

emeri la zabal zazu



Universidad del País Vasco
Euskal Herriko Unibertsitatea

BILBOKO INGENIARITZA ESKOLA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE BILBAO

INDUSTRIA INGENIARITZA TEKNIKOKO ATALA

SECCIÓN INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL

--

Sinadura DATA	Sinadura DATA
------------------	------------------



AURKIBIDEA

1-LANAREN XEDEA ETA HASIERAKO DATUAK.....	11
1.1 Sarrera.....	11
1.2 Proiektuaren helburuak.....	12
1.3 Deskribapen orokorra.....	13
1.4 Hasierako datuak.....	17
1.5. Erabiliko diren hardware eta softwarea.....	18
1.5.1 Hardwarea.....	18
1.5.2 Softwarea.....	20
2-LANAREN MOTIBAZIOAK.....	22
2.1. Motibazio ekologikoak.....	22
2.2 Motibazio sozialak.....	25
2.3. Motibazio ekonomikoak.....	27
3- ULTRASOINU BIDEZKO DETEKZIOA.....	28
3.1 Ultrasoinuak.....	29
3.2 HC-SR04 modulua funtzionamendu orokorra.....	30
3.3 HC-SR04 modulua ezaugarri teknikoak.....	31
4- ARDUINOAN OINARRITUTAKO PRESENTZIA DETEKTAGAILUA.....	36
4.1 Arduinoa.....	36
4.2 Erabiliko diren pin-ak.....	37
4.3 Sentsore, LED eta Arduinoaren betebeharrak.....	39
4.4 Programazioa zatika eta komandoen azalpena.....	40
4.5 Programazio osoa.....	44
4.6 Zirkuitu elektronikoaren diseinua.....	45
4.7 Sentsorearen eskema eta muntai osoa.....	49
4.8. Sentsorearen muntaketa eta irudi errealak.....	50
4.9 Seinalearen amplifikazioa.....	52



5-PLANOAK.....	55
5.1 GARAJE OSOA.....	55
5.1.1 Garajea utzik.....	55
5.1.2 Sentsoreen kokapena eta hauen kableaketa.....	56
5.1.3 Panelen kokapena eta hauen kableaketa.....	58
5.1.4 Sarrerako pantaila eta honen kableaketa.....	59
5.1.5 Sentsore, panel eta sarrerako informazioa pantailen kokapena eta hauen kableaketa.....	60
5.2 Ohiko plaza baten zehaztasun planoak.....	61
5.3 Elbarrituentzako plaza baten zehaztasun planoak.....	62
6- TRANSMISIO-BIDEA.....	63
6.1 Sentsoreak eta PLCa.....	63
6.2 Ordenagailua eta sarrerako pantaila.....	67
6.2.1. RJ-45 konektoreak.....	72
6.2.2 VE150 Extender.....	73
6.3 Panelak eta PLC-a.....	75
7. KONTSUMO ELEKTRIKOAREN KALKULUAK.....	77
7.1 Sentsoreen kontsumo elektrikoa.....	80
7.2 Sarrerako pantailaren kontsumo elektrikoa.....	94
7.3 Ordenagailuaren kontsumo elektrikoa.....	99
7.4 PLC-en kontsumo elektrikoa.....	99
7.5 Panelen kontsumo elektrikoa.....	100
7.6 Kontsumo elektrikoa totala.....	113
8. GRAFCETAK.....	114
8.1 PLC biren arteko elkar komunikazioa.....	114
8.2 Sarrera, irteerak eta barneko aldagaiak.....	116
8.3. GRAFCET-ak.....	120
8.3.1 GRAFCET orokorra.....	120
8.3.2 Eskuzko funtzionamendua.....	122



8.3.3 Larrialdiaren kudeaketa.....	122
8.3.4 Hasierako baldintzak.....	124
8.3.5 Sarrerako barrera.....	125
8.3.6 Irteerako barrera.....	127
8.3.7 Azken kotxea.....	129
8.4 Zati sekuentziala.....	131
8.4.1 Esleipen Taula.....	131
8.4.2 SET/RESET taulak.....	133
8.5 Automaten programazioa.....	135
8.5.1 Automaten konfigurazioa.....	136
8.5.2 PLC1en programa.....	136
8.5.3 PLC2ren programa.....	139
8.6 Ustiapen pantaila.....	140
9. METODOLOGIA ETA DENBOREN PLANGINTZA.....	141
9.1 GAL-ren denbora plangintza.....	143
9.2 Memoriaren denbora plangintza.....	146
9.3 Parking batean proiektua ezartzeko denbora plangintza.....	148
10. PROBAK ETA EMAITZAK.....	152
10.1 Sentsorearen probak eta emaitzak.....	152
10.2 PLCen programazio.....	152
10.2.1 PLC1aren programazio.....	153
10.2.2 PLC2aren programazio.....	153
10.2.3 PLCen arteko komunikazioak.....	153
10.3 Sentsorea eta PLCaren arteko konexioa.....	154
10.4 Proiektu osoaren frogak eta emaitzak.....	155
11. ONDORIOAK.....	156
11.1 Denboraren plangintza eta entrega epeak.....	156
11.2 Helburuen eta motibazioen betetzea.....	156
11.3 Proiektuaren hedapen posibleak.....	157
11.4 Zailtasunak.....	158



11.5 Ondorio pertsonalak.....	159
12. TRESNAK BIBLIOGRAFIAK ETA ERREFERANTZIAK.....	160
12.1 Tresnak.....	160
12.2 Bibliografiak.....	161
12.3 Erreferentziak.....	163

IRUDIEN AURKIBIDEA

1. irudia. Hurbiltze eta transferentzia gunearen neurri minimoak. Erreferentzia BOE-A-2010-4057.....	14
2. irudia. Ondoz ondoko elbarrituentzako bi plazek izan behar duten hurbiltze eta transferentzia gunearen neurri minimoak BOE-A-2010-4057.....	15
3. irudia. Hiru adibide nonikusi daiteken kolore urdina dela elbarrituentzako ikurren kolore unibertetsala bihurtu dela.....	15
4.irudia. Arduino-ren logoa.....	19
5.irudia. 2015-eko Espainia penintsularreko elektrizitatearen iturriak %-tan. Iturria WWF-España.....	23
6. irudia.1960-2015 arteko atmosferako CO ₂ -ren kontzentrazioa ppm-tan. Iturria: WMO, <i>World Meteorological Organization</i>	24
7. irudia. Kolombiako meategiko umeak lanean. Iturria: ILO erakundea.....	26
8. irudia. HC-SR04 moduluaren aurretiko eta atzeko bista.....	28
9. irudia. Espektrro entzungarria giza entzumenerako.....	29
10. irudia. Soinuak igorletik objektura eta objektutik hartzailera eginiko bidearen trantsizioa.....	30
11. irudia. HC-SR04 moduluaren Neurketa angeluak. Erreferentzia Cytron Technologies erabiltzailearen eskuliburua.....	32
12. irudia. Trigger-a, seinale akustiko eta oihartzunaren denbora diagrama Cytron Technologies erabiltzailearen eskuliburutik itzulua.....	33
13. irudia. Arduino UNO mikrokontrolagailua.....	36
14. irudia. Arduino UNO mikrokontrolagailuaren goitiko bista. Iturria: Fritzing softwarea.....	37
15. irudia. Arduino plaka elikatzeke bi aukerak.....	38
16. irudia. Arduinoaren goitiko bistan pin-en kokapena eta zertarako konfiguratuko diren.....	39



17. irudia. 2 edo 3 pinak lurrera artean LED eta erresistore baten sortzen den zirkuitua. MULTISIM 12.....	46
18.irudia. LED gorri batek jasan dezakeen tentsio erorketa. Iturria: Casa del LED.....	46
19. irudia. LED berde batek jasan dezakeen tentsio erorketa. Iturria: Casa del LED.....	47
20. irudia. Zirkuitu elektronikoan Ohm-en legea aplikatuz. MULTISIM 12.....	47
21. irudia. Erresistentzien balio estandarra.....	48
22. irudia. LED-aren zirkuitua idealizaten duen eskema. MULTISIM 12.....	49
23. irudia. Sentsorearen eskema osoa. FRITZING.....	49
24. irudia. Sentsorearen muntaturik.....	50
25. irudia. Sentsoreak plaza okupaturik dagoela detektatzen duenean, LED gorria piztuta.....	51
26.irudia. Sentsoreak plaza libre detektatzen duenean, LED berdea piztuta.....	51
27. irudia. Sentsoreak elbarrituen plaza libre detektatzen duenean, LED urdina piztuta.	52
28 .irudia. INA126AP baten barneko zirkuitua. Erreferentzia: Texas Instruments.....	53
29. irudia. Garajearen planoak. AutoCad 2015.....	55
30. irudia. Garajearen planoak sentsoreen kokapen eta kableaketarekin. AutoCad 2015.	56
31. irudia. Ohiko plazak hurbilagotik ikusita. AutoCad 2015.....	57
32. irudia. Elbarrituen plazak hurbilagotik ikusita. AutoCad 2015.....	57
33. irudia. Garajearen planoak korridore bakoitzeko informazio panelekin eta hauen kableaketarekin. AutoCad 2015.....	58
34. irudia. Garajearen planoak sarrerako pantailaren kokapen eta kableaketarekin. AutoCad 2015.....	59
35. irudia. Garajeko planoak, sentsore, panel eta sarrerako informazioa pantailarekin eta kableaketa guztiarekin. AutoCad 2015.....	60
36. irudia. Ohiko plaza baten aurretiko, albotiko eta goitiko bistak. AutoCad 2015.....	61



37. irudia. Elbarrituentzako plaza baten aurretiko, albotiko eta goitiko bistak. AutoCad2015.....	62
38. irudia. Pare bihurritu baten adibide bat.....	64
39. irudia. DIN 47100 arauak esleitutako zenbaki eta koloreak.....	66
40. irudia. VGA kablea DB-15 konektoredunaren konexio emea.....	67
41. irudia. VGA kablea DB-15 konektoredunaren konexio arra.....	68
42. irudia. VGA kablea DB-15 konektoredunaren konexioaren eskema.....	69
43. irudia. Kontrol gela eta sarrerako pantailaren arteko distantzia. AutoCad 2015.....	70
44. irudia. 5 kategoriako kablea RJ-45 konektorearekin.....	71
45. irudia. TIA/EIA-568-A eta TIA/EIA-568-B estandarren PIN eta kable bikoteen antolakuntza.....	72
46. irudia. Konexio zuzen eta gurutzatuen kableen distribuzioa.....	73
47. irudia. VE150 Extender-k jarraitzen duen eskema.....	73
48. irudia. VE150 Extender-aren HUB-en itsura.....	74
49. irudia. VE150 Extender-aren VGA-konektoreak.....	74
50. irudia. VE150 Extender-aren RJ-45 konexio emeak eta irabazia kontrolatzeko erruleta.....	75
51. irudia. Bezeroak bidalitako planoak. AutoCad 2015.....	77
52. irudia. Bezeroak aukeratutako diseinua. AutoCad 2015.....	78
53. irudia. Bi panel jarri behar diren bidegurutzak. AutoCad 2015.....	79
54. irudia. Parking-eko planoak 18 area ezberdinetan banatua.....	80
55. irudia. Area 1-en sentsorerik urrunetik kontrol gelarainoko distantzia.....	81
56. irudia. Area 2-en sentsorerik urrunetik kontrol gelarainoko distantzia.....	82
57. irudia. Area 3-4-en sentsorerik urrunetik kontrol gelarainoko distantzia.....	83
58. irudia. 5-6 arean sentsorerik urrunetik kontrol gelarainoko distantzia.....	84
59. irudia. 7-8 arean sentsorerik urrunetik kontrol gelarainoko distantzia.....	85



60. irudia. 9-10 arean sentsoerik urrunetik kontrol gelarainoko distantzia.....	60
61. irudia. 11-12 arean sentsoerik urrunetik kontrol gelarainoko distantzia.....	61
62. irudia. 13-14 arean sentsoerik urrunetik kontrol gelarainoko distantzia.....	62
63. irudia. 15-16 arean sentsoerik urrunetik kontrol gelarainoko distantzia.....	63
64. irudia. 17-18 arean sentsoerik urrunetik kontrol gelarainoko distantzia.....	64
65. irudia. Sarreran kokatuko den Samsung LS24E391H/EN 23,6" Monitor LED Full HD pantaila. Erreferentzia: Samsung.....	64
66. irudia. Sarreran kokatuko den Samsung LS24E391H/EN 23,6" Monitor LED Full HD pantailaren kontsumoa. Erreferentzia: Samsung.....	65
67. irudia. VGA video extender-aren diagrma. Erreferentzia: ATEN.com.....	67
68. irudia. VGA video extender-aren diagrma. Erreferentzia: ATEN.com.....	68
69. irudia. Eroalearen espezifikazioak. Erreferentzia: ATEN.com.....	69
70. irudia. VGA video extender-aren espezifikazioa. Erreferentzia: ATEN.com.....	70
71. irudia. 1. paneletik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.....	101
72. irudia. 2. paneletik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.....	102
73. irudia. 3. paneletik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.....	103
74. irudia. 4. paneletik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.....	104
75. irudia. 5 eta 6. paneletatik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.....	105
76. irudia. 7 eta 8. paneletatik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.....	106
77. irudia. 9 eta 10. paneletatik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.....	107
78. irudia. 11. paneletik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.....	108
79. irudia. 12. paneletik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.....	109
80. irudia. 13. paneletik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.....	110
81. irudia. 14. paneletik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.....	111
82.irudia. Nodoen arteko komunikazioan aldagaiek zein direkzio izan behar duten adierazten duen taula.....	114



