_S	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I1.1	1	1 s	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
B_6_S	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I1.2	1	1 s	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
B_7_S	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I1.3	1	1 s	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
B_8_S	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I1.4	1	1 s	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
T_t	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I1.5	1	1 s	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
T_p	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I1.6	1	1 s	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
T_a_h	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I2.1	1	1 s	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
T_o	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I2.2	1	1 s	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
P_o	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I2.3	1	1 s	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
K_t	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I2.4	1	1 s	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
K_p	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I2.5	1	1 s	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
M_S_1_max	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I2.6	1	1 s	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
M_S_1_min	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I2.7	1	1 s	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
M_S_2_max	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I3.0	1	1 s	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
M_S_2_min	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I3.1	1	1 s	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
Pos	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I3.2	1	1 s	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>
F	Conexión_1	Bool	<Indefinido>	I3.3	1	1 s	<Inde...>	Ciclo continuo	<Indefinido>

3.4.59. Irudia. Aldagaien taula.

Behin hau guztia egin dela pantailak sortzen hasi behar da, horretarako 3.4.60. Irudiko menuan “Imagenes” atala ireki eta bertan “Insertar Imagen” aukeratu behar da. Proiektu honen kasuan hiru pantaila sortzea erabaki da, hiru pantaila hauek operadorearen lana errazteko sortu dira. Horrela pantaila orokorrean soilik bi prozesuetan berdinak diren datuak agertuko dira eta beste bi pantailatan ordea prozesu bakoitza zehaztasunez eta dagokion irakurketekin kontrolatu ahal izango da.



3.4.60. Irudia. WIN-CC Menúa.

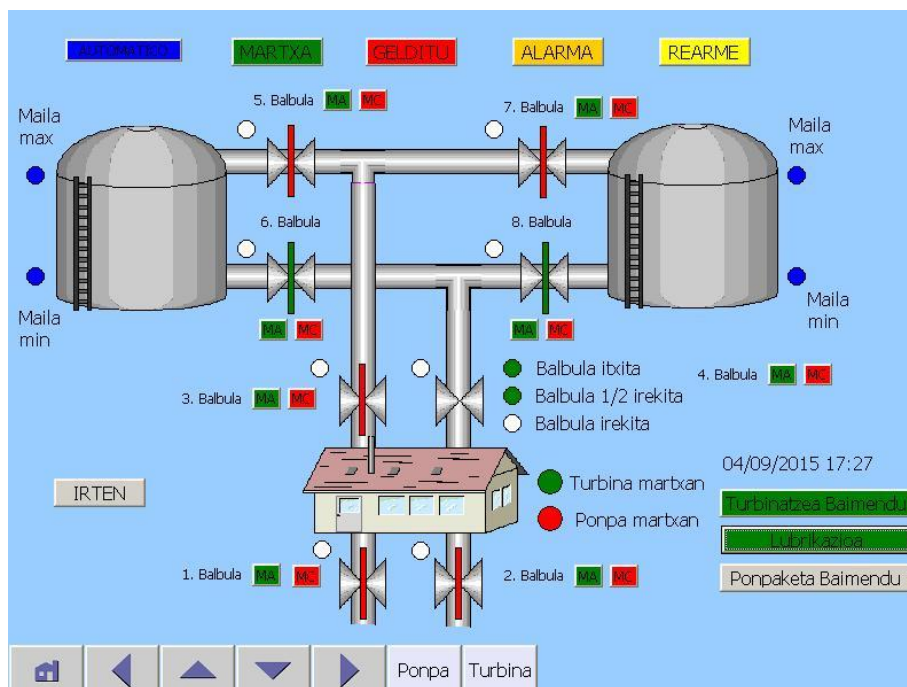
Pantaila berriak sortzerakoan “Configuración del panel del operador” ataleko “Navegación de imágenes” ireki behar da. Bertan pantailen ordena erabakiko hau da, pantaila nagusia Zentrala izenekoa izango da eta azpi pantailak ordean Turbinaketa eta Ponpaketa izenekoak izango dira.

Proiektu honetan garaturiko pantailak prozesuen arabera sailkatzea erabaki da. Hurrengo irudietan ikusi daitezke pantaila bakoitzaren egoera desberdinak eta bere funtzionamendua.

