

INDUSTRIA ELEKTRONIKAREN ETA AUTOMATIKAREN INGENIARITZAKO GRADUA

GRADU AMAIERAKO LANA

TIA PORTAL BIDEZKO ETXE BATEN SISTEMA DOMOTIKOAREN DISEINU ETA INPLEMENTAZIOA



Ikaslea: *Iturbe Sanchez, Ane*

Zuzendaria: *Sevillano Berasategui, Maria Goretti*

LABURPEN HIRUELEDUNA

EUSKERA

Gako hitzak: TIA Portal, domotika, MeiA metodologia, automatizazioa, Oinarrizko Biki Funtzionala, etxe adimentsua.

Dokumentu honetan aurkezten den Gradu Amaierako Lana instalazio domotiko baten diseinuan eta inplementazioan datza, etxe arrunt bat etxe adimentsua bihurtzeko asmoz.

Etxebizitza bat domotizatzeak, hainbat hobekuntza eskaintzen ditu. Onura nabarmenen artean, alde batetik, energia-eraginkortasuna handitzea dago, errekurtsoen erabilera hobeagoa lortuz eta, kontsumoa murriztuz. Gainera, erabiltzailearen erosotasun handiagoa ematen du, gailu mugikorren edo ahots-komandoen bidez argiak, etxetresna elektrikoak eta segurtasun-sistemak kontrolatzeko aukera ematen baitu. Gainera, etxeko segurtasuna hobetzen du zaintza-sistemen eta alarma adimendunen bidez, denbora errealean gainbegiratu daitezkeenak. Hobekuntza horiek erabiltzailearen eguneroko bizitza errazteaz gain, jabetzaren balioa ere handitzen dute.

Proiektu honen garapenerako, Siemens etxeko PLC SIMATIC S7-1500 erabili da sistema automatizatuaren kontrolatzaile bezala, eta TIA Portal softwarea erabiliz diseinatutako kontrol sistemaren inplementazioa burutu da. Garatutako sistemaren funtzionamendu egokia egiaztatu da TIA Portal-ek eskaintzen dituen aukera desberdinez baliatuz, hala nola PLCSIM eta HMI-ak. Azkenik, sistemaren funtzionamenduaren azken frogetarako, benetako etxebizitzan inplementatutako sistemaren antzera funtzionatu dezan, oinarrizko biki funtzional bat garatu da.

CASTELLANO

Descriptorres: TIA Portal, domótica, metodología MeiA, automatización, Gemelo Funcional Básico, hogar inteligente.

El Trabajo de Fin de Grado que se presenta en este documento consiste en el diseño e implementación de una instalación domótica con el objetivo de convertir una casa normal en una casa inteligente.

Domotizar una vivienda ofrece varias mejoras. Entre los beneficios más destacados se encuentra, por un lado, el aumento de la eficiencia energética, consiguiendo un mejor uso de los recursos y, por otro, la reducción del consumo. Además, proporciona una mayor comodidad al usuario al permitir el control de luces, electrodomésticos y sistemas de seguridad mediante dispositivos móviles o comandos de voz. Además, mejora la seguridad en el hogar mediante sistemas de vigilancia y alarmas inteligentes, supervisables en tiempo real. Estas mejoras no sólo facilitan la vida cotidiana del usuario, sino que también elevan el valor de la propiedad.

Para el desarrollo de este proyecto se ha utilizado el PLC SIMATIC S7-1500 de Siemens como controlador del sistema automatizado y se ha llevado a cabo la implementación del sistema de control diseñado utilizando el software TIA Portal. Se ha comprobado el correcto funcionamiento del sistema desarrollado aprovechando las diferentes posibilidades que ofrece la TIA Portal, como PLCSIM y los HMI-s. Finalmente, para las pruebas finales de funcionamiento del sistema, con el fin de que funcione de forma de forma lo más similar posible a como lo haría el sistema implementado en la vivienda real, se ha desarrollado un gemelo funcional básico.

ENGLISH

Key Words: TIA Portal, home automation, MeiA methodology, automation, Basic Functional Twin, smart home.

The Final Degree Project presented in this document consists of the design and implementation of a home automation system with the aim of transforming a normal house into a smart home.

Domotizing a house offers several improvements. Among the most outstanding benefits is, on the one hand, the increase of energy efficiency, achieving a better use of resources and, on the other hand, the reduction of consumption. Moreover, it provides greater convenience to the user by allowing the control of lights, appliances and security systems through mobile devices or voice commands. It also improves home security through intelligent surveillance systems and alarms, which can be monitored in real time. These improvements not only make user's everyday life easier, but also raise the value of the property.

For the development of this project, the Siemens SIMATIC S7-1500 PLC has been used as the controller of the automated system and the implementation of the designed control system has been carried out using the TIA Portal software. The correct operation of the developed system has been verified by using the different possibilities offered by TIA Portal, such as PLCSIM and HMI-s. Finally, for the final functional tests of the system, in order to make it work in a similar way to the system implemented in the real house, a basic functional twin has been developed.

AURKIBIDEA

IRUDI AURKIBIDEA	9
TAULA AURKIBIDEA.....	13
AKRONIMO AURKIBIDEA	15
1. SARRERA.....	17
2. TESTUINGURUA	21
2.1. DOMOTIKA	21
2.1.1. DOMOTIKAREN HISTORIA	21
2.1.2. FUNTSEZKO ELEMENTUAK SISTEMA DOMOTIKO BATEAN	23
2.1.3. ARKITEKTURA	25
2.1.3.1. ZENTRALIZATUA.....	25
2.1.3.2. DESZENTRALIZATUA	26
2.1.3.3. BANATUA	26
2.1.3.4. MISTOA/HIBRIDOA	27
2.1.4. DOMOTIKA-MAILA.....	28
2.2. KONTROLAGAILU PROGRAMAGARRI LOGIKOEN DESKRIBAPENA	29
2.2.1. ARKITEKTURA	29
2.2.1.1. HARDWARE.....	30
2.2.1.2. SOFTWARE	33
2.3. GIZA-MAKINA INTERFAZEEN (HMI) DESKRIBAPENA.....	34
2.3.1. FUNTZIONAMENDUA	34
2.3.2. ABANTAILAK	35
2.4. AUTOMATIZAZIO SOFTWAREAREN DESKRIBAPENA.....	35
2.5. INSTALAZIO DOMOTIKOEN ARAUDIA.....	36
2.5.1. AENOR 0026	37
2.5.2. UNE-EN 50491-6-1:2014	38
2.5.3. UNE-CLC/TR 50491-6-3:2013 IN	39
2.6. DISEINU METODOLOGIA	40
2.6.1. MeIA (Methodology for industrial Automation systems).....	40
2.6.2. ANSI/ISA-88	42
3. GARAPEN IRAUNKORREKO HELBURUEKIKO ETA PRINTZIPIO ETA BALIO DEMOKRATIKOEKIKO LOTURA.....	45
4. LANAREN HELBURUA ETA IRISMENA	49
5. LANAK DAKARTZAN ONURAK	51

6.	BALDINTZEN DESKRIBAPENA	53
6.1.	ETXEBIZITZAREN DESKRIBAPENA.....	53
6.2.	ETXEBIZITZAN INPLEMENTATUKO DIREN SISTEMAK	53
6.2.1.	Logela 1:	54
6.2.2.	Egongela.....	54
6.2.3.	Sarrera	55
6.2.4.	Sukaldea	56
6.2.5.	Komuna 1	57
6.3.	SISTEMA AUTOMATIZATUEN FUNTZIONAMENDUAREN DESKRIBAPENA.....	58
6.3.1.	Argiaren kontrola:	58
6.3.2.	Toldoen kontrola:	59
6.3.3.	Temperaturaren kontrola:.....	59
6.3.4.	Leihoen kontrola:	59
6.3.5.	Pertsianen kontrola:.....	60
6.3.6.	Suaren kontrola:	60
6.3.7.	Etxeko alarma:	60
6.3.8.	Erauzgailua.....	60
7.	AUKEREN ANALISIA	61
7.1.	KOMUNIKAZIO MOTAK	61
7.1.1.	PROFINET.....	61
7.1.2.	MODBUS TCP/IP.....	64
7.1.3.	EtherCat	67
7.1.4.	EtherNet/IP.....	69
8.	ARRISKUEN ANALISIA	73
8.1.	ARRISKUEN DESKRIBAPENA	73
8.2.	ARRISKUEN PROBABILITATEA ETA ERAGINA	74
8.3.	ARRISKUEN LEHENTASUNA.....	74
8.4.	ERANTZUN PLANA.....	75
9.	PROPOSATUTAKO IRTENBIDEAREN DESKRIBAPENA.....	79
9.1.	PROPOSATUTAKO SISTEMA AUTOMATIZATUAREN GARAPENA.....	79
9.2.	AUTOMATIZAZIO SISTEMAREN OSAGAI FISIKOAK.....	79
9.2.1.	PLC	79
9.2.2.	HMI.....	80
9.2.3.	KOMUNIKAZIOA	81
9.2.4.	SENTSOREAK.....	81
9.2.5.	ERAGINGAILUAK	83

9.3.	ETXEBIZITZAREN AUTOMATIZAZIO KONTROL SISTEMAREN ANALISIA, DISEINUA ETA INPLEMENTAZIOA	85
9.3.1.	ETXEBIZITZA:.....	85
9.3.2.	1. GELA: LOGELA 1:.....	88
9.3.2.1.	SISTEMAREN FUNTZIONAMENDUAREN DESKRIBAPENA.....	89
9.3.2.2.	SISTEMAREN GRAFCET-AK	92
9.3.2.3.	SISTEMAREN SEINALEAK.....	102
9.3.2.4.	EKIPO - ENTITATE EREDUA	107
9.3.2.5.	INPLEMENTAZIOA TIA PORTAL-EN.....	110
9.3.3.	2. GELA: EGONGELA	115
9.3.3.1.	SISTEMAREN FUNTZIONAMENDUAREN DESKRIBAPENA.....	116
9.3.3.2.	SISTEMAREN GRAFCET-AK	120
9.3.3.3.	SISTEMEN SEINALEAK	128
9.3.3.4.	EKIPO – ENTITATE EREDUA	134
9.3.3.5.	INPLEMENTAZIOA TIA PORTAL-EN.....	137
9.3.4.	3. GELA: SARRERA.....	141
9.3.4.1.	SISTEMAREN FUNTZIONAMENDUAREN DESKRIBAPENA.....	142
9.3.4.2.	SISTEMAREN GRAFCET-AK	143
9.3.4.3.	SISTEMAREN SEINALEAK.....	146
9.3.4.4.	EKIPO - ENTITATE EREDUA	149
9.3.4.5.	INPLEMENTAZIOA TIA PORTAL-EN.....	151
9.3.5.	4.GELA: SUKALDEA	152
9.3.5.1.	SISTEMAREN FUNTZIONAMENDUAREN DESKRIBAPENA.....	153
9.3.5.2.	SISTEMAREN GRAFCET-AK	155
9.3.5.3.	SISTEMAREN SEINALEAK.....	159
9.3.5.4.	EKIPO - ENTITATE EREDUA	162
9.3.5.5.	INPLEMENTAZIOA TIA PORTAL-EN.....	163
9.3.6.	5.GELA: KOMUNA 1	166
9.3.6.1.	SISTEMAREN FUNTZIONAMENDUAREN DESKRIBAPENA.....	166
9.3.6.2.	SISTEMAREN GRAFCET-AK	168
9.3.6.3.	SISTEMAREN SEINALEAK.....	170
9.3.6.4.	EKIPO - ENTITATE EREDUA	172
9.3.6.5.	INPLEMENTAZIOA TIA PORTAL-EN.....	173
10.	EGINBEHARREKOAREN DESKRIBAPENA, FASEAK, EKIPOAK EDO PROZEDURAK	175
11.	GANTT-EN DIAGRAMA.....	177
12.	GAUZATUTAKO AURREKONTUAREN DESKRIBAPENA	179
12.1.	BALIABIDE MATERIALAK.....	179

Aurkibidea

12.2.	GIZA BALIABIDEAK.....	180
12.3.	GUZTIRA	181
13.	ONDORIOAK.....	183
14.	BIBLIOGRAFIA.....	185
15.	ERANSKINAK.....	189
15.1.	I.ERANSKINA: DOMOTIKA MAILAK.....	189
15.2.	II.ERANSKINA: PLC ETA HMI-AREN EZAUGARRIAK.....	189
15.3.	III.ERANSKINAK: KOMUNIKAZIOAK.....	189
15.4.	IV:ERANSKINAK: SENTSOREAK	189
15.5.	V.ERANSKINAK: ERAGINGAILUAK.....	189
15.6.	VI.ERANSKINA: TIA PORTAL PROGRAMAZIOA.....	189

IRUDI AURKIBIDEA

Irudia 1 Domotika inplementatuko den etxea.....	18
Irudia 2. Domotikaren historia. [10].....	22
Irudia 3. Kudeaketa domotikoko zentrala.[11].....	23
Irudia 4. Komunikazio-sistemak. [12].....	24
Irudia 5. Domotikaren funtsezko elementuak.[14].....	25
Irudia 6. Sistema zentralizatu baten egitura. [16].....	25
Irudia 7. Sistema deszentralizatu baten egitura. [16].....	26
Irudia 8. Sistema banatu baten egitura. [16].....	27
Irudia 9. Sistema misto edo hibrido baten egitura. [16].....	27
Irudia 10. Kontrolagailu programagarri logiko desberdinak. [35].....	29
Irudia 11. PLC baten hardware egitura. [18].....	30
Irudia 12. Kontrolagailu programagarri logikoa. [34].....	31
Irudia 13. PLC baten Oinarritzko Egitura Funtzionala-IEC 61131-1. [23].....	33
Irudia 14.Giza-Makina Interfaze desberdinak. [28].....	34
Irudia 15. TIA Portal V16.	36
Irudia 16. UNE-Logoa. [39].....	37
Irudia 17. AENOR Logoa. [40].....	37
Irudia 18. Prozesu Industrialen Automatizaziorako kontrol software-ren garapena. [53].....	40
Irudia 19. Froga mailak. Software-aren garapena, V ereduak. [55].....	41
Irudia 20. Banaketa – ANSI/ISA-88 (S88) Ereduak. [57].....	44
Irudia 21. Garapen Iraunkorreko helburuak. [29].....	45
Irudia 22. Etxeko konektagarritasuna. [41].....	52
Irudia 23. Etxebizitzaren gelak.....	53
Irudia 24. Logela 1-eko planoaren krokisa.....	54
Irudia 25. Egongelako planoaren krokisa.....	55
Irudia 26. Sarrerako planoaren krokisa.....	56
Irudia 27. Sukaldeko planoaren krokisa.....	57
Irudia 28. Komuna 1-eko planoaren krokisa.....	58
Irudia 29. PROFINET-en oinarritzko diagrama. [42].....	63
Irudia 30. ModbusTCP. [45].....	66
Irudia 31. EtherCat protokoloa. [47].....	68
Irudia 32. EtherNet/IP protokoloa. [50].....	70
Irudia 33. Arriskuen lehentasunak.....	75
Irudia 34. 1512C-1 PN CPU-aren ikuspegia, aurrealdeko estalkirik gabe (aurreko aldean) [22].	80
Irudia 35. KTP400 BASIC PN HMI-a. [27].....	80
Irudia 36. KNX kablea.[58].....	81
Irudia 37. PROFINET eta KNX busak nola komunikatu.[59].....	81
Irudia 38. Presentia C v2 Detector de presencia KNX con sensor de luminosidad y temperatura para techo”. [60].....	82
Irudia 39. Estación meteorológica Standard para KNX. [61].....	82
Irudia 40. WinDoor RF, Contacto magnético KNX RF para puerta/ventana (868 MHz). [62].....	82
Irudia 41. Flat Sensato v2, Sensor de temperatura y humedad KNX para instalación empotrada. [63].....	83
Irudia 42. Dual Q smoke alarm device. [64].....	83
Irudia 43. Actuador de regulación de 2 elementos para KNX, 2 x 300 W/VA. [65].....	84

Irudia 44. Actuador de calefacción de 6 elementos con regulador para Gira One y KNX. [66]	84
Irudia 45. Actuador de conmutación de 16 elementos 16 A / actuador de persianas de 8 elementos 16 A Standard para Gira One y KNX. [67]	85
Irudia 46. Etxearen plano eta gela bakoitzean automatizatuko diren sistemak.	86
Irudia 47. Etxeko Grafcet orokorra.....	86
Irudia 48. Etxeko HMI-a.	87
Irudia 49. Etxeko HMI-a frogetan.	88
Irudia 50. Logela 1-eko automatizazio sistemak.	88
Irudia 51. Logela 1-eko Prozesu Eredua.	89
Irudia 52. Logela 1-eko Prozedura Eredua.....	93
Irudia 53. Logela 1-eko Grafcet orokorra.....	94
Irudia 54 Logela 1-eko Grafcet-a, argia eta toldoaren zatia handituta.	95
Irudia 55. Logela 1-eko Grafcet-a, tenperaturaren zatia handituta.	96
Irudia 56. Logela 1-eko Grafcet-a, leihoaren zatia handituta.	97
Irudia 57. Logela 1-eko Grafcet-a, pertsiana eta suaren zatia handituta.....	98
Irudia 58. Logela 1-eko argiaren automatizazio Grafcet-a.	99
Irudia 59. Logela 1-eko toldoaren automatizazio Grafcet-a.	100
Irudia 60. Logela 1-eko tenperaturaren automatizazio Grafcet-a.	100
Irudia 61. Logela 1-eko pertsianaren automatizazio Grafcet-a.....	101
Irudia 62. Logela 1-eko leihoaren automatizazio Grafcet-a.	101
Irudia 63. Logela 1-eko argiaren sarrera eta irteerak Eredu Fisikoan.	102
Irudia 64. Logela 1-eko pertsianaren sarrera eta irteerak Eredu Fisikoan.	103
Irudia 65. Logela 1-eko toldoaren eta leihoaren sarrera eta irteerak Eredu Fisikoan.	103
Irudia 66. Logela 1-eko tenperatura , sua eta HMI-aren sarrera eta irteerak Eredu Fisikoan.....	104
Irudia 67. Logela 1-eko argiaren Ekipo Entitate Eredua.	108
Irudia 68. Logela 1-eko pertsianaren Ekipo Entitate Eredua.....	108
Irudia 69. Logela 1-eko leiho eta toldoaren Ekipo Entitate Eredua.....	109
Irudia 70. Logela 1-eko tenperatura, sua eta HMI-aren Ekipo Entitate Eredua.	109
Irudia 71. Logela 1-en PLC simulazioak.....	110
Irudia 72. Logela 1-en hausazko zenbakiak lortzen dituen funtzioa.	111
Irudia 73. Logela 1-eko hausazko zenbakiak lortzeko Main-eko programaren zatia.	111
Irudia 74. Tenperatura igotzeko inplementatutako funtzioa programazio lengoiaia egituratuan /ST lengoiaian balio duen funtzioa.	111
Irudia 75. Tenperatura jaisteko erabiltzen den funtzioa.	112
Irudia 76. Tenperaturaren kontrolerako Main-ean txertatutako atala kontaktuzko lengoiaian/LD lengoiaian.	112
Irudia 77. Logela 1-eko leihoaren biki birtuala.	113
Irudia 78. Logela 1-eko toldoaren biki birtuala.	113
Irudia 79. Logela 1-eko pertsianaren biki birtuala.....	114
Irudia 80. Logela 1-eko biki birtualaren aldagai esleipena.....	114
Irudia 81. Logela 1-eko HMI irudia.	115
Irudia 82. Logela 1-eko simulazioak biki birtualarekin.....	115
Irudia 83. Egongelako automatizazio sistemak.	116
Irudia 84. Egongelako Prozesu Eredua.....	117
Irudia 85. Egongelako Prozedura Eredua.	120
Irudia 86. Egongelako Grafcet orokorra.....	122
Irudia 87. Egongelako Grafcet orokorra, argia eta tenperaturaren zatia handituta.....	123
Irudia 88. Egongelako Grafcet orokorra, leihoaren zatia handituta.....	124
Irudia 89. Egongelako Grafcet orokorra, pertsiana eta suaren zatia handituta.	125
Irudia 90. Egongelako argiaren automatizazio Grafcet-a.	126
Irudia 91. Egongelako tenperaturaren automatizazio Grafcet-a.	127

Irudia 92. Egongelako pertsianen automatizazio Grafcet-a.....	127
Irudia 93. Egongelako leihoen automatizazio Grafcet-a.	128
Irudia 94. Egongelako argiaren sarrera eta irteerak Eredu Fisikoan.....	129
Irudia 95. Egongelako pertsianen sarrera eta irteerak Eredu Fisikoan.	129
Irudia 96. Egongelako leihoen sarrera eta irteerak Eredu Fisikoan.....	130
Irudia 97. Egongelako tenperaturaren sarrerak eta irteerak Eredu Fisikoan.....	130
Irudia 98. Egongelako sua eta HMI-aren sarrera eta irteerak Eredu Fisikoan.....	131
Irudia 99. Egongelako argiaren Ekipo Entitate Eredua.	135
Irudia 100. Egongelako pertsianen Ekipo Entitate Eredua.....	135
Irudia 101. Egongelako leihoen Ekipo Entitate Eredua.....	136
Irudia 102. Egongelako tenperatura, sua eta HMI-aren Ekipo Entitate Eredua.....	136
Irudia 103. Egongelako PLC simulazioak.	137
Irudia 104. Egongelako hausazko zenbakiak lortzeko Main-eko programaren zatia.	138
Irudia 105. Tenperatura igo edo jaitsi egiten duten funtzioen aktibazioa Main-ean.	138
Irudia 106. Egongelako leihoen biki birtuala.	139
Irudia 107. Egongelako lehenengo pertsianaren biki birtuala.	139
Irudia 108. Egongelako biki birtualaren aldagai esleipena.....	140
Irudia 109. Egongelako HMI-a.....	140
Irudia 110. Egongelako HMI-a biki birtualarekin frogak egiten.	141
Irudia 111. Sarrerako automatizazio sistemak.....	141
Irudia 112. Sarrerako Prozesu Eredua.	142
Irudia 113. Sarrerako Prozedura Eredua.....	144
Irudia 114. Sarrerako Grafcet orokorra.	145
Irudia 115. Sarrerako argiaren automatizazio Grafcet-a.....	146
Irudia 116. Sarrerako sua eta argiaren sarrera eta irteerak Eredu Fisikoan.	147
Irudia 117. Sarrerako etxeko alarma eta HMI-aren sarrera eta irteerak Eredu Fisikoan.	147
Irudia 118. Sarrerako sua eta argiaren Ekipo Entitate Eredua.....	150
Irudia 119. Sarrerako etxeko alarma eta HMI-aren Ekipo Entitate Eredua.....	150
Irudia 120. Sarrerako simulazioak PLC-arekin.	151
Irudia 121. Etxeko alarmaren kodearen Main-eko programa zatia.	151
Irudia 122. Sarrerako HMI irudia.	152
Irudia 123. Sarrerako HMI-a frogak egiten.	152
Irudia 124. Sukaldeko automatizazio sistemak.	153
Irudia 125. Sukaldeko Prozesu Eredua.....	153
Irudia 126. Sukaldeko Prozedura Eredua.	155
Irudia 127. Sukaldeko Grafcet orokorra.	157
Irudia 128. Sukaldeko argiaren Grafcet automatikoa.	158
Irudia 129. Sukaldeko leihoen Grafcet automatikoa.	159
Irudia 130. Sukaldeko argiaren eta HMI-aren Eredu Fisikoa.....	159
Irudia 131. Sukaldeko leihoen eta suaren Eredu Fisikoa.....	160
Irudia 132. Sukaldeko argi eta HMI-aren Ekipo – Entitate Eredua.....	162
Irudia 133. Sukaldeko argi eta HMI-aren Ekipo – Entitate Eredua.....	163
Irudia 134. Sukaldeko PLC simulazio frogak.....	164
Irudia 135. Sukaldeko leihoen biki birtuala.....	164
Irudia 136. Sukaldeko biki birtualaren aldagai esleipena.	165
Irudia 137. Sukaldeko HMI pantaila.	165
Irudia 138. Sukaldeko HMI-a biki birtualarekin frogak egiten.	165
Irudia 139. Komuna 1-eko automatizazio sistemak.	166
Irudia 140. Komuna 1-eko Prozesu Eredua.....	167
Irudia 141. Komuna 1-eko Prozedura Eredua.	168

Irudia 142. Komuna 1-eko Grafcet orokorra	169
Irudia 143. Komuneko argiaren funtzionamendu automatikoaren Grafcet-a.	170
Irudia 144. Komuneko Eredu Fisikoa.....	171
Irudia 145. Komuna 1-en Ekipo – Entitate Eredua.....	172
Irudia 146. Komuna 1-eko simulazioak PLC-arekin.....	173
Irudia 147. Komuna 1-eko HMI pantaila.	173
Irudia 148. Komuna 1-eko HMI pantailan frogak egiten.	174
Irudia 149. Gantt-en diagrama	177

TAULA AURKIBIDEA

Taula 1. Domotizazio-mailak [8].....	28
Taula 2. Araudien berdintasun eta desberdintasunak.....	37
Taula 3. AENOR 0026 araudiaren informazioa. [36].....	38
Taula 4. UNE-EN 50491-6-1:2014 araudiaren informazioa. [32].....	39
Taula 5. UNE-CLC/TR 50491-6-3:2013 araudiaren informazioa. [38].....	40
Taula 6. Arriskuen probabilitatea eta eragina.....	74
Taula 7. Arriskuen lehentasuna. [43].....	74
Taula 8. Etxeko Grafcet-aren sarrera digitalak.....	87
Taula 9. Etxeko Grafcet-aren kontrol seinaleak.....	87
Taula 10. Logela 1-eko sistemen sarrera digitalak.....	104
Taula 11. Logela 1-eko sistemen sarrera analogikoak.....	105
Taula 12. Logela 1-eko sistemen irteerak.....	106
Taula 13. Logela 1-eko sistemen kontrol seinaleak.....	106
Taula 14. Logela 1-eko sistemen tenporizadore eta kontagailuak.....	107
Taula 15. Logela 1-eko sistemen aldagaiak.....	107
Taula 16. Egongelako sistemen sarrera digitalak.....	131
Taula 17. Egongelako sistemen sarrera analogikoak.....	132
Taula 18. Egongelako sistemen irteerak.....	133
Taula 19. Egongelako sistemen kontrol seinaleak.....	134
Taula 20. Egongelako sistemen tenporizadore eta kontagailuak.....	134
Taula 21. Egongelako sistemen aldagaiak.....	134
Taula 22. Atondoko sarrera digitalak.....	148
Taula 23. Atondoko sarrera analogikoak.....	148
Taula 24. Atondoko irteera digitalak.....	149
Taula 25. Atondoko kontrol seinaleak.....	149
Taula 26. Atondoko tenporizadoreak.....	149
Taula 27. Sukaldeko sarrera digitalak.....	160
Taula 28. Sukaldeko sarrera analogikoak.....	161
Taula 29. Sukaldeko irteera digitalak.....	161
Taula 30. Sukaldeko kontrol seinaleak.....	162
Taula 31. Sukaldeko tenporizadoreak.....	162
Taula 32. Komuna 1-eko sarrera digitalak.....	171
Taula 33. Komuna 1-eko sarrera analogikoak.....	171
Taula 34. Komuna 1-eko irteera digitalak.....	171
Taula 35. Komuna 1-eko kontrol seinaleak.....	172
Taula 36. Komuna 1-eko tenporizadoreak.....	172
Taula 37. Ekintzen planifikazio taula.....	175
Taula 38. Proiektuko baliabide materialen aurrekontua.....	179
Taula 39. Proiektuko giza baliabideen aurrekontua.....	180
Taula 40. Proiektuaren aurrekontua osotasunean.....	181

AKRONIMO AURKIBIDEA

- AENOR: Asociación Española de Normalización y Certificación
- aPS: Automated Production Systems
- AS-Interface: Actuator Sensor Interface
- ASCII: American Standard Code for Information Interchange
- BACS: Building automation and control systems
- CIP: Common Industrial Protocol
- DCS: Sistemas de control distribuido
- DeviceNet: Device Network
- DLR: Device Level Ring
- DOU: Design Organization Unit
- EIB: European Installation Bus
- ESC: EtherCAT Slave Controller
- EtherCat: Ethernet of Control Automation Technology
- FO: Fibra Optica
- GEMMA: Guide d'Étude des Modes de Marches et d'Arrêts
- GRAFCET: Functional Graph of Control by Steps and Transitions
- HBES: Home and building electronic systems
- HMI: Human Machine Interface
- IA: Adimen Artifiziala
- IDS: Arrotzak detektatzeko sistemak
- IEC: International Electrotechnical Commission
- IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers
- INTERBUS: Eremu-buseko sistema
- IKT: Informazioaren eta Komunikazioaren Teknologia
- IoT: Internet Of Things - Gauzen Internet
- ISA: Nazioarteko Automatizazio Sozietateak
- IT: Interneten teknologia
- KOP: Kontaktplan
- MAC: Message Authentication Code
- MBAP: Modbus Application Protocol
- MeiA: Methodology for industrial Automation systems
- MODBUS RTU: Remote Terminal Unit
- OBF: Oinarrizko Biki Funtzionala
- ODVA: DeviceNet Vendor Association
- PC: Personal Computer
- PID: Proporcional, Integral y Derivativo
- PLC: Programmable Logic Controller
- PoE: Power over Ethernet
- PROFIBUS: Process Field Bus
- PROFIBUS DP: Process Field Bus Decentralized Peripherals
- PROFINET: Process Field Network
- PROFINET IRT: PROFINET Isochronous Real-Time
- PROFIsafe: Profinet Safety
- RFID: Radio Frequency Identification
- ROI: Return on Investment

- SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition
- SCL: Structured Control Language
- TCP/IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol
- TI: Transmit Interval
- TIA Portal: Totally Integrated Automation Portal
- TLS: Transport Layer Security
- TO: Timeout
- UML: Unified Modeling Language
- VFD: Maiztasun-erregulagailua
- WLAN: Wireless Local Area network

1. SARRERA

Gaur egungo gizartea aztertuz, batik bat gizartea eta teknologiaren arteko erlazioan arreta jarri ezker, argi ikusi daiteke eguneroko bizitzan teknologia berriak irabaziz joan den garrantzia. Zehazki, automatizazioa eguneroko bizitzako hainbat eremuetan txertatua aurkitu daiteke, hala nola, farmazietan bezeroak eskatutako medikazioa makina baten bidez eskatu eta automatikoki kutxa ekartzean, autopistako makinetan ordainketa makinari zuzenean egiten zaionean, industrietako prozesu automatizatu guztietan, kotxeak fabrikatzerakoan, edota beirazko botilak egiterakoan, etxeko funtzioak egiterakoan, ... Hori kontutan izanda, automatizazioak gizartean dituen eraginak ugariak izan direla ondorioztatu daiteke honek dakarren abantailak direla eta.

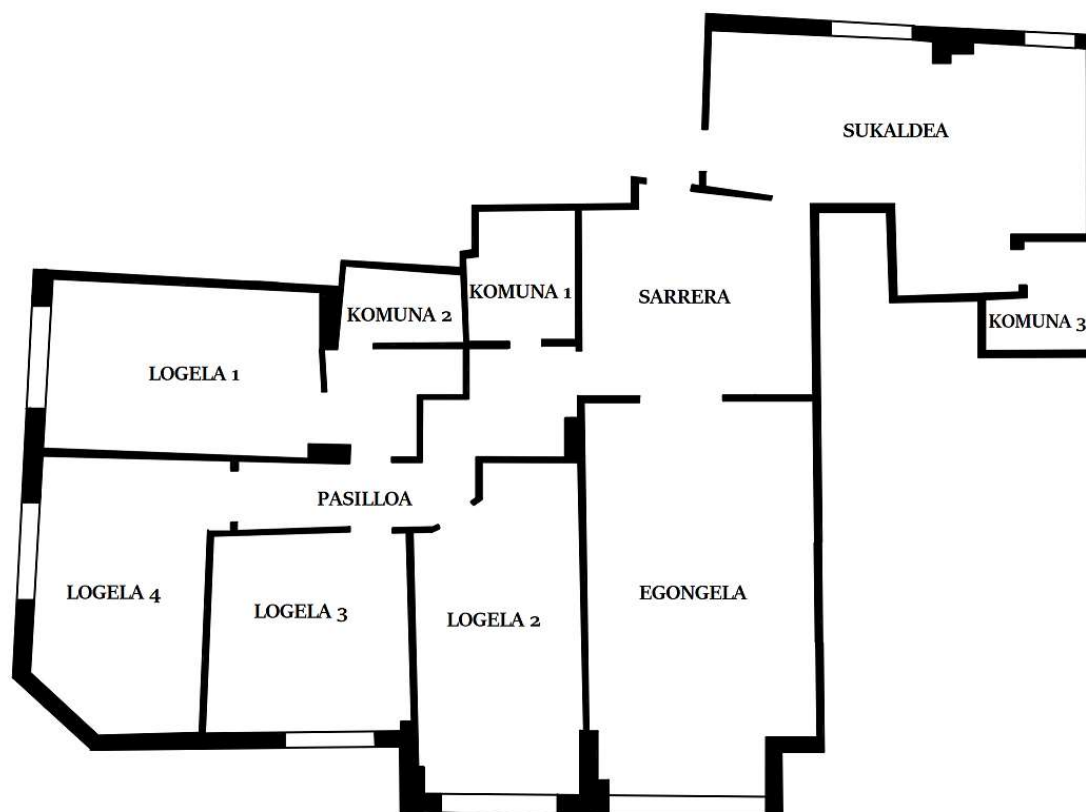
Hasiera batean automatizazio prozesuak arlo industrialetan erabiltzeko asmoarekin garatzen hasi baziren ere, automatizaziorako beharrezkoa den teknologia aurrera egin ahala, automatizazioa industria arlotik gizarteko hainbat eguneroko bizitzaren esparruetara salto egin zuen etxebizitzaren automatizazioaren inguruko garapenak gero eta garrantzitsuagoak bihurtuz. Ondorioz, gaur egun diseinatzen eta eraikitzen ari diren etxebizitza adimentsuak sortu egin ziren. Hauek, etxebizitzako erabiltzaileek egunerokotasunean egiten dituzten ekintzak, hala nola, atek zabaldu eta itxi; alarmak konektatu eta deskonektatu; argiztapena piztu eta itzali; etxebizitzako berogailu sistemaren kudeaketa etb. sistema integratuak txertatuz automatizatu ziren hauek egiteko erabiltzailearen parte hartzearen beharra desagerraraziz. Era honetan, segurtasunean, erosotasunean, efizientzia energetikoan, kontrolean eta kudeaketan hobekuntza nabarmenak lortu ziren.

Hori esanda, azken urteetan domotikaren inguruko teknologiek jasan duten garapen handiaren ondorioz, sistema hauen erabilera eraikuntza arloan asko hedatu dela argi dago. Domotikarekiko interesa areagotu egin zen funtsezko hainbat faktoreren ondorioz, hala nola, energia-efizientzia, segurtasuna, erosotasuna eta eskuragarritasuna. Hori horrela, gaur egun, domotika funtsezko elementua bihurtu da etxeetan eta eraikin adimendunetan energia-eraginkortasuna, segurtasuna eta erosotasuna hobetzeko. Gradu Amaierako Lan honetan aurkezten den proiektua, Siemens-en TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) erabiliz diseinatu eta inplementatu den etxebizitza baten domotikaren kontrol sistemaren garapenean datza. Aipatzekoa da proiektuaren garapenerako erabili den TIA Portal automatizazio industrialerako plataforma integrala dela, sistema automatizatuak programatu, simulatu eta diagnostikatzeko aukera ematen duena. Behin proiektua bukatuta, jabeak gaur egungo etxe adimentsu bat lortuko du, bertan egin beharreko ekintza asko automatizatuta egingo direlarik bere bizi-kalitatea hobetuz.

Domotika bizi-kalitatea hobetzeko irtenbide integral gisa planteatzen da, eraginkortasun energetikoa, segurtasuna eta erosotasuna eskainiz. Aurrerapen teknologikoei esker, sistema domotikoak eskuragarriagoak eta edozein etxebizitza motatan integratzeko errazagoak dira. Konektatutako gailuen ugaritzearekin eta Gauzen Internetaren (IoT) garapenarekin, etxe adimendunak ohikoagoak dira orain eta onura handiak eskaintzen dituzte. Guzti hori kontutan izanda, lan honen garapenaren ideia jaio zen etxebizitza baten bilakaera adimentsua lortzeko xedearekin. Helburu hori lortzeko, Graduan zehar eskuratutako ezagutza desberdinak praktikan jarri behar izan dira.

Esan bezala, domotika-proiektu honek onura horiek probestu nahi ditu etxe adimentsuago eta eraginkorrago bat sortzeko. TIA Portal ezartzeak etxeko sistema guztien integrazio aurreratu eta pertsonalizatua ahalbidetuko du, kudeaketa optimoa eta erabiltzaile-esperientzia hobetua ziurtatuz.

Proiektu hau Getxo, Algortan (Bizkaia) kokatutako benetako etxebizitza baten egituraren oinarritzen da. Etxebizitza honek 140 m² ditu hamaika espaziotan banatuta *Irudia* 1-en ikusten den modura.



Irudia 1 Domotika inplementatuko den etxea.

Dokumentu honetan proiektuaren diseinua burutzeko beharrezkoak diren argibideak aurkezten dira.

Sarrera honen atzetik, bigarren atalean, proiektua ulertzeko beharrezko testuingurua azaltzen da. Atal hori sei azpiataletan dago banatuta. Lehendabizi domotikaren gaiari buruzko testuingurua emango da, teknologia hori historian zehar izan duen garapena eta honen ideia nagusiak azalduz. Ondoren, PLC dispositiboak aurkezten dira, hauen egitura eta erabiltzen diren teknologia desberdinak adieraziz. Segidan, sistema automatikoen kudeaketa egokia bermatzeko erabiltzen diren giza-makina interfazeen ezaugarri nagusiak emango dira. Azkenik, sistema domotikoen erabileran indarrean dauden legeak eta araudiak aurkeztuko dira, honelako sistemak inplementatzeko ezinbestekoa baita hauek kontutan hartzea. Diseinuaren garapena egiteko beharrezkoa izan den MeiA (Methodology for industrial Automation systems) metodologia eta honek batzen dituen S88 estandarrak ere azaltzen dira testuinguruaren amaieran.

Hurrengo hiru ataletan proiektu honek betetzen dituen Garapen Iraunkorreko Helburuak, proiektu beraren helburuak eta irismena eta dakartzan onurak azalduko dira. Bertan ikusi daiteke nola segurtasuna, erosotasuna eta efizientzia energetikoa pisu handia hartzen duten.

Proiektuak osatzen dituzten hurrengo ataletan, automatizazio diseinuaren baldintzen deskribapena ematen da. Automatizatutako diren sistemak eta hauen funtzionamendua azalduko dira, baita zein gelatan inplementatuko diren sistema domotiko desberdinak adieraziko da. Ondoren, proposatutako sistemaren diseinurako erabili daitezkeen komunikazio moten aukeren analisi bat burutu da eta jarraian proiektuan zehar eta etorkizunean eman daitezkeen arriskuen analisisa garatu da.

Hurrengo atalean, bederatzigarren atalean, proposatutako irtenbideen deskribapena ematen da, etxebizitzan inplementatutako automatizazio guztiaren deskribapen zehatz batekin. Bertan, zirkuituak muntatzeko beharrezko materiala eta MeiA metodologia jarraituz, gela bakoitzean burututako diseinuaren garapena eta

inplementazioa azaltzen da. Aipatzekoa da proiektu honen garapenerako MeiA Metodologia eta honek barneratzen duen softwarearen garapenerako V eredu hartu direla kontuan bertan zehaztutako pausoak jarraituz. Atal honen barnean automatizatutako sistema guztien funtzionamendu zehatza azalduko da gela bakoitzeko. Funtzionamendu analisi horretan oinarrituta lan honetan S88 estandarrak definitzen dituen eta eraiki diren ereduak (Fisikoa, Prozesu...) azaltzen dira. Eredu horietan definitutako eragiketak eta elementuak kontuan izanda sistemaren funtzionamendua gidatuko duten Graficet-ak aurkeztuko dira. Ondoren, TIA Portal erreminta erabiliz burutu den inplementazioa eta honi esker egindako funtzionamendu probak azaltzen dira, bai PLCSIM bidez, bai HMI-a froga erreminta bezala erabiliz edota Oinarritzko Biki Funtzionala (OBF) erabiliz egindakoak.

Irtenbideen deskribapenaren ondoren, proiektua aurrera eramateko eman behar izan diren pausoak eta zereginak azaltzen dituen atala dago. Atal hau, hurrengo ataleko Gantt diagramak osatzen du, non betebeharrak desberdinen iraupenari buruzko informazioa modu grafiko batean jasotzen den.

Amaitzeko, irtenbideen deskribapenean azaldutako baliabide materialen eta giza baliabideen aurrekontua garatu da eta azkenik, lanaren ondorioak idatzi dira proiektuan zehar egindako aurkikuntzak eta lortutako emaitzak laburbildu eta modu argian aurkezteaz gain, proiektuari itxiera emateko.

Aparteko dokumentuetan ematen dira memoria honekin lotutako informazio gehigarria jasotzen duten eranskinak.

2. TESTUINGURUA

2.1. DOMOTIKA

Etxearen automatizazio sistema domotika bezala ezagutzen da, honetan, sistema adimendunak, sentsoreak, gadget-ak eta Internetera konektatutako etxetresna elektrikoak erabiltzen dira [7]. Erabiltzailearen eta etxebizitza bat osatzen duten konektatutako elementuen sistemaren arteko komunikazioa ahalbidetzen duen teknologia erabiltzen da sistema domotikoetan [1]. Azken urteetan egon diren garapenak "Etxe adimenduna" oso termino zabala bihurtu dute. Termino honen bidez zeregin desberdin asko burutu ahal dituzten konektatutako gailu eta sistema ugari biltzen dira. Domotika kontzeptua aldiz, ez da hain zabala; zehazki, automatikoki funtzionatzeko programatu daitezkeen etxeko elementuei bakarrik erreferentzia egiten baitio [7]. Izan ere, domotika hitza latinetik dator, "domo" etxea eta "tika" automatika esan nahi duten terminoz osatuta dago, beraz, etxeko automatizazioa deskribatzeko erabiltzea oso egokia dela esan daiteke zuzeneko itzulpen bat bezala ikusi daitekeelako [2],[5].

Domotikak objektuen arteko interkonektibitatearekin eta hauek Internetekin duten konektibitateari lotuta dago, horrela, gaur egun gero eta hedatuagoa dagoen "Gauzen Internet" deritzon ingurunearen parte da [7]. "Gauzen Internet" (IoT) eguneroko elementu fisikoak Internetera konektatzea ahalbidetzen duen prozesua da, etxeko objektu arruntetatik (argi-bonbillak), osasun-arretarako baliabideetara (gailu medikoak), jantzi eta osagarri pertsonal adimendunetara, eta baita hiri adimendunetako sistemetara ere [4]. Adimen eta interkonektio horretarako, IoT gailuak sentsore txertatuekin, eragingailuekin, prozesadoreekin eta hargailuekin hornituta daude.

Sistema domotiko batek konektatutako objektu horietatik datorren informazioa bildu, prozesatu eta erabiltzaileak ezarritako ekintza jakin batzuk automatizatzen dituzten aginduak ematen ditu [1].

Domotika eta wifi-a eskutik helduta doaz, honek, objektuen kontrol domotikoa ahalbidetzen baitu, etxe bateko zentral domotikoa osatzen duten gailu guztien arteko elkarkomunikazioaren eta informazioa eskualdatzearen bidez [1]. Sistema horiei esker, etxean arrotzak daudela ohartarazi daiteke, baina ur-isuriak edo arnasterakoan toxikoak diren gasen kontzentrazioa detektatzeko aukera ere ematen dute. Smartphone eta tableten masifikazioarekin, etxeko baldintzak urrutitik egiaztatzea errazagoa da, dena gailu beretik egiaztatu baitaiteke [6]. Horrela, adibidez, berogailu-ekipoak konfiguratu daitezke, etxera itzuli aurretik berotu daitezten. Era berean, argiak piztuta utzi ez izana egiaztatzeko erabil daitezke, adibidez, gailu teknologikoekin urrutetik itzaltzeko aukera emanez. Zenbait baliabidek funtzio bikoitza izan dezakete; alde batetik, ateen eta leihoen egoera aztertzeko aukera, segurtasun ekintzak eta lapurretak prebenitzeko, eta beste alde batetik, klima-baldintzak aurreikusi gabe eta azkar aldatzen direnean leihoak itxi ahal izateko.

2.1.1. DOMOTIKAREN HISTORIA

Domotika 70eko hamarkadaren hasieran jaio zen, eraikinetako lehen automatizazio-gailuak agertu zirenean, egiten hasi ziren proba pilotuetan [5]. Baina 80-ko hamarkadan izan zen sistema integratuak merkataritza mailan erabiltzen hasi ziren unea, gero hiriko etxeetan garatzeko. Garai horretan, domotikak bi sistema (elektrikoa eta elektronikoa) integratzea lortzen du etxeko gailuen komunikazio integrala lortzeko.

80. hamarkadaren bukaeran eta 90. hamarkadaren hasieran teknologia informatikoaren garapenak sistema hedatzea ahalbidetzen du, batez ere abangoardiako herrialdeetan, hala nola Estatu Batuetan, Alemanian eta Japonian. Horrela, 80ko hamarkadaren amaieran, helburu komertzialetara bideratutako teknologiak, etxeetara iristen hasi ziren.

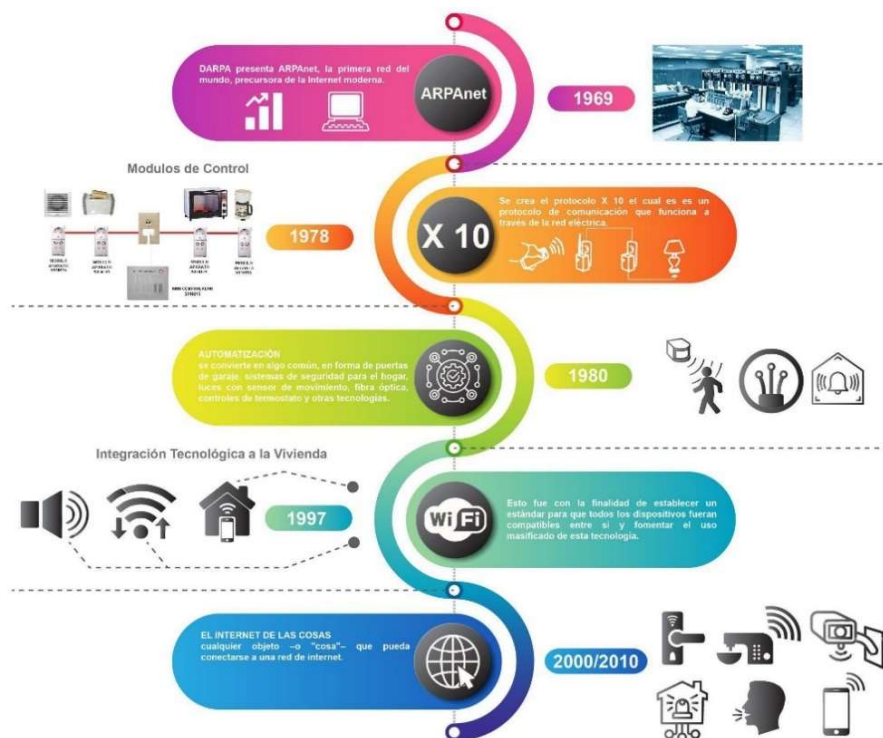
Aldaketa hauekin batera, etxeko informatikaren gorakadak aukera eman zuten eraikinetan kable egituratuen sistema sartzeko, terminalak eta sareak konektatzea errazten duena. Horrela, eraikin horiek "adimendun" izena hartzen dute, jabearen zerbitzura inplementatuta dituzten automatismoengatik.

Merkataritza-bulegoetako etxe orratz horien boomak eragin handia izan zuten. Domotikak gailuen zerbitzurako inoiz ez bezalako eraginkortasuna lortzea ahalbidetzen baitzuen.

Domotikan erabili zen lehen programa *Save* izan zen. Hau Estatu Batuetan sortu zen 1984-an, eta eraikin adimendunak kontrolatzeko sistemetan eraginkortasuna eta energia-kontsumo txikia lortzea ahalbidetzen zuen. Instalazio horiek X-10 sistemapean zeuden, urruneko kontrol baten bidez jarduten duen komunikazio-protokoloa. Hau, 1976-an Pico Electronics enpresa eskoziarra garatua, domotikaren barruan gehien erabiltzen den teknologia izaten jarraitzen du. Behe-tentsioko lineen bidez datuak transmititzean, kostu-onura erlazioak aukera onena izaten jarraitzen du.

Urte batzuk geroago, IKT-en (Informatikaren eta Komunikazioen Teknologia) aroa hasi zenean, etxean instalazio domotikoa modu errealistago batean ulertzeko aukera sortu zen.

Duela hogeita hamar urte baino gehiagotik ezarrita, domotikak eskala handian egin du aurrera komunikazioko sare informatikoak garatu zirenetik, bai sistema kableatua edo haririk gabekoa erabilita. Aurrerapen teknologikoak hasierako faltsutzeak ordezkatu zituen, etxe bateko gailu teknologiko guztiak modu eraginkorrean integratzeko aukera ematen baitu.



Irudia 2. Domotikaren historia. [10]

Gaur egun, domotikako zerbitzuen inguruan finkatutako eskaintza handia dago. Garatu diren protokolo berriek hasiera batean ezinezkoa zen garapena ahalbidetu egin dute.

ZigBee bezalako 2.0 garapen-sistemek komunikazio domotikoko hari gabeko protokolo bat osatzea ahalbidetzen dute. Datuak bidaltzeko tasa baxua behar denez, gaur egun etxe "adimendunetarako" gehien erabiltzen den protokoloetako bat da, mugimendu-sentsoreetan, ke-detektagailuetan eta etxeko beste segurtasun-funtzio batzuetan.

Domotika etxeko automatizazioari aplikatuta, segurtasuna, erosotasuna eta energia-aurrezpena hobetzea ahalbidetzen du, sistema horiek dituztenek asko behatzen baitituzte alderdi horiek. Internet abiadura handian iristeak bere garapenerako aldeko bira eragin zuen.

Azken urteotan, eskaintzen merkatua zabaldu egin da, eta, horri esker, integrazio domotikoko etxeko ekipoen hainbat aldaera aurkitu ahal izan dira, hala nola EIB (European Installation Bus), etxe bat osatzen duten segurtasun- eta funtzionaltasun-sistemak optimizatzen laguntzen duen eroale elektrikoa baita. Protokolo hau Erdialdeko Europako etxe adimendun askotan erabiltzen da.

2.1.2. FUNTSEZKO ELEMENTUAK SISTEMA DOMOTIKO BATEAN

Domotikaren ardatz nagusia automatizazio horrek erabiltzaileei erosotasun-maila paregabea ematea da, baina aldi berean, energia-kontsumo guztiz eraginkorra bermatzea [13].

Ekosistema horien asmoa modu automatikoan lan egitea da, kasuan kasuko familiaren gustuen, beharren eta portaeren arabera, baita lagunen edo bisitari erregularren arabera ere. Hau da, etxe adimendun on bat jardura asko automatiza ditzakeena da, era presentzian edo urrunetik kontrolatua izan gabe; aitzitik, portaeraren "ikaskuntza" oinarri hartuta, modu erabat autonomoan egin ditzake jarduerak.

Gauza bera gertatzen da integra daitezkeen tresna adimendun gehienekin (argiztapena, aireztapena, aklimatazioa, etab.), "independentzia" maila batera iristen dira, non gure baimenik gabe jardun dezaketen.

Hauek dira sistema domotiko baten funtsezko elementuak:

- Kudeaketa domotikoko zentrala

Etxe adimendun ororen oinarri nagusia da, hau da, domotizazioaren nukleoa. Horren bidez, etxean konektatutako gailu adimendun bakoitzaren komando, datu eta programazio guztiak pasatzen eta banatzen dira.



Irudia 3. Kudeaketa domotikoko zentrala.[11]

- Komunikazio-sistemak

Sistema elkarrekin konektatuta egon dadin, beharrezkoa da komunikazio-sistemak edo -euskarriak ezartzea. Horien bidez, elementu guztien funtzionamendu zuzena ahalbidetzen duen konexioa ezar daiteke.

Gailu motaren eta haien ezaugarrien arabera, konexioak fisikoak nahiz haririk gabeko sistemaren batekoak izan daitezke, batez ere Internet Wi-Fi edo Bluetooth bidezkoak.

Hauek dira komunikazio-sistema ohikoenak:

- Bideratzaileak edo enrouterrak
- Switch-ak
- HUB edo kontzentratzaileak
- UTP kableatua edo ardazkidea



Irudia 4. Komunikazio-sistemak. [12]

- Sentsoreak

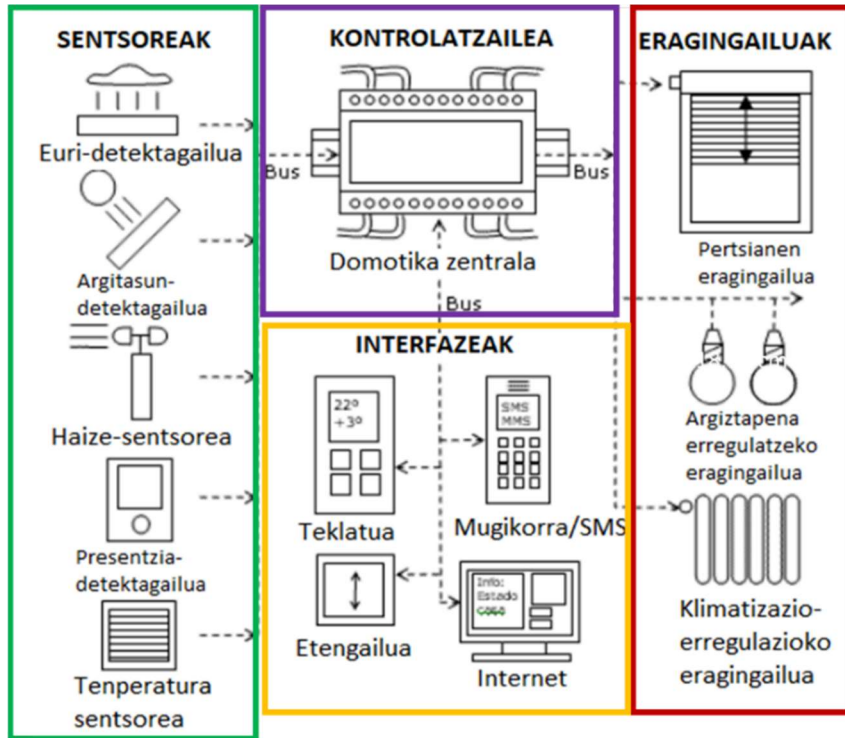
Kanpoko informazioa jasotzeko diseinatutako mekanismoak dira, ondoren informazio hori prozesatzeko eta hainbat aldagairen araberako ekintza gauzatzeko.

Nahiz eta ezaugarri desberdinak dituzten sentsore asko egon, ohikoenak tenperatura, mugimendua eta argiztapenekoak dira. Horiek baitira etxe domotiko osoaren funtzionamendu automatizatuaren arduradun nagusiak. Horien bidez, egoera bakoitzerako behar den funtzionamendua eragiten duen inguruneari buruzko informazio guztia pasatzen da.

- Eragingailuak

Sentsoreek antzemandakoaren eta zentral domotikoaren bidez aurretik egindako konfigurazioaren arabera ekintza zehatz bat gauzatzen dutenak dira. Instalazio domotikoak behar bezala funtziona dezan beharrezkoak diren ataza guztiak gauzatzeaz arduratzen dira.

Sistema domotiko bateko funtsezko elementuak behar bezala instalatuta eta konfiguratuta badaude, etxe adimenduna izatearen abantailak gozatu ahalko dira, eta hori bizi-kalitatea handitzeaz gain, argiaren eta uraren fakturretan ere nabarmen aurreztuko da.



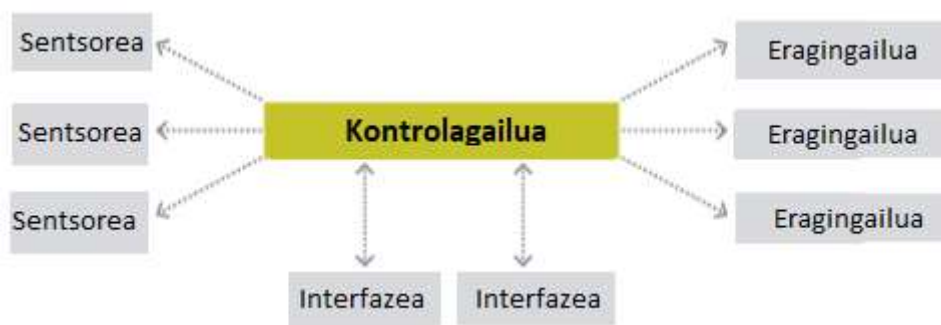
Irudia 5. Domotikaren funtsezko elementuak.[14]

2.1.3. ARKITEKTURA

Sistemaren arkitektura motak edo tipologiak automatizazio-sistema eta kontrol-sistema baten kontrol-elementuen banaketa mota zehazten dute. Atal honetan bereiz daitezkeen lau arkitektura motak laburki azaltzen dira hauen oinarritzko ezaugarriak adieraziz, arkitektura zentralizatu, deszentralizatu, banatu, eta mistoa/hibridoa [16].

2.1.3.1. ZENTRALIZATUA

Sistema zentralizatuak bezero/zerbitzari arkitektura bat erabiltzen duten sistemak dira, non bezeroaren nodo bat edo gehiago zuzenean zerbitzari zentral batera konektatuta dauden [15]. Erakunde askotan gehien erabiltzen den sistema da, non bezero batek enpresaren zerbitzariari eskaera bat bidaltzen dion eta zuzenean erantzuna jasotzen duen.



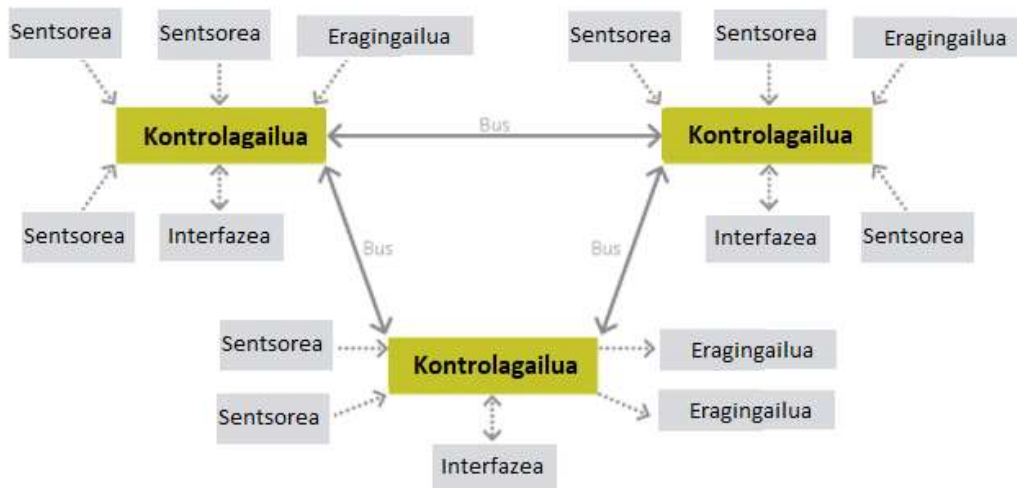
Irudia 6. Sistema zentralizatu baten egitura. [16]

Hauek dira sistema zentralizatuaren ezaugarriak:

- Erloju global baten presentzia: sistema osoak nodo zentral bat (zerbitzari/maisur bat) eta bezeroaren nodo asko (ordenagailu/esklabo bat) dituzenez, bezeroaren nodo guztiak erloju globalarekin sinkronizatzen dira (nodo zentralerako erlojua).
- Unitate zentral bakarra: unitate zentral bakarra du, sistemako gainerako nodoak zerbitzatzeko/koordinatzeko dituen.
- Osagaien araberako akatsa: nodo zentralaren akatsak sistema osoak huts egitea eragiten du. Izan ere, zerbitzaria aktibo ez dagoenean, ez dago beste erakunderik erantzunak/eskariak bidaltzeko/jasotzeko.

2.1.3.2. DESZENTRALIZATUA

Sistema deszentralizatuaren, nodo bakoitzak bere erabakia hartzen du [15]. Sistemaren azken portaera banakako nodoen erabakien agregatua da. Kontuan izan behar da, eskaera jaso eta erantzuten duen erakunde bakar bat baino gehiago dagoela.



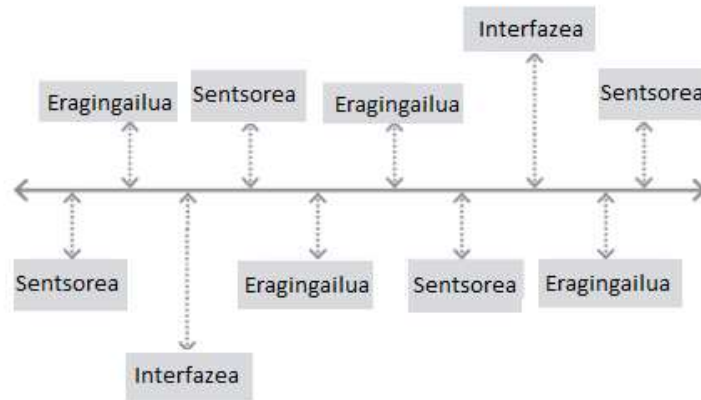
Irudia 7. Sistema deszentralizatu baten egitura. [16]

Sistema deszentralizatuaren ezaugarriak:

- Erloju global bat faltan: nodo bakoitzak bere aldetik independentea daenez, exekutatu eta jarraitzen duten erloju ezberdinak ditu.
- Unitate zentral anitzak (Konputagailuak/Nodoak/Zerbitzariak): Beste nodo batzuen konexioak entzun ditzakeen unitate zentral bat baino gehiago daude.
- Osagaien mendeko faila: Nodo zentral baten failak sistemaren zati batek huts egitea eragiten du; ez sistema osoak.

2.1.3.3. BANATUA

Banatutako sistemetan, gailu bakoitzak prozesadore txiki bat du, fabrikatzaileak funtzio zehatz batzuetarako aplikazio-programa moduan programatu dion informazioa kudeatzen duena, datu-busetik sartzeko zaion informazioa aztertzen duen bitartean [16]. Bertan, gainerako gailuekin konektatu, eta horien guztien artean informazioa bidaltzen da. Komunikazio mota honek "berezko adimena" duela esaten da, sistemaren eragingailuei buruzko aginduak lantzeko eta gauzatzeko gai delako.



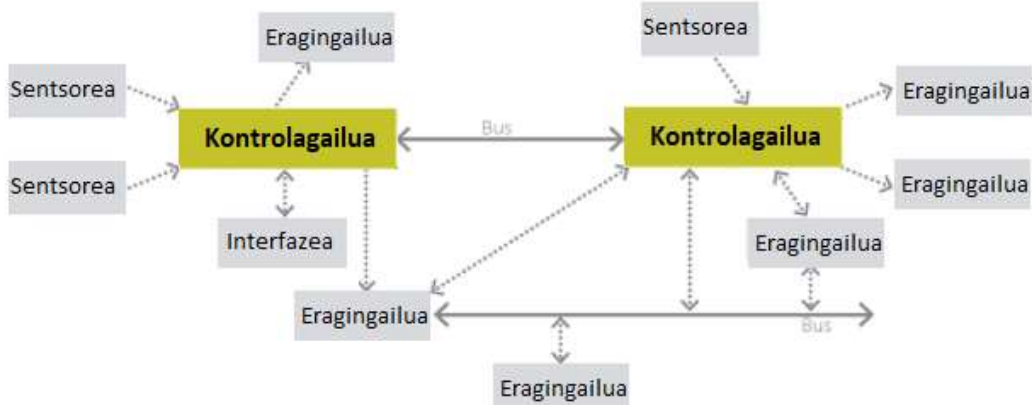
Irudia 8. Sistema banatu baten egitura. [16]

Banaturako sistemaren ezaugarriak [15]:

- Osagaien konkurrentzia: nodoek adostasun-protokoloak aplikatzen dituzte balio, transakzio, komando eta erregistro berberak adosteko.
- Erloju global baten gabezia: nodo guztiek beren erloju propioa mantentzen dute.
- Osagaien hutsegite independentea: banaturako sistema batean, nodoek modu independentean huts egiten dute, sistema osoan eragin esanguratsurik izan gabe. Nodo batek huts egiten badu, sistema osoak funtzionatzen jarraitzen du.

2.1.3.4. MISTOA/HIBRIDOA

Izenak adierazten duen bezala, sistema mota hau sistema zentralizatuen, deszentralizatuen eta banatuen konbinazioa da [16]. Hau da, kontrolatzaile zentral bat izan daiteke, baita kontrolagailu deszentralizatu batzuk ere. Gainera, gailu batzuek zenbait jardueraren "kontrolatzaile" gisa lan egin dezakete, eta jasotzen duten informazioa prozesatu beste gailu batzuetara transmititzeko, horretarako kontroladore batetik pasatu beharrik gabe.



Irudia 9. Sistema misto edo hibrido baten egitura. [16]

Esan bezala, aurreko sistemen konbinazioa denez, ezaugarriak amankomunean dituzte:

- Hutsegiteekiko tolerantzia: Sistema banatuetan bezala, funtzionatzen jarrai dezakete, nahiz eta sistemaren zati batek huts egin.
- Eskalagarritasun bertikala eta horizontala: Erdiko zerbitzari batean baliabideak gehitzeko edo beharren arabera banatutako nodo gehiago gehitzeko aukera ematen du.
- Erloju globala: Arkitektura hibrido batean erloju global bat egotea ez da berezko ezaugarria, eta sistemaren diseinuaren eta eskakizun espezifikoaren mende dago.

2.1.4. DOMOTIKA-MAILA

Teknologiak aurrera egin ahala, domotikak leku eta arrakasta handiagoa hartzen joan da. Espainian gero eta ohikoagoa da etxe domotiko edo *smart home* bat, aurkitzea. Etxe horien domotizazio-maila erabiltzaileen beharretara egokitzen da, nahi den segurtasuna, erosotasuna eta energia-eraginkortasuna neurri handiagoan edo txikiagoan eskaintzeko.

Domotizazio-mailatzat edo maila domotikotzat instalazio domotiko bati esleitutako maila, gailuak haztatzearen eta aplikazio domotikoen ondorio bezala hartzen da [8]. Printzipio honetan oinarrituta, hiru maila definitu dira; gutxienezkotzat jotzen den maila bat lortzea (1. maila), erdikotzat jotzen den goragoko bat (2. maila) eta, azkenik, bikaintzat hartzen dena (3. maila).

- **1. maila**: gailu eta/edo aplikazio domotikoen gutxienezko maila duten instalazioak dira. Instalazio domotikoan sartutako gailuen pisu haztatuen batura 13 izan behar da gutxienez, betiere, gutxienez 3 aplikazio domotiko estaltzen baditu. Hau da, 13 puntu horiek gutxienez 3 aplikazioaren artean banatutako gailuekin lortu behar dira. Aplikazio horiek taulan kolore desberdina izateagatik bereizten dira.
Ez luke domotizazioaren gutxienezko maila lortuko, 13 puntu lortzen dituen baina girotzeko eta pertsianak kontrolatzeko gailuak soilik instalatuta dituen instalazio batek; hirugarren aplikazio batean instalatutako gailuak eduki beharko lituzke, hala nola segurtasunaren eremuan, adibidez bideozaintzan.
- **2. maila**: gailu eta/edo aplikazio domotikoen maila ertaina duten instalazioak dira. Kasu horretan, puntuen baturak gutxienez 30 izan behar du, betiere gutxienez 3 aplikazio estaltzen badira.
- **3. maila**: gailu eta/edo aplikazio domotikoen maila altua duten instalazioak dira. Kasu horretan, puntuen baturak 45 izan behar du gutxienez, betiere gutxienez 6 aplikaziotan banatzen badira.

Taula 1. Domotizazio-mailak [8]

	1.maila	2.maila	3.maila
Domotizazio-maila	Gutxienezkoa	Ertaina	Altua
Gutxienezko batura haztatua	13	30	45
Sartu beharreko gutxienezko funtzionalitateak	3	3	6

Instalazio domotikoak izan dezakeen puntuazioa kalkulatzeko, AENOR-ek gomendatutako taula erabiltzen da (*I.Eranskin*-ean aurkitu daiteke). Taula erabiltzea oso erraza da, eta erreferentziako zutabearen adierazitako puntuazioei jarraituz, erabiltzaileak "Puntuazioa" zutabea bete beharko du, sistema domotikoak uzten dionaren edo egiten uzten ez dionaren arabera. Behin hori eginda, etxebizitzaren domotizazio-maila ezagutuko da, eta gai izango da etxebizitzan jarri den domotika ebaluatzeko edo merkatuan dauden sistemak alderatzeko, eskura dauden aukera desberdinen artean bata edo bestea aukeratu aurretik.

2.2. KONTROLAGAILU PROGRAMAGARRI LOGIKOEN DESKRIBAPENA

Kontrolagailu Programagarri Logikoak, PLC-ak (Programmable Logic Controller), automatikoki kontrol-ekintzak egiteko programatzen den gailu elektronikoko digital bat da [16]. Inguru industrialetan produkzio-planta bateko prozesuak kontrolatzeko eta gainbegiratzeko erabiltzen da. Prozesatzeko unitate zentral batek, sarrerako eta irteerako moduluek eta bere funtzionamendua konfiguratzeko aukera ematen duen programazio-software batek osatzen dute [18].



Irudia 10. Kontrolagailu programagarri logiko desberdinak. [35]

Gailu horiek nahi den logikaren arabera programatu daitezke, sistemaren gailu fisikoei konektatuta dituen sarrera moduluen bitartez sistemaren egoeraren berri ematen duen informazioa jasotzen dute eta irteera-moduluek instalazioa osatzen duten eragingailu desberdinak kontrolatzen dituzte bizitza errealean [17]. PLC baten helburu nagusia sistema industrialeko funtzionamendua automatizatzea eta optimizatzea da, erreleetan eta kontaktoreetan oinarritutako kontrol-sistema zaharrak ordezkatzuz. PLC-a programatzean, sekuentzia logikoak, tenporizadoreak, kontagailuak eta energia-fluxua, motorren abiadura, balbulen irekiera eta itxiera kontrolatzea ahalbidetzen duten beste funtzio batzuk ezar daitezke, prozesu industrialetan beharrezkoak diren beste ekintza batzuen artean [16].

Egungo PLC erabilienak kanpoko egitura konpaktu modularrekoak dira, eta, horri esker, erabiltzaileak hainbat funtzionalitate gehi ditzake, besteak beste, kontrol diskretua, kontrol analogikoa, PID (Proporcional, Integral y Derivativo) kontrola, posizio-kontrola, motorren kontrola, serieko komunikazioa eta abiadura handiko sareak. Teknologia zaharrenekin alderatuta, PLC-a konpontzeko errazagoa da, fidagarriagoa, errentagarriagoa eta askoz ere moldakorragoa.

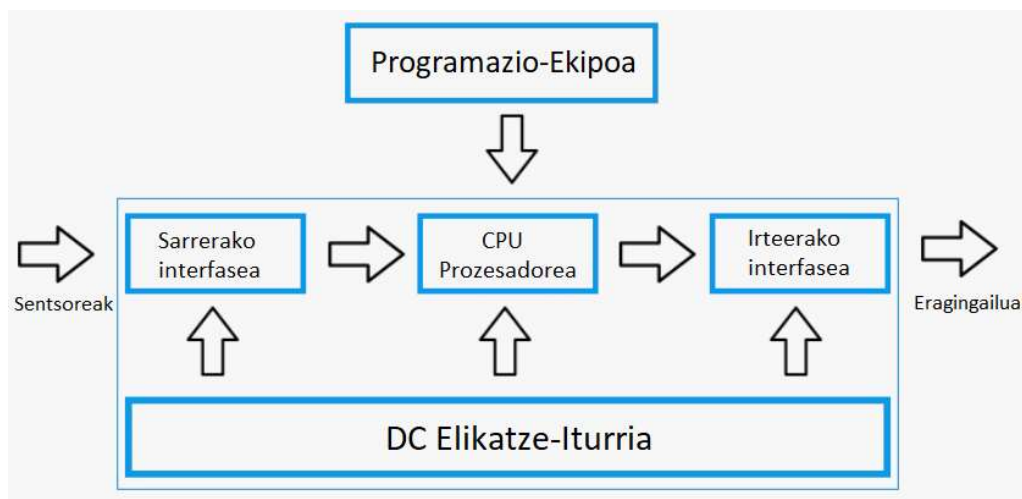
PLC baten arkitektura bi kategoria nagusitan banatzen da: hardwarea eta softwarea. Hurrengo atalean, bakoitzaren egitura eta osagaiak zehatz-mehatz deskribatzen dira.

2.2.1. ARKITEKTURA

Esan bezala, PLC-ak bi atal nagusitan banatu daitezke. Alde batetik hardwarea non PLC-ak barne biltzen dituen gailuak sartzen diren eta bestetik softwarea, gailuak funtzioak bete dezaten beharrezko prozesadorea, programa etb. biltzen dituena.

2.2.1.1. HARDWARE

Hardware arkitektura, programa baten datuak eta jarraibideak memoria-gelaxka berezietan gordetzen diren konputagailuaren konfigurazio bat da, modu independentean landu daitezkeenak [19]. Hau da, bi eremu bereizi dituen sistema informatiko baterako erabiltzen den terminoa da, bat komandoetarako edo jarraibideetarako eta bigarrena datuetarako. Beraz, arkitektura honen funtzio nagusia fisikoki berezitateko datuak biltegitratzea da, argibideetarako eta datuetarako seinale-ibilbide desberdinak eskainiz.



Irudia 11. PLC baten hardware egitura. [18]

Arkitektura honetan, sistemaren bi segmentu horien formatua eta bitartekoak desberdinak izan daitezke, bi zatiak berezitateko bi egiturek osatzen baitituzte.

Hardware arkitektura adibide batzuek lehen sistema informatikoak barne hartzen dituzte, non programaren jarraibideak bitarteko batean egon zitezkeen, adibidez, txartel zulatuetan, eta gordetako datuak beste bitarteko batean egon zitezkeen, adibidez, zinta magnetikoetan.