83. irudia. 2. eta 4.Nodoen arteko komunikazioan aldagaiek zein direkzio izan behar duten adierazten duen taula.....	115
84. irudia. GRAFCET orokorra. SFC Edit 13.....	121
85. irudia. Eskuzko funtzionamendua. SFC Edit 13.....	122
86. irudia. Larrialdia kudeatzen duen GRAFCET-a. SFC Edit 13.....	123
87. irudia. Hasierako baldintzen GRAFCET-a. SFC Edit 13.....	124
88. irudia. Sarrerako barrera kontrolatzen duen GRAFCET-a. SFC Edit 13.....	126
89. irudia. Irteerako barrera kontrolatzen duen GRAFCET-a. SFC Edit 13.....	128
90. irudia. Azken kotxearen sarrera kontrolatzen duen GRAFCET-a. SFC Edit 13.....	130
91. irudia. PLCak komunika daitezzen izan beharrezko konfigurazioa.....	136
92. irudia. 2 nodoko <i>datos comunes</i> ataleko konfigurazioa.....	136
93. irudia. 4 nodoko <i>datos comunes</i> ataleko konfigurazioa.....	137
94. irudia. GRAFCET orokorrak, larrialdiaren kudeaketa eta hasierako baldintzen GRAFCETek hartzen duten itsura CHART atalean. PL7 PRO.....	137
95. irudia. Sarrerako eta irteerako barreren eta azken kotxearen GRAFCETek hartzen duten itsura CHART atalean. PL7 PRO.....	138
96. irudia. %Q2.1ren konfigurazioak hartzen duen itsura POST atalean. PL7 PRO....	138
97. irudia. Tenporizadoreen konfigurazioak hartzen duen itsura POST atalean. PL7 PRO.....	139
98. irudia. Ustiapen pantaila.....	140
99. irudia. GAL-aren denboraren plangintzaren egutegia.....	144
100. irudia. GAL-aren Gantt diagrama.....	145
101. irudia. Memoriaren Gantt diagramaren 1. zatia.....	147
102. irudia. Memoriaren Gantt diagramaren bigarren zatia.....	147
103. irudia. Parking batean proiektua ezartzeko denbora plangintzaren Gantt diagrama.....	150



TAULEN AURKIBIDEA

1. taula. HC-SR04 moduluaren ezaugarri teknikoak Erreferentzia: Cytron Technologies erabiltzailearen eskuliburua.....	32
2. taula. Kable industrial multiparraren ezaugarri teknikoak. Erreferentzia:Rs-Online.	65
3.taula. Kable mota ezberdinen banda zabalera, seinalearen gutxitzea eta errepikagailuen arteko tartea laburbiltzen du	66
4. taula. DB-15 konektore baten PIN-en zenbakiak, izena eta funtzioa.....	69
5. taula. Kobrearen propietate elektrikoa. Erreferentzia: MatWeb.....	92
6. taula. Transmisio biderako erabiliko de kablearen espezifikazioak. Erreferentzia: RS-Online.....	93
7. taula. Automatismoaren instalakuntzaren kontsumo elektrikoa totala.....	113
8. taula. PLC2ko aldagaien direkzioek, PLC1 en izango duten direkzioa.....	116
9. taula. PLC1ko aldagaien direkzioek, PLC2en izango duten direkzioa.....	117
10. taula. PLC1-en sarreraren esleipen taula.....	131
11. taula. PLC2-en sarreraren esleipen taula.....	132
12. taula. Irteeren esleipen taula.....	132
13. taula. Barneko akzioen esleipen taula.....	133
14.taula. GRAFCET orokorraren SET/RESET taula.....	133
15. taula. Eskuzko funtzionamenduaren SET/RESET taula.....	133
16. taula. Hasierako baldintzen SET/RESET taula.....	133
17. taula. Sarrerako barreraren SET/RESET taula.....	134
18. taula. Irteerako barreraren SET/RESET taula.....	134
19. taula. Azken kotxearen SET/RESET taula.....	134
20. taula. Larrialdi kudeaketaren SET/RESET taula.....	135
21. taula. GAL-aren denboraren plangintza.....	143
22 . taula. Memoriaren denboraren plangintza.....	146
23. taula. Parking erreala batean proiektua ezartzeko denbora plangintzaren taula.....	148

1. LANAREN XEDEA ETA HASIERAKO DATUAK

1.1 Sarrera

200 plazako parking baten plaza libreen kokalekua LED berdeen bidez eta okupatuak LED gorrien bidez adieraziko dira. Elbarrituek plaza bereziak izango dituzte eta hauen kokapena Led urdinen bidez adieraziko da. Parking-aren plazen egoera SCADA sistema baten bidez kontrolatuko da denbora errealean.

Baita ere, panel elektronikoen bidez, bidegurutze guztien hasieran, korridorean bertan, libre dauden plazen kopurua adieraziko da, baita parking-aren sarreran beste panel batek, zenbat plaza libre dauden adieraziko du.

Kotxeen sarreran, ticketa inprimatzen dagoen bitartean, bezeroek pantaila bat izango dute non parking-aren goitiko bista ikusi ahalko den. Pantailan, erabiltzaileek denbora errealean plazen egoera ikusiko dute berdez libre daudelarik eta gorritz okupaturik, horrela kotxe dentsitate baxuko arealara zuzenean joan ahal izango dira kotxea uzteko, dentsitate altuko areak saihestuz.

Bukatzeko, sarrera eta irteeren barreren kontrola ere emango da, sistemak automatikoki igo eta jaitsiko ditu barrerak, sentsoreak erabiliz kotxeen detekziorako. Kontrol gelatik, operadoreak larrialdi bat antzematen badu sute bat adibidez, LARRIALDIA botoia sakatuz, alarma aktibatuko da eta sarrerako barrera jaitsi egingo da (kotxearen presentziarik ez badago) eta irteerako berriz igo beharko dira.

Guzti hau burutzeko beharrezkoa da PLC bat erabiltzea eta berau programatzeko softwarea. Horrela PLC baten programazioa burutuko da PL7 PRO softwarearen bidez, sarrera eta irteerak kudeatuz eta GRAFCET-ak diseinatuz.

Parking-aren okupazio maila, kontrol gela batean kokatutako PC batetik operadore batek denbora errealean kontrolatuko du. Gauzak errazteko eta aurretik programatutako PLCaren laguntzaz SCADA sistema bat diseinatuko da. Hau, parkingaren goitiko bista bat izango da non plazak 1etik 200era zenbatuta dauden. Libre daude plazak berde kolorea izango dute eta okupatuak berriz, gorria. Kontagailuen laguntzarekin plaza libreen kopurua jakingo da.

1.2 Proiektuaren helburuak

Merkatal gune handi edota aireportuetako parkingetan ematen den arazoetako bat plaza libreak bilatzeko ematen den denbora luzeak dira. Proiektu honen helburu nagusia denbora hauek murriztea da, hutsetik hasitako parking plazen kontrol eta gestio automatiko bat diseinatuz.

Honetarako hainbat irakasgaiengandik lortutako konpetentzi eta gaitasunak, modu batera edo bestera aplikatuko dira proiektua aurrera eramateko. Eta horrela, oinarri teoriko eta konpetentzi hauek finkatuta geratuko direlarik.

Alde batetik, proiektuaren enborra izango dena, PLCen programazioa da. PLCen arteko komunikazioak ere pisu garrantzitsu bat izango du, izan ere, parkingaren kontrolaren automatizaziorako erabiliko diren transduttore eta aktuadoreen kopurua unibertsitatean erabiltzen diren PLCek duten sarrera eta irteera kopurua baino handiagoa denez, nahitaezkoa da, alde batetik, PLCen komunikazio emateko oinarri teorikoak eskuratzea eta bestetik ezagutza horiek aplikatzea.

Proiektuaren helburua parkingen plaza librean kokalekua erraztea eta denbora errealean okupazio maila kontrolatzea bada ere, badaude ere hiru motibazio proiektu honen atzean. Alde batetik merkatan dauden sentsoreen prezio altuek (100€ inguru), bultzatu egin du sentsorea ere hutsetik diseinatzea proiektua aurrera eramateko baita aurrekontua txikitzeko eta proiektua erakargarriagoa egiteko etorkizun batean bezero posiblei. Horretarako software librean oinarritutako ARDUINO baten laguntzaz, 40€tik pasako ez den sentsorea bat diseinatzea da helburutako bat. Diseinatutako sentsore hau ere, simulazioak eta funtzionamendua frogatzeko erabiliko da.

Gainera proiektu honekin ere kontsumo elektriko baxuagoko sentsoreak diseinatu nahi dira. Merkatan aurkitu daitezkeen sentsoreek 1.5W kontsumitzen duten bitartean, proiektu honetan diseinatu direnak 0.5W bakarrik kontsumituko dute.

Bukatzeko, sentsorea guztiz modularra izatea bilatu da, horrela honen osagaietako bat apurtu ezker merkeagoa izaten da konpontzea sentsore berri bat erosi beharrean, gainera zabor elektronikoa murriztu egiten da ere.

1.3 Deskribapen orokorra

Esan bezala, merkatal gune handi edota aireportuetako parkingetan ematen den arazoetako bat parkingetan plaza libreak bilatzeko ematen den denbora luzeak dira. Proiektu honen helburua denbora hauek murriztea da, arrazoi printzipalak bi direlarik:

-Alde batetik erabiltzaileak gero eta denbora gehiago pasatzen badu plaza libre bat bilatzen estres maila igo egiten da eta estres maila altu batek arazoak zor diezaioke gidariari, hala nola, atentzio falta eta suminkortasuna. Guzti honek, erabiltzaileak merkatal guneari edota aireportuari dion pertzepzioari negatiboki eragin diezaioke.

-Bestetik, parkingetan erabiltzen diren abiadura txikiak kotxearen martxak laburrak erabiltzea eskatzen du, honek irteera hoditik ateratzen diren emisioak eta erregai kontsumoak nabarmen igotzen du. Lurpeko parking bat dela suposatuz, aireztapen sistemen lan karga handitu egiten da baita erabiltzaileak osasun arazoak paira ditzake.

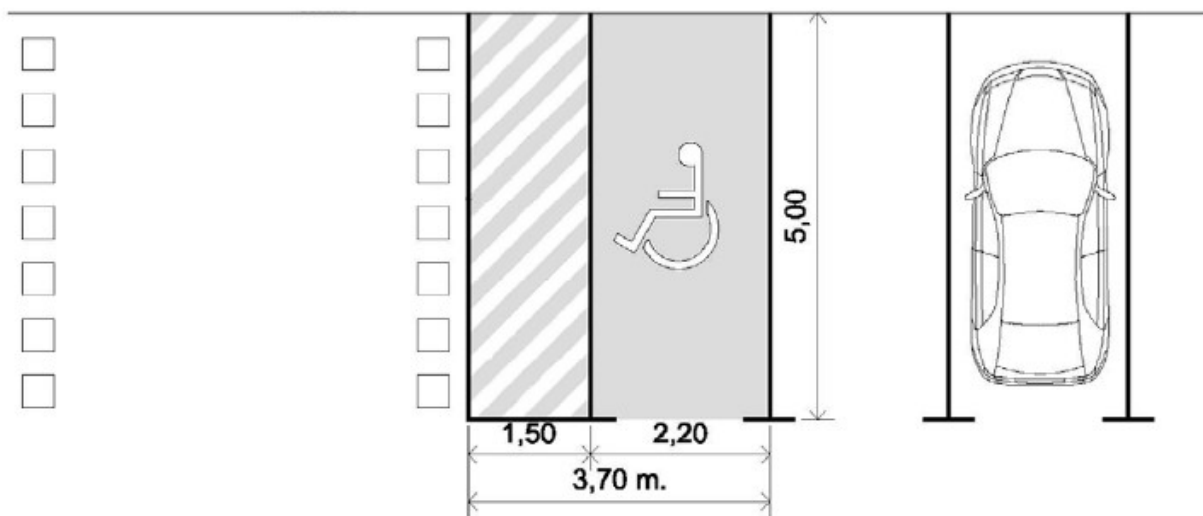
Beraz, erabiltzaileak plaza libreak bilatzeko ematen duen denbora murrizteko plazen kontrol eta gestio automatiko bat diseinatuz, erabiltzailearen estres maila, erregai kontsumoa eta aireztapen lan karga murriztu eta lurpeko parkingaren aire kalitatea hobetu daitezke.