Hasteko pantaila nagusia aztertuko da, hau da “Zentrala” izenekoa. Pantaila hau 3.4.61. Irudian ikusi daiteke, bertan zentralaren egitura osoa nolako den antzeman daiteke. Pantaila honetan balbulen egoera, ur biltegien bolumena, lanean dagoen prozesua eta programaren egoerak ikusi daitezke. Oso pantaila orokorra da, zentralaren egoeraren kontrol global bat egitea dauka helburu. Horrez gain azpi pantailak joateko aukera ematen duen menu bat dauka azpiko aldean eta erloju batez egongo da hornitua langileak zein ordu den jakin dezan. Ordua ezagutzea garrantzitsua da, horren arabera turbinatu eta

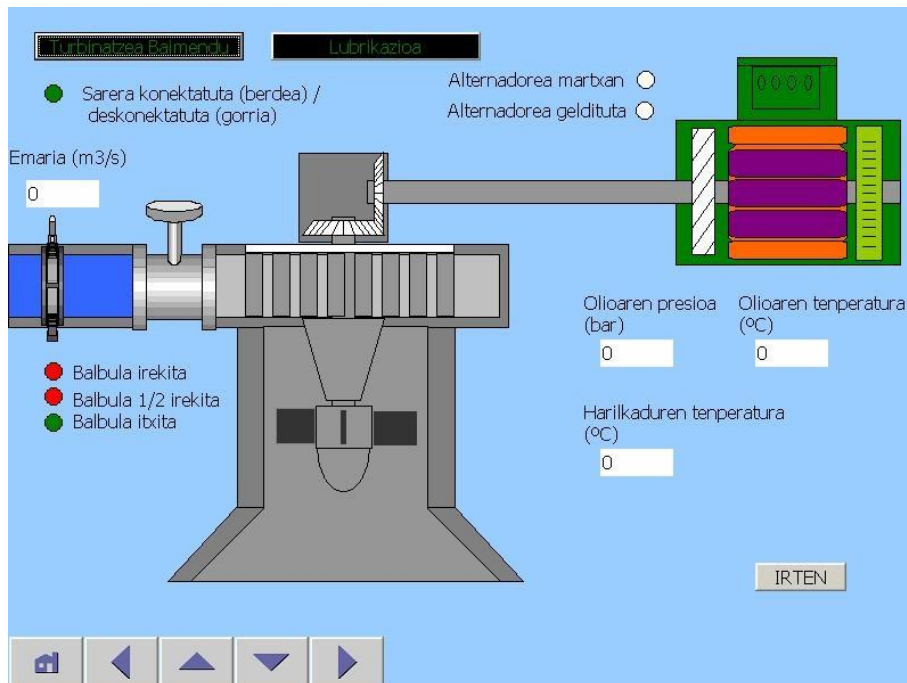


ponpatuko delako hori dela eta langileak momentu oro ezagutu behar du ordua. Irten botoia ezinbesteko da SCADA pantaila itxeko, botoi hau egon ezean ezingo da pantaila itxi.