Hardware arkitekturak programarako eta datuetarako memoria-helbide desberdinak ditu. Ondorioz, bus bat eta kontrol-zirkuitu bat erabili ahal izateko, programaren memoriatik informazio-fluxua maneiatzeko, eta beste bat berezitate, informazio-fluxua datu-memoriara bideratzeko zirkuitu bat diseinatu ahal izango da. Hardware arkitektura duen konputagailu batek datu-helbideen eta jarraibideen hainbat eremu ditu, jarraibideen bat ez baita datu-helbidearen eremu bera. Jarraibideen lehenengo helbideak hogeita lau biteko balioa izan dezake; datuen lehenengo helbideak, berriz, zortzi biteko byte bat adieraz dezake, eta hori ez da hogeita lau biteko balio horren zati bat.

Berezitateko busak erabiltzeak datuak datu-memoriara noizbehinka transferitzeagatik programa bat berreskuratzea ahal izatea eta inolako etenik gabe exekutatzeko posible dela esan nahi du. Hala ere, maila honetan, Hardware arkitekturak muga bat du, normalean ezinezkoa baita programaren kodea datuen memorian jartzea eta handik exekutatzeko.



Irudia 12. Kontrolagailu programagarri logikoa. [34]

Hurrengoko moduluak osatzen dute PLC baten hardware arkitektura, guztiak rack baten bitartez konektatu eta eutsi ahal izango dira [23]:

- **Sarrera/Irteera moduluak**

PLC batean erabiltzen diren sarrera/irteera moduluak bi motatakoak izan daitezke, digitalak edo analogikoak. Sistema osatzen duten elementu desberdinetatik PLC-ra informazioa eramateko edo PLC-tik gailuetara informazioa bidaltzeko erabiltzen dira.

Sarrera-moduluak sarrera-gailuetarako interfaze bat emateko erabiltzen dira, hala nola etengailu mota desberdinak (botoi-etengailua, etengailu hautagailua, etengailu mugatua), sentsoreak eta abar.

Irteera-moduluak aldiz, irteera-eragingailuetarako interfaze bat emateko erabiltzen dira, hala nola motorra, haizagailua, errelea, argia, lanpara, berogailu elektrikoa, etab.

- **Elikadura-Iturria**

Elikadura-iturriak gainerako osagai guztiei, hala nola, sarrera/irteerako moduluak, memoria-sistemari eta prozesadoreari funtzionatzeko energia ematen die.

Elikadura-iturriaren funtzioa PLC-a operatzeko korrante zuzeneko edo korrante alternoko elikadura ematea da.

- **Prozesatzeko Unitate Zentrala (PUZ - CPU)**

Prozesatzeko Unitate Zentrala PLC sistemaren bihotza da. PUZ-aren funtzioa software-programak biltegitzea eta exekutzea da. Informazioa prozesatzeaz arduratzen den zatia da, eta mikroprozesadore eta memoria batean oinarrituta dago. Memoria-unitatea mikroprozesadorearekin komunikatzen da, informazioa irakurri eta idazteko. Sistema osoaren funtzionamendu egokiaz arduratuko den elementua da PUZ-a.

- **Memoria Sistema**

Argibideetarako eta datuetarako memoria-eremu berezi bat dagoenez, bai seinaleak bai memoriako biltegitzea kodetik eta datuetatik bereizita, memoria-sistema bakoitzera aldi berean sartzeko aukera ematen du. PLC orok lan-eremu espezifikoetan antolatutako memoria bat du:

- ROM (Read only memory). Irakurketa-memoria edo sistema eragilearen memoria besterik ez da, ez dago erabiltzailearentzat eskuragarri; programa exekutiboak edo firmwarea gordetzen dira bertan.
- RAM (Random access memory). Ausazko sarbidearen memoria, datuen memoria edo erabiltzailearen memoria. Memoria hegakorra da, eta sarrerako eta irteerako aldagaien informazioa gordetzen ditu.
- Memoria txertagarria (EPROM, EEPROM). Egindako programa galdu gabe informazioaren edukia erabat bermatu nahi bada, txip motako EPROM edo EEPROM memorietan gorde eta grabatu beharko da.

- **Beste Moduluak [23]**

- a. **Kontagailuak**

PLC-aren irteeretan erabiltzen dira, potentzia handiagoko gailuak kontrolatzeko. Abiadura txiki eta handiagoko gertakizunen kontakatarako erabili daiteke. Abiadura txikietan gertakizun kontagailu sarrera bezala, aldiz abiadura handietan encoder inkrementalak, maiztasun kontaketa edo abiadura handiko gertakizunen kontakatarako beharrezkoa den doitasuna lotzeko.

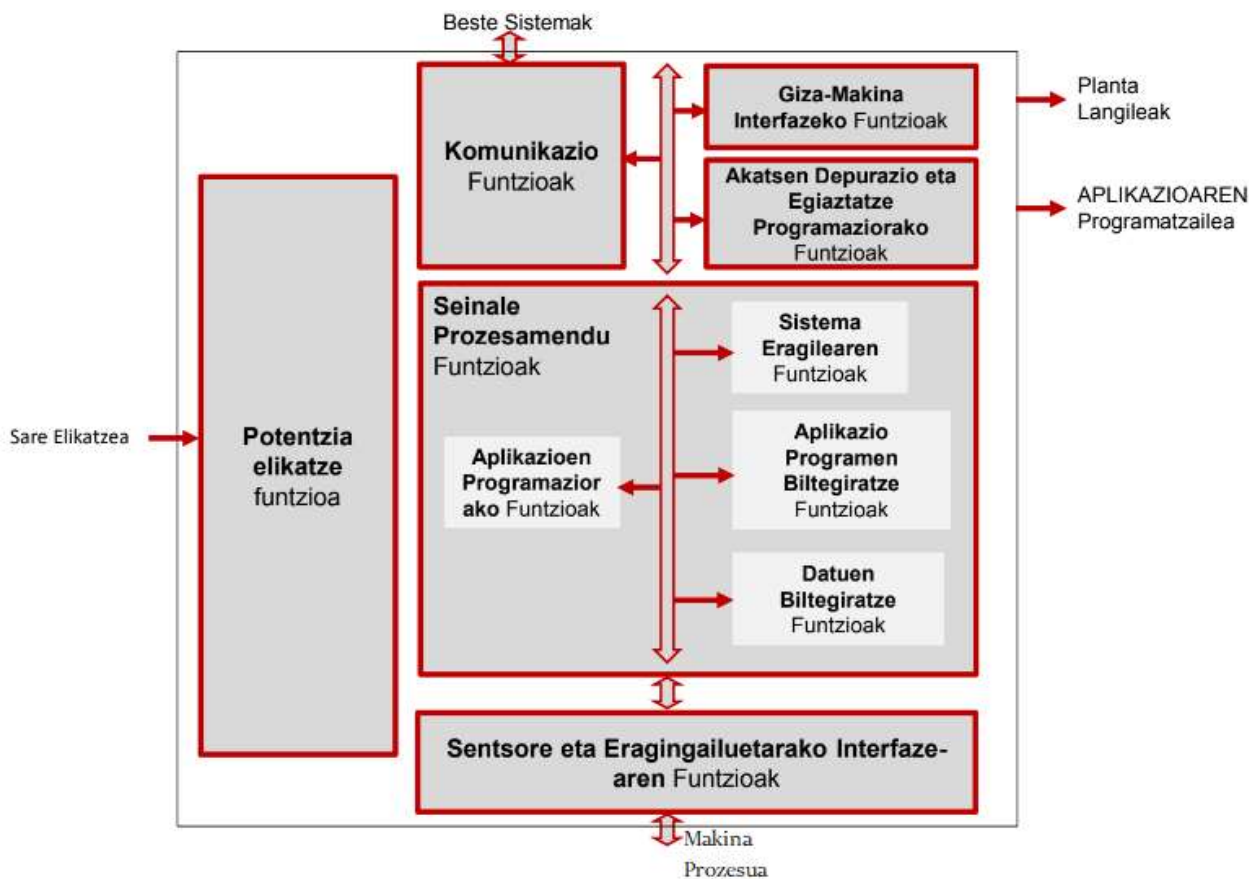
- b. **Komunikazio moduluak**

Barnekoa (PLC-aren txasisaren barruan) edo kanpoko (komunikazio-sareak) izan daiteke. PLC-a beste gailu eta sistema batzuekin konektatzea ahalbidetzen dute, hala nola ordenagailuekin, beste PLC batzuekin eta HMI-rekin (Gizaki-Makina interfazeak). Protokolo komunak: Ethernet, Profibus, Modbus, etab.

- c. **Human Machine Interface (HMI)**

PLC-aren osagai integratua ez bada ere, HMI-a kontrol-sistemaren funtsezko zati bat da. Operadoreek eta ingeniariak PLC-arekin elkarreragiteko eta prozesu industrialak gainbegiratzeko bitarteko gisa balio du. Ukipen-pantailak, botoiak eta teklatuak izan ditzake komandoak sartzeko eta informazioa bistaratzeko.

Hona hemen, *Irudia 13*-n bidez irudikatuta, PLC baten oinarrizko egitura funtzionala:



Irudia 13. PLC baten Oinarrizko Egitura Funtzionala-IEC 61131-1. [23]

2.2.1.2. SOFTWARE

Software-arkitektura software-sistema baten egiturari eta diseinuari dagokio [20]. Maila handiko irudikapena da eta softwarearen osagaiak elkarren artean nola elkarrengaitzen duten, nola antolatzen diren eta sistemaren baldintza funtzionalak eta ez-funtzionalak nola betetzen dituzten definitzen ditu.

Software-arkitekturak sistemaren ikuspegi orokorra ematen du eta, horri esker, garatzaileek eta arkitektoek sistemaren egitura ulertzen dute eta horri esker, erabaki informatuak hartzen dituzte garapen-prozesuan.

Software-arkitektura ona izatea funtsezkoa da proiektu baten arrakastarako, softwarearen kalitateari, errendimenduari eta eskalagarritasunari eragiten baitie. Gainera, garapen-taldeko kideen arteko lankidetzaz errazten du eta sistemaren egiturari buruzko ikuspegi argia ematen du, softwarearen garapenak aurrera egin ahala arazoak eta akatsak minimizatzen laguntzen baitu.

Software-arkitektura hainbat elementu eta kontzeptu konbinatuz osatzen da. Funtsezko elementu horiek software-sistemaren egitura eta diseinua definitzeko konbinatzen dira. Horien artean honako hauek daude:

- **Osagaiak:** Osagaiak sistemaren barruan zeregin espezifikoak egiten dituzten softwarearen moduluak, zerbitzuak edo zatiak dira. Erabiltzaile-interfazearen osagaiak, negozio-logika, datu-baseetarako sarbidea, web-zerbitzuak eta abar izan ditzakete.
- **Konexioak:** Konexioek osagaiak elkarren artean nola komunikatzen eta laguntzen diren adierazten dute. Interfazeen definizioa, komunikazio-protokoloak eta datu-fluxuak barne hartzen ditu.
- **Diseinu-patroiak:** Diseinu-ereduak soluzio probatuak eta errepikakorak dira software-diseinuaren arazo komunitarako. Patroiek softwarea modu eraginkorrean egituratzen lagun dezakete.

- Arkitektura-estiloa: Arkitektura-estiloa sistemaren egitura zuzentzen duen goi-mailako ikuspegia da. Arkitektura-estiloen adibide batzuk hiru geruzako arkitektura, zerbitzuetara bideratutako arkitektura eta mikrozerbitzuen arkitektura dira, besteak beste.
- Betekizun ez-funtzionalak: Betekizun ez-funtzionalak softwarearen arkitekturak bete behar dituen kalitate-ezaugarriak dira, hala nola errendimendua, eskalagarritasuna, segurtasuna eta erabilgarritasuna.
- Teknologiak eta tresnak: Teknologia espezifikokoak (programazio-lengoiak, datu-baseak, framework-ak eta tresnak) aukeratzeak eragin nabarmena du arkitekturan.
- Dokumentazioa: Dokumentazio egokia funtsezkoa da arkitektura deskribatzeko eta taldekideei eta alderdi interesdunei jakinarazteko. Diagramak, osagaien deskribapenak, interfazeak eta diseinuaren funtsezko erabakiak barne hartzen ditu.
- Bilakaerari eta mantentze-lanei buruzko gogoetak: Sistema denboran zehar eboluzionatzeko eta mantentzeko gaitasunean pentsatuz diseinatu behar da arkitektura.

Software-arkitektura osatzeak alderdi horietako bakoitzean funtsezko erabakiak hartu behar direla esan nahi du, softwarea nola antolatuko den eta proiektuaren baldintzak nola beteko dituen zehazteko. Arkitekturak egitura sendoa ematen du, garapena gidatu eta sistemak bere helburuak eraginkortasunez beteko dituela bermatzen duena.

2.3. GIZA-MAKINA INTERFAZEEN (HMI) DESKRIBAPENA

HMI akronimoak, Human Machine Interface (giza-makina interfazea) esan nahi du [26]. Giza-makina interfazea langileari prozesu industrial baten parte diren sistema eta makinekin komunikatzen laguntzeko erabiltzaile-interfaze edo softwarea eta hardwarea konbinatzen dituen kontrol-panel bat da. Fabriketako langileek HMI operadore-panelak makineria bai eta horien produkzio-lerroak kontrolatzeko eta automatizatzen erabiltzen dituzte. Gainbegiratze-kontrola eta sistema osoan datuak eskuratzea ahalbidetzen dute, eta, beraz, parametro-aldaketak egin daitezke, langileak nahi duen moduan. Helburua produktibitatea eta funtzionamendu-denbora handitzea eta produktuaren kalitatea konstantea izatea da.



Irudia 14. Giza-Makina Interfaze desberdinak. [28]

2.3.1. FUNTZIONAMENDUA

HMI sistema batek monitorizazio-pantaila bat, aginte-panel bat eta komunikazio-atakak ditu. Hori PC baten laguntzarekin integra daiteke prozesuan, eta programa exekutatu duen HMI-ra transferitzeko, software

espezifikoa erabiltzen da. PLC-ari datuak emango dizkieten fabrikako gailuak HMI-ra konekta daitezke, hala nola produkzio-lerro bateko makineria, sarrera-irteera sentsoreak...

HMI-ko monitorizazio-pantailak operazio-panelaren bidez harekin elkarrengaitzeko aukera ematen dio langileari, eta, horregatik, langileak eskatutako funtzioak egin ditzake. Bestalde, HMI operadore-paneletako komunikazio-atakak pantaila programatzeko eta beste gailu batzuekin komunikatzeko erabiltzen dira, fabrika bateko gailuak HMI-arekin komunikatu ahal izateko.

Lehenik eta behin, kontuan hartu behar dira fabrikazioa kontrolatzeko sistema batek funtzionatzeko beharrezkoak diren gainerako osagaiak. Produkzio-lerroa produktua fabrikatzeko behar den lana egiten duten makina guztiek osatzen dute.

Jarraian, temperatura, abiadura, presioa, pisua eta aurrerapena kontrolatzen dituzten sarrerako/irteerako sentsoreak hartu behar dira kontuan.

Azkenik, sarrerako sentsoreen datuak jasoko eta konbinazio logiko bihurtuko dituen PLC-a erabaki behar da.

Hasiera batean, HMI sistema batek oso elementu teknikoa dela badirudi ere, praktikan eguneroko objektu askoren oso antzera funtzionatzen du. Industriako langile batzuek HMI pantaila bat erabil dezakete ur-biltegiak, hondakin-uren sistemak eta ponpak aztertzeko eta kontrolatzeko, temperatura eta fluxu egokiak bermatzeko, behar bezala funtzionatzen duen SCADA gainbegiratze-sistema batekin batera. Azken finean, ondo diseinatutako HMI sistema bat ez da mugatzen kontrol- eta informazio-funtzioak aurkeztera, baizik eta langileari funtzio aktiboak ematen dizkio ekintza horien emaitzei buruzko informazioa eta sistemaren errendimenduari buruzko informazioa lortzeko.

2.3.2. ABANTAILAK

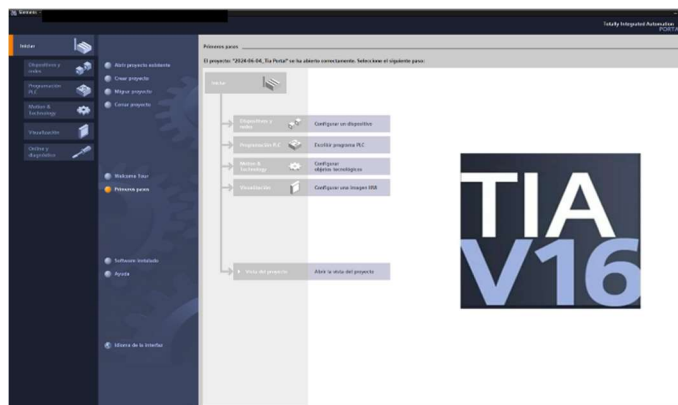
HMI pantaila da erabiltzailearen eta makina edo prozesu baten arteko kontaktu-puntu nagusia. Hauek dira eskaintzen dituen abantailarik nagusienak:

- Komunikazioa hobetzen du: Enpresa bateko sailen arteko komunikazioa areagotzen duten HMI-ak.
- Produktibitatea hobetzen du: HMI-ek makinei laguntzen diete denbora laburragoan lan gehiago ekoizten, produktibitatea eta eraginkortasuna hobetuz.
- Lanarekin lotutako lesioak saihesten ditu: Makina bat eskuz maneiatu beharrean, langileek haren funtzioak erabil ditzakete ukipen-pantailen bidez (HMI). Horren ondorioz, lesioak izateko arrisku gutxiago dago.
- Datuak erregistratzea eta itzultzea: HMI operadore panelak datuak erregistratzeko duten gaitasunagatik ezagunak dira, eta hori industria-inguruneetan ezin hobea da.
- Hardwarearen kostuaren murrizpena: HMI erabiltzean, industria-kostuak murrizten dira, kotsolak, panelak, kableak eta abar ezabatzen edo murrizten direlako.

2.4. AUTOMATIZAZIO SOFTWAREAREN DESKRIBAPENA

TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) Siemens etxeak 2010.urtean sortu zuen PLC eta HMI programazio-softwarea da. Industria-sistema bat kontrolatzeko makinaren osagai ugari biltzen ditu, eta fabriken automatizazio sistemen diseinu eta inplementaziorako erabiltzen den ingeniari-tza-plataforma da, baita domotika-proiektuetarako ere [24]. Software honen bitartez, sistema automatizatu baten diseinurako beharrezkoak diren ataza eta atal guztiak erreminta bakar batean integratzen dira. Hauek dira softwarearen zatiak:

- SIMATIC Step7: PLC-ak programatzeko erabiltzen den zatia.
- SIMATIC WinCC: HMI-ak programatzeko erabiltzen den zatia, hau da, pantaila industrialak.
- SINAMICS Startdrive: Siemensen eragingailuak konfiguratzeko eta martxan jartzeko erabiltzen den zatia (adibidez serbomotorren kontrola).



Irudia 15. TIA Portal V16.

TIA Portalekin programatu daitezkeen kontrolatzaile logiko programagarriak edo PLC ereduak asko dira hauen artean aipatzekoak dira PLC S7-1200, PLC S7-1500, PLC S7-300, PLC S7-400 eta ET 200 (ET 200SP, ET 200S eta ET 200pro). Hauen artean, proiektu honen garapenerako PLC S7-1500 erabili da.

Software honekin lan egiteak honako abantailak ekartzen ditu sistema automatizatuaren diseinua garatu eta inplementatzerakoan [25]:

- Programa bakarria proiektuaren kontrolatzaile guztientzat.
- PLC, HMI, aldagailuak eta abar programa eta proiektu bakar batean programatu ahal izatea.
- Hainbat teknikari lan egin dezakete proiektu berean, programazio modular batean oinarrituz zeregin desberdinetan lan egin dezakete.
- PLC, HMI, aldagailu eta abarren artean aldagaiak partekatu ahal izatea, sistema osatzen duten elementu desberdinen arteko informazio trukaketa erosoago eta errazagoa egiten du.
- Hainbeste programa ez izatea eta gutxiago okupatzea (ñabardurak baditu ere).

2.5. INSTALAZIO DOMOTIKOEN ARAUDIA

Nahiz eta oraindik domotikako instalazioetarako beharrezkoak diren irizpide guztiak bateratzen dituen legerik ez egon, arlo horretan erreferente izan nahi den arau bat garatu da. UNE-EN 50491-6-1: "Etxebizitza eta Eraikinetarako Sistema Elektronikoa" Europako etorkizuneko arauaren erreferentziazko dokumentu bihurtu da [32]. Arau honek, AENOR 0026: "Etxebizitzetako sistema domotikoen instalazioak. Instalatzeko eta ebaluatzeko preskripzio orokorrak" arauaren dokumentua du erreferentziazat.

Espainiako domotikari buruzko araudia zenbait arau definitzen dute, eraikinetan sistema domotikoen eta automatizazio-sistemen instalazio, funtzionamendu eta segurtasun egokia ziurtatzeko. Hona hemen arlo honetako arau garrantzitsuenen laburpena:

Taula 2. Araudien berdintasun eta desberdintasunak.

Ezaugarriak	EA0026	UNE-EN 50491-6-1:2014	UNE-CLC/TR 50491-6-3:2013 IN
Izenburua	<i>Guía técnica de diseño e instalación de sistemas domóticos</i>	<i>Requisitos generales para sistemas electrónicos para viviendas y edificios (HBES) y sistemas de automatización y control de edificios (BACS) - Parte 6-1: Instalación y planificación</i>	<i>Requisitos generales para sistemas electrónicos para viviendas y edificios (HBES) y sistemas de automatización y control de edificios (BACS) - Parte 6-3: Instalaciones HBES - Evaluación y definición de niveles</i>
Ikuspegi nagusia	Sistema domotikoak diseinatzeko eta instalatzeko jarraibide orokorrak	HBES eta BACS sistemak instalatzea eta planifikatzea	HBES instalazioen mailen ebaluazioa eta definizioa
Aplikazio-eremua	Bizitegia eta merkataritza	Bizitegia eta merkataritza	Bizitegia eta merkataritza
Instalazioen ebaluazioa	Ez	Ez	Bai
Argitalpen-data	2006 - Baliogabetua	2014 - Indarrean	2013 - Indarrean



Normalización Española

Irudia 16. UNE-Logoa. [39]



Asociación Española de Normalización y Certificación

Irudia 17. AENOR Logoa. [40]

2.5.1. AENOR 0026

Zehazki, EA0026 araudia funtsezkoa izan da Espainiako etxebizitzetan sistema domotikoak behar bezala instalatzeko eta mantentzeko [33]. Araudi hau betetzeak instalazioaren segurtasuna eta eraginkortasuna bermatzeaz gain, elkarreragingarritasuna eta gailu berrien integrazioa ere errazten ditu, jasangarritasunari eta energia aurrezteari lagunduz [36]. Gaur egun ez dago indarrean, UNE-EN 50491-6-1:2014 eta UNE-CLC/TR 50491-6-3:2013 IN araudi berrien ordeztu baliogabetu baita.

Taula 3. AENOR 0026 araudiaren informazioa. [36]

INFORMAZIOA	
Edizio-data	2006-11-22 / deuseztatua
Deuseztapen data	2014-07-09
Bertsio baieztatua datan	2010-07-14
ICS	91.140.99 / <i>Otras instalaciones en la edificación</i>
CTN	CTN 202/SC205 - <i>Sistemas electrónicos en viviendas y edificios</i>
Deuseztapenak	UNE-CLC/TR 50491-6-3:2013 arauak baliogabetzen du
	UNE-EN 50491-6-1:2014 arauak baliogabetzen du

2.5.2. UNE-EN 50491-6-1:2014

UNE-EN 50491-6-1: 2014 araudiak etxebizitzetarako eta eraikinetarako sistema elektronikoetarako (HBES) eta eraikinak automatizatzeko eta kontrolatzeko sistemetarako (BACS) baldintza orokorrak ezartzen ditu [33].

Arau hau Europako estandar batzuen zati bat da, eta sistema horien instalazio egokia eta bateragarritasuna bermatzeko jarraibideak ematen dituzte, segurtasuna, energia-eraginkortasuna eta elkarrengarritasuna sustatuz [32]. Zati espezifiko hau, 6-1, HBES instalazioen instalazioari eta plangintzari buruzkoa da [37]:

- EN 50491-2. Ingurumen-baldintzak.
- EN 50491-3. Segurtasun elektrikoko betekizunak.
- EN 50491-4-1. Etxebizitzetarako eta eraikinetarako sistema elektronikoetan (HBES) eta eraikinak automatizatzeko eta kontrolatzeko sistemetan (BACS) integratzeko produktuen segurtasun funtzionaleko baldintza orokorrak.
- EN 50491-5-1. Bateragarritasun elektromagnetikoko eskakizunak (CEM), baldintzak eta saiakuntzen muntaketa.
- EN 50491-5-2. Bizitegi-inguruneetan, merkataritza-inguruneetan eta industria arineko inguruneetan erabiltzen diren HBES/BACS-etarako bateragarritasun elektromagnetikoko eskakizunak (CEM).
- EN 50491-5-3. Industria-inguruneetan erabiltzen diren HBES/BACS-etarako bateragarritasun elektromagnetikoko eskakizunak (CEM).
- UNE-EN 50491-6-1. HBES instalazioak. Instalazioa eta plangintza.
- UNE-CLC/TR 50491-6-3. HBES instalazioak. Mailen ebaluazioa eta definizioa.
- UNE-EN 50491-11. Neurketa adimenduna
- PNE-EN 50491-11: 2015/A1. Neurketa adimenduna. Aplikazio-zehaztapenak. Kanpotik bistartzeko gailu sinplea.
- UNE-EN 50491-12-1: Bezeroaren energia-kudeatzailearen (CEM) eta etxeko/eraikineko baliabideen kudeatzailearen arteko interfazea.

Ondoren azaltzen dira UNE-EN-50491-6-1:2014 arauaren ezaugarriak nagusienak:

Aplikazio-eremuari begira, bizitegi-inguruneetan eta merkataritza-eraikinetan HBES eta BACS sistemak instalatzeko eta planifikatzeko baldintzak betetzen ditu. Instalazio berriei eta lehendik dauden instalazioak berritzeari aplikatzen zaie.

Instalatzeko baldintzen inguruan, gailu eta sistema elektronikoien instalazio seguru eta eraginkorrerako zehaztapen teknikoak definitzen ditu. Kableatuari, konexioei eta osagaien antolatetari buruzko jarraibideak jasotzen ditu, sistemaren funtzionaltasuna eta fidagarritasuna ziurtatzeko.

Era berean, HBES eta BACS instalazioen aldez aurreko plangintzarako jarraibideak ematen ditu, eraikinaren beharren ebaluazioa, osagai egokien hautaketa eta etorkizunean egin daitezkeen handitze edo aldaketen aurreikuspena barne. Eraginkortasun energetikoa, mantentzeko erraztasuna eta teknologia berrietara egokitzeko malgutasuna bezalako alderdiak kontuan hartzea ziurtatzen du.

Gailuen arteko bateragarritasuna eta elkarreragingarritasuna ere kontutan hartzen ditu, hala ere, gailuek eta sistemek elkarrekin eraginkortasunez lan egin ahal izatea ziurtatzeko arauak ezartzen ditu, fabrikatzailea edozein dela ere. Sistemen integrazioa eta elkarreragingarritasuna errazteko komunikazio-protokolo estandarizatuen erabilera sustatzen du.

Azkenik, erabiltzaileak eta sistemak arrisku elektrikoetatik, akats teknikoetatik eta baimendu gabeko sarbideetatik babesteko beharrezko segurtasun-neurriak zehazten ditu. Estatuan eta nazioartean garrantzitsuak diren beste araudi eta estandar batzuk betetzen direla ziurtatzen du.

Taula 4. UNE-EN 50491-6-1:2014 araudiaren informazioa. [32]

INFORMAZIOA	
Edizio-data	2014-07-09 / Indarrean
ICS	91.140.99 / <i>Otras instalaciones en la edificación</i>
	97.120 / <i>Dispositivos de control automático de uso doméstico</i>
CTN	CTN 202/SC205 - <i>Sistemas electrónicos en viviendas y edificios</i>
Nazioarteko baliokideak	EN 50491-6-1:2014 (berbera)
Indarrean dauden beste bertsio batzuk	UNE-EN IEC 63044-6:2022
Deuseztapenak	EA 0026:2006 araua baliogabetzen du

2.5.3. UNE-CLC/TR 50491-6-3:2013 IN

UNE-CLC/TR 50491-6-3: 2013 IN araudia etxebizitzetarako eta eraikinetarako sistema elektronikoetarako (HBES) eta eraikinak automatizatzeko eta kontrolatzeko sistemetarako (BACS) betekizun orokorreari buruzkoa da [38]. Araudiaren zati hori HBES-ko instalazioetara bideratuta dago berariaz, eta mailen ebaluazioa eta definizioa ematen du, instalazio horiek beharrezko estandarrak betetzen dituztela ziurtatzeko.

Hauek dira UNE-CLC/TR-50491-6-3:2013 arauaren ezaugarri nagusienak:

HBES eta BACS sistemak instalatzeko jarraibide orokorrak ezartzen ditu, etxebizitza- eta merkataritza-inguruneetan sistema horien elkarreragingarritasuna eta eraginkortasuna bermatzeko bete behar diren alderdi tekniko eta operatiboak barne.

HBES instalazioak ebaluatzeko eta lortu beharreko errendimendu- eta kalitate-mailak zehazteko esparru bat eskaintzen du. Araudi honek barne hartzen ditu sistema horiek instalatzeko, probatzeko eta mantentzeko irizpide espezifikoa.

Aurretik azaldutako arauan bezala, HBES eta BACS sistemak elkarren artean eta eraikinetako beste sistema elektroniko batzuekin bateragarriak direla ziurtatzen du, horrela ingurune seguru eta eraginkorra sustatuz.

Azkenik, instalazioek ezarritako estandarrak betetzen dituztela egiaztatze beharrezko dokumentazio-baldintzak eta probak ezartzen ditu. Horren barruan sartzen dira proben txostenak, instalazio- eta mantentze-eskuliburuak eta adostasun-ziurtagiriak.

Taula 5. UNE-CLC/TR 50491-6-3:2013 araudiaren informazioa. [38]

INFORMAZIOA	
Edizio-data	2013-07-24 / <i>Indarrean</i>
ICS	97.120 / <i>Dispositivos de control automático de uso doméstico</i>
CTN	CTN 202/SC205 - <i>Sistemas electrónicos en viviendas y edificios</i>
Nazioarteko baliokideak	CLC/TR 50491-6-3:2011 (berbera)
Deuseztapenak	EA 0026:2006 araua baliogabetzen du

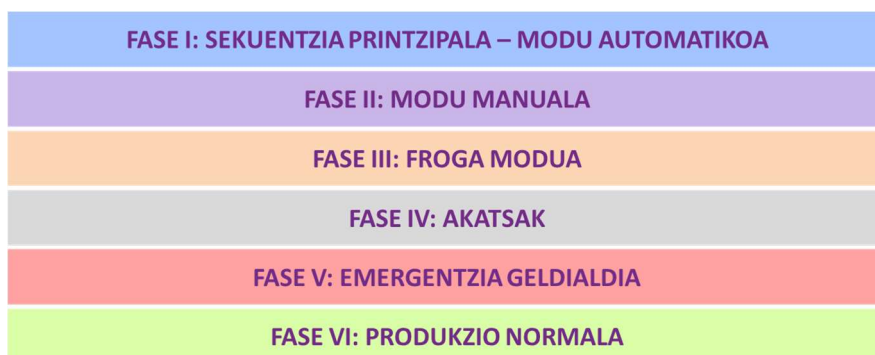
2.6. DISEINU METODOLOGIA

2.6.1. MeiA (Methodology for industrial Automation systems)

Proiektu honen kontrol sistemaren diseinua garatzeko MeiA (Methodology for industrial Automation systems) metodologia jarraitu da sisteman inplementatu beharreko atalen analisi egokia burutzeko oinarri bezala hartu dena. Metodologia hau, hiru mailatan egituraturako prestakuntzan oinarritzen da: diseinua egin baino lehenagoko eremu azterketa, diseinukoa eta metodologikoa [51].

MeiA, GEMMA (Guide d'Étude des Modes de Marches et d'Arrêts) gida, UML (Unified Modeling Language) erabilera-kasuen diagramak eta GRAFCET (Functional Graph of Control by Steps and Transitions) modelatze-lengoaia konbinatzen ditu, eta inplizituki softwarearen ingeniartzaren funtsezko kontzeptuak biltzen ditu, beste sistema batzuetan berrerabil daitezkeen diseinuen malgutasunarekin, modularitatearekin eta hedagarritasunarekin lotutako diseinu metodologiak erabiliz.

MeiA metodologiak sei faseetan banatzen du automatizazio kontrol sistemaren garapena *Irudia 18*-n ikusi daitezkeen modura [52]. Sei faseetako bakoitzean kontrol-sistemaren zati bat modu "independentean" aztertzen da. I. Faseak sistemaren funtzionamenduaren sekuentzia nagusia modu automatikoan ezartzen du; II. eta III. Faseak sistema eskuz abiaraztea eta geldiaraztea antolatzen dute, hurrenez hurren; IV. Faseak prozesuan gerta daitezkeen akatsak identifikatu, aztertu eta ebaluatzen ditu; V. Faseak larrialdien tratamendurako sistemaren abiaraztea eta gelditzea antolatzen ditu; eta, azkenik, VI. Faseak produkzio-zikloa ezartzen du.

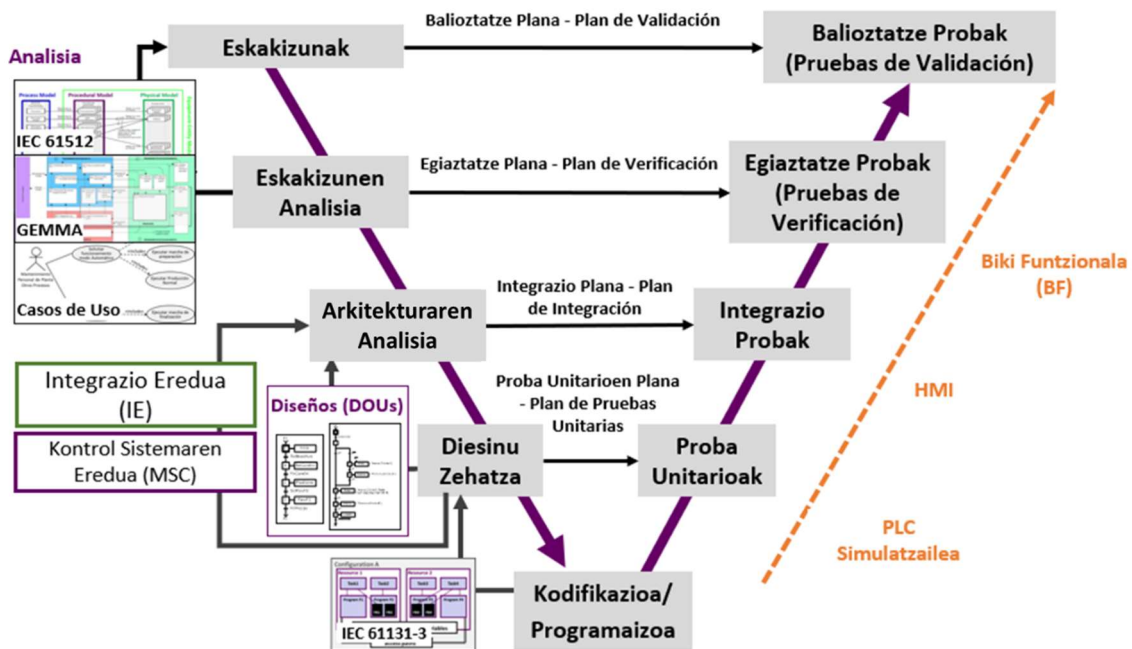


Irudia 18. Prozesu Industrialen Automatizaziorako kontrol software-ren garapena. [53]

MeiA. 4.0 V eredu hartzen du softwarearen garapen-ziklo gisa, ekoizpen-sistema automatizatuaren (aPS-automated Production Systems) kontrol-softwarea eraikitzeko. V eredu edo V zikloko eredu gisa ere ezagutzen dena, batez ere softwarearen garapenean eta informazioaren eta komunikazioaren teknologien (IKT) proiektuen kudeaketan erabiltzen den ikuspegi metodologikoa da [54]. Eredu honen egitura bakarra V letraren antzekoa da, eta hortik datorkio izena.

70-eko hamarkadan sortua eta 90-eko hamarkadan findua, V metodologia kaskadako edo Waterfall eredu tradizionalaren bilakaeratzat hartzen da, proiektuen kudeaketan ikuspegi integratuagoa eta sekuentzialagoa txertatuz.

Ziklo honen ezaugarri nagusia softwarearen garapenean bizi-ziklo osoan egiaztatpena eta baliozkotzea da. Eredu hori argi definitutako faseetan antolatzen da, hau da, eskakizunen azterketatik hasi eta inplementaziora eta integrazio-probetara arte, sekuentzia logiko eta egituratu bati jarraituz. Hona hemen V ereduaren eskema:



Irudia 19. Froga mailak. Software-aren garapena, V eredu. [55]

V ereduak softwarea garatzeko prozesua argi zehaztutako etapetan antolatzen du, proiektuaren kudeaketa eta gauzatze egituratua erraztuz. Segidan etapa bakoitzaren deskribapena egingo da *Irudia 19*-ko diagramaren ezkerreko aldetik hasita [54]:

1.FASEA: Diseinua

Hasierako fasean, V-aren ezker aldean, beharren azterketan eta sistemaren espezifikazioen definizioan arreta jartzen du. Horrela, sistemaren ezagutza aztertuz garapen fase honek barne hartzen du eskakizun funtzionalak eta ez-funtzionalak definitzea, baita sistemaren diseinu zehatza ere.

1. Erabiltzailearen eskakizunak: Hasierako etapa honek proiektuaren beharren azterketa sakona eta bideragarritasunaren azterketa eskatzen ditu, garapenerako oinarri sendoa ezarriz. Beharrak zehaztu ondoren, sistemaren zehaztapenak adierazten dira, eskakizun funtzionalak eta ez-funtzionalak barne, sistemaren arkitekturari forma emateko.

2. Sistemaren arkitekturaren aurretiko analisi eta diseinua: Sistemaren osagaiak eta interfazeak planifikatzen dira. Sistemak burutu behar dituen eragiketa guztiak definitzen dira eta hauek egiteko garatu beharreko softwarea nola antolatu eta komunikatuko den ezartzen da.

3. Sistemaren diseinu zehatza: Fase honek sistemaren diseinuan sakontzen du, softwarearen arkitektura zehaztuz, kodetzeko funtsezko algoritmoak eta datu-egiturak barne.

2. FASEA: Inplementazioa

Fase honetan, ezarritako espezifikazioak betetzeko softwarea garatzen da. Horrela, Egindako analisisian definitu diren eragiketak eta hauek aurrera eramateko algoritmoak programatu egingo dira automatizazio software egokia erabiliz.

4. Programazioa: Zehaztapenak eta diseinu xehatua osatuta, softwarea bera garatzen hasten da, diseinua kode funtzional bihurtuz.

3. FASEA: Balidazioa

Prozesuak V-ren punturik baxuenerantz egiten duen heinean, inplementazio-fasera iristen da; fase horretan, inplementatutako kodearen funtzionamendua aztertzen da eta sistemako osagaiak integratzen dira. Etapa hau erabakigarria da, V-aren eskuinaldeko igoeran gertatzen den proba-faserako beharrezkoa baita. Hemen, proba-maila bakoitza zuzenean lotuta dago ezkerreko aldean dagokion garapen-fase batekin, softwarearen alderdi guztiak zehatz-mehatz egiaztatu eta baliozkotuko direla ziurtatuz. Esan beharra dago, hemen detektatu ahal diren erroreak 2. Faseran edota 1. Faseko analisisetara itzultzea gauzatu dezakeela benetan nahi den sistemaren funtzionamendua lortu arte.

5. Proba Unitarioak: Garatutako osagai edo funtzionalitate bakoitzaren proba zehatzak egiten dira, softwareko pieza bakoitzak diseinatutakoaren arabera behar bezala funtzionatzen duela ziurtatuz.

6. Integrazio Probak: Etapa honek osagaien arteko funtzionamendu egokia egiaztatzen du integratu ondoren, interakzio zuzena dutela eta sistemaren arkitekturaren diseinuaren zehaztapenak betetzen dituztela ziurtatuz.

7. Balioztatzea: Azkenik, prozesu osoaren egiaztapena egiten da, zehaztutako beharrei erantzuten diela eta hasieran ezarritako sistemaren zehaztapenak betetzen dituela egiaztatuz.

Etapa horietako bakoitza funtsezkoa da proiektuaren garapenaren arrakastarako, ekoiztako softwarearen kalitatea eta eraginkortasuna bermatzen dituen ikuspegi sistematikoari jarraituz.

V diseinuaren egiturak garapen-fase bakoitzaren eta dagokion balidazio-etaparen egiaztapen paraleloa ahalbidetzen du, eta azken produktuak itxaropen eta baldintza guztiak betetzen dituela bermatzen du.

2.6.2. ANSI/ISA-88

ISA-88 araua, «Batch Control Part 1: Models and Terminology» ere esaten zaiona, Nazioarteko Automatizazio Sozietateak (ISA) garatutako estandarra da, eta lotekako ekoizpen-prozesuen automatizazioan eta kontrolean oinarritzen da. Hasiera batean, «lote-prozesuak» edo «batch prozesuak» deitzen diren prozesuetarako garatu zen araua da baina gero beste motako prozesuetara ere hedatu egin da [56]. Arau honek zenbait printzipio,

eredu eta terminologia ezartzen ditu, hainbat industriatako lotekako ekoizpen-sistemen konfigurazioan, eragiketan eta kontrolean estandarizazioa eta koherentzia lortzeko.

ISA-88 arauaren helburu nagusia loteak kontrolatzeko sistemak modu eraginkor, malgu eta sendoan diseinatu eta jarduteko gida eta lan-esparrua eskaintzea da. Hainbat industrian erabiltzen da, hala nola kimikan, elikagaietan eta edarietan, farmazian, petrokimikan eta beste askotan. Horietan, lotekako ekoizpen-prozesuak komunak dira.

Arau honi jarraituz, enpresek eraginkortasun, berrerabilpen eta koherentzia handiagoa lor dezakete lote-eragiketetan, eta, horren ondorioz, ekoizpen efizienteagoa eta kalitate handikoa lor dezakete hainbat industrian.

Arau honen barnean, hauek dira proiektuaren automatizazioa diseinatzeko baliagarriak izango diren S88 estandarraren ereduak eta bakoitzaren ezaugarri nagusiak:

Physical Model (Eredua fisikoa):

- Produkzio-planta bateko ekipoen hierarkia fisikoa definitzen du.
- Mailak honako hauek dira: planta, eremua, unitatea, ekipo-modulua eta kontrol-modulua.
- Instalazioaren osagaiak fisikoki egituratzen eta antolatzen laguntzen du.

Process Model (Prozesu Eredua):

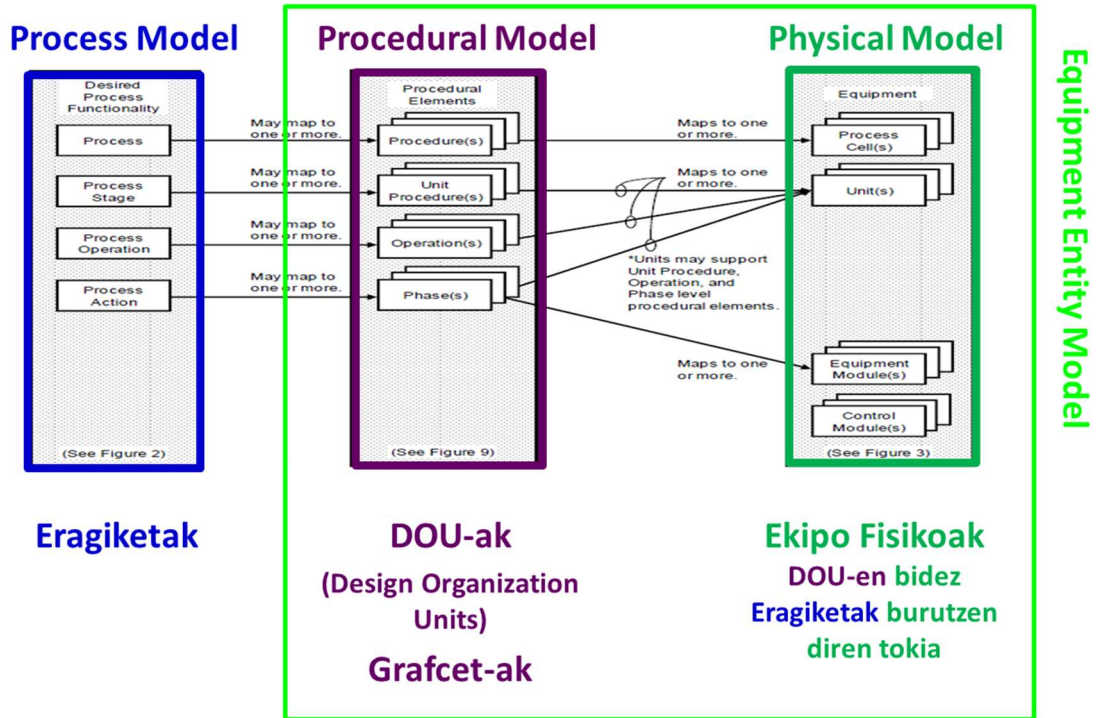
- Produktu bat fabrikatzeko beharrezko eragiketak eta sekuentziak deskribatzen ditu.
- Faseak, eragiketak, prozedurak eta errezetak barne hartzen ditu.
- Ekoizpen-errezeten malgutasuna eta berrerabilera ahalbidetzen du.

Procedural Control Model (Prozedura Kontroleko Eredua):

- Eragiketak sekuentzialki eta kontrolatuta nola gauzaten diren definitzen du.
- Eragiketetan, faseetan eta urratsetan egituratzen da.
- Automatizaziorako eta kontrol sekuentzialerako esparru bat eskaintzen du.

Equipment - Entity Model (Ekipo - Entitate Eredua):

- Kontrol-sistemaren barruan, objektuen erlazioak eta atributuak ezartzen ditu.
- Datuen kudeaketa eta sistemaren osagaien arteko elkarrekintza errazten ditu.
- Ekipoei, materialei eta beste baliabide batzuei buruzko informazioa biltzen du.



Irudia 20. Banaketa – ANSI/ISA-88 (S88) Eredua. [57]

3. GARAPEN IRAUNKORREKO HELBURUEKIKO ETA PRINTZPIO ETA BALIO DEMOKRATIKO EKIKO LOTURA

Nazio Batuen Erakundearen Batzar Nagusiak, 2015eko irailaren 25ean, Garapen Jasangarrirako 2030 Agenda onartu zuen. Hau, ekintza-plan unibertsal, integral eta eraldatzaile bat da, non gizarte, ekonomia eta ingurumenaren alorretan giza garapena bultzatzea helburutzat duena [30]. Agenda honetan, 18 helburu batzen dira. Helburu hauek gizateriarentzat eta planetarentzat garrantzi kritikoa duten bost esferatan biltzen dira: pertsonak, planeta, bakea, oparotasuna eta lankidetzeta Hauek, eginkizun bat bete, eta “inor atzean geratzen ez dela” bermatu behar dute.

Era berean, izaera integratua eta zatiezina duten Garapen Jasangarriaren 18 helburuek eta horiek garatzen dituzten 169 helmugek eta garapen jasangarriaren hiru dimentsioak hartzen dituzte barne :soziala, ekonomikoa eta ingurumenekoa.



Irudia 21. Garapen Iraunkorreko helburuak. [29]

Dokumentuaren atal honetan proiektu honekin erlazionatuta dauden. Garapen Iraunkorreko helburuak aurkeztuko dira eta lanarekin duten lotura zehatza adieraziko da. Esan daiteke hirugarren, zazpigarren, bederatzigarren, hamaikagarren, hamabigarren eta hamahirugarren helburuak betetzen direla [31]. Bakoitzak hainbat helmuga batzen ditu:

3. Osasuna eta ongizatea: Guztiontzat eta adin guztietan bizimodu osasungarria bermatzea eta ongizatea sustatzea.

Etxebizitza automatizatuek beren okupatzaileen bizi-kalitatea eta ongizatea hobeto ditzakete, ingurune seguruagoak, erosoagoak eta osasungarriagoak sortuz. Airearen kalitatea monitorizatzeko sistemek, alarmek eta segurtasun-sentsoreek nabarmen lagun dezakete osasunean eta ongizate orokorrean. Era berean, domotika ezartzeak nor bererako denbora gehiago izatea eta estresa murriztu dezake, bizitza osasuntsua bermatuz eta adin guztientzako ongizatea sustatuz. Orokorri, etxe arrunt bat etxe adimentsua bihurtzeak helmuga espezifikorik betetzen ez badu, ondorioztatu daiteke honelako aldaketa osasunean eragin onuragarria izan dezakeela.

7. Energia eskuragarria, fidagarria, jasagarria eta modernoa guztiontzat.

Helburu hau energia eskuragarria, fidagarria, jasagarria eta modernoa guztiontzat bermatzean oinarritzen da. Etxean gailu elektrikoak, klimatizazioa eta aireztapena programatzea eta kontrolatzea ahalbidetzen duenez, domotikak energia-kontsumoa murrizten laguntzen du, eta, beraz, energia-eraginkortasunarekin laguntzen du. Hauek dira helburu honen barnean lortu nahi diren helmugak:

- Gasaren alde egitea, trantsizio-energia gisa, energia berriztagarriak neurri handiagoan inplementatzeko bidean; eta nazioarteko konexio energetikoa sostengatzea gas eta elektrizitatearen horniduran.
- Teknologiaren eta enpresen garapena sostengatzea energia-iturri berriztagarri eta jasagarrien erabilera sustatzeko.
- Aurrezpen eta eraginkortasun energetikoko proiektuak bultzatzea.
- Gasolioa garraiotik gero eta neurri handiagoan ezabatzea, garraioaren gasifikazioa (lehorrekoa eta itsasokoa) eta ibilgailu elektrikoaren erabilera bultzatuz.

Proiektu honek bigarren eta hirugarren helmugak beteko ditu. Etxea kokatuta dagoen kalea nahiko haizetsua eta eguzkitsua da, hau horrela, plaka fotovoltaiko eta aerosorgailu txikiak kokatu daitezke etxearen kanpoaldeko paretari itsatsita (edo balkoian). Bertatik jasotako energia batera batzuetan gordeko litzateke eta horrela etxebizitzaren automatizazioan lan egingo luketen sentsoreak, eragingailuak eta motorrak elikatuko lirateke.

9. Azpiegitura erresilienteak eraikitzea, industrializazio inklusibo eta jasagarria bultzatzea eta berrikuntza sustatzea.

4.0 industria jasagarria sortzeko eta azpiegitura modernizatzeko orduan, energia garbiaren erabileran zentratuta, domotikak zeregin nagusia betetzen du. Teknologia domotikoak ezartzeak berrikuntza eta azpiegitura adimendunen garapena bultzatzen ditu. Horrek, egoiliarren bizi-kalitatea hobetzeaz gain, hiri-azpiegituraren modernizazioa eta eraginkortasuna ere sustatzen ditu. Helburu honek zazpi helmuga dituenaz, proiektu honetan bete ahal direnak soilik aipatuko dira:

- Ikerkuntza, berrikuntza eta teknologiaren alde egitea, arreta berezia zuzenduz fabrikazio aurreratuari, energiari eta bio-zientzia-osasunari.
- Informazioaren eta ezagutzaren gizartea sustatzea, teknologien aukerak aprobetxatzeko lehiakortasuna (zibersegurtasuna barne sartuta), ongizatea eta bizi-kalitatea hobetzeko.

Etxebizitza bat domotizatzeko, teknologia aurreratuak integratu behar dira, hala nola Gauzen Internet (IoT), adimen artifiziala (IA) eta kontrol- eta automatizazio-sistemak. Horrek berrikuntza teknologikoa sustatzen du. Era berean, esan bezala, etxe domotikoa eraikitzeak bizikideen bizi-kalitatea hobe dezake eta energia-kontrol adimenduneko sistemek elektrizitatearen, berokuntzaren eta hoztearen erabilera optimizatzen dute, eta horrek energia-azpiegituren gaineko karga murrizten du eta jasagarritasuna sustatzen du.

11. Hiriak eta giza kokaguneak inklusiboak, seguruak, erresilienteak eta jasagarriak izatea lortzea.

Etxebizitza adimendunek hiri-iraunkortasuna hobetu dezakete, energiaren eta baliabideen eskaria murrizten baitute. Domotikak etxe eraginkorrakoak eta erresilienteagoak sortzea errazten du, komunitate iraunkorrageoi eta ingurumen-aztarna txikiagoa dutenei lagunduz. Helburu honek beste zazpi helmuga dituenez, proiektu honentzat garrantzizkoak direnak soilik aipatuko dira:

- Lurralde-estrategia jasagarri, sozial, adimendun, orekatu eta parte-hartzailea sustatzea.

- Larrialdien aurreko prebentzio-eta alerta-sistema indartzea, baita herritarren autobabesa ere.

Klimatizazioaren eremuan energia-baliabideen kudeaketa ona egitea beharrezkoa da jasangarritasunarekin eta eraginkortasunarekin laguntzeko. Etxe domotiko batek energiaren aurrezpena ekar ditzake sistemen kontrol zehatza ahalbidetzen baitute. Era berean, etxebizitzetan lapurreten kontrako alarma automatizatzeak alerta-sistemak indartzen dituzte.

12. Kontsumo eta ekoizpen modalitate jasangarriak bermatzea.

Automatizazioak baliabideen erabilera eraginkorragoa eta arduratsuagoa sustatzen du, energia eta ura ahalik eta gutxien alferrik galtzeko. Monitorizazio-sistemei esker, erabiltzaileek denbora errealean kontrola dezakete haien kontsumoa, eta portaera jasangarriagoak sustatzen dituzte. Hauek dira helburu honek sustatzen dituen helmugak:

- Ekonomia zirkularraren alde egitea.
- Ingurumen aldetik eredugarria den administrazio publikoaren konfigurazioan aurrera egitea.
- Informazio azkar eta eraginkorra eskaintzea kontsumitzaileak konprometituagoak eta arduratsuagoak izan daitezen.
- Turismo jasangarriaren bikaintasuna sustatzea.

Berez, helmuga hauetatik betetzen den bakarra lehenengoa da, baina hamabigarren helburu honek batzen duen ideia orokorra betetzen dela esan daiteke. Aurreko helburuetan esan den bezala, etxe domotiko batek energia-kontsumoa optimizatu egiten du, etxean inplementatzen diren sistemak kontrolatuta baitaude. Kontrol honek, etxetresna elektrikoek eta etxeko sistemen bizitza erabilgarria luza dezake mantentze-lan prebentibo baten eta funtzionamenduko alerten bidez, eta, hala, murriztu egin dezake ohiko ordezkapenen beharra, eta, ondorioz, baita hondakin elektronikoena ere.

13. Neurri urgenteak hartzea klima-aldaketaren eta haren ondorioen aurka egiteko.

Energia-kontsumoa murriztean eta eraginkortasuna sustatzean, domotikak berotegi-efektuko gasen emisioak murrizten laguntzen du, klima-aldaketa arintzen lagunduz. Energiaren kudeaketa adimendunak energia-iturri berriztagarrien integrazioa ere errazten du, erregai fosilekiko mendekotasuna murriztuz.

- Karbono gutxiko ekonomia lehiakorra bultzatzea.
- Aurrezpen eta eraginkortasun energetikoa sustatzea.
- Energia berriztagarrien erabilera bultzatzea.
- Eraikuntza jasangarria, ekodiseinuaren sustapena eta garraio publikoaren erabilera bultzatzea.
- Klima-aldaketari egokitzeko ikuspegia integratzea Lurralde Antolamenduaren Gidalerroak onesteko prozesuan eta lurralde- eta hiri- plangintzako tresnetan.

Hamahirugarren helburu honetako helmugak betetzen ditu proiektu honek. Etxebizitzan inplementatutako sistemen erabilera optimizatzeak eta ondorioz etxetresnak gehiago irauteak, beraz, hondakinak murrizteak etxebizitzan karbono-aztarna murrizten laguntzen dute, klima-aldaketa arintzeko ahalegin globalak bultzatuz. Zazpigarren helburuan esan bezala, energia-iturri berriztagarriak modu eraginkorrean integratu daitezke, hala nola eguzki-panelak eta energia biltegitzeko sistemak, horien erabilera kudeatuz eta eraginkortasuna maximizatuz.

4. LANAREN HELBURUA ETA IRISMENA

TIA Portal bidezko etxe baten sistema domotikoaren diseinu eta inplementazioa proiektu honetan, etxebizitza bat kontrolatzeko irtenbide domotiko bat diseinatu eta ezarri nahi da, modernoa, ekologikoa eta errentagarria izan dadin. Domotika gauzatzeko diseinua eta inplementazioa landu dira etxebizitzaren zenbait eremuetan, hala nola Logela 1, Egongela, Sarrera, Sukaldea eta Komuna 1-en.

Proiektuaren helburu nagusiak atal desberdinetan banatu daitezke eta honako hauek dira:

- **Proiektuaren helburu orokorrak:**

- UNE-EN 50491-6-1 arauak betetzen dituen proiektua garatzea. Honen barnean espresuki EN 50491-2, EN 50491-3, EN 50491-4-1, EN 50491-5-1, EN 50491-5-2, EN 50491-5-3 eta CLC/TR 50491-6-3.
- Energia-kontsumoa optimizatzen duten sistemen diseinua eta inplementazioa burutzea, hala nola argiztapen adimenduna, klimatizazio-kontrola, leihoen, pertsianen eta toldoen kontrola. Era berean, komunean kokatutako erauzgailuaren kontrola eta azkenik su eta lapurreta-alarma sistemak.
- Bezeroaren behar espezifikoetara egokituko den sistema domotikoaren diseinua sortzea, jabetzaren tamaina, gailu kopurua eta erabiltzailearen lehentasunak kontuan hartuta.
- Erabilerraza eta ulerterraza izango den erabiltzaile-interfaze bat garatzea, erabiltzaileei beren etxe adimendunaren alderdi guztiak zailtasunik gabe kontrolatzeko aukera emanaz.
- Modu erraz batean eraldatu ahal izango litzatekeen sistema garatzea, hau da, erabiltzaile berrien beharretara modu egokian eta erosoan egokitu ahal den sistema lortzea.

- **Automatizazio Kontrol Sistemaren Diseinua:**

- Kontrol sistemen software-aren garapena lortzea softwarearen garapenerako V ereduak definitzen duen zikloaren pausoak jarraituz-
- Automatizatu nahi den sistemaren beharrak modu metodologiko batean aztertzea eta zehaztea.
- Sistemaren eskakizunak bete ahal izateko honen analisia burutzea, horretarako ANSI/ISA-88 (S88) estandarra jarraituz, bertan definitzen dituen ereduak garatuko dira (*Process, Physical, Procedural, Physic* eta *Equipment Entity Model*). Hasteko sistemaren funtzionalitatea inplementatzeko beharrezko eragiketak definituko dira. Horiek identifikatu ondoren hauek nola burutuko diren deskribatzen duten DOU-ak (Design Organization Unit) garatuko dira. Azkenik sistema osatzen duten elementuak jakinda garatutako ereduak batu egingo dira eragiketa bakoitza zein elementuen bitartez burutuko den adieraziz.

- **Sistema Automatizatuaren Kontrol Sistemaren Inplementazioa eta Programazioa:**

- Automatizazio-sistema integral bat garatzea TIA Portal erreminta erabiliz, etxeko gailu domotiko guztien kontrol eraginkorra ahalbidetzeko.
- TIA Portaleko sistema domotikoaren diseinu zehatza sortzea, PLC-ak, HMI-ak, sareak eta etxea automatizatzeko beharrezkoak diren programazio elementu guztiak modu egokian hautatuz.

- TIA Portal programaren bidez, etxebizitzan automatizazioaren implementazioa burutu indarrean dagoen IEC-61131-3 araudia kontutan hartuz. Horretarako, graduan eskuratutako ezagutzaz baliatuz hainbat lengoia erabili dira, hala nola GRAFH, SCL eta KOP.
- Erabiltzaile-interfaze intuitiboak garatzea HMI-an (Human Machine Interface), alde batetik etxebizitzan kontrolatzen diren inguru guztien informazioa bistaratu ahal izateko, eta bestetik erabiltzaileek sistema erraz eta eraginkortasunez kontrolatu ahal izateko.
- Garatutako diseinuaren implementazioaren funtzionamendu egokia egiaztatzea. Horretarako TIA Portal eskaintzen dituen aukera ezberdinak erabiliz, osagai guztiek behar bezala funtzionatzen dutela eta haien artean modu egokian integratuta daudela ziurtatuz.
- TIA Portal-en garatutako programaren automatizazioan frogak egiteko TIA Portal-en HMI eta biki birtual bat erabiltzea. Sistemaren portaera baliozkotzea ahalbidetzen baitu ingurune simulatu batean, hardware errealean inplementatu aurretik.

Gratu Amaierako Lan honetan proposatzen diren helburu horiek betetzeko bide desberdinak aztertuko dira eta eraldaketa proiektu hau modurik egokienean aurrera eramango da.

5. LANAK DAKARTZAN ONURAK

Etxe domotiko batek etxebizitza adimendun baten abantaila guztiak eskaintzen ditu. Proiektuko atal honetan, etxe bat etxe adimentsua bihurtzeak dakarren abantailak adierazten dira:

Segurtasuna:

Etxean instalatutako su eta lapurreten aurkako alarmak etxeari segurtasun handiagoa ematen diote.

Energiaren aurrezpena:

Etxean instalatutako gailu eta sistemen erabilera optimizatu ahal izango da eta beharrezkoa ez den energia-kontsumoa murriztu. Etxeko argia, tenperatura eta abar automatizatzean, behar denean soilik piztuko dira, eta honek, energia alferrik ez galtzea ekartzen du.

Erosotasuna:

Domotizatutako etxea erosotasun handia ekartzen du, gela batean sartzean eta ateratzean argia piztu behar ez izatea edo etxeko tenperatura egoki batean mantentzea. Pertsianak eta leihoak bakarrik zabaldu eta ixtea... erabiltzailearen esfortzua minimoa izanez.

Komunikazioa:

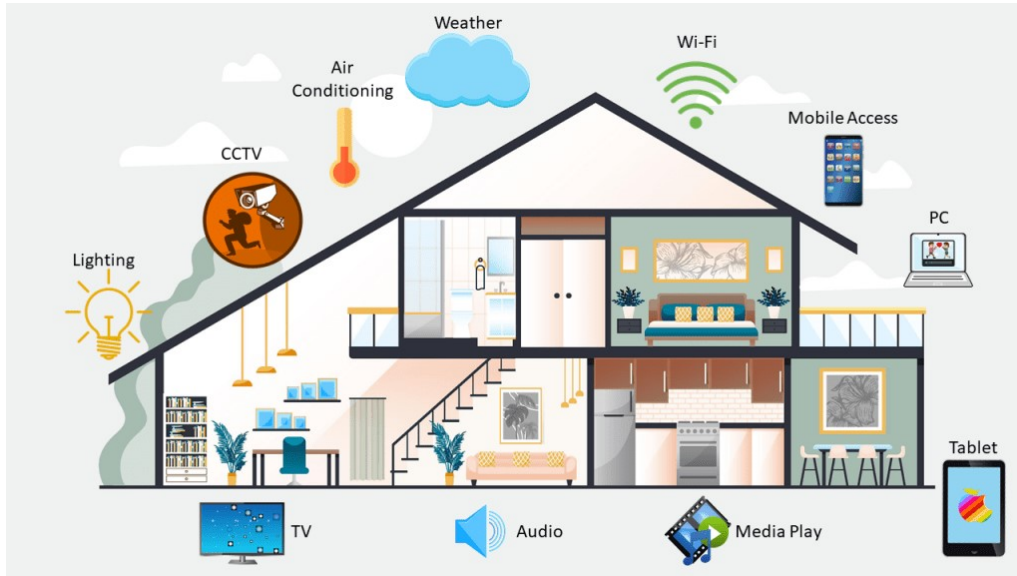
Etxean domotizatutako sistemak mugikorretik kontrolatu ahal izatea onura handia da. Etxera iristean nahi den tenperatura programatu ahal daitekeelako.

Etxearen balioaren handipena:

Domotikarrik ezarri ez zaion beste etxe baten aurrean balio handiagoa hartzen du, segurtasun, erosotasun eta energiaren aurrezpena handiagoa baita.

Konektagarritasuna:

Domotikan, konektatutako gailuek informazioa jaso eta bidaltzen dute, eta gainerako sistemarekin eta erabiltzailearekin partekatzen dute.

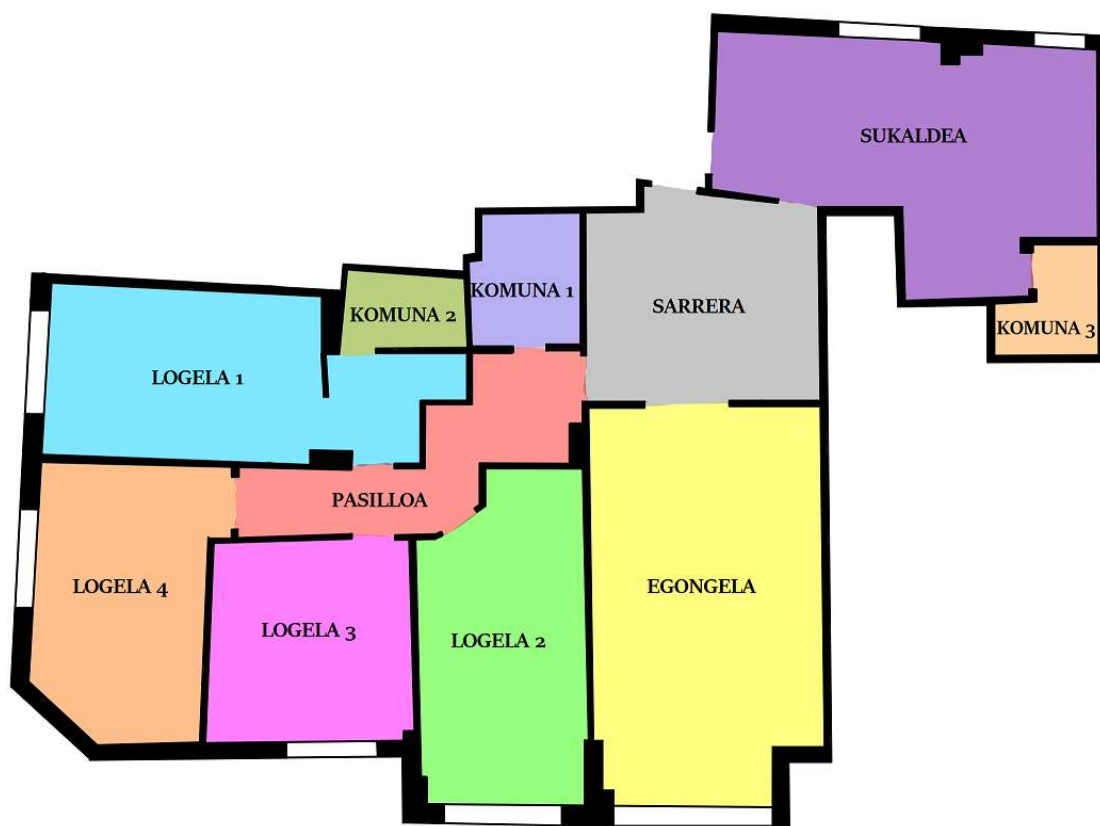


Irudia 22. Etxeko konektagarritasuna. [41]

6. BALDINTZEN DESKRIBAPENA

6.1. ETXEBIZITZAREN DESKRIBAPENA

Gradu Amaierako Lan honen atal honetan, domotizatu nahi den etxebizitza aurkezten da. Honekin batera automatizatuko diren atal desberdinen funtzionamendua azaltzen da. Etxea lau logela, hiru komun, sukaldea, sarrera, egongela eta pasillo batek osatzen dute. Logela 1, Egongela, Sarrera, Sukaldea eta Komuna 1 baino ez dira automatizatuko eta gela bakoitzean, hainbat sistema inplementatuko dira eta hauek eskuzko eran eta automatikokan aldi berean egingo dute lan. *Irudia 23*-n agertzen den planoan gelak identifikatu ahal dira:



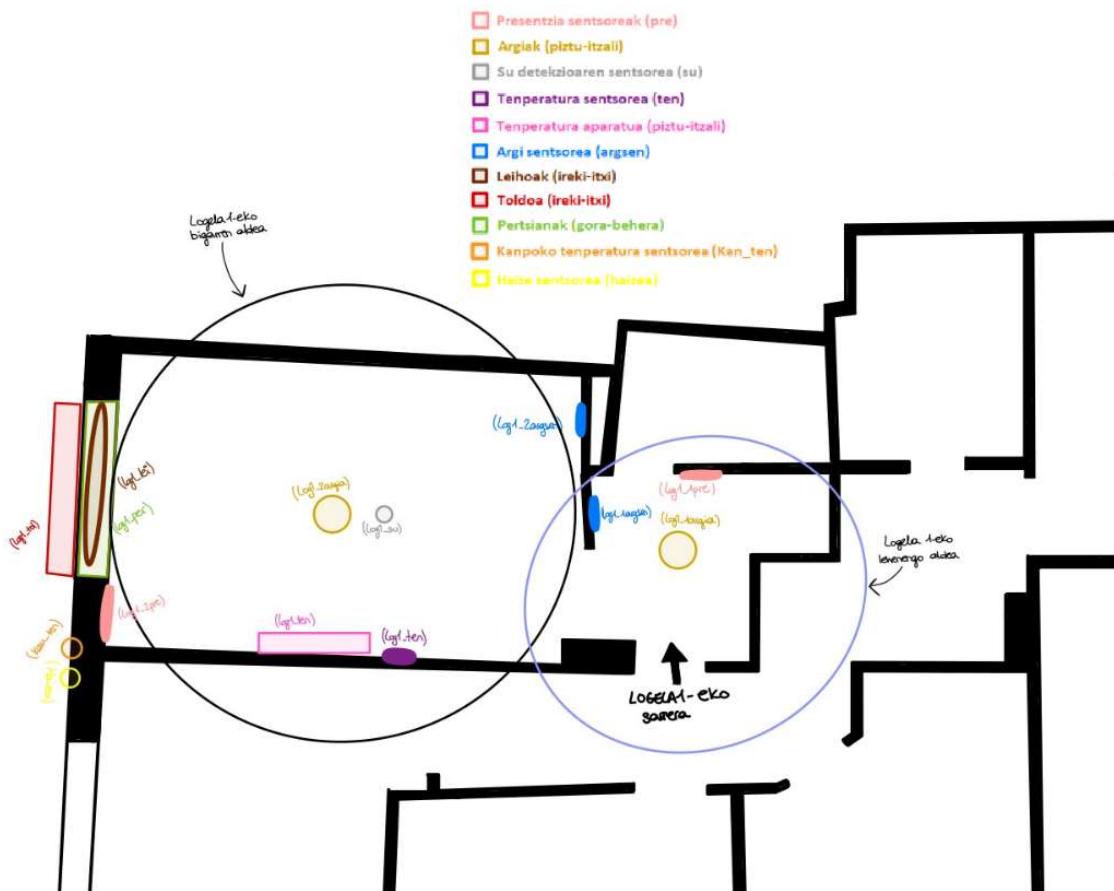
Irudia 23. Etxebizitzaren gelak.

6.2. ETXEBIZITZAN INPLEMENTATUKO DIREN SISTEMAK

Etxebizitzan hainbat sistema automatizatuko dira, hala nola gelen argiztapena, egunean irekitzeko eta gauean ixteko pertsiaren kontrola, goizean aireztatzeke leihoen kontrola, gela bakoitzean nahi den tenperaturaren kontrola, egun eguzkitsuetan gelan bero asko ez sartzeko toldoen kontrola, lapurreten aurkako etxeko alarma, komunean gela ez lausotzeko erauzgailu bat eta sutea egotekotan, erabiltzailea abisatuko duen alarma. Gelaren ezaugarrien arabera, sistema bat edo beste inplementatuko da, baina guztietan argiztapena kontrolatuko da.