Guzti hau aurrera eramateko sentsoreen laguntzaz plazaren egoera (libre edo okupatuta) zein den jakingo da urrunetik ikusita. Argi berde batek plaza libre dagoela adieraziko du eta gorriak berriz kontrakoa, okupatuta hain zuzen ere. Parkingaren egoera libre/okupatuta, ARDUINO software librean oinarritutako teknologia erabiliko da sentsorea diseinatzeko, izan ere, merkatuak eskaintzen dituen sentsoreak nahiko garestiak dira, 100€ inguruko prezio izanik, sentsore merkeago bat diseinatuko da, 40€ ingurukoa. Sentsoreok, ultrasoinu bidezko teknologia erabiltzen dute kotxeen detekziorako. Sentsore hauek plazaren zentro geometrikoan kokatzen dira eta lurrarekiko paralelo eta sabaian instalaturik daudelarik, lurrera orientatuta.

Gainera, aipatutako sentsorera LED argiak akoplatuta daudenez, hauek indikadore gisa erabil daitezke, horrela, plaza libre badago, argi berde bat piztuko da eta okupatuta badago gorria.

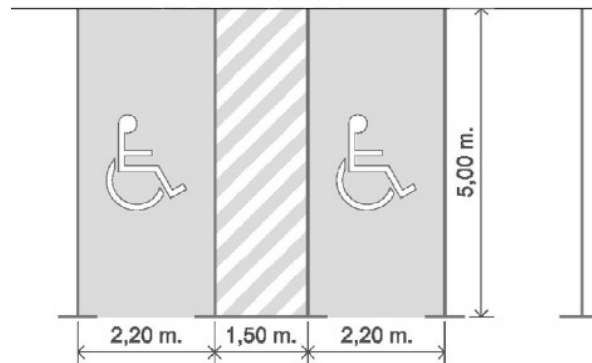
Elbarrituentzako plaza bereziak diseinaturik egon behar dira, hauek irteeratik hurbilago daude eta gurpildun aulkia maneiatzeko hurbiltze eta transferentzia gune zabal bat izan behar dute mugikortasun faltak sor ditzakeen arazoak gainditzeko. Estatuko Agintaritzaren Aldizkarian, ezagunagoa BOE (*Boletín oficial del estado*) bezala, horrela dator islaturik irisgarritasun eta bereizkeri ezaren eta espazio publikoen erabilerako oinarritzko agiri teknikoaren garapenerako, BOE-A-2010-4057 eta LINDONAU (*Ley de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal*) legeetan, non elbarrituentzako plazek izan behar dituzten neurri minimoak espezifikatzen diren.

Ondoko irudian hurbiltze eta transferentzia gunearen neurri minimoak ikus daitezke plazaren ondoan:



1. irudia. Hurbiltze eta transferentzia gunearen neurri minimoak. Erreferentzia BOE-A-2010-4057.

Ondoz ondo elbarrituentzako bi plaza badaude, egoera hau ere espezifikatu egiten da hurbiltze eta transferentzia guneak izan behar duen neurria:



2. irudia. Ondoz ondoko elbarrituentzako bi plazek izan behar duten hurbiltze eta transferentzia gunearen neurri minimoak. Erreferentzia BOE-A-2010-4057.

Horrela plaza berezi hauen kokapena (libre daudenean) argi urdinen bidez adieraziko da, urdina bai da elbarrituentzako ikurretan erabiltzen den kolore unibertsala, baina unibertsala izateaz aparte legeak horrela adierazten du BOE-A-2010-4057-ren 43-2 artikuluan eta Nazioarteko ISO 7000:2014 arauan, non lurra *Pantone reflex blue* izeneko tonalitate urdinez egon behar da margoturik, jarraian datozen irudiek erakusten duten bezala:



- 3.irudia. Hiru adibide non ikusi daitekeen kolore urdina elbarrituentzako ikurren kolore unibertsala bihurtu den.

Korridore guztien hasieran, panel elektronik batek adieraziko dio erabiltzaileari korridore horretan dauden plaza libreak eta parkingaren sarreran beste panel batek, parkingeko plaza libre totala, baita kotxeen sarreran, ticketa inprimatzen dagoen bitartean, erabiltzaileek pantaila bat izango dute non parking-aren goitiko bista ikusi ahalko den. Pantailan, erabiltzaileek denbora errealean plazen egoera ikusi dute, horrela kotxe dentsitate baxuko areatarazuzuzenean joan ahalko dira kotxea uzteko, dentsitate altuko areak saihestuz.

Plaza librerik ez balego, indikadore batek informazio hau eman beharko dio erabiltzaileari.

Bukatzeko, sarrera eta irteeren barreren kontrola ere emango da, sistemak automatikoki igo eta jaitsiko ditu barrerak, kotxeen detekzioarako sentsoreak erabiliz. Kontrol gelatik, operadoreak larrialdi bat antzematen badu sute bat adibidez, larrialdi botoia sakatuz, alarma aktibatuko du eta sarrerako barrera jaitsi egingo da (kotxearen presentziarik ez badago) eta irteerako berriz igoz baita panel, LED eta sentsore guztiei hornitzen zaien elektrizitatea amatatuko da. Izan ere, beroak, kableen estaldura plastikoa urtu dezake, eroale elektrikoa agerian utziz eta zirkuitu laburrak sortzeko aukerak igoz, egoera larritu daitekeelarik.

Guzti hau burutzeko beharrezkoa da PLC bat erabiltzea eta berea programatzeko softwarea. Horrela PLC baten programazioa burutuko da PL7 PRO softwarearen bidez, sarrera eta irteerak kudeatuz eta GRAFCET-ak diseinatuz.

Gainera, LED-ak eta ultrasoinuan oinarritutako presentzia detektorea kontrolatzeko ere beharrezkoa izango da Arduinoa programatzeko softwarea erabiltzea.

Parking-aren okupazio maila, kontrol gela batean kokatutako PC batetik operadore batek denbora errealean kontrolatuko du. Gauzak errazteko eta aurretik programatutako PLCaren laguntzaz SCADA sistema bat diseinatuko da. Hau, parkingaren goitiko bista bat izango da non plazak 1etik 200era zenbakituta dauden. Libre daude plazak berde kolorea izango dute eta okupatuak berriz, gorria. Kontagailuen laguntzarekin plaza librearen kopurua jakingo da.

1.4. Hasierako datuak

Hasierako datu bezala suposatu da lur azpiko 200 plazako parking baten, zeinek BOE-A-2010-4057 eta Nazioarteko ISO 7000:2014 arauak errespetatzen dituenaren okupazio mailaren, gestio eta denbora errealeko kontrol automatikoa diseinatu behar dela, baita plaza libreen kokalekua erraztu ere. Okupazioa maila denbora errealean PC batetik kontrolatu nahi da, eta suposatu denez kontrol hori eramango duen operarioaren ezagupena elektronika eta automatismoen inguruan hutsa dela, gauzak errazteko SCADA bat diseinatuko da non parking osoaren goitiko bista bat izango den non parking plazen okupazioa ikus daitekeen modu oso intuitibo baten bidez.

Horretarako, parking generiko baten planoak diseinatuko dira, lana aurrera ateratzeko, ahala ere, parking-aren diseinua, dimentsioa eta plazen kopurua, bezeroak ezartzen dituzenez proiektu hau bezeroen nahietara egokitzea behartuta dago, horrela, SCADA diseinatzerako orduan ere bezeroaren baldintzak izango dira kontuan.

Suposatu da ere, parking-aren erabiltzaileak plaza libreak aurkitzeko argi berdea erabiliko dutela eta argi gorriak plaza okupatua dagoela adieraziko diola, izan ere, berdea = libre eta gorria = okupatuta hitzik gabeko komunikazioan unibertsalizaturik dagoen sistema delako, baita elbarrituen plaza aurkitzeko kolore urdina erabiltzea, izan ere, trafiko seinaleek kolore hau dute. Ala ere, bezeroak, arrazoiak edozein direlarik, beste kolore batzuk erabili nahi izanez gero hauek ere bere nahietara aldatuko dira.

Bukatzeko, larrialdi bat detektatu ezker, zelan jardungo den ere aurre suposatu da. Hasteko, alarma aktibatuko da eta sarrerako langa jaitsi egingo dira kotxearen presentziarik ez badago eta irteerako langak berriz igo egingo dira pertsonen eta kotxeen ebakuazioa errazteko asmoz. Gainera panel, LED eta sentzore guztiei hornitzen zaien elektrizitatea amatatuko da. Izan ere, beroak, kableen estaldura plastikoa urtu dezake, eroale elektrikoa agerian utziz eta zirkuitu laburrak sortzeko aukerak igo daitezke, egoera larritu daitekeelarik

1.5 Erabiliko diren hardwarea eta softwarea

Atal honetan proiektua burutu eta aurrera ateratzeko erabiliko diren tresnak azalduko dira, alde batetik hardwarea eta bestetik berau konfiguratu eta programatzeko baita ofimatikako lanak burutzeko erabiliko den softwarea.

1.5.1. Hardwarea

Hardwarea, sistema informatiko baten euskarri fisikoa da, bere osagai elektroniko, elektriko, mekanikoa edota elektromekanikoa, besteak beste kableetatik edota karkasatik hasita, prozesadore eta elikatze iturrietaraino helduz. Nahiz eta orokorrean ordenagailu pertsonaletarako erabiltzen den terminologia izan, robotikan, automatismoetan eta hainbat ingurutan terminoa erabilgarria da.

-Ordenagailu pertsonala. Ordenagailu pertsonala eta berarekin batera bestelako periferikoak hala nola, arratoia, teklatua edota inprimagailua funtsezkoa izango da proiektua aurrera eramateko, izan ere, tresna honekin 1.5.2 SOFTWAREA atalean azalduko diren programa informatikoak kargatu, tratatu eta exekutatzeko ahalbideratuko du. Honek, interneterako konexioa izango du, nabigatzaileen laguntzaz, informazioa bilatu, e-mailak bidali baita segurtasun kopiak egitea ahalbideratzen duelako.

-Schneider TSX 37-22. Kontroladore logiko programagarri bat da. Ezagunagoak dira *Programmable Logic Controller*-etik eratorritako PLC siglekin. PLC-a erabiliko da alde batetik aparkalekuan emango diren seinaleen simulazioa egiteko sarrerak eta irteerak kudeatzeko baita SCADA simulatzeko. Eremu seinaleekin konexio zuzena du eta erabiltzaileak programa beharko du. Programatzerako orduan, programazio-lengoai oso eroso da, zirkuitu logikoen bidez kontaktuetan programatu daitekeelako.

-Arduino uno. Arduinoa, hardware librean oinarritutako mikrokontrogailu bat da, bere erraztasunak eta kostu baxuak oso erabilia egiten du elektronikako diseinu eta proiektu txikiak aurrera eramateko.

Hardwarea, plaka bat da Atmel AVR mikrokontrolagailu batekin. Ordenagailu pertsonal baten bidez programatzen da eta honek osagai elektronikak kontrolatuko ditu, PLC-arekin bezala, sarrera eta irteerak kudeatu beharko dira.



4.irudia. Arduino-ren logoa.

Arduino-ak, inguruko informazioa jaso dezake bere sarrera analogiko eta digitaletara sentsoreak konektatuz, eta bere irteeren bidez argiak, motoreak edota bestelako eragingailuak kontrola ditzake. Behin programazioa kargaturik dagoela ez dauka ordenagailu pertsonal batetara konektatua egon beharrik eta guztiz independentea bihurtzen da.

Kostu baxuak eta bere funtzionalitateak direla eta sentsorea diseinatzeko erabiliko da. Izan ere, merkatuak eskaintzen dituen sentsoreek 100€ inguruko prezioa dute eta Arduino bidez garatutako sentsoreak berriz 40€.

1.5.2 Softwarea

Sistema informatiko batek funtziona dezan eta bere eginkizunak bete ditzan behar diren programa eta errutinen multzoa da. Hardwarea programatzeko eta testu prozesaketarako ofimatikako programak osatzen dute.

Windows 10: Microsoft-en sistema eragilea. Ordenagailu pertsonalean baita ordenagailu portatilean egongo dira instalaturik eta programa guztiak PL7 Pro izan ezik exekutatzeko erabiliko da.

PL7 Pro V4.4: Schneider PLCa programatzeko eta SCADA diseinatzeko erabiliko den softwarea.

Windows XP: PL7 Pro V4.4 softwarea exekutatu ahal izateko, beharrezkoa da Windows XP edota Windows 2000 sistema eragilea erabiltzea. Bi aukeren artean, Windows XP aukeratu da.

Virtual box: Sistema eragile konkretu bat erabiltzen duen ordenagailu batean, kasu honetan Windows 10, beste sistema bat erabiltzeko metodorik erosoena makina birtualak dira, izan ere, disko gogorraren partiziorik ez egitea ahalbideratzen duelako. Bi sistema eragileak batera ere erabil daitezke, beraz Windows 10-ean instalatutako software-arekin baita PL7 Pro V4.4-rekin batera lan egin daiteke

Microsoft Word 2013: testu prozesaketarako erabiliko da. Microsoft Office pakete ofimatikoan integraturik dator.