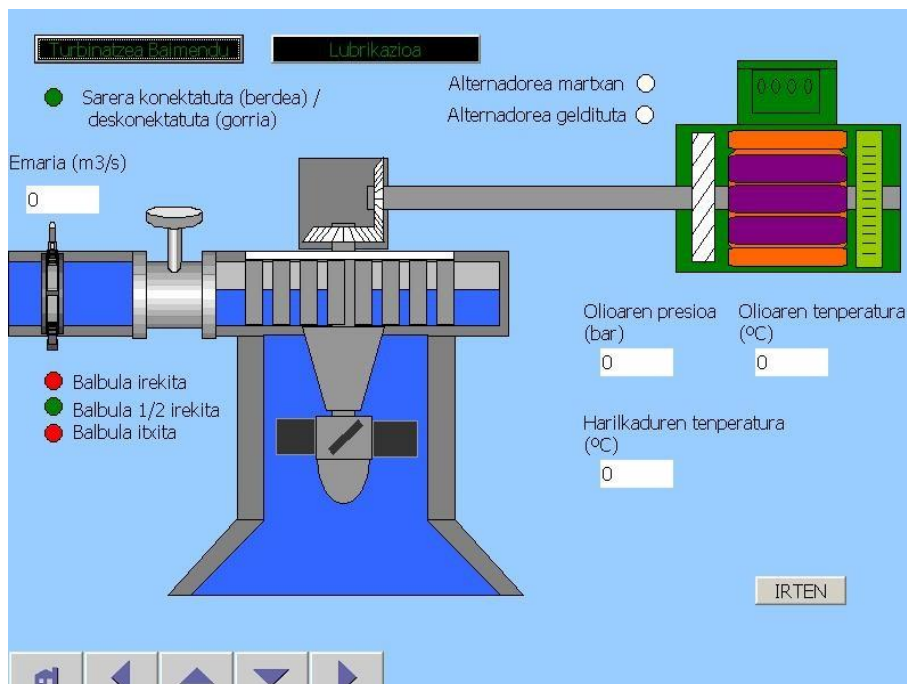


3.4.61. Irudia. Zentrala operadore pantaila.

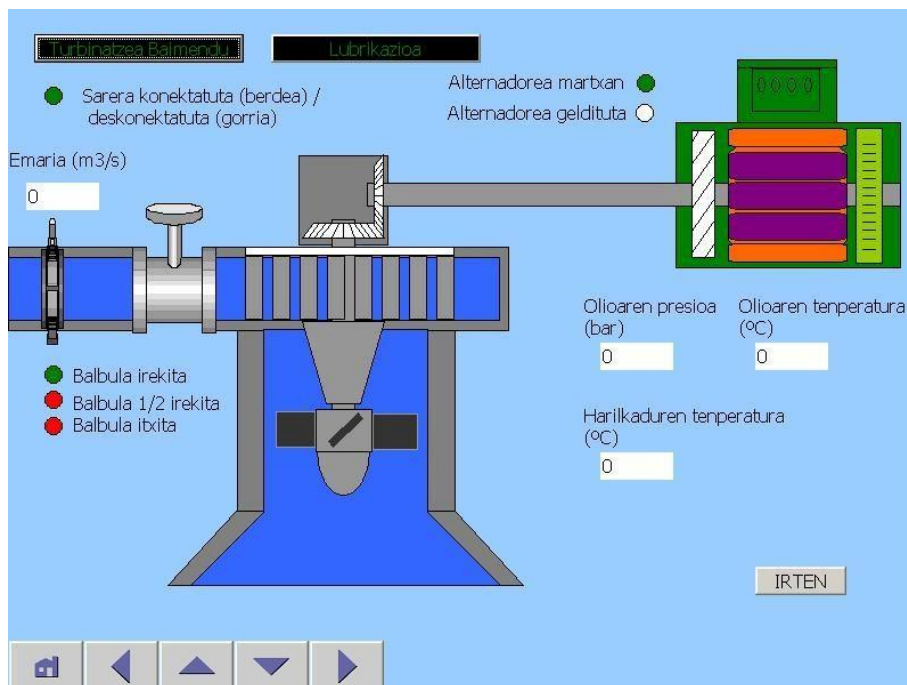
Hurrengo pantaila Turbina pantaila izango litzateke, hemen turbinaketa prozesua adierazten da. Hiru egoera desberdin ematen dira hemen, turbinaren martxa sekuentzia jarraitu behar delako aurreko ataletan azaldu den moduan. 3.4.62. Irudian turbinaren hasierako egoera irudikatzen da, hemen turbina eta alternadorea geldi egongo dira eta balbulak itxita edukiko dituen momentua ikusi daiteke. 3.4.63. Irudian laugarren balbula erdi irekita dagoen momentua adierazi da, kasu honetan turbinaren alabeak ireki dira alternadoreak karga eduki dezan baina oraindik ez da sarera konektatu. Azkenik 3.4.64. Irudian amaierako egoera adierazten da, hemen laugarren balbula guztiz irekiko da eta sinkronoskopia alternadorea sarera konektatu osteko egoera aztertu daiteke.