6.2.1. Logela 1:

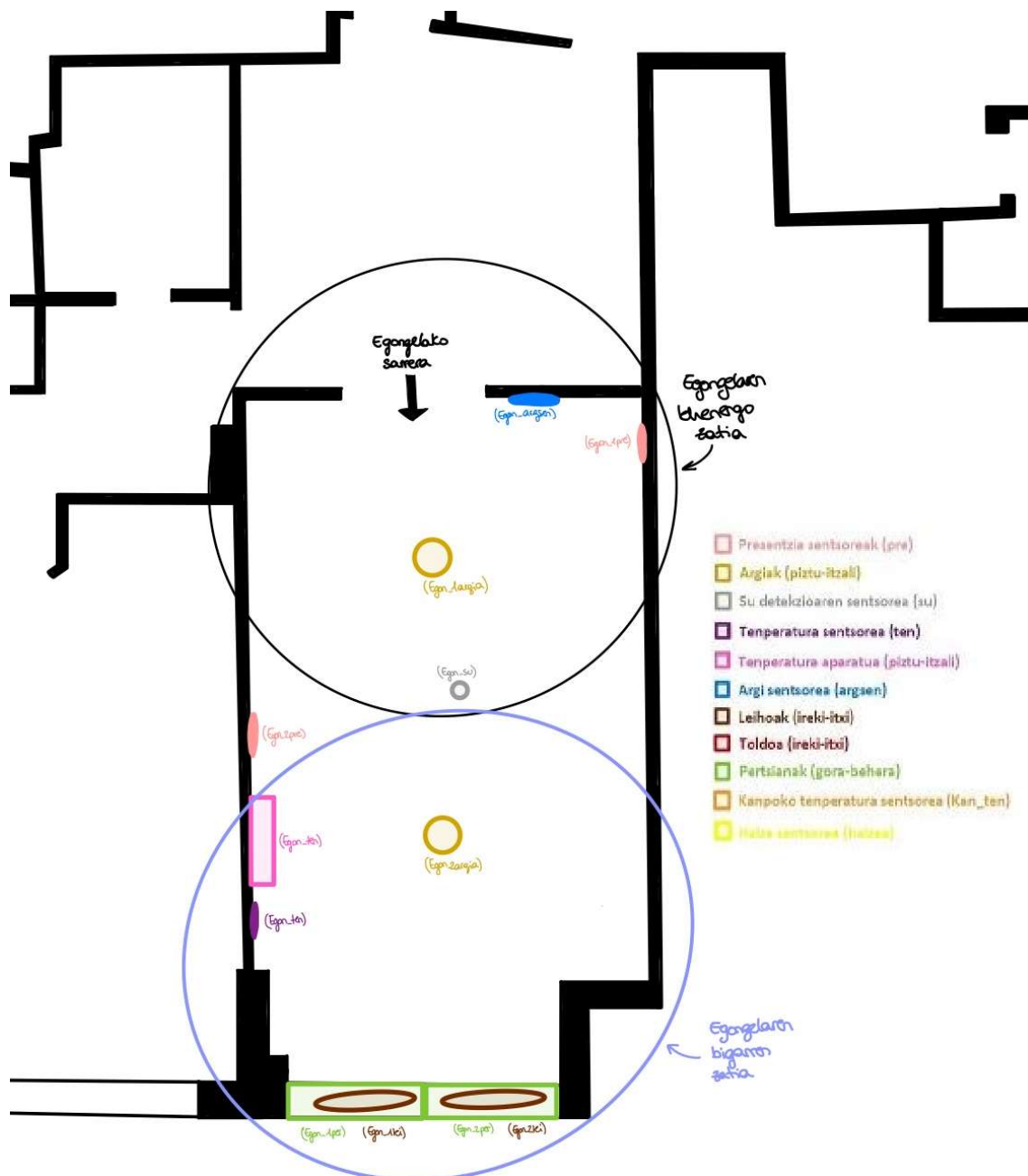
Gela guztietan bezala, argiztapena automatizatuko da eta gela handia denez, hau da, bi bonbillez adierazitako bi argi puntu ditu, gelako alde bakoitzeko bonbilla bat kontrolatu ahal izango da. Logela 1-ek leihoa izanda, leihoaren eta pertsiaren funtzionamendua ere erregulatuko da. Era berean, leihoa ekialdera ematen duenez, eguerdian gelan bero asko ez sartzeko toldo bat instalatu denez, bere funtzionamendua sistema automatizatuaren bidez ere kontrolatu nahi izango da. Antzeko moduan, gelako giro tenperatura erabiltzaileak nahi duen tenperaturara egon ahalko da ezarriko den aire girotuari esker. Azkenik, sua detektatzeko sentsorea ere kokatuko da. Hona hemen, *Irudia 24-n*, Logela 1-eko sistemen kokalekuaren krokisa:



Irudia 24. Logela 1-eko planoaren krokisa.

6.2.2. Egongela

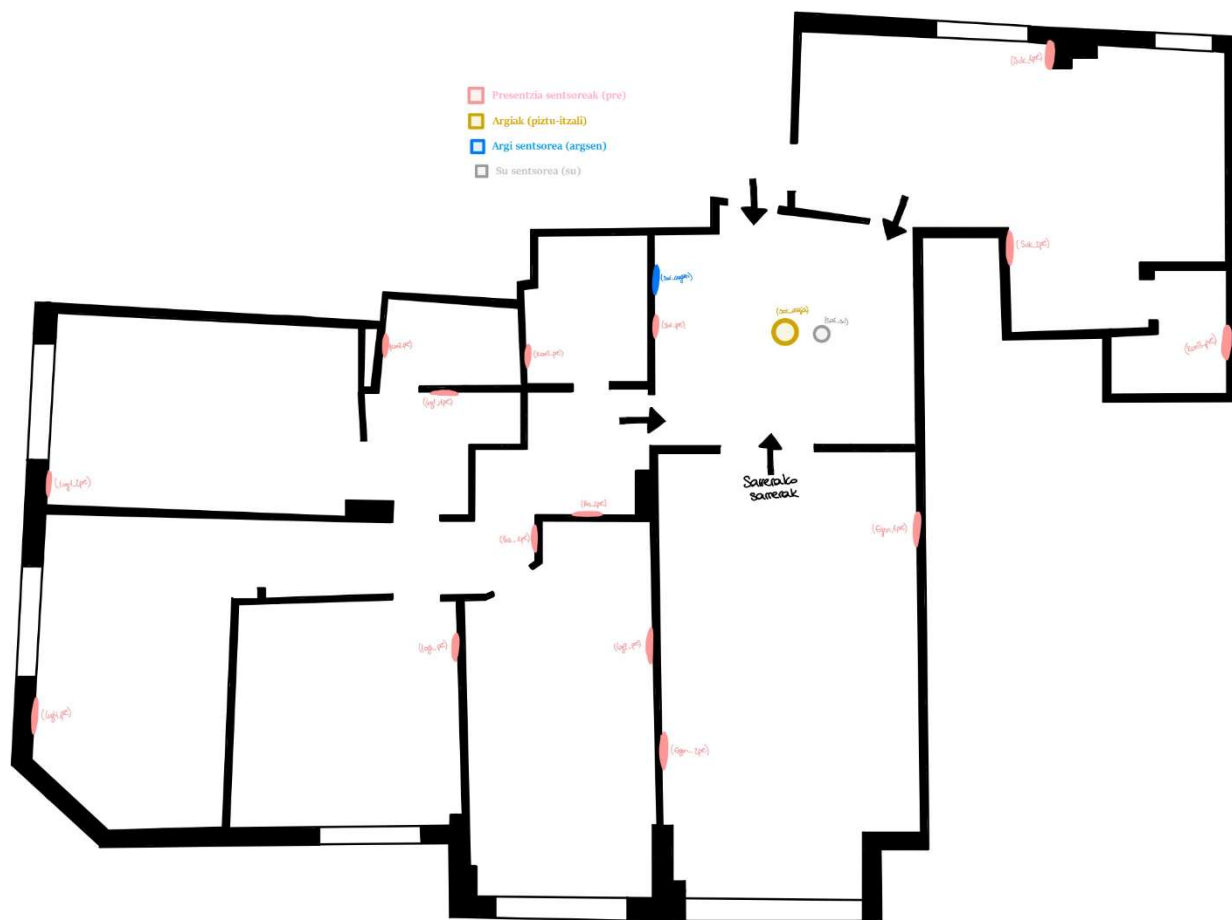
Esan bezala, argiztapena automatizatuko da eta Logela 1 gelan egin den moduan, gela handia denez, hau da, berriro bi bonbillez adierazitako bi argi puntu ditu, gelako alde bakoitzeko bonbilla kontrolatu ahal izango da. Egongelak automatizatuko diren bi leiho ditu, bakoitzak sistema domotizatuaren bidez kontrolatuko diren pertsiara batekin. Era berean, erabiltzaileak gelako giro tenperatura nahi duen tenperaturara jarri ahalko du ezarriko den aire girotuari esker. Azkenik, beste geletan bezala, sua detektatzeko sentsorea ere kokatuko da. Hona hemen, *Irudia 25-n*, Egongelako sistemen kokalekuaren krokisa:



Irudia 25. Egongelako planoaren krokisa.

6.2.3. Sarrera

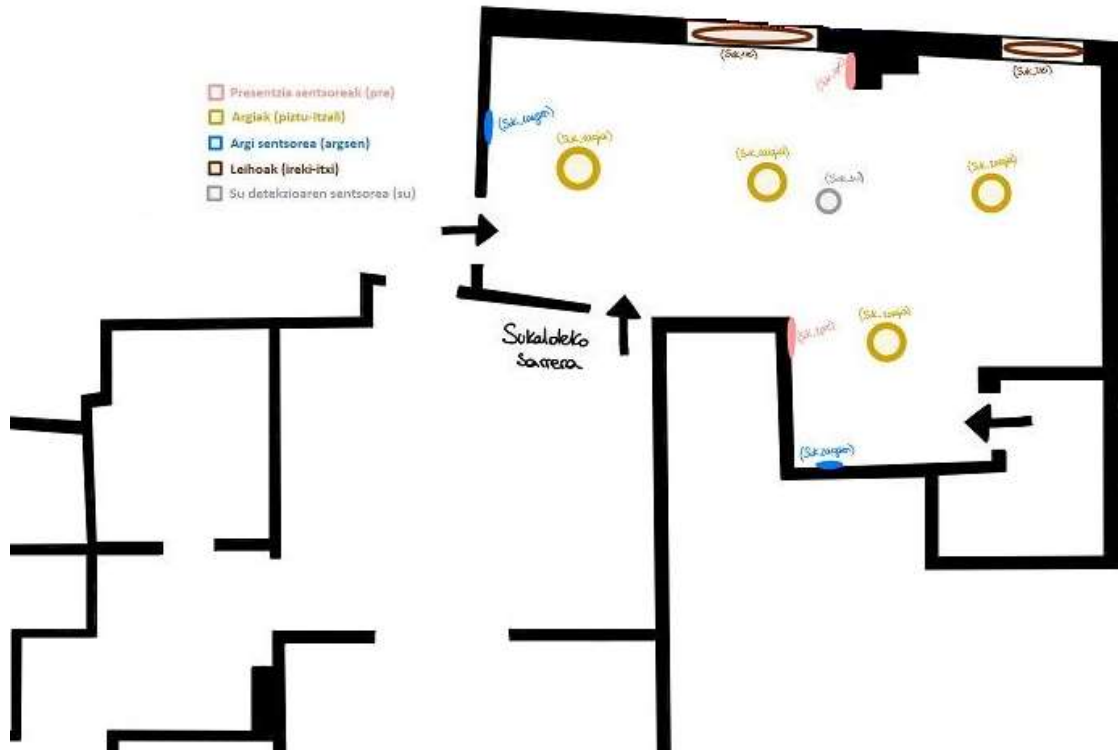
Gela honetan ere argiztapena automatizatuko da. Atondoan etxeko alarma etxetik ateratzean aktibatu eta etxera heltzean desaktibatu ahal izango da. Gelaren sabaian, sua detektatzeko sentsorea ere kokatuko da. Hona hemen, Irudia 26-n irudikatuta, Sarrerako sistemen kokalekuaren krokisa:



Irudia 26. Sarrerako planoaren krokisa.

6.2.4. Sukaldea

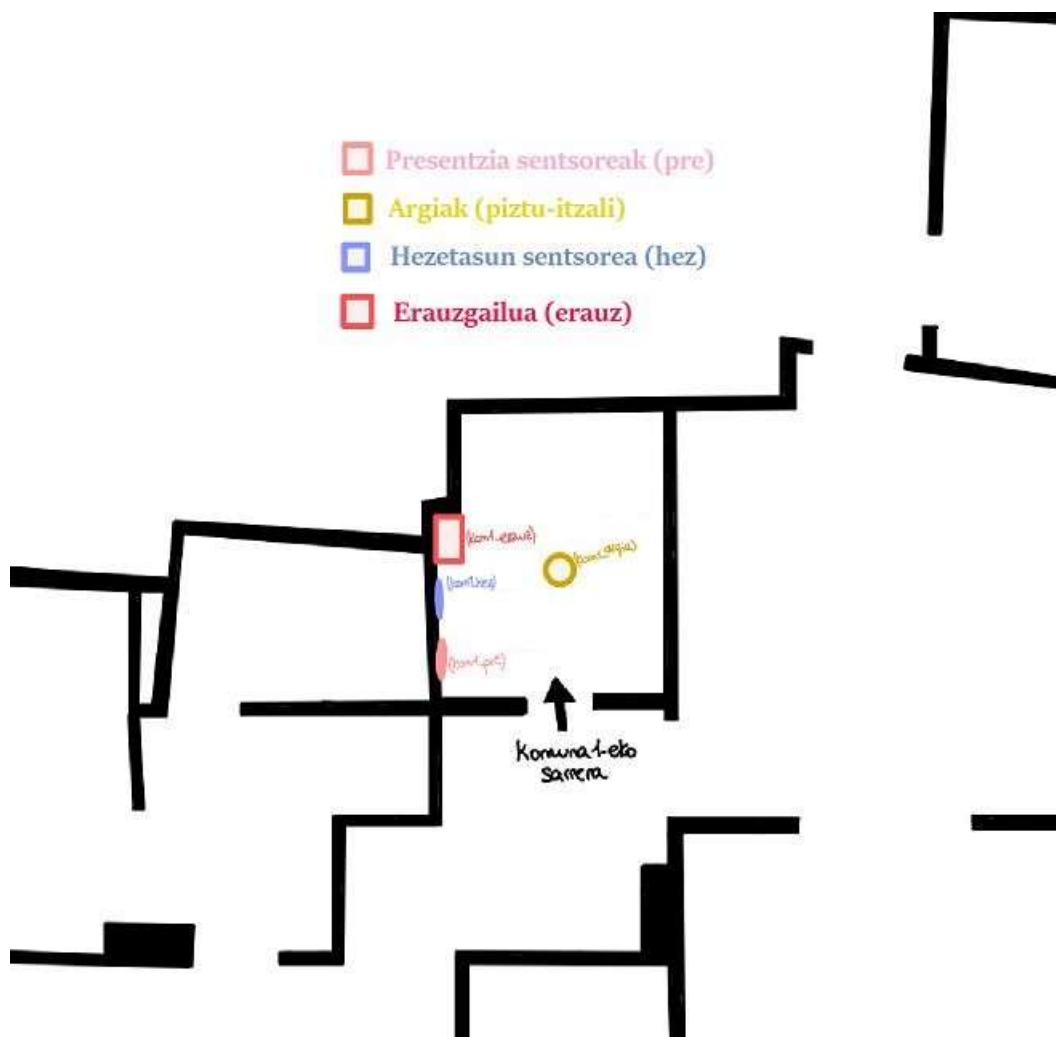
Gela guztietan bezala, argiztapena automatizatuko da eta gela handia denez, hau da, berriro bi bonbillez adierazitako bi argi puntu ditu, gelako alde bakoitzeko bonbilla kontrolatu ahal izango da. Era berean, sukaldeko bi leihoen funtzionamendua automatizatuko da. Kasu honetan, leiho horiek ez dituzte pertsianarik edukiko. Azkenik, sua detektatzeko sentsorea ere kokatuko da. Hona hemen, *Irudia 27*-n, Sukaldeko sistemen kokalekuaren krokisa:



Irudia 27. Sukaldeko planoaren krokisa.

6.2.5. Komuna 1

Gela honetan ere argiztapena automatizatuko da, baina beste geletan ez bezala, honetan ez da gelaren argitasun maila kontuan hartuko, komunaren inguruan dauden gelek leihorik ez baitute eta argitasun maila baxua izango dagoelako beti. Erabiltzailea dutxatzen den bitartean hezetasuna jaisteko eta kristalak lausotu ez egiteko, erauzgailu baten funtzionamendu automatikoa inplementatuko da. Hona hemen, *Irudia 28*-n, Komuna 1-eko sistemen kokalekuaren krokisa:



Irudia 28. Komuna 1-eko planoaren krokisa.

6.3. SISTEMA AUTOMATIZATUEN FUNTZIONAMENDUAREN DESKTRIBAPENA

6.3.1. Argiaren kontrola:

Argi sistemaren kudeaketa automatizaturako bi parametro izango dira kontuan, lehenengoa gelan norbait sartu den eta bigarrena gelan dagoen argitasun maila. Komenigarria da, aurreko deskribapenean adierazi denaren arabera, komunaren kasuan, leihorik ez dagoenez, argitasun maila beti berbera eta baxua izango dela. Hori horrela, bigarren parametro hau ez da kontutan hartuko eta argi horien funtzionamendu automatikoa norbaiten presentziaren menpe baino ez da egongo.

Argi sistema modu automatikoan funtzionatzen egongo da uneoro. Horrela, gelan norbait sartzean, mugimendu sentsoreak hori antzemango du baina argitasun maila nahikoa bada, ez dira argiak piztuko. Aldiz, argitasun maila nahikoa ez bada, argiak piztuko dira. Bigarren kasu honetan, tenporizadore batez baliatuz, denbora jakin bat (10 segundo) igaro ostean mugimendurik sumatzen ez bada, argiak automatikoki amatatuko dira. Aldiz, mugimendu sentsorea mugimendua detektatzen jarraitzen badu, hau da, aktibatuta jarraitzen badu, piztuta dauden argiak ez dira amatatuko eta tenporizadorea hasieratik hasiko da berriro, horrela, ziklikoki presentzia sentsorea gelan mugimendua aztertzen jarraituko du, mugimendurik edo pertsonarik detektatzeari uzten dion arte, hau da pertsona gelatik atera den arte edo eguna argitzen badu eta argitasun maila nahikoa badago.

6.3.2. Toldoen kontrola:

Toldoen kontrola modu automatikoan zein eskuzko moduan erabili daitezke.

Kontrola modu automatikoa aurrera eramateko, hainbat parametro izango dira kontutan, hala nola, kalean egiten duen haizea, tenperatura sentsore batek neurtzen duen kanpoko tenperatura eta azkenik, eguneko orduak. Toldoa bakarrik egunean zehar (goizeko 8.01-etatik gaueko 21.00-ak arte) funtzionatuko du. Egun eguzkitsu batean, etxebizitzaren kanpoko horman kokatuta dagoen tenperatura sentsoreak 30° gainditzen dituen hain zuzen ere, haize handirik egiten ez badu eta egunean zehar funtzionatzen duen orduen barnean badago, toldoa ireki egingo da. Toldoa irekita dagoelarik gaua heltzen bada edo haize handia egiten hasten bada, toldoa itxi egingo da. Gaua heltzean toldoa irekita jarraitzen badu, automatikoki itxi egingo da.

Esan bezala, toldoen sistema eskuz kontrolatu daiteke ere. Modu hau eguneko zein gaueko edozein ordutan erabili daiteke. Toldoa irekitzeko eta ixteko bi botoi daude. Hala ere, toldoa ireki nahi bada eta haize handia badago, ezin izango da toldoa ireki segurtasun arrazoiengatik.

6.3.3. Tenperaturaren kontrola:

Temperaturaren sistemaren kontrola modu automatikoan zein eskuzko moduan erabili daitezke.

Modu automatikoan, erabiltzaileak duen interfazean ezarritako giroan nahi duen temperaturaren balioaren arabera, egun osoan zehar (goizeko 8.01-etatik gaueko 21.00-ak arte) funtzionatuko du gelako leihoa itxita dagoen bitartean. Giroaren tenperatura neurtzen duen sentsoreak interfasean ezarritako balioa baino handiagoa bada, aire girotuak tenperatura jaitsiko du. Alderantziz, giroko tenperatura nahi dena baino baxuagoa bada, aire girotuak gela berotuko du gelan nahi den temperaturara heldu arte. Giroko tenperatura nahi den temperaturara egokitzeko orduan leihoa irekita badago, abisu bat bidaliko da interfasean, non leihoa irekita dagoela eta ondorioz aire girotua piztuko ez dela azaltzen duen.

Eskuzko moduan ere giroaren tenperatura egokitu ahal izango da. Hau burutzeko interfasean bi botoi egongo dira, gelan nahi den tenperatura interfasean egokitu eta tenperatura-sentsoreak adierazten duen temperaturaren arabera, giro-tenperatura igotzeko edo jaisteko botoiari eman behar zaio. Kontrol hau eguneko zein gaueko edozein ordutan erabili daiteke. Eskuzko kontrolean ez da leihoaren egoera kontutan hartuko.

6.3.4. Leihoen kontrola:

Leihoen kontrola, modu automatikoan zein eskuzko moduan funtzionatuko du.

Modu automatikoa goizean (goizeko 8.00-etatik 8.01-etara) funtzionatuko du. Aireztatzeko helburuarekin, goizeko 8-ak heltzen direnean leihoa ireki egingo da aire girotua piztuta ez badago. Minutu bat egongo dira leihoak irekita eta gero itxi egingo dira aire girotuak lan egin dezan. Sukaldeko leihoen kasuan aire giroturik ez dagoenez, leihoak irekita geratuko dira. Gaua (gaueko 21.00-ak) heltzean aldiz, leihoa irekita badago, automatikoki itxi egingo da.

Eskuzko modua eguneko beste ordu guztietan erabili ahal izango da gaua (21.00-21.01) ez den bitartean. Interfasean bi botoi aurkezten dira, bat leihoa irekitzeko eta bestea ixteko. Nahi den botoiari emanda leihoa ireki edo itxi egingo da.

6.3.5. Pertsianen kontrola:

Pertsianen kontrola, modu automatikoan zein eskuzko moduan egin dezake lan.

Modu automatikoa goizean (goizeko 8.00-etatik 8.01-etara) zein gauean (gaueko 21.00-etatik 21.01-etara) funtzionatuko du. Goizean pertsianak ireki egingo dira eta gauean aldiz itxi. Gaua iristean pertsiana itxita dagoela ikusten bada, horrela geratuko da.

Eskuzko moduan aldiz, eguneko zein gaueko beste ordu guztietan erabili ahal izango da. Interfazean pertsianak irekitzeko eta ixteko bi botoi egongo dira, pertsiana eskuz ireki eta ixteko dagokion botoiari sakatu behar da.

6.3.6. Suaren kontrola:

Sua detektatzeko sistema uneoro funtzionatuko du modu automatikoan. Gelan sua edota kea dagoela sumatzean, sentsoreek seinale bat bidaliko dute eta suaren alarma piztuko da soinu batekin batera. Sentsoreek sua edo kea sumatzen ez dutenean alarma eta soinua desaktibatuta jarraituko dute sistema hasieratzerakoan dauden modura bueltatzen den arte.

6.3.7. Etxeko alarma:

Etxeko atondoan kokatuta egongo da etxeko alarma. Etxean inor ez dagoenean lapurrak sartzen diren jakiteko alarma bat inplementatuko da. Alarma aktibatzeke, erabiltzailea etxetik aterako denean HMI-ko interfazean agertzen den botoi bati sakatu beharko dio. Bertan kode bat sartzeko eskatuko dio. Pasahitza zuzena bada, 10 segundo izango ditu etxetik ateratzeko alarma piztu baino lehen. Behin piztuta etxean norbait sumatzen badu, alarma sistemari esker soinu alarma aktibatuko da berriro interfazean alarma desaktibatzen den arte.

Alarma desaktibatzeke botoia sakatzen denean, berriro pasahitza sartzea eskatuko du. Hau zuzena bada, 10 segundoren ostean alarma desaktibatu egingo da, aldiz, okerra bada, soinu alarma berriro aktibatu egingo da eta alarma desaktibatzea eta kodea berriro sartu behar izango da.

6.3.8. Erauzgailua

Hezetasuna detektatzeko sistema uneoro funtzionatuko du modu automatikoan. Komunean norbait dutxatzen den bitartean hezetasun handia sumatzean, sentsoreek seinale bat bidaliko dute eta erauzgailua piztuko da. Sentsoreek hezetasun gutxi dagoela sumatzen dutenean aldiz, erauzgailua desaktibatuko da.

7. AUKEREN ANALISIA

7.1. KOMUNIKAZIO MOTAK

Etxebizitza baten sistema domotikoa inplementazioan garrantzi handia du erabiliko diren komunikazio moduak sisteman erabili ahal izango diren dispositiboak aukeratu ahal izateko. Horregatik, aukeren analisi honetan sistemaren diseinurako erabili daitezkeen komunikazio motak aztertzen dira.

7.1.1. PROFINET

PROFINET (Process Field Network) Ethernet komunikazio-protokolo industrial bat da, TCP/IP eta IT estandar irekietan oinarritua dagoena eta PROFIBUS DP-ren antzeko ikuspegiarekin garatuta dagoena [42]. Halaber, kontrolagailuen eta gailuen artean datuak trukatzeko mekanismo bat da.

Kontrolagailuak, oro har, automata programagarriak (PLC) eta Kontrol Banatuko Sistemak (DCS) dira; gailuak, berriz, sarrera/irteera (S/I) moduluak, ikusmen artifizialeko sistemak, irrati-frekuentzia bidezko identifikazio (RFID) sistemen irakurgailuak, hainbat eragingailu, prozesu-tresnak, proxy-ak (bezero baten eta zerbitzari baten konexioen arteko bitartekari lana egiten duten gailuak) edo beste automata batzuk izan daitezke.

Industriako fabrikek komunikazio zehatzagoa behar dute, kostu operatibo handiak eta produktibitate-baldintzak direla eta. Internet ez bezala, datuak eta mezuak espero direnean iritsi behar dira, eta, beraz, atzerapenak eta erroreak ez dira posible.

Automatizazioan informazioaren teknologia txertatzeak komunikazio-aukera nabarmen hobeak irekitzen ditu automatizazio-sistemen artean, konfigurazio- eta diagnostiko-aukerak zabalduz, bai eta zerbitzu-funtzionaltasuna sare osoan.

Funtzio horiek PROFINET-en osagai integralak izan dira hasieratik. Gainera, makinen eta ekoizpen-planten produktibitate handiagoaren eskaria eta, aldi berean, kostuen murrizketa automatizazio industrialeko berrikuntzen indar eragilea izan da beti. Automatizazio-teknologiaren eskakizun guztiak betetzen ditu, bai fabriken, prozesuen edo eragingailuen automatizazioa (segurtasun funtzionalarekin edo gabe) izanik.

PROFINET-en ezaugarri nagusiak:

Etherneten oinarritutako komunikazio integratuak (dena kable bakar batean) eskakizun-sorta zabala betetzen du, datu intentsiboen parametroak esleitzetik hasi eta sarrera/irteera datuen transmisio oso azkarra egin arte. Horrela, PROFINET-ek denbora errealeko automatizazioa ahalbidetzen du. Gainera, zuzeneko interfazea eskaintzen du IT mailarekin.

- Instalazio malgua eta sare-topologia.

PROFINET 100 Mbps-ko transmisio-abiadura duen sare «kommutatua» da, full duplex konexio bat dagoenean. Ethernetekin bateragarria da %100, Ingeniari Elektriko eta Elektronikoen Institutuaren (IEEE) estandarren arabera, eta lehendik dagoen instalazioaren baldintzetara egokitzen da, lerro-, eraztun- eta izar-egitura malguz eta kobrezko eta zuntz optikoko kable-soluzioei esker.

Komunikazio industrialeko sare horiek aplikazioaren komunikazio-eskaeretara egokitzeko gai dira. Era berean, soluzio pertsonalizatu garestiak aurrezteko aukera ematen du, eta haririk gabeko komunikazioa ahalbidetzen du haririk gabeko sare lokala (WLAN) eta Bluetooth sistemekin.

- Denbora errealean eskalatzeko modukoa.

Komunikazioa kable beraren bidez egiten da aplikazio guztietan, kontrol-zeregin errazetatik hasi eta mugimendua kontrolatzeko aplikazio oso zorrotzetara arte. Begizta itxiko doitasun handiko kontrol-planetarako, posible da prozesu-datu kritikoak transmititzea denborarako, 1µs-ko fluktuazioarekin.

- Erabilgarritasun handia.

PROFINET-ek erreakzio automatikoko erreduantzia-soluzioak eta diagnostiko adimendunen kontzeptuak biltzen ditu. Diagnostiko aziklikoko datuen transmisioak sarearen eta gailuen egoerari buruzko informazio garrantzitsua ematen du, sarearen topologia bistaratzea barne. Bitartekoen eta sistemen erreduantziarako definitutako kontzeptuek nabarmen handitzen dute instalazioaren erabilgarritasuna.

- Segurtasun integratua.

PROFIBUS-en segurtasun-teknologia (PROFI-safe) frogatua ere eskuragarri dago PROFINET-en. Kable bera komunikazio estandarretarako eta segurtasunarekin lotutako kablea erabiltzeko aukerak gailuetan, ingeniarietan eta konfigurazioan aurrezten du.

- PROFINET garatzen jarraitzen du.

2004-an sortu zenetik, PROFINET teknologia hainbat enpresak erabili dute industria-sektore guztietan, eremu-buseko sistema batekin konbinatuta (INTERBUS) edo irtenbide independente gisa.

Abantaila teknologikoez gain, garapen horren oinarria, gero eta fabrikatzaile gailu gehiago beren produktuetan dagokien interfazea instalatzen ari direla da, eta interfaze horrek gehiago eskaintzen du prezio merkeago batean.

Nola funtzionatzen du PROFINET-ek?:

PROFINET kobrezko Ethernet kablearekin, zuntz optikozko kablearekin (FO), Ethernet bidezko elikatze-kablearekin (PoE) eta hari gabekoarekin funtzionatu dezake. Azpiegiturarako erabilgarri dauden osagaiak ingurunearen gogortasunaren araberakoak dira, eta PROFINET denbora-erreal isokronoa (PROFINET IRT) erabiltzen den ala ez.

PROFINET-ek datuak azkar eta zehatz trukutzen ditu. Eskatutako abiadurak aldatu egiten dira aplikazioaren arabera; prozesu-tresnak ehunka milisekundotan eguneratzen dira, fabrika-gailuek eguneratze azkarragoak ematen dituzte (< 10 milisekundo), eta mugimendu-kontrolaren sinkronizazioa eraginkorragoa da.

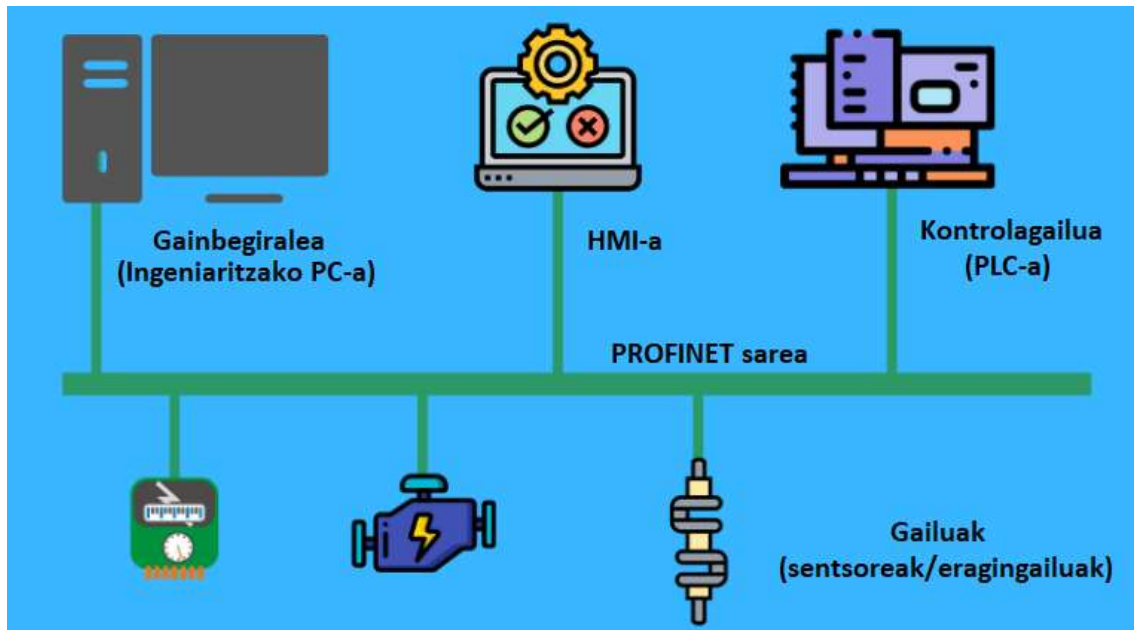
Komunikazio-protokolo horrek hainbat inguruetan lan egin behar du: bulego nagusian, kontrol-gelan eta lantegiko lantegian. Pentsa daitekeenez, bulego nagusiaren inguruak ez du zailtasunik komunikazio elektronikoei dagokienez; Etherneten osagai estandarrek ondo funtzionatzen dute hemen. Kontrol-gela eta ekoizpen-instalazioaren inguruak askoz ere zailagoak dira komunikazioetarako.

Han, konplikazioek, hala nola bateragarritasun elektromagnetikoak, interferentziak, estres mekanikoak eta bibrazioek bakoitzak bere zailtasun-bertsioa gehi diezaiokete sarearen egonkortasunari.

PROFINET-en elementuak:

PROFINET sarea hainbat lan-estazioren konbinazioa izan daiteke, hala nola S/I gailu digitalak, eragingailu pneumatikoak, eskanerrak, sentsoreak eta ikusmen-sistemak, besteak beste.

Sare zabal horren barruan, PROFINET-eko kide guztiek hiru funtziotan egiten dute lan. Hiru funtzio horiek kontrolagailuen, gailuen eta ikuskatzaileen artean bereizten dira, bai eta haien artean elkarrengaitzeko moduan ere.



Irudia 29. PROFINET-en oinarritzeko diagrama. [42]

Egungo kontrol-sistemetan PROFINET erabiltzeko arrazoiak:

- PROFINET prozesu industrialak automatizatzeko komunikazio-estandarra da.

PROFINET-ek kontrol-ingeniaritzako hornitzaileen (saltzaileen) laguntza du. Komunikazio-sistemaren errendimendu teknikoari buruzko datuak kontrol-sistema nagusietarako sarbidea izatea bezain garrantzitsua da.

Phoenix Contact eta Siemens bezalako kontrol-fabrikatzaile askok PROFINET interfaze bat inplementatu dute jada beren gailuetan, eta, horrela, euskarri zabala eman dute protokolorako eta sektore guztietako automatizazio-soluzio askotarako sarbiderako.

Egiaztapen-prozesu frogatua ezartzeak kalitate-maila handia bermatzen du PROFINET produktuentzat eta horien elkarrengaitasuna lantegietan.

- Produktibitate-potentziala handitzea.

Modu ekonomikoan fabrikatu ahal izateko, ekoizpen-sistemek inbertsioaren itzulkina (ROI) lortu behar dute. Hori lortzeko, beharrezkoa da kostu guztien zatirik handiena osatzen duten garapen- eta ingeniaritza-kostuak nabarmen murriztea, eta, besterik gabe, kontzeptu berrietan dauden konponbideak trukitzea.

Enpresa baten barruko komunikazio-egiturak, beraz, eragin erabakigarria dira produktibitate-aukera berriak irekitzeko.

Fabrikatzaileentzat, PROFINET erabiltzeak instalazio-, ingeniari- eta abiarazte-kostuak minimizatzen ditu. Era berean, ekoizpen-instalazioaren hedapen erraza eta sistemaren erabilgarritasun handia eskaintzen ditu, modu autonomoan funtzionatzen duten instalazio-unitateengatik eta mantentze-baldintza txikiengatik.

- Beste eremu-bus batzuekin integratzea.

PROFINET-ek lehendik dauden eremu-buseko sistemak integratzea ahalbidetzen du, hala nola PROFIBUS, eragingailu sentzore interfazea (AS-Interface), INTERBUS, Foundation Fieldbus eta DeviceNet, dauden gailuak aldatu beharrik gabe.

7.1.2. MODBUS TCP/IP

MODBUS TCP/IP automatizazio-ekipoak gainbegiratu eta kontrolatzeko komunikazio-protokolo sinple eta neutralen MODBUS familiaren aldaera bat da [44]. Zehazki, MODBUS mezularitzaren erabilera estaltzen du "Intranet" edo "Internet" ingurune batean, TCP/IP protokoloak erabiliz. Une honetan, protokoloen erabilera ohikoena PLC-en, S/I moduluen eta "lotura-ateen" Ethernet konexioa beste eremu-bus edo S/I sare sinpleekin egitea da.

MODBUS protokoloa Modicon izeneko enpresa batek sortu zuen 1979an [45]. Hasiera batean Modicon PLC-etarako eta automatizazio industrialeko sistematarako garatzen da. Geroztik, industriaren metodo estandar bihurtu da datuak kontrol industrialeko gailuen artean transferitzeko.

MODBUS TCP/IP-ren ezaugarri nagusiak:

Hona hemen MODBUS TCP/IPren ezaugarri nagusiak [46]:

- Sareko interfazea.

Sareko protokolo gisa TCP/IP erabiltzen du, eta horrek Etherneten eta beste IP sare batzuen gaineko komunikazioa ahalbidetzen du. Horrek lehendik dauden sare-azpiegiturekin integratzea errazten du, eta irismen handiko eta abiadura handiko konektibitatea ematen du.

- Maisu-morroii erredua.

Maisu-morroii komunikazio-erredua erabiltzen du. Bezeroak eskaerak hasten ditu (funtzioak) eta zerbitzariak eskatutako datuekin erantzuten du edo komandoen exekuzioa berresten du.

- Gailuen helbidea.

Sarean gailuak identifikatzeko IP helbideak erabiltzen ditu, ohiko MODBUS helbideen orde. Horri esker, malgutasun eta eskalagarritasun handiagoa lortzen da sare handietan.

- Mezuaren formatua.

MODBUS TCP/IP mezuak TCP paketeetan kapsulatuta daude. Mezu bakoitzak MODBUS (MBAP) aplikazioaren goiburua bat du. Bertan, mezuaren luzera eta transakzioarako identifikazio bakarra jasotzen dira.

- Gardentasuna.

Ez du aldaketa esanguratsurik behar MODBUS mezuen edukian, eta MODBUS RTU-n eta Informazio Trukerako Kode Estandar Amerikarrean (ASCII) erabilitako komando eta erantzun berberak MODBUS TCP/IP-n erabiltzea ahalbidetzen du.

- Fidagarritasuna eta Sendotasuna.

Garraio-protokolo gisa TCP erabiltzeak berezko mekanismoak ematen ditu erroreak kontrolatzeko, paketeak birbidaltzeko eta konexioak kudeatzeko, eta horrek komunikazioen fidagarritasuna areagotzen du.

- Konektagarritasuna.

Kontrol-sistemekiko, eremu-gailuekiko, SCADA sistemekiko eta IP sareen bidezko aplikazio industrialekiko konektagarritasuna errazten du, sistema heterogeneoen elkarreragingarritasuna eta integrazioa hobetuz.

Nola funtzionatzen du MODBUS TCP/IP-k?:

Urteak igaro ahala, MODBUS RTU oso ezaguna egin da, eta gaur egun protokolo zaharkitua den arren, oraindik aplikazio askotan aurki daiteke [45]. MODBUS sare batean, gailuak maisu-morroi ikuspegi bat erabiliz komunikatzen dira, eta horrek gailu bakar batek, maisuak (bezeroak), hasi behar ditu transakzioak. MODBUS sareko gainerako gailuek morroi gisa jokatzen dute, eta transakzioan eskatutako ekintzekin erantzuten dute, hau da, eskatutako datuak maisuari berriro bidaltzen dituzte.

MODBUS TCP, funtsean, MODBUS RTU protokoloa da, Etherneten exekutatzen den TCP interfaze batekin. Modbus RTU-k bezala, Modbus TCP-k ere maisu-morroi printzipioaren arabera funtzionatzen du, baina kasu honetan, bezeroak (maisua) zerbitzari (morroi) baten eskaerak eta erantzunak hasten ditu. Edozein gailu bezero edo zerbitzari izan daiteke, beraz, gailu asko bezeroak eta zerbitzariak dira aldi berean.

Sare batek bezero asko bil ditzake, ondorioz, aldi berean, hainbat bezerok eskaerak bidal ditzakete, zerbitzari askok erantzun dezakete eta bezero batek hainbat zerbitzariarekin hitz egin dezake. Era berean, zerbitzari batek hainbat bezerori erantzun diezaike aldi berean. Gainera, Ethernetek gailu guztiei aldi berean datuen ematea zuzentzen eta bermatzen du.

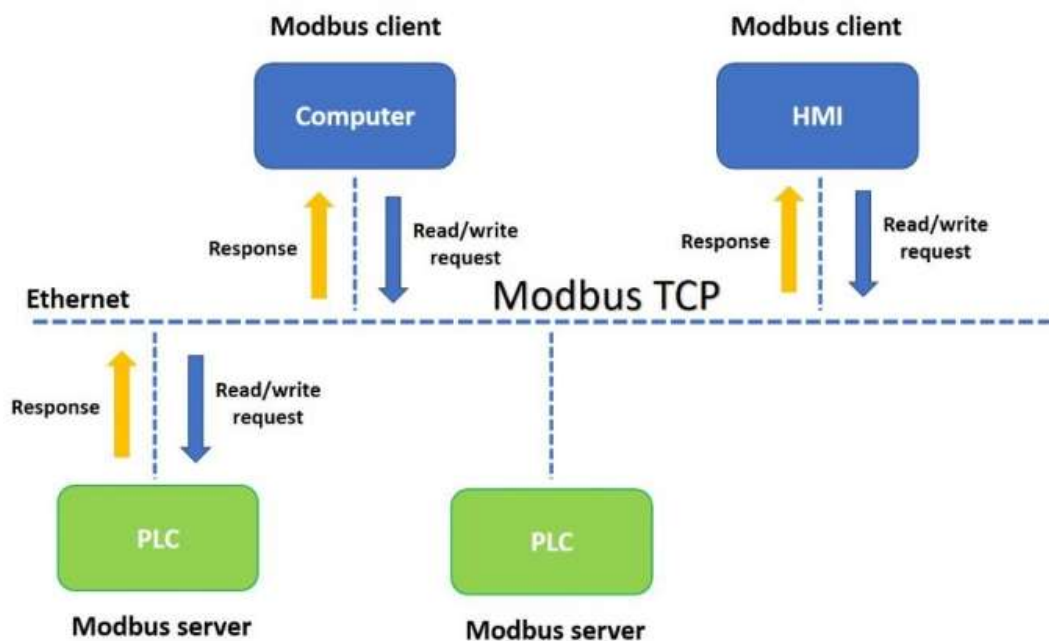
Bezero eta zerbitzari konexioen kopuruak baimendutako konexioen kopurua gainditzen badu (1etik 16ra), erabili gabeko konexio zaharrena itxiko da.

MODBUS TCP protokoloak 10 Mbps-ko Ethernet estandar bat erabiltzen du MODBUS mezuen egitura osoa transmititzeko.

MODBUS TCP/IP -ren elementuak:

Modbus TCP protokoloak komunikazio azkarra eskaintzen die gailu askori sare bakar batean. Modbus TCP/IP sare batean, gailu bat izan daiteke:

- Kontrolagailu logiko programagarria (PLC),
- Gizaki-makina interfazea (HMI)
- Maiztasun-erregulagailua (VFD)
- Kontagailuak, erregulagailuak, etab.



Irudia 30. ModbusTCP. [45]

Egungo kontrol-sistemetan MODBUS TCP/IP erabiltzeko arrazoiak:

Egungo kontrol-sistemetan MODBUS TCP/IP erabiltzeak hainbat abantaila eskaintzen ditu, eta honako arrazoi hauetan laburbiltzen dira [46]:

- Bateragarritasuna eta Estandar Irekiak.

MODBUS TCP/IP estandar irekia eta oso onartua da, eta horrek fabrikatzaile desberdinen gailu eta sistema ugariren integrazioa errazten du, elkarrengarritasuna sustatuz. Era berean, TCP/IP erabiltzeak kontrol-gailuak Ethernet sareen bidez konektatzea ahalbidetzen du, eta horrek sistemaren hedapena eta eskalagarritasuna errazten du. Hori funtsezkoa da estaldura geografiko zabala eta gailu askoren konexioa behar duten sistemetarako. MODBUS TCP/IP-k gailuen arteko datu-transmisio gardena ahalbidetzen du, informazioa kontrol-sisteman zehar sendo eta zehatz mantentzen dela ziurtatuz.

- Komunikazioaren fidagarritasuna eta sendotasuna.

TCP/IP erabiltzeak erroreak kontrolatzeko, konexioak kudeatzeko eta datuak transmititzeko mekanismo sendoak ematen ditu, eta horrek komunikazioaren fidagarritasuna eta osotasuna hobetzen ditu industria-ingurune zorrotzetan. MODBUS protokoloaren sinpletasunak eta haren egitura argiak erraz inplementatzen eta erabiltzen laguntzen dute. Horrek garapen-denborak eta sistemaren konfigurazioaren eta mantentze-lanen konplexutasuna murrizten ditu.

- Kostu txikiak.

Dauden sare-azpiegiturak eta Ethernet bezalako teknologia komunak aprobetxatzean, ezarpen- eta mantentze-kostuak murriztu egiten dira sistema jабedunekin edo espezializatuagoekin alderatuta.

7.1.3. EtherCat

EtherCAT (Ethernet for Control Automation Technology) denbora errealeko Ethernet industrialaren teknologia bat da, jatorriz Beckhoff Automation-ek garatua. IEC61158 estandarrean ezagutzera ematen den EtherCAT protokoloa egokia da denbora errealeko eskakizun gogor eta bigunetarako automatizazio-teknologian, proba eta neurketetan eta beste aplikazio askotan.

EtherCat-en ezaugarri nagusiak:

EtherCAT automatizazio-aplikazioetarako diseinatutako industria-sareko protokoloa da [47]. Hona hemen bere ezaugarri nagusiak:

- Abiadura Handia eta Eraginkortasuna.

EtherCAT oso ziklo-denbora baxuak (mikrosegundoen tartean) eta Etherneten banda-zabaleraren erabileran eraginkortasun handia emateko diseinatuta dago. Gailuen arteko komunikazio oso azkarra eta determinista ahalbidetzen du.

- Determinismoa eta Sinkronizazioa.

Gailuen arteko sinkronizazio zehatza ematen du, erloju banatu bat erabiliz. Erloju horri esker, aurrez ikus daitezkeen ekintzen eta ziklo-denboren koordinazio zehatza lortzen da.

- Topologia malgua.

Hainbat sare-topologia onartzen ditu, lineak, zuhaitzak, eraztunak eta horien konbinazioak barne. Horrek malgutasuna eskaintzen du sarearen antolaketan eta konfigurazioan.

- Konfigurazio automatikoa.

EtherCAT nodoak maisuak detektatu eta automatikoki konfiguratu ditzake, eta horrek sarearen konfigurazioa eta mantentze-lanak errazten ditu.

- Inplementazio-kostu txikia.

Ethernet hardware estandarra erabiltzen du, eta horrek inplementazio-kostuak murrizten ditu eta beste Ethernet gailu batzuekiko elkarreragingarritasuna ahalbidetzen du. Gainera, haren eraginkortasunari esker, kable eta switch ekonomikoak erabil daitezke.

- Ethernet estandarrarekiko bateragarritasuna.

Abiadura handiko kontrol-aplikazioetarako optimizatuta badago ere, EtherCAT hardware eta software Ethernet estandarrarekin bateragarria da, eta horrek lehendik dauden sareekin integratzea errazten du.

- Sendotasuna eta fidagarritasuna.

Industria-ingurune kaltegarrietan sendotasuna eskaintzen du, akatsak kudeatzeko eta komunikazioaren osotasunari eusteko gaitasunekin.

- Aplikazio sorta zabala.

Aplikazio industrialen sorta zabal baterako egokia da, fabriken automatizazioa, mugimenduaren kontrola, neurketa-sistemak eta aplikazio robotikoak barne.

Nola funtzionatzen du EtherCat -ek?:

EtherCAT maisua segmentu baten barruan EtherCAT trama bat aktiboki bidaltzeko aukera ematen dion nodo bakarra da; gainerako nodo guztiek ur behera tramak bidaltzen dituzte, besterik gabe. Kontzeptu horrek aurrekusi ezin diren atzerapenak saihesten ditu eta gaitasunak bermatzen ditu denbora errealean.

Maisuak Ethernet ingurunera sartzeko kontrolagailu (MAC) estandar bat erabiltzen du, komunikazio-prozesadore gehigarririk gabe. Horri esker, edozein hardware-plataformatan maisu bat inplementatu daiteke Ethernet ataka erabilgarri batekin, denbora errealeko sistema eragilea edo erabiltzen den aplikazioen softwarea edozein dela ere. EtherCAT morroi gailuek EtherCAT morroi-kontrolagailu bat erabiltzen dute, hala nola EtherCAT Slave Controller (ESC) tramak martxan eta hardwarean erabat prozesatzeko. Hori dela eta, sarearen errendimendua aurrean daiteke, eta ez du zerikusirik gailu morroi indibidualaren inplementazioarekin.



Irudia 31. EtherCat protokoloa. [47]

EtherCat -en elementuak:

Ethernet protokoloan hainbat osagai aurkitu daitezke, hala nola:

- Maisua
- Morroia
- Sare-kontrolatzaileak (EtherCat Controllers)
- Sarrera eta irteera terminalak
- Switchak eta errepikagailuak
- Kableak eta konektoreak
- Konfigurazio- eta diagnostiko-softwarea

Egungo kontrol-sistemetan EtherCat erabiltzeko arrazoiak:

- Abiadura Handia eta sinkronizazio zehatza.

EtherCAT-ek ziklo-denbora oso laburrak (mikrosegundoen tartean) eta latentzia txikia ematen ditu, eta, horri esker, oso kontrol azkarra eta zehatza egin daiteke industria-aplikazioetan. Nahiz eta abiadura handian lan egin, EtherCAT-ek determinismo-maila handia eskaintzen du, datuak transmititzeko metodoari esker eta bereizitako erloju baten bidez gailuak zehaztasun handiz sinkronizatzeko gaitasunari esker.

- Topologia malgua.

Hainbat sare-topologia onartzen ditu, hala nola lerroa, zuhaitza eta eraztuna. Horrek malgutasuna ematen du sarearen diseinuan eta hedapenean, eta hainbat konfigurazio eta behar industrialetara egokitzen da. Era berean, Ethernet hardware estandarra erabiltzen du, eta horrek lehendik dauden sareekin integrazioa ahalbidetzen du eta inplementazio-kostuak murrizten ditu, ohiko Ethernet gailuekiko bateragarritasunari eutsiz.

- Konfigurazio eta diagnostiko sinplifikatuak.

EtherCAT-ek gailuak automatikoki detektatzea eta konfiguratzea errazten du, baita diagnostiko-tresna aurreratuak ere, inplementazio- eta mantentze-denbora murrizten dutenak.

- Eraginkortasun handia banda-zabaleraren erabileran, sendoa eta fidagarria.

EtherCAT oso eraginkorra da erabilgarri dagoen banda-zabaleraren erabileran, eta horrek aukera ematen du ziklo bakoitzean transmititutako datu gehiago izateko eta sarearen errendimendu global hobea izateko. Aurkako ingurune industrialetarako diseinatuta dago, EtherCAT-ek sendotasuna eta fidagarritasuna eskaintzen ditu, komunikazio-akatsak ondo maneiatuz eta datuen osotasun handia eskainiz.

7.1.4. EtherNet/IP

EtherNet/IP berezko garrantzia duen industria-protokoloa da eta *Common Industrial Protocol* (CIP) protokoloa Ethernet komunikazio-eredura egokitzea da, non TI-ren esparruan nahiz TO-n erabiltzen den Ethernet klasikoarekin nahastu behar ez dena [48].

CIP fabrikazio-industriako sareen arteko elkarreragingarritasuna emateko beharretik sortu zen, eta, gainera, protokoloak mezu multzo bat eskaintzen du industria-aplikazioak enpresa-sareekin eta Internetekin integratzeko.

Komunikaziorako, zeregin horretarako ekipoaren zerbitzu-multzoa, portaera eta CIP produktuen arteko informazioa atzitzeko eta trukatzeko bitarteko komuna definitzen dituzten objektuak ezartzen ditu.

EtherNet/IP-ren ezaugarri nagusiak:

Hona hemen EtherNet/IP-ren ezaugarri nagusiak:

- Ekipoen autentifikazioa.

Jatorrizko ekipoa bai helmuga sarean konfiantzazko erakundeak direla bermatzen dute. Hori lortzeko, X.509 ziurtagiriak edo aurretik partekatutako gakoak erabiltzeko gai dira. EtherNet/IP estandar irekia da, *Open DeviceNet Vendor Association*-ek (ODVA) babestua, eta fabrikatzaile desberdinetako ekipoen arteko elkarreragingarritasuna errazten du.

- Mezuaren autentifikazioa eta osotasuna.

Mezua konfiantzazko talde batek bidali duela eta bidean aldatu ez zela bermatzen du. Horretarako, EtherNet/IP ekipoek mezua autentifikatzeko kodearen erabilera jasaten dute (Message Authentication Code, MAC).

- Mezua zifratzea.

EtherNet/IP ekipoek *Transport Layer Security* (TLS) bidez komunikazioen zifratzea inplementatzen dute. Mekanismo hori aukerakoa da; izan ere, mezuak zifratzeak/deszifratzeak atzerapen bat sar dezake komunikazioetan, eta atzerapen hori ezin da onargarria izan aplikazioaren eskakizunetan, edo gehiegizko karga konputazionala eragin dezake gailuan.

Nola funtzionatzen du EtherNet/IP-k?:

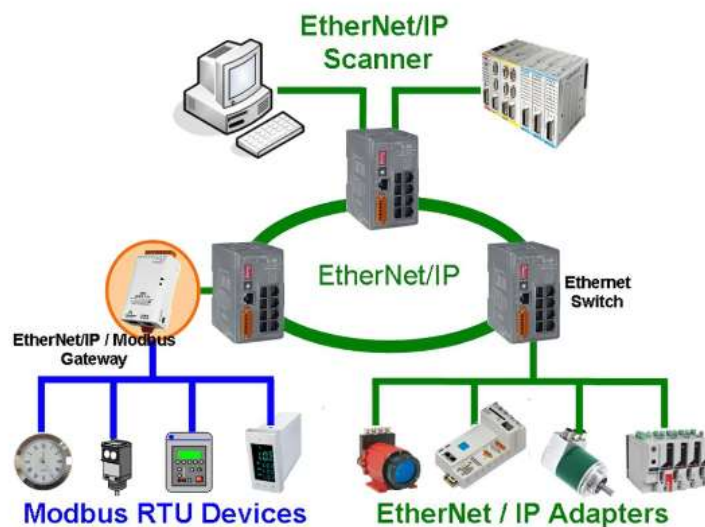
Sareko banakako partaideen artean datuak trukatzeko, EtherNet/IP bateragarria da hornitzaile-konsumitzaile printzipioarekin [49]. Prozedura horri esker, banda-zabalera guztia eraginkortasunez erabil daiteke. Bidalitako datu-objektu baten jatorria eta helmuga gailu baten MAC helbidearen bidez zehaztu daitezke. Sareko banakako parte-hartzaileek zehaztutako MAC helbidea erabiltzen dute bidalitako datu-pakete baten edukia haientzat garrantzitsua den zehazteko. Ethernet IEEE estandarrekin bat datorrenez, EtherNet/IP-k transmisio-abiaduren aukera zabala eskaintzen die erabiltzaileei (adibidez, 10, 100 Mbps edo 1 Gbps). Gainera, erabiltzaileei sareko arkitektura malgua eskaintzen die, merkatuan eskuragarri dauden Ethernet instalazio-aukerek bateragarria dena, hala nola kobrea, zuntz optikoa edo zuntz optikozko eraztuna, baita hariarik gabekoa ere.

EtherNet/IP-k hainbat topologia eskaintzen ditu, Ethernet azpiegitura-osagai estandarra eta izar konbentzionala edo gailu-mailako eraztun-topologia barne. Eraztun-topologiarekin, (DLR) protokoloa (Eraztuna gailuaren mailan) erabil daiteke sarearen erabateko akatsa saihesteko, adibidez, kablea hautsi delako edo parte-hartzaile batek huts egin duelako. Beraz, DLR funtzionalitateak komunikazioa sarearen barruan mantentzea ahalbidetzen du.

EtherNet/IP -ren elementuak:

EtherNet/IP protokoloan hainbat osagai aurkitu daitezke, hala nola:

- Kontrolagailuak eta PLC-ak
- Sarrera/irteera dispositiboak
- Ethernet kommutadore industrialak
- Gateway-ak eta routerrak
- Konfigurazio- eta monitorizazio-softwarea
- Segurtasun-gailuak eta Firewall-ak
- Ethernet kableak eta konektoreak



Irudia 32. EtherNet/IP protokoloa. [50]

Egungo kontrol-sistemetan EtherNet/IP erabiltzeko arrazoiak:

EtherNet/IP automatizazio-aplikazioetarako Ethernet komunikazio-protokolo industrialak da. Etherneten oinarritutako beste komunikazio-estandar batzuetatik bereizten da, CIP aplikazioa eta TCP/IP komunikazio-eredua inplementatzeko moduari dagokionez.

EtherNet/IP bateragarria da Ethernetekin, Interneteko protokoloarekin eta TCP edo UDP-rekin (erabiltzailearen datagramen protokoloa). Horri esker, protokolo horiek erabiltzen dituzten gailu guztiekin bateragarria da. Ezarritako protokoloekiko bateragarritasun horri esker, EtherNet/IP ezin hobeto integratzen da sareetan, eta bulego-sare baten eta kontrolatzen den instalazioaren arteko jarraitutasuna ahalbidetzen du. EtherNet/IP teknologiak gailuak kontrolatzen eta konfiguratzeko eta datuak aldi berean biltzen laguntzen du.

8. ARRISKUEN ANALISIA

Atal honetan, proiektuaren garapenean eta epe luzean ager daitezkeen arriskuen azterketa egingo da. Proiektuaren arrakasta bermatzeko, arriskuen kudeaketa egokia burutzea funtsezkoa da. Horretarako, eragin kaltegarriak izan ditzakeen edozein arrisku identifikatu behar da. Horrela, atal honetan arrisku horiek identifikatuko dira eta hauetariko bakoitza izan dezakeen eragina ebaluatuko da eta horren aurrean eman beharreko erantzuna zehaztuko da. Era berean, arrisku bakoitzaren probabilitatea aztertuko da eta hauen arteko lehentasuna emango da.

8.1. ARRISKUEN DESKRIBAPENA

Etxe batean domotika-proiektu bat inplementatzeak hainbat arrisku espezifiko dakartza, eta arrisku hauek aintzat hartu eta behar bezala kudeatu behar dira. Hona hemen TIA Portal bidezko etxe baten sistema domotikoaren diseinu eta inplementazioa proiektuan ager daitezkeen arrisku nagusiak:

- Segurtasun-arriskuak:
 - Zibersegurtasuna: Sistema domotikoak Internetera konektatuta daude, eta horrek zibererasoen aurrean zaurgarri egiten ditu. Hackerrek dispositiboetarako baimenik gabeko sarbidea lor dezakete, pribatutasuna eta etxeko segurtasuna arriskuan jarritz.
- Konektagarritasun-arazoak:
 - Sarearen estaldura nahikoa ez izatea: Wi-Fi seinaleak baliteke etxeko eremu guztiak behar bezala ez estaltzea, batez ere etxe handietan edo horma lodi asko dituztenetan.
 - Interferentziak: Gailu elektronikoek eta metalezko egiturek interferentziak eragin ditzakete domotikako gailuen seinalean, eta horrek eragina izan dezake haien errendimenduan.
- Arrisku teknikoak:
 - Elkarreragingarritasuna: Gailu eta sistema desberdinak elkarren artean bateragarriak ez izatea gerta daiteke, eta horrek zaildu egiten du osagai guztiak sistema bakar eta kohesionatu batean integratzea.
 - Zaharkitzea: Teknologia azkar egiten du aurrera, eta, beraz, gailuak denbora gutxian zaharkituta gera daitezke, eguneratzeak edo ordezte garestiak eskatuz.
 - Erabilpen ezegokia: Proiektuaren garapena eta azkeneko emaitzarako erabiliko den materiala behar bezala ez erabiltzeak honen eraginkortasuna eta kalitatea murriztu dezakete.
- Diseinu- eta plangintza-arriskuak:
 - Hardwarean edo softwarean akatsak: Gailuek huts egin dezakete fabrikazio-akatsen edo software-akatsen ondorioz, eta horrek eragina izan dezake sistema domotikoaren funtzionaltasunean.
 - Akatsak sistemaren diseinuan: Sistemaren diseinu okerrak arazo operatiboak eta erabiltzailearen esperientzia txarra ekar ditzake. Ezinbestekoa da inplementatu aurretik plangintza eta diseinu xehatua egitea.
 - Pertsonalizazio eza: Domotika-sistemak erabiltzaileen behar espezifikoaren arabera pertsonalizatu behar dira. Pertsonalizazio falta gerta daiteke etxeko itxaropenak edo premiak betetzen ez dituen sistema batean.

- Erregulazio- eta lege- arriskuak:
 - Araudiak betetzea: Datuen pribatutasunari eta segurtasunari buruzko tokiko eta nazioarteko erregulazioak bete behar dira. Ez-betetzeak lege- eta finantza-zehapenak ekar ditzake.

8.2. ARRISKUEN PROBABILITATEA ETA ERAGINA

Aurreko atalean deskribatutako arazoen probabilitatea eta izan dezaketen eragina ebaluatzeko, eskala numeriko bat erabiliko da. Arrisku bakoitzari 1 (arraroa) eta 5 (ia ziurra) arteko zenbaki bat esleituko zaie *Taula 6* jasotzen duen moduan.

Taula 6. Arriskuen probabilitatea eta eragina.

	Arriskuak	Probabilitatea	Eragina
Segurtasun-arriskuak	Zibersegurtasuna (1)	3	3
Konektagarritasun-arazoak	Sarearen estaldura nahikoa ez izatea (2)	3	4
	Interferentziak (3)	4	4
Arrisku teknikoak	Elkarreragingarritasuna (4)	2	4
	Zaharkitzea (5)	5	3
	Erabilpen ezegokia (6)	2	3
Diseinu- eta plangintza- arazoak	Hardwarean edo softwarean akatsak (7)	3	4
	Akatsak sistemaren diseinuan (8)	3	4
	Pertsonalizazio eza (9)	1	3
Erregulazio- eta lege-arriskuak	Araudiak ez betetzea (10)	1	4

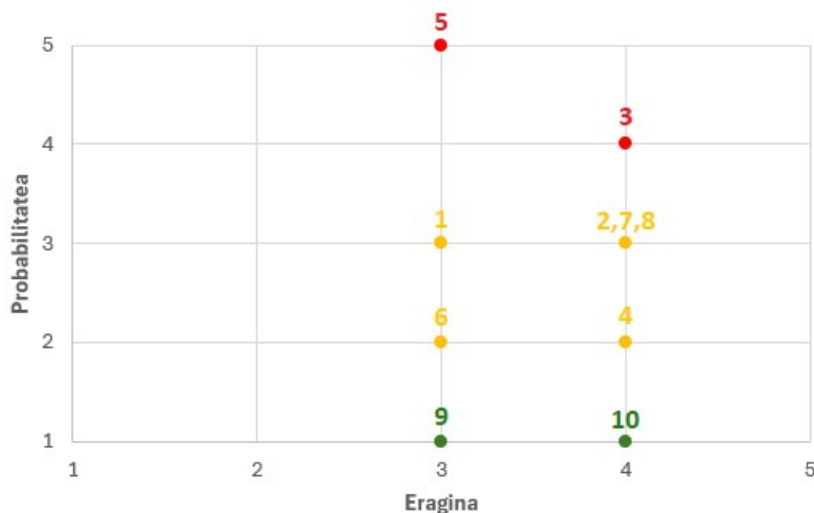
8.3. ARRISKUEN LEHENTASUNA

Arriskuen lehentasuna zehazteko, *Taula 7. Arriskuen lehentasuna* taulan batzen diren puntuazioak hartuko dira kontuan. Puntuazioaren arabera, arriskuaren lehentasuna zehaztuko da.

Taula 7. Arriskuen lehentasuna. [43]

		Eragina				
		Oso baxua (1)	Baxua (2)	Neurriz (3)	Altua (4)	Oso altua (5)
Probabilitatea	Arraroa (1)	Baxua 1	Baxua 2	Baxua 3	Baxua 4	Ertaina 5
	Nekez (2)	Baxua 2	Baxua 4	Ertaina 6	Ertaina 8	Ertaina 10
	Posiblea (3)	Baxua 3	Ertaina 6	Ertaina 9	Ertaina 12	Altua 15
	Gerta daiteke (4)	Baxua 4	Ertaina 8	Ertaina 12	Altua 16	Altua 20
	Ia ziurra (5)	Ertaina 5	Ertaina 10	Altua 15	Altua 20	Altua 25

Arriskuen lehentasuna grafiko batean batuz, *Irudia 33* lortu da:



Irudia 33. Arriskuen lehentasunak.

Irudia 33-n ikusi daitekeenez, lehentasun gehien duen arriskua gailuen zaharkitzea da, honek ondorio ekonomiko altuak ekar baititzake. Teknologia aurrera doan ahala, lehenago zaharkituko dira gailuak eta beraz, hauek behar bezala erabiltzen ez badira, gehiagotan aldatu beharko dira, hau gertatzen den bakoitzean dirutza bat ordainduz.

8.4. ERANTZUN PLANA

8.1 Arriskuen deskribapena atalean azaldu diren arriskuen aurrean hartu beharreko neurriak azalduko dira orain. Arrisku bakoitza prebenitzeko eta gertatutakoan hartu beharreko neurriak azalduko dira.

- Segurtasun-arriskuak:
 - Zibersegurtasuna:
 - Prebentzio-neurriak: Gailuek segurtasun-protokolo eguneratuak erabiltzen dituztela ziurtatu, hala nola WPA3-a Wi-Fi sareetarako. Era berean, gailu guztien firmwarea eta softwarea aldi-aldi eguneratzea, ahulgune ezagunetatik babesteko.
 - Detekzio-neurriak: Arrotzak detektatzeko sistemak (IDS) inplementu daitezke. Sistema hauek, sarera baimenik gabe sartzeko saiakerak identifika eta ohartaraz ditzakete.
 - Erantzun-neurriak: Zibereraso bat detektatuz gero, eraso ez hedatzeko, berehala isolatu beharko dira kaltetutako gailuak. Hauek segurtasun-kopia seguruak erabiliz berrizatu eta berriro sarera konektatu aurretik malwarerik ez dutela ziurtatu. Azkenik, gertaera ebaluatu behar da, nola gertatu zen ulertzeko, zer egin zitekeen prebenitzeko, eta etorkizunerako segurtasun neurriak hobetu.
- Konektagarritasun-arazoak:
 - Sarearen estaldura nahikoa ez izatea:
 - Prebentzio-neurriak: Sarearen estaldura bermatzeko, Wi-Fi seinalea mapeatzeko aplikazioak erabili daitezke. Era berean, sare bidezko Wi-Fi sistema bat inplementatu

- daiteke, etxe osoan estaldura uniformea emateko unitate ugari erabiltzen dituen eta routerra etxearen erdigunean kokatu, estaldura maximizatzeko ideiarekin.
- Erantzun-neurriak: Estaldura nahikoa ez baldin bada, Wi-Fi hedagailuak kokatu daitezke, seinale ahula duten eremuetan estaldura handitzeko.
 - Interferentziak:
 - Prebentzio-neurriak: Balizko interferentzia-iturriak identifikatu, hala nola etxetresna elektrikoak, horma lodiak, ispilu handiak eta beste gailu elektroniko batzuk sortu ditzaketen interferentziak ebaluatzeko.
 - Erantzun-neurriak: Ahal den neurrian, gailu kritikoak Ethernet kableen bidez konektatu, interferentziarik gabeko konexio egonkorra ziurtatzeko.
 - Arrisku teknikoak:
 - Elkarreragingarritasuna:
 - Prebentzio-neurriak: Gailuak aukeratu aurretik, guztiek protokolo bateragarriak erabiltzen dituztela egiaztatzea garrantzitsua da. Era berean, instalazio osoa burutu aurretik, gailuek elkarrekin ondo funtzionatzen dutela egiaztatzeke hasierako probak burutzea.
 - Erantzun-neurriak: Gailuen konfigurazio-parametroak eskuz doitu, elkarrekin ondo funtzionatzen dutela ziurtatzeko. Halaber, gailu guztiek sinware berriena dutela ziurtatu behar da. Eguneratzeek bateragarritasun-hobekuntzak ekar ditzakete.
 - Zaharkitzea:
 - Prebentzio-neurriak: Aldian-aldean, gailu guztien firmwarea eta softwarea egiaztatu eta eguneratu beharko dira. Eguneratzeek, askotan, segurtasun-hobekuntzak, funtzionalitate berriak eta errore-zuzenketak izaten dituzte, gailuaren balio-bizitza luza dezaketenak. Mantentze-lan erregularrak egitea ere interesgarria da, hala nola sentsoareak eta gailuak garbitzea, haien funtzionamenduan eragina izan dezaketen hautsa eta zikinkeria metatzea saihesteko.
 - Erantzun-neurriak: Gailu bat zaharkituta badago edo konpondu ezin bada, haren ordeztasun berriagoa eta bateragarriagoa erabiliko da.
 - Erabilpen ezegokia:
 - Prebentzio-neurriak: Gailuak instalatu aurretik, begiz ikuskatu, edozein kalte fisiko detektatzeko. Osagai hautsirik edo gaizki muntaturik ez dagoela ziurtatu. Era berean, gailuak manipulatu dituen edozein pertsona behar bezala erabiltzeko gaituta egon behar da. Gailuak maneiatzeko, instalatzeko eta mantentzeko moduari buruzko prestakuntza espezifiko beharrezkoa da. Azkenik, gailuak baldintza onetan biltegitatu behar dira, muturreko tenperaturen, hezetasunaren edo hautsaren eraginpean egotea saihestuz.
 - Erantzun-neurriak: Gailu bat gaizki erabili dela hautematen bada, kalteak ebaluatu eta zehaztu konpondu daitezkeen edo ordezkatu behar den.
 - Diseinu- eta plangintza-arriskuak:
 - Hardwarean edo softwarean akatsak:
 - Prebentzio-neurriak: Sistema osagai kritikoetarako erredundantziarekin diseinatu, eta konfigurazio eta datu garrantzitsuen backup erregularrak daudela ziurtatu. Eskura dauden software- edo firmware-eguneratzeak egiaztatu eta aplikatu. Eguneratzeek akatsak zuzendu eta errendimendua hobetzen baitute.
 - Erantzun-neurriak: Softwarearen arazoak bere horretan jarraitzen badu, kontuan hartu daiteke gailua fabrikako doikuntzetara berrezarri eta berriro konfiguratzeko. Hardware arazoaren kasuan aldiz, kable-konexio guztiak irmoki konektatuta daudela eta kaltetuta ez daudela ziurtatu.

- Akatsak sistemaren diseinuan:
 - Prebentzio-neurriak: Aztertu hainbat erabilera-kasu, diseinuak domotika-sistemaren balizko aplikazio eta agertoki guztiak estaliko dituela ziurtatzeko. Baliozko arazoak identifikatzeko prototipoak garatu eta ingurune kontrolatuetan proba pilotuak egin, zuzentzeko inplementazio osoa egin aurretik.
 - Erantzun-neurriak: Errorearen arrazoiak ikertu. Akatsa zuzentzeko hainbat irtenbide potentzial garatu. Horretarako, kontuan hartu beharko dira epe laburreko zein epe luzeko konponbideak.
- Pertsonalizazio eza:
 - Prebentzio-neurriak: Erabiltzailearen beharren eta igurikimenen azterketa zehatza egin. Argi eta garbi zehaztu proiektuaren helburuak eta beharrezko funtzionaltasunak.
 - Erantzun-neurriak: Aztertu pertsonalizazio-errorea gertatu den testuingurua. Konfigurazio espezifikoari eta kaltetutako gailuei buruzko informazioa bildu behar izango da. Arazoaren lehentasuna ezarri, sistemaren funtzionaltasuna orokorrean eta erabiltzailearen esperientzian duen inpaktuan oinarrituta.
- Erregulazio- eta lege- arriskuak:
 - Araudiak betetzea:
 - Prebentzio-neurriak: Bete beharreko lege eta erregulazio espezifikoak identifikatuko dira. Horrek barne har ditzake, besteak beste, segurtasun elektrikoari, datuen pribatutasunari eta eraikuntza-estandarrei buruzko araudiak.
 - Erantzun-neurriak: Teknologia- eta eraikuntza-legeetan espezializatutako abokatu batekin kontsultatu, ez-betetzearen legeko inplikazioak eta balizko zehapenak ulertzeko.

9. PROPOSATUTAKO IRTENBIDEAREN DESKRIBAPENA

9.1. PROPOSATUTAKO SISTEMA AUTOMATIZATUAREN GARAPENA

Aurreko 2.6. *Diseinu Metodologia* atalean azaldu bezala, proiektu honen kontrol sistemaren diseinua garatzeko MeiA metodologia jarraitu da eta hau erabiltzen duen V ereduak definitzen dituen pausuak aplikatu dira kontrol softwarearen garapen prozesuan. Automatizazioaren diseinuarekin hasteko, IEC 61512 arauak bere barnean dagoen S88 estandarrak proposatzen dituen ereduak osatu dira, hau da, Eredu Fisikoa, Prozesu Eredua, Prozedura Eredua eta Ekipo Entitate Eredua. Behin horiek izanda, sistemen funtzionamendua zehaztu da eginbeharreko eragiketak gidatuko dituzten Graficet-ak garatuz eta sistemaren funtzionamendu egokirako beharrezkoak diren seinaleak eta osagaien sarrera/irteerak zehaztuz.

Diseinuaren lehenengo partea bukatuta izanda, bigarrena diseinatutako automatizazio kontrol sistema TIA Portal software garapenerako ingurunea erabiliz inplementatzea da. Horretarako, bertan sistemaren programazioa burutu da, IEC 61131-3 estandarrak definitzen dituen programazio lengoiaia desberdinak erabiliz. Ondoren, lortutako inplementazioaren funtzionamendu egokia egiaztatu da, horretarako froga desberdinak burutu dira. Froga hauek lehenengo TIA Portal-ek eskaintzen duen PLCSIM erreminta erabiliz burutu dira, ondoren garatutako HMI-a froga erreminta bezala erabiliz bigarren froga sorta burutu da eta azkenik biki funtzional bat garatu da sistemak benetako sistemarekiko duen antzekotasuna hobetzeko eta paraleloko eragiketen funtzionamendua aztertu ahal izateko.