Microsoft Project 2013: software hau proiektuak kudeatzeko erabiltzen da, adibidez, gisa eta baliabide materialen administrazioarako, prozesuen segimendurako, lan kargak eta aurrekontuak aztertzeko. Gantt-en diagramak osatzeko software baliagarria. Microsoft Office pakete ofimatikoan integraturik dator.

Excel 2013: kalkulu orriak garatzeko erabiltzen da. Software honen laguntzaz grafikoak eta taulak ere gara ditzake. Microsoft Office pakete ofimatikoan integraturik dator.

Adobe reader 9: Portable document Format edo PDF artxiboak ikusteko, aldatzeko edota sortzeko erabiltzen den softwarea da.

SFC Edit 13: Grafcet-ak irudikatzeko erabiliko da software hau.

Arduino 1.6.6: Arduino UNO mikrokontrolagailua konfiguratzeko eta komandoak kargatzeko erabiltzen da. Software librean oinarritzen da.

Fritzing: Arduino-ko zirkuituen errepresentazioak egiteko erabiltzen den softwarea. Arduino plataforma inguratzen duen guztia bezala, software hau ere libre da.

Chrome: Google garatutako interneteko nabigatzailea. Nabigatzailea funtsezkoa izango da interneten informazioa eta datuak bilatzeko baita e-mailak eta ADDI plataformara fitxategiak igotzeko.

Nero: Memoria eta bestelako dokumentazioa CD edo DVD batean entregatu beharko denez, Nero erabiliko da fitxategiak CD edo DVD-an grabatzeko

2. LANAREN MOTIBAZIOAK

Proiektuaren helburua parking-en plaza libreen kokalekua erraztea eta denbora errealean okupazio maila kontrolatzea bada ere, badaude ere hiru motibazio proiektu honen atzean. Motibazio ekologikoak, ekonomikoak eta sozialak.

2.1. Motibazio ekologikoak

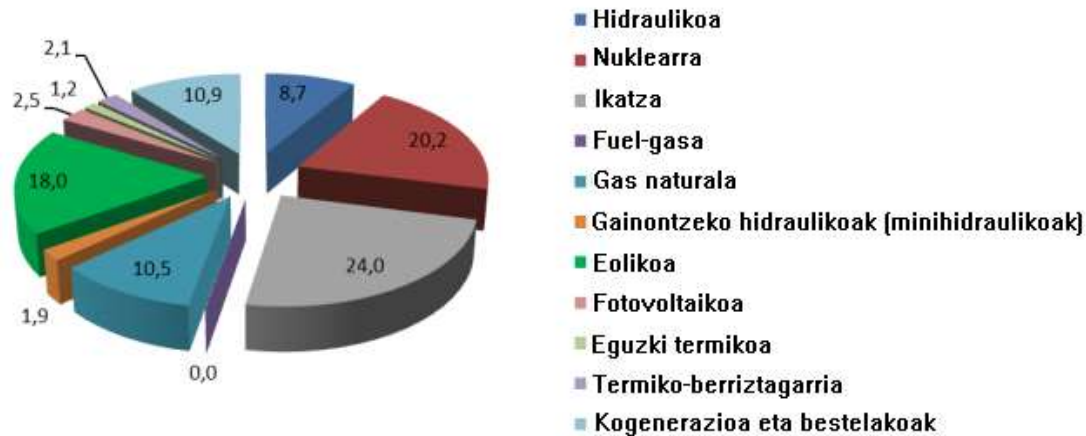
Alde batetik merkatu sentsoreek 1.5W-tako kontsumo elektrikoa duten bitartean, diseinatutako sentsoreak 0.5 W bakarrik kontsumitzen dute. Horregatik, proiektu honekin ere aldaketa klimatikoa latz eta kezkarri honen kontra eta naturaren aldeko borroka honetan laguntzeko efizientzia elektrikoa bilatzea da lehengo motibazioetako bat.

Ingurumen arloan jarduten duen, Europar Batasunako Europako Ingurumen Agentziaren (ingelesez EEA *European Environment Agency*) esanetan, 2015. urtean 3 500 000 tona CO₂ gehiago igorri ziren atmosferara. Gainera badirudi espainiar estatua ez dabilela aurrera pausurik emateko prest aspektu honetan, izan ere, Parisen antolatutako XXI. Klima Aldaketari Buruzko Konferentzian (ingelesez *United Nations Climate Change Conference*) argitaratu zen, Espainia dela Europako estatuetako bat ez duela negutegi efektua areagotzen duten gasen igorpena murrizteko neurri prebentiborik hartu.

Espainian igortzen diren gasen ehuneko handiena elektrizitate produkzioan sortzen dira, izan ere, ikatzaren erabilera, harrigarria izan arren, areagotu egin da zentral termikoetan, prezioa murriztu delako.

WWF-España-ren azken datuen arabera, *Observatorio de la Eletricidad 2015* lanean mahai gaineratu zen azken urtean Espainian produzitutako elektrizitatearen %24-a zentral termikoetatik datorrela, ondoko irudian ikus daitekeen bezala:

Espainia penintsularreko elektrizitatearen iturriak %-tan



5. irudia. 2015-eko Espainia penintsularreko elektrizitatearen iturriak %-tan. Iturria WWF-España.

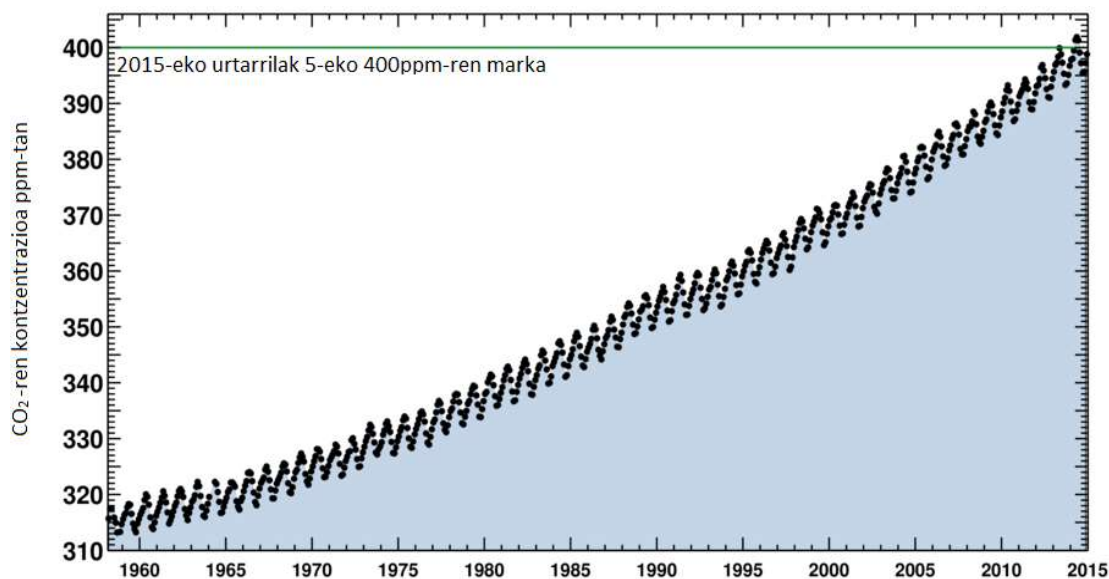
Igoera hau, nabarmena izan da 2014 urtearekin konparatuz, urte horretan zentral termikoetan produzitutako elektrizitateak totalaren %16.2-a suposatzen bai zuen.

Esan behar da ikatzaren erreketa atmosferara CO₂, SO₂ eta NO_x bezalako sustantzia kaltegarrien igorpena ekartzen duela. *Red eléctrica española*-ren (REE) datuen arabera Espainia penintsularrean kontsumitutako KV bakoitzak atmosferara ondoko substantzia hauek igortzen dira:

- 178 gr CO₂
- 0,387 gr SO₂
- 0,271 gr NO_x
- Aktibitate baxuko 0,00227 cm³ substantzia erradiaktibo
- Aktibitate altuko 0,277 mg substantzia erradioaktibo

CO₂ berotegi efektua sortzen duen gasetako bat da. Urteak pasa ahala ez da atmosferako CO₂ -ren kontzentrazioa txikitu nahiz eta teknologia aurrera joan.

Ondoko irudian, Mauna Loan (Hawaii-en) dagoen Munduko Meteorologia Erakundea (ingelesez, WMO, *World Meteorological Organization*) behatokiko datuen arabera, zein mundu mailan erreferente bat bihurtu den, 1960-tik, 2015-ra CO₂ -ren kontzentrazioa 315 ppm-tik 400 ppm-ra igo da, konkretuki 2015-eko urtarrilaren 5-ean gainditu nahi ez zen 400 ppm-tako marka gainditu zen.



6. irudia. 1960-2015 arteko atmosferako CO₂-ren kontzentrazioa ppm-tan. Iturria: WMO, *World Meteorological Organization*.

Michael jarraud (1952-an *Châtillon-sur-Indre*-en, Frantzia) Munduko Meteorologia Erakundea-ko idazkari nagusiaren esanetan, CO₂ eta bestelako berotegi efektua areagotzen duten gasen kontzentrazioa ez bada murrizten eta tenperaturaren igoera 2°C-tan areagotzen bada 2100. urterako, itzulerarik gabeko puntu batera helduko da planeta, itsasoaren azidifikazioa, glaziarren desagertzea, poloen urketa, marea aldaketa eta animalia askoren desagertzea pairatzeko arriskuarekin.

Gainera bilatu nahi izan da sentsorea guztiz modularra izatea. sentsorea modularra izanik, hauen osagaietako bat apurtu ezker, konpontzea edo aldatzea errazagoa izateaz aparte, merkeago ere badela auresan daiteke, ez delako sentsore guztia aldatu behar, matxuratutako elementua baizik.

Honek ere lagundu egiten du zabor elektronikoa murrizten. Izan ere azken bost urteotan zabor elektronikoa 8.000.000 tonatan igo da eta etorkizunerako estimazioak ez dira oso baikorrak, 2018. urtean, estimazioek diotenez, 50.000.000 tona jasoko dira.



Ruediger Kuehr, Nazio Batuetako Unibertsitateko (UNU, *United Nations University*) eta Iraunkortasun eta Bakearen Institutuko (Scycle) buru denaren esanetan aparatu elektronikoen bizi-zikloa laburtzeak izugarritzko ondorioak dakartza, izan ere, bizi zikloaren murrizketa da zabor-elektronikoaren produkzioa areagotzeko arrazoi nagusia.

Zabor mota honek ekonomian izugarritzko kalteak eragiten ditu. 2014-ean Scycle programaren kalkuluen arabera 41 800 000 tona zabor-elektroniko bota ziren, aparatu elektronikoen askoren kontaktuetan metal bitxiak erabiltzen dira, urrea eta zilarra batik bat. Urte horretan bakarrik, 52.000.000.000 \$ galdu ziren zabortegietan.

Eragina ez da bakarrik ekonomian antzematen, garrantzitsuagoa eta planetarako kaltegarriagoa dena ingurugiroan izugarritzko kalteak eragiten dutela da, izan ere, aparatu elektronikoen material toxiko askorekin fabrikatu dira, adibidez, beruna, merkurioa edota kadmioa eta zabortegi hauetan ez dira behar bezala tratatzen, manipulatu ezta birziklatzen edo berrerabiltzen.

Eta hori gutxi balitz, materialok aire edo atari zabaleko meategietatik ateratzen dira, zeinak, ehuneko handiena Afrikako eta Amazonas ibaiaren inguruan daude kokaturik, inguruko bioaniztasunak izugarritzko hondamendia pairatzen duelarik.

2.2 Motibazio sozialak

Aurreko atalean azaldutako kalte ekologikoak gutzi balira, kondentsadore elektrolitikoek koltana erabiltzen dute. Nazio Batuen Erakundea-ren esanetan koltanaren komertzioak Kongoko Bigarren Gudaren (1998-ko abuztuaren 2-tik 2003-ko uztailaren 18-rarte) finantziazioan lagundu zuen, zein Afrikako historia modernoaren gerraterik handien bihurtu den, zuzenean zortzi herrialde eta 25 talde armatuk parte hartuz eta 5 400 000 pertsonaren heriotza eraginez.

Askotan, prezio merkeak diren bitartea, eskrupulurik gabeko nazioarteko espresa asko horien artean *Barrick Gold Corporation* eta *American Mineral Fields* adibidez, ez dira arduratzen nondik datozen material hauek, eta meategi hauetan umeak erabiltzen dira

irabazpen marjinak handitzeko. OLI-ren (ingelesez *International Labour Organization*, Nazioarteko Lan Erakundea euskaraz) estimazioek Perun 50 000 ume eta nerabe daude urre meategietan lanean, Kolonbian 103 000, Bolivian berriz, eztainua, zinka eta urrea ateratzeko 13 500 ume erabiltzen dira eta Ekuadorren 1 500. Ume hauek eskolan egon beharrean lanean daude, inolako segurtasun neurrik gabe.