3.4.62. Irudia. Hasierako egoera.



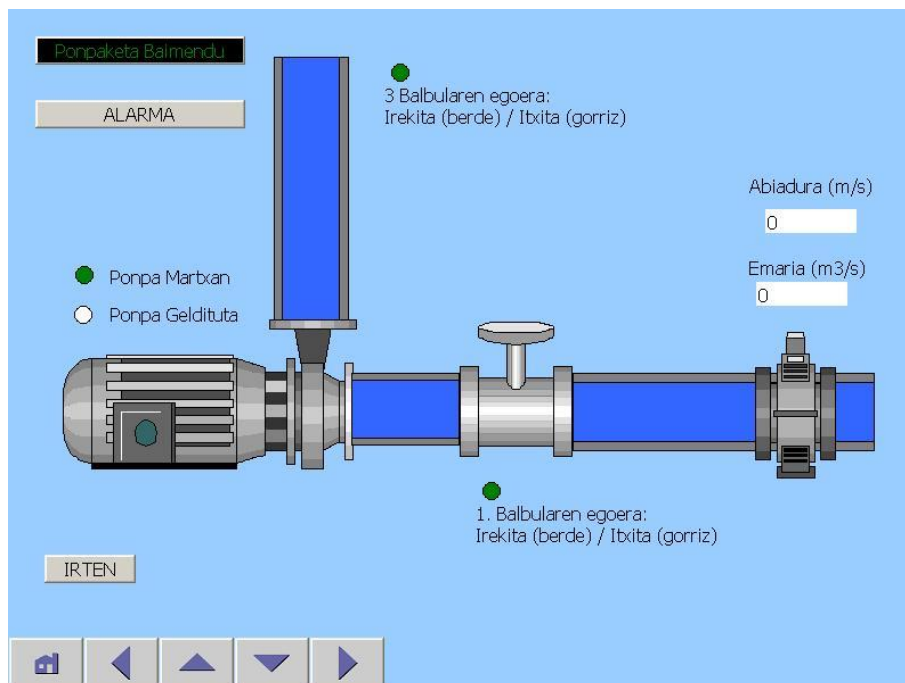
3.4.63. Irudia. Sarera konektatu aurretik.



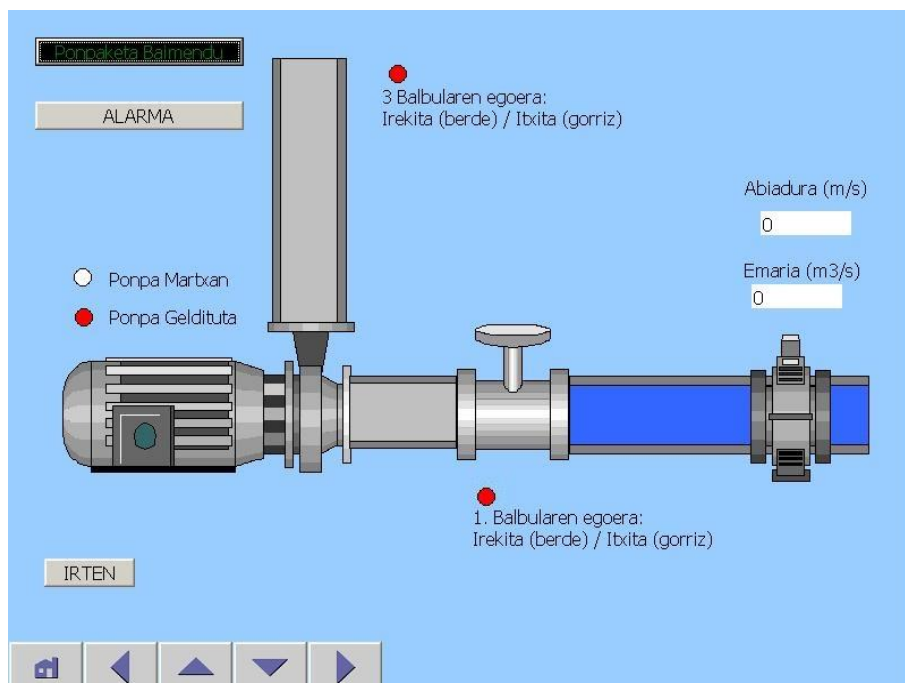
3.4.64. Irudia. Elektrizitatea ekoizten dagoen momentua.

Hurrengo prozesua ponpaketa prozesua da, hemen turbinaketa prozesuan botatako ura berriro biltegitara igoko da. Kasu honetan prozesua sinpleagoa denez egoera gutxiago irudikatu behar dira. 3.4.65 eta 3.4.66. Irudietan ikusi daiteke prozesu hau. Ponpaketa sinpleagoa den arren denbora gehiagoz egongo da lanean bailara orduak punta orduen bikoitza baitira. 3.4.65. Irudian bailara orduetako funtzionamendu egoera ikusi daiteke, hemen 1. eta 3. balbulen egoera eta ponparen egoerak adierazten dira. Horrez gain interesekoak diren balioak ere kontrolatu daitezke, hala nola emaria eta uraren abiadura.

3.4.65. Irudian ponpa geldirik dagoenean ikusten den pantaila agertzen da, argi dago, bertan irudikatuta agertzen den une hori punta orduetan ikusiko litzatekeen pantaila izango dela, beraz ezingo da baliorik irakurri, interesekoa izango den informazio bakarra balbulen eta ponparen egoera izango dira.



3.4.65. Irudia. Ponpa bailara orduetan.



3.4.66. Irudia. Ponpa punta orduetan.