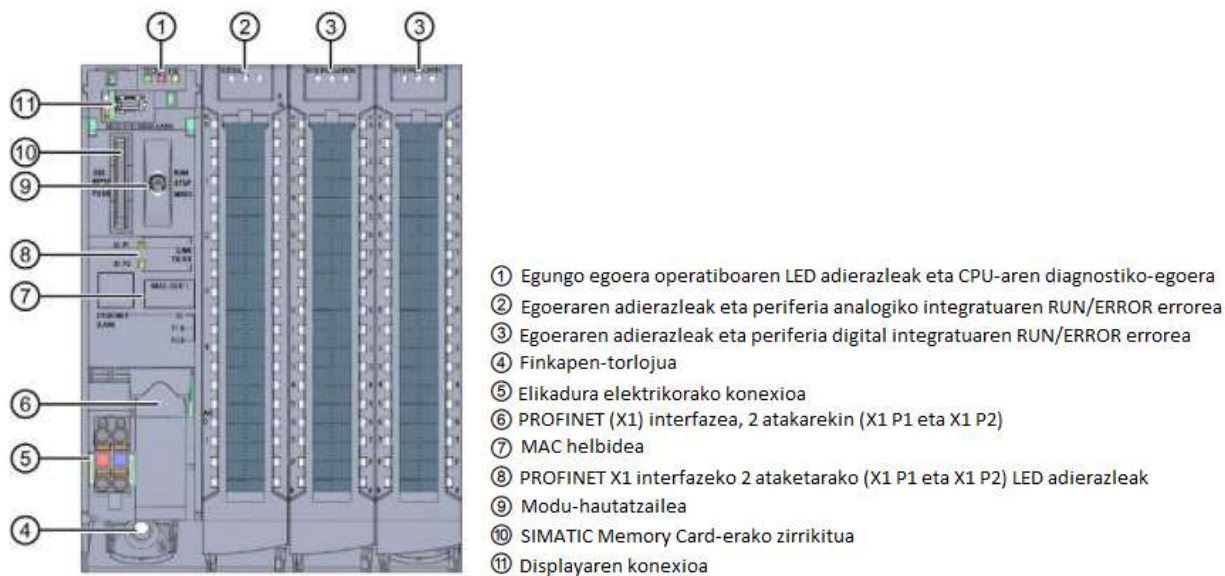
Orain azaldutako guztiaren emaitzak, 9.3. *Etxebizitzaren automatizazio kontrol sistemaren analisia, diseinua eta inplementazioa* atalean emango dira.

9.2. AUTOMATIZAZIO SISTEMAREN OSAGAI FISIKOAK

9.2.1. PLC

PLC-a, automatikoki kontrol-ekintzak egiteko programatzen den gailu elektronikoko digital bat da. Zehazki, proiektu honetan, PLC S7-1500 CPU 1512C-1PN-a erabili da [22]. Siemens-en katalogoko familia indartsuena da. TIA Portalekin bakarrik programatu daiteke eta horrekin automatizatu ahal izateko lizentzia profesionala behar da.

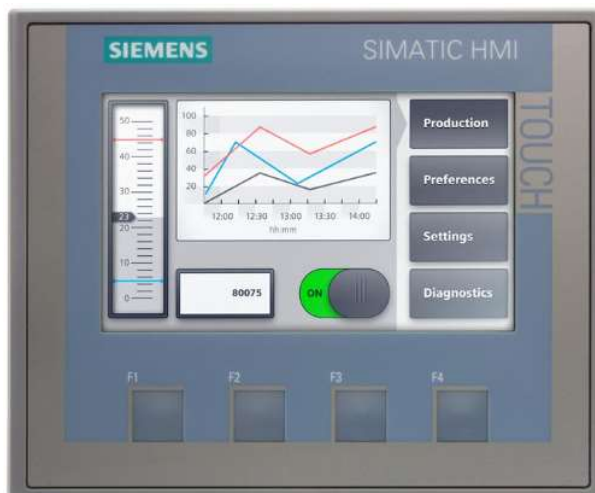
Irudia 34-n, 1512C-1 PN CPU-aren aginte- eta konexio-elementuak agertzen dira, CPU-aren aurrealdeko estalkia irekita duela. Bere espezifikazioak *II.Eranskin*-ean aurkitu daitezke.



Irudia 34. 1512C-1 PN CPU-aren ikuspegia, aurrealdeko estalkirik gabe (aurreko aldean) [22].

9.2.2. HMI

Proiektu honetan erabilitako HMI-a KTP400 BASIC PN izan da. Panelak 4 "koloreko LCD pantaila du, 65536 kolorekoa eta botoi integratuei edo ukipen-pantailari esker erabil daiteke [27]. PLC-arekiko komunikazioa Profinet interfazearen bidez egiten da. KTP400 Basic PN - 6AV2123-2DB03-0AX0 panelaren konfigurazioa WinCC Basic V13 edo STEP7 BASIC V13 bidez egin daiteke. Bere espezifikazioak *II.Eranskin*-ean aurkitu daitezke.



Irudia 35. KTP400 BASIC PN HMI-a. [27]

9.2.3. KOMUNIKAZIOA

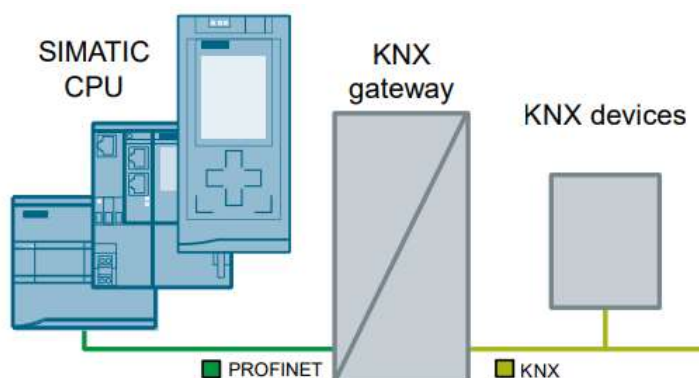
Lan honetan, automatizazioa burutzeko PROFINET komunikazio protokoloa erabiliko da. PLC eta HMI-a konektatzeko ekoizpen-instalazioaren hedapen erraza, sistemaren erabilgarritasun handia eta denbora errealeko automatizazioa ahalbidetzen baitu.

Era berean, beharrezkoak diren gailu guztiak beraien artean konektatzeko, KNX eraikinak automatizatzeke komunikazio-protokoloa erabiliko da.



Irudia 36. KNX kablea.[58]

PROFINET eta KNX arkitekturan eta helburuan dituzten desberdintasunengatik ez dira zuzenean bateragarriak, baina gateway-ak edo protokolo-bihurgailuak erabiliz hauek elkarrekin lan egitea lortu daiteke *Irudia 37*-n irudikatzen den antzera. Gailu horiek sare desberdinen arteko komunikazioa ahalbidetzen dute mezuak protokolo batetik bestera itzultzen.



Irudia 37. PROFINET eta KNX busak nola komunikatu.[59]

Proiektu honetan, PROFINET eta KNX busak konektatzeko, *“Triple X PROFINET + KNX” universal gateway from MBS GmbH* -a erabiliko da. Bere espezifikazioak *III.Eranskin*-ean aurkitu daitezke.

9.2.4. SENTSOREAK

Sei motatako sentsoreak erabiliko dira proiektu honetan, tenperatura sentsorea bai kalekoa bai etxe barrukoa neurtzeko, presentzia sentsorea, hezetasun sentsorea, posizio sentsorea, kaleko haize sentsorea eta argitasun sentsorea. Hemen deskribatzen diren sentsore guztien espezifikazioak *IV.Eranskin*-ean aurkitu daitezke.

Aukeran dauden elementu desberdinak aztertu ondoren eta informazio iturri desberdinak aztertu ondoren, aldi berean etxe barruko tenperatura, argitasun maila eta presentzia sentsoreak batzen dituen sentsore bat aurkitu da. Zennio markakoa eta *“Presentia C v2 Detector de presencia KNX con sensor de luminosidad y temperatura*

para techo” izenekoa [60]. Etxebizitzan ahalik eta aldaketa fisiko gutxien sartu nahian, sensore hirukoitz hau erabiltzea erabaki da.



Irudia 38. Presentia C v2 Detector de presencia KNX con sensor de luminosidad y temperatura para techo”. [60]

Logela 1-eko toldoa funtziona dezan, kaleko haizea eta temperatura neurtzen dituen sensoreak beharrezkoak dira eta GIRA markako *Estación meteorológica Standard para KNX* sensoreak bi baldintza hauek betetzen ditu [61]. Hainbat baldintza meteorologiko neurtzeko eta aztertzeko erabiltzen den tresna aurreratua da, hala nola haizearen abiadura, prezipitazioak, argitasuna, ilunabarra eta tenperatura. Sensore hau bateragarria da proiektu honetan erabiliko den KNX komunikazio sistemarekin eta horrek aukera ematen du eraikinak automatizatzeko soluzioetan integratzeko.



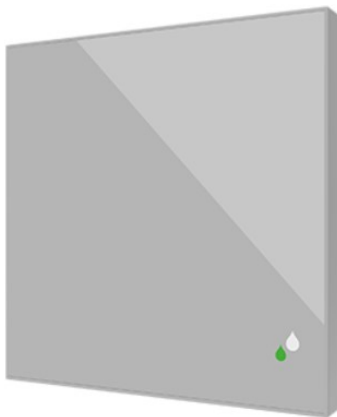
Irudia 39. Estación meteorológica Standard para KNX. [61]

Leihoak, toldoa edo eta pertsianak irekita edo itxita dauden adierazteko sensore magnetikoak erabiliko dira. Hauek zehazki Zennio markako *WinDoor RF, Contacto magnético KNX RF para puerta/ventana (868 MHz)* izatea aukeratu da [62]. Sensore honek KNX RF (868 MHz) estandarraren bidez detektatzen eta jakinarazten ditu irekiera eta itxiera eta hori ezin hobea da eraikinak automatizatzeko sistemetan integratzeko.



Irudia 40. WinDoor RF, Contacto magnético KNX RF para puerta/ventana (868 MHz). [62]

Hurrengo sentsorea, komunean norbait dutxatzen den bitartean erauzgailua pizteko erabiliko den hezetasun sentsorea Zennio markako *Flat Sensato v2*, *Sensor de temperatura y humedad KNX para instalación empotrada* izango da [63]. KNX automatizazio-sistemetan integratzeko diseinatutako hezetasun- eta tenperatura-sentsorea da. Sentsore horrek giro-tenperatura eta hezetasun erlatiboa neurtzen ditu, eta ihintz-puntua kalkulatu du. Horri esker, alarmak bidal ditzake hezetasunagatik, tenperaturagatik eta kondentsazioagatik.



Irudia 41. Flat Sensato v2, Sensor de temperatura y humedad KNX para instalación empotrada. [63]

Sentsoreekin amaitzeko, su sentsore bezala GIRA markako *Dual Q smoke alarm device* [64] izeneko aukeratu da. Honek sua detektatzeaz gain, soinu alarma bat integratuta du. Kea eta beroa detektatzeko diseinatutako kalitate handiko gailua da eta segurtasun handiagoa ematen du etxean.



Irudia 42. Dual Q smoke alarm device. [64]

9.2.5. ERAGINGAILUAK

Automatizazioko sistemak ondo funtziona dezaten, sentsoreez aparte, eragingailuak ere beharrezkoak dira. Hauek mekanismo edo sistema bat mugitzeaz eta kontrolatzeaz arduratzen den makina baten osagaiak dira. Lan honetan argi, tenperatura, pertsiana eta leihoen eragingailuak aurkitu daitezke. Eragingailu guztiak GIRA markakoak aukeratu dira. Hemen deskribatzen diren eragingailu guztien espezifikazioak *V.Eranskin*-ean aurkitu daitezke.

Argi eragingailuari dagokionez, *Actuador de regulación de 2 elementos para KNX, 2 x 300 W/VA* [65] aukeratu da. Eragingailu honek argiaren intentsitatea kontrolatzeko eta erregulatzeko aukera ematen du eta funtzio aurreratuak eskaintzen ditu energia-eraginkortasuna eta erosotasuna hobetzeko.



Irudia 43. Actuador de regulación de 2 elementos para KNX, 2 x 300 W/VA. [65]

Actuador de calefacción de 6 elementos con regulador para Gira One y KNX [66] eragingailua erabiliko da tenperatura eragingailu gisa. KNX estandarra erabiliz ingurune automatizatuetan berokuntza- eta hozte-sistemak kontrolatzeko diseinatutako gailu aurreratua da. Eragingailu horrek sei irteera ditu, eta gela-tenperaturaren hamabi kontrolagailu arteko kudeaketa independentea ahalbidetzen du.



Irudia 44. Actuador de calefacción de 6 elementos con regulador para Gira One y KNX. [66]

Azkenik toldo, leiho eta pertsianen eragingailua aukeratu da, *Actuador de conmutación de 16 elementos 16 A / actuador de persianas de 8 elementos 16 A Standard para Gira One y KNX* [67] izenekoa. 16 A-ko 16 kanaleko konmutazio-eragingailu bat da. Gailu horri esker, argiak eta beste gailu elektriko batzuk konmutatu daitezke, bai eta pertsianak, gortinak eta olanak kontrolatu ere.



Irudia 45. Actuador de conmutación de 16 elementos 16 A / actuador de persianas de 8 elementos 16 A Standard para Gira One y KNX. [67]

9.3. ETXEBIZITZAREN AUTOMATIZAZIO KONTROL SISTEMAREN ANALISIA, DISEINUA ETA INPLEMENTAZIOA

Proiektuaren atal honetan garatu den automatizazio sistemen azalpena emango da. MeiA metodologiak eta V ereduak definitutako urratsak jarraitu direnez, hasteko, gelan kontrolatuko diren sistemak adierazi eta bakoitzaren funtzionamendua azalduko da, garapenaren fase hau V ereduan adierazten den erabiltzaileen eskakizunekin bateratu ahal izango zen. Behin automatizatutako sistema bakoitzaren zehaztapenak argi adierazita daudenean, azpisistema bakoitzaren analisiarekin jarraituko da S88 estandarrak definitutako ereduak aurkeztuz. Horrela, atal bakoitzean burutu behar diren eragiketak Prozesu Ereduaren bitartez adierazteaz gain, azpisistema bakoitza osatzen duten elementuak zehaztuko dira Eredu Fisikoen bidez eta hauek erabiliz definitutako eragiketak nola burutuko diren zehaztuko da proposatutako Prozedura Ereduetan zehaztutako DOU-en edo Grafcet-en bidez. Sistema bakoitzaren analisi eta diseinu zehatz horiek aurkeztu ondoren, atal desberdinetarako egindako inplementazioa deskribatzen da, horretarako TIA Portal-en garatutako inplementazioa aurkeztuko da (espezifikazioak *VI.Eranskin-ean* aurkitu daitezke), honen funtzionamendu egokia bermatzeko bai PLCSIM-a bai HMI-a froga erreminta bezala erabiliz egin diren frogak deskribatuko dira. Azkenik, sistema osoaren funtzionamendu egokia egiaztatzeko etxebizitzaren sistema osatzen duten atal guztiak oinarritzko biki funtzional batean elkartu dira sistemaren funtzionamendua modu autonomo batean aztertu eta frogatu ahal izateko.

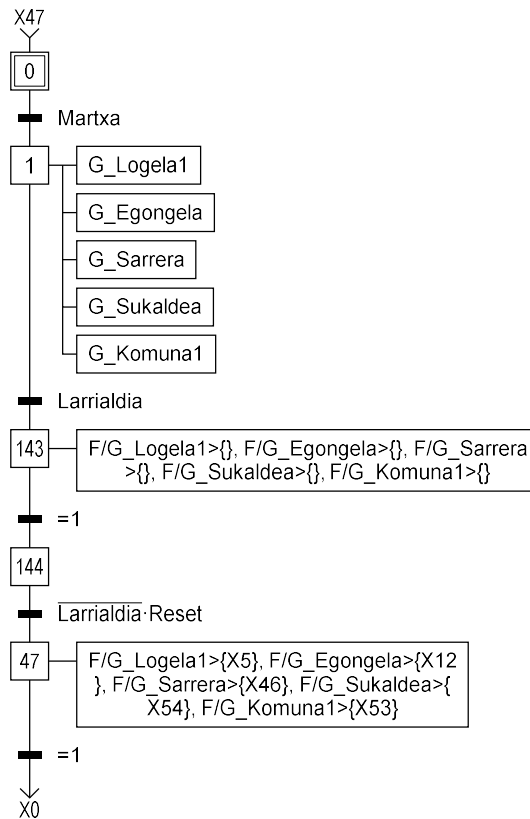
9.3.1. ETXEBIZITZA:

Gradu Amaierako Lan honetan etxe baten automatizazioa burutu da. Horretarako, etxebizitzako hainbat gela domotizatu dira eta bakoitzean gelaren ezaugarrien arabera sistema desberdinen automatizazioa inplementatu da. Zehazki, *Irudia 46-n* adierazten den moduan, proiektu honetan Logela 1, Egongela, Sarrera, Sukaldea eta Komuna 1 automatizatu dira.

Norbait gela batean dagoenean, HMI-an gela osoa eta bertan dauden sistema guztiak bistaratu daitezke, horrela, automatizazio sisteman automatizazio prozesua gelen arabera banatuta dago. Hau da, gela bakoitza Grafcet orokor bat (ikusi *Irudia 47*) izango du gelan dauden sistema guztien kontrolaz arduratuko dena gela bakoitzaren sistema bakoitzerako dauden Grafcet-ak erabiliz. Hau horrela, gela guztiak batzeko etxeko Grafcet nagusi bat diseinatu da. Bertan, *Martxa* sakatzean, gela bakoitzeko Grafcet-ak aktibatuko dira, *Larrialdia* aktibatuko da larrialdiren bat badago eta guztia modu egokian kudeatu eta geldituko da erabiltzaileak larrialdia bukatu denean *Reset* botoia erabiliz sistema osoa berrabiarazi arte.



Irudia 46. Etxearen plano eta gela bakoitzean automatizatuko diren sistemak.



Irudia 47. Etxeko Grafcet orokorra.

Taula 8 eta Taula 9 etxeko Grafcet orokorrarekin lotutako seinaleak, sarrerak zein kontrol seinaleak jasotzen dituzte.

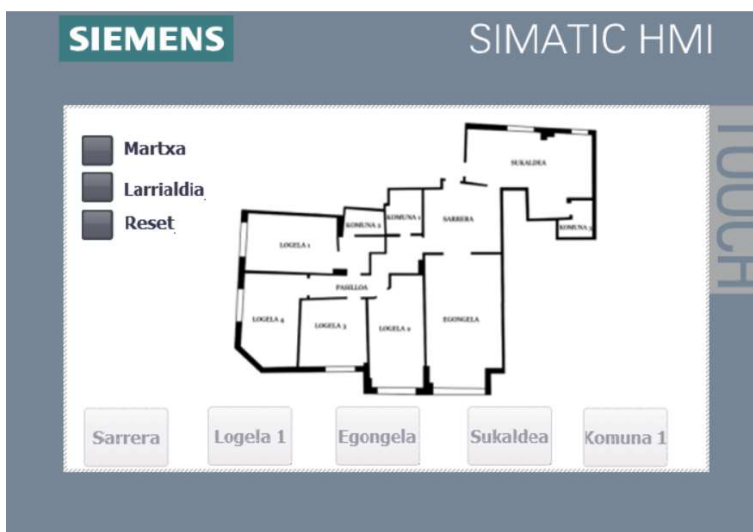
Taula 8. Etxeko Grafcet-aren sarrera digitalak.

SARRERA DIGITALAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Martxa	Bool	Etxeko automatizazioa hasi	%I30.0
2	Larrialdia	Bool	Larrialdi sakagailua	%I34.7
3	Reset	Bool	Etxeko automatizazioa larrialdi baten ostean berriro martxan jartzeko	%I39.0

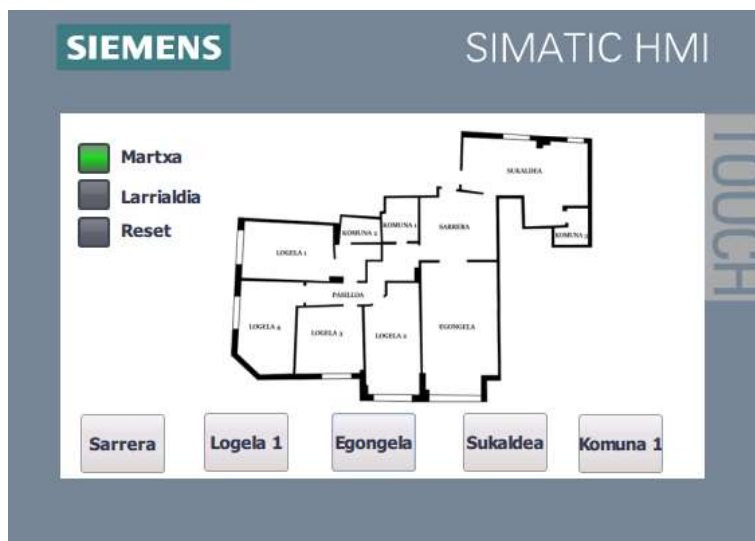
Taula 9. Etxeko Grafcet-aren kontrol seinaleak.

KONTROL SEINALEAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	G_Logela1	Bool	Logela 1-eko Grafcet-a martxan jarri	%M39.1
2	G_Egongela	Bool	Egongelako Grafcet-a martxan jarri	%M39.2
3	G_Sarrera	Bool	Sarrerako Grafcet-a martxan jarri	%M39.3
4	G_Sukaldea	Bool	Sukaldeko Grafcet-a martxan jarri	%M39.4
5	G_Komuna1	Bool	Komuna 1-eko Grafcet-a martxan jarri	%M39.5

Era berean, TIA Portaleko HMI-an *Irudia 48*-n ikusi daitekeen hasierako pantaila orokor baten bitartez honela bistaratuko da eta etxea osatzen duten gela desberdinetara sarbidea emango da:



Irudia 48. Etxeko HMI-a.

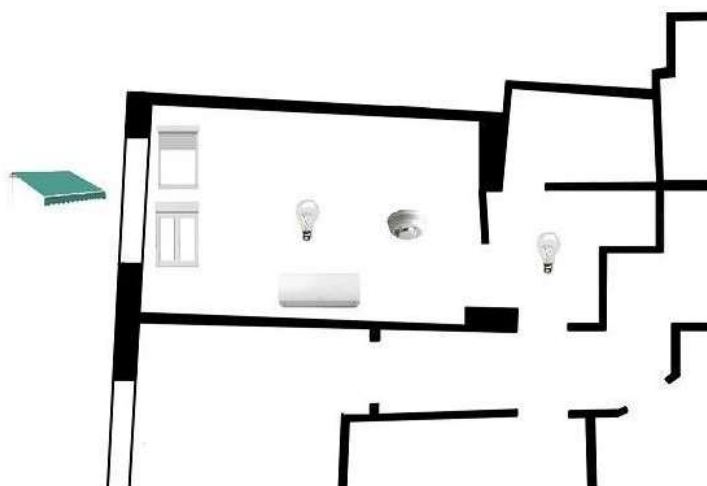


Irudia 49. Etxeko HMI-a frogetan.

Hurrengo ataletan MeiA metodologian eta V ereduan oinarrituz, lehen esan bezala, lan honetan proposatzen den gela bakoitzaren sistema automatizatuen analisisa, diseinua eta inplementazioa azalduko da.

9.3.2. 1. GELA: LOGELA 1:

Logela 1 etxeko gela nagusia da. Bertan, argia (bi bonbillen bidez irudikatuta), leihoaren kanpoaldean kokatutako toldoa, gelako tenperatura, leihoaren irekiera eta itxiera, pertsiana eta gelan sua dagoen edo ez kontrolatuko dira. *Irudia 50*-n agertzen da sistema bakoitzak hartzen duen kokalekua:

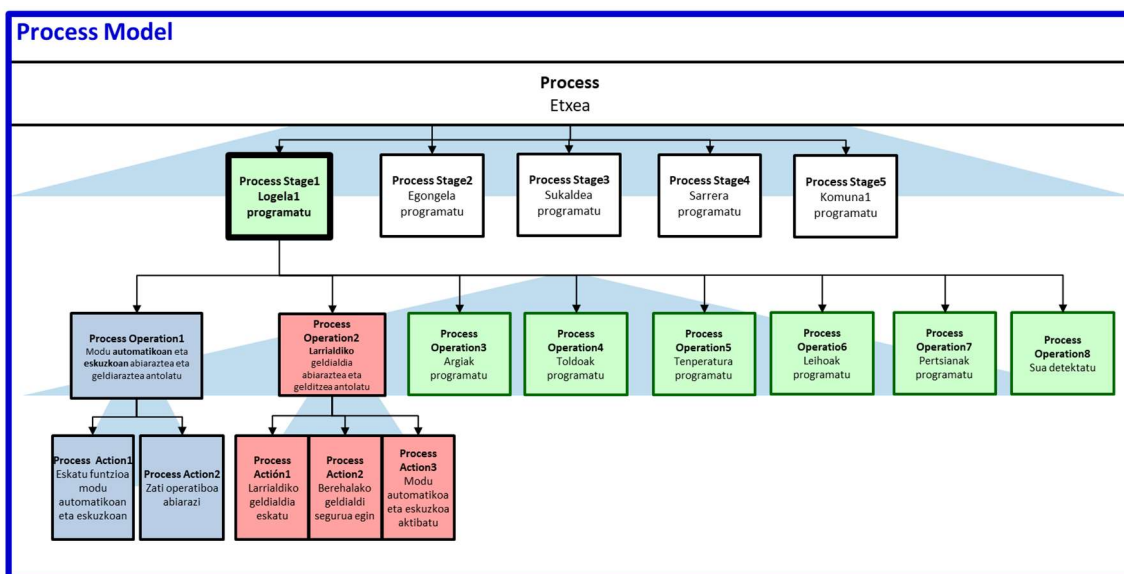


Irudia 50. Logela 1-eko automatizazio sistemak.

9.3.2.1. SISTEMAREN FUNTZIONAMENDUAREN DESKRIBAPENA

Automatizazio sistema bakoitzaren deskribapena egiteko, lehenengo eta behin, gelan automatizatuko diren sistemak hartu dira kontuan eta erabiltzailearen eskakizunak ikertu ondoren, irtenbide errentagarri eta eroso bat planteatu da.

Proiektuaren garapenerako jarraitu den V ereduarekin jarraituz, gelan automatizatu nahi diren sistemak erabakita daudenean, hauetan burutu behar diren eragiketak definitu behar dira hori modu antolatu batean adierazteko atalaren Prozesu Eredua ematen da *Irudia 51*-n. Ondoren, azpisistema bakoitzaren funtzionamenduaren deskribapena adierazten da.



Irudia 51. Logela 1-eko Prozesu Eredua.

Ondoren sistema bakoitza bakarka azalduko da:

- **Argia:**

Logela1-eko argitasun sisteman modu automatikoan soilik funtzionatuko du. Gela bi zatitan banatu da, korridorea eta Komuna 2 konektatzen dituen gelaren zatia (lehenengo aldea) eta gainerako gelaren zatia (bigarren aldea). Logelaren alde bakoitzean bonbilla bat egongo da.

Logela1-eko argitasun sistemaren funtzionamendu automatikoan, presentzia eta argitasun sentsoreak erabiltzen dira. Gelan norbait sartzean, bertan dagoen argitasun mailaren arabera beharrezkoa denean bakarrik piztu daitezten argiak.

Funtzionamendu automatikoan lan egiteko, gelan dauden presentzia sentsoreetako bat aktibatuta badago (*Log1_pre* edo *Log1_2pre*), hau da, gelan norbait sartu bada, kontrol seinale bat aktibatuko da (*Log1_argia*) eta argiak modu automatikoan lan egingo dute. Aldiz, presentzia sentsoreak ez badute inor sumatzen, ez dira argiak piztuko. Modu automatikoaren amaiera kontrol seinalearen (*Log1_argia*) desaktibazioarekin gertatzen da.

Hau horrela, argia egunez ez pizteko, bi argitasun sentsore jarri dira, bat gelako lehenengo aldean (*Log1_largsen*) eta beste bat gelako bigarren aldean (*Log1_2argsen*). Sentsoreek gelan argia piztu gabe izateko argitasun nahikoa dagoela adierazten badute (*2000 lux edo gehiago*), sentsoreak amatatuta egongo dira

(0 balioarekin) eta ez dira alde bakoitzeko argiak piztuko. Era berean, gaua heltzean erabiltzaileak ohera joateko orduan, argiak automatikoki ez pizteko, erabiltzaileak interfazeari ohera doala adieraziko dio interfazean botoi bat sakatuz (*Log1_ohera*).

Norbait logelan sartzean, logelaren lehenengo aldean kokatuta dagoen presentzia sentsorea (*Log1_lpre*) aktibatuko da eta lehenengo aldeko argitasun sentsorearen arabera (*Log1_largsen*) argitasun nahikoa ez badago eta erabiltzaileak ohera doala adierazten ez badu, lehenengo aldeko argiak piztuko dira (*Log1_largia_piztu*) 1 minutu irauten duen tenporizadore batekin batera (*Log1_largia_tenp*). Momentu berean, gelan gehiago sartuz gero, bigarren aldean kokatuta dagoen presentzia-sentsorea aktibatuko da (*Log1_2pre*) eta bigarren argitasun sentsorearen (*Log1_2argsen*) arabera argitasun nahikoa ez badago eta erabiltzaileak ohera doala adierazten ez badu, gelaren bigarren aldeko argiak piztuko dira (*Log1_2argia_piztu*). Bi argiak aldi berean piztuta egon daitezke.

Tenporizadorearen denbora amaitzean presentzia sentsoreak aktibatuta jarraitzen badute eta argitasun maila nahikoa ez bada, argia piztuta jarraituko du eta denboraren kontaketa hasieratik hasiko da berriro. Aldiz, denbora bukatzean presentzia sentsoreak desaktibatuta badaude, hau da, ez bada inoren presentzia antzematen, edo nahiko argitasuna badago, argiak amatatuko dira (*Log1_largia_itzali* eta *Log1_2argia_itzali*). Gelan presentzia sentsoreak ez badute inor sumatzen edo erabiltzaileak ohera doala adierazten badu, argiak automatikoki amatatuko dira. Ostean, kontrol seinalea desaktibatuko da eta funtzionamendu automatikotik aterako da.

- **Toldoak:**

Logelal-eko toldoen sisteman modu automatikoa eta eskuzko modua aldi berean funtzionatuko dute. Gelan toldo bakarra dago.

Logelal-eko toldoen sistema funtzionamendu automatikoan, tenperatura (*Kan_ten*) eta haize (*Haizea*) sentsoreak erabiltzen dira, kaleko tenperatura altua bada toldoa jaisteko eta haize handia badago hau ixteko.

Funtzionamendu automatikoan lan egiteko, eguneko orduak izango dira kontuan. Eguneko ordu batzuetan (*Orduegokia**) bakarrik funtzionatuko du eskuzko botoiak aktibatu ez badira (*Log1_tol_irekitzea* eta *Log1_tol_ixtea*). Hau betetzen bada, kontrol seinale bat aktibatuko da (*Log1_toldoa*) eta toldoa modu automatikoan lan egingo du. Aldiz, eskuzko botoi bat sakatu bada, ez da modu automatikoa hasiko. Modu automatikoaren amaiera kontrol seinalearen (*Log1_toldoa*) desaktibazioarekin gertatzen da.

Toldoa kanpoko tenperatura sentsoreak (*Kan_ten*) erabiltzaileak aplikatutako graduak gainditzen dituenean (sentsorearen balioa 1 balioa duenean), kalean kokatutako haize sentsoreak (*Haizea*) haizeak abiadura handia gainditu ez duela (*30 km/h*) ziurtatzen duenean (haize sentsorearen balioa 0 denean) irekiko da (*Log1_tol_ireki*), guztiz irekita dagoela egiaztatzen duen sentsorea aktibatu arte (*Log1_tol_irekita*). Ostean, kontrol seinalea desaktibatuko da eta funtzionamendu automatikotik aterako da.

Kalean haize handia badago, kaleko haizearen sentsoreak antzemango du (bere balioa 1 bihurtuko da) eta haizeak abiadura bat gainditzen duenean (*30 km/h*), toldoa itxiko da (*Log1_tol_itxi*) guztiz itxita dagoela adierazten duen sentsorea aktibatu arte (*Log1_tol_itxita*). Gaua heltzean, erabiltzailea lotara doala adierazten duenean (*Log1_ohera*) toldoa irekita badago, automatikoki itxiko da. Ostean, kontrol seinalea desaktibatuko da eta funtzionamendu automatikotik aterako da.

Eskuz ere ireki (*Log1_tol_irekitzea*) eta itxi (*Log1_tol_ixtea*) daiteke toldoa eskuzko modua aktibatuz. Modu hau eguneko zein gaueko edozein ordutan erabili daiteke, eskuzko botoi bat sakatuz. Hala ere, toldoa irekitzeko botoia sakatzen bada eta haize handia badago, hau ez da irekiko.

- **Temperatura:**

Logela1-eko temperatura sisteman modu automatikoa eta eskuzko modua aldi berean funtzionatuko dute. Gelan aire girotu bakarra dago.

Logela1-eko temperatura sistemaren funtzionamendu automatikoak, erabiltzaileak duen interfazean ezarritako balio baten arabera (*Log1_GiroTen*) funtzionatuko du. Giro temperatura balio hori baino handiagoa bada temperatura jaitsiko da eta txikiagoa bada aldiz, igo.

Funtzionamendu automatikoan lan egiteko, eguneko orduak izango dira kontuan. Eguneko ordu batzuetan (*Orduegokia**) bakarrik funtzionatuko du eskuzko botoiak aktibatu ez badira (*Log1_ten_igotzea* eta *Log1_ten_jaistea*). Hau betetzen bada, kontrol seinale bat aktibatuko da (*Log1_temperatura*) eta temperatura modu automatikoan lan egingo du. Aldiz, eskuzko botoi bat sakatu bada, ez da modu automatikoa hasiko. Modu automatikoaren amaiera kontrol seinalearen (*Log1_temperatura*) desaktibazioarekin gertatzen da.

Gelan giro temperatura neurtzen duen sentsore bat dago (*Log1_ten*). Sentsoreak erabiltzaileak jarritako temperatura balioa baino temperatura handiagoa badago eta gelako leihoa irekita ez badago (*Log1_lei_irekita*), aire girotuak temperatura jaitsiko du (*Log1_ten_jaitsi*) bi temperatura horiek berdintzen diren arte. Ostean, kontrol seinalea desaktibatuko da eta funtzionamendu automatikotik aterako da.

Aldiz, gelako temperatura nahi dena baino hotzagoa bada eta gelako leihoa irekita ez badago (*Log1_lei_irekita*), aire girotuak giroa beroko du (*Log1_ten_igo*) gelako temperatura erabiltzaileak ezarritako temperaturara heldzen den arte. Ostean, kontrol seinalea desaktibatuko da eta funtzionamendu automatikotik aterako da.

Era berean, aire girotua leihoa irekita dagoelako ez bada piztu, mezu bat agertuko da interfazean (*Gelako leihoa irekita dago*). Ostean, kontrol seinalea desaktibatuko da eta funtzionamendu automatikotik aterako da.

Gelako temperatura eskuz igo (*Log1_ten_igotzea*) eta jaitsi (*Log1_ten_jaistea*) daiteke eskuzko moduan lan eginez. Modu hau eguneko zein gaueko edozein ordutan erabili daiteke, eskuzko botoi bat sakatuz. Gelako temperatura nahi dena baino baxuagoa bada, interfasean temperatura igotzeko botoiari sakatuko da aurretik txertatu den temperaturara heldu arte. Berdina gertatzen da temperatura jaitsi nahi bada, interfasean dagoen temperatura jaitsi botoiari eman eta temperatura nahi den balioaren berdina denean geldituko da.

- **Leihoak:**

Logela1-eko leihoaren sisteman modu automatikoa eta eskuzko modua aldi berean funtzionatuko dute. Gelan leiho bakarra dago.

Logela1-eko leiho sistemaren funtzionamendu automatikoa goizean (*Goiza**) soilik funtzionatuko du eta aire girotua piztuta (*Log1_ten_igo* eta *Log1_ten_jaitsi*) dagoen edo ez izango da kontuan. Leihoa irekita edo itxita dagoela jakiteko bi sentsore daude (*Log1_lei_irekita* eta *Log1_lei_itxita*).

Esan bezala, funtzionamendu automatikoa goizean soilik funtzionatuko du, kontrol seinale bat aktibatuko da (*Log1_leihoa*) eta leihoa modu automatikoan lan egingo du. Aldiz, gaua edo eguneko edozein ordutan, ez da modu automatikoa hasiko. Modu automatikoaren amaiera kontrol seinalearen (*Log1_leihoa*) desaktibazioarekin gertatzen da.

Gelako aire girotua piztuta ez dagoenean, leihoa irekiko da (*Log1_lei_ireki*). Honekin batera tenporizadore bat martxan jarriko da (*Log1_lei_tenp*) minutu batez. Denbora hau pasata leihoa itxi egingo da (*Log1_lei_itxi*). Leihoa itxita (*Log1_lei_itxita*) dagoela egiaztatzen denean, kontrol seinalea desaktibatuko da eta funtzionamendu automatikotik aterako da.

Aldiz, gelako aire girotua piztuta dagoenean, interfasean mezu bat agertuko da (*Gelako aire girotua piztuta dago*). Honen ostean, kontrol seinalea desaktibatuko da eta funtzionamendu automatikotik aterako da.

Goiza ez den eguneko beste ordu guztietan, eskuzko moduan leihoa ireki (*Logl_lei_irekitzea*) eta itxi (*Logl_lei_ixtea*) daiteke eskuzko botoiei sakatuz. Hau ireki/itxi-ko da sentsoreak leihoa irekita edo itxita dagoela adierazten duten arte. Gaua heltzean leihoa irekita badago, hau automatikoki itxiko da.

- **Pertsianak:**

Logela1-eko pertsianen sisteman modu automatikoa eta eskuzko modua aldi berean funtzionatuko dute. Gelan pertsiana bakarra dago.

Logela1-eko pertsiana sistemaren funtzionamendu automatikoa goizean (*Goiza**) zein gauean (*Gaua**) soilik funtzionatuko du. Pertsiana irekita edo itxita dagoela jakiteko bi sentsore daude (*Logl_per_irekita* eta *Logl_per_itxita*).

Esan bezala, funtzionamendu automatikoa goizean zein gauean soilik funtzionatuko du pertsianaren kontrol seinale bat aktibatuko da (*Logl_pertsiana*) eta pertsiana modu automatikoan lan egingo du. Aldiz, eguneko edozein ordutan, ez da modu automatikoa hasiko. Modu automatikoaren amaiera kontrol seinalearen (*Logl_pertsiana*) desaktibazioarekin gertatzen da.

Goiza denean, pertsiana irekiko da hau irekita dagoen sentsore bat (*Logl_per_irekita*) adierazi arte. Aldiz, gaua denean, pertsiana itxiko da (*Logl_per_itxi*) itxita dagoen sentsore bat (*Logl_per_itxita*) adierazi arte. Pertsiana irekita edo itxita dagoela egiaztatzen denean, kontrol seinalea desaktibatuko da eta funtzionamendu automatikotik aterako da.

Goiza edo gaua ez denean, eskuzko moduan pertsiana ireki (*Logl_per_irekitzea*) eta itxi (*Logl_per_ixtea*) daiteke eskuzko botoiei sakatuz. Hau ireki/itxi-ko da sentsoreak pertsiana irekita edo itxita dagoela adierazten duten arte.

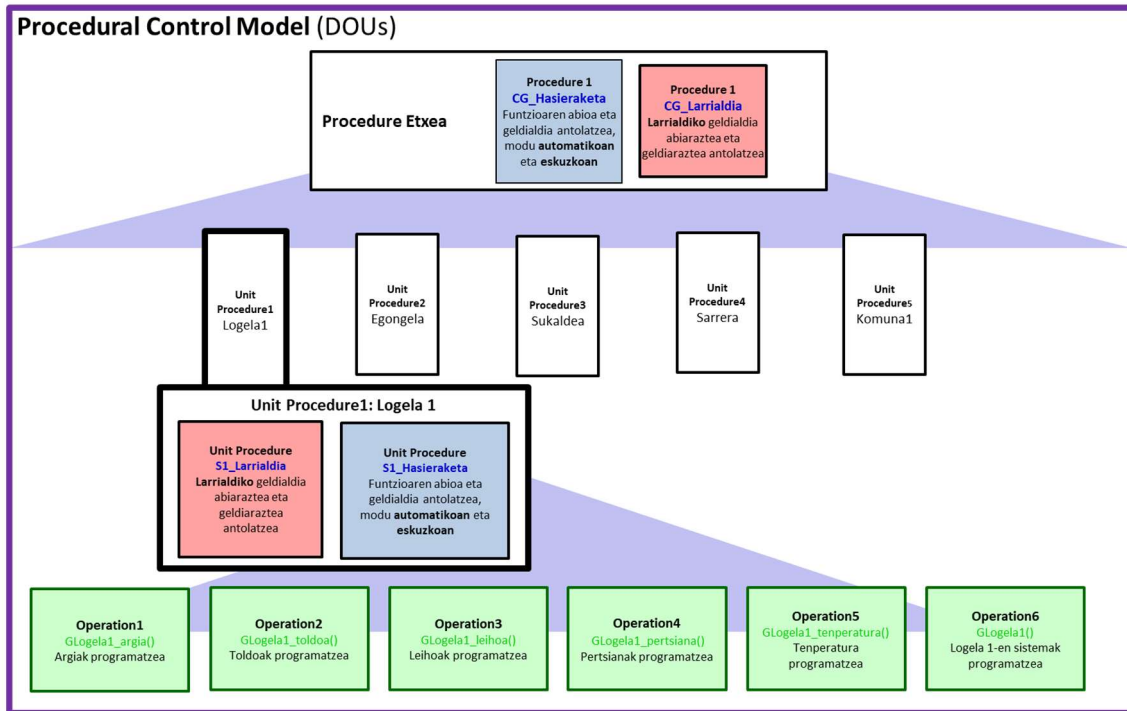
- **Sua:**

Gelako su sentsoreak (*Logl_su*) sua edota kea sumatzen dituenean, seinale bat bidaliko du eta suaren alarma (*Logl_Su_ALARMA*) piztuko da. Honekin batera, soinu bat aktibatuko da (*Logl_Su_ALARMA_soinua*). Logelako su sentsoreak sua eta kea sumatzen ez dituenean, sentsorea desaktibatuko da eta alarma eta soinua amatatuko dira.

**Goiza* sarrera, goizeko 8.00-etatik goizeko 8.01-etara egongo da aktibatuta, *Orduegokia* goizeko 8.01-etatik gaueko 21.00-ak arte eta *Gaua* aldiz, gaueko 21.00-etatik 21.01-etara.

9.3.2.2. SISTEMAREN GRAFCET-AK

Esan bezala, automatizatu nahi diren sistemen deskribapenetik abiatuta, sistemaren funtzionamendua gidatuko duten DOU-ak garatu behar dira. Horrela, aurreko atalean definitu diren eragiketen burutzea nola egingo den definituko da. Hauen inplementazioa burutu baino lehen, Prozedura Eredua erabiliz hauek irudikatuko dituzten Grafcet-en antolaketa modu argi batean adieraziko da. Horrela, *Irudia 52*-n lehenengo logelako Prozedura Eredua ikusi daiteke:



Irudia 52. Logela 1-eko Prozedura Eredua.

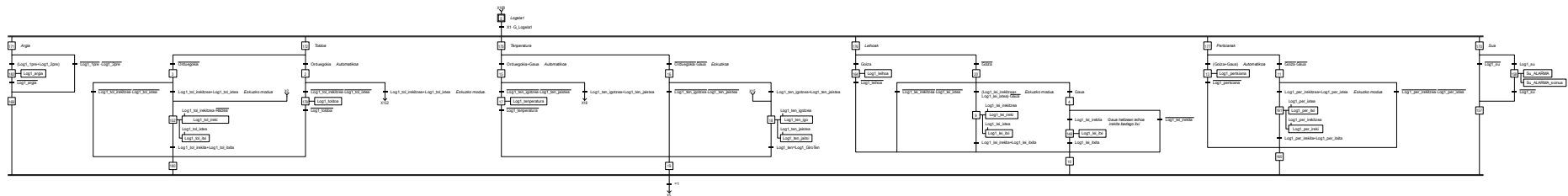
Ondoren, modu zehatzago batean deskribatzen dira garatutako automatizazio sistemaren funtzionamendua gidatuko duten Grafcet desberdinak.

GLogela1 ():

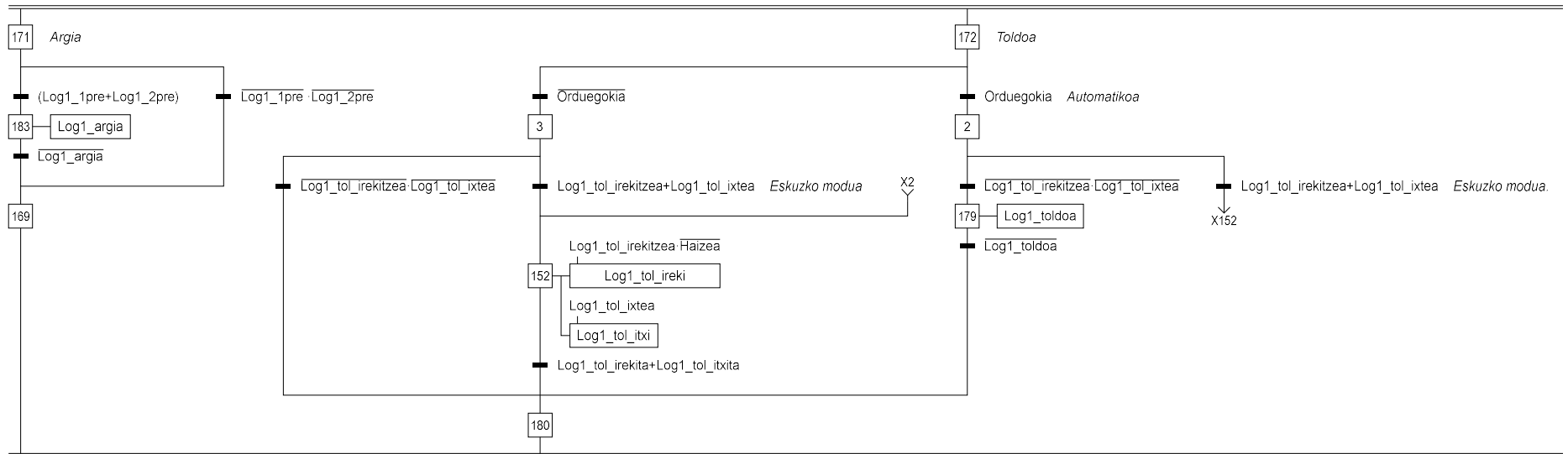
Grafcet honek logelaren automatizazio orokorra kudeatzen duela esan daiteke, izan ere, bertan automatizatu diren sistema guztiak batzen ditu. Bertan sistemak eskuzko moduan edota funtzionamendu automatikoa era berean egiten dute lan. Erabiltzaileak interfazearen bidez sistemak eskuzko modua erabili ditzake, adibidez leihoa, toldoa eta pertsiana irekitzea edo ixtea. Sistemak ez dute modu automatikoa funtzionatuko eskuzko moduan funtzionatzen duten bitartean, baina behin sistema horren eskuzko modua amaituta, funtzionamendu automatikoa funtzionatu dezakete.

Hori horrela, funtzionamendu moduaren arabera, inplemetatutako azpi-sistema guztien funtzionamendurako, bakoitzak bere Grafcet-a erabiliko du, aldiz, suaren kasuan, Grafcet honetan burutzen da.

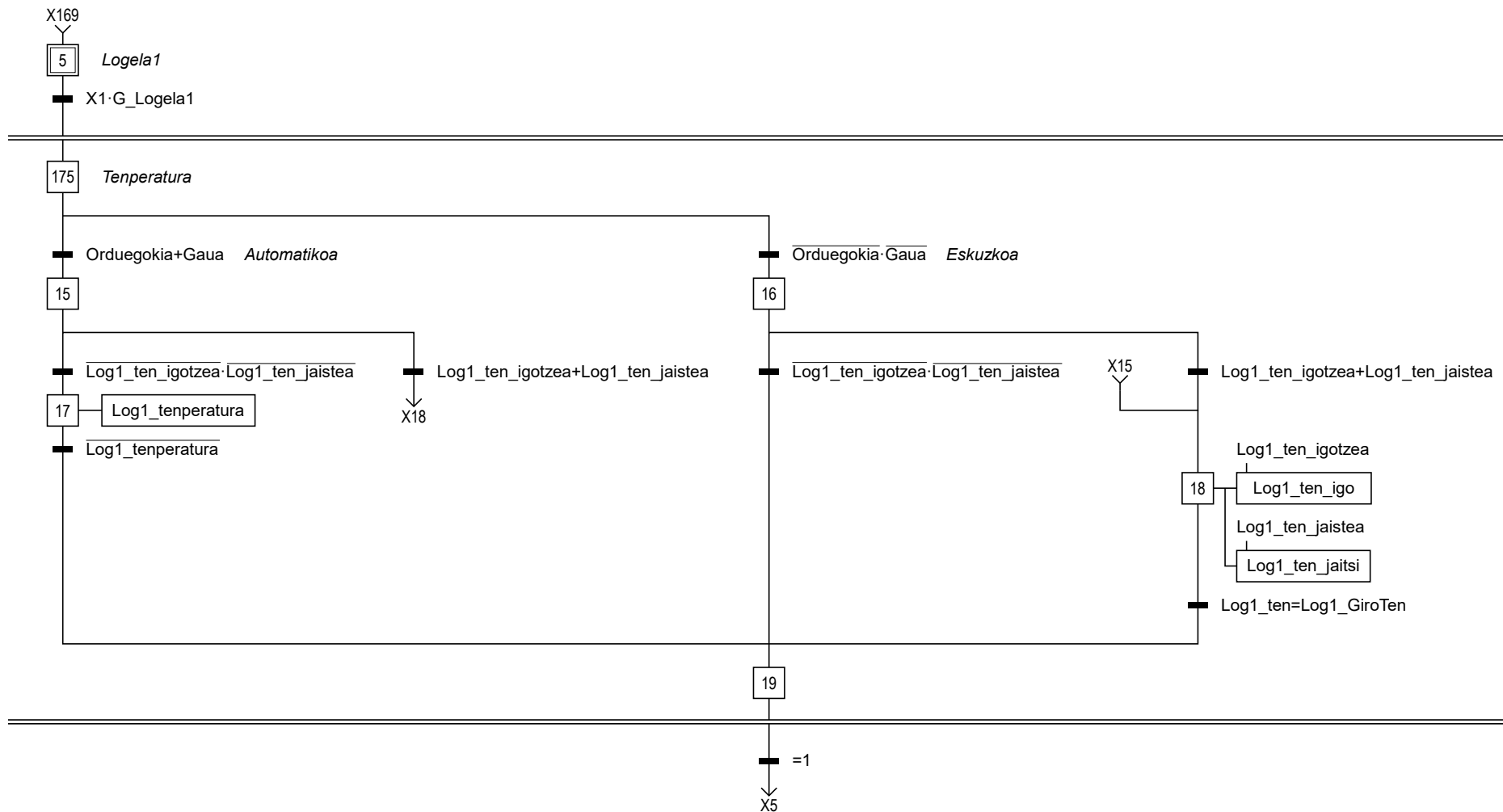
Irudia 53-n Logela 1-eko Grafcet orokorra eskaintzen da, Irudia 54-Irudia 57 irudietan aldiz, Grafcet handi honen zatiak detaile handiagorekin eman nahi izan dira ulermenta errazteko xedearekin. Horien ostean, Logela 1 osatzen duten beste azpisistemen Grafcet-ak deskribatzen dira.



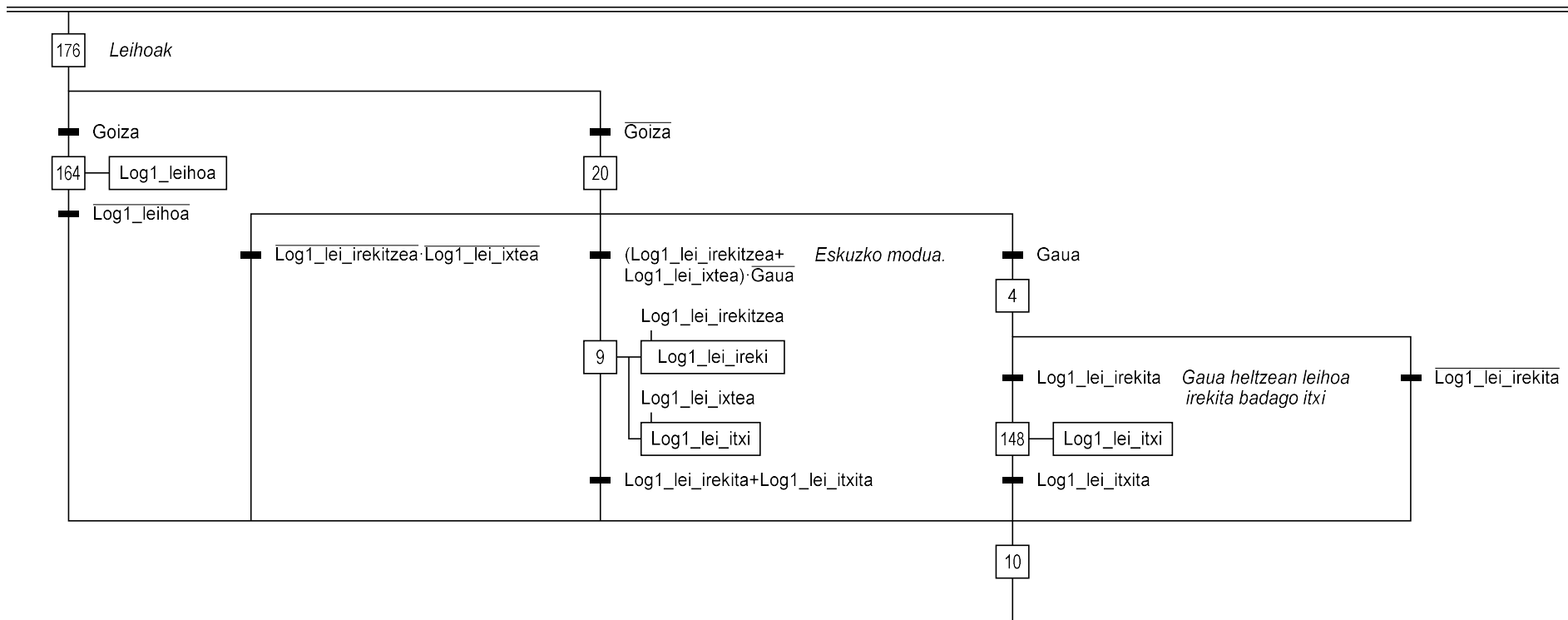
Irudia 53. Logela 1-eko Grafcet orokorra.



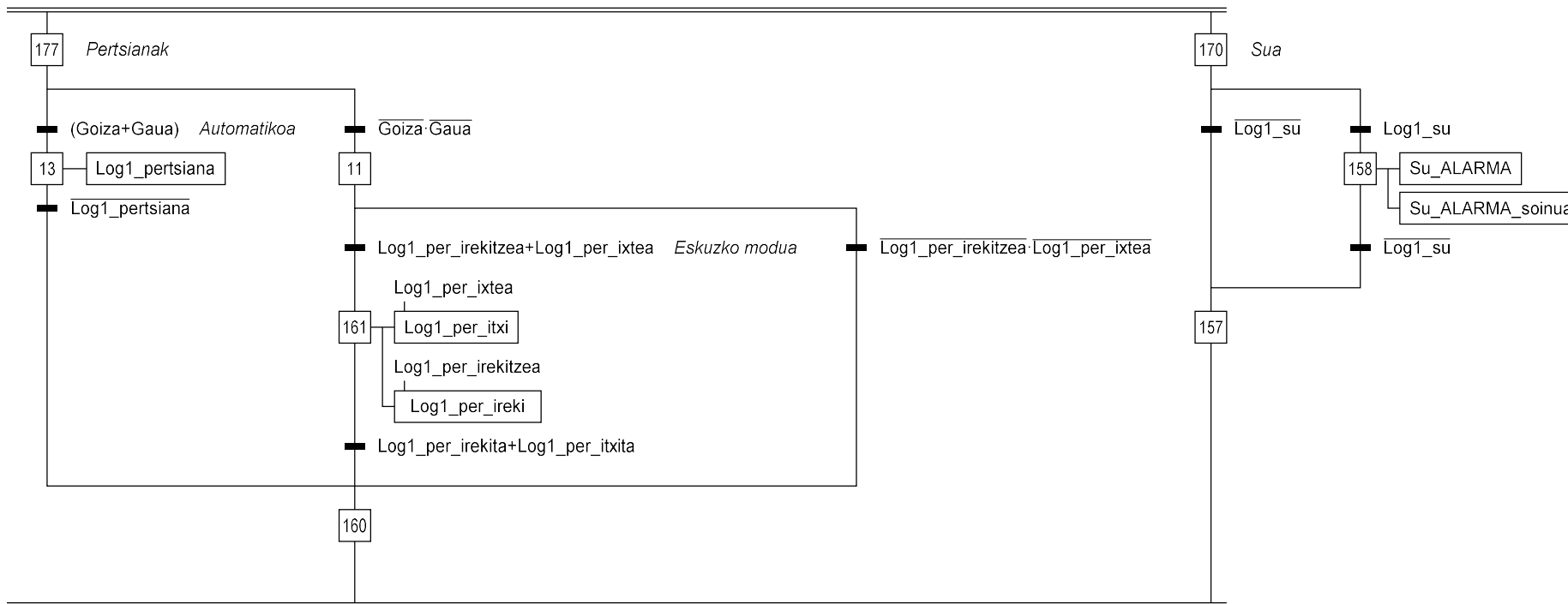
Irudia 54 Logela 1-eko Grafcet-a, argia eta toldoaren zatia handituta.



Irudia 55. Logela 1-eko Grafcet-a, tenperaturaren zatia handituta.



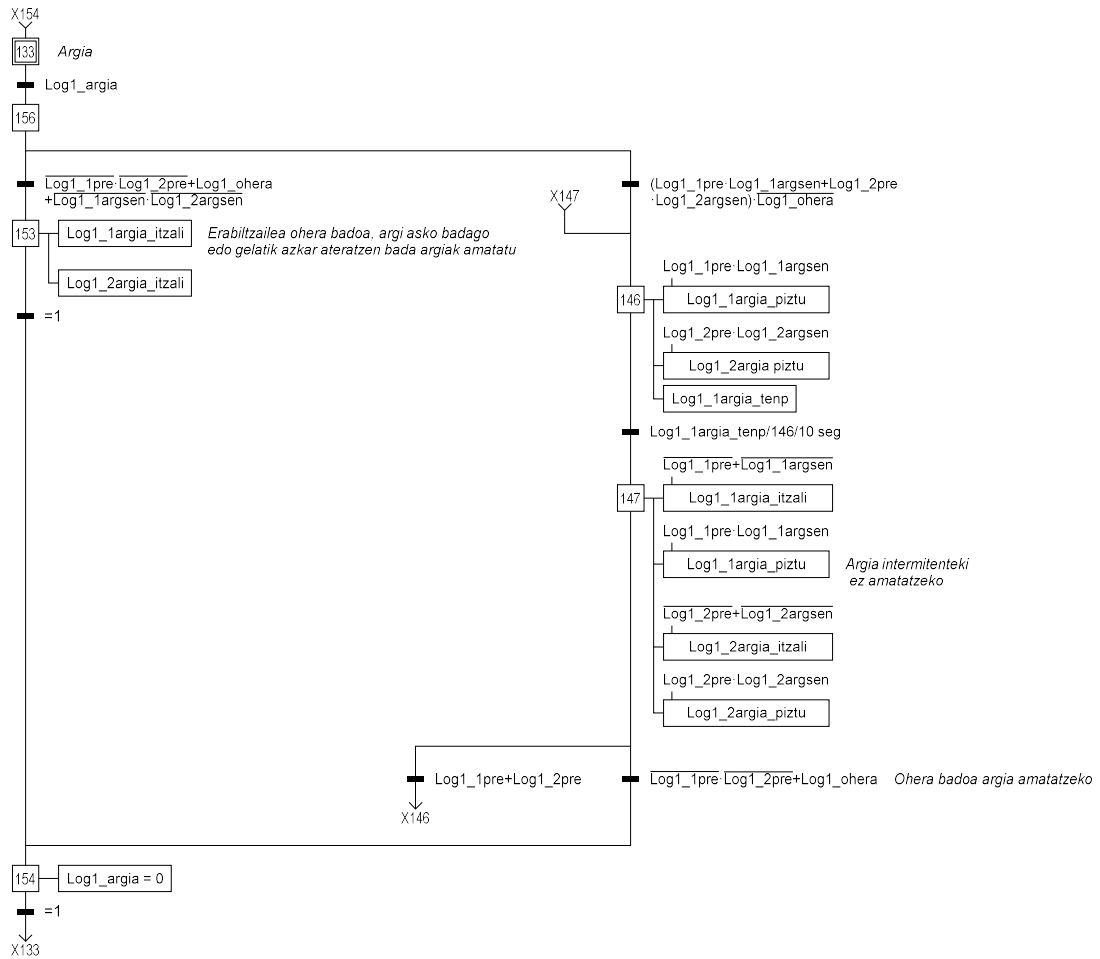
Irudia 56. Logela 1-eko Grafcet-a, leihoaren zatia handituta.



Irudia 57. Logela 1-eko Grafcet-a, pertsiana eta suaren zatia handituta.

GLogela1 argia ():

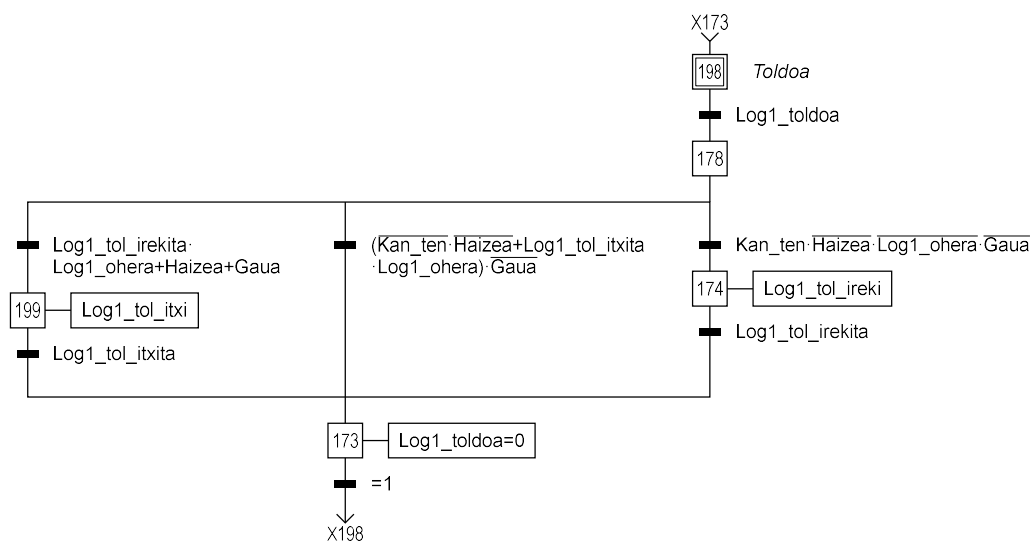
Esan bezala, Logela 1-en Grafcet orokorretik abiatuta, bertan inplementatutako lehen sistema argiaren kontrola kudeatzen duena da. Horrela, *Irudia 58-n*, argiaren funtzionamendua modu automatikoa kudeatuko duen Grafcet-a ematen da. Ikusi ahal den moduan, Grafcet honetan, argiak behar ez direnean ez pizteko, segurtasun moduan eta aurrezteko xedearekin argien beharra egongo ez balitza hauek amatatzeaz arduratuko litzatekeen bide bat ere ikusi daiteke lehen emandako deskribapenekin bat datorrena.



Irudia 58. Logela 1-eko argiaren automatizazio Grafcet-a.

GLogela1 toldoa ():

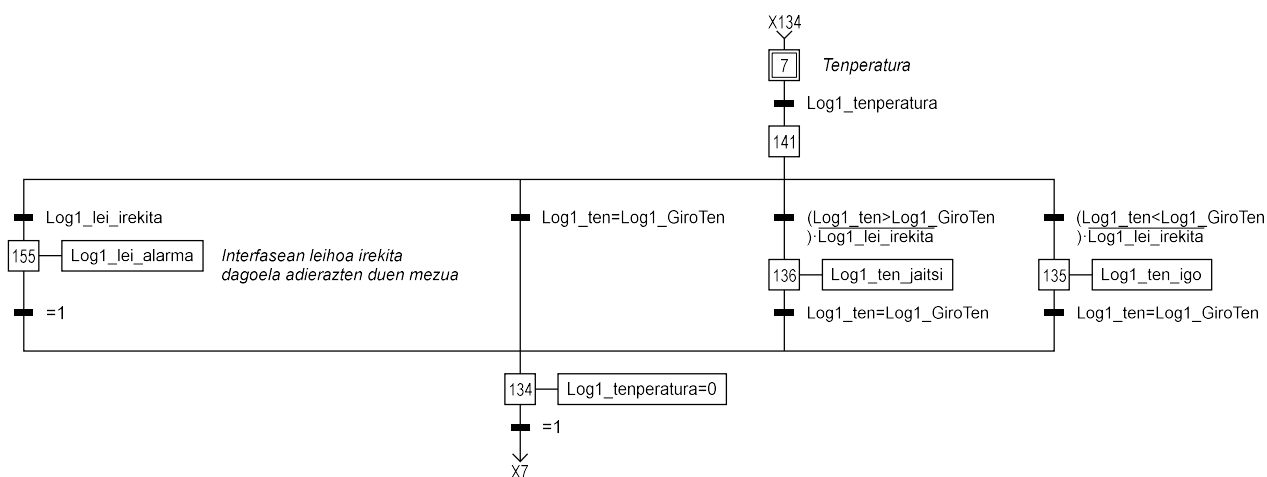
Logela-1 eko Grafcet nagusian inplementatzen den hurrengo sistema gelako toldoa da, funtzionamendu automatikoa *Irudia 59-n* ikusi daiteke. Bertan, kalean dagoen haizea eta tenperaturaren menpe dagoela ikusi daiteke, balio horien arabera toldoa ireki edo itxiko baita. Era berean, gaua edo erabiltzailea lotara badao eragina izango du funtzionamenduan.



Irudia 59. Logela 1-eko toldoaren automatizazio Grafcet-a.

GLogela1 temperatura ():

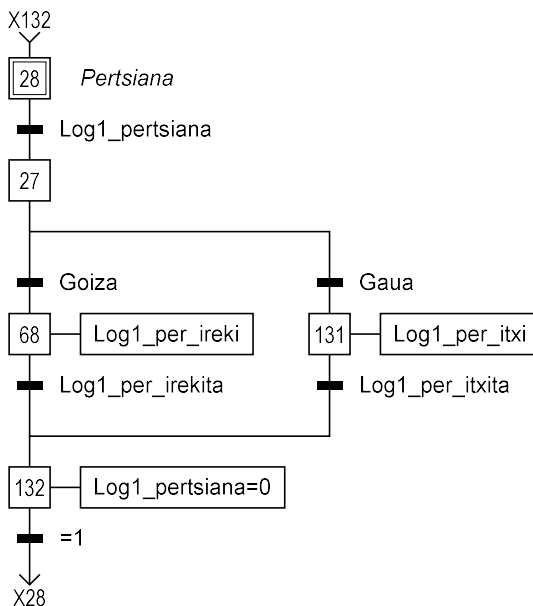
Lehenengo logelan inplementatuko den beste sistema bat temperatura da. *Irudia 60*-n temperaturaren Grafcet automatikoa ikusi daiteke. Nahiz ete temperaturaren Grafcet-a izan, gelan dagoen leihoa irekita edo itxita dagoen izango da kontutuan. Leihoa irekita badago ez da aire girotua piztuko eta interfasean alarma bat agertuko da.



Irudia 60. Logela 1-eko temperaturaren automatizazio Grafcet-a.

GLogela1 pertsiana ():

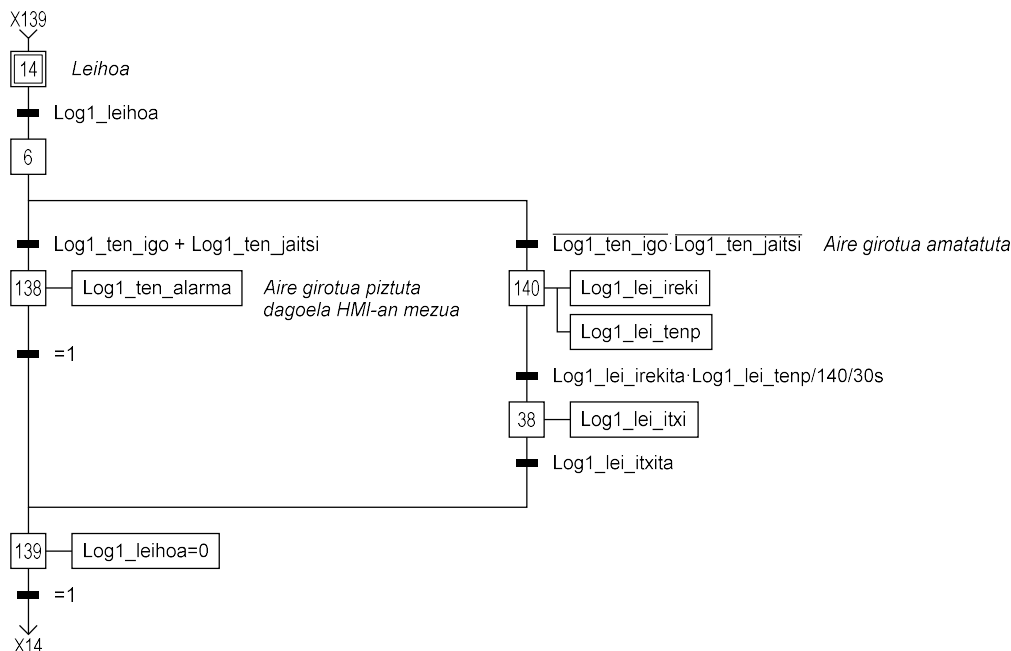
Gelan leiho bakarra dagoenez, pertsiana bakarra dago. Honen funtzionamendu automatikoaren Grafcet-a *Irudia 61*-n agertzen da. Bertan, sistema gauez edo goizez soilik funtzionatuko duela ikusi daiteke.



Irudia 61. Logela 1-eko pertsianaren automatizazio Grafcet-a.

GLogela1 leihoa ():

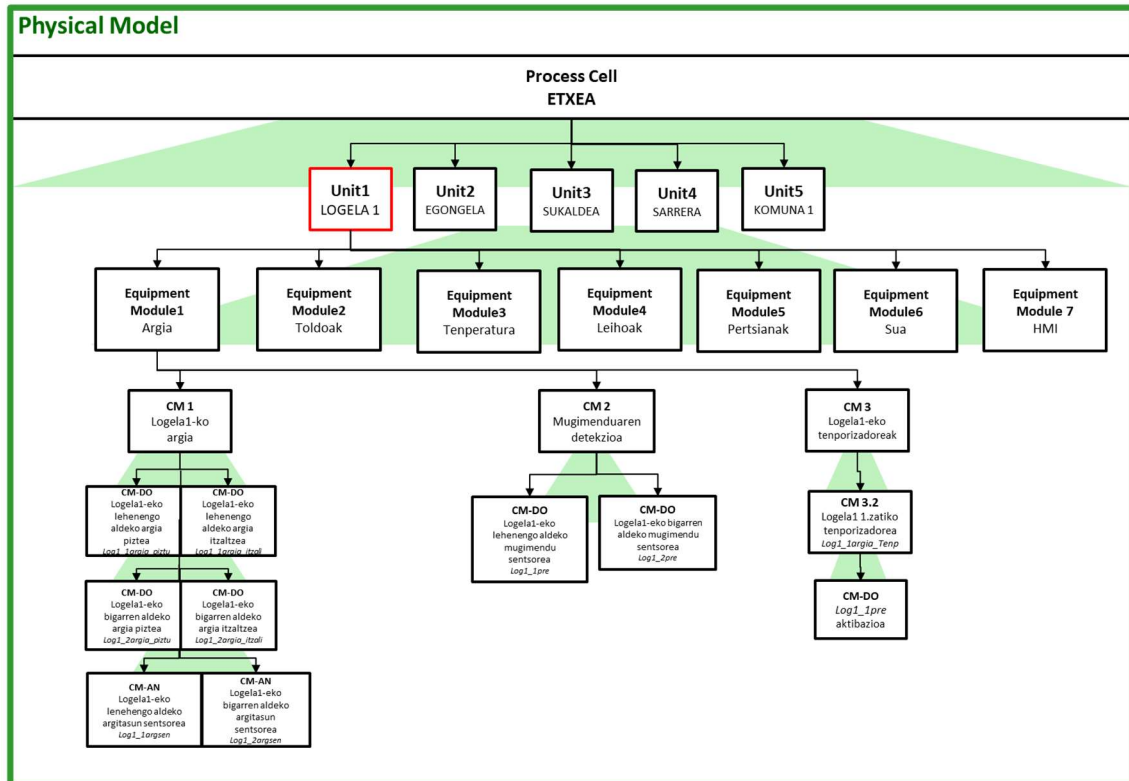
Azkenik, Logela 1-eko leihoaren funtzionamendu automatikoaren Grafcet-a ikusi daiteke *Irudia 62-n*. Temperaturarekin bezala, hemen ere beste sistema batek eragina izango du. Aire girotua pztuta badago, ez da leihoa irekiko eta interfaserara abisu bat bidaliko da erabiltzaileak aire girotua amatatu edo leihoa itxita utzi dezan.



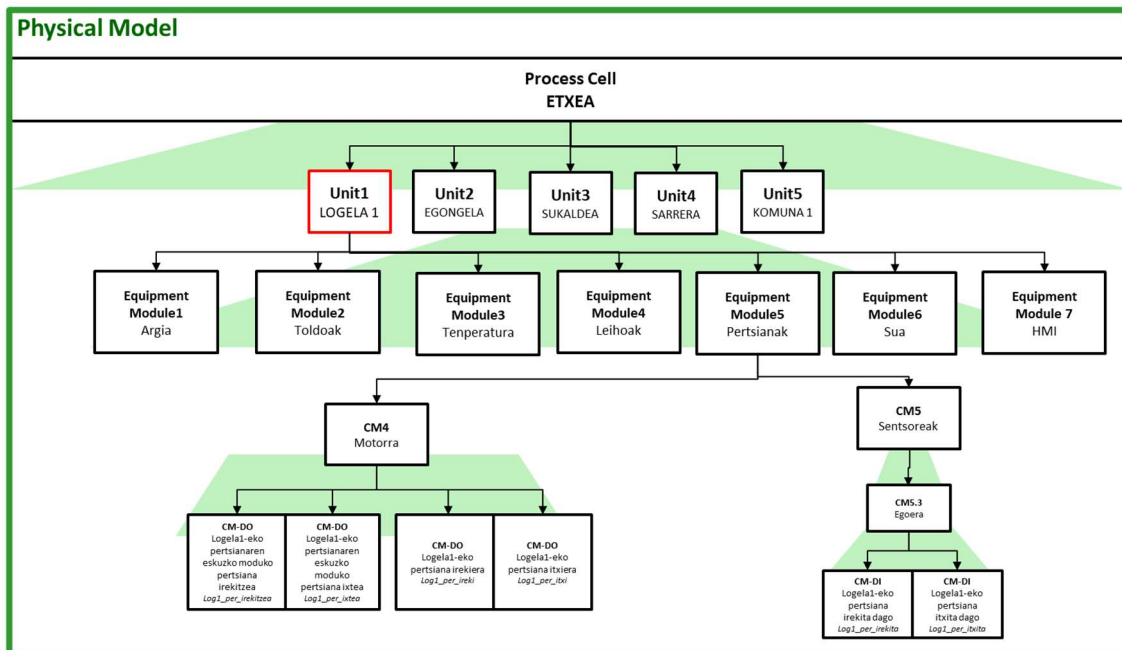
Irudia 62. Logela 1-eko leihoaren automatizazio Grafcet-a.