7. irudia. Kolombiako meategiko umeak lanean. Iturria: ILO erakundea.

Kuehr-ek dioenez, errua fabrikatzaileena izateaz aparte, hauei interesatzen bai zaie kontsumo maila igotzea onura ekonomikoak areagotzeko, produktuen iraunkortasuna murriztuz, kontsumitzaileek autokritika egin behar dute, askotan nahiago dutelako prezio merkean produzitutako produktuak erosi, prezio erakargarriagoekin, jakinik iraunkortasun laburra dutela, teknologia hain arin doa ezen, mugikor baten kasuan adibidez, erosi eta bi urtetan "zahar" geratzen den.

Kuher-ek, *UNU Sustainible Cycles* (Scycle) programako zuzendari bezala dio, erraz erreparatzen diren produktuen kontsumoa bultzatuz zabor elektronikoaren produkzioa gutxituko da izan ere, produktua bota beharrean konpondu egin daiteke eta proiektu honetarako diseinatutako sentsoeren muntaia guztiz modularra izatea proiektuaren motibazioetako bat da, zaharberritzeari eta zabor elektronikoaren gutxitzeari laguntzen diolako produktuen bizi-zikloa luzatuz.

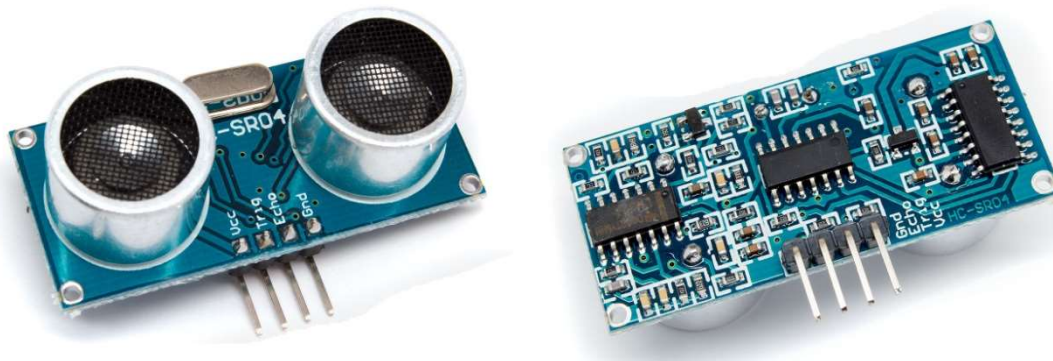
2.3. Motibazio ekonomikoak

Merkatuan dauden sentsoeren prezio altuek (100€ inguru), bultzatu egin du sentsoera ere hutsetik diseinatzea proiektua aurrera eramateko baita aurrekontua txikitzeko eta proiektua erakargarriagoa egiteko etorkizun batean bezero posibleei.

Horretarako software librean oinarritutako ARDUINO baten laguntzaz, 40€-tik pasako ez den sentsoera bat diseinatzea da helburutako bat. Diseinatutako sentsoe hau ere, simulazioak eta funtzionamendua frogatzeko erabiliko da.

3. Ultrasoinu bidezko detekzioa

Parking plazan aparkatutako kotxeak detektatzeko ultrasoinuetan oinarrituko teknologia erabiliko da



8. irudia. HC-SR04 moduluaren aurretiko eta atzeko bista.

Horretarako HC-SR04 moduluak prozesatutako seinaleen laguntzaz eta Arduino bidezko mikrokontrolagailu batekin, seinale eta aginduak kudeatuko dira. Alde batetik, LEDak amatatu eta piztuko dira moduluaren seinalea Arduinora eramanez eta berau egoki programatuz.

Gainera PLCra sentsorearen seinaleak bidaliz simulazioak egin daitezke, ahala ere, Arduinoak duen irteerako tentsioa baxuegia denez, amplifikatu egin beharko da INA 126 AP amplifikadore batekin, aurrerago ikusiko da zelan.

Diseinatutako sentsorea, plaza konkretu baten sentsorea dela suposatuko da. Simulazioaren bidez adierazi eta lortu nahi dena da, sentsoreak plaza libre edo okupatuta dagoela detektatzen duenean, SCADAn ere hori ikusgai izatea.

Sentsorea eta PLCaren arteko konexioa ere erabiliko da plaza libre eta okupatuen kantitateak zelan aldatzen diren plaza konkretu baten egoera aldatzen denean. Horretarako PLCaren kontagailuetan ere sentsorearen egoerak influentzia izango du.

Bukatzeko, parking osoan plaza librerik ez dagoela simulatu daiteke, egoera horretan PARKINGA BETETA adierazgailua aktibatzeke ere erabiliko da sentsorea. PLCren sarrera guztiak konfiguratuko dira plaza guztiak okupatuak daudela adierazteko, sentsoreak errepresentatzen duena izan ezik. Sentsorearen egoera aldatuz SCADAn

ikusiko da PARKINGA BETETA zelan aktibatzen eta desaktibatzen den sentsoreak detektatzen duenaren arabera.

3.1 Ultrasoinuak

Soinua, gorputz baten bibrazio-higiduragatik sortu eta ingurune fisiko batean uhin elastiko gisa hedatzen da. Soinuaren hedapenak materia-garraio gabeko energia-garraioa dakar, materia solido, likido edo gaseosoan (inoiz ere ez hutsean) zehar hedatzen diren uhin mekaniko gisa.

Uhin bat definitzeko bi faktore dira garrantzitsuak: Alde batetik uhin luzera eta bestetik maiztasuna. Espektrorik elektromagnetikoan gertatzen den bezala, non ohiko gisa begi batek 400 nm eta 700 nm-ko uhin-luzeradun uhinen bitartean ikus dezakeen, soinuarekin ere antzeko limitazio bat dauka gizakiak.

Uhin elektromagnetikoetan uhin luzerak uhin bat ikusgai den ala ez determinatzen duen bitartean, giza entzumenean maiztasuna izango da entzungai ala ez determinatuko duena. Gauzak horrela, gizaki batek 20Hz eta 20 KHz-etako maiztasunean dauden soinua entzuten ditu, beti ere, entzumen osasuntsu eta normal bat kontsideratzen bada. 20Hz-etik beherako soinua, infrasoinua kontsideratzen da eta 20 KHz-etik gorakoak berriz ultrasoinuak.



9. irudia. Espektrorik entzungarria giza entzumenerako.

3 soinu moten ezaugarriak aztertu dira ultrasoinuak aukeratu baino lehen.

Soinu entzungarria: maiztasun tarte hau guztiz baztertu da, izan ere, sortutako uhinek soinua sortzen dute. Gainera parking itxi bat da eta 200 sentsore aldi berean lanean egonik egoera ez-erosoak sor ditzake.

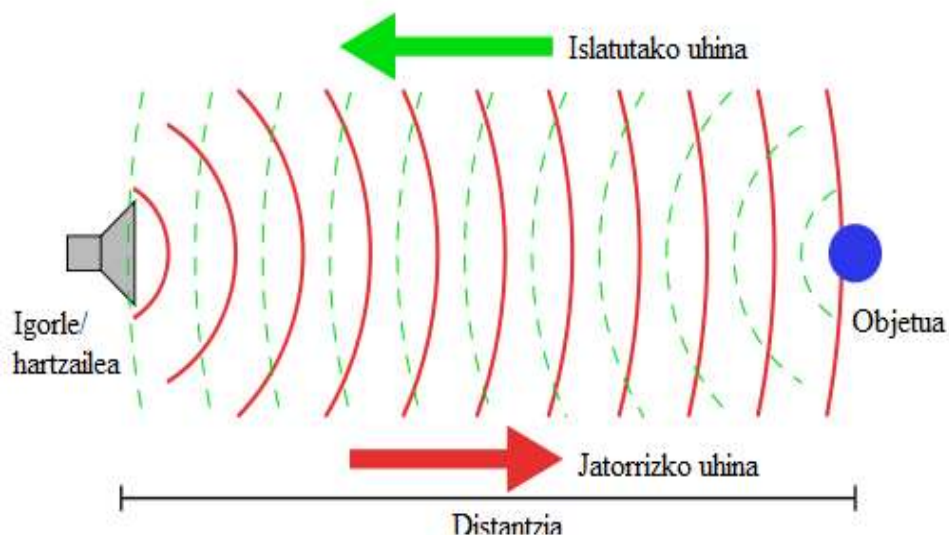
Infrasoinuak: infrasoinuan alde positiboa luzera handietan hedatu daitezkeela eta ez dutela soinurik igortzen, baina alde negatiboren artean, oztopo baten kontra talka egitean, uhinak objektu edo oztopoarengatik xurgatuak izateko joera dutela da, beraz ez dute errebotatzen.

Ultrasoinuak, maiztasun altuko seinaleak errebotatzeko joera dute objektu edo oztopo baten kontra talka egitean dutenean, gainera hauek ere ez dira entzungarriak. Aurreko arrazoia dela eta, distantzia luzeetan ez dira eraginkorrak.

Bi punturen arteko komunikaziorako igorlea eta hartzailea puntu berdinean daudenez (ikusirik irudia) errebotearen beharra dago. Distantziak ere laburrak izango dira, kotxea eta sentsorearen artean inolongo oztoporik gabe. Hori dela eta ultrasoinuak aukeratu dira.

3.2 . HC-SR04 moduluaren funtzionamendu orokorra

HC-SR04 moduluaren aurretiko bistan, soinuaren igorlea eta erreboteren hartzailea ikusi daitezke. Soinu igorleak, 40 kHz-tako pultsuak igorriko ditu.



10. irudia. Soinuak igorletik objektura eta objektutik hartzailera eginiko bidearen trantsizioa.

Hartzailea "entzuten" egongo da pultsuen errebotea, eta errebote hori denbora konkretu baten azpitik ematen bada, HC-SR04 moduluak jakingo du objektu edo oztopo bat aurrezarritako distantzi konkretua baino hurbilago dagoela, eta antzemango du kotxea plazan sartu dela.

3.3 . HC-SR04 moduluaren ezaugarri teknikoak

Esan bezala, igorleak pultsuak igortzen ditu eta hartzailea entzuten egongo da errebotea. Errebotea heldu arte pasatzen den denboraren arabera determinatuko du objektu bat tartean dagoen ala ez.

Guzti hau egiteko, HC-SR04 moduluak 4 pin ditu.

VCC: Elikadura pin-a. 5V elikatzea gomendatzen bada ere, 4,5 eta 5.5 arteko tolerantzia dauka.

GND: Masa edo erreferentzia puntua.

TRIGGER: balore logiko altua duenean, moduluak badaki seinale akustikoa bidaltzen hasi behar dela.

ECHO: seinale akustikoaren errebotea jasotzen duenean balore logiko altua emango du.

Hurrengo taulan, ezaugarri teknikoak ikus daitezke:

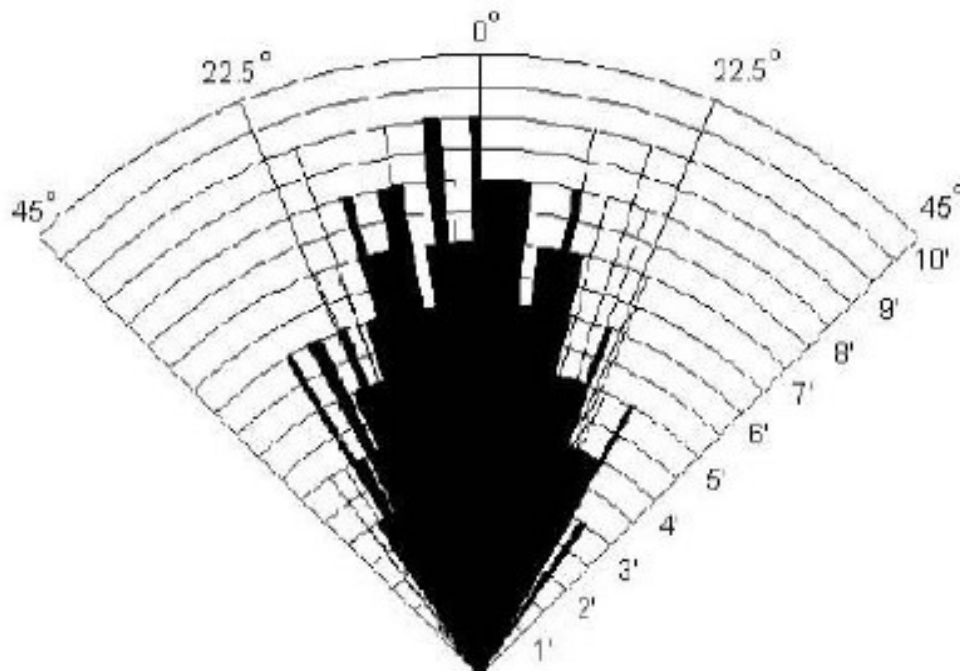
PARAMETROAREN IZENA	BALIOA
Lan tentsio	DC 5V
Lan intentsitatea	15mA
Entzuten dagoeneko intentsitatea	2mA
Lan maiztasuna	40kHz
Distantzia maximoa	400cm = 4m
Distantzia minimoa	2cm
Tolerantzia	0.3cm = 3mm
Neurketa optimoko angelua	15° max
Neurketa angelu maximoa	30° max

Trigger-eko sarrera seinalea	10 μ s-eko TTL tren pultsua
Oihartzunaren irteera seinalea	TTL tren pultsua
Dimentsioak	45x20x15mm

1. taula. HC-SR04 moduluaeren ezaugarri teknikoak Erreferentzia: Cytron Technologies erabiltzailearen eskuliburua.

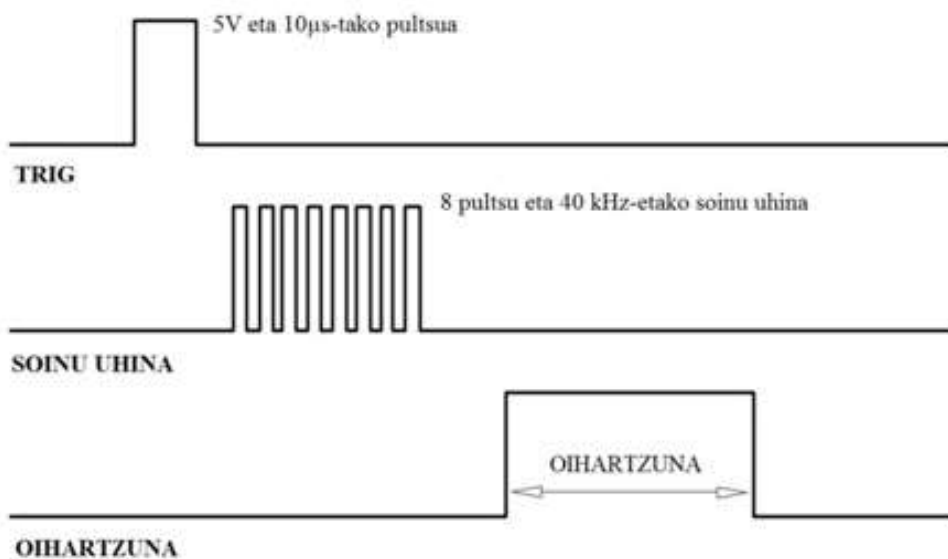
Behin 4.5V eta 5.5V arteko tentsioaz elikaturik dagoenean, 15mA kontsumituko ditu seinale akustikoa bidaltzen dagoen bitartean. 3.1 atalean esan bezala, 20kHz-tako maiztasuna baino altuagoa den maiztasuneko seinale bat igorri behar du, kasu honetan 40kHz-takoa. Oihartzunaren zain dagoenean berriz, 2mA kontsumituko ditu.

Neur dezakeen distantzia maximoa 4 metro dira eta distantzia minimoa 2cm, 3mm-tako tolerantzia duelarik. Neurketa optimoa 15° maximoko angelu batekin egiten duen arren, 30°-rarteko angelua onargarria da, beti ere, kontuan izan behar da, gero eta distantzia handiagoa orduan eta angelu txikiagoa izango dela.



11. irudia. HC-SR04 moduluaeren Neurketa angeluak. Erreferentzia Cytron Technologies erabiltzailearen eskuliburua.

Trigger eta oihartzunaren seinaleak hobeto ulertzeko, ondorengo denbora diagrama hau aztertuko da.



12. irudia. Trigger-a, seinale akustiko eta oihartzunaren denbora diagrama Cytron Technologies erabiltzailearen eskuliburutik itzulia.

HC-SR04 moduluak 3 urratsetan lan egiten du seinaleak igorri eta jasotzeko

1. Trigger pin-ak 5V-tako seinalea jasotzen duenean 10 μ s-tako iraupenarekin, igorleak soinu uhin bat emitituko du, 40 kHz maiztasunetako 8 pultsu.
2. 8. pultsu bidali denean modulua oihartzunaren zain dago errebotea "entzuten".
3. Entzuten dagoen bitartean, ECHO pin-ean balore logikoa altua egongo da oihartzuna bukatu arte, une horretan, balore logiko baxua emango du. HC-SR04 moduluaren funtza ECHO pinak balore logiko altua zenbat μ s-tan egon den determinatzea da. 36 ms pasa badira oihartzuna jaso gabe, objektua neurketa esparrutik kanpo dagoela kontsideratuko da.

Behin denbora jakinik, distantzia kalkula daiteke. Abiaduraren oinarritzko espresioari erreparatuz:

$$Abiadura (m/s) = \frac{Distantzia (m)}{Denbora (s)}$$

(1.ekuazioa)

Distantzia bakanduz:

$$Distantzia (m) = Abiadura (m/s) \cdot Denbora (s)$$

(2.ekuazioa)

. ekuaziotik soinuaren abiadura falta da. Soinuaren abiadura kalkulatzeko. ekuaziora joko da.

$$v = \sqrt{\frac{\gamma \cdot R \cdot T}{M}}$$

(3.ekuazioa)

Erreferentzia: Ángel Franco García. [«Velocidad de propagación del sonido en un gas»](#). *Curso Interactivo de Física en Internet*. Universidad del País Vasco

Non:

γ : dilatazio adiabatikoaren koefiziente, 1.4 airearentzako.

R: gasen konstante unibertsala, 8.134 J/mol·K

T: tenperatura kelvinetan: baldintza normalak 20°C badira, kelvinetan 293,15 K

M: Gasaren masa molarra, airearen kasuan 0,029 kg/mol

Aldagaien balioak . ekuazioan sartuz:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma \cdot R \cdot T}{M}} = \sqrt{\frac{1.4 \cdot 8.314 \cdot 293.15}{0.029}} = 343.01 \text{ m/s}$$

(4.ekuazioa)

Abiadura m/s-tik cm/ μ s-ra pasako da, objektua gertu egongo delako eta oihartzunaren propagazio denbora txikia delako. Gauzak horrela:

$$\frac{343.01 \text{ m}}{1 \text{ s}} \cdot \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} \cdot \frac{1 \text{ s}}{1\,000\,000 \mu\text{s}} = 0.0341 \text{ cm}/\mu\text{s}$$

(5.ekuazioa)

.ekuaziora bueltatuz, aldaketa txiki bat egin behar da, izan ere, HC-SR04 moduluak soinuaren joan etorrian soinuak ematen duen denbora erregistratzen du, hau da, igorletik objektura ematen duen denbora eta objektutik hargailura ematen duen denbora.

Beraz distantzia kalkulatzeko, denboraren erdia bakarrik behar da. Sentsore eta objektuaren denbora HC-SR04 moduluak emango du eta abiadura . ekuazioan kalkulatu da. Beraz:

$$Distantzia (m) = \frac{Abiadura (cm/\mu s) \cdot Denbor (\mu s)}{2}$$

(6.ekuazioa)

Aldagaiak aldatuz:

$$Distantzia (m) = \frac{0.0341 \text{ cm}/\mu\text{s} \cdot Denbora (\mu\text{s})}{2}$$

(7.ekuazioa)

Denbora sentsoreak emango duenez, distantzia kalkula daiteke.

4. Arduinoan oinarritutako presentzia detektagailua.

Objektuak detektatzeko ultrasoinuak erabiltzen dituen sentsore bat erabiliko da. Parkingean plaza libre dagoen bitartean, LED berde bat piztuta egongo da, libre dagoen seinale gisa eta plaza okupaturik balego, LED gorria piztuko da LED berdea amatatzen delarik. HC-SR04 moduluak sarrera eta irteerak kudeatzeko baita LEDak piztu eta amatatzeko aginduak Arduino etxeko Arduino UNO mikrokontrolagailu bat erabiliko da.



13. irudia. Arduino UNO mikrokontrolagailua.

4.1. Arduinoa

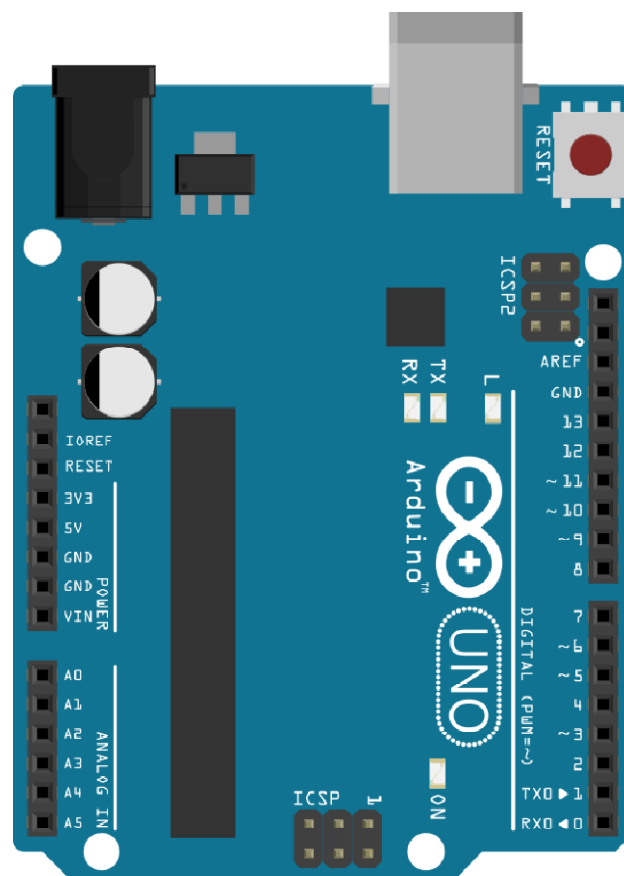
Arduino plataforma, software eta hardware librea oinarritzen da. Behin erabiltzailearen nahiak argi daudenean, C++ lengoaiaren bidez programatzen da mikrokontrolagailua, sarrera eta irteerak kudeatu daitezke proiektuaren beharren arabera. Kasu honetan, mikrokontrolagailuaren sarrera ECHO pin-etik heltzen den seinalea izango da eta irteerak berriz, TRIGGER pin-ari bidalitako aginduak eta LED-ak piztu eta amatatzeko aginduak.

Arduinoa aukeratu da nahiko merkeak direlako beste plataforma batzuekin konparatuz, Arduino UNO mikrokontroladoreak 20.00€ balio ditu eta gainera ez daukate programatzeko konplexutasun handirik. Nahiko arin ikasi daiteke Arduino bat programatzen, behin programazio lengoaien inguruan oinarrizko ezagutzak izanik, oso intuitiboa bihurtzen delarik.

Gainera, arazorik izatekotan bai programazioarekin edota osagai elektronikoarekin, Arduinoren web gunean ehunka foro daude, non Arduino erabiltzaileen komunitateak informazioa elkar banatzen duen zalantzak argitzeko.

4.2 Erabiliko diren pinak.

Arduino UNO-aren goitiko bistan (ikusi .irudia) mikrokontrolagailuaren sarreraren eta irteeren pinak ikus daitezke.



fritzing

14. irudia. Arduino UNO mikrokontrolagailuaren goitiko bista. Iturria: Fritzing softwarea.

Hasteko, mikrokontrolagailua elikatu behar da. Horretarako bi aukera daude.

- USB type-B baten bidez. Inprimagailuek erabiltzen duten USB motakoa da. Ordenagailura edo entxufe batera zuzenean konektatuz elika daiteke
- Korrante alternoko Jack Power egokigailua 2.1mm x 5.5mm x 14mm neurrikoa. 7 eta 12 V artekoa.



15. irudia. Arduino plaka elikatzeko bi aukerak.

Arduino bi modutara elikatzeko aukera izateak eskaintzen duen abantailetakoa bat da behin programa kargatuta dagoela ez dago zergatik ordenagailu batera konektatzearen beharrik. Kasu honetan, sabaira finkaturik egon daiteke, ordenagailuarekiko independente bihurtzen delarik.