9.3.2.3. SISTEMAREN SEINALEAK

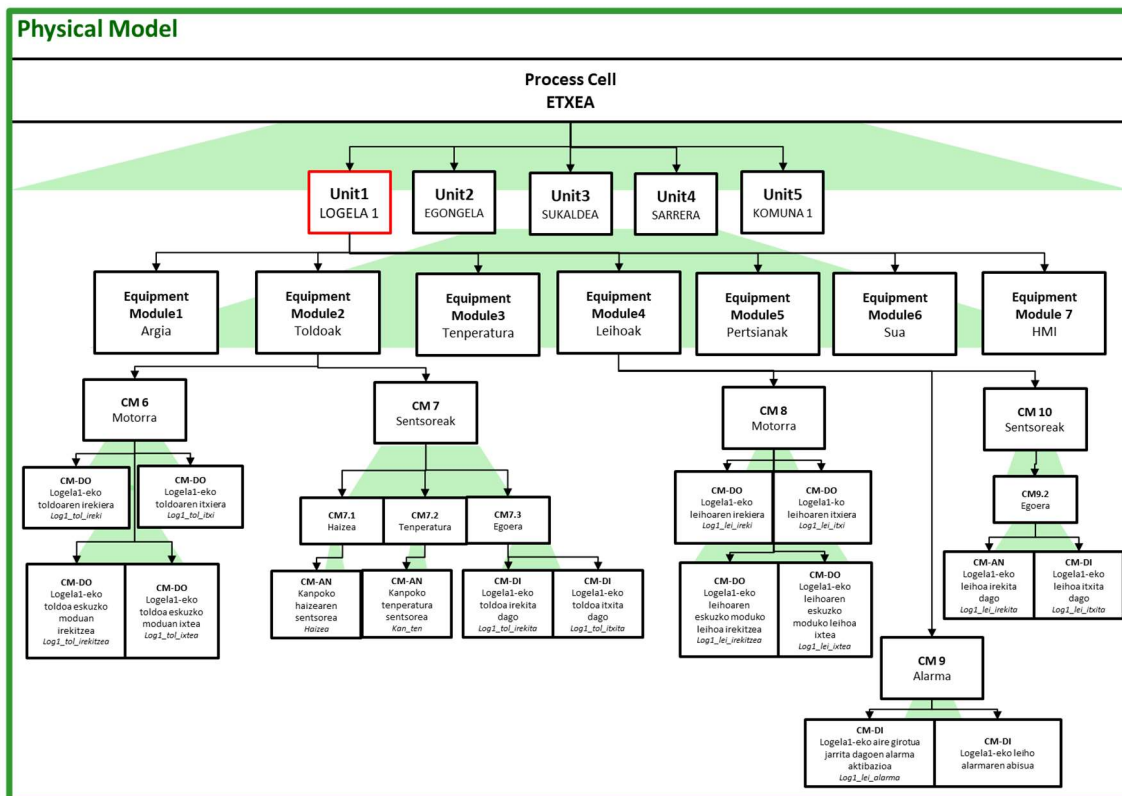
Aurreko ataletan deskribatutako funtzionamenduak implementatu ahal izateko, ezinbestekoa da sistema osatzen duten elementuak ezagutzea. Horretarako, S88 estandarrak definitutako Eredu Fisikoa aurkezten da hemen. Eredu honetan sistemaren funtzionamendurako beharrezkoak diren sarrerak eta irteerak modu argi batean antolatuta aurkeztuko dira sistemaren osagai fisikoen arabera. Ereduaren ulergarritasun erosoagoa eskaintzeko helburuarekin, normalean elkarrekin aurkeztu beharko litzatekeen Eredu Fisikoa azpisistemen arabera banatuta aurkezten da *Irudia 63-Irudia 66* irudien bitartez.



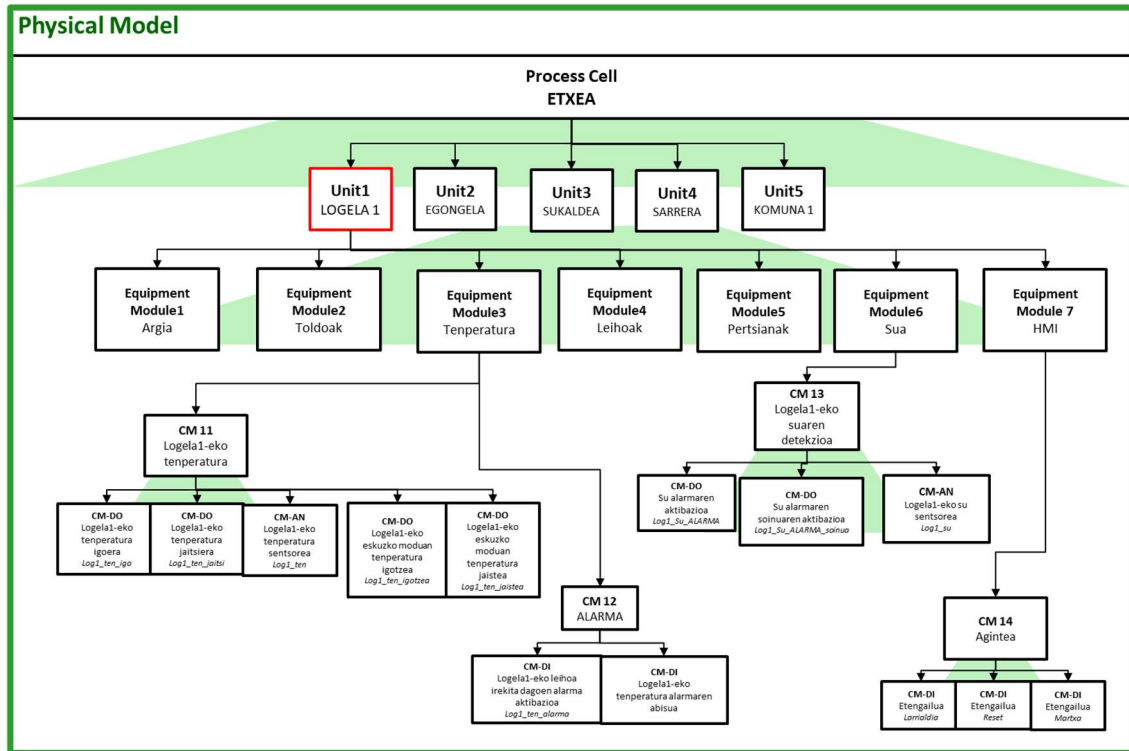
Irudia 63. Logela 1-eko argiaren sarrera eta irteerak Eredu Fisikoa.



Irudia 64. Logela 1-eko pertsianen sarrera eta irteerak Eredu Fisikoan.



Irudia 65. Logela 1-eko toldoaren eta leihoaren sarrera eta irteerak Eredu Fisikoan.



Irudia 66. Logela 1-eko tenperatura , sua eta HMI-aren sarrera eta irteerak Eredu Fisikoan.

Sarrera eta irteerak sailkatuta izanda, hiru taula desberdinetan banatuko dira. *Taula 10*-ean sarrera digitalak daude, *Taula 11*-n sarrera analogikoak eta *Taula 12*-n irteerak. Era berean, *Taula 13*-n sistemen automatizazio Grafcet-ak aktibatzeke erabili diren kontrol seinaleak aurkezten dira, *Taula 14*-n tenporizadoreak eta kontagailuak eta azkenik *Taula 15*-n alarmak eta simulazioak egiteko beharrezkoak izan diren aldagaiak daude.

Taula 10. Logela 1-eko sistemen sarrera digitalak.

SARRERA DIGITALAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Log1_1pre	Bool	Logela 1-eko lehenengo presentzia sentsorea	%I1.0
2	Log1_2pre	Bool	Logela 1-eko bigarren presentzia sentsorea	%I0.1
3	Log1_lei_irekitzea	Bool	Logela1-eko leihoa irekitzeko interruptorea	%I2.7
4	Log1_lei_ixtea	Bool	Logela1-eko leihoa ixteko interruptorea	%I3.0
5	Log1_lei_irekita	Bool	Logela 1-eko leihoa irekita dago	%I3.1
6	Log1_lei_itxita	Bool	Logela 1-eko leihoa itxita dago	%I3.2
7	Log1_tol_irekitzea	Bool	Logela1-eko toldoa irekitzeko interruptorea	%I1.3
8	Log1_tol_ixtea	Bool	Logela1-eko toldoa ixteko interruptorea	%I1.4

9	Log1_tol_irekita	Bool	Logela 1-eko toldoa irekita dago	%I1.5
10	Log1_tol_itxita	Bool	Logela 1-eko toldoa itxita dago	%I1.6
11	Log1_ten_jaistea	Bool	Logela 1-eko tenperatura jaisteko interruptorea	%I2.2
12	Log1_ten_igotzea	Bool	Logela 1-eko tenperatura igotzeko interruptorea	%I2.3
13	Log1_per_irekitzea	Bool	Logela 1-eko pertsiana irekitzeko interruptorea	%I3.4
14	Log1_per_ixtea	Bool	Logela 1-eko pertsiana ixteko interruptorea	%I3.5
15	Log1_per_irekita	Bool	Logela 1-eko pertsiana irekita dago	%I3.6
16	Log1_per_itxita	Bool	Logela 1-eko pertsiana itxita dago	%I3.7
17	Log1_ohera	Bool	Logela 1-ea erabiltzailea lotara doa	%I0.5

Taula 11. Logela 1-eko sistemen sarrera analogikoak.

SARRERA ANALOGIKOAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Log1_su	Bool	Logela 1-eko su sentsorea	%I4.0
2	Goiza	Bool	Erabiltzaileak erabakitako goizeko ordu tartea (8.00-8.01, 1min)	%M0.7
3	Gaua	Bool	Erabiltzaileak erabakitako gaueko ordua (21.00-21.01, 1min)	%M1.1
4	Orduegokia	Bool	Erabiltzaileak erabakitako eguneko ordu tartea (Goiza eta gaua artean, 8.01-20.59)	%M0.6
5	Haizea	Bool	Haize sentsorea	%I1.7
6	Kan_ten	Bool	Kanpoko tenperaturaren sentsorea	%I2.0
7	Log1_ten	Real	Logela 1-eko tenperatura sentsorea	%ID6
8	Log1_GiroTen	Real	Erabiltzaileak geletan nahi duen tenperatura balioa	%ID10
9	Log1_largsen	Bool	Logela 1-eko lehenengo argitasun sentsorea	%I0.3

10	Log1_2argsen	Bool	Logela 1-eko bigarren argitasun sentsorea	%I0.4
----	--------------	------	---	-------

Taula 12. Logela 1-eko sistemen irteerak.

IRTEERA DIGITALAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Log1_Su_ALARMA	Bool	Su alarma aktibatu	%Q1.4
2	Log1_Su_ALARMA soinua	Bool	Su alarmaren soinua aktibatu	%Q1.5
3	Log1_largia_piztu	Bool	Logela 1-eko lehenengo ataleko argia piztu	%Q0.0
4	Log1_largia_itzali	Bool	Logela 1-eko lehenengo ataleko argia itzali	%Q0.2
5	Log1_2argia_piztu	Bool	Logela 1-eko bigarren ataleko argia piztu	%Q0.1
6	Log1_2argia_itzali	Bool	Logela 1-eko bigarren ataleko argia itzali	%Q0.3
7	Log1_tol ireki	Bool	Logela 1-eko toldoa ireki	%Q0.4
8	Log1_tol itxi	Bool	Logela 1-eko toldoa itxi	%Q0.5
9	Log1_lei ireki	Bool	Logela 1-eko leihoa ireki	%Q1.0
10	Log1_lei itxi	Bool	Logela 1-eko leihoa itxi	%Q1.1
11	Log1_per ireki	Bool	Logela 1-eko pertsiana ireki	%Q1.2
12	Log1_per itxi	Bool	Logela 1-eko pertsiana itxi	%Q1.3
13	Log1_ten igo	Bool	Logela 1-eko tenperatura igo	%Q0.7
14	Log1_ten jaitsi	Bool	Logela 1-eko tenperatura jaitsi	%Q0.6

Taula 13. Logela 1-eko sistemen kontrol seinaleak.

KONTROL SEINALEAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Log1_argia	Bool	Logela 1-eko argiaren modu automatikoa aktibatu	%M0.0
2	Log1_toldoa	Bool	Logela 1-eko toldoaren modu automatikoa aktibatu	%M1.2
3	Log1_tenperatura	Bool	Logela 1-eko tenperaturaren modu automatikoa aktibatu	%M2.1
4	Log1_leihoa	Bool	Logela 1-eko leihoaren modu automatikoa aktibatu	%M2.6
5	Log1_pertsiana	Bool	Logela 1-eko pertsianaren modu automatikoa aktibatu	%M3.3

Taula 14. Logela 1-eko sistemen tenporizadore eta kontagailuak.

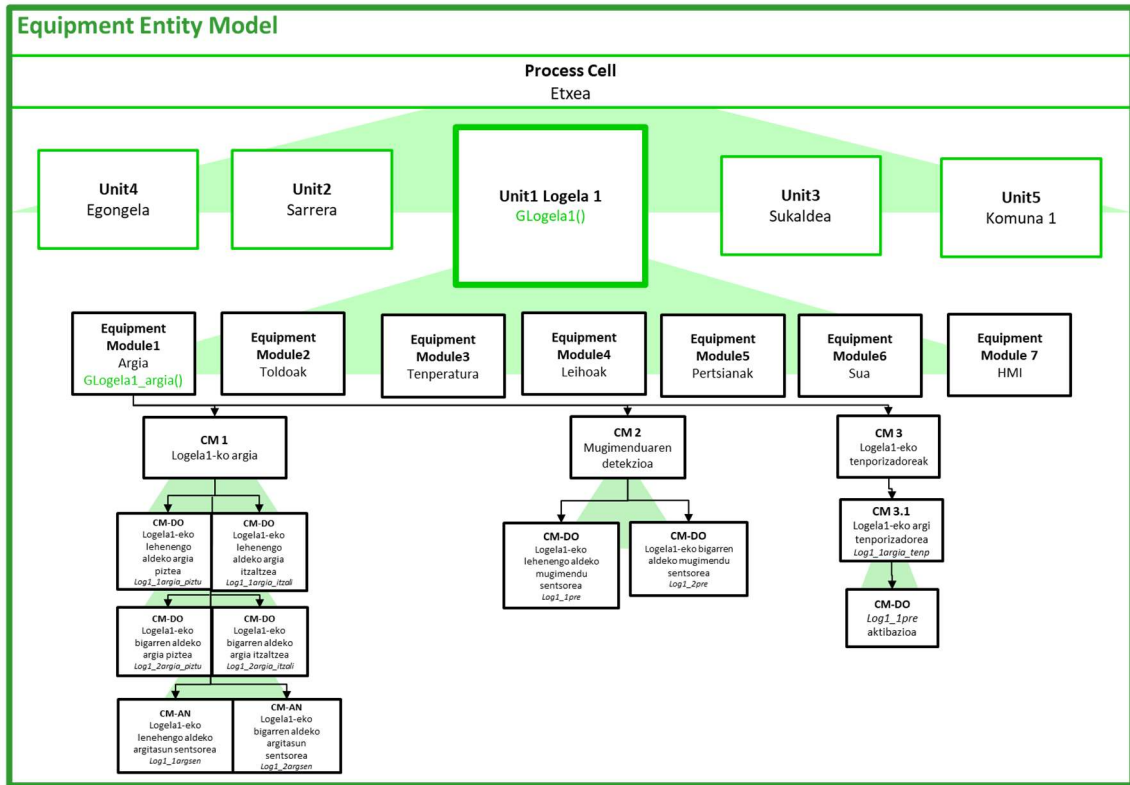
TENPORIZADOREAK ETA KONTAGAILUAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Log1_largia_tenp	Bool	Logela 1-eko argiak programatzeko tenporizadorea	%M4.6
2	Log1_kontagailua	Bool	Hauzasko zenbakiak hartzeko erabiltzen den kontagailua	%M2.4
3	Log1_lei_tenp	Bool	Logela 1-eko leihoak programatzeko tenporizadorea	%M20.3

Taula 15. Logela 1-eko sistemen aldagaiak.

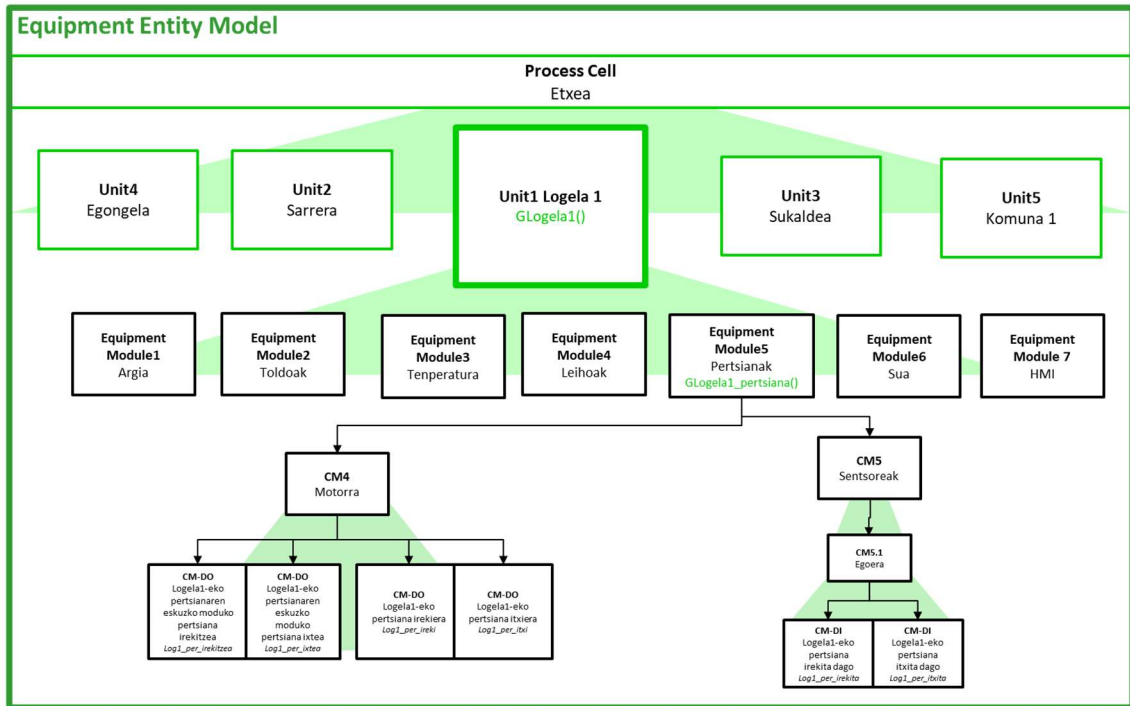
ALDAGAIK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Log1_lei_alarma	Bool	Logela 1-en aire girotua jarrita dagoen alarma, leihoa ez irekitzeko	%M4.2
2	Log1_ten_alarma	Bool	Logela 1-en leihoa irekita dagoen alarma, aire girotua ez jartzeko	%M4.1
3	Log1_HauzaskoZenb	Bool	Logela 1-eko simulaziorako tenperaturako hauzasko zenbakiak lortzeko erabili den aldagaia	%M4.5
4	Log1_Random	Real	Logela 1-eko simulaziorako tenperaturako hauzasko zenbakia bertan gordetzeko erabiltzen den aldagaia	%MD14

9.3.2.4. EKIPO - ENTITATE EREDUA

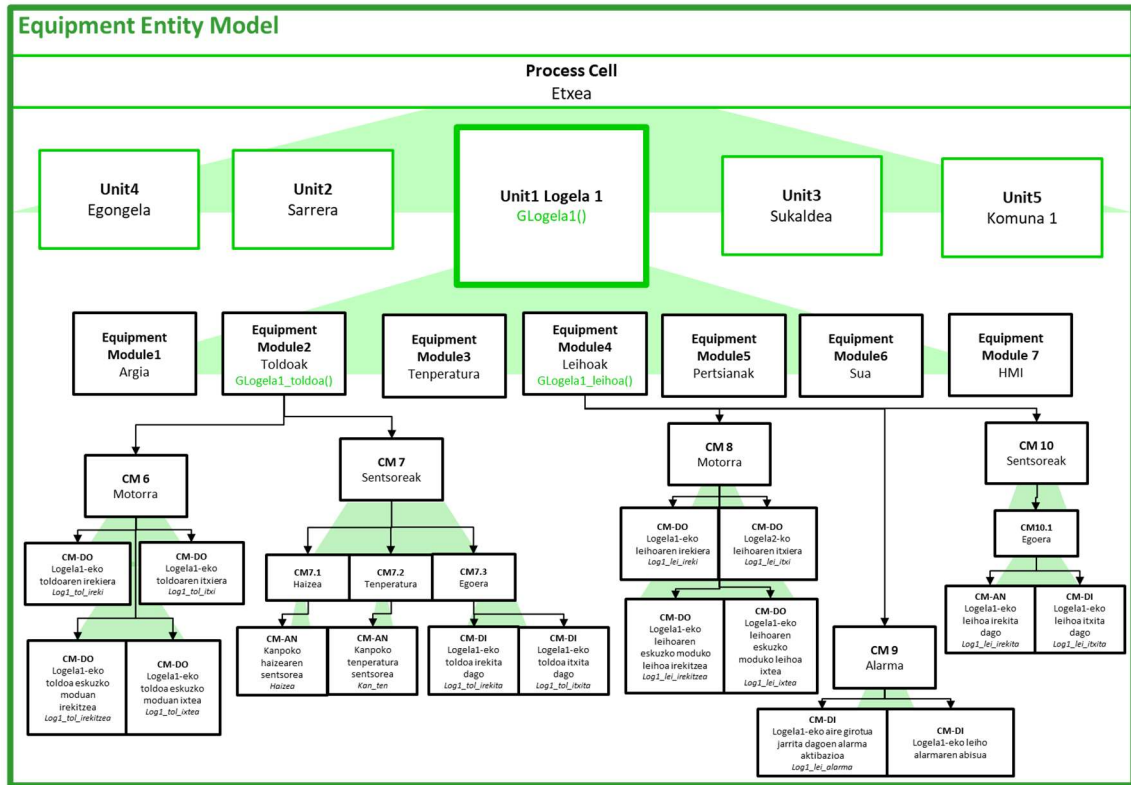
S88 arauaren azken eredia Ekipo - Entitate Eredua da. Ereduek, kontrol-sistemaren barruan, objektuen erlazioak eta atributuak ezartzen ditu. *Irudia 67-Irudia 70* irudietan ikusi daitekeen bezala, aurretik azaldutako Eredue Fisikoa eta Prozedura Eredue batzen ditu. Sarrera eta irteera bakoitza zein Graficet-etan aurkitu daitekeen adieraziz. Horrela egin beharreko eragiketak zein ekipo fisikoak erabiliz burutuko diren adierazten duela esan daiteke.



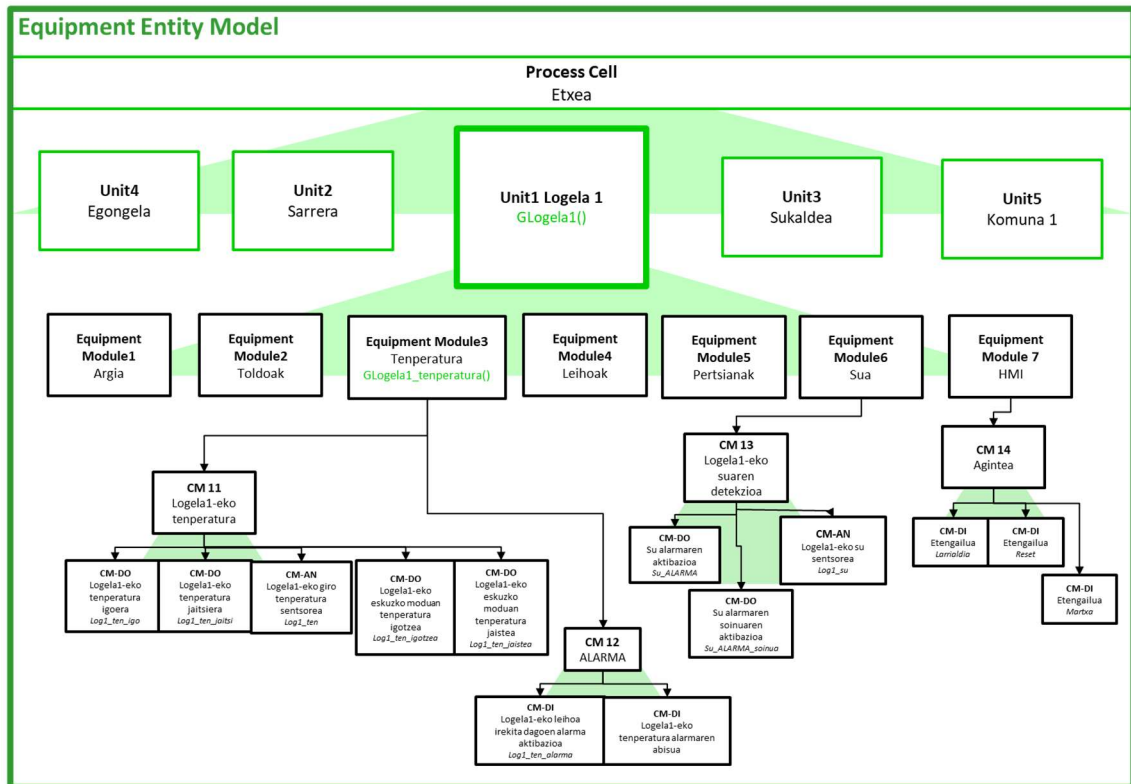
Irudia 67. Logela 1-eko argiaren Ekipo Entitate Eredua.



Irudia 68. Logela 1-eko pertsianaren Ekipo Entitate Eredua.



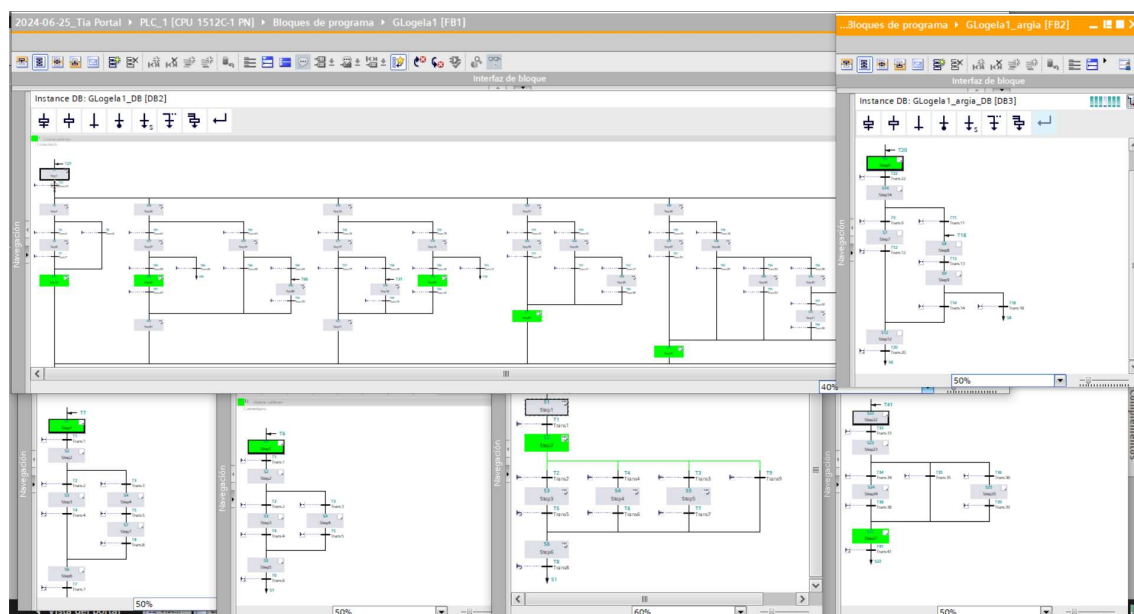
Irudia 69. Logela 1-eko leiho eta toldoaren Ekipo Entitate Eredua.



Irudia 70. Logela 1-eko temperatura, sua eta HMI-aren Ekipo Entitate Eredua.

9.3.2.5. INPLEMENTAZIOA TIA PORTAL-EN

Logela 1-eko sistema guztiak definituta izanda, TIA Portaleko implementazioarekin hasi da. Sistemen programazioa banaka egitea erabaki da azpisistema bakoitzaren funtzionamendu egokia bermatuz joan ahal izateko. Hau da, argi sistema programatu eta bere funtzionamendu frogak PLCSIM simulazio erremintarekin gauzatu egin dira beste sistema baten implementaziora pasa baino lehen. Sistema ondo funtzionatzen duela ikusita, hurrengo sistema txertatu da eta aurrekoarekin bezala, bi sistemak batera modu egokian funtzionatzen dutela egiaztatu da PLCSIM-arekin egindako simulazioen bidez. Inplementazio patroia hori jarraitu da gela osoko sistemen implementazioa eta funtzionamendu egokia lortu den arte. Horrela egitea erabaki da agertu daitezkeen akatsak azkarrago eta modu erosoago eta errazago batean aurkitu eta konpondu ahal izateko. *Irudia 71*-n PLC simulazio froga adibideak ikusi daitezke.



Irudia 71. Logela 1-en PLC simulazioak.

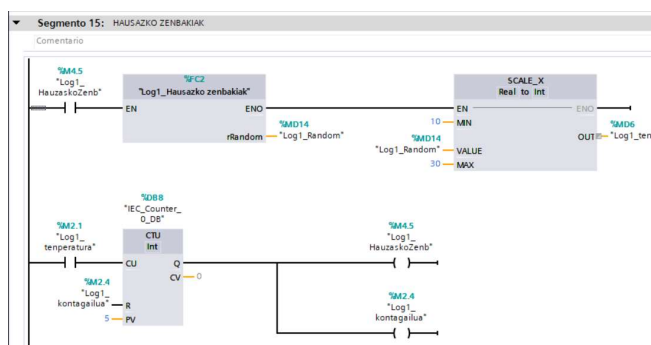
Ondoren, sistemak HMI-a froga erreminta bezala erabili da. Kontutan hartu behar da, honelako frogetan erabiltzaileak HMI-an kokatutako botoiak sakatzeaz arduratu beharko dela sistemen funtzionamendu pauso desberdinak emulatzeko, adibidez, leiho bat irekitzen ari denean, erabiltzaileak guztiz irekita dagoela adierazten duen sentsorea irudikatzen duen botoia sakatu beharko du leihoaren irekitzea eteteko. Horretarako implementazioan beharrezko moldaketak egin dira. Hauen artean aipatzekoa da tenperaturaren kontrolerako diseinatutako sistemarekin frogak egin ahal izateko, *Irudia 72*-n ikusi daitezkeen hausazko zenbakiak garatzen dituen funtzio bat erabili behar izan dela egon ahal diren tenperatura aldaketak erreproduzitzeko PLC-a ez dagoelako neurgailu fisiko bati konektatuta. Funtzioari hausazko zenbakiak eskatzeko, *Irudia 73*-n ikusi daitezkeen Main-eko programa zatia garatu egin da.

```

IF... CASE... FOR... WHILE... (*...*) REGION
OF... TO DO... DO...

1 // read systertime
2 #timeTck := TIME_TCK(); // TIME
3
4 // calculate random number
5 #diTime := TIME_TO_DINT(#timeTck);
6 #rTime := DINT_TO_REAL(#diTime);
7 #rRandom := SIN(#rTime);
  
```

Irudia 72. Logela 1-en hauszko zenbakiak lortzen dituen funtzioa.



Irudia 73. Logela 1-eko hauszko zenbakiak lortzeko Main-eko programaren zatia.

Behin hauszko zenbakia lortuta, erabiltzaileak sartu duen giro tenperatura zenbakira igotzeko edo jaisteko, *Irudia 74* (tenperatura igotzeko) eta *Irudia 75*-n (tenperatura jaisteko) agertzen diren funtzioak sortu dira. Funtzio horiek *Irudia 76*-n agertzen den Main atalean aktibatzen dira.

```

IF... CASE... FOR... WHILE... (*...*) REGION
OF... TO DO... DO...

1 // Log1_Ten balioa Konst balioari esleitu
2 #Konst := #Log1_Ten;
3
4 // Konst handitzeko begizta, Ten-en balioaren berdina izan arte
5 WHILE #Konst < #Ten DO
6   #Konst := #Konst + 1;
7 END_WHILE;
8
9 // Esleitu Konst-en azken balioa Log1_Ten_1-i
10 #Log1_Ten_1 := #Konst;
  
```

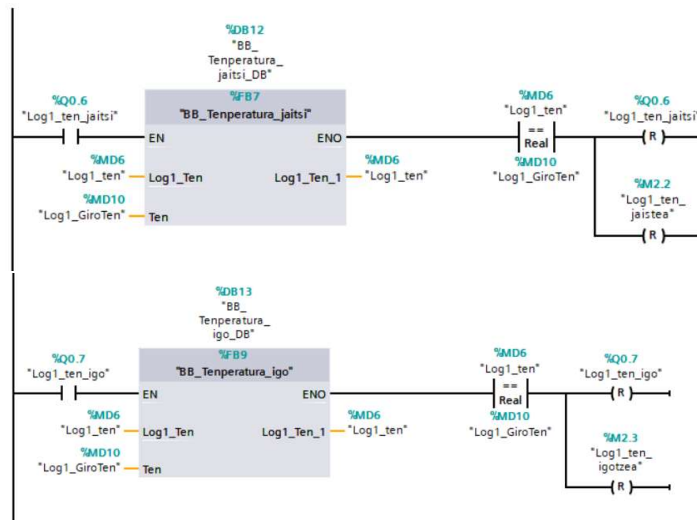
Irudia 74. Tenperatura igotzeko inplementatutako funtzioa programazio lengoiaia egituratuan /ST lengoian balio duen funtzioa.

```

IF... CASE... FOR... WHILE... (*...) REGION
OF... TO DO... DO...

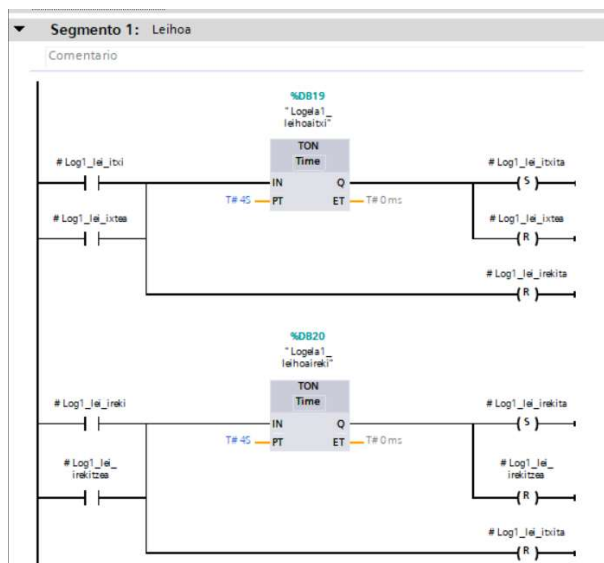
1 // Log1_Ten balioa Konst balioari esleitu
2 #Konst := #Log1_Ten;
3
4 // Konst murrizteko begizta, Ten-en balioaren berdina izan arte
5 WHILE #Konst > #Ten DO
6     #Konst := #Konst - 1;
7     END_WHILE;
8
9
10 // Esleitu Konst-en azken balioa Log1_Ten_1-i
11 #Log1_Ten_1 := #Konst;
    
```

Irudia 75. Tenperatura jaisteko erabiltzen den funtzioa.

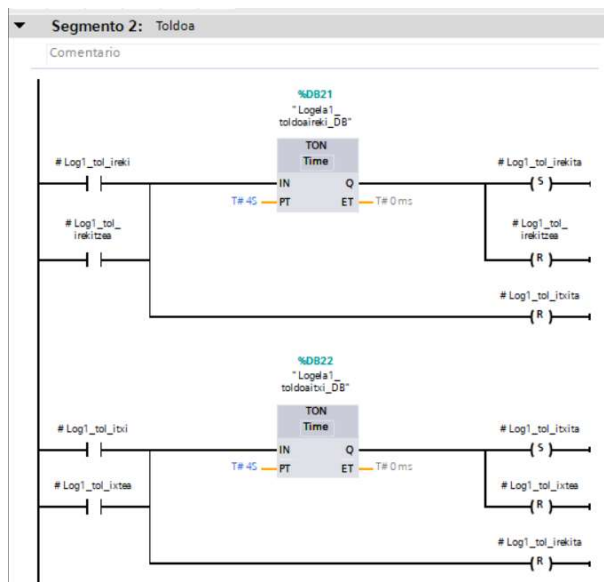


Irudia 76. Tenperaturaren kontrolerako Main-ean txertatutako atala kontaktuzko lengoian/LD lengoian.

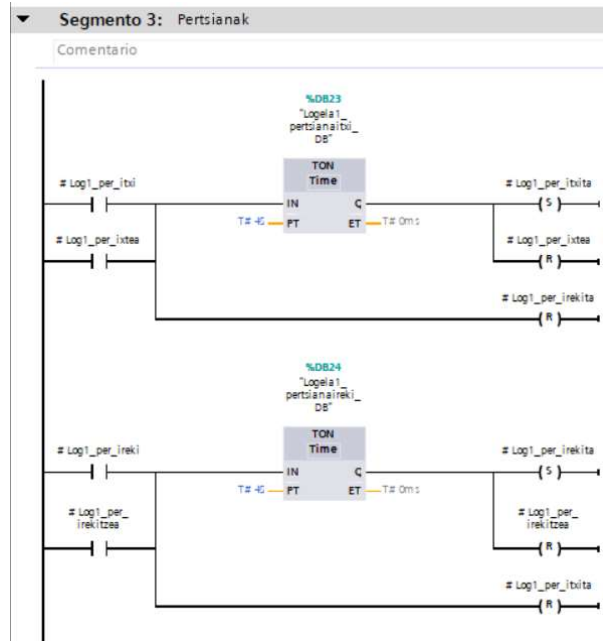
HMI-a froga erreminta bezala erabiliz sistema osoaren funtzionamendu egokia egiaztatu ondoren, biki funtzional bat inplementatu da sistemaren funtzionamendua modu automatizatuago eta independenteago batean frogatu ahal izateko *Irudia 80*-n ikusi daitekeena. Horrela, programazioan txertatutako tenporizadore batzuek baliatuz sistemak erabiltzailearen parte hartzerik gabe funtzionatzea lortu nahi da. Hau da, adibidez leihoa irekitzen ari denean, hau irekitzen jarraituko da aurredefinitutako denbora bat igaro arte, orduan irekita dagoela adierazten duen sentsorea aktibatuko da leihoa guztiz irekita jakinaraziz sistemara erabiltzaileak, aurreko frogetan lehen gertatzen zen moduan, ezer sakatu gabe. *Irudia 81*-n Logela 1-eko HMI-ko azken pantaila ikusi daiteke.



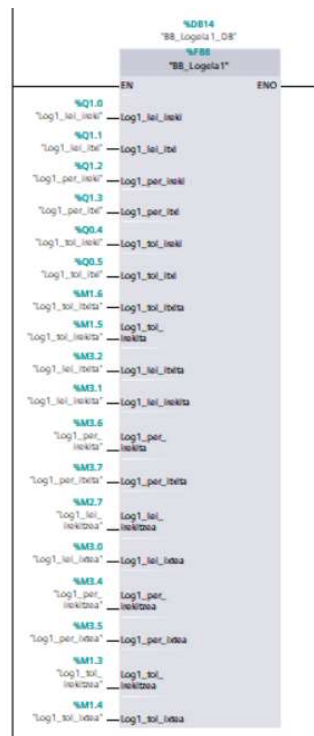
Irudia 77. Logela 1-eko leihoaren biki birtuala.



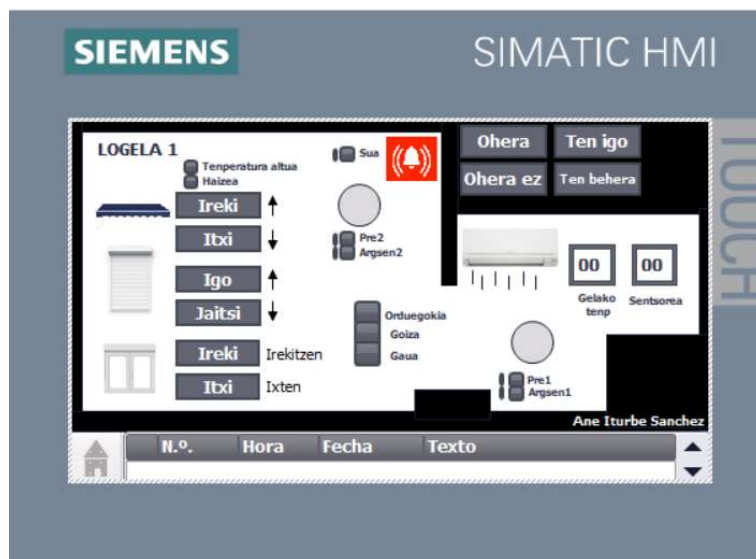
Irudia 78. Logela 1-eko toldoaren biki birtuala.



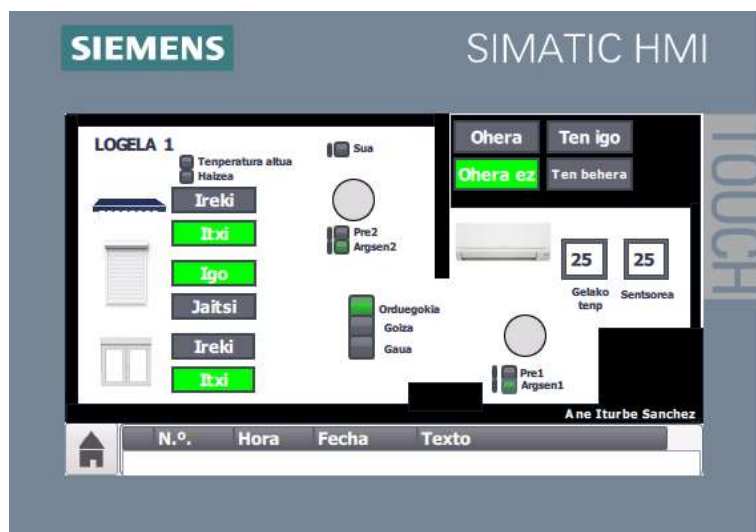
Irudia 79. Logela 1-eko pertsianaren biki birtuala.



Irudia 80. Logela 1-eko biki birtualaren aldagai esleipena.



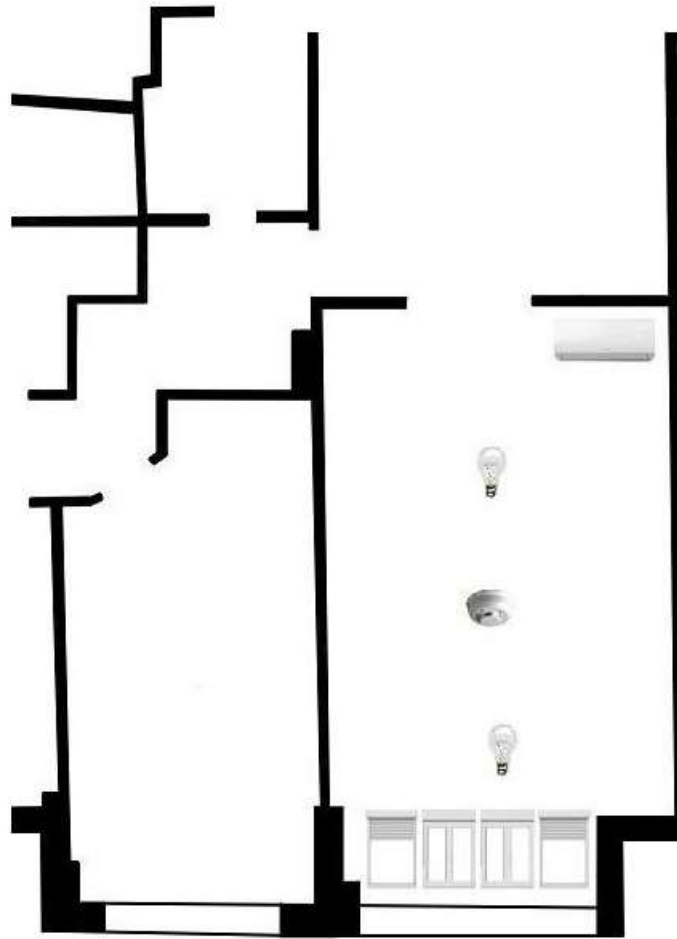
Irudia 81. Logela 1-eko HMI irudia.



Irudia 82. Logela 1-eko simulazioak biki birtualarekin.

9.3.3. 2. GELA: EGONGELA

Egongela etxeko gelarik handiena da eta etxe horretan bizi direnek beren denbora gehiena igarotzen duten lekua. Bertan argi-sistema (gelan dauden bi argi puntuak bi bonbillen bidez irudikatu dira), bi leihoen eta beren pertsiaren irekiera eta itxiera, gelako tenperatura eta gelan sua dagoen edo ez kontrolatuko dira. *Irudia 83-en* agertzen da sistema bakoitzak hartzen duen kokalekua:

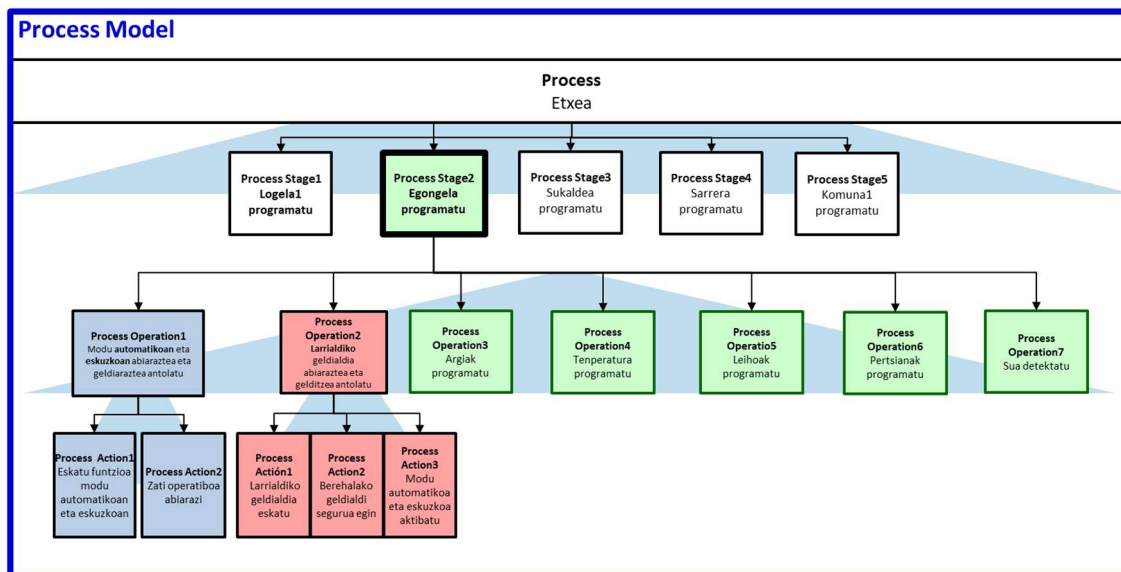


Irudia 83. Egongelako automatizazio sistemak.

9.3.3.1. SISTEMAREN FUNTZIONAMENDUAREN DESKRIBAPENA

Automatizatuko diren sistemak eta erabiltzailearen eskakizunak kontuan hartuta, automatizazio sistema bakoitzaren deskribapena burutu da, irtenbide errentagarri eta eroso bat planteatuz.

Proiektuaren garapenerako jarraitu den V ereduarekin jarraituz, lehenengo gelan egin den bezala, Egongelaren sistemetan burutu behar diren eragiketak modu antolatu batean adierazteko atalaren Prozesu Eredua ematen da *Irudia 84*-n. Ondoren, azpisistema bakoitzaren funtzionamenduaren deskribapena adierazten da.



Irudia 84. Egongelako Prozesu Eredua.

Ondoren sistema bakoitza bakarka azalduko da:

- **Argia:**

Egongelako argitasun sisteman modu automatikoa soilik funtzionatuko du. Gela bi zatitan banatu da, sarrerarekin konektatzen duen gelaren zatia (lehenengo alde) eta gainerako gelaren zatia (bigarren alde). Egongelaren alde bakoitzean bonbilla bat egongo da.

Egongelako argitasun sistemaren funtzionamendu automatikoa, presentzia eta argitasun sentsoreak erabiltzen dira. Gelan norbait sartzean, bertan dagoen argitasun mailaren arabera beharrezkoa denean bakarrik piztu daitezten argiak.

Funtzionamendu automatikoa lan egiteko, gelan dauden presentzia sentsoreetako bat aktibatuta badago (*Egon_1pre* edo *Egon_2pre*), hau da, gelan norbait sartu bada, kontrol seinale bat aktibatuko da (*Egon_argia*) eta argiak modu automatikoa lan egingo dute. Aldiz, presentzia sentsoreak ez badute inor sumatzen, ez dira argiak piztuko. Modu automatikoa amaiara kontrol seinalearen (*Egon_argia*) desaktibazioarekin gertatzen da.

Hau horrela, argia egunez ez pizteko, bi argitasun sentsore jarri dira, bat gelako lehenengo aldean (*Egon_1argsen*) eta beste bat gelako bigarren aldean (*Egon_2argsen*). Sentsoreek gelan argia piztu gabe izateko argitasun nahikoa dagoela adierazten badute (*2000 lux* edo *gehiago*) sentsoreak amatatuta egongo dira (0 balioarekin) eta ez dira alde bakoitzeko argiak piztuko.

Norbait gelan sartzean, Egongelaren lehenengo aldean kokatuta dagoen presentzia sentsorea (*Egon_1pre*) aktibatuko da eta lehenengo aldeko argitasun sentsorearen arabera (*Egon_1argsen*) argitasun nahikoa ez badago, lehenengo aldeko argiak piztuko dira (*Egon_1argia_piztu*) 1 minutu irauten duen tenporizadore batekin batera (*Egon_argia_tenp*). Momentu berean, gelan gehiago sartuz gero, bigarren aldean kokatuta dagoen presentzia-sentsorea aktibatuko da (*Egon_2pre*) eta bigarren argitasun sentsorearen (*Egon_2argsen*) arabera argitasun nahikoa ez badago, gelaren bigarren aldeko argiak piztuko dira (*Egon_2argia_piztu*). Bi argiak aldi berean piztuta egon daitezke.

Tenporizadorearen denbora amaitzean presentzia sentsoreak aktibatuta jarraitzen badute eta argitasun nahikoa ez badago, argia piztuta jarraituko du eta denboraren kontaketa hasieratik hasiko da berriro. Aldiz, denbora bukatzean presentzia sentsoreak desaktibatuta, hau da, ez bada inoren presentzia antzematen eta

argitasun nahikoa badago, argiak amatatuko dira (*Egon_largia_itzali* eta *Egon_2argia_itzali*). Gelan presentzia sentsoreak ez badute inor sumatzen edo eta argitasun nahikoa badago, argiak automatikoki amatatuko dira. Ostean, kontrol seinalea desaktibatuko da eta funtzionamendu automatikotik aterako da.

- **Temperatura:**

Egongelako temperatura sisteman modu automatikoa eta eskuzko modua aldi berean funtzionatuko dute. Gelan aire girotu bakarra dago.

Egongelako temperatura sistemaren funtzionamendu automatikoak, erabiltzaileak duen interfazean ezarritako balio baten arabera (*Egon_GiroTen*) funtzionatuko du. Giro temperatura balio hori baino handiagoa bada temperatura jaitziko da eta txikiagoa bada aldiz, igo.

Funtzionamendu automatikoan lan egiteko, eguneko orduak izango dira kontuan. Eguneko ordu batzuetan (*Orduegokia**) bakarrik funtzionatuko du eskuzko botoiak aktibatu ez badira (*Egon_ten_igotzea* eta *Egon_ten_jaistea*). Hau betetzen bada, kontrol seinale bat aktibatuko da (*Egon_temperatura*) eta temperatura modu automatikoan lan egingo du. Aldiz, eskuzko botoi bat sakatu bada, ez da modu automatikoa hasiko. Modu automatikoaren amaiera kontrol seinalearen (*Egon_temperatura*) desaktibazioarekin gertatzen da.

Gelan giro temperatura neurtzen duen sentsore bat dago (*Egon_ten*). Sentsoreak erabiltzaileak jarritako temperatura balioa baino temperatura handiagoa badago eta gelako leihoren bat irekita ez badago (*Egon_1lei_irekita* edo *Egon_2lei_irekita*), aire girotuak temperatura jaitziko du (*Egon_ten_jaitsi*) bi temperatura horiek berdintzen diren arte. Ostean, kontrol seinalea desaktibatuko da eta funtzionamendu automatikotik aterako da.

Aldiz, gelako temperatura nahi dena baino hotzagoa bada eta gelako leihoren bat irekita ez badago (*Egon_1lei_irekita* edo *Egon_2lei_irekita*), aire girotuak giroa beroko du (*Egon_ten_igo*) gelako temperatura erabiltzaileak ezarritako temperaturara heltzen den arte. Ostean, kontrol seinalea desaktibatuko da eta funtzionamendu automatikotik aterako da.

Era berean, aire girotua leiho bat edota biak irekita daudelako ez bada piztu, mezu bat agertuko da interfazean (*Egongelako_leihoa_irekita_dago*). Ostean, kontrol seinalea desaktibatuko da eta funtzionamendu automatikotik aterako da.

Gelako temperatura eskuz igo (*Egon_ten_igotzea*) eta jaitsi (*Egon_ten_jaistea*) daiteke eskuzko moduan lan eginez. Modu hau eguneko zein gauko edozein ordutan erabili daiteke, eskuzko botoi bat sakatuz. Gelako temperatura nahi dena baino baxuagoa bada, interfasean temperatura igotzeko botoiari sakatuko da aurretik txertatu den temperaturara heldu arte. Berdina gertatzen da temperatura jaitsi nahi bada, interfasean dagoen temperatura jaitsi botoiari eman eta temperatura nahi den balioaren berdina denean geldituko da.

- **Leihoak:**

Egongelako leihoen sisteman modu automatikoa eta eskuzko modua aldi berean funtzionatuko dute. Gelan bi leiho daude.

Egongelako leihoen sistemaren funtzionamendu automatikoa goizean (*Goiza**) soilik funtzionatuko du eta aire girotua piztuta (*Egon_ten_igo* eta *Egon_ten_jaitsi*) dagoen edo ez izango da kontuan. Leihoak irekita edo itxita daudela jakiteko leiho bakoitzak bi sentsore ditu (lehenengoak *Egon_1lei_irekita* eta *Egon_1lei_itxita*, bigarrenak aldiz, *Egon_2lei_irekita* eta *Egon_2lei_itxita*).

Esan bezala, funtzionamendu automatikoa goizean soilik funtzionatuko du, kontrol seinale bat aktibatuko da (*Egon_leihoa*) eta leihoak modu automatikoan lan egingo dute. Aldiz, gaua edo eguneko edozein ordutan, ez

da modu automatikoa hasiko. Modu automatikoaren amaiera kontrol seinalearen (*Egon_leiho*) desaktibazioarekin gertatzen da.

Gelako aire girotua piztuta ez dagoenean, leihoak irekiko dira (*Egon_1lei_ireki* eta *Egon_2lei_ireki*). Honekin batera tenporizadore bat martxan jarriko da (*Egon_lei_tenp*) minutu batez. Denbora hau pasata leihoa itxi egingo da (*Egon_1lei_itxi* eta *Egon_2lei_itxi*). Leihoak itxita (*Egon_1lei_itxita* eta *Egon_2lei_itxita*) daudela egiaztatzen denean, kontrol seinalea desaktibatuko da eta funtzionamendu automatikotik aterako da.

Aldiz, gelako aire girotua piztuta dagoenean, interfasean mezu bat agertuko da (*Egongelako aire girotua piztuta dago*). Honen ostean, kontrol seinalea desaktibatuko da eta funtzionamendu automatikotik aterako da.

Goiza ez den eguneko beste ordu guztietan, eskuzko moduan leihoak ireki (*Egon_1lei_irekitzea* eta *Egon_2lei_irekitzea*) eta itxi (*Egon_1lei_ixtea* eta *Egon_2lei_ixtea*) daitezke eskuzko botoiei sakatuz. Hauek ireki/itxi-ko dira sentsoreak leihoa irekita edo itxita dagoela adierazten duten arte. Gaua heldzean leihoa irekita badago, hau automatikoki itxiko da.

- **Pertsianak:**

Egongelako pertsianen sisteman modu automatikoa eta eskuzko modua aldi berean funtzionatuko dute. Gelan bi pertsiana daude.

Egongelako pertsiana sistemaren funtzionamendu automatikoa goizean (*Goiza**) zein gauean (*Gaua**) soilik funtzionatuko du. Pertsiana irekita edo itxita dagoela jakiteko, pertsiana bakoitzak bi sentsore ditu (lehenengoak *Egon_1per_irekita* eta *Egon_1per_itxita* eta bigarrenak *Egon_2per_irekita* eta *Egon_2per_itxita*).

Esan bezala, funtzionamendu automatikoa goizean zein gauean soilik funtzionatuko du pertsianen kontrol seinale bat aktibatuko da (*Egon_pertsiana*) eta pertsianak modu automatikoan lan egingo dute. Aldiz, eguneko edozein ordutan, ez da modu automatikoa hasiko. Modu automatikoaren amaiera kontrol seinalearen (*Egon_pertsiana*) desaktibazioarekin gertatzen da.

Goiza denean, pertsianak irekiko dira hauek irekita dauden sentsoreek (*Egon_1per_irekita* eta *Egon_2per_irekita*) adierazi arte. Aldiz, gaua denean, pertsianak itxiko dira (*Log1_1per_itxi* eta *Egon_2per_itxi*) itxita dauden sentsoreek (*Egon_1per_itxita* eta *Egon_2per_itxita*) adierazi arte. Pertsianak irekita edo itxita daudela egiaztatzen denean, kontrol seinalea desaktibatuko da eta funtzionamendu automatikotik aterako da.

Goiza edo gaua ez denean, eskuzko moduan pertsianak ireki (*Egon_1per_irekitzea* eta *Egon_2per_irekitzea*) eta itxi (*Egon_1per_ixtea* eta *Egon_2per_ixtea*) daitezke eskuzko botoiei sakatuz. Hauek ireki/itxi-ko dira sentsoreak pertsianen sentsoreak irekita edo itxita daudela adierazten duten arte.

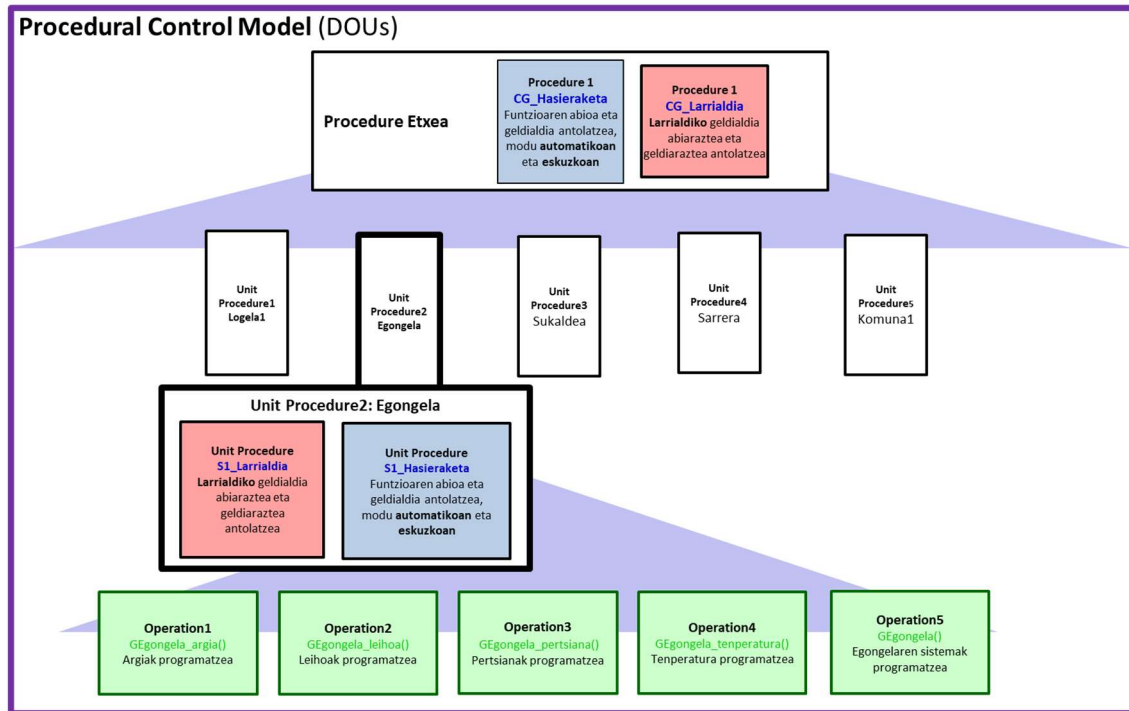
- **Sua:**

Gelako su sentsoreak (*Egon_su*) sua edota kea sumatzen dituenean, seinale bat bidaliko du eta suaren alarma (*Egon_Su_ALARMA*) piztuko da. Honekin batera, soinu bat aktibatuko da (*Egon_Su_ALARMA_soinua*). Gelako su sentsoreak sua eta kea sumatzen ez dituenean, sentsorea desaktibatuko da eta alarma eta soinua amaturiko dira.

*Goiza sarrera, goizeko 8.00-etatik goizeko 8.01-etara egongo da aktibatuta, *Orduegokia* goizeko 8.01-etatik gaueko 21.00-ak arte eta *Gaua* aldiz, gaueko 21.00-etatik 21.01-etara.

9.3.3.2. SISTEMAREN GRAFCET-AK

Automatizatuko diren sistemen deskribapenetik abiatuta, sistemaren funtzionamendua gidatuko duten DOU-ak garatu dira. Hauen inplementazioa burutu baino lehen, Grafcet-en antolaketa modu argi batean adieraziko duen Prozedura Eredua irudikatu da. Horrela, *Irudia 85*-n egongelako Prozedura Eredua ikusi daiteke:



Irudia 85. Egongelako Prozedura Eredua.

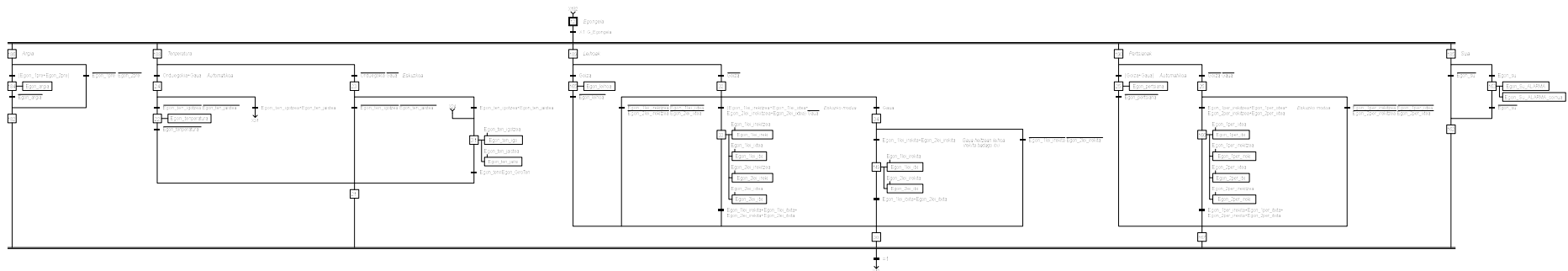
Sistemen funtzionamendua kontuan hartuta, modu zehatzagoan deskribatzen dituen Grafcet desberdinak adierazten dira orain.

GEgongela ():

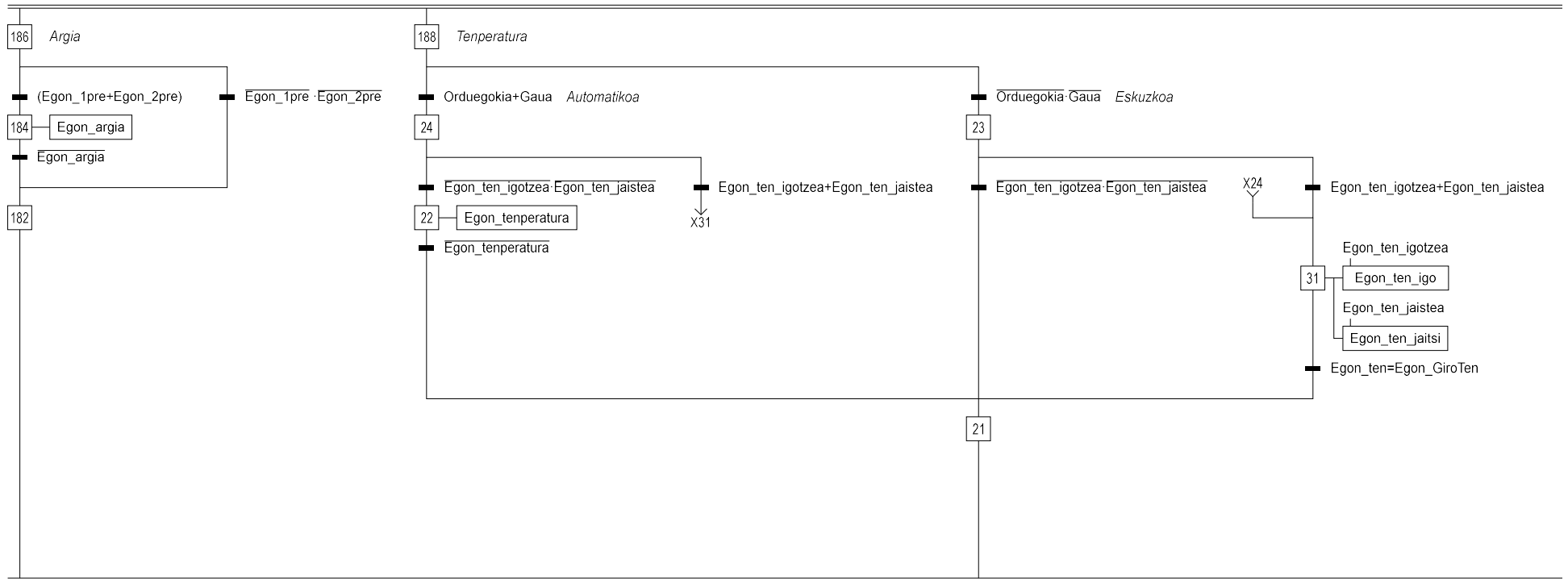
Grafcet honek gelaren automatizazio orokorra kudeatzen du, izan ere, bertan automatizatu diren sistema guztiak batzen ditu. Bertan sistemak eskuzko moduan edota funtzionamendu automatikoan era berean egiten dute lan. Erabiltzaileak interfazearen bidez sistemak eskuzko modua erabili ditzake, adibidez leihoak eta pertsianak irekitzea edo ixtea. Sistemak ez dute modu automatikoan funtzionatuko eskuzko moduan funtzionatzen duten bitartean, baina behin sistema horren eskuzko modua amaituta, funtzionamendu automatikoan funtzionatu dezakete.

Hori horrela, funtzionamendu moduaren arabera, inplemetatutako azpi-sistema guztien funtzionamendurako, bakoitzak bere Grafcet-a erabiliko du, aldiz, suaren kasuan, Grafcet honetan burutzen da.

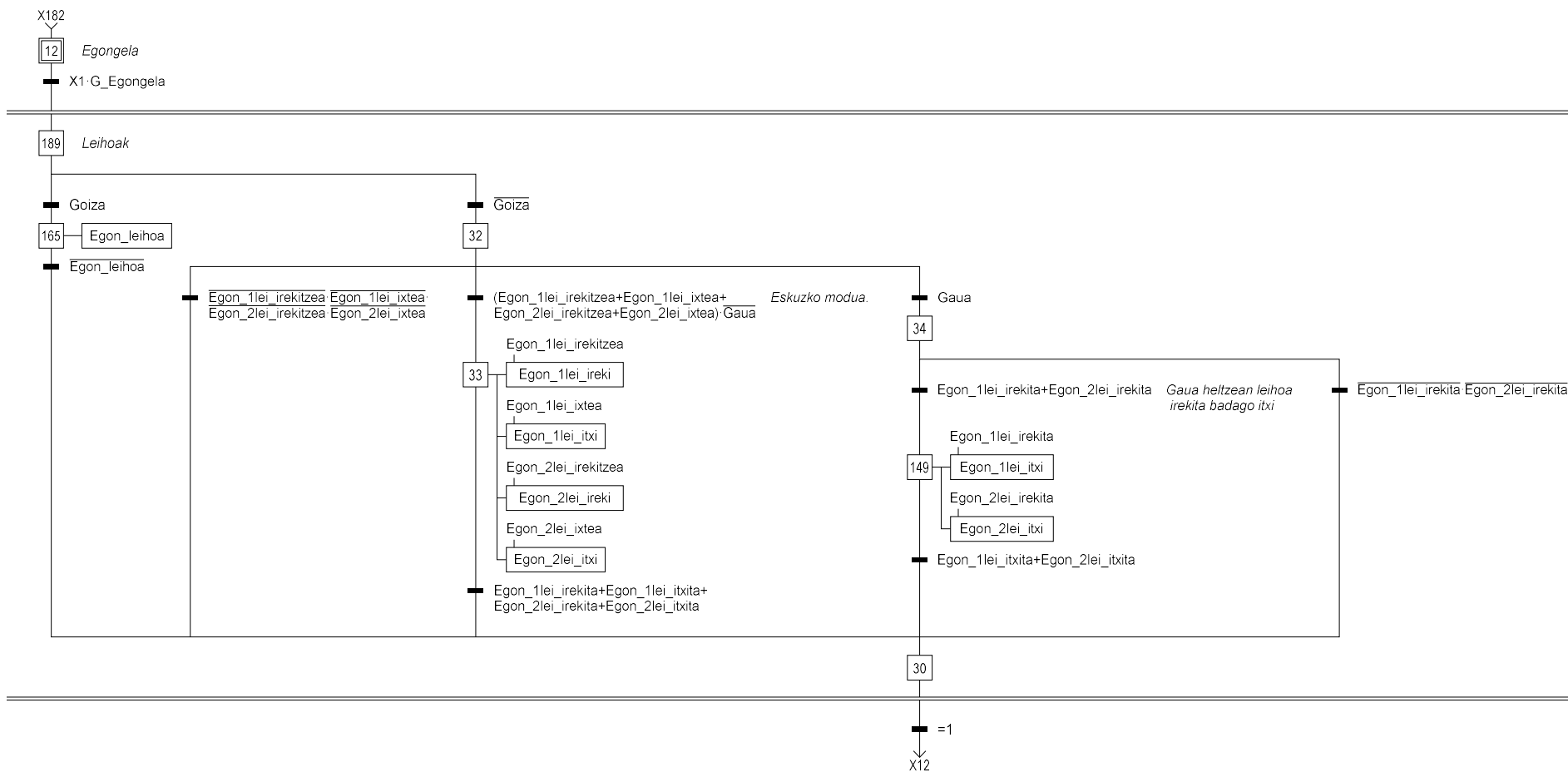
Irudia 86-n Egongelako Grafcet orokorra eskaintzen da, *Irudia 87-Irudia 89* irudietan aldiz, Grafcet handi honen zatiak detaile handiagorekin eman nahi izan dira ulermenta errazteko xedearekin. Horien ostean, Egongelak osatzen duten beste azpisistemen Grafcet-ak deskribatzen dira.



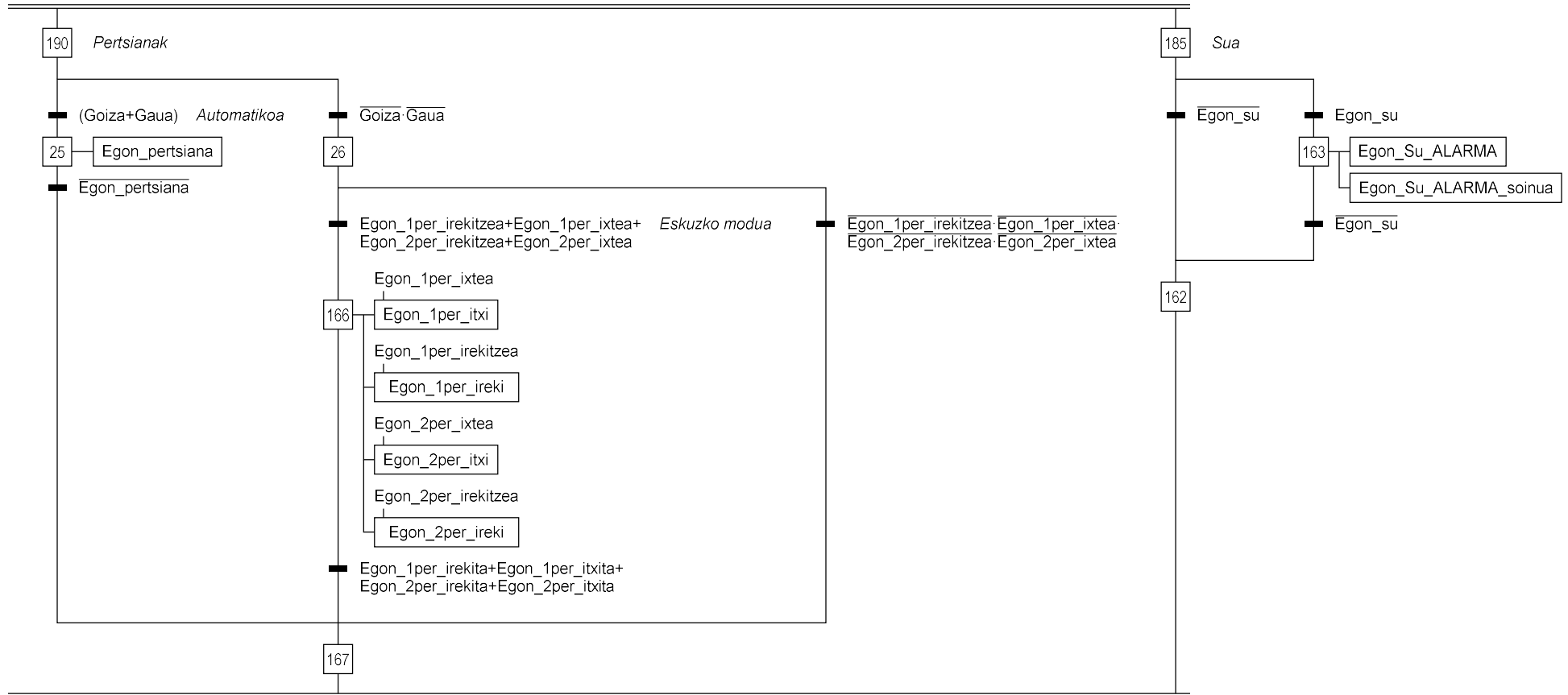
Irudia 86. Egongelako Grafcet orokorra.