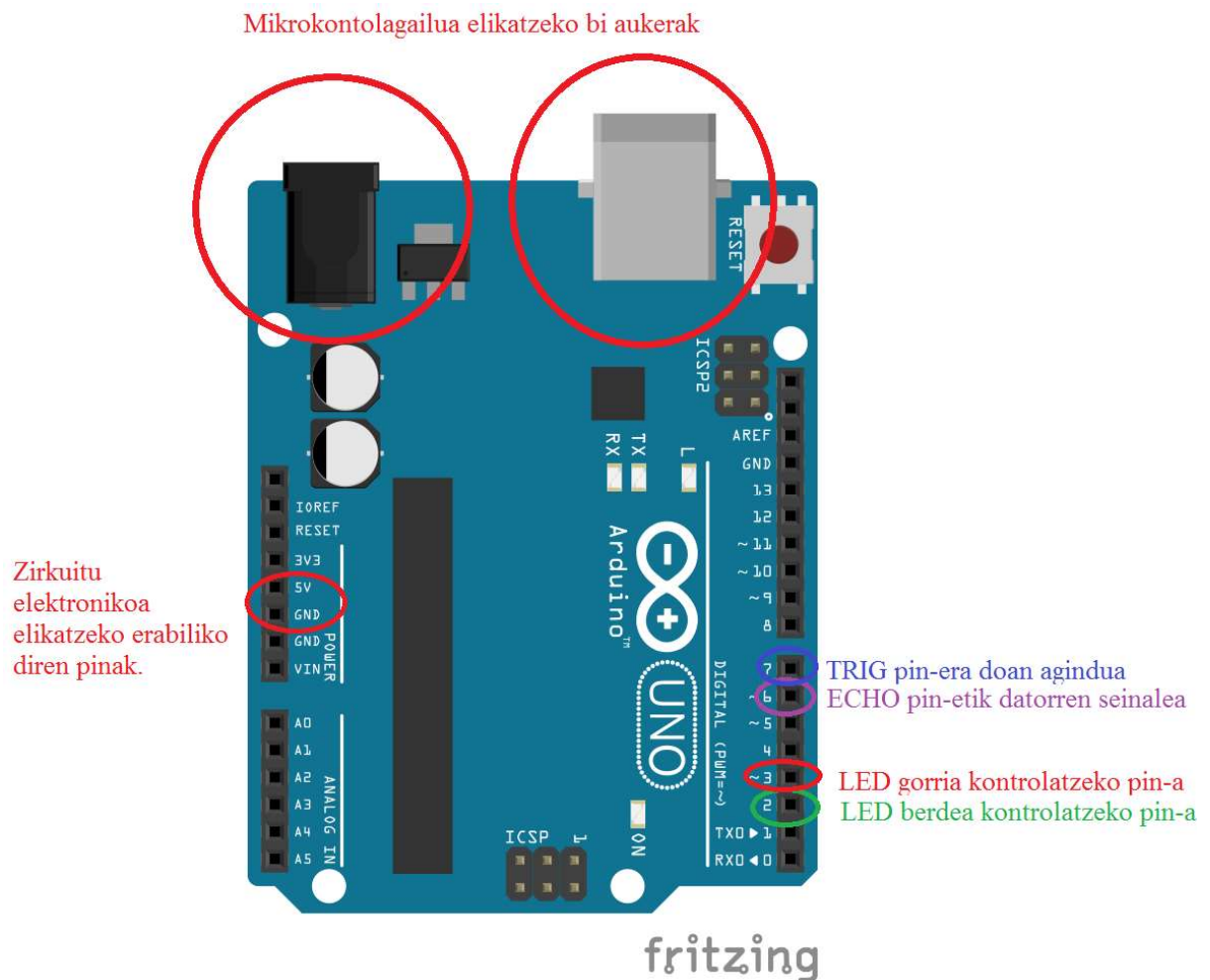
Ezkerraldeko POWER pin-etan, 5 V eta GND pinak erabiliko dira zirkuitu elektronikoa elikatzeko. HC-SR04 modulua 5V-ekin elikatu behar da.

Eskuinaldean sarrera eta irteera digitalak daude. Arduinoa programatzerako orduan pin bakoitzari atxikitu behar zaio sarrera edo irteera den eta zein osagai kontrolatuko duten. Horrela konfiguratuko dira pin hauek:

- 2. pin-a: irteera moduan konfiguratuko da eta LED berdea kontrolatuko du
- 3. pin-a: irteera moduan konfiguratuko da eta LED gorria kontrolatuko du
- 6. pin-a: sarrera moduan konfiguratuko da eta HC-SR04 moduluren ECHO pin-etik datorren informazioa jasoko du.

- 7. pin-a: irteera moduan konfiguratuko da eta HC-SR04 moduluren TRIG pina kontrolatuko du.

Hurrengo irudian ikusi ahal dira zein pin-ak erabiliko diren, beraien kokapena eta zertarako konfiguratuko diren.



16. irudia. Arduinoaren goitiko bistan pin-en kokapena eta zertarako konfiguratuko diren.

4.3 Sentsore, Led eta Arduinoaren betebeharrak

Mikrokontrolagailuren bidez distantzia bat aurredefinituko da. Sentsorearen igorleak soinu pultsuak igorriko ditu eta hargailuaren bidez oihartzuna jasoko du, mikrokontrolagailuak soinu uhinak joan etorrian emandako denbora erregistratuko du.

15 cm-tako distantzia ezarri da simulazioa bat egiteko, nahiz eta parking batean distantzia handiagoa den, ahala ere HC-SR04 moduluak errealitatean egongo den distantziak ere manea ditzake. . ekuazioari erreparatuz denbora eta distantziaren arteko erlazioa ikus daiteke :

$$Distantzia (m) = \frac{0.0341 \text{ cm}/\mu\text{s} \cdot Denbora (\mu\text{s})}{2}$$

(8.ekuazioa)

Denbora isolatuz:

$$Denbora (\mu\text{s}) = \frac{Distantzia(cm) \cdot 2}{0.0341 \text{ cm}/\mu\text{s}}$$

(9.ekuazioa)

Simulaziorako distantzia 15 cm dela suposatuz:

$$Denbora (\mu\text{s}) = \frac{15 \cdot 2}{0.0341} = 879.76 \mu\text{s}$$

(10.ekuazioa)

Beraz, honek esan nahi duena da, oihartzunak **879.76 μs** baino gehiago irauten badu igorletik objektura eta objektutik hargailura heltzeko, plaza libre dagoela, beraz LED berdea piztu beharko da eta gorria amatatuta mantendu.

Denbora berriz **879.76 μs** baino txikiago bada, horrek esan nahi du objektu bat, kasu honetan kotxe bat, sentsoretik 15 cm baino gutxiagora dagoela, ondorioz plaza okupatuta dagoela eta LED gorria piztu beharko da, berdea amataturik dagoelarik.

4.4 Programazioa zatika eta komandoen azalpena

Lehenengo eta behin, erabiliko diren pin-ak eta hauei jarriko zaien izenak finkatu behar dira. Kasu honetan hauek dira erabiliko diren pin-ak eta izenak:

- 2. pin-a LED berderentzat da eta **led1** deituko zaio.
- 3. pin-a LED gorriarentzat izango da eta **led2** deituko zaio.
- 6. pin-a ECHO pin-etik datorren informazioa jasoko du **echopin** deituko zaio.
- 7. pin-a HC-SR04 moduluren TRIG pina kontrolatuko du eta **trigpin** deituko zaio.

Izenak eta pin-ak ezartzeko, honako hau idatziko da.

```
#define trigPin 7
#define echoPin 6
#define led1 2
#define led2 3
```

Ondoren aurredefinitutako distantzia konfiguratu behar da, hau da, sentsorea eta espazioan kokaturiko aurredefinitutako distantzia baten artean objektu bat sartzen bada, hargailuari oihartzuna helduko zaio eta ECHO pin-etik mikrokontrolagailura pulsu bat helduko zaio.

HC-SR04 moduloak 4m eta 2 cm neur ditzake. Balioa zentimetrotan jarri behar da. Kasu honetan simulazio bat egiteko erabiliko denez 15 cm jartzea erabaki da. Distantzia konfiguratzeko honako hau idatzi behar da.

```
int dis = 15;
```

Ondoren, Arduinoari HC-SR04 moduluaren liburutegi bat kargatu behar zaio, modulu kudeatzeko erabiltzen diren komandoak Arduinoak uler dezan. Horretarako, Arduinoren web gunetik jaitsi behar da liburutegia eta "*libraries*" karpetan gorde. Behin hau eginda ondorengo idatziz, HC-SR04-ren liburutegia kargatuko da.

```
#include "Ultrasonic.h"
Ultrasonic ultrasoinua(trigPin,echoPin);
```

Hurrengo urratsean sarrerak eta irteerak definituko dira. Hau da behar den konfigurazioa:

- led1 irteera moduan konfiguratu behar da.
- led2 irteera moduan konfiguratu behar da.
- echoPin sarrera moduan konfiguratu behar da
- trigPin irteera moduan konfiguratu behar da.

Aurreko informazioa ezartzeko ondokoa idatziz lortzen da:

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(led2, OUTPUT);
}
```

Serial.begin(9600)-ek portua seriean zabaltzen duela esan nahi du eta 9600-k segundoko zenbat baudio heltzen diren. Baudioa, telekomunikazioetan erabiltzen den unitatea da, segundoko bidalitako informazio paketeak dira. Informazio pakete hau, bit bakarrez edo gehiagoz osatuta egon daiteke erabilitako modulazio motaren arabera, horregatik garrantzitsua da esatea ez dela nahastu behar abiadura baudiotan, ingelesez *Baud Rate* eta Bit tasa, ingeleses *Bit Rate*. Beste balore bat jarri badaitekeen arren, 9600 balio tipifikatu bat da.

Sarrera eta irteera definituta daudenean begizta edo bukle bat sortu behar da. Begizta bat sortzeko ondoko komando hau erabiliko da:

```
void loop()
```

Eta begizta horretatik irten gabe egongo da mikrokontrolagailua lanean etengabe.

Begiztan lanean dagoelarik zein aldagaien inguruan dagoen lanean adierazi behar zaio.

int distantzia;

distantzia = ultrasoinua.Ranging(CM);

Kasu honetan distantzia izango da aldagaia, nahiz eta benetan oihartzunak joan eta etorrian ematen duen denbora neurtzen duen. .ekuazioari erreparatzen bazaio *Distantzia* kalkulatzeko *Denbora* da behar den aldagai bakarra.

$$Distantzia (m) = \frac{0.0341 \text{ cm}/\mu\text{s} \cdot Denbora (\mu\text{s})}{2}$$

(11.ekuazioa)

Beraz begiztan lanean dagoenean denbora kalkulatzeko egongo da etengabe distantzia zein den jakiteko.

Aurredefinitutako distantziari *dis* deitzen bazaio eta objektuaren distantziari *distantzia*, bi hauek aldiune orotan duten balioak egongo da etengabe konparatzen.

distatzia-ren balioa kalkulaturik duenean, konparaketa bat egingo du, aukerak bi direlarik:

- $distantzia < dis$ izatea, beraz objektuaren distantzia txikiagoa da aurredefinitutako distantzia baino, ondorioz, plaza okupaturik dago. LED gorria piztuta egongo da eta berdea amatatuta.
- $distantzia > dis$ izatea, beraz objektuaren distantzia handiagoa da aurredefinitutako distantzia baino, ondorioz, plaza libre dago. LED berde piztuta egongo da eta gorria amatatuta.

Agindu eta akzio hauek mikrokontroladoreari helarazteko komando hauek erabiliko dira:

```
if (distantzia < dis)
{
    digitalWrite(led1,LOW);
    digitalWrite(led2,HIGH);
    Serial.print("Led gorria - Distantzia: ");
```



```
Serial.print(ultrasoinua.Ranging(CM));
Serial.println(" cm");
}

else

{
digitalWrite(led1,HIGH);
digitalWrite(led2,LOW);
Serial.print("Led berdea - Distantzia: ");
Serial.print(ultrasoinua.Ranging(CM));
Serial.println(" cm");
}

delay(500);
}
```

Ikusten denez if/else komandoekin egiten da, izan ere, bata ez bada, bestea izan behar da, bi aukeretako konparazioetan oso erabilia da.

Delay(500) komandoarekin mikrokontroladoreari esaten zaio 500 milisekundotan geldialdi bat egoteko, aldaketa bat ematen denean plazaren egoeran, aldeberekotasunarekin erlazioatutako arazorik ez egoteko erabiltzen da.

4.5 Programazio osoa

Aurreko atala garbi izanda, mikrokontrolagailua kontrolatuko duen programa hau izango da bere osotasunean:

```
#define trigPin 7
#define echoPin 6
#define led1 2
#define led2 3

int dis = 15;

#include "Ultrasonic.h"

Ultrasonic ultrasoinua(trigPin,echoPin);

void setup()
```

```
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(led2, OUTPUT);
}

void loop()

{
  int distantzia;

  distantzia = ultrasoinua.Ranging(CM);

  if (distantzia < dis)