Irudia 87. Egongelako Graficet orokorra, argia eta temperaturaren zatia handituta.



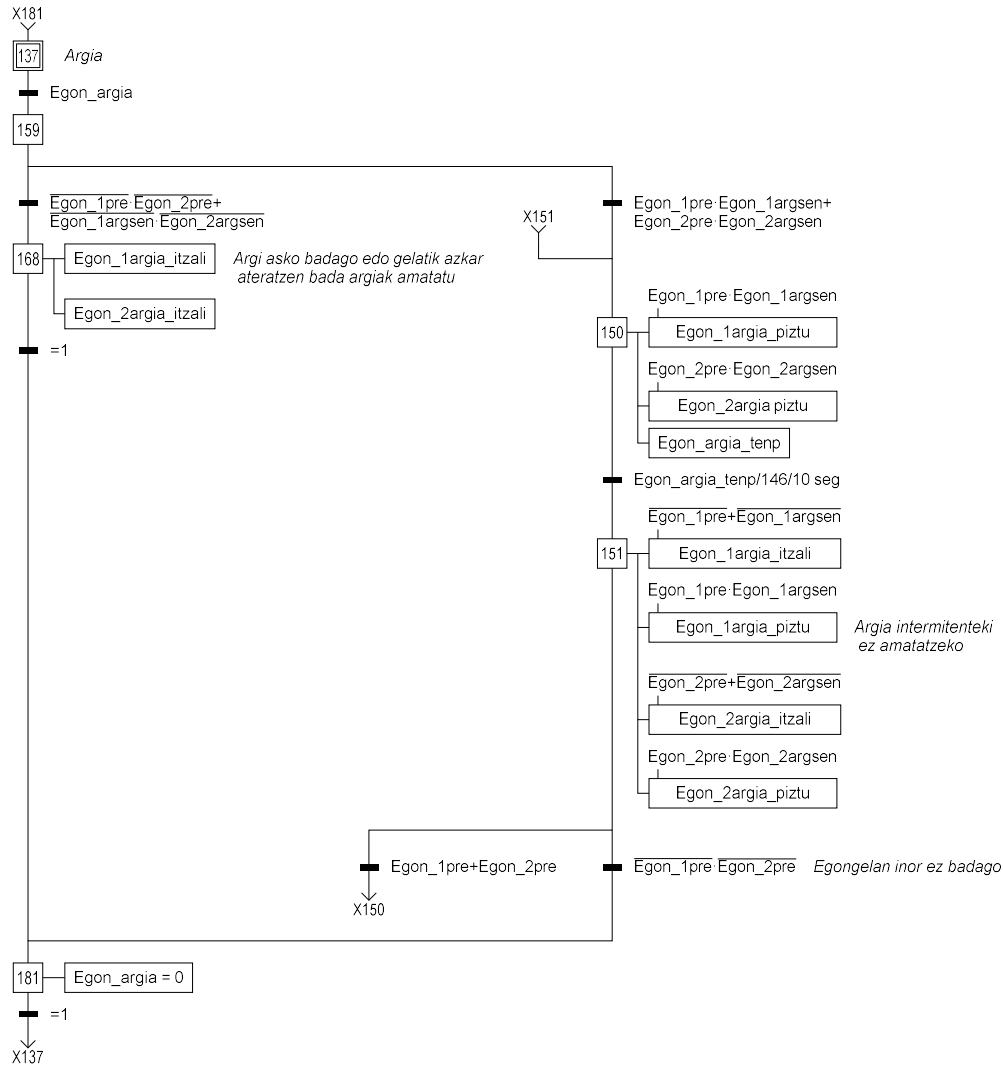
Irudia 88. Egongelako Grafcet orokorra, leihoaren zatia handituta.



Irudia 89. Egongelako Grafcet orokorra, pertsiana eta suaren zatia handituta.

GEgongela argia ():

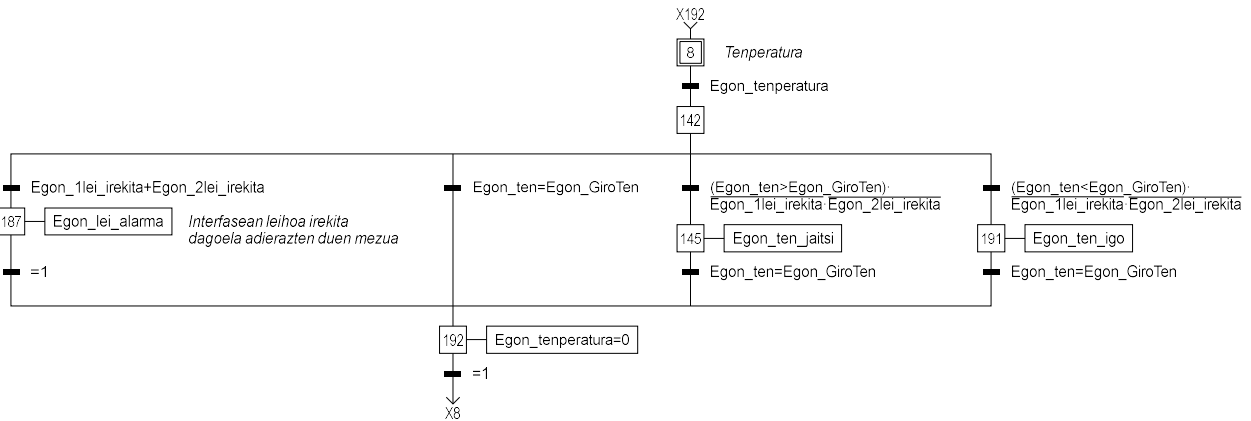
Aurreko gelan bezala, Egongelaren Grafcet orokorretik abiatuta, bertan inplementatutako lehen sistema argiaren kontrola kudeatzen duena da. Horrela, *Irudia 90*-ean, argiaren funtzionamendua modu automatikoan kudeatuko duen Grafcet-a ematen da. Lehenengo gela ikusi den bezala, honek funtzionamendu berdina izango du.



Irudia 90. Egongelako argiaren automatizazio Grafcet-a.

GEgongela temperatura ():

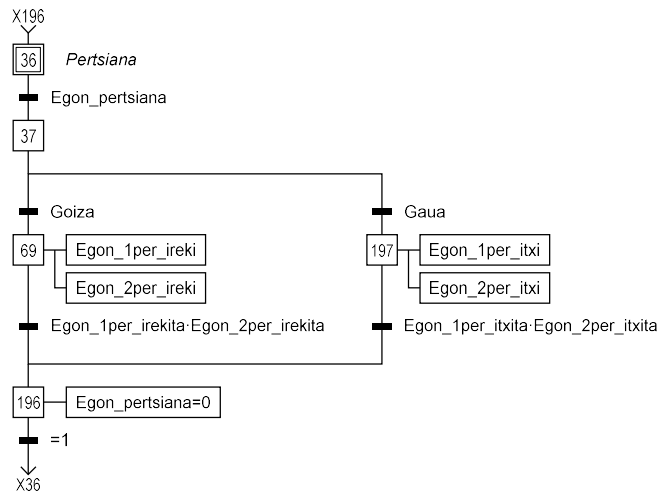
Egongelan inplementatuko den beste sistema bat temperatura da. *Irudia 91*-an temperaturaren Grafcet automatikoa ikusi daiteke. Nahiz ete temperaturaren Grafcet-a izan, gelan dauden leihoak irekita edo itxita dauden izango da kontutan. Aurreko gelan ez bezala, hemen bi leiho izan behar dira kontutan. Leihoren bat irekita badago ez da aire girotua piztuko eta interfasean alarma bat agertuko da.



Irudia 91. Egongelako temperaturaren automatizazio Grafcet-a.

GEgongela pertsiana ():

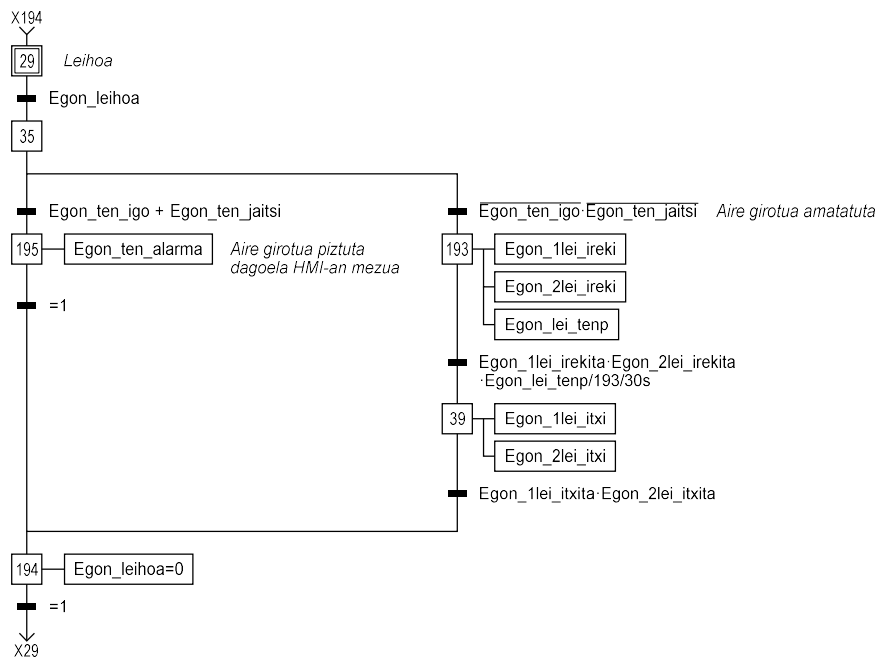
Gelan bi leiho daudenez, bakoitzak pertsiana bat izango dute. Hauen funtzionamendu automatikoaren Grafcet-a Irudia 92-an agertzen da. Bertan, sistema gauzez edo goizez soilik funtzionatuko duela ikusi daiteke.



Irudia 92. Egongelako pertsianen automatizazio Grafcet-a.

GEgongela leihoa ():

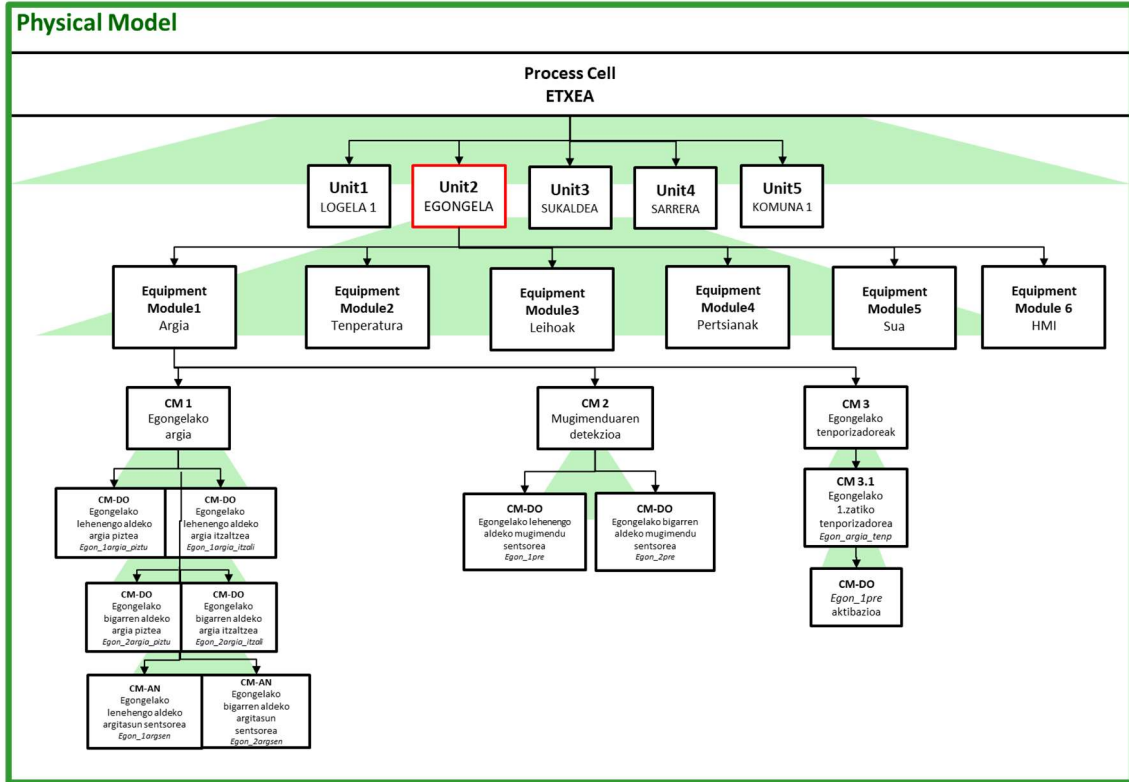
Azkenik, Egongelako leihoen funtzionamendu automatikoaren Grafcet-a ikusi daiteke (ikusi Irudia 93) Temperaturarekin bezala, hemen ere beste sistema batek eragina izango du. Aire girotua piztuta badago, ez dira leihoak irekiko eta interfesera abisu bat bidaliko da erabiltzaileak aire girotua amartatu edo leihoak itxita utzi ditzan.



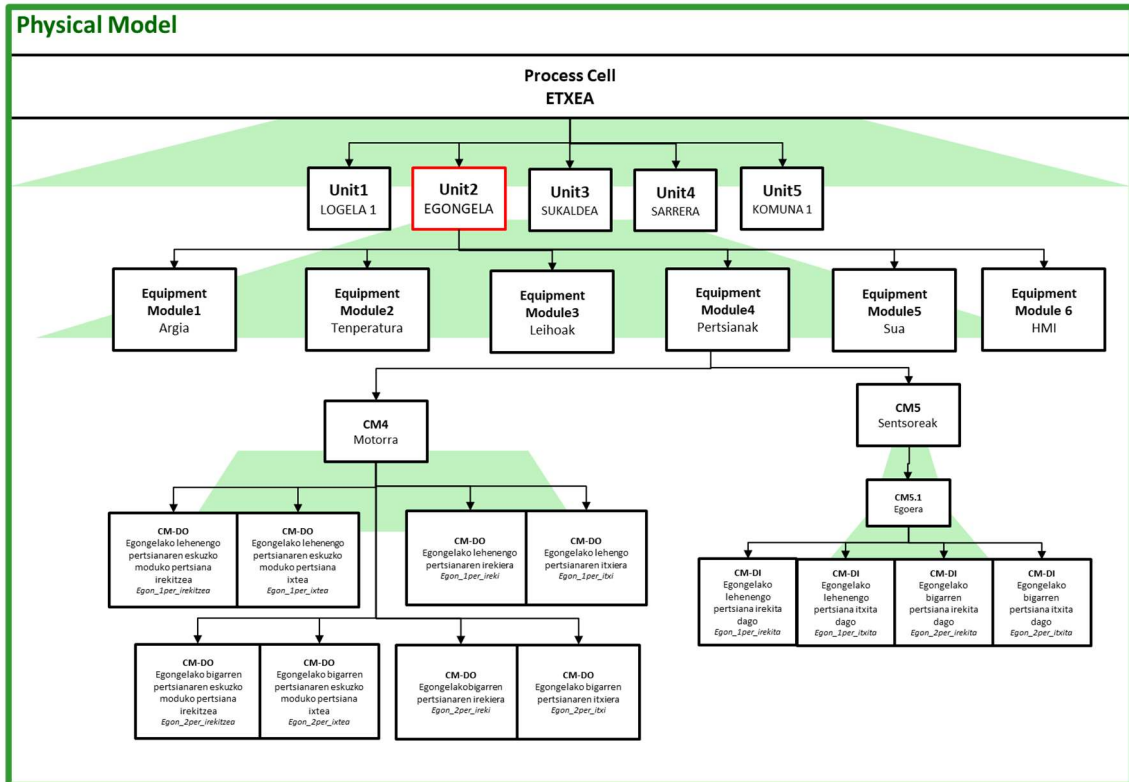
Irudia 93. Egongelako leihoen automatizazio Grafcet-a.

9.3.3.3. SISTEMEN SEINALEAK

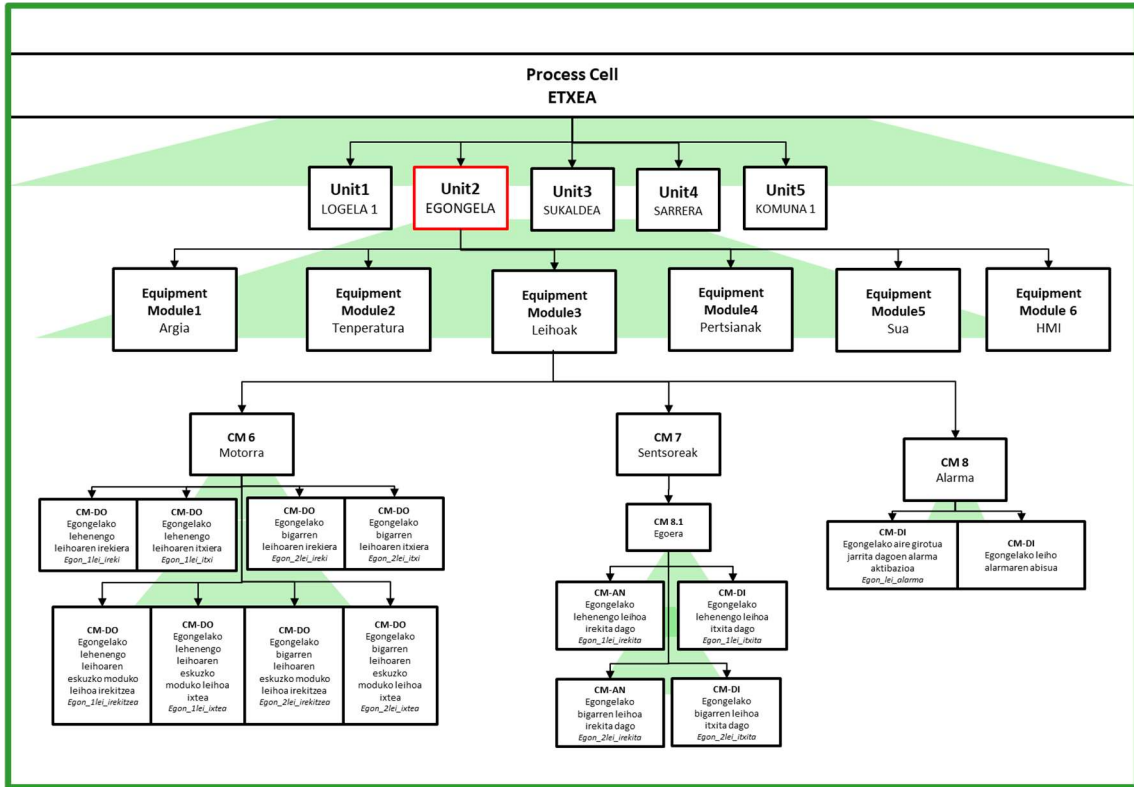
Aurreko ataletan deskribatutako funtzionamenduak inplementatu ahal izateko, ezinbestekoa da sistema osatzen duten elementuak ezagutzea. Horretarako, sistemaren funtzionamendurako beharrezkoak diren sarrerak eta irteerak modu argi batean antolatuta aurkeztuko S88 estandarrak definitutako Eredu Fisikoa aurkezten da *Irudia 94-Irudia 98* irudien bitartez.



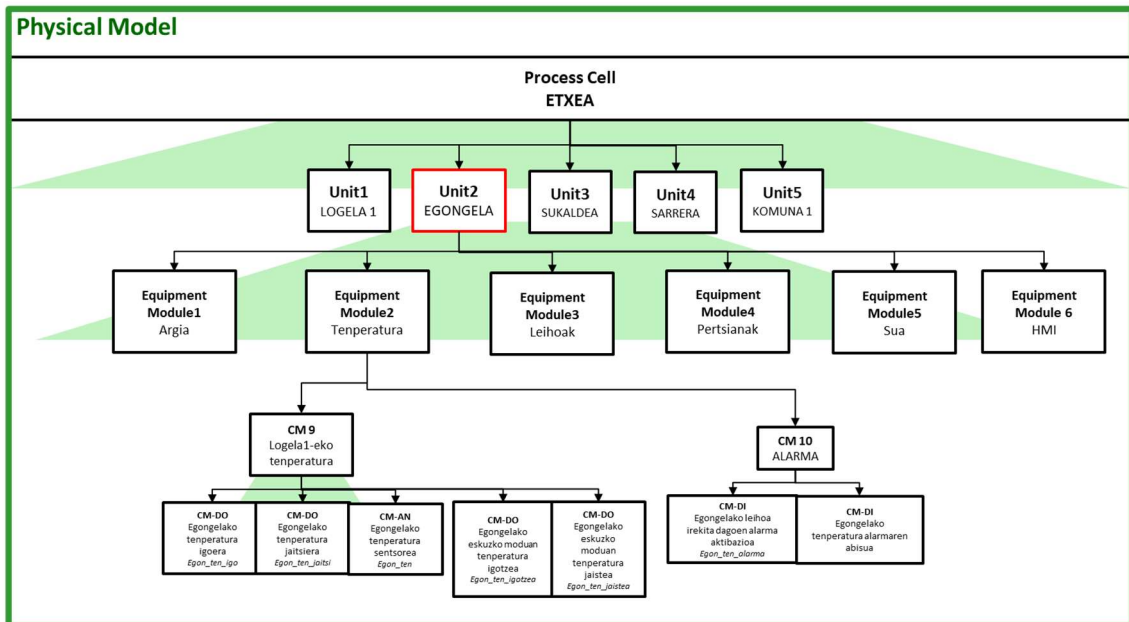
Irudia 94. Egongelako argiaren sarrera eta irteerak Eredu Fisikoan.



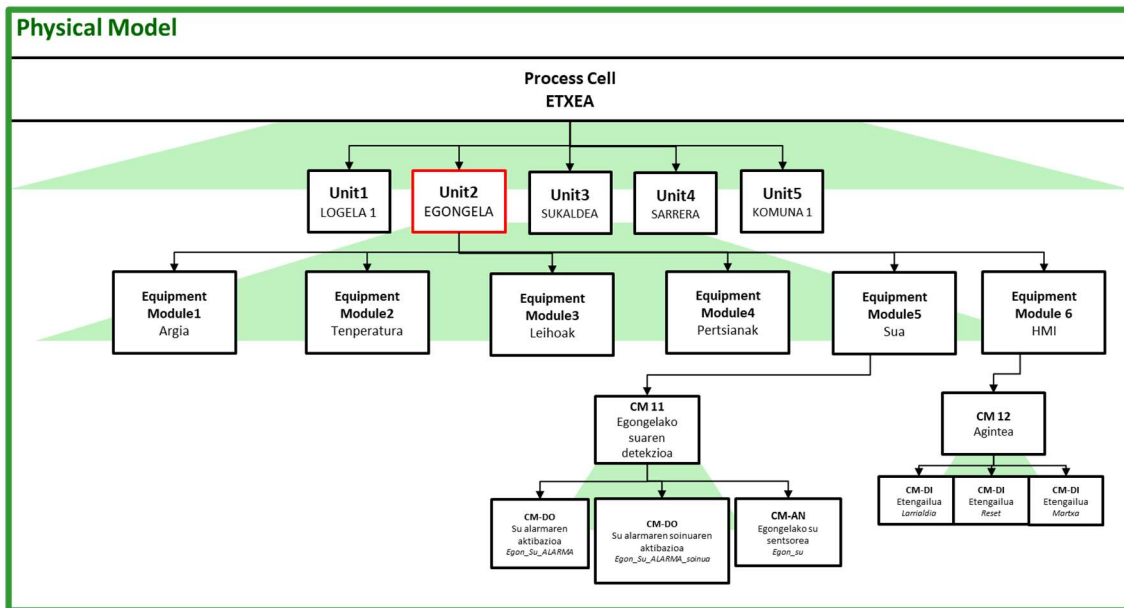
Irudia 95. Egongelako pertsianen sarrera eta irteerak Eredu Fisikoan.



Irudia 96. Egongelako leihoen sarrera eta irteerak Eredutako Fisikoan.



Irudia 97. Egongelako tenperaturaren sarrerak eta irteerak Eredutako Fisikoan.



Irudia 98. Egongelako sua eta HMI-aren sarrera eta irteerak Eredu Fisikoan.

Sarrera eta irteerak sailkatuta izanda, hiru taula desberdinetan banatuko dira. *Taula 16*-ean sarrera digitalak daude, *Taula 17*-n sarrera analogikoak eta *Taula 18*-n irteerak. Era berean, *Taula 19*-n sistemen automatizazio Grafset-ak aktibatzeke erabili diren kontrol seinaleak aurkezten dira, *Taula 20*-n tenporizadoreak eta kontagailuak eta azkenik *Taula 21*-n alarmak eta simulazioak egiteko beharrezkoak izan diren aldagaiak daude.

Taula 16. Egongelako sistemen sarrera digitalak.

SARRERA DIGITALAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Egon_1pre	Bool	Egongelako lehenengo presentzia sentsorea	%I5.0
2	Egon_2pre	Bool	Egongelako bigarren presentzia sentsorea	%I5.1
3	Egon_1lei_irekitzea	Bool	Egongelako lehenengo leihoa irekitzeko interruptorea	%I4.4
4	Egon_1lei_ixtea	Bool	Egongelako lehenengo leihoa ixteko interruptorea	%I5.6
5	Egon_2lei_irekitzea	Bool	Egongelako bigarren leihoa irekitzeko interruptorea	%I5.5
6	Egon_2lei_ixtea	Bool	Egongelako bigarren leihoa ixteko interruptorea	%I5.7
7	Egon_1lei_itxita	Bool	Egongelako lehenengo leihoa itxita dago	%I18.2
8	Egon_1lei_irekita	Bool	Egongelako lehenengo leihoa itxita dago	%I18.0

9	Egon_2lei_itxita	Bool	Egongelako bigarren leihoa itxita dago	%I18.3
10	Egon_2lei_irekita	Bool	Egongelako bigarren leihoa itxita dago	%I18.1
11	Egon_ten_jaistea	Bool	Egongelako tenperatura jaisteko interruptorea	%I19.7
12	Egon_ten_igotzea	Bool	Egongelako tenperatura igotzeko interruptorea	%I20.0
13	Egon_1per_irekitzea	Bool	Egongelako lehenengo pertsiana irekitzeko interruptorea	%I18.5
14	Egon_1per_ixtea	Bool	Egongelako lehenengo pertsiana ixteko interruptorea	%I18.7
15	Egon_2per_irekitzea	Bool	Egongelako bigarren pertsiana irekitzeko interruptorea	%I18.6
16	Egon_2per_ixtea	Bool	Egongelako bigarren pertsiana ixteko interruptorea	%I19.0
17	Egon_1per_irekita	Bool	Egongelako pertsiana irekita dago	%I19.1
18	Egon_1per_itxita	Bool	Egongelako pertsiana itxita dago	%I19.3
19	Egon_2per_irekita	Bool	Egongelako pertsiana irekita dago	%I19.2
20	Egon_2per_itxita	Bool	Egongelako pertsiana itxita dago	%I19.4

Taula 17. Egongelako sistemen sarrera analogikoak.

SARRERA ANALOGIKOAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Egon_su	Bool	Egongelako su sentsorea	%I19.5
2	Goiza	Bool	Erabiltzaileak erabakitako goizeko ordu tarte (8.00-8.01, 1min)	%M0.7
3	Gaua	Bool	Erabiltzaileak erabakitako gaueko ordua (21.00-21.01, 1min)	%M1.1
4	Orduegokia	Bool	Erabiltzaileak erabakitako eguneko ordu tarte (Goiza eta gaua artean, 8.01-20.59)	%M0.6
5	Egon_ten	Real	Egongelako tenperatura sentsorea	%ID21

6	Egon_GiroTen	Real	Erabiltzaileak egongelan nahi duen tenperatura balioa	%ID26
7	Egon_1argsten	Bool	Egongelako lehenengo argitasun sentsorea	%I5.2
8	Egon_2argsten	Bool	Egongelako bigarren argitasun sentsorea	%I5.3

Taula 18. Egongelako sistemen irteerak.

IRTEERA DIGITALAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Egon_Su_ALARMA	Bool	Egongelako su alarma aktibatu	%Q1.6
2	Egon_Su_ALARMA_soinua	Bool	Egongelako su alarmaren soinua aktibatu	%Q1.7
3	Egon_1argia_piztu	Bool	Egongelako lehenengo ataleko argia piztu	%Q2.0
4	Egon_1argia_itzali	Bool	Egongelako lehenengo ataleko argia itzali	%Q2.2
5	Egon_2argia_piztu	Bool	Egongelako bigarren ataleko argia piztu	%Q2.1
6	Egon_2argia_itzali	Bool	Egongelako bigarren ataleko argia itzali	%Q2.3
7	Egon_1lei_ireki	Bool	Egongelako lehenengo leihoa ireki	%Q2.4
8	Egon_1lei_itxi	Bool	Egongelako lehenengo leihoa itxi	%Q2.6
9	Egon_2lei_ireki	Bool	Egongelako bigarren leihoa ireki	%Q2.5
10	Egon_2lei_itxi	Bool	Egongelako bigarren leihoa itxi	%Q2.7
11	Egon_1per_ireki	Bool	Egongelako bigarren lehenengo pertsiana ireki	%Q3.0
12	Egon_1per_itxi	Bool	Egongelako lehenengo pertsiana itxi	%Q3.2
13	Egon_2per_ireki	Bool	Egongelako bigarren pertsiana ireki	%Q3.1
14	Egon_2per_itxi	Bool	Egongelako bigarren pertsiana itxi	%Q3.3
15	Egon_ten_igo	Bool	Egongelako tenperatura igo	%Q3.5
16	Egon_ten_jaitsi	Bool	Egongelako tenperatura jaitsi	%Q3.4

Taula 19. Egongelako sistemen kontrol seinaleak.

KONTROL SEINALEAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Egon_argia	Bool	Egongelako argiaren modu automatikoa aktibatu	%M4.7
2	Egon_tenperatura	Bool	Egongelako tenperaturaren modu automatikoa aktibatu	%M19.6
3	Egon_leiho	Bool	Egongelako leihoaren modu automatikoa aktibatu	%M4.3
4	Egon_pertsiana	Bool	Egongelako pertsianaren modu automatikoa aktibatu	%M3.3

Taula 20. Egongelako sistemen tenporizadore eta kontagailuak.

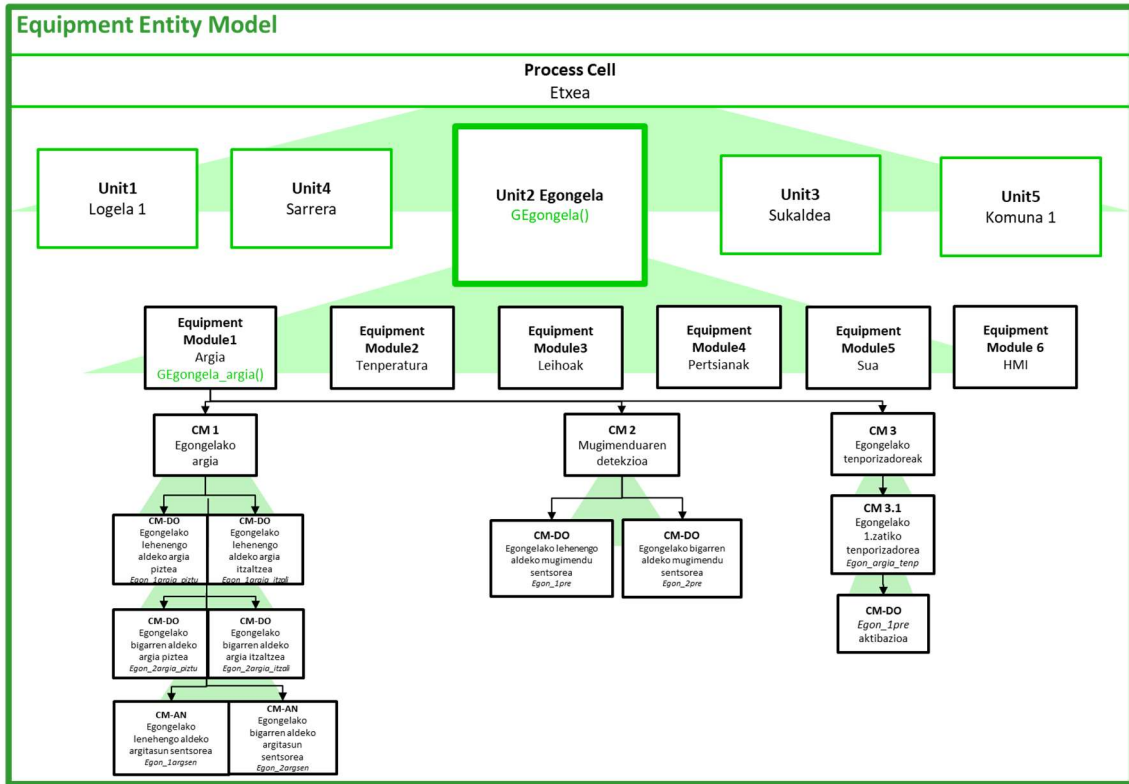
TENPORIZADOREAK ETA KONTAGAILUAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Egon_argia_tenp	Bool	Egongelako argia kontrolatzeko tenporizadorea	%M5.4
2	Egon_kontagailua	Bool	Hauzasko zenbakiak hartzeko erabiltzen den kontagailua	%M2.5
3	Egon_lei_tenp	Bool	Egongelako leihoak ixteko tenporizadorea	%M0.2

Taula 21. Egongelako sistemen aldagaiak.

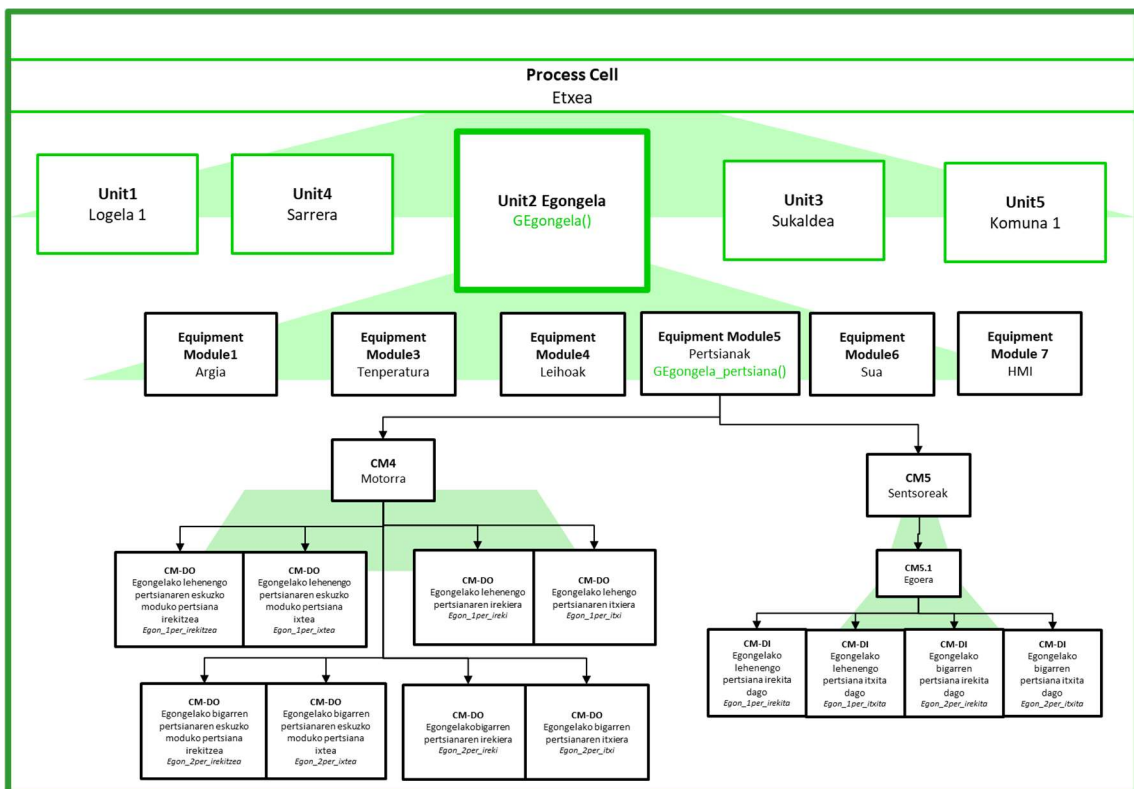
ALDAGAIK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Egon_lei_alarma	Bool	Egongelan aire girotua jarrita dagoen alarma, leihoa ez irekitzeko	%M25.3
2	Egon_ten_alarma	Bool	Egongelan leihoa irekita dagoen alarma, aire girotua ez jartzeko	%M20.1
3	Egon_HauzaskoZenb	Bool	Egongelako simulaziorako tenperaturako hauzasko zenbakiak lortzeko erabili den aldagaia	%M20.2
4	Egon_Random	Real	Egongelako simulaziorako tenperaturako hauzasko zenbakia bertan gordetzeko erabiltzen den aldagaia	%MD30

9.3.3.4. EKIPO – ENTITATE EREDUA

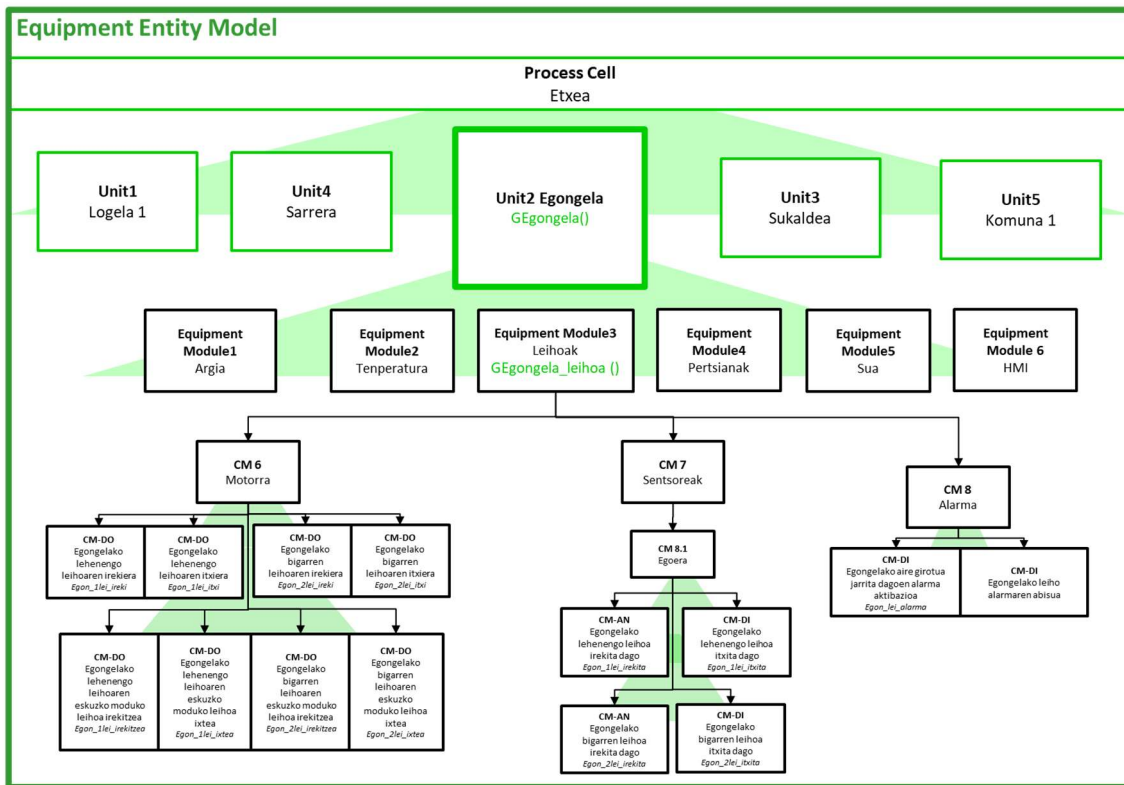
S88 arauaren azken eredian kontrol-sistemaren barruan, objektuen erlazioak eta atributuak ezartzen ditu eta Ekipo - Entitate Eredua deitzen da. *Irudia 99-Irudia 102* irudietan ikusi daitekeen bezala, aurretik azaldutako Eredua Fisikoa eta Prozedura Eredua batzen ditu sarrera eta irteera bakoitza zein Graficet-etan dauden adieraziz.



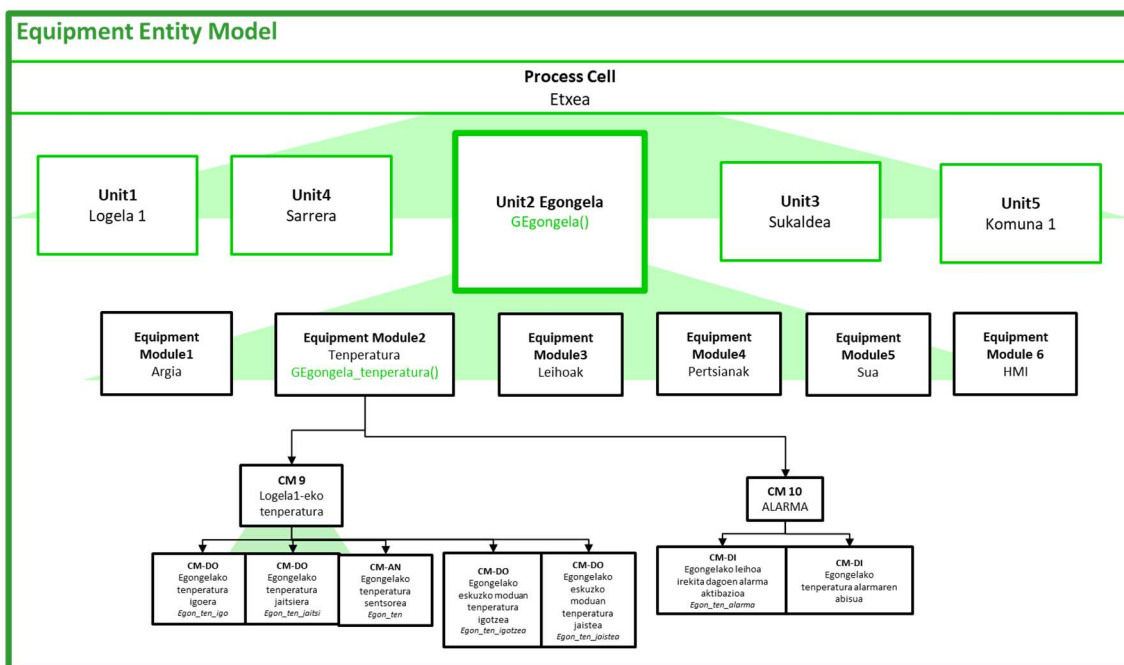
Irudia 99. Egongelako argiaren Ekipo Entitate Eredua.



Irudia 100. Egongelako pertsianen Ekipo Entitate Eredua.



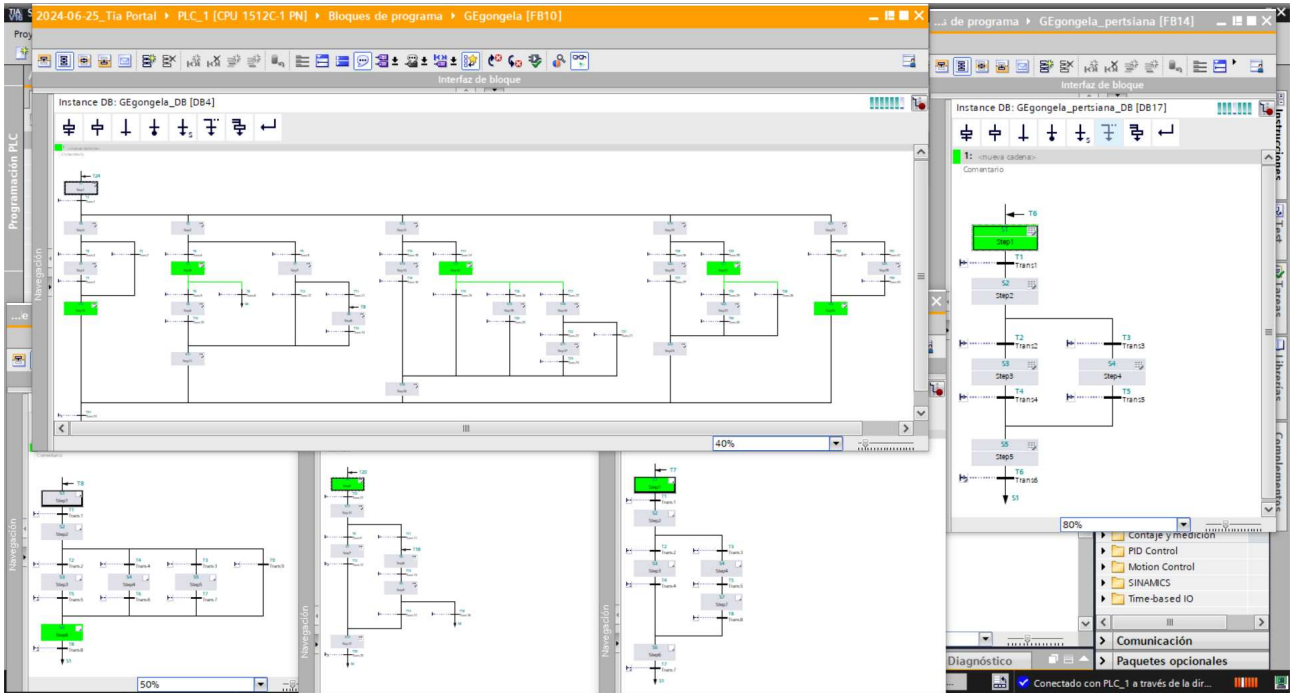
Irudia 101. Egongelako leihoen Ekipo Entitate Eredua.



Irudia 102. Egongelako temperatura, sua eta HMI-aren Ekipo Entitate Eredua.

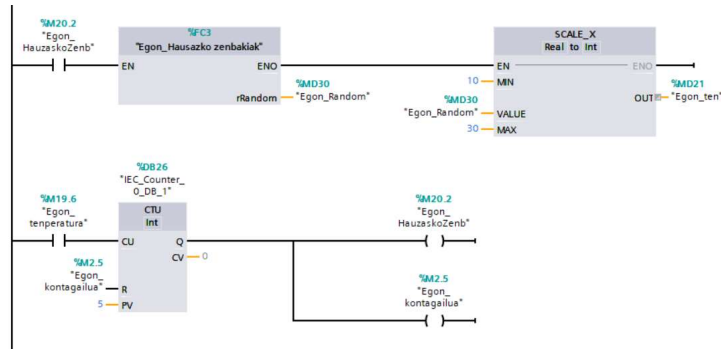
9.3.3.5. INPLEMENTAZIOA TIA PORTAL-EN

Egongelako sistema guztiak definituta izanda, TIA Portaleko inplementazioarekin hasi da. Aurreko gelarekin bezala, sistemen programazioa banaka egitea erabaki da, PLCSIM-arekin frogekin azpisistema bakoitzaren funtzionamendu egokia bermatuz joan ahal izateko. Sistema ondo funtzionatzen duela ikusita, hurrengo sistema txertatu da eta aurrekoarekin bezala PLCSIM-arekin gela osoko sistemen inplementazioa eta funtzionamendu egokia lortu den arte. Akatsak azkarrago eta modu erosoago eta errazago batean aurkitu eta konpondu ahal izateko xedearekin garatu da horrela. *Irudia 103*-an PLC simulazio froga adibideak ikusi daitezke.

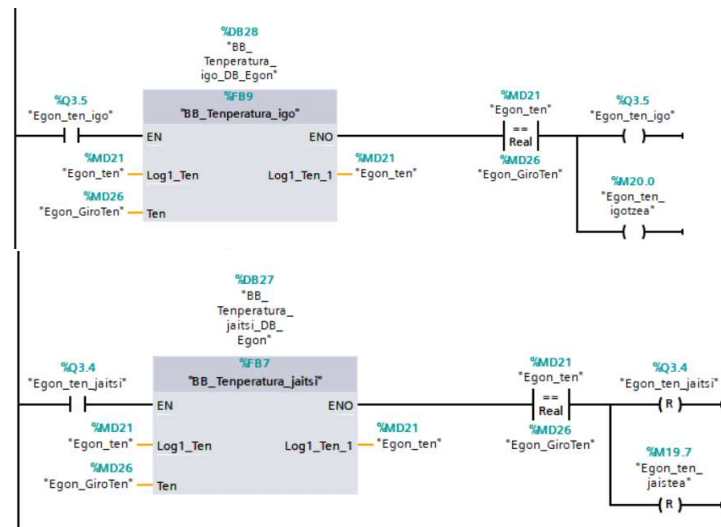


Irudia 103. Egongelako PLC simulazioak.

Ondoren, sistematik HMI-a froga erreminta bezala erabili da. Aurretik azaldu bezala, HMI-arekin frogak egitean erabilzailea simulazioa aurrera egiteko, botoiak sakatzen egon behar da. Hauen artean aipatzekoa da tenperaturaren kontrolerako diseinatutako sistemarekin frogak egin ahal izateko, *Irudia 72*-n ikusi daitekeen hausazko zenbakiak garatzen dituen funtzio bat erabili behar izan dela egon ahal diren tenperatura aldaketak erreproduzitzeko PLC-a ez dagoelako neurgailu fisiko bati konektatuta. Logela 1-en garatu den bezala, Egongelako tenperatura berdin funtzionatuko du. Hau horrela, hausazko balioak lortzeko eta tenperatura igotzeko eta jaisteko burututako funtzioak berdinak izango dira. *Irudia 104* eta *Irudia 105* -etan Main-ean garatutako tenperaturaren programa zatia ikusi daiteke.

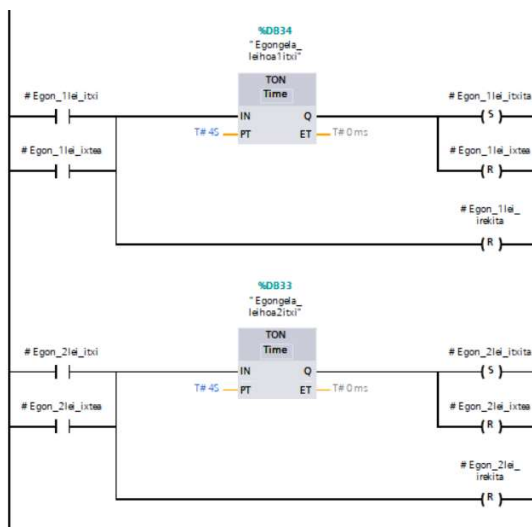
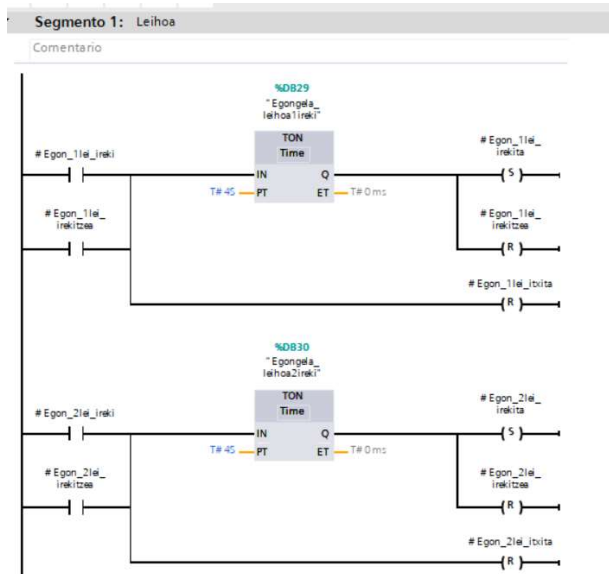


Irudia 104. Egongelako hausazko zenbakiak lortzeko Main-eko programaren zatia.

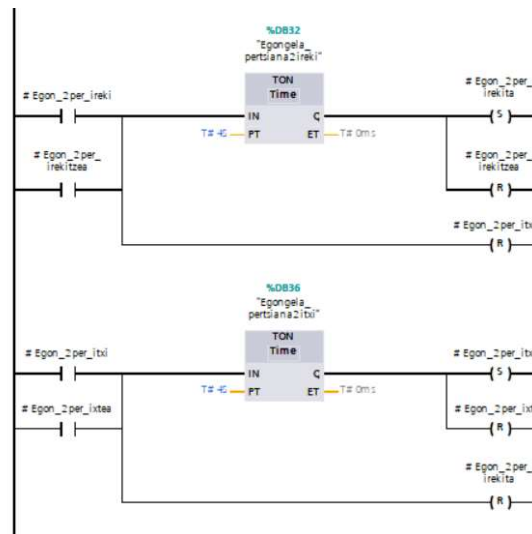
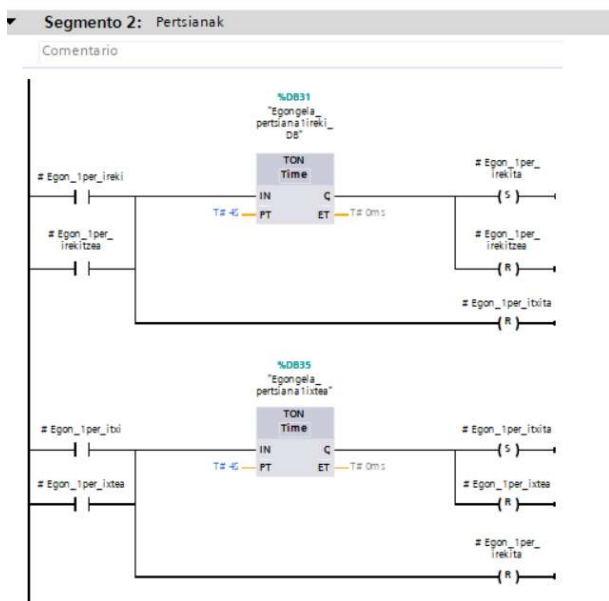


Irudia 105. Temperatura igo edo jaitsi egiten duten funtzioen aktibazioa Main-ean.

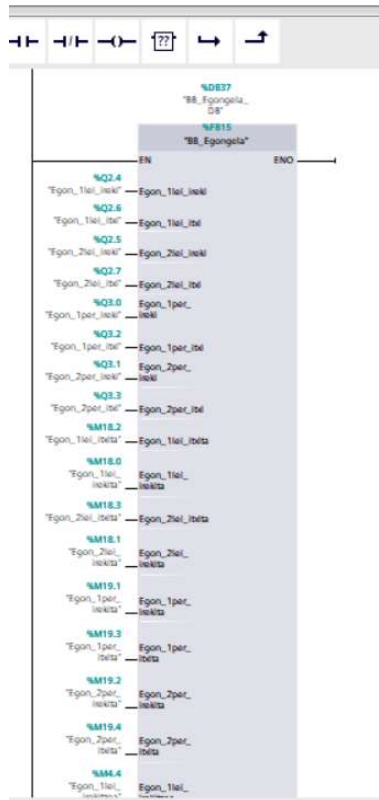
HMI-a froga erreminta bezala erabiliz sistema osoaren funtzionamendu egokia egiaztatu ondoren, biki funtzional bat inplementatu da sistemaren funtzionamendua modu automatizatuago eta independenteago batean frogatu ahal izateko *Irudia 110*-an ikusi daitekeena. Horrela, erabiltzailearen parte hartzerik gabe funtzionatzea lortu da.



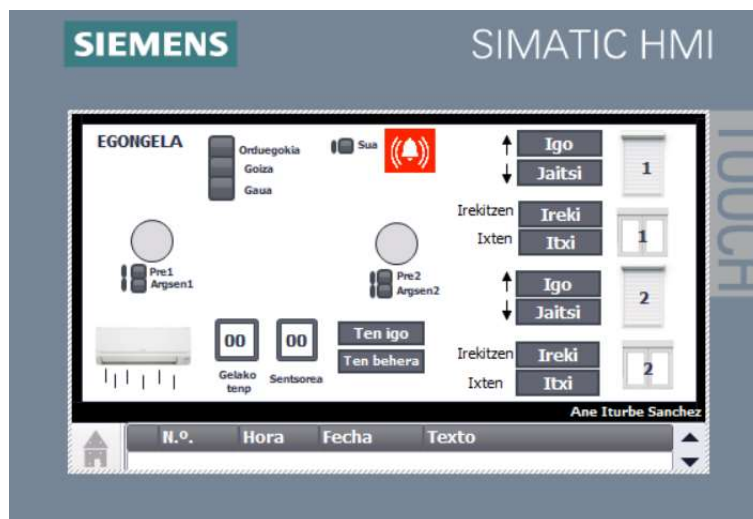
Irudia 106. Egongelako leihoen biki birtuala.



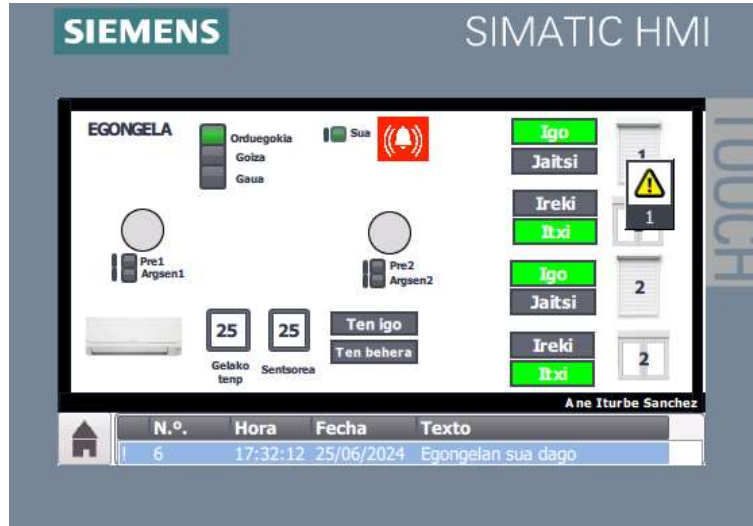
Irudia 107. Egongelako lehenengo pertsianaren biki birtuala.



Irudia 108. Egongelako biki birtualaren aldagai esleipena.



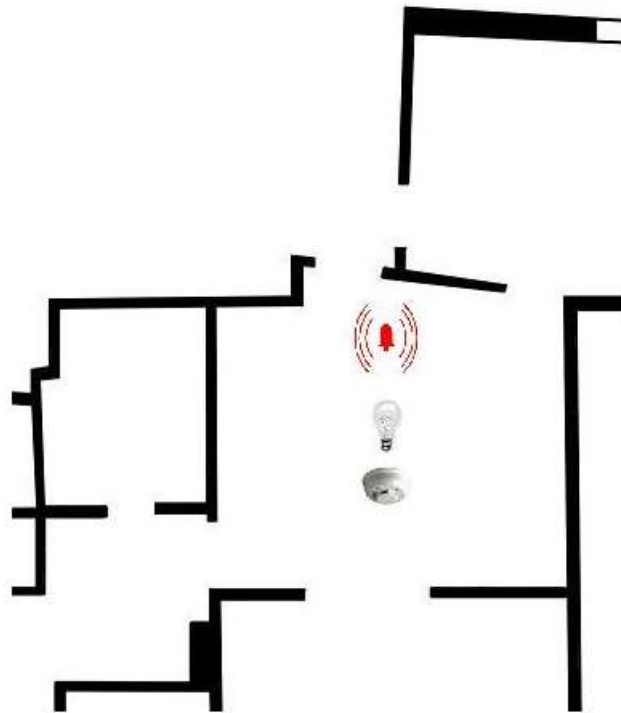
Irudia 109. Egongelako HMI-a



Irudia 110. Egongelako HMI-a biki birtualarekin frogak egiten.

9.3.4. 3. GELA: SARRERA

Atondoa, etxera sartzean aurkitzen den lehenengo gela da. Bertan argi-sistema, etxeko lapurren aurkako alarma eta gelan sua dagoen edo ez kontrolatuko dira. *Irudia 111*-an adierazten da sistema bakoitzak hartzen duen kokalekua:

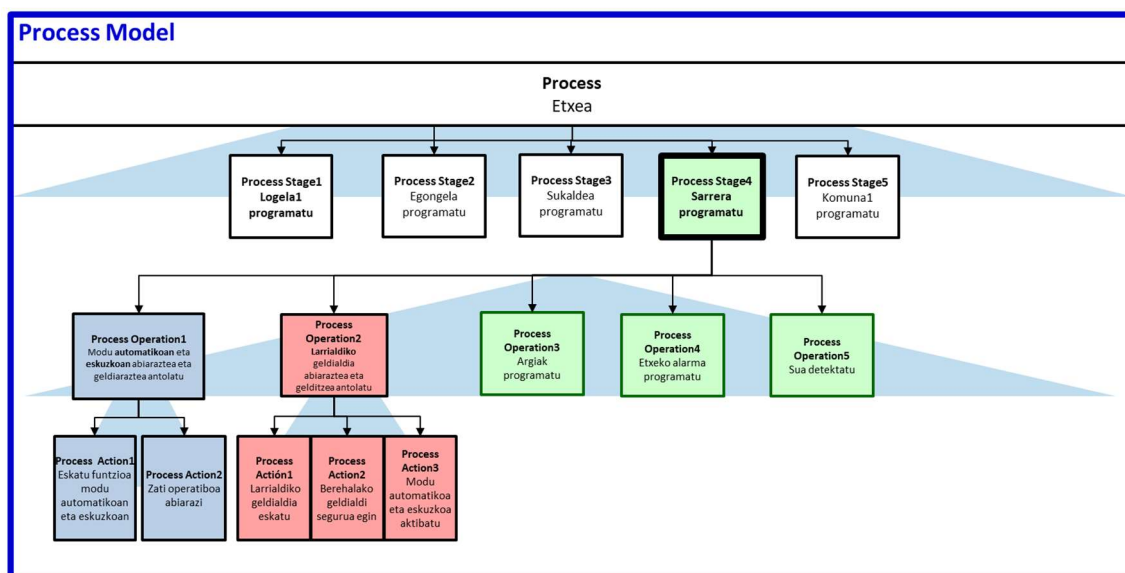


Irudia 111. Sarrerako automatizazio sistemak.

9.3.4.1. SISTEMAREN FUNTZIONAMENDUAREN DESKRIBAPENA

Automatizazio sistema bakoitzaren deskribapena egiteko, gelan automatizatuko diren sistemak kontuan hartu eta erabiltzailearen eskakizunak ikertu ondoren, irtenbide errentagarri eta eroso bat planteatu da.

Beste geletan jarraitu den V ereduarekin jarraituz, atondoaren sistemen eragiketarako definitzeko Prozesu Eredua ematen da *Irudia 112*-an. Ondoren, azpisistema bakoitzaren funtzionamenduaren deskribapena adierazten da.



Irudia 112. Sarrerako Prozesu Eredua.

Ondoren sistema bakoitza bakarka azalduko da:

- **Argia:**

Sarrerako argitasun sisteman modu automatikoan soilik funtzionatuko du.

Sarrerako argitasun sistemaren funtzionamendu automatikoan, presentzia eta argitasun sensoreak erabiltzen dira. Atondoan norbait sartzean, bertan dagoen argitasun mailaren arabera beharrezkoa denean bakarrik piztu daitezten argiak.

Funtzionamendu automatikoan lan egiteko, gelan dauden presentzia sensoreetako bat aktibatuta badago (*Sar_pre*), hau da, gelan norbait sartu bada, kontrol seinale bat aktibatuko da (*Sar_argia*) eta argiak modu automatikoan lan egingo dute. Aldiz, presentzia sensoreak ez badute inor sumatzen, ez dira argiak piztuko. Modu automatikoaren amaiera kontrol seinalearen (*Sar_argia*) desaktibazioarekin gertatzen da.

Hau horrela, argia egunez ez pizteko, argitasun sensore bat jarri da (*Sar_argsen*). Sensoreak gelan argia piztu gabe izateko argitasun nahikoa dagoela adierazten badute (*2000 lux edo gehiago*) sensoreak amatatuta egongo dira (0 balioarekin) eta ez dira alde bakoitzeko argiak piztuko.

Norbait gelan sartzean, presentzia sensorea (*Sar_pre*) aktibatuko da eta argitasun sensorearen arabera (*Sar_argsen*) argitasun nahikoa ez badago, argiak piztuko dira (*Sar_argia_piztu*) 1 minutu irauten duen tenporizadore batekin batera (*Sar_argia_temp*).

Tenporizadorearen denbora amaitzean presentzia sensorea aktibatuta jarraitzen badu eta argitasun nahikoa ez badago, argia piztuta jarraituko du eta denboraren kontaketa hasieratik hasiko da berriro. Aldiz, denbora

bukatzean presentzia sentsorea desaktibatuta, hau da, ez bada inoren presentzia antzematen eta argitasun nahikoa badago, argia amatatuko da (*Sar_argia_itzali*). Gelan presentzia sentsoreak ez badu inor sumatzen edota argitasun nahikoa badago, argiak automatikoki amatatuko dira. Ostean, kontrol seinalea desaktibatuko da eta funtzionamendu automatikotik aterako da.

- Etxeko alarma

Etxeko alarmaren sisteman, presentzia sentsoreak eta interfaseko osagaiak erabiliko dira.. Erabiltzailea etxetik atera baino lehen, alarma pizteko (*Etxe_ALARMA*) interfasean dagoen botoi bati emanaz, alarma pizteko eskatu beharko du (*Alarma_aktibatu*). Sakagailuari sakatzean 20 segundo irauten duen tenporizadore bat aktibatuko da (*Alarma_aktibatu_tenp*). Denbora horretan erabiltzaileak berak erabaki duen kode numeriko bat sartu beharko du interfasean eta etxetik atera beharko da. Kode zuzena eta denbora pasata, alarma aktibatuko da.

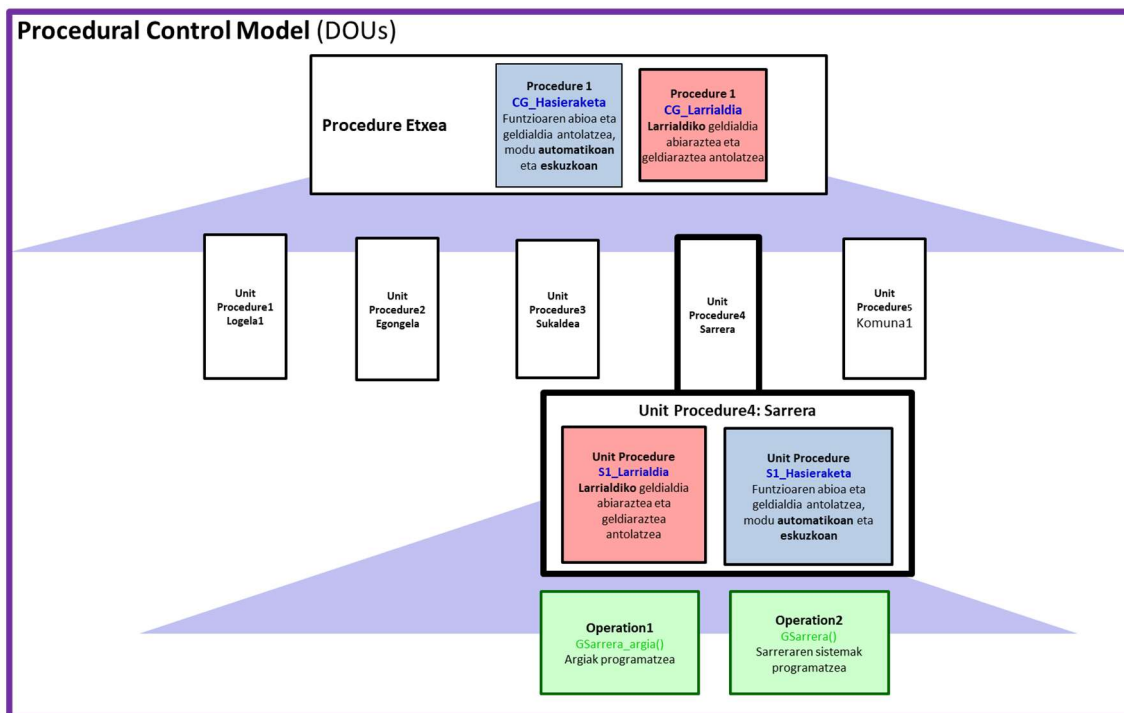
Alarma aktibatuta dagoen bitartean etxeko gela bakoitzean dauden presentzia sentsoreak (*Log1_1pre*, *Log1_2pre*, *Log2_pre*, *Log3_pre*, *Log4_pre*, *Egon_1pre*, *Egon_2pre*, *Sar_pre*, *Kom1_pre*, *Kom2_pre*, *Kom3_pre*, *Pas_1pre*, *Pas_2pre*, *Suk_1pre*, *Suk_2pre*) aktibatzen badira, alarmaren soinua aktibatuko da (*Etxe_ALARMA_soinua*). Hau amatatzeko, alarmaren aktibazioa deuseztatzen duen interfasean dagoen botoia sakatu behar da (*Alarma_aktibatu* ukatzen duena). Botoia sakatzean, 10 segundo irauten duen tenporizadore bat piztuko da (*Alarma_desaktibatu_tenp*) eta alarma aktibatzeke kode berdina sartu beharko da. Denbora pasata eta kodea zuzena bada, etxeko alarma eta soinua desaktibatuko da. Kodea zuzena ez bada, alarma eta soinua piztuta jarraituko dute eta alarma desaktibatzeke pausu berdinak jarraitu beharko dira.

- Sua:

Gelako su sentsoreak (*Sar_su*) sua edota kea sumatzen dituenean, seinale bat bidaliko du eta suaren alarma (*Sar_Su_ALARMA*) piztuko da. Honekin batera, soinu bat aktibatuko da (*Sar_Su_ALARMA_soinua*). Sarrerako su sentsoreak sua eta kea sumatzen ez dituenean, sentsorea desaktibatuko da eta alarma eta soinua amatatuko dira.

9.3.4.2. SISTEMAREN GRAFCET-AK

Automatizatu nahi diren sistemen deskribapenetik abiatuta, sistemaren funtzionamendua gidatuko duten DOU-ak garatu behar dira. Horrela, definitutako eragiketen burutzea nola egingo den definituko da eta Prozedura Eredua erabiliz hauek irudikatuko dituzten Grafcet-en antolaketa modu argi batean adieraziko da. Horrela, *Irudia 113*-an sarrerako prozedura eredua ikusi daiteke:



Irudia 113. Sarrerako Prozedura Eredua.

Sistemen funtzionamendua kontuan hartuta, modu zehatzagoan deskribatzen dituen Grafcet desberdinak adierazten dira orain.

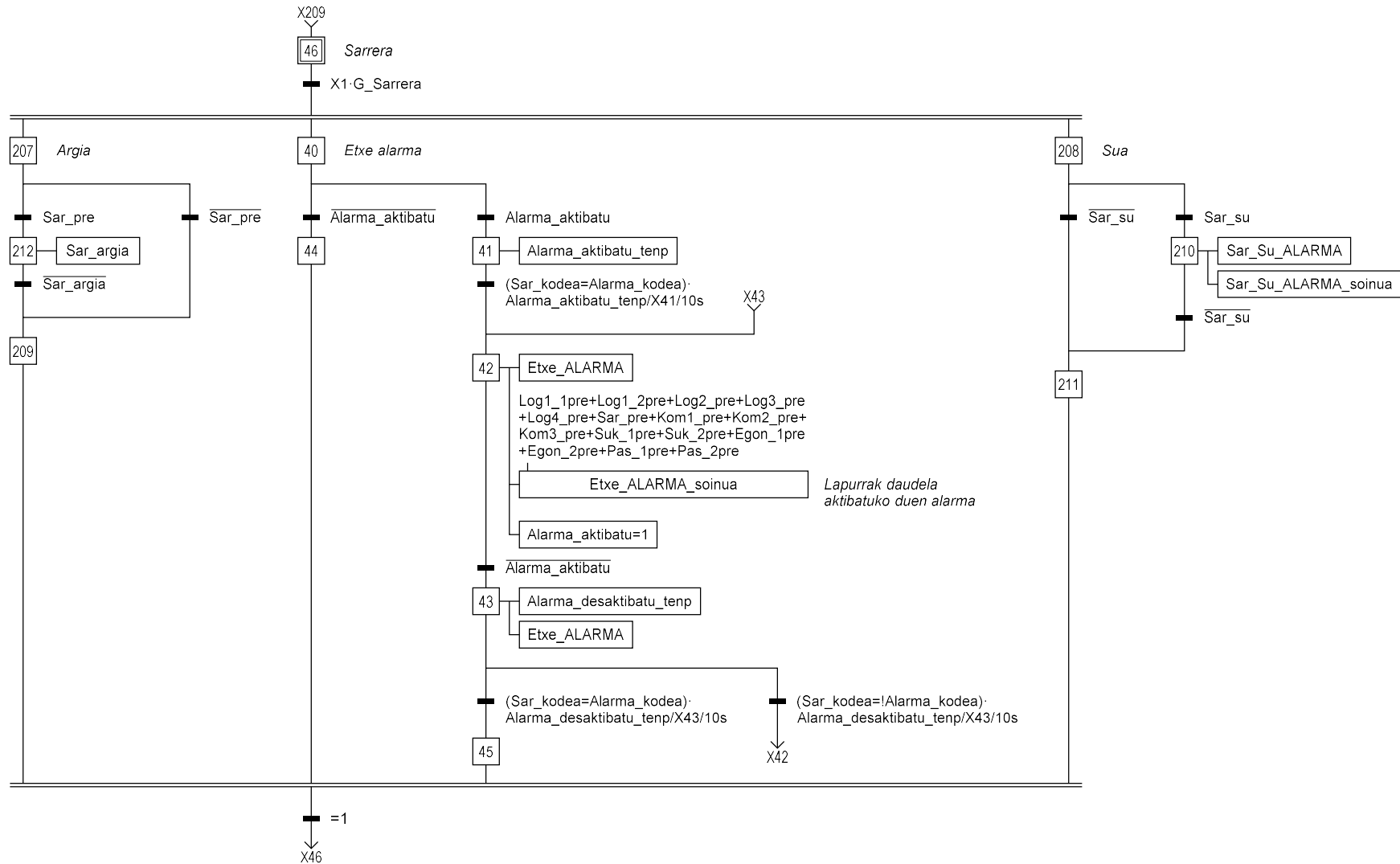
GSarrera ():

Grafcet honek gelaren automatizazio orokorra kudeatzen du, izan ere, bertan automatizatu diren sistema guztiak batzen ditu.

Bertan sistemak eskuzko moduan edota funtzionamendu automatikoan era berean egiten dute lan. Erabiltzaileak interfazearen bidez sistemak eskuzko modua erabili ditzakete, adibidez etxeke alarmaren aktibazioa. Sistemak ez dute modu automatikoan funtzionatuko eskuzko moduan funtzionatzen ari badaude baina behin sistema horren eskuzko modua amaituta, funtzionamendu automatikoan funtzionatu dezakete.

Hori horrela, funtzionamendu moduaren arabera, inplemetatutako azpi-sistema guztien funtzionamendurako, bakoitzak bere Grafcet-a erabiliko du, aldiz, etxearen alarma eta suaren kasuan, Grafcet honetan burutzen dira.

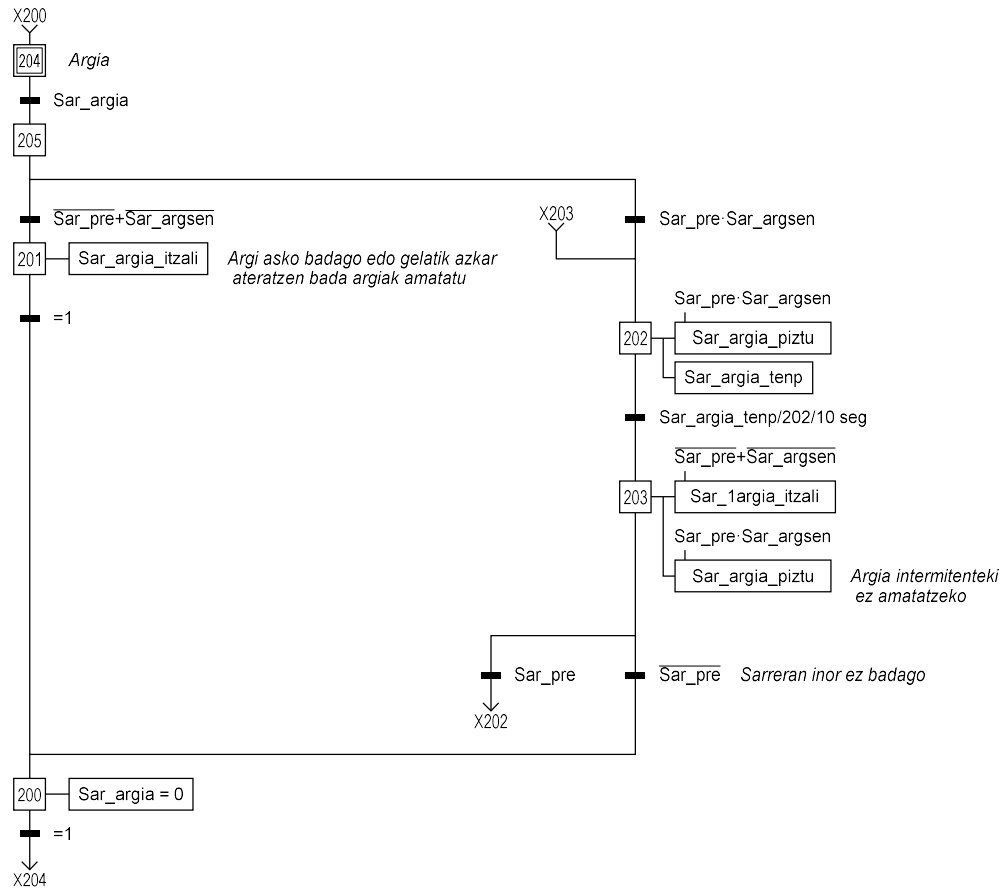
Irudia 114-an Sarrerako Grafcet orokorra eskaintzen da. Honen ostean, atondoak osatzen duten beste azpisistemen Grafcet-ak deskribatzen dira.



Irudia 114. Sarrerako Graficet orokorra.

GSarrera_argia ():

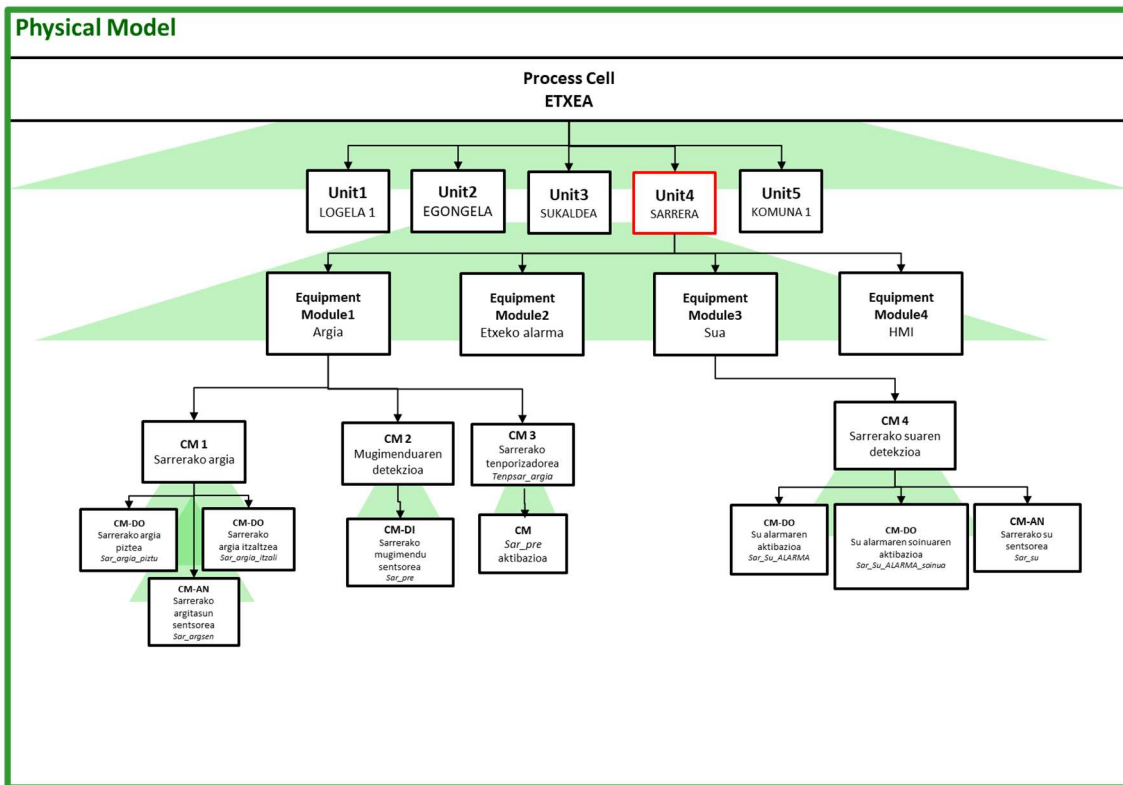
Esan bezala, Sarrerako Grafcet orokorretik abiatuta, bertan inplementatutako lehen sistema argiaren kontrola kudeatzen duena da. Horrela, *Irudia 115*-an, argiaren funtzionamendua modu automatikoan kudeatuko duen Grafcet-a ematen da.



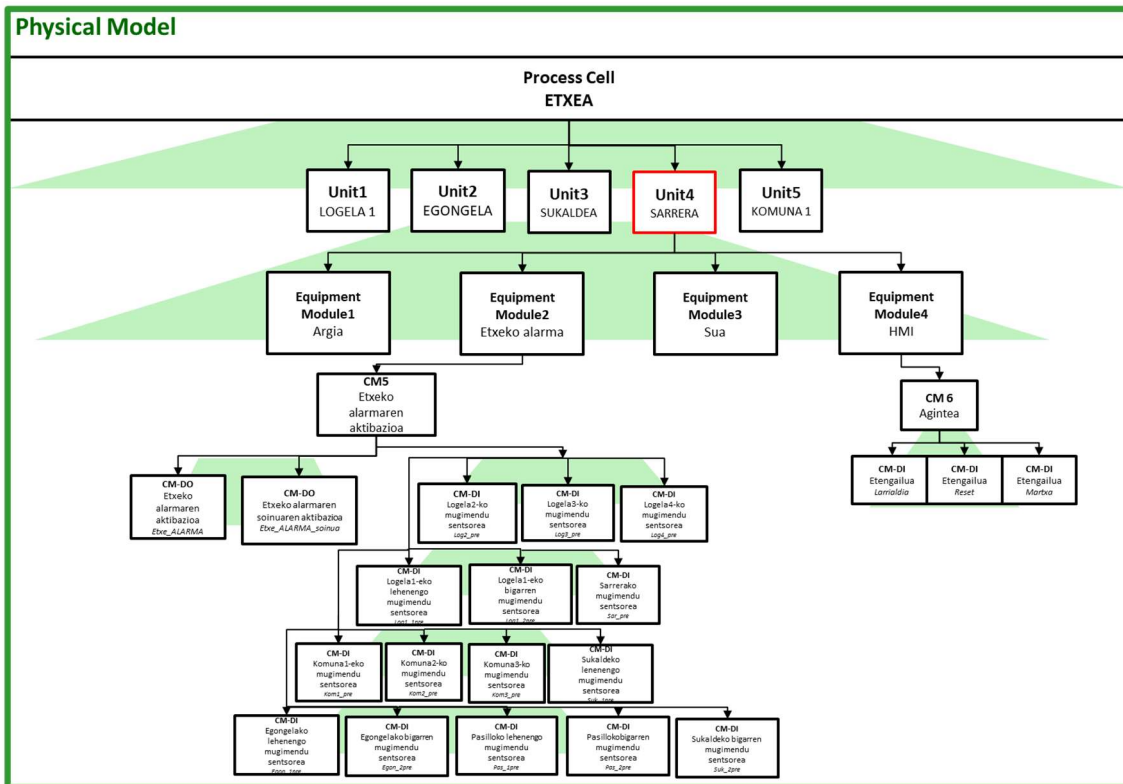
Irudia 115. Sarrerako argiaren automatizazio Grafcet-a.

9.3.4.3. SISTEMAREN SEINALEAK

S88 estandarrak definitutako Eredu Fisikoa aurkezten da hemen. Eredu honetan sistemaren funtzionamendurako beharrezkoak diren sarrerak eta irteerak modu argi batean antolatuta aurkeztuko dira sistemaren osagai fisikoen arabera. Ereduaren ulergarritasun erosoagoa eskaintzeko helburuarekin, normalean elkarrekin aurkeztu beharko litzatekeen Eredu Fisikoa azpisistemen arabera banatuta aurkezten da *Irudia 116-Irudia 117*-en bitartez.



Irudia 116. Sarrerako sua eta argiaren sarrera eta irteerak Eredu Fisikoan.



Irudia 117. Sarrerako etxeko alarma eta HMI-aren sarrera eta irteerak Eredu Fisikoan.

Sarrera eta irteerak sailkatuta izanda, hiru taula desberdinetan banatuko dira. *Taula 22*-ean sarrera digitalak daude, *Taula 23*-n sarrera analogikoak eta *Taula 24*-n irteerak. Era berean, *Taula 25*-n sistemen automatizazio Graficet-ak aktibatzeke erabili diren kontrol seinaleak aurkezten dira, *Taula 26*-n tenporizadoreak.

Taula 22. Atondoko sarrera digitalak.

SARRERA DIGITALAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Sar_pre	Bool	Sarrerako presentzia sentsorea	%I20.5
2	Alarma_aktibatu	Bool	Alarmaren aktibazioa eskatzeko sarrera	%I34.6
3	Log2_pre	Bool	Logela 2-ko presentzia sentsorea	%I25.4
4	Log3_pre	Bool	Logela 3-ko presentzia sentsorea	%I25.5
5	Log4_pre	Bool	Logela 4-ko presentzia sentsorea	%I25.6
6	Kom1_pre	Bool	Komuna 1-eko presentzia sentsorea	%I25.7
7	Kom2_pre	Bool	Komuna 2-ko presentzia sentsorea	%I34.0
8	Kom3_pre	Bool	Komuna 3-ko presentzia sentsorea	%I34.1
9	Suk_1pre	Bool	Sukaldeko lehenengo presentzia sentsorea	%I34.2
10	Suk_2pre	Bool	Sukaldeko bigarren presentzia sentsorea	%I34.3
11	Pas_1pre	Bool	Pasiloko lehenengo presentzia sentsorea	%I34.4
12	Pas_2pre	Bool	Pasiloko bigarren presentzia sentsorea	%I34.5

Taula 23. Atondoko sarrera analogikoak.

SARRERA ANALOGIKOAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Sar_argsen	Bool	Sarrerako argitasun sentsorea	%I20.6
2	Sar_su	Bool	Sarrerako su sentsorea	%I25.2
3	Sar_kodea	Real	Etxeko alarma aktibatzeke erabiltzaileak sartzen duen kode numerikoa	%ID35
4	Alarma_kodea	Real	Etxeko alarma aktibatzeke sartu behar den kode numerikoa	%ID40

Taula 24. Atondoko irteera digitalak.

IRTEERA DIGITALAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Sar_Su_ALARMA	Bool	Sarrerako su alarma aktibatu	%Q4.2
2	Sar_Su_ALARMA_soinua	Bool	Sarrerako su alarmaren soinua aktibatu	%Q4.3
3	Sar_argia_piztu	Bool	Sarrerako argia piztu	%Q3.6
4	Sar_argia_itzali	Bool	Sarrerako argia itzali	%Q3.7
5	Etxe_ALARMA	Bool	Etxeko alarma aktibatu	%Q4.0
6	Etxe_alarma_soinua	Bool	Etxeko alarmaren soinua aktibatu	%Q4.1

Taula 25. Atondoko kontrol seinaleak.

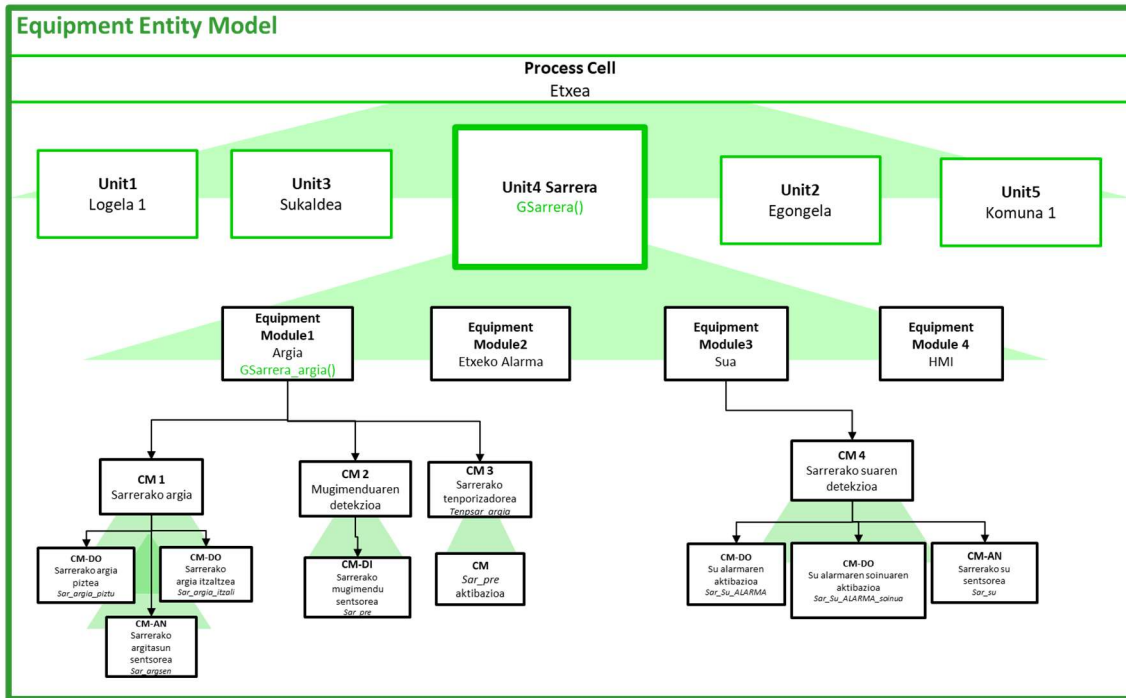
KONTROL SEINALEAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Sar_argia	Bool	Sarrerako argiaren modu automatikoa aktibatu	%M20.4

Taula 26. Atondoko tenporizadoreak.

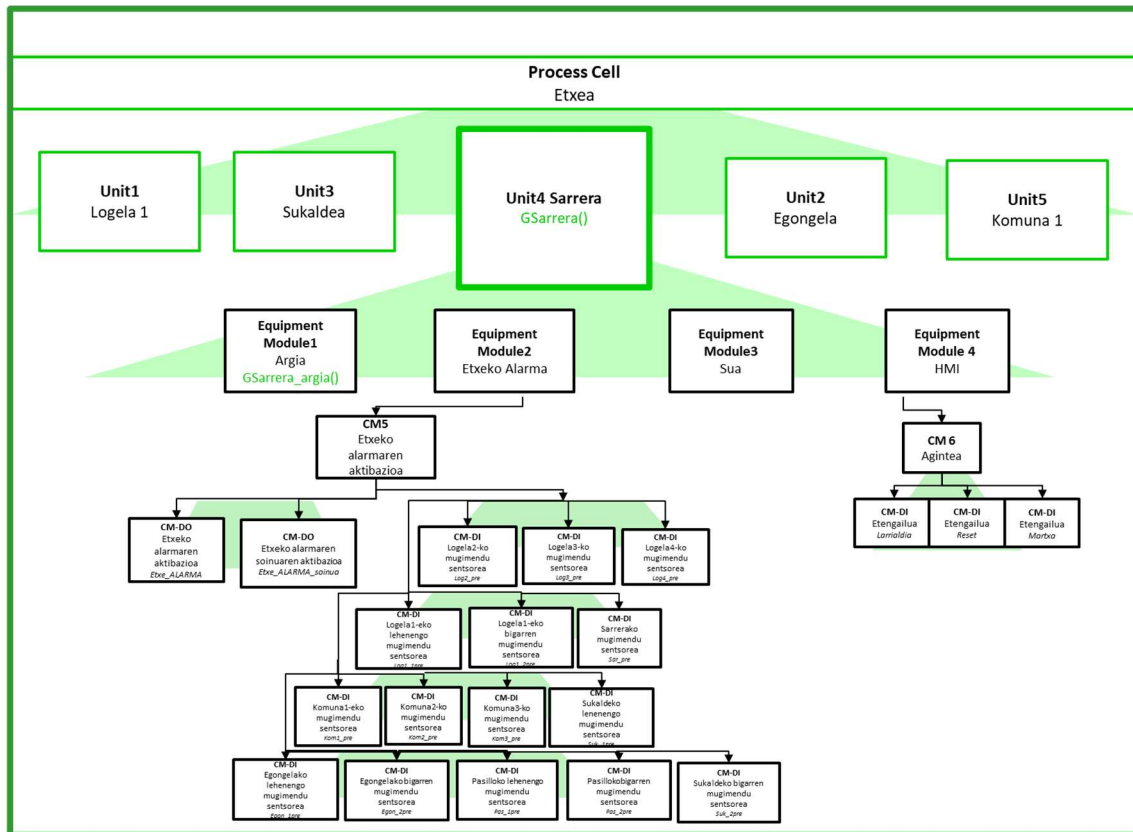
TENPORIZADOREAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Sar_argia_temp	Bool	Sarrerako argia kontrolatzeko tenporizadorea	%M20.7
2	Alarma_aktibatu_temp	Bool	Sarrerako etxeko alarma aktibatzeke tenporizadorea	%M25.0
3	Alarma_desaktibatu_temp	Bool	Sarrerako etxeko alarma desaktibatzeke tenporizadorea	%M25.1

9.3.4.4. EKIPO - ENTITATE EREDUA

S88 arauaren azken eredia Ekipo - Entitate Eredua da. Eredu honek, kontrol-sistemaren barruan, objektuen erlazioak eta atributuak ezartzen ditu. *Irudia 118-Irudia 119*-etan ikusi daitekeen bezala, aurretik azaldutako Eredua Fisikoa eta Prozedura Eredua batzen ditu. Sarrera eta irteera bakoitza zein Graficet-etan aurkitu daitekeen adieraziz. Horrela egin beharreko eragiketak zein ekipo fisikoak erabiliz burutuko diren adierazten duela esan daiteke.



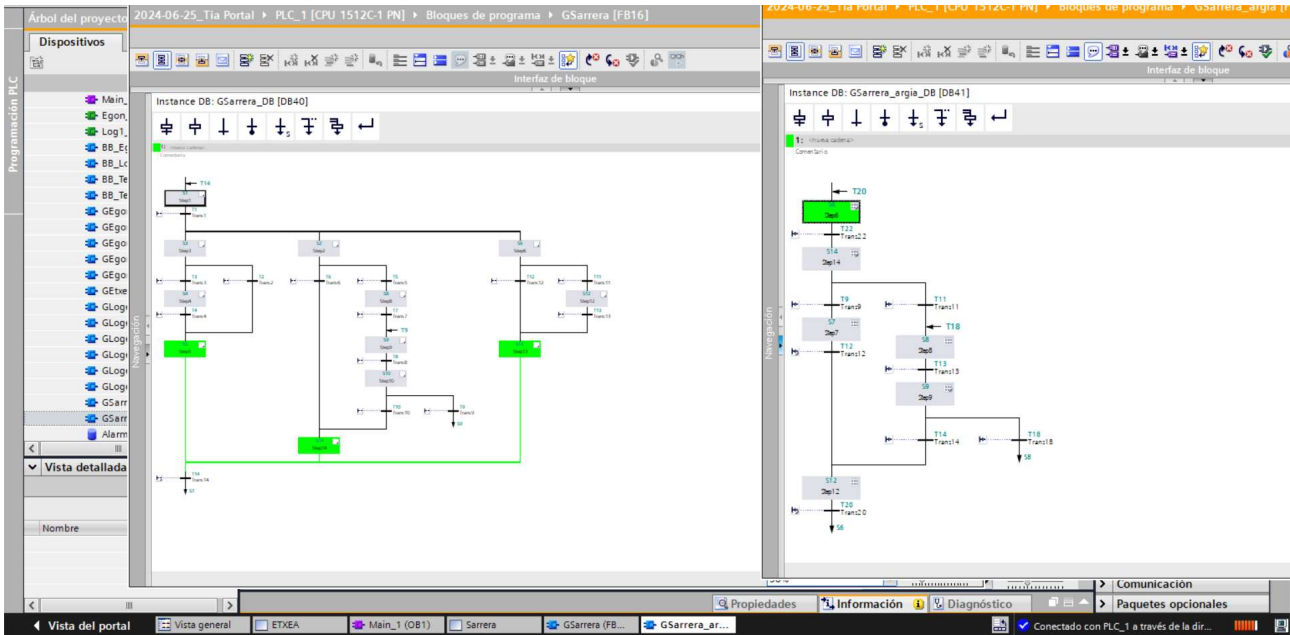
Irudia 118. Sarrerako sua eta argiaren Ekipo Entitate Eredua.



Irudia 119. Sarrerako etxeko alarma eta HMI-aren Ekipo Entitate Eredua.

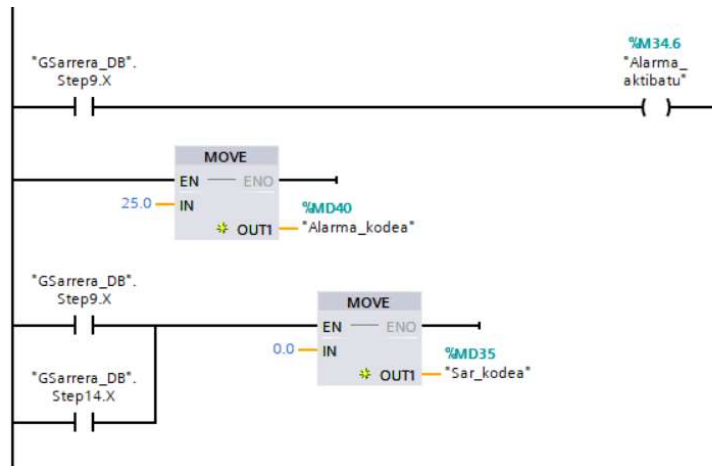
9.3.4.5. INPLEMENTAZIOA TIA PORTAL-EN

Sarrerako sistema guztiak definituta izanda, TIA Portaleko inplementazioarekin hasi da. Beste geletan egin den bezala, sistemen programazioa banaka egin da, azpisistema bakoitzaren funtzionamendu egokia bermatuz joan ahal izateko. Sistema ondo funtzionatzen duela ikusita, hurrengo sistema txertatu da eta aurrekoarekin bezala, bi sistemak batera modu egokian funtzionatzen dutela egiaztatu da PLCSIM-arekin egindako simulazioen bidez. Inplementazio patroia hori jarraitu da gela osoko sistemen inplementazioa eta funtzionamendu egokia lortu den arte. *Irudia 120*-n PLC simulazio froga adibideak ikusi daitezke.

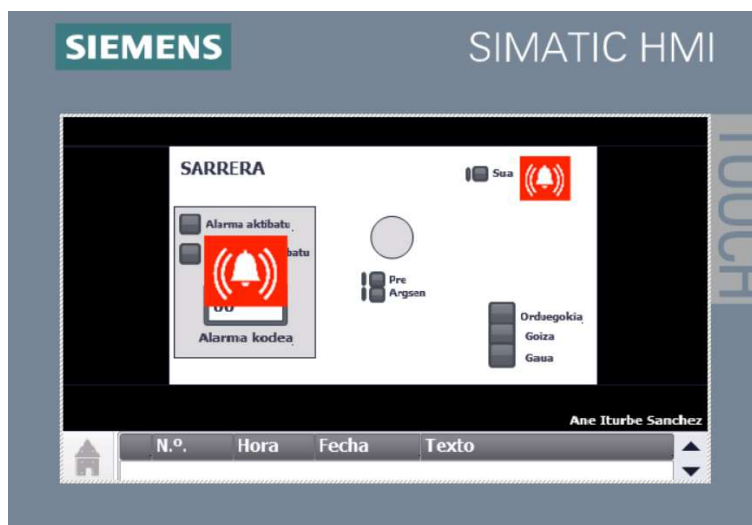


Irudia 120. Sarrerako simulazioak PLC-arekin.

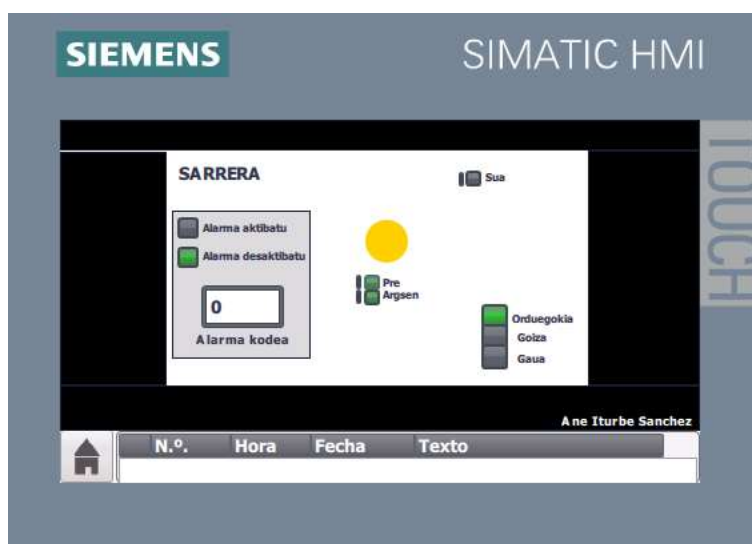
Ondoren, sistemak HMI-a froga erreminta bezala erabili da. Horretarako inplementazioan beharrezko moldaketak egin dira. Sarreraren kasuan ez da biki birtual programagarri baten laguntzarik behar izan, ez direlako leihoak edo pertsiak ireki edo itxi behar. Etxeko alarma aktibatzeke HMI-arekin soilik nahikoa da eta sartu behar den kodearen balioa Main-ean esleitu da *Irudia 121*-n ikusi daitekeen bezala. *Irudia 122*-n Sarrerako HMI-ko azken pantaila ikusi daiteke.



Irudia 121. Etxeko alarmaren kodearen Main-eko programa zatia.



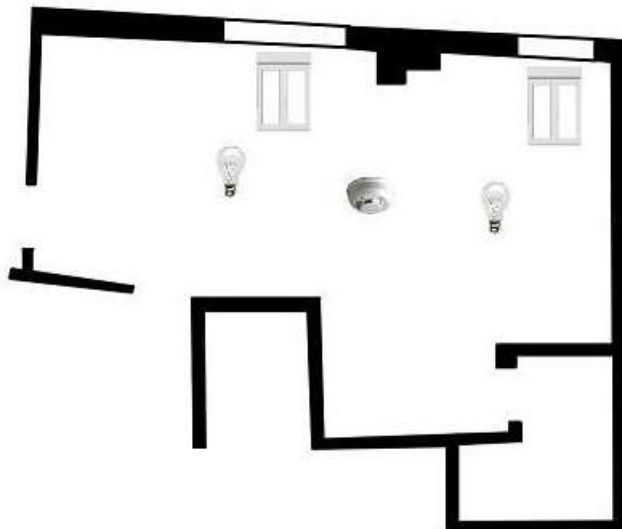
Irudia 122. Sarrerako HMI irudia.



Irudia 123. Sarrerako HMI-a frogak egiten.

9.3.5. 4.GELA: SUKALDEA

Sukaldea erabiltzaileak janaria prestatu eta bazkalduko duten tokia da. Hau horrela, bitrozeramikak sukaldatzen ari den bitartean transmititzen duen beroa dela eta, ez da sukaldean tenperatura automatizatuko. Bai automatizatuko dena aldiz, leihoak, argia eta sua detektatzeko sistemak dira. *Irudia 124*-n adierazten da sistema bakoitzak hartzen duen kokalekua:

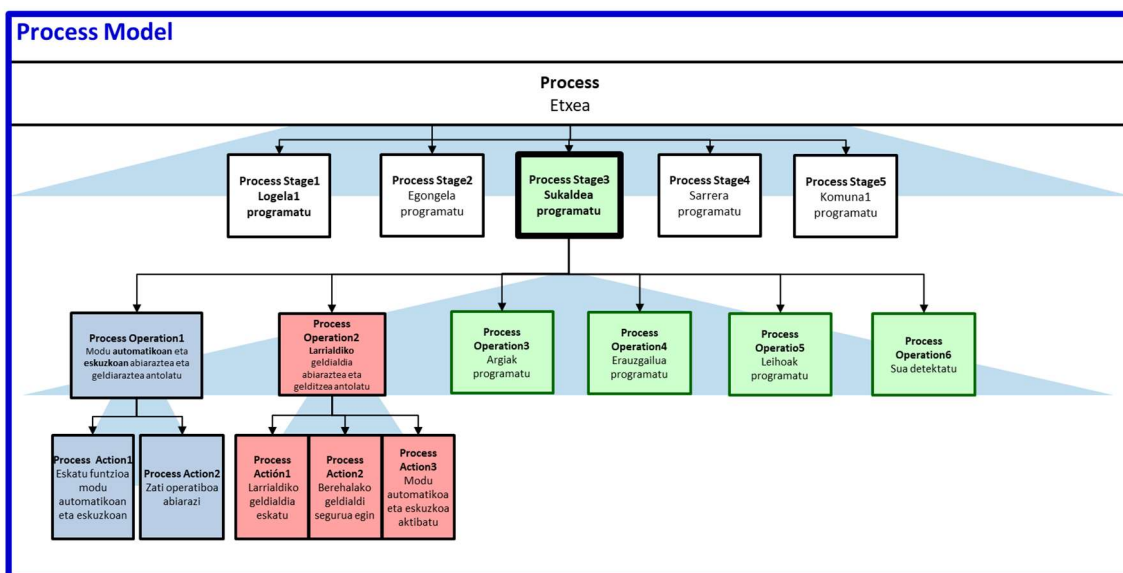


Irudia 124. Sukaldeko automatizazio sistemak.

9.3.5.1. SISTEMAREN FUNTZIONAMENDUAREN DESKRIBAPENA

Gelan automatizatuko diren sistemak kontuan hartu eta erabiltzailearen eskakizunak ikertu ondoren, automatizazio sistema bakoitzaren deskribapena burutu da, irtenbide errentagarri eta eroso bat planteatuz.

Beste geletan jarraitu den V ereduarekin jarraituz, sukaldearen sistemen eragiketak definitzeko Prozesu Eredua ematen da *Irudia 125*-n. Ondoren, azpisistema bakoitzaren funtzionamenduaren deskribapena adierazten da.



Irudia 125. Sukaldeko Prozesu Eredua.

Ondoren sistema bakoitza bakarka azalduko da:

- **Argia:**

Sukaldeko argitasun sisteman modu automatikoan soilik funtzionatuko du. Gela bi zatitan banatu da, sarrerarekin konektatzen duen gelaren zatia (lehenengo alde) eta Komuna 3-rekin konektatzen den gelaren zatia (bigarren alde). Sukaldearen alde bakoitzean bonbilla bat egongo da.

Sukaldeko argitasun sistemaren funtzionamendu automatikoan, presentzia eta argitasun sentsoareak erabiltzen dira. Gelan norbait sartzean, bertan dagoen argitasun mailaren arabera beharrezkoa denean bakarrik piztu daitezten argiak.

Funtzionamendu automatikoan lan egiteko, gelan dauden presentzia sentsoreetako bat aktibatuta badago (*Suk_1pre* edo *Suk_2pre*), hau da, gelan norbait sartu bada, kontrol seinale bat aktibatuko da (*Suk_argia*) eta argiak modu automatikoan lan egingo dute. Aldiz, presentzia sentsoareak ez badute inor sumatzen, ez dira argiak piztuko. Modu automatikoaren amaiera kontrol seinalearen (*Suk_argia*) desaktibazioarekin gertatzen da.

Hau horrela, argia egunez ez pizteko, bi argitasun sentsoare jarri dira, bat gelako lehenengo aldean (*Suk_1argen*) eta beste bat gelako bigarren aldean (*Suk_2argen*). Sentsoarek gelan argia piztu gabe izateko argitasun nahikoa dagoela adierazten badute (*2000 lux edo gehiago*) sentsoarek amatatuta egongo dira (0 balioarekin) eta ez dira alde bakoitzeko argiak piztuko.

Norbait gelan sartzean, Sukaldeko lehenengo aldean kokatuta dagoen presentzia sentsoarea (*Suk_1pre*) aktibatuko da eta lehenengo aldeko argitasun sentsoarearen arabera (*Suk_1argen*) argitasun nahikoa ez badago, lehenengo aldeko argiak piztuko dira (*Suk_1argia_piztu*) 1 minutu irauten duen tenporizadore batekin batera (*Suk_argia_tenp*). Momentu berean, gelan gehiago sartuz gero, bigarren aldean kokatuta dagoen presentzia-sentsoarea aktibatuko da (*Suk_2pre*) eta bigarren argitasun sentsoarearen (*Suk_2argen*) arabera argitasun nahikoa ez badago, gelaren bigarren aldeko argiak piztuko dira (*Suk_2argia_piztu*). Bi argiak aldi berean piztuta egon daitezke.

Tenporizadorearen denbora amaitzean presentzia sentsoareak aktibatuta jarraitzen badute eta argitasun nahikoa ez badago, argia piztuta jarraituko du eta denboraren kontaketa hasieratik hasiko da berriro. Aldiz, denbora bukatzean presentzia sentsoareak desaktibatuta, hau da, ez bada inoren presentzia antzematen eta argitasun nahikoa badago, argiak amatatuko dira (*Suk_1argia_itzali* eta *Suk_2argia_itzali*). Gelan presentzia sentsoareak ez badute inor sumatzen edo eta argitasun nahikoa badago, argiak automatikoki amatatuko dira. Ostean, kontrol seinalea desaktibatuko da eta funtzionamendu automatikotik aterako da.

- **Leihoak:**

Sukaldeko leihoen sisteman modu automatikoa eta eskuzko modua aldi berean funtzionatuko dute. Gelan bi leiho daude.

Sukaldeko leihoen sistemaren funtzionamendu automatikoa goizean (*Goiza**) soilik funtzionatuko du. Leihoak irekita edo itxita daudela jakiteko leiho bakoitzak bi sentsoare ditu (lehenengoak *Suk_1lei_irekita* eta *Suk_1lei_itxita*, bigarrenak aldiz, *Suk_2lei_irekita* eta *Suk_2lei_itxita*).

Esan bezala, funtzionamendu automatikoa goizean soilik funtzionatuko du, kontrol seinale bat aktibatuko da (*Suk_leiho*) eta leihoak modu automatikoan lan egingo dute. Aldiz, gaua edo eguneko edozein ordutan, ez da modu automatikoa hasiko. Modu automatikoaren amaiera kontrol seinalearen (*Suk_leiho*) desaktibazioarekin gertatzen da.

Goizean, leihoak irekiko dira (*Suk_1lei_ireki* eta *Suk_2lei_ireki*). Leihoak irekita (*Suk_1lei_irekita* eta *Suk_2lei_irekita*) daudela egiaztatzen denean, kontrol seinalea desaktibatuko da eta funtzionamendu automatikotik aterako da.

Goiza ez den eguneko beste ordu guztietan, eskuzko moduan leihoak ireki (*Suk_1lei_irekitzea* eta *Suk_2lei_irekitzea*) eta itxi (*Suk_1lei_itxia* eta *Suk_2lei_itxia*) daitezke eskuzko botoiei sakatuz. Hauek ireki/itxi-ko dira sentsoareak leihoa irekita edo itxita dagoela adierazten duten arte. Gaua heltzean (*Gaua**) leihoak irekita badaude, hauek automatikoki itxiko da.

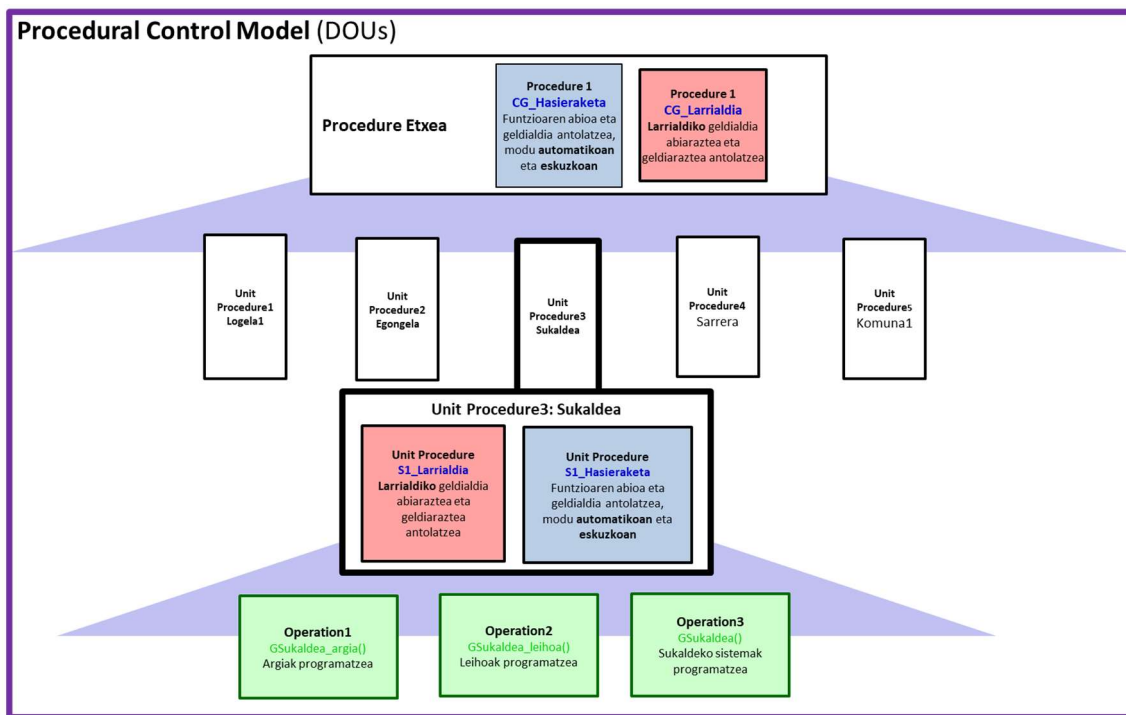
Sua:

Gelako su sentsoareak (*Suk_su*) sua edota kea sumatzen dituenean, seinale bat bidaliko du eta suaren alarma (*Suk_Su_ALARMA*) piztuko da. Honekin batera, soinu bat aktibatuko da (*Suk_Su_ALARMA_soinua*). Sukaldeko su sentsoareak sua eta kea sumatzen ez dituenean, sentsoarea desaktibatuko da eta alarma eta soinua amatatuko dira.

*Goiza sarrera, goizeko 8.00-etatik goizeko 8.01-etara egongo da aktibatuta, *Orduegokia* goizeko 8.01-etatik gaueko 21.00-ak arte eta *Gaua* aldiz, gaueko 21.00-etatik 21.01-etara.

9.3.5.2. SISTEMAREN GRAFCET-AK

Automatizatu nahi diren sistemen deskribapenetik abiatuta, Grafcet-en antolaketa modu argi batean adierazteko, Prozedura Eredua (DOU-ak) garatu da. Horrela, *Irudia 126*-n sukaldeko prozedura eredia ikusi daiteke:



Irudia 126. Sukaldeko Prozedura Eredua.

Sistemen funtzionamendua kontuan hartuta, modu zehatzagoan deskribatzen dituen Grafcet desberdinak adierazten dira orain.

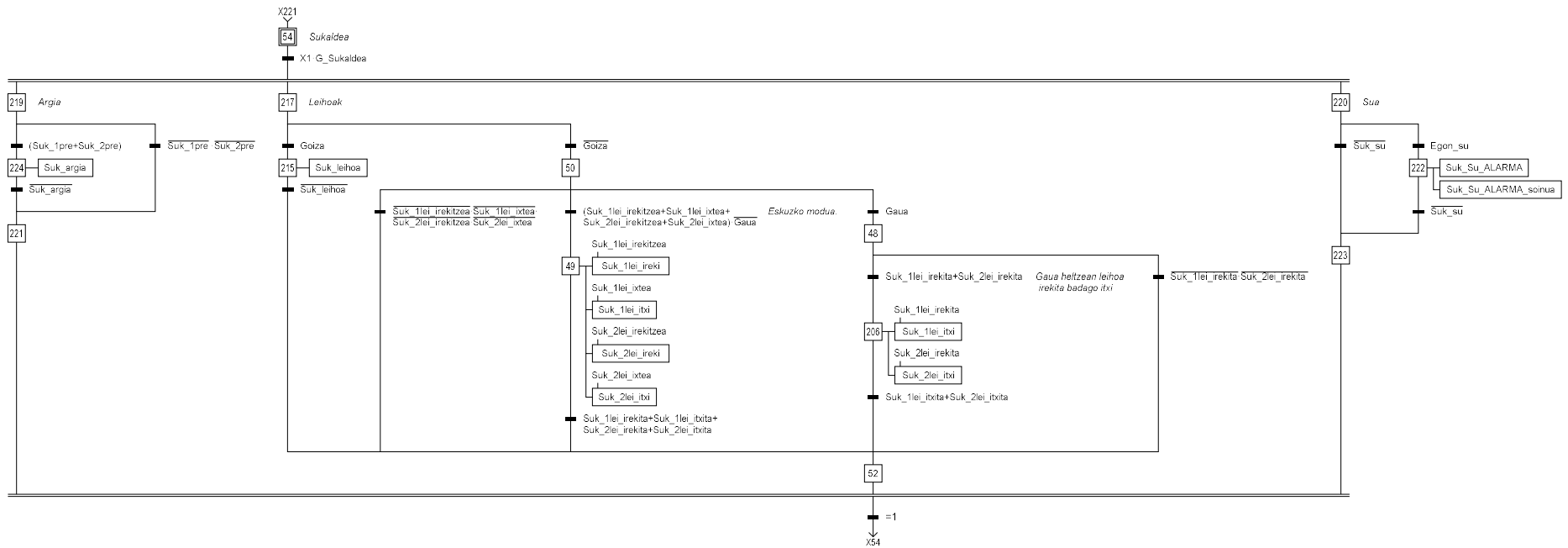
GSukaldea ():

Grafcet honek gelaren automatizazio orokorra kudeatzen du, izan ere, bertan automatizatu diren sistema guztiak batzen ditu.

Bertan sistemak eskuzko moduan edota funtzionamendu automatikoan era berean egiten dute lan. Erabiltzaileak interfazearen bidez sistemak eskuzko modua erabili ditzakete, adibidez leihoen irekitzea eta ixtea. Sistemak ez dute modu automatikoan funtzionatuko eskuzko moduan funtzionatzen ari badaude baina behin sistema horren eskuzko modua amaituta, funtzionamendu automatikoan funtzionatu dezakete.

Hori horrela, funtzionamendu moduaren arabera, inplemetatutako azpi-sistema guztien funtzionamendurako, bakoitzak bere Grafcet-a erabiliko du, aldiz, suaren kasuan, Grafcet honetan burutzen dira.

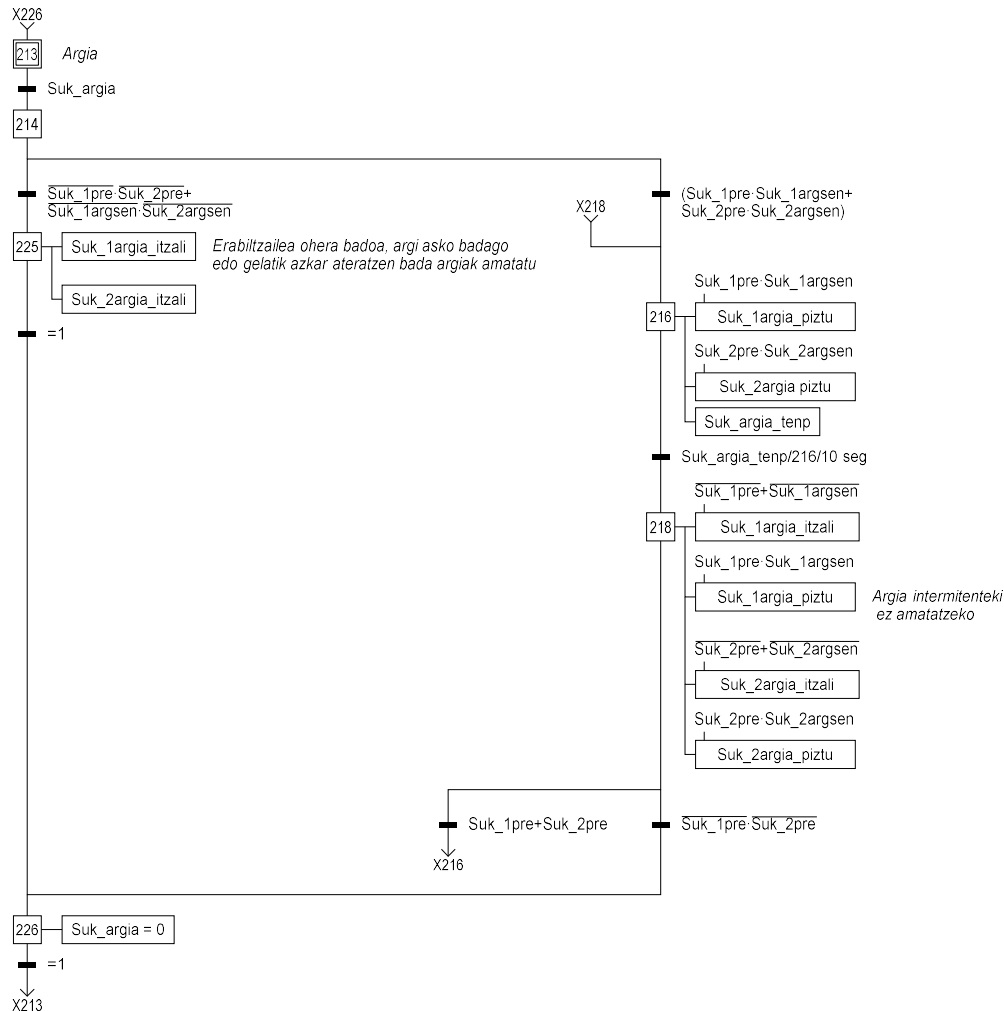
Irudia 127-n Sukaldeko Grafcet orokorra eskaintzen da. Honen ostean, Sukaldeak osatzen duten beste azpisistemen Grafcet-ak deskribatzen dira.



Irudia 127. Sukaldeko Gracfet orokorra.

GSukaldea argia ():

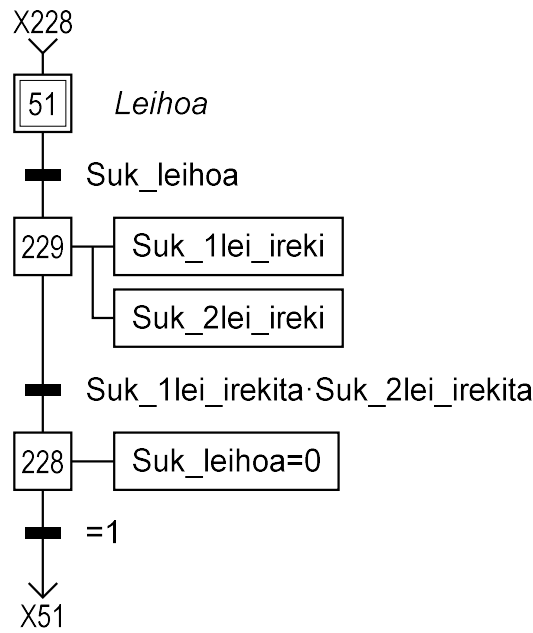
Aurreko gelan bezala, Sukaldeko Grafcet orokorretik abiatuta, bertan inplementatutako lehen sistema argiaren kontrola kudeatzen duena da. Horrela, *Irudia 128*-n, argiaren funtzionamendua modu automatikoan kudeatuko duen Grafcet-a ematen da. Aurreko geletan ikusi den bezala, honek funtzionamendu berdina izango du.



Irudia 128. Sukaldeko argiaren Grafcet automatikoa.

GSukaldea leihoa ():

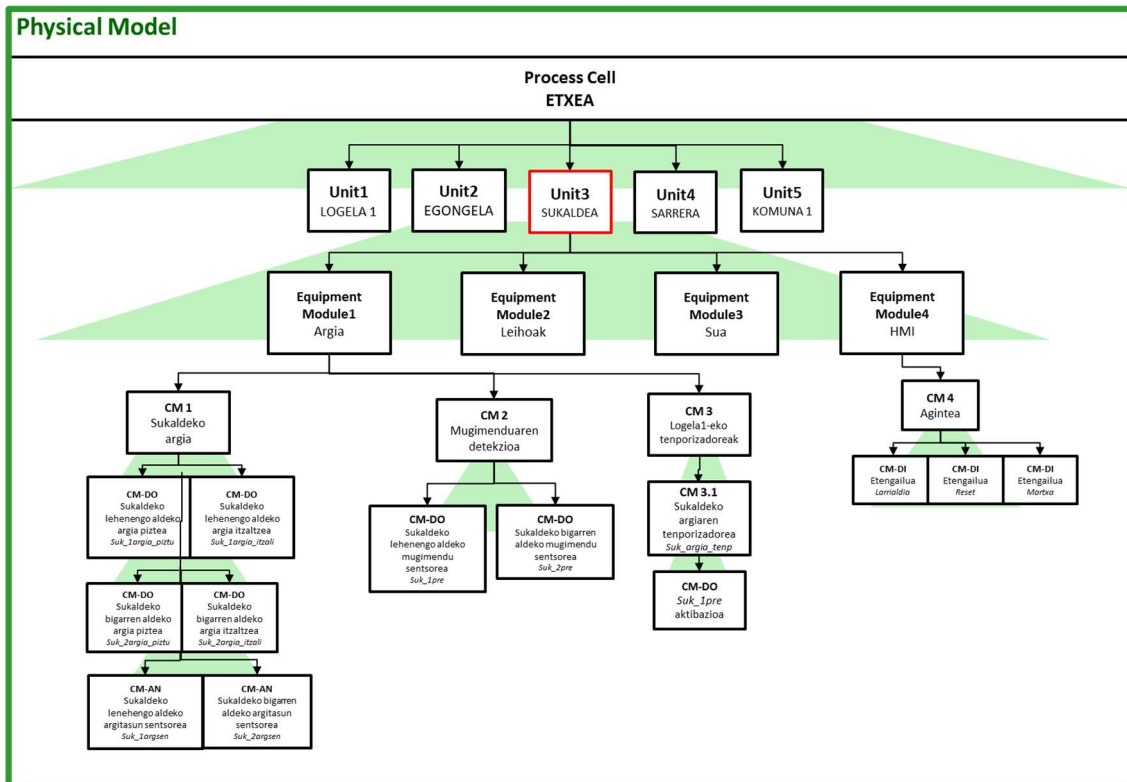
Azkenik, Sukaldeko leihoen funtzionamendu automatikoaren Grafcet-a ikusi daiteke *Irudia 129*-n. Gela honetan ez da tenperatura kontrolatu, beraz, leihoak goizean irekita mantenduko dira.



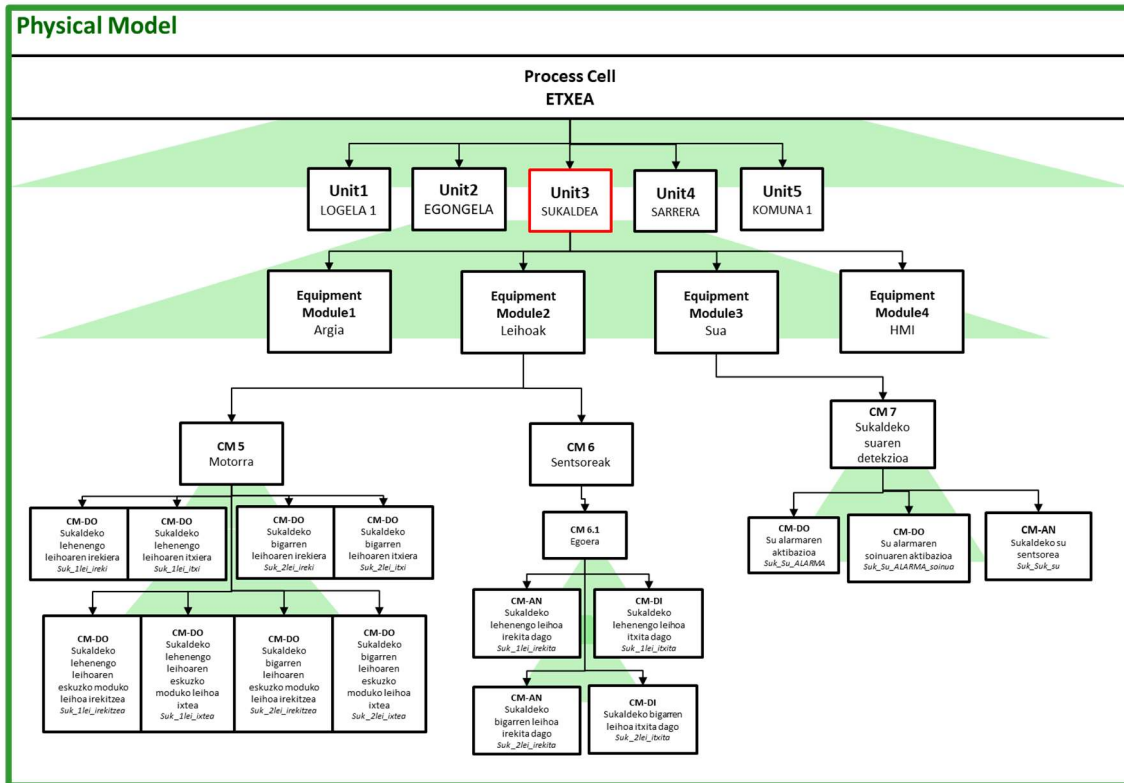
Irudia 129. Sukaldeko leihoen Grafcet automatikoa.

9.3.5.3. SISTEMAREN SEINALEAK

Sistemaren funtzionamendurako beharrezkoak diren sarrerek eta irteerak modu argi eta antolatu batean ikusteko, sistemaren osagai fisikoen arabera, S88 estandarrak definitutako Eredu Fisikoa aurkezten da. Ereduaren ulergarritasun erosoagoa eskaintzeko helburuarekin, normalean elkarrekin aurkeztu beharko litzatekeen Eredu Fisikoa azpisistemen arabera banatuta aurkezten da *Irudia 130* eta *Irudia 131*-en bitartez.



Irudia 130. Sukaldeko argiaren eta HMI-aren Eredu Fisikoa.



Irudia 131. Sukaldeko leihoen eta suaren Eredu Fisikoa.

Sarrera eta irteerak sailkatuta izanda, hiru taula desberdinetan banatuko dira. *Taula 27*-n sarrera digitalak daude, *Taula 28*-n sarrera analogikoak eta *Taula 29*-n irteerak. Era berean, *Taula 30*-en sistemen automatizazio Graficet-ak aktibatzen diren kontrol seinaleak aurkezten dira, *Taula 31*-n tenporizadoreak.

Taula 27. Sukaldeko sarrera digitalak.

SARRERA DIGITALAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Suk_1pre	Bool	Sukaldeko lehenengo presentzia sentsorea	%I34.2
2	Suk_2pre	Bool	Sukaldeko bigarren presentzia sentsorea	%I34.3
3	Suk_1lei_irekitzea	Bool	Sukaldeko lehenengo leihoa irekitzeko interruptorea	%I39.7
4	Suk_1lei_ixtea	Bool	Sukaldeko lehenengo leihoa ixteko interruptorea	%I44.0
5	Suk_2lei_irekitzea	Bool	Sukaldeko bigarren leihoa irekitzeko interruptorea	%I44.1
6	Suk_2lei_ixtea	Bool	Sukaldeko bigarren leihoa ixteko interruptorea	%I44.2
7	Suk_1lei_itxita	Bool	Sukaldeko lehenengo leihoa itxita dago	%I44.4

8	Suk_1lei_irekita	Bool	Sukaldeko lehenengo leihoa itxita dago	%I44.3
9	Suk_2lei_itxita	Bool	Sukaldeko bigarren leihoa itxita dago	%I44.6
10	Suk_2lei_irekita	Bool	Sukaldeko bigarren leihoa itxita dago	%I44.5

Taula 28. Sukaldeko sarrera analogikoak.

SARRERA ANALOGIKOAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Suk_su	Bool	Sukaldeko su sentsorea	%I45.7
2	Goiza	Bool	Erabiltzaileak erabakitako goizeko ordu tarte (8.00-8.01, 1min)	%M0.7
3	Gaua	Bool	Erabiltzaileak erabakitako gaueko ordua (21.00-21.01, 1min)	%M1.1
4	Orduegokia	Bool	Erabiltzaileak erabakitako eguneko ordu tarte (Goiza eta gaua artean, 8.01-20.59)	%M0.6
5	Suk_1argesen	Bool	Sukaldeko lehenengo argitasun sentsorea	%I45.1
6	Suk_2argesen	Bool	Sukaldeko bigarren argitasun sentsorea	%I45.2

Taula 29. Sukaldeko irteera digitalak.

IRTEERA DIGITALAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Suk Su ALARMA	Bool	Sukaldeko su alarma aktibatu	%Q5.7
2	Suk_Su_ALARMA_soinuea	Bool	Sukaldeko su alarmaren soinuea aktibatu	%Q6.0
3	Suk_1argia_piztu	Bool	Sukaldeko lehenengo ataleko argia piztu	%Q5.0
4	Suk_1argia_itzali	Bool	Sukaldeko lehenengo ataleko argia itzali	%Q5.1
5	Suk_2argia_piztu	Bool	Sukaldeko bigarren ataleko argia piztu	%Q5.2
6	Suk_2argia_itzali	Bool	Sukaldeko bigarren ataleko argia itzali	%Q5.3
7	Suk_1lei_ireki	Bool	Sukaldeko lehenengo leihoa ireki	%Q4.4
8	Suk_1lei_itxi	Bool	Sukaldeko lehenengo leihoa itxi	%Q4.5
9	Suk_2lei_ireki	Bool	Sukaldeko bigarren leihoa ireki	%Q4.6
10	Suk_2lei_itxi	Bool	Sukaldeko bigarren leihoa itxi	%Q4.7

Taula 30. Sukaldeko kontrol seinaleak.

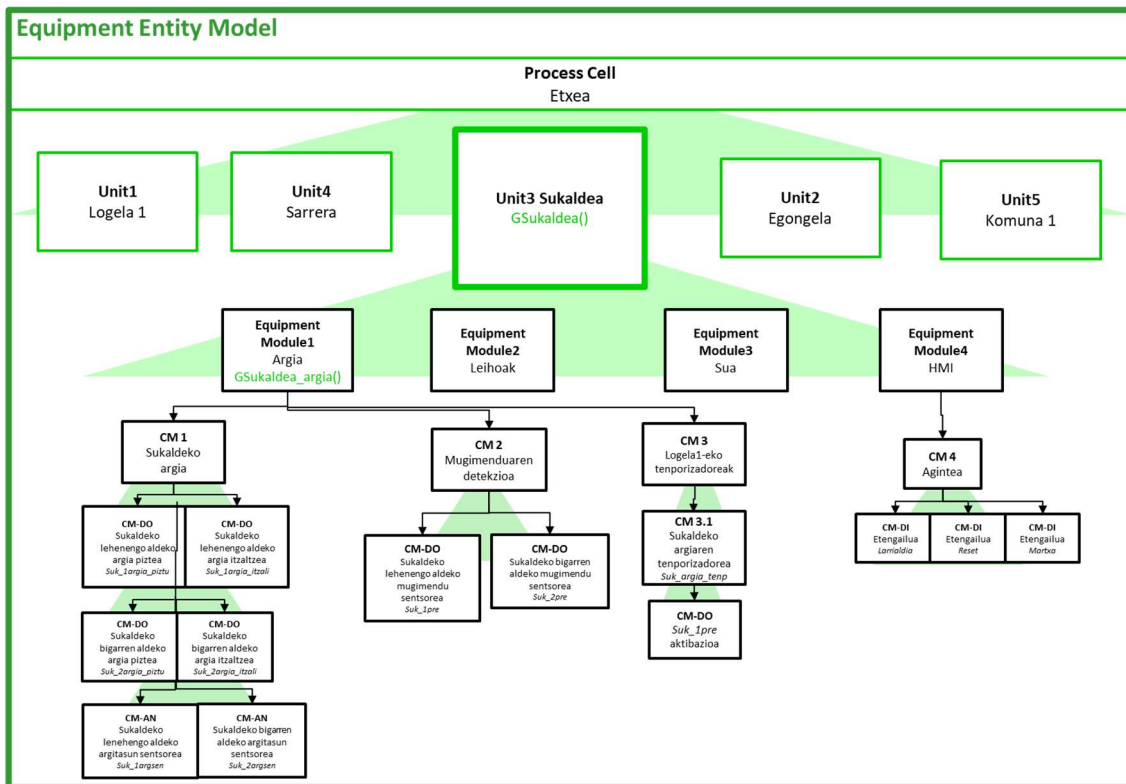
KONTROL SEINALEAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Suk_argia	Bool	Sukaldeko argiaren modu automatikoa aktibatu	%M44.7
2	Suk_leihoa	Bool	Sukaldeko leihoaren modu automatikoa aktibatu	%M39.6

Taula 31. Sukaldeko tenporizadoreak.

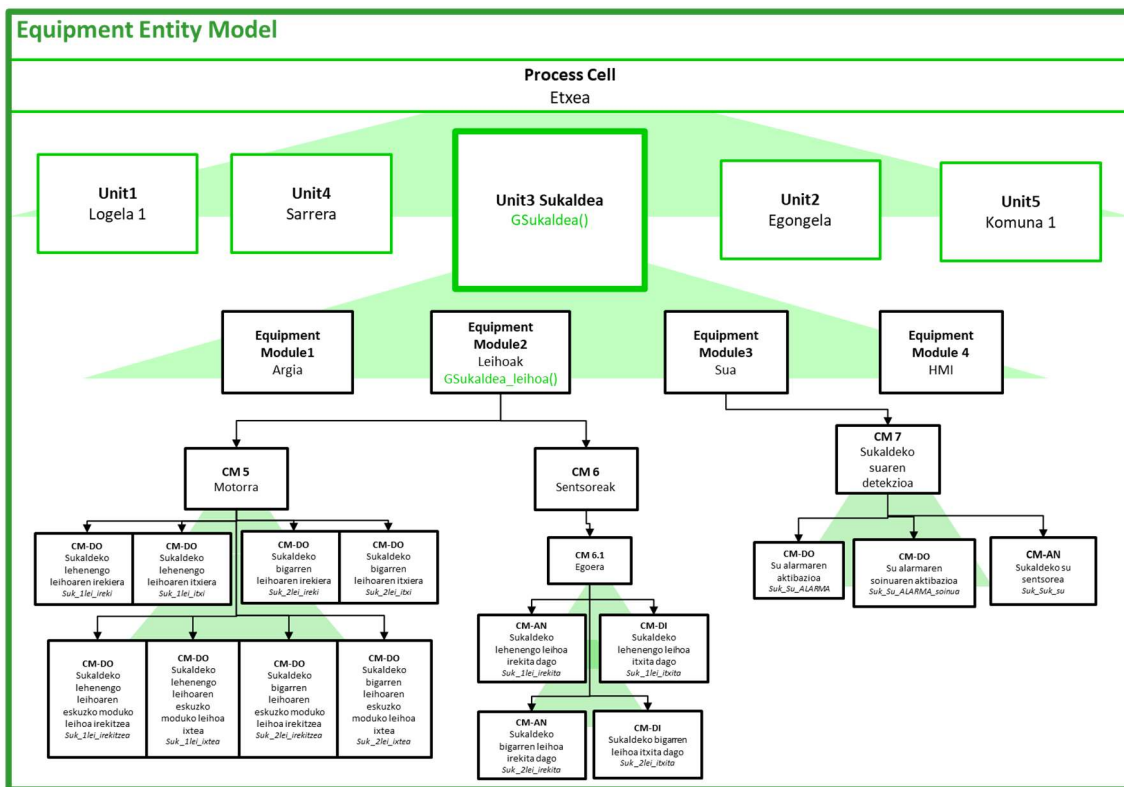
TENPORIZADOREAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Suk_argia_temp	Bool	Sukaldeko argia kontrolatzeko tenporizadorea	%M45.3

9.3.5.4. EKIPO - ENTITATE EREDUA

Kontrol-sistemaren barruan, objektuen erlazioak eta atributuak ezartzen dituen S88 arauaren azken eredia Ekipo - Entitate Eredua da. *Irudia 132* eta *Irudia 133*-etan ikusi daitekeen bezala, aurretik azaldutako Eredu Fisikoa eta Prozedura Eredua batzen ditu. Sarrera eta irteera bakoitza zein Graficet-etan aurkitu daitekeen adieraziz. Horrela egin beharreko eragiketak zein ekipo fisikoak erabiliz burutuko diren adierazten duela esan daiteke.



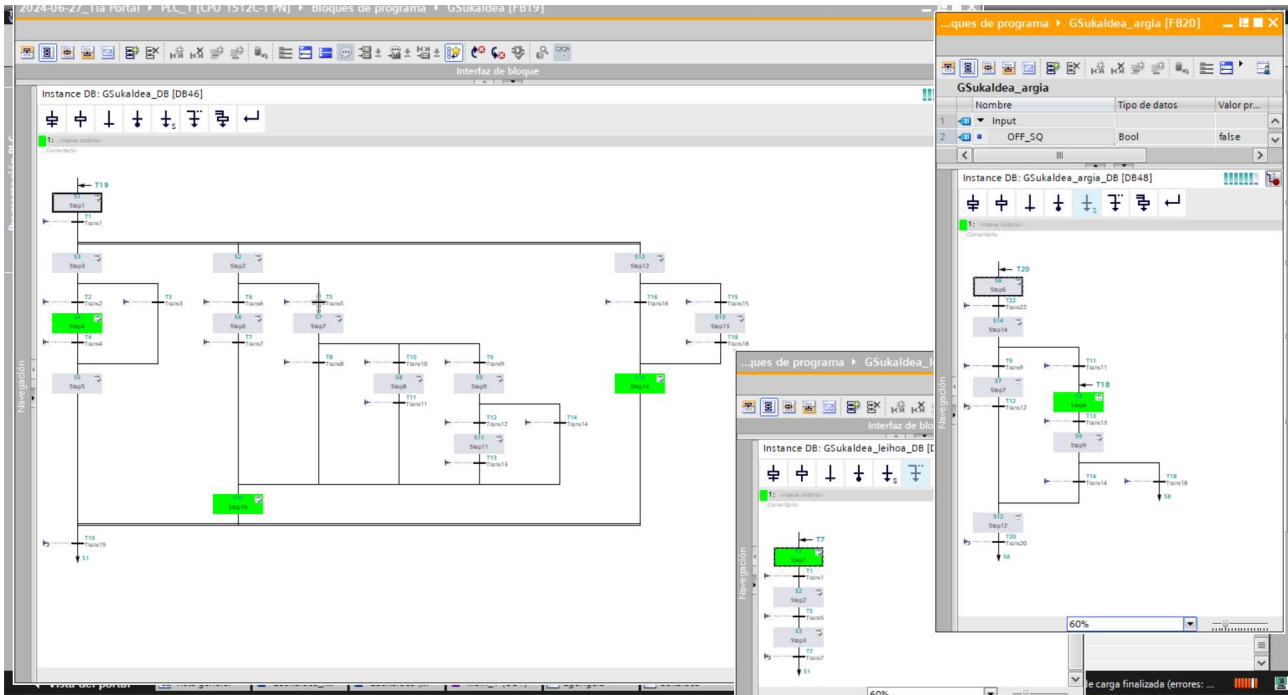
Irudia 132. Sukaldeko argi eta HMI-aren Ekipo – Entitate Eredua.



Irudia 133. Sukaldeko argi eta HMI-aren Ekipo – Entitate Eredua.

9.3.5.5. INPLEMENTAZIOA TIA PORTAL-EN

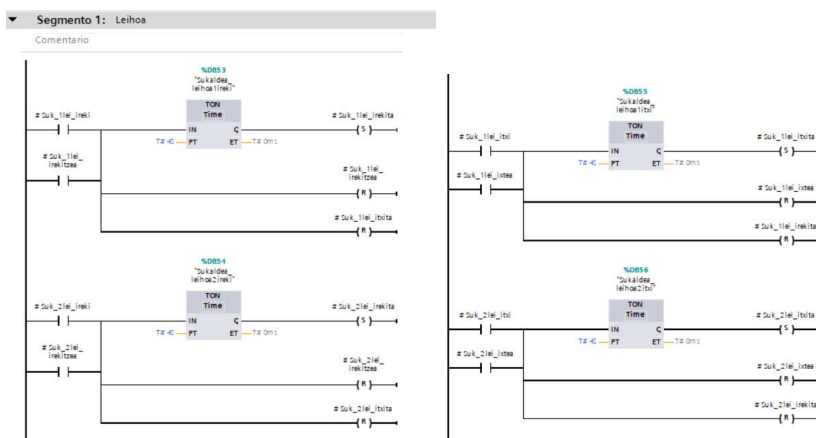
Sukaldeko sistema guztiak definituta izanda, TIA Portaleko inplementazioarekin hasi da. Sistemen programazioa banaka egitea erabaki da azpistema bakoitzaren funtzionamendu egokia bermatuz joan ahal izateko PLCSIM-arekin sistema ondo funtzionatzen duela ikusita, hurrengo sistema txertatu da eta aurrekoarekin bezala, bi sistemak batera modu egokian funtzionatzen dutela egiaztatu. Inplementazio patroia hori jarraitu da gela osoko sistemen inplementazioa eta funtzionamendu egokia lortu den arte. Irudia 134-n PLC simulazio froga adibideak ikusi daitezke.



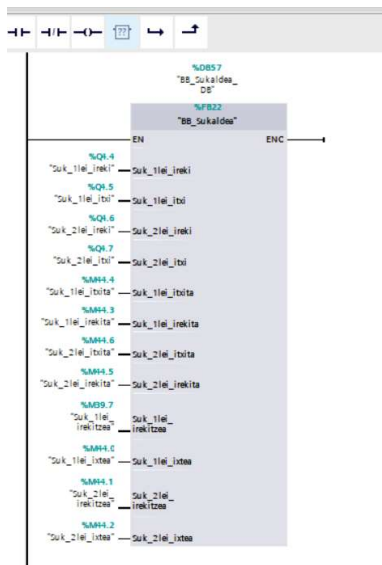
Irudia 134. Sukaldeko PLC simulazio frogak.

Ondoren, sistemak HMI-a froga erreminta bezala erabili da. Froga hauetan erabiltzaileak HMI-an kokatutako botoiak sakatzeaz arduratu beharko da sistemaren funtzionamendu pauso desberdinak emulatzeko. Horretarako implementazioan beharrezko moldaketak egin dira.

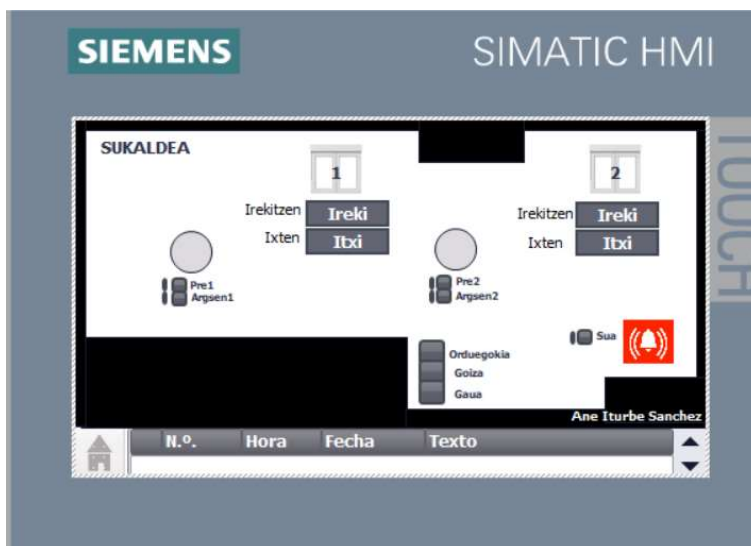
HMI-a froga erreminta bezala erabiliz sistema osoaren funtzionamendu egokia egiaztatu ondoren, *Irudia 135*-n ikusi daitekeen biki funtzional bat implementatu da sistemaren funtzionamendua modu automatizatuago eta independenteago batean frogatu ahal izateko *Irudia 138*-n ikusi daitekeena. Horrela, erabiltzailearen parte hartzerik gabe funtzionatzea lortu da.



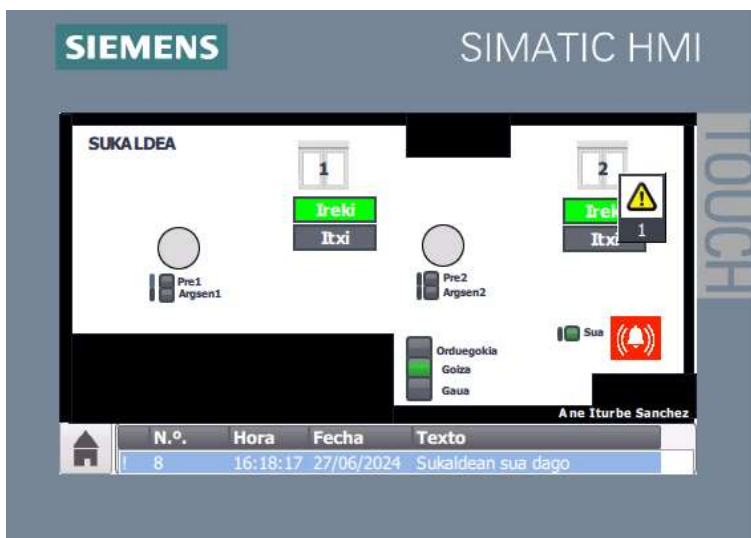
Irudia 135. Sukaldeko leihoen biki birtuala.



Irudia 136. Sukaldeko biki birtualaren aldagai esleipena.



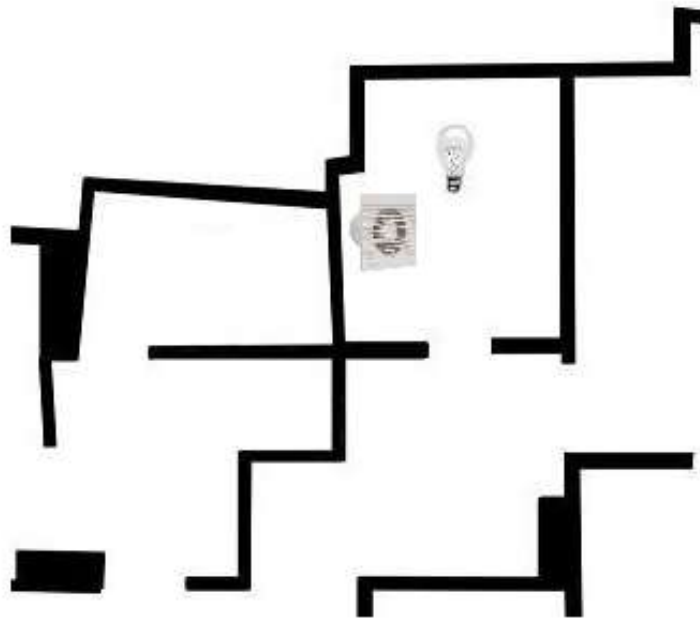
Irudia 137. Sukaldeko HMI pantaila.



Irudia 138. Sukaldeko HMI-a biki birtualarekin frogak egiten.

9.3.6. 5.GELA: KOMUNA 1

Automatizatu den komuna etxebizitzan gehien erabiltzen den komuna da. Bertan dutxa bat aurki daiteke eta erabiltzailea dutxatzen den bitartean ispiluaren kristala eta giroa ez lausotzeko, erauzgailu bat inplementatuko da. Era berean erabiltzailea komunean sartzean, argiak piztuko dira. *Irudia 139*-an adierazten da komunean sistema bakoitzak hartzen duen kokalekua:

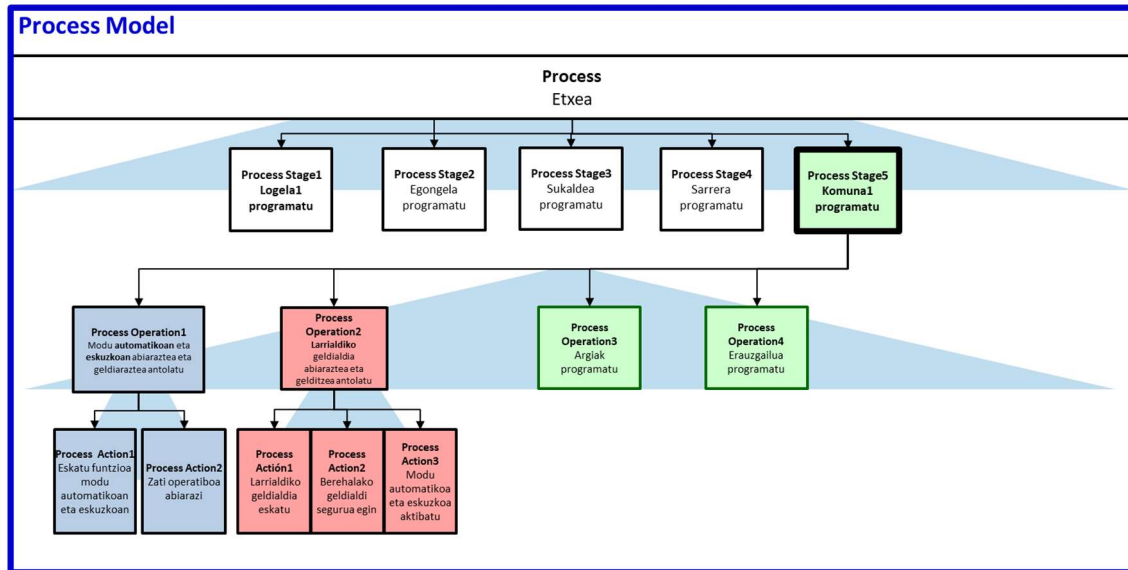


Irudia 139. Komuna 1-eko automatizazio sistemak.

9.3.6.1. SISTEMAREN FUNTZIONAMENDUAREN DESKRIBAPENA

Automatizazio sistema bakoitzaren deskribapena egiteko, gelan automatizatuko diren sistemak kontuan hartu eta erabiltzailearen eskakizunak ikertu ondoren, irtenbide errentagarri eta eroso bat planteatu da.

Beste geletan jarraitu den V ereduarekin jarraituz, komunaren sistemen eragiketak definitzeko Prozesu Eredua ematen da *Irudia 140*-n. Ondoren, azpisistema bakoitzaren funtzionamenduaren deskribapena adierazten da.



Irudia 140. Komuna 1-eko Prozesu Eredua.

Ondoren sistema bakoitza bakarka azalduko da:

- **Argia:**

Komuna 1-eko argitasun sisteman modu automatikoan soilik funtzionatuko du.

Komuneko argitasun sistemaren funtzionamendu automatikoan, presentzia sentsorea erabiltzen da soilik. Komuneko inguruko gelek leihoak ez dutenez, komunera heltzen den argitasun maila oso txikia da. Hau horrela, gelan norbait sartzean argiak piztuko dira.

Funtzionamendu automatikoan lan egiteko, gelan dauden presentzia sentsoretako bat aktibatuta badago (*Kom1_pre*), hau da, komunean norbait sartu bada, kontrol seinale bat aktibatuko da (*Kom1_argia*) eta argiak modu automatikoan lan egingo dute. Aldiz, presentzia sentsoreak ez badute inor sumatzen, ez dira argiak piztuko. Modu automatikoaren amaiera kontrol seinalearen (*Kom1_argia*) desaktibazioarekin gertatzen da.

Norbait gelan sartzean, presentzia sentsorea (*Kom1_pre*) aktibatuko da eta argitasun sentsorearen arabera (*Kom_argsen*) argitasun nahikoa ez badago, argiak piztuko dira (*Kom1_argia_piztu*) 1 minutu irauten duen tenporizadore batekin batera (*Kom_argia_temp*).

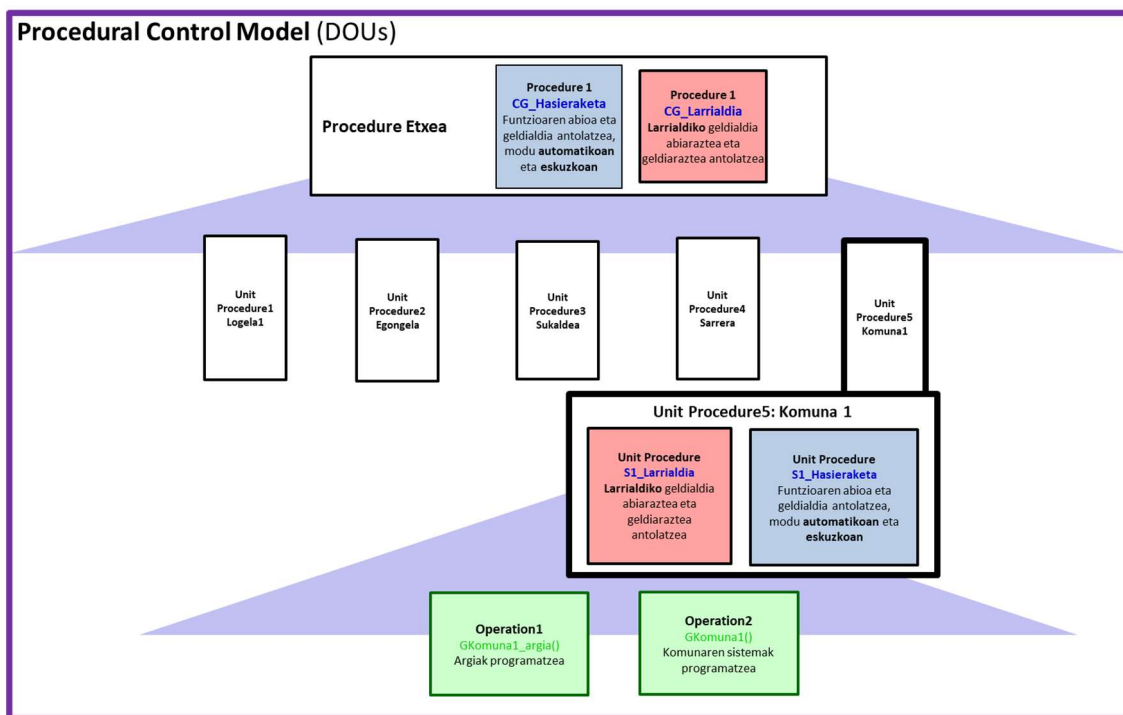
Tenporizadorearen denbora amaitzean presentzia sentsorea aktibatuta jarraitzen argia piztuta jarraituko du eta denboraren kontaketa hasieratik hasiko da berriro. Aldiz, denbora bukatzean presentzia sentsorea desaktibatuta, hau da, ez bada inoren presentzia antzematen, argia amatatuko da (*Kom1_argia_itzali*). Gelan presentzia sentsoreak ez badu inor sumatzen, argiak automatikoki amatatuko dira. Ostean, kontrol seinalea desaktibatuko da eta funtzionamendu automatikotik aterako da.

- **Erauzgailua**

Komuna 1-en erauzgailu bat jarri da norbait dutxatzen denean giroa asko ez bustitzeko eta kristala lausotu ez dadin. Hau horrela, hezetasun sentsoreak (*Kom1_hez*) hezetasun maila batean (%60-a) aktibatuko da erauzgailua piztuz (*Kom1_erauz*). Sentsoreak hezetasuna txikia dela (%60-a) ikusten duenean aldiz desaktibatuko da, eta erauzgailua amatatuko da (*Kom1_erauz_ukatuta*).

9.3.6.2. SISTEMAREN GRAFCET-AK

Automatizatu nahi diren sistemen deskribapenetik abiatuz, sistemaren funtzionamendua gidatuko duten DOU-ak garatu behar dira. Horrela, definitutako eragiketen burutzea nola egingo den definituko da eta Prozedura Eredua erabiliz hauek irudikatuko dituzten Grafcet-en antolaketa modu argi batean adieraziko da. Horrela, *Irudia 141*-an komuneko Prozedura Eredua ikusi daiteke:



Irudia 141. Komuna 1-eko Prozedura Eredua.

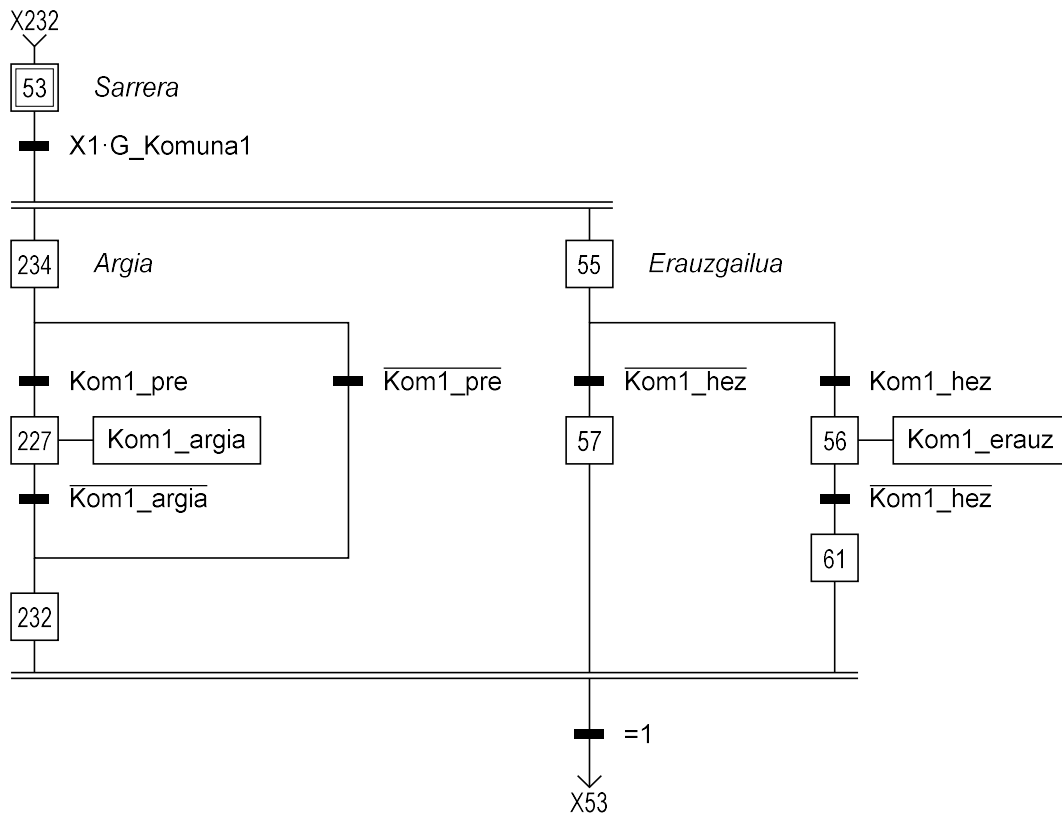
Sistemen funtzionamendua kontuan hartuta, modu zehatzagoan deskribatzen dituen Grafcet desberdinak adierazten dira orain.

GKomuna1 ():

Grafcet honek gelaren automatizazio orokorra kudeatzen du, izan ere, bertan automatizatu diren sistemak batzen ditu.

Bertan sistemak funtzionamendu automatikoan egiten dute lan. Bi sistema inplementatuko dira, horietatik argiak azpi-sistema bat du, baina erauzgainua Grafcet orokorrean programatuta dago.

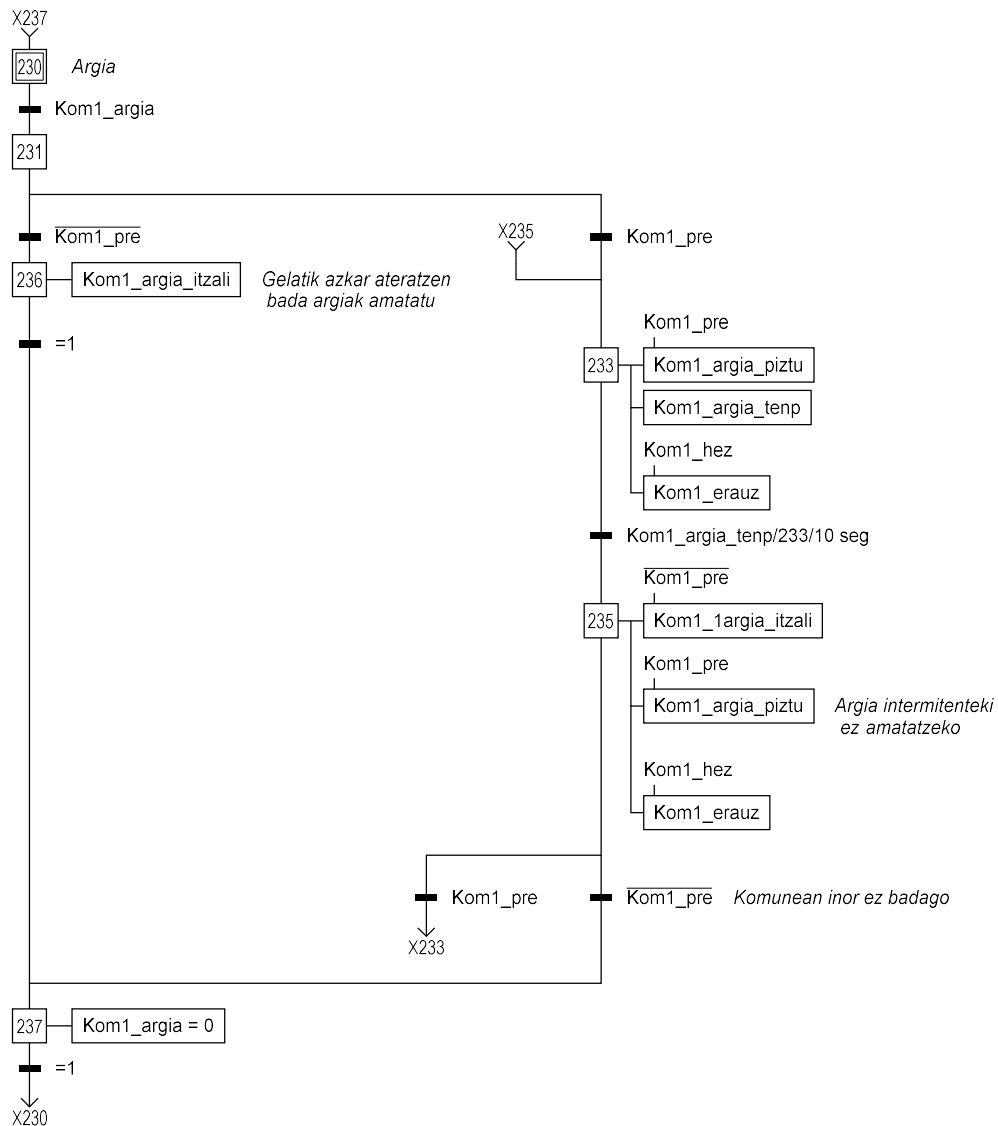
Irudia 142-an komuneko Grafcet orokorra eskaintzen da. Honen ostean, komuneko argitasun sistemaren azpisistemaren Grafcet-a deskribatzen da.



Irudia 142. Komuna 1-eko Grafcet orokorra.

GKomuna1_argia ():

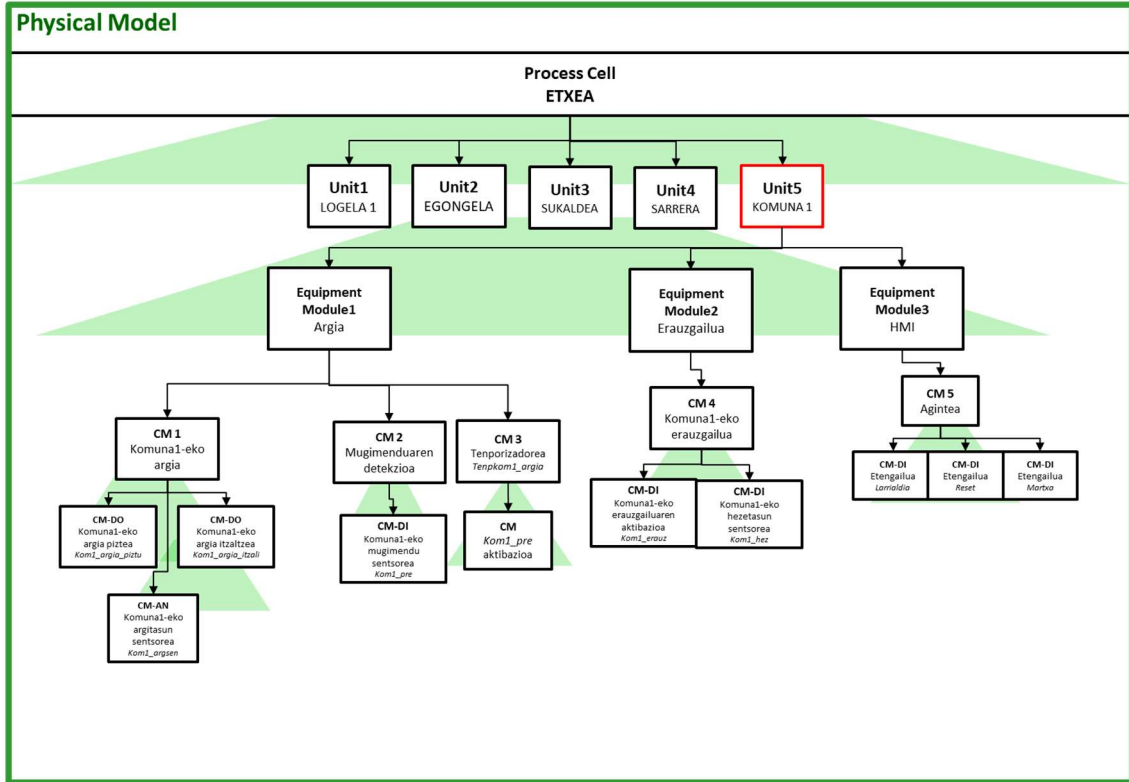
Esan bezala, Komuna 1-eko Grafcet orokorretik abiatuta, bertan inplementatuko den sistema argiaren kontrola da. Horrela, *Irudia 143*-an, argiaren funtzionamendua modu automatikoan kudeatuko duen Grafcet-a ematen da. Bertan erauzgailua ikusi daiteke, argia piztuta dagoen bitartean hau ere funtziona dezan.



Irudia 143. Komuneko argiaren funtzionamendu automatikoaren Grafcet-a.

9.3.6.3. SISTEMAREN SEINALEAK

S88 estandarrak definitutako Eredu Fisikoa aurkezten da hemen. Eredu honetan sistemaren funtzionamendurako beharrezkoak diren sarrerek eta irteerak modu argi batean antolatuta aurkeztuko dira sistemaren osagai fisikoen arabera. Ereduaren ulergarritasun erosoagoa eskaintzeko helburuarekin, normalean elkarrekin aurkeztu beharko litzatekeen Eredu Fisikoa azpisistemen arabera banatuta aurkeztu da Irudia 144-ren bitartez.



Irudia 144. Komuneko Eredu Fisikoa.

Sarrera eta irteerak sailkatuta izanda, hiru taula desberdinetan banatuko dira. *Taula 32*-ean sarrera digitalak daude, *Taula 33*-n sarrera analogikoak eta *Taula 34*-n irteerak. Era berean, *Taula 35*-n sistemen automatizazio Graficet-ak aktibatzeke erabili diren kontrol seinaleak aurkezten dira, *Taula 36*-n tenporizadoreak.

Taula 32. Komuna 1-eko sarrera digitalak.

SARRERA DIGITALAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Kom1_pre	Bool	Komuna 1-eko presentzia sentsorea	%I25.7

Taula 33. Komuna 1-eko sarrera analogikoak.

SARRERA ANALOGIKOAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Kom1_hez	Bool	Komuna 1-eko hezetasun sentsorea	%I45.6

Taula 34. Komuna 1-eko irteera digitalak.

IRTEERA DIGITALAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Kom1_erauz	Bool	Komuna 1-eko erauzgailua aktibatu	%Q5.6
2	Kom1_argia_piztu	Bool	Komuna 1-eko argia piztu	%Q5.4
3	Kom1_argia_itzali	Bool	Komuna 1-eko argia itzali	%Q5.5

Taula 35. Komuna 1-eko kontrol seinaleak.

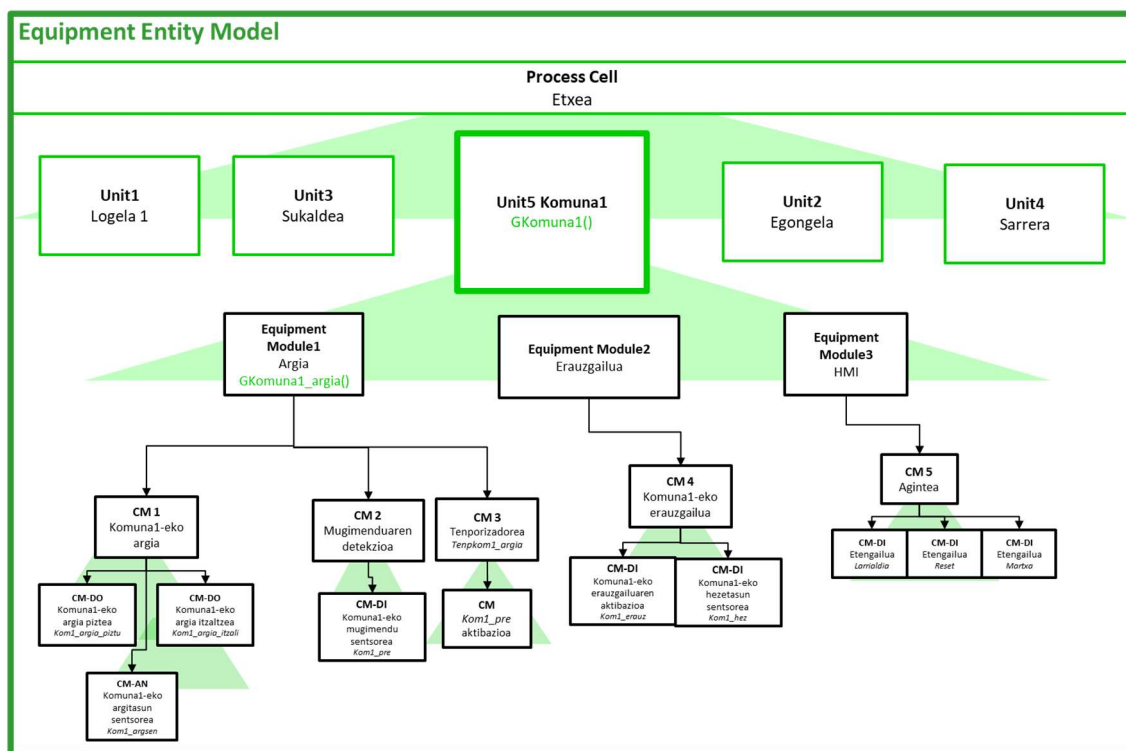
KONTROL SEINALEAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Kom1_argia	Bool	Komuna 1-eko argiaren modu automatikoa aktibatu	%M45.4

Taula 36. Komuna 1-eko tenporizadoreak.

TENPORIZADOREAK				
Zenb.	Seinalearen izena	Datu mota	Deskribapena	Helbidea
1	Kom1_argia_tenp	Bool	Komuna 1-eko argia kontrolatzeko tenporizadorea	%M45.5

9.3.6.4. EKIPO - ENTITATE EREDUA

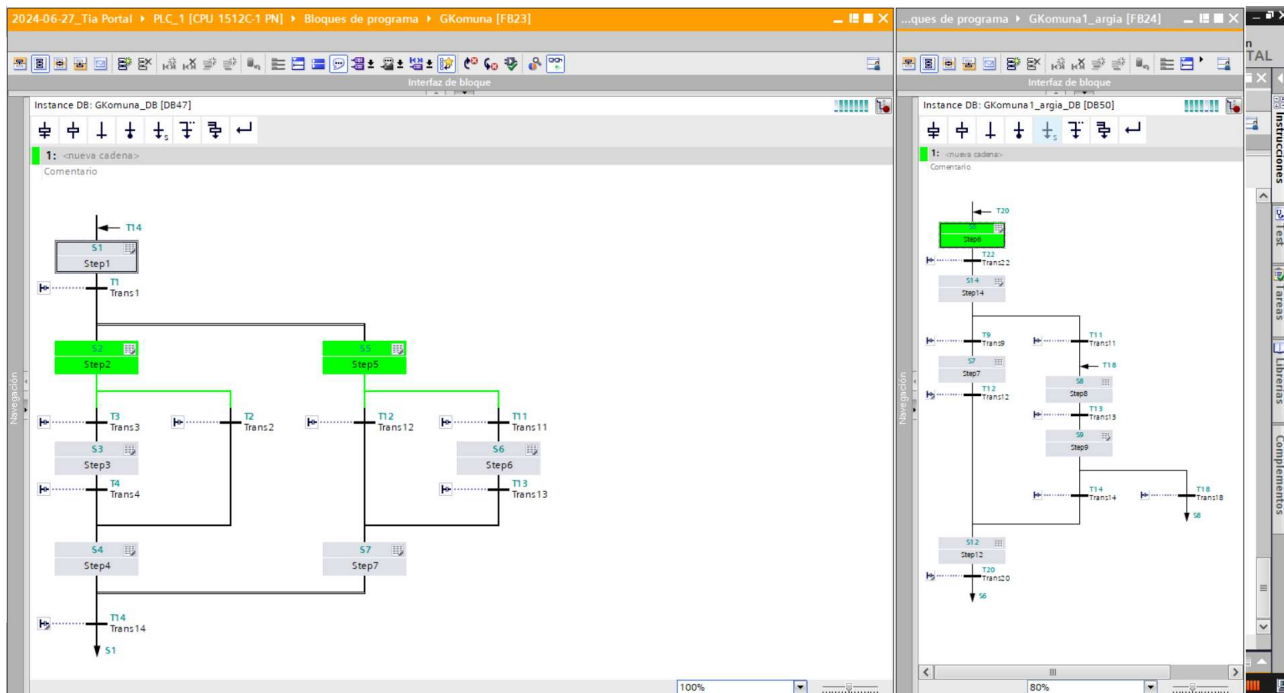
S88 arauaren azken eredia Ekipo - Entitate Eredua da, non kontrol-sistemaren barruan, objektuen erlazioak eta atributuak ezartzen dituen. *Irudia 145*-n ikusi daitekeen bezala, aurretik azaldutako Eredu Fisikoa eta Prozedura Eredua batzen ditu. Sarrera eta irteera bakoitza zein Graficet-etan aurkitu daitekeen adieraziz. Horrela egin beharreko eragiketak zein ekipo fisikoak erabiliz burutuko diren adierazten duela esan daiteke.



Irudia 145. Komuna 1-en Ekipo – Entitate Eredua.

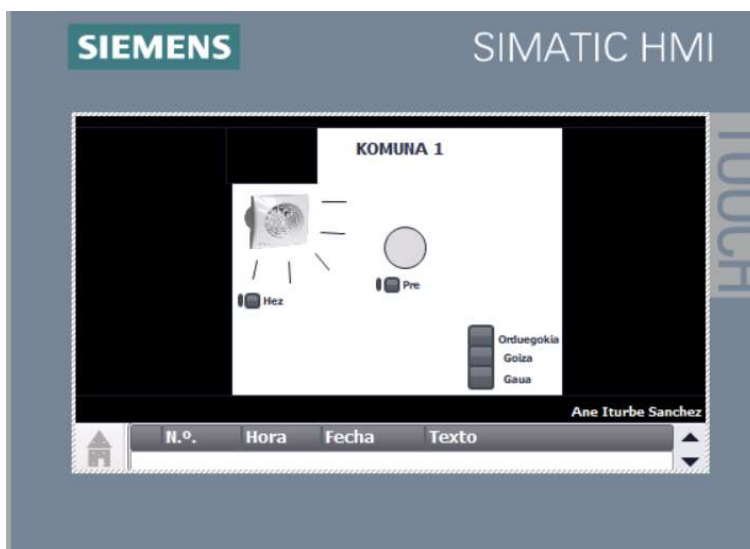
9.3.6.5. INPLEMENTAZIOA TIA PORTAL-EN

Komuna 1-eko sistema guztiak definituta izanda, TIA Portaleko inplementazioarekin hasi da. Sistemen programazioa banaka egitea erabaki da, hau da, lehenengo argitasun sistema inplementatu da eta ondo funtzionatzen duela ikusi denean, erauzugailua programatu da. Lehenengo frogak PLCSIM simulazio erremintaren bidez burutu dira. *Irudia 146-en* PLC simulazio froga adibideak ikusi daitezke.

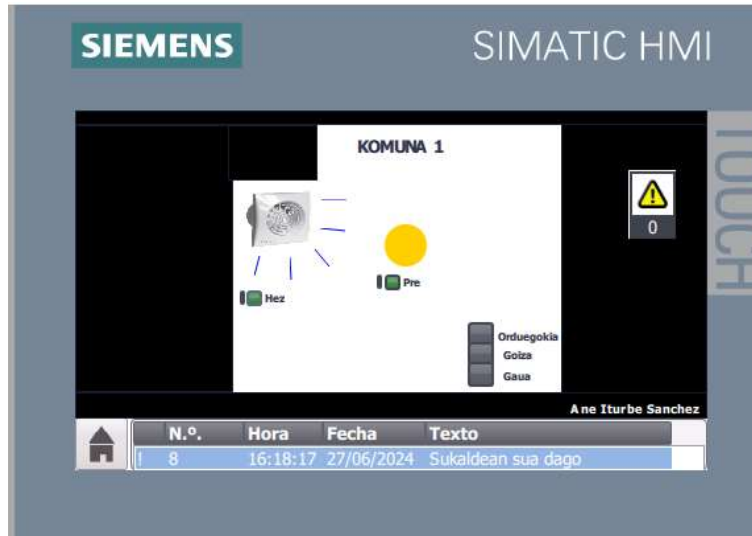


Irudia 146. Komuna 1-eko simulazioak PLC-arekin.

Ondoren, sistemak HMI-a froga erreminta bezala erabili da. Kontutan hartu behar da, honelako frogetan erabiltzaileak HMI-an kokatutako botoiak sakatzeaz arduratu beharko dela sistemaren funtzionamendu pauso desberdinak emultzeko, baina komuneko sistemekin nahikoa da eta ez da biki birtual bat inplementatu behar izan.



Irudia 147. Komuna 1-eko HMI pantaila.



Irudia 148. Komuna 1-eko HMI pantailan frogak egiten.

10. EGINBEHARREKOAREN DESKRIBAPENA, FASEAK, EKIPOAK EDO PROZEDURAK

Atal honetan, proiektuan egindako ekintzen plangintza ematen da. Planifikazio zehatza emateko, Gantt-en diagrama erabili da. Tresna hau, proiektuak kudeatzeko erabiltzen da, proiektu bat osatzeko beharrezkoak diren zereginak bistaratzeko eta planifikatzeko aukera ematen baitu.

Planifikazioa lehenik eta behin taula batean azalduko da eta ondoren Gantt-en diagraman marraztuko da. Taula 37 hiru ataletan banatu da, MeiA ereduarekin softwarearen analisia eta diseinuaren garapena, memoriaren idazketa eta TIA Portalean programatutako automatizazioa eta egindako frogak.

Taula 37. Ekintzen planifikazio taula.

	Hasierako data	Amaierako data
PROIEKTUA	2023/10/02	2024/06/21
1. SOFTWAREAREN ANALISI ETA DISEINUA	2023/10/02	2023/12/20
Etxearen azterketa	2023/10/02	2023/10/013
Planoak	2023/10/09	2023/10/25
Sistemen deskribapena	2023/10/25	2023/12/01
MeiA ereduak	2023/10/30	2023/11/17
Grafcet-ak	2023/11/23	2023/12/18
Sarrera/irteera taulak	2023/12/18	2023/12/20
2. MEMORIA	2024/01/15	2024/06/21
Sarrera	2024/01/15	2024/01/19
Testuingurua	2024/01/22	2024/02/16
Garapen iraunkorreko helburuak	2024/01/31	2024/02/09
Helburuak eta irismena	2024/02/19	2024/02/26
Onurak	2024/02/19	2024/02/26
Baldintzen deskribapena	2024/02/29	2024/03/08
Aukeren analisia	2024/03/11	2024/03/22
Arriskuen analisia	2024/04/08	2024/04/12
Proposatutako irtenbidearen deskribapena	2024/04/16	2024/06/21
Eginbharrekoaren deskribapena	2024/04/24	2024/06/21
Gantt-en diagrama	2024/04/29	2024/06/21
Ondorioak	2024/05/06	2024/06/21
Bibliografia	2024/05/06	2024/05/30
3. TIA PORTAL-EN PROGRAMAZIOA	2023/12/20	2024/06/21
Programazioa	2023/12/20	2024/05/03
Frogak	2024/01/22	2024/06/21

1. Softwarearen analisi eta diseinua

Proiektuarekin hasi baino lehen, automatizazioa garatuko den etxebizitza ezagutzea beharrezkoa da. Horretarako, honen azterketa egin da eta bertan automatizatuko diren sistemak non eta nola inplementatzea erabaki da.

Ondoren, etxearen planoak eraiki dira, gela bakoitzean egongo diren sistema guztiak zehaztu egin direlarik.

Planoak izanda, sistema bakoitzaren funtzionamenduaren deskribapen zehatza burutu da. Deskribapen hau gelaka egitea erabaki da gero HMI-ko pantaila gela bakoitza bere osotasunean eta sistema guztiarekin bistaratu ahal izateko.

Bitartean, MeiA ereduak burutu dira. Hiru eredu egin dira, Fisikoa, Prozedura eta Prozesu Eredua.

Sistema guztien funtzionamendua argi, eragingailuak eta sentsoreak ordenatuta izanda, Gracfeta-k egin dira eta hauetatik eragingailu eta sentsoreen sarrera eta irteera taulak garatu dira.

2. Memoria

Proiektu baten memoria, ikusi daitekeen bezala, hainbat ataletan banatuta dago. Lehenengo eta behin lanaren sarrera bat egin da, irakurleari lanaren testuinguru zabalago batean kokatzeko eta bere garrantzia eta proiektuaren garapenaren zergatia azaltzeko. Ondoren, testuingurua dago, honek proiektua garatzeko oinarri teorikoa eta kontzeptuala ematen dio. Segidan lanak betetzen dituen garapen iraunkorreko helmugak, proiektuaren helburuak eta dakartzan onurak adierazten dira.

Sarrera handi honen ostean metodologiaren zatia dator, bertan baldintzen deskribapena, komunikazio aukeren analisia eta arriskuen analisia egiten da. Azkenik, proposatutako irtenbidearen deskribapena egiten da, bertan proiektua zehatz-mehatz nola gauzatu den eta zer erabaki hartu diren azaltzen dira.

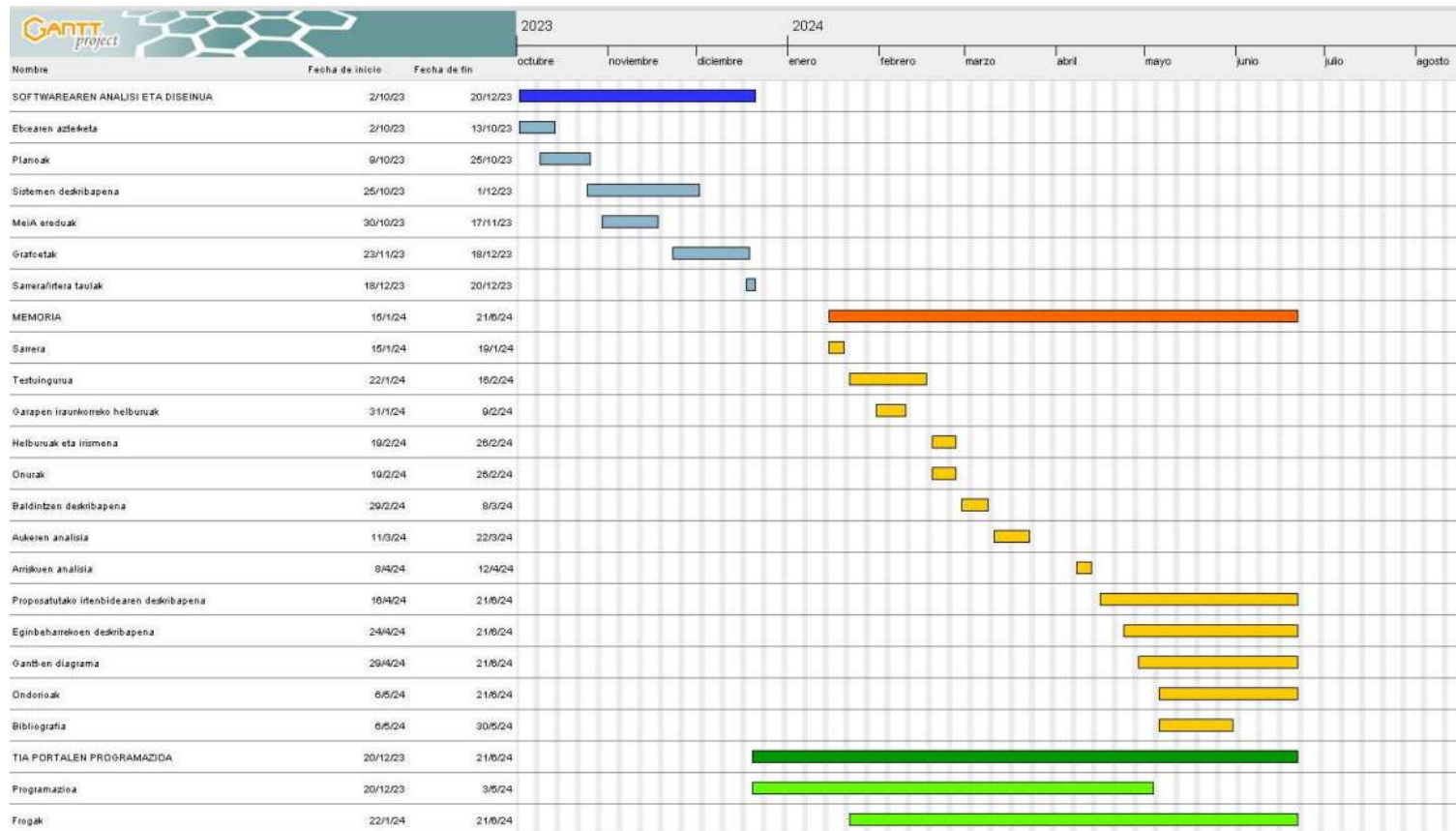
Eginbeharrekoaren deskribapenean eta Gantt diagraman proiektu honen planifikazio zehatza azaltzen da. Ondoren, lanaren aurrekontua aurkezten da. Dokumentuaren hurrengo atala ondorioak dira, bertan, proiektuaren lorpenen laburpenarekin eta etorkizuneko lanetarako edo aplikazio praktikoetarako iradokizunak idatzi dira. Amaitzeko, bibliografia. Proiektuaren edukia babesten duten informazio-iturriak ematen dira eta beste batzuei baliabide horiek aurkitzeko aukera ematen die. Bibliografiaren ostean proiektuaren informazioa osatzeko eranskinak aurkezten dira.

3. TIA Portalen programazioa

TIA Portalen PLC-an eta HMI-an etxearen programazioa idatzi da. Gelen programazioa bakana burutu da eta bat programatu ostean, ondo dagoela ziurtatzeko edo eta hobekuntzak egiteko, lehenengo PLC simulazioa gero HMI-aren bitartez eta ondoren biki birtualarekin frogak burutu dira. Gela guztien programazioa eginda egon denean, berriro HMI-aren bitartez beharrezko frogak burutu dira.

11.GANTT-EN DIAGRAMA

Gantt-en diagrama, proiektuak kudeatzeko tresna bat da, proiektu baten barruan zereginak planifikatu, koordinatu eta jarraitzeko erabiltzen dena. Gradu amaierako Proiektu honen garapena 264 egunekoa izan da. Aurreko ataleko atazen iraupena argiago ikusteko *Irudia 149*-n ikusten den Gantt diagrama osatu da.



Irudia 149. Gantt-en diagrama.

12. GAUZATUTAKO AURREKONTUAREN DESKRIBAPENA

Atal honetan, eraikitako etxe domotikoaren kostua aurkezten da. Bertan baliabide materialak eta giza baliabideen kostua agertuko dira. Atalaren amaieran kostu guztiaren batuketa egingo da.

12.1. BALIABIDE MATERIALAK

Aurrekontuaren atal honetan, proiektua garatzeko beharrezkoa izango den materiala agertzen da.

Taula 38. Proiektuko baliabide materialen aurrekontua.

ELEMENTUA	MOTA	MARKA	KANTITATEA (U)	PREZIOA (€/U)	TOTALA (€)
TIA Portal	V16 lizentzia	Siemens	1	2500 €	2500 €
PLC	PLC S7-1500 CPU 1512C-1PN	Siemens	1	1376.34 €	1376.34 €
HMI	Panel HMI Siemens KTP400 Basic PN	Semens	5	444.31 €	2221.55 €
Presentzia sentsorea	Presentia C v2	Zennio	15	250 €	3750 €
Argitasun sentsorea					
Temperatura sentsorea					
Kaleko haize sentsorea	Estación meteorológica Gira KNX Standard	GIRA	1	495.91 €	495.91 €
Kaleko temperatura sentsorea					
Sentsore magnetikoak (Leihoak, toldoa eta pertsianen posizioa)	WinDoor RF	Zennio	9	65.13 €	586.17 €
Su sentsorea	Dual Q smoke alarm device	GIRA	4	96.11 €	384.14 €
Hezetasun sentsorea	Flat Sensato v2	Zennio	1	139 €	139 €
Argi eragingailua	Dimmaktor 2fach	GIRA	4	300	1200
Temperatura eragingailua	Heizungsaktor 6fach	GIRA	1	393.79 €	393.79 €

Aurrekontua

Pertsianen eragingailua	Schaltaktor 16fach	GIRA	1	458.60 €	458.60 €
Toldoen eragingailua					
Leihoen eragingailua					
KNX busaren kablea (200 m)	KNX buserako kablea, 100 metroko biribilkia instalatzeko.	Componentes eléctricos de instalación	2	80 €	160 €
PROFINET/KNX	HD67818	HD67818	1	501.69 €	501.69 €
				GUZTIRA	14167.19 €

Proiektuan guztira beharrezkoa den materiala erosteak **hamalau mila ehun eta hirurogeita zazpi euro eta hemeretzi zentimo** (14978.77 €) izango dira.

12.2. GIZA BALIABIDEAK

Lanaren atal honetan, giza baliabideen kostua azalduko da. Proiektuaren diseinu eta TIA Portaleko inplementazioa izango da kontuan bakarrik, hau da, ez da automatizazioa etxebizitzan instalatzeko kostua kontuan izango.

Era berean, proiektua aurrera eramateko langile desberdinak hartu dute parte [68] [69]. Bakoitzaren ordu eta lan desberdina kontuan hartuta, bakoitzari ordainduko zaion diru kopurua kalkulatu da. Hurrengo taulan bi langileak deskribatzen dira:

Taula 39. Proiektuko giza baliabideen aurrekontua.

Langilea	Burututako lana	Ordu tasa (€/h)	Egun kopurua	Ordu kopurua (4 h/egun)	TOTALA
Zuzendaria	Proiektuaren berrikuspina eta zuzenketa	15 €	50	200	3000€
Ingeniari juniorra	Proiektuaren garapena	12.5 €	200	800	10000 €
				GUZTIRA	13000 €

Proiektuan guztira giza baliabideak **hamahiru mila euro** (13000 €) izango dira.

12.3. GUZTIRA

Amaitzeko, aurreko bi ataletan garatutako aurrekontuak batuko dira. Baliabide materialen eta giza baliabideen baturaren guztizkoari gero %21-eko BEZ-a gehitu zaio.

Taula 40. Proiektuaren aurrekontua osotasunean.

	KOSTUA
Baliabide materialak	14167.19 €
Giza baliabideen kostua	13000 €
Guztira partziala	27167.19 €
BEZ-a	0.21
GUZTIRA	32872.30 €

Beraz, Gradu Amaierako TIA Portalen bidezko etxe baten sistema domotikoaren diseinua eta inplementazioa lan honek, **hogeita hamabi mila zortziehun eta hirurogeita hamabi euro eta hogeita hamar zentimo**-ko (33854.31 €) balioa izango du.

13. ONDORIOAK

Proiektu honetan, etxebizitza bat adimentsua egiteko xedearekin, automatizazio sistema bat diseinatu eta inplementatu da TIA Portalen bidez etxeke sistema domotikoa eraikitzeke. Horretarako, jadanik eraikita dagoen etxe baten egitura eta baliabideen azterketa burutu da. Proiektu honi esker, graduan zehar automatizazioari buruzko irakasgaietan lortutako ezagutzak sakondu ahal izan dira eta domotikaren arloan ezagutza berriak eskuratu ahal izan dira.

Garatutako automatizazioekin, etxebizitza seguruagoa, erosoagoa bihurtu da, gainera bertako efizientzia energetikoa asko hobetu da, instalatutako sistemen erabilera energiaren erabilera optimizatu baitute eta beharrezkoa ez den energia-kontsumoa murriztu da. Segurtasun-sistemek, hala nola suteak detektatzeak eta lapurreten aurkako alarmek, automatizazioa eta denbora errealeko monitorizazioa ahalbidetzen dute eta horrek etxea mehatxuen aurka duen babesa hobetzen du. Elektrizitatearen eta berokuntzaren erabilera erregulatzeko diseinatutako sistema domotikoek eraginkortasun energetiko handiagoa lortzen laguntzen dute. Horrek energia-kontsumoa murrizteaz gain, jabeentzat aurrezpen ekonomikoak ere ekar ditzake. Esan bezala, sistema domotikoak ezartzeak hobekuntza nabarmenak dakartza erabiltzaileen bizi-kalitatean. Funtzio automatizatuek, hala nola argiztapena, tenperatura, segurtasuna eta gailu elektronikoak kontrolatzeak, etxeke erosotasuna, segurtasuna eta eraginkortasun energetikoa areagotzen dute.

MeiA metodologiak eta ANSI/ISA-88 bezalako estandarren erabilerak oinarri sendoa ematen du sistema diseinatzeko. Proiektuan erabilitako diseinuaren metodologiak ondo antolatutako, efizienteko eta erabiltzaileari zuzendutako prozesu bat ziurtatzen du, sistema eraginkor eta fidagarri bat sortzea errazteaz gain, epe luzerako jasangarritasuna eta iraunkortasuna ere bermatzen duena. Proiektu honetan bereziki nabarmena da softwarearen garapenerako erabilitako eredu hauei esker sistemaren modularizazio handia lortzen dela eta horrek sistemaren hedapena edota azpisistema desberdinen berrerabilera errazten duela.

Proiektu honen garapenerako TIA Portal erremintaren erabileraren arrazoi nagusia unibertsitatean eskuragarri egotea izan bada ere, plataforma sendoa eta moldakorra dela egiaztatzen ahal izan da. Erreminta honek integrazio osoa eta erabiltzeko erraztasunak ematen ditu, eta hori funtsezkoa da automatizazio-proiektuetarako. Eraginkortasuna hobetzeko, garapen-denbora murrizteko eta lankidetzara errazteko duen gaitasunak tresna baliotsua bihurtzen dute sektoreko edozein profesionalentzat. Honekin lotuta, berriro ere automatizazio kontrol sistemaren garapenean kontutan hartutako egitura modularizatu ere laguntza handia suposatuko du.

Automatizazio kontrol sistemen garapenean garrantzi handikoa da garatutako softwarea behar bezala frogatu ahal izatea. Hori horrela, TIA Portal erremintak PLCSIM simulazio-tresna barne hartzen duela aipatzekoa da, benetako inplementazioaren aurretik sistema osoaren portaera simulatzea eta probak egitea ahalbidetzen duena. Horrek arazo potentzialak hardware fisikorik gabe identifikatzen eta konpontzen laguntzen du. Horretaz gain, TIA Portal ingurunea erabiliz HMI-ak ere garatu daitezke, hauek sistemaren elementu desberdinen bistaratzea ahalbidetzeaz gain frogak burutzeko ere erabili dira.

Domotika-proiektuak hobetzeko hainbat aukera ditu, funtzionaltasuna eta irisgarritasuna nabarmen areagotu ditzaketenak. Lehenik eta behin, egungo diseinua, banakako etxebizitzetarako planteatua, garestia da; beraz, estandar irisgarriagoak eta orokorrako fabrikatzea kontuan hartu beharrezko aukera bat da. Gainera, sistemaren kontzeptualizazio modular bat proposatzen da, gelaka egin beharrean. Horrek nahi ez diren sistemak desinstalatzeko erraztuko luke, eta, horrela, proiektuaren malgutasuna handituko litzateke.

Ikaskuntza automatikoko algoritmoak sartzea beste hobekuntza esanguratsu bat izango litzateke, sistemek erabiltzailearen lehentasunetara automatikoki ikastea eta egokitzea ahalbidetuko bailuke, adimen artifiziala aprobeztatuz. Planteatzen den beste hobekuntza bat aplikazio mugikor intuitiboagoak eta lagunkoiagoak garatzea da, erabiltzaileei etxeak edozein tokitatik kontrolatzeko eta monitorizatzeko aukera emanez.

Interesgarria izango litzateke proiektuaren garapen fisikoa burutzea, bideragarritasun praktikoa eta benetako funtzionaltasuna ebaluatzeko. Era berean, erabiliko liratekeen materialekin trebetasuna hartzeko ere balio izango litzateke.

Azkenik, energia-iturri berriztagarrien kudeaketa (eguzki-panelak, esaterako) sistema domotikoan txertatzeak jasagarritasuna sustatzeaz gain, etxean energiaren erabilera optimizatu ahal izango lukete.

Etorkizuneko proiektuetara begira, funtsezkoa da TIA Portal-en ordezkotresnak erabiltzea. Plataforma hau sendoa eta asko erabiltzen bada ere, merkatuan badira antzeko ezaugarriak eskaini ditzaketen beste tresna batzuk, ikaskuntza irisgarriagoa eta kostu txikiagoak dituztenak. Alternatiba horiek aztertzeak eta hartzeak nabarmen murriztu ditzake proiektuaren kostuak eta eskuragarriago egin dezake publiko zabalago batentzat, garatzaile independenteak eta enpresa txikiak barne.

14. BIBLIOGRAFIA

- [1] R. Guillén, «Comparaiso,» Qué es la domótica: aplicaciones y ejemplos, 14 12 2023. [Online]. Eskuragarri: <https://comparaiso.es/domotica>. [Atzitze-data: 18 01 2024].
- [2] «Domotica1003.weebly,». Historia de la domoacutetica, 2013 [online]. Eskuragarri: <http://domotica1003.weebly.com/historia-de-ladomoacutetica.html> [Atzitze-data: 18 01 2024].
- [3] «Ferrovial,» ¿Qué es la domótica?, 22 09 2022. [Online]. Eskuragarri: <https://www.ferrovial.com/es/recursos/domotica/>. [Atzitze-data: 25 01 2024].
- [4] «Red Hat,» ¿Qué es el Internet de las cosas (IoT)?, 20 01 2023. [Online]. Eskuragarri: <https://www.redhat.com/es/topics/internet-of-things/what-is-iot>. [Atzitze-data: 23 01 2024].
- [5] «Arkiplus,» Historia de la domótica, 2011. [Online]. Eskuragarri: <https://www.arkiplus.com/historia-de-la-domotica>. [Atzitze-data: 25 01 2024].
- [6] «Arkiplus,» ¿Qué es la arquitectura domotica?, 25 03 2024. [Online]. Eskuragarri: <https://www.arkiplus.com/que-es-la-arquitectura-domotica>. [Atzitze-data: 23 01 2024].
- [7] «Arkiplus,» ¿Qué es la domótica?, 25 03 2023. [Online]. Eskuragarri: <https://www.arkiplus.com/que-es-la-domotica>. [Atzitze-data: 23 12 2024].
- [8] «Hogarsense,» Niveles de los sistemas domóticos, 02 02 2023. [Online]. Eskuragarri: <https://www.hogarsense.es/domotica/niveles-domotizacion>. [Atzitze-data: 23 01 2024].
- [9] A. N. S.L, «Domodesk,» TABLA NIVELES DOMÓTICA, [Online]. Eskuragarri: <https://www.domodesk.com/215-a-fondo-tabla-niveles-domotica.html>. [Atzitze-data: 20 04 2024].
- [10] «issuu,» La domótica en la arquitectura residencial LINEA DE TIEMPO, [Online]. Eskuragarri: https://issuu.com/cartillasinvestigacion/docs/domotica_en_la_arquitectura_residencial/s/18270922. [Atzitze-data: 23 01 2024].
- [11] «K-Elec,» La domotique pour des bâtiments intelligents, 17 02 2020. [Online]. Eskuragarri: <https://k-elec.be/service-domotique/>. [Atzitze-data: 23 01 2024].
- [12] «Blogspot,» Concentrador (hub), 24 03 2015. [Online]. Eskuragarri: <https://juancastanhoodsi864734.blogspot.com/2015/03/concentrador-hub.html>. [Atzitze-data: 23 01 2024].
- [13] K. Goyo Soto, «Domotizar.com,» ¿Cuáles son los elementos fundamentales en un sistema domótico?, 20 09 2021. [Online]. Eskuragarri: <https://www.domotizar.com/elementos-fundamentales-en-un-sistema-domotico/#:~:text=Elementos%20fundamentales%20en%20un%20sistema%20dom%C3%B3tico%201%20%E2%80%933%20%E2%80%9320Sensores%20...%204%20%E2%80%9320Actuadores%20>. [Atzitze-data: 25 01 2024].
- [14] R. Hernandez Balibrea, «Tecnología domótica para el control de una vivienda,» Universidad politécnica de Cartagena, Cartagena, 2012.
- [15] R. Greyrat, «Barcelona Geeks,» Comparación: sistemas centralizados, descentralizados y distribuidos, 5 07 2022. [Online]. Eskuragarri: <https://www.domotizar.com/elementos-fundamentales-en-un-sistema-domotico/#:~:text=Elementos%20fundamentales%20en%20un%20sistema%20dom%C3%B3tico%201%20%E2%80%933%20%E2%80%9320Sensores%20...%204%20%E2%80%9320Actuadores%20>. [Atzitze-data: 28 01 2024].
- [16] «Espacio Inmótica,» Arquitectura de los sistemas, 16 06 2017. [Online]. Eskuragarri: <https://spacioinmotica.wixsite.com/blog/single-post/2017/06/16/arquitectura-de-los-sistemas>. [Atzitze-data: 29 01 2024].
- [17] D. Noblejas, «Sothis,» Qué es un PLC y el protocolo más utilizado, 24 03 2021. [Online]. Eskuragarri: <https://www.sothis.tech/plc-dispositivo-electronico-o-programmable-logic-controller/>. [Atzitze-data: 29 01 2024].

- [18] «MasterPLC,» ¿Qué es un PLC y cómo funciona?, 13 02 2024. [Online]. Eskuragarri: https://masterplc.com/automatizacion/controlador-logico-programable/#google_vignette. [Atzitze-data: 15 03 2024].
- [19] «Lifeder,» Arquitectura Harvard: origen, modelo, cómo funciona, 23 10 2019. [Online]. Eskuragarri: <https://www.lifeder.com/arquitectura-harvard/>. [Atzitze-data: 20 01 2024].
- [20] A. Ken, «gluo_», Arquitectura de software: ¿Qué es y qué tipos hay? , 27 11 2023. [Online]. Eskuragarri: <https://www.gluo.mx/blog/arquitectura-de-software-que-es-y-que-tipos-hay>. [Atzitze-data: 20 01 2024].
- [21] «SICMA21,» ¿Qué es un PLC y cuándo se usa?, 14 10 2021. [Online]. Eskuragarri: <https://www.sicma21.com/que-es-un-plc/>. [Atzitze-data: 23 01 2024].
- [22] SIMATIC, «S7-1500. CPU 1512C-1 PN (6ES7512-1CK00-0AB0),» Siemens AG, Alemania, 2016.
- [23] Burgos Fernandez, Arantza; Sainz de Murieta Mangado, Joseba eta Sevillano Berasategui, M^a Goretti, «Industria Automatizazioa, PLC-en Hardware-a», Bilboko Ingeniaritza Eskola , Bilbo, 2022.
- [24] A. Domínguez, «PM,» Qué es TIA Portal, 2024. [Online]. Eskuragarri: <https://www.programacionmultidisciplinar.com/curso-de-tia-portal/que-es-tia-portal-y-para-que-sirve/>. [Atzitze-data: 03 03 2024].
- [25] I. Gútiéz, «Programación Siemens,» TIA Portal: ¿Qué es?, 21 04 2023. [Online]. Eskuragarri: <https://programacionsiemens.com/que-es-tia-portal/>. [Atzitze-data: 15 03 2024].
- [26] «Sicma21,» Qué es un HMI y cómo funciona, 11 10 2021. [Online]. Eskuragarri: <https://www.sicma21.com/que-es-un-hmi-y-como-funciona/>. [Atzitze-data: 15 03 2024].
- [27] «Siemens» Panel HMI Siemens KTP400 Basic PN - 6AV2123-2DB03-0AX0, [Online]. Eskuragarri: <https://www.automation24.es/panel-hmi-siemens-ktp400-basic-pn-6av2123-2db03-0ax0>. [Atzitze-data: 15 03 2024].
- [28] «Direct Industry» HMI con pantalla táctil SIMATIC. [Online]. Eskuragarri: <https://www.directindustry.es/prod/siemens-safety-integrated/product-14423-2230841.html>. [Atzitze-data: 15 03 2024]
- [29] Bilboko Ingeniaritza Eskola - UPV/EHU, «Graduaren amaierako lana, jasangarritasun ikonoak,» [Online]. Eskuragarri: https://www.ehu.eus/eu/web/bilboko-ingeniaritza-eskola/graduak/graduaren_amaierako_lana. [Atzitze-data: 02 06 2024].
- [30] Eusko Jaurlaritza, «Euskal Ekarpena Garapen Jasangarrirako 2030 Agenda».
- [31] «Domonova» La domótica y la Agenda 2030: Automatización sostenible para un futuro más eficiente y accesible, 03 04 2023. [Online]. Eskuragarri: <https://domonova.com/blog/domotica-y-la-agenda-2030/>. [Atzitze-data: 02 06 2024].
- [32] Comité técnico AEN/CTN 202 Instalaciones eléctricas, «UNE-EN 50491-6-1» AENOR, Madrid, 2014.
- [33] «Hogarsense,» Normativa domotica, 02 02 2023. [Online]. Eskuragarri: <https://www.hogarsense.es/domotica/normativa-domotica#leyes-sobre-dom-tica-nivel-nacional-y-europeo>. [Atzitze-data: 03 12 2023].
- [34] «Tecno plc,» QUÉ ES UN PLC Y PARA QUÉ SIRVE. UTILIDADES Y FUNCIONAMIENTO, 2022. [Online]. Eskuragarri: <https://www.tecnopl.com/que-es-un-plc-y-para-que-sirve-utilidades-y-funcionamiento/>. [Atzitze-data: 25 02 2024].
- [35] «Indiamart,» Plc Based Automation Projects IOT Chemicals Plant, 2022. [Online]. Eskuragarri: <https://www.indiamart.com/proddetail/plc-based-automation-projects-iot-chemicals-plant-26157803812.html>. [Atzitze-data:06 06 2024]
- [36] Comité técnico AEN/CTN 202 Instalaciones eléctricas, «EA 0026:2006. Instalaciones de sistemas domóticos en viviendas. Prescripciones generales de instalación y evaluación,» AENOR, Madrid, 2006.
- [37] Boletín Oficial Del Estado, «Resolución de 9 de septiembre de 2014, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se publica la relación de normas UNE aprobadas por la Asociación Española de Normalización y Certificación, julio de 2014,» BOE, Madrid, 2014.
- [38] Comité técnico AEN/CTN 202 Instalaciones eléctricas, «UNE-CLC/TR 50491-6-3:2013 IN,» AENOR, Madrid, 2013.

- [39] «Sovca,» Logo-UNE. [Online] <https://calidadasistencialcv.es/project/normalizacion-los-sistemas-cerrados-administracion-farmacos/logo-une/>. [Atzitze-data:06 06 2024]
- [40] Echeto, Dariana «Que!,» Qué es AENOR, 30 06 2021. [Online] <https://www.que.es/2021/06/30/que-es-aenor/>. [Atzitze-data:06 06 2024]
- [41] Gupta, Harsh «What After College,» IoT In Smart Home, 06 07 2020. Eskuragarri: <https://whataftercollege.com/skill-development/internet-of-things/iot-smart-home/>. [Atzitze-data:06 06 2024]
- [42] «Aula21,» PROFINET: Qué es y cómo funciona, 06 10 2023. [Online]. Eskuragarri: <https://www.cursosaula21.com/profinet-que-es-y-como-funciona/>. [Atzitze-data: 02 05 2024].
- [43] San Jose Torres, Peio; Crespo Gogenola, Aitor; Lázaro Rodero, Unai; Iturbe Sanchez, Ane, «Maria Iturbe Farmaziaren Automatizazio Diseinua,» Bilboko Ingeniaritza Eskola, Bilbo, 2021.
- [44] «Logicbus,» Protocolos de comunicación, 17 06 2019. [Online]. Eskuragarri: <https://www.logicbus.com.mx/blog/modbus-tcp-ip/>. [Atzitze-data: 02 05 2024].
- [45] «PLCynergy,» What is Modbus TCP Protocol? Introducing to ModbusTCP, 23 01 2021. [Online]. Eskuragarri: <https://plcynergy.com/modbus-tcp-protocol/>. [Atzitze-data: 02 05 2024].
- [46] Acromag, «Introduction to MODBUS TCP/IP,» Acromag, Inc., USA.
- [47] «EtherCat Technology Group,» EtherCAT - el bus de campo Ethernet. [Online]. Eskuragarri: <https://www.ethercat.org/es/technology.html>. [Atzitze-data: 02 05 2024].
- [48] «Incibe-cert,» Protocolo EtherNet/IP: analizando sus comunicaciones y medidas de seguridad, 28 02 2019. [Online]. Eskuragarri: <https://www.incibe.es/incibe-cert/blog/protocolo-ethernetip-analizando-sus-comunicaciones-y-medidas-seguridad>. [Atzitze-data: 02 05 2024].
- [49] «Tanger articles,» EtherNet/IP: El protocolo estándar para la comunicación en redes industriales, 29 07 2021. [Online]. Eskuragarri: https://tangerfiv.com/es/ethernetip-el-protocolo-est%C3%A1ndar-para-la-comunicaci%C3%B3n-en-redes-industriales/#Por_que_EtherNet_IP_es_la_eleccion_correcta_para_automatizar_su_planta. [Atzitze-data: 02 05 2024].
- [50] «Bet a automatizar,» EtherNet/IP es aceptado como estándar nacional en China y Corea, 20 04 2012. [Online]. Eskuragarri:**Errorea! Hiperesteka-erreferentzia ez da baliozkoa.** <https://betaautomatizar.blogspot.com/2012/04/ethernetip-es-aceptado-como-estandar.html>. [Atzitze-data: 02 05 2024].
- [51] Burgos, A., Iriondo, N., Álvarez, M.L. eta Sarachaga, I. MeiA.4.0 para abordar los retos actuales de formación en automatización. En XLII Jornadas de Automática: libro de actas. Castelló, 1-3 de septiembre de 2021 (pp. 240-247). DOI capítulo: <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497498043.240> DOI libro: <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497498043>
- [52] Burgos, A., Álvarez, M.L., Sarachaga, M.I., Marcos, M. Metodología para el desarrollo de procesos de automatización según la norma ANSI/ISA-88. En XXXVII Jornadas de Automática: libro de actas. Madrid 7, 8 y 9 de septiembre de 2016 (pp. 987-994). DOI capítulo: <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497498081.0987> DOI libro: <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497498081>
- [53] Burgos Fernandez, Arantza; Sarachaga González, Isabel eta Sevillano Berasategui, M^a Goretti, «Industria Automatizazioa, Sarrera», Bilboko Ingeniaritza Eskola , Bilbo, 2023
- [54] Oyarzún, Giuliana, «Compara Software,» Modelo V: ¿Sigue siendo útil para tus proyectos?, 2024 02 16. [Online]. Eskuragarri: <https://blog.comparasoftware.com/modelo-v/#:~:text=El%20modelo%20V%2C%20tambi%C3%A9n%20conocido%20como%20modelo%20en,la%20letra%20V%2C%20de%20donde%20deriva%20su%20nombre.> . [Atzitze-data: 02 05 2024].
- [55] Burgos Fernandez, Arantza; Sevillano Berasategui, M^a Goretti, «Industria Automatizazioa, PLC Hardware, Testuingurua», Bilboko Ingeniaritza Eskola , Bilbo, 2022
- [56] «Tecnología para la industria,» Normativa ISA-88 para la optimización de la Producción por lotes en procesos industriales 2023 08 10. [Online]. Eskuragarri: https://tecnologiaparalaindustria.com/normativa-isa-88-para-la-optimizacion-de-la-produccion-por-lotes-en-procesos-industriales/#%C2%BFEn_que_consiste_la_normativa_ISA-88. [Atzitze-data: 02 05 2024].

- [57] Burgos Fernandez, Arantza; Sainz de Murieta Mangado, Joseba; Sevillano Berasategui, M^a Goretti, «Industria Automatizazioa, PLC-en Software-a-IEC1131-3,», Bilboko Ingeniaritza Eskola , Bilbo, 2022
- [58] «Domotica sistemas,» Cable para bus KNX para instalación Rollo de 100 metros. [Online]. Eskuragarri: <https://domoticasistemas.com/tienda/equipos-electricos/componentes-electricos-de-instalacion/1025-cable-para-bus-knx-para-instalacion-rollo-de-100-metros/>. [Atzitze-data: 02 05 2024].
- [59] Siemens «Communication with S7 CPU via KNX Gateway» V1.0 2017 06
- [60] «Zennio,» Presentia C v2 Detector de presencia KNX con sensor de luminosidad y temperatura para techo. [Online]. Eskuragarri: <https://www.zennio.com/es/producto/presentia-c-v2>. [Atzitze-data: 02 06 2024].
- [61] «GIRA,» Estación meteorológica Standard para KNX. [Online]. Eskuragarri: https://katalog.gira.de/es_ES/datenblatt.html?ean=4010337058441. [Atzitze-data: 02 06 2024].
- [62] «Zennio,» WinDoor RF Contacto magnético KNX RF para puerta/ventana (868 MHz) [Online]. Eskuragarri: <https://www.zennio.com/es/producto/windoor-rf>. [Atzitze-data: 02 06 2024].
- [63] «Zennio,» Flat Sensato v2 Sensor de temperatura y humedad KNX para instalación empotrada. [Online]. Eskuragarri: <https://www.zennio.com/es/producto/flat-sensato-v2>. [Atzitze-data: 02 06 2024].
- [64] «GIRA,» Dual Q smoke alarm device. [Online]. Eskuragarri: <https://katalog.gira.de/en/datenblatt.html?id=801047>. [Atzitze-data: 02 06 2024].
- [65] «GIRA,» Actuador de regulación de 2 elementos para KNX, 2 x 300 W/VA. [Online]. Eskuragarri: https://katalog.gira.de/es_ES/datenblatt.html?id=658698. [Atzitze-data: 02 06 2024].
- [66] «GIRA,» Actuador de calefacción de 6 elementos con regulador para Gira One y KNX. [Online]. Eskuragarri: https://katalog.gira.de/es_ES/artikel/213900. [Atzitze-data: 02 06 2024].
- [67] «GIRA,» Actuador de conmutación de 16 elementos 16 A / actuador de persianas de 8 elementos 16 A Standard para Gira One y KNX. [Online]. Eskuragarri: https://katalog.gira.de/es_ES/datenblatt.html?id=735451. [Atzitze-data: 02 06 2024].
- [68] «Jobted,» Sueldo del Profesor de Universidad en España. [Online]. Eskuragarri: <https://www.jobted.es/salario/profesor-universidad>. [Atzitze-data: 02 06 2024].
- [69] «Joooble,» Ingeniero senior salarios en Vizcaya. [Online]. Eskuragarri: <https://es.jooble.org/salary/ingeniero-senior/Vizcaya#hourly>. [Atzitze-data: 02 06 2024].

15. ERANSKINAK

Proiektuan zehar xehetu ez den informazioa eranskinetan zehaztuko da, hala nola testuinguruan aipatutako domotizazio mailak kalkulatzeko AENOR-en taula, proiektuan garatzeko erabiliko diren komunikazioak, sentsoreak eta eragingailuak eta azkenik TIA Portalekin garatutako programazioa.

15.1. I.ERANSKINA: DOMOTIKA MAILAK

Instalazio domotikoak izan dezakeen puntuazioa kalkulatzeko, AENOR-ek gomendatutako taula erabiltzen da. Taula hau eranskinen honetan emango da:

15.2. II.ERANSKINA: PLC ETA HMI-AREN EZAUGARRIAK

Gratu Amaierako Lan honetan erabiliko den PLC eta HMI-aren datasheet-ak aurkitu daitezke atal honetan.

15.3. III.ERANSKINAK: KOMUNIKAZIOAK

Proiektuko PLC-a eta HMI-a gainerako gailuekin konektatzeko erabiliko diren komunikazioen espezifikazioak hemen aurkitu daitezke.

15.4. IV:ERANSKINAK: SENTSOREAK

Laugarren eranskin honetan, proiektuaren sentsoreen espezifikazioak jasotzen dituzten datasheet-ak aurkezten dira.

15.5. V.ERANSKINAK: ERAGINGAILUAK

Eranskin honetan, proiektuaren eragingailuen espezifikazioak jasotzen dituzten datasheet-ak aurkezten dira.

15.6. VI.ERANSKINA: TIA PORTAL PROGRAMAZIOA

Azkenengo eranskin honetan, proiektuan garatutako TIA Portal programa aurkezten da.