  {
    digitalWrite(led1,LOW);
    digitalWrite(led2,HIGH);
    Serial.print("Led gorria - Distantzia: ");
    Serial.print(ultrasoinua.Ranging(CM));
    Serial.println(" cm");
  }

  else

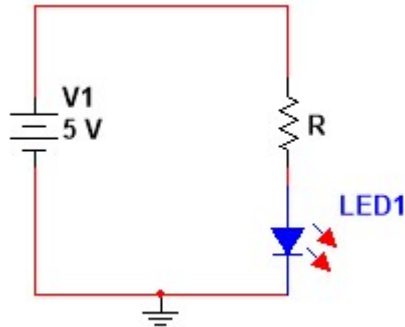
  {
    digitalWrite(led1,HIGH);
    digitalWrite(led2,LOW);
    Serial.print("Led berdea - Distantzia: ");
    Serial.print(ultrasoinua.Ranging(CM));
    Serial.println(" cm");
  }

  delay(500);
}
```

4.6 Zirkuitu elektronikoaren diseinua

Plaza okupatuta dagoenean, 3. pinean balore logiko altua egongo denez, mikrokotrolagailuak 5V emango ditu. LED gorri bat konektatzen bada 3. pin-a eta GND-aren artean, piztu egingo da, plaza okupatuta dagoen adierazle. Plaza libre dagoenean, berdina egingo du, baina balore logiko altua emango du 2. pin-ean. Pin honen eta GND-aren artean LED berde bat ipiniz, seinale giza erabiliko da, plaza libre dagoela adierazteko.

Hala ere, LED-a 5 V-rekin erre ez dadin seriean erresistentzia bat jarri behar da. Beraz, 3. pina eta lurraren artean baita 2. pinaren eta lurraren artean irudiko zirkuitu elektroniko bat sortuko da:



17. irudia. 2 edo 3 pinak lurrera artean LED eta erresistore baten sortzen den zirkuitua. MULTISIM 12.

Erresistentziaren balio jakiteko Ohm-en legean oinarritu behar dira kalkuluak. Ohm-en legeak ondoko hau dio:

$$V = R \cdot I$$

(12.ekuazioa)

LED gorri baten datasheet-era erreparatuz, jasan dezakeen batz besteko tentsio erorketa 2 V da. Kasu txarrean jarriz, 1.8 V izango litzateke.

■ Typical Electrical & Optical Characteristics (Ta = 25°C)

Items	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Forward Voltage	V _F	I _F = 20mA	1.8	---	2.4	V
Reverse Current	I _R	V _R = 5V	---	---	10	μ A
Dominant Wavelength	λ _D	I _F = 20mA	618	---	630	nm
Luminous Intensity	I _v	I _F = 20mA	1700	---	3500	mcd
50% Power Angle	2θ _{1/2}	I _F = 20mA	---	30	---	deg

18.irudia. LED gorri batek jasan dezakeen tentsio erorketa. Iturria: Casa del LED.

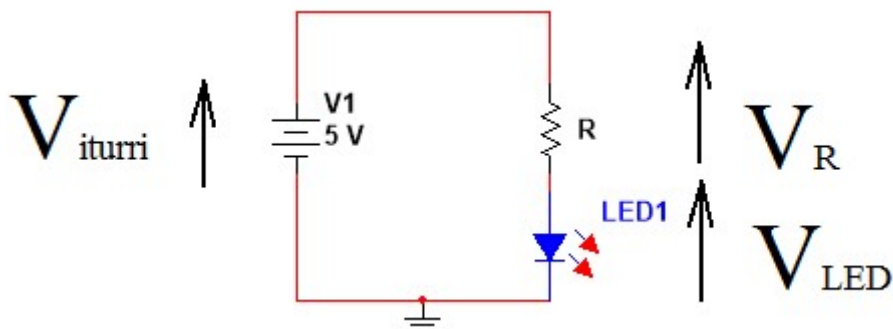
■ **Typical Electrical & Optical Characteristics (Ta = 25°C)**

Items	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Forward Voltage	V_F	$I_F = 20\text{mA}$	2.8	---	4.0	V
Reverse Current	I_R	$V_R = 5\text{V}$	---	---	10	μA
Dominant Wavelength	λ_D	$I_F = 20\text{mA}$	514	---	520	nm
Luminous Intensity	I_V	$I_F = 20\text{mA}$	4000	---	7000	mcd
50% Power Angle	$2\theta_{1/2}$	$I_F = 20\text{mA}$	---	30°	---	deg

19. irudia. LED berde batek jasan dezakeen tentsio erorketa. Iturria: Casa del LED.

LED berdeak tentsio erorketa gehiago jasan dezakeenez, LED gorrirako egingo dira kalkuluak, kasurik txarrena gorria delako.

Arduinoaren irteera digitalean balore logiko altua duenean 5V emango ditu. LED-ak 15 mA kontsumitzearekin balio du argi nahiko emateko, gainera LED-aren bizi iraupena luzatzen da.



20. irudia. Zirkuitu elektronikoan Ohm-en legea aplikatuz. MULTISIM 12.

Zirkuituari ohm-en legea aplikatuz:

$$V_{iturri} - V_{erresistentzia} - V_{LED} = 0 \quad (13.\text{ekuazioa})$$

Hurrengo urratsean $V_{erresistentzia}$ isolatu behar da:

$$V_{iturri} - V_{LED} = V_{erresistentzia} \quad (14.\text{ekuazioa})$$

$V_{erresistentzia} = R \cdot I$ dela kontuan izanda:

$$V_{iturri} - V_{LED} = R \cdot I$$

(15.ekuazioa)

Bukatzeko R isolatuz eta aldagaien balioak sartuz, R kalkulatzen da:

$$R = \frac{V_{iturri} - V_{LED}}{I} = \frac{5 - 1.8}{15 \cdot 10^{-3}} = 213.33 \Omega$$

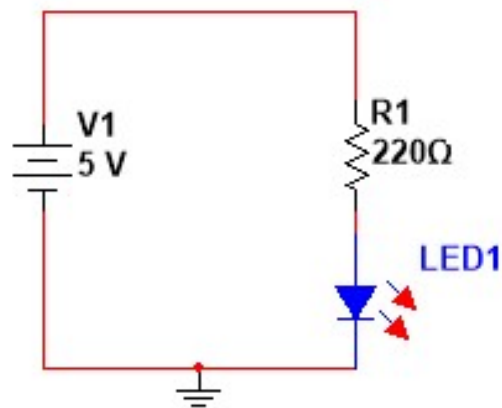
(16.ekuazioa)

$R=213.33 \Omega$ bada ere, merkatuan erresistore bat aurkitzeko balio estandarizatueta joan behar da. Erresistoreen balio estandarizatuak ondoko taulan daude, bertatik erabiltzaileen nahietara gehien hurbiltzen den balio aurkitu behar da.

1.0 [Ω]	10 [Ω]	100 [Ω]	1.0 [KΩ]	10 [KΩ]	100 [KΩ]	1.0 [MΩ]
1.2 [Ω]	12 [Ω]	120 [Ω]	1.2 [KΩ]	12 [KΩ]	120 [KΩ]	1.2 [MΩ]
1.5 [Ω]	15 [Ω]	150 [Ω]	1.5 [KΩ]	15 [KΩ]	150 [KΩ]	1.5 [MΩ]
1.8 [Ω]	18 [Ω]	180 [Ω]	1.8 [KΩ]	18 [KΩ]	180 [KΩ]	1.8 [MΩ]
2.2 [Ω]	22 [Ω]	220 [Ω]	2.2 [KΩ]	22 [KΩ]	220 [KΩ]	2.2 [MΩ]
2.7 [Ω]	27 [Ω]	270 [Ω]	2.7 [KΩ]	27 [KΩ]	270 [KΩ]	2.7 [MΩ]
3.3 [Ω]	33 [Ω]	330 [Ω]	3.3 [KΩ]	33 [KΩ]	330 [KΩ]	3.3 [MΩ]
3.9 [Ω]	39 [Ω]	390 [Ω]	3.9 [KΩ]	39 [KΩ]	390 [KΩ]	3.9 [MΩ]
4.7 [Ω]	47 [Ω]	470 [Ω]	4.7 [KΩ]	47 [KΩ]	470 [KΩ]	4.7 [MΩ]
5.6 [Ω]	56 [Ω]	560 [Ω]	5.6 [KΩ]	56 [KΩ]	560 [KΩ]	5.6 [MΩ]
6.8 [Ω]	68 [Ω]	680 [Ω]	6.8 [KΩ]	68 [KΩ]	680 [KΩ]	6.8 [MΩ]
8.2 [Ω]	82 [Ω]	820 [Ω]	8.2 [KΩ]	82 [KΩ]	820 [KΩ]	8.2 [MΩ]
9.1 [Ω]	91 [Ω]	910 [Ω]	9.1 [KΩ]	91 [KΩ]	910 [KΩ]	9.1 [MΩ]

21. irudia. Erresistentzien balio estandarra.

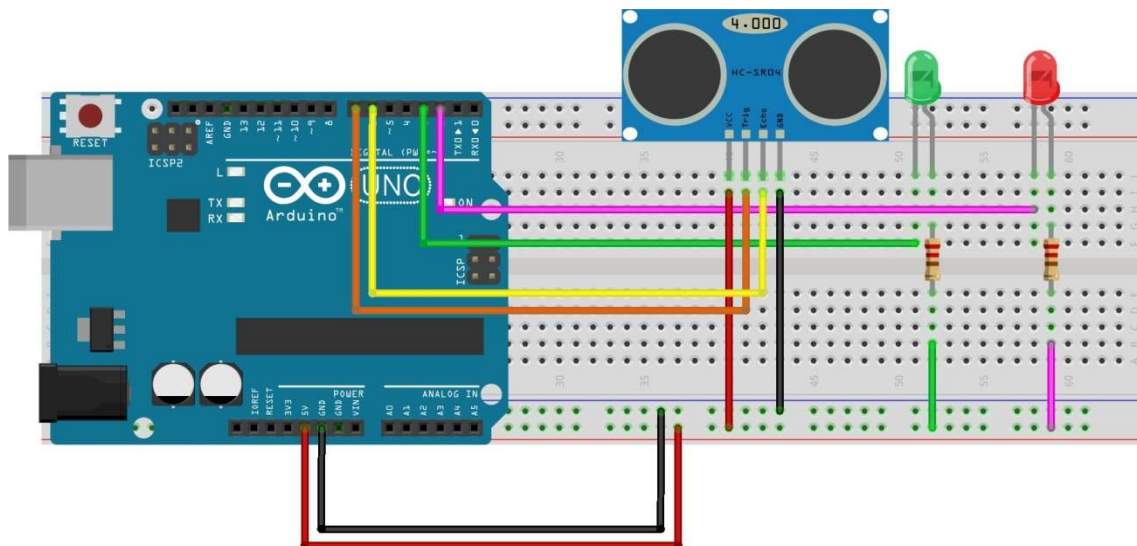
Beraz, kalkulaturako R-ren balioa estandarra ez denez, taulako hurrengo balioa hartzen da, kasu honetarako 220 Ω. Gauzak horrela, hauxe da LED-aren zirkuitua idealizaten duen eskema:



22. irudia. LED-aren zirkuitua idealizaten duen eskema. MULTISIM 12.

4.7. Sentsorearen eskema eta muntaia osoa

Azken urratsa, zirkuitu osoa muntatzea da. Horretarako, LED-ak, erresistoreak, HC-SR04 modulua eta Arduinoa ere .irudiko eskema jarraituz muntatu behar da. Irudiko eskema, FRITZING izeneko eta software librean oinarritutako programa batekin gauzatu da.



23. irudia. Sentsorearen eskema osoa. FRITZING.

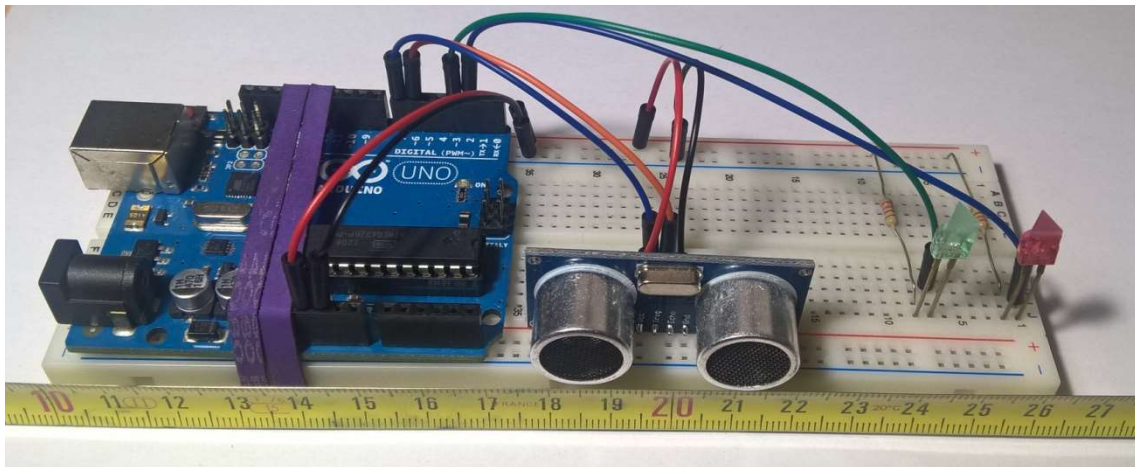
4.8. Sentsorearen muntaketa eta irudi errealak

Behin simulazioak, programazioa, kalkuluak eta diseinua prest daudenean, sentsore errealak muntatzeko momentua heldu da.

Behar diren osagaiak muntaketa egiteko:

- Arduinoa UNO mikrokontrolagailua
- Erresistentziak
- LED-ak
- Protoboard-a
- Ultrasoinu sentsorea
- Kableak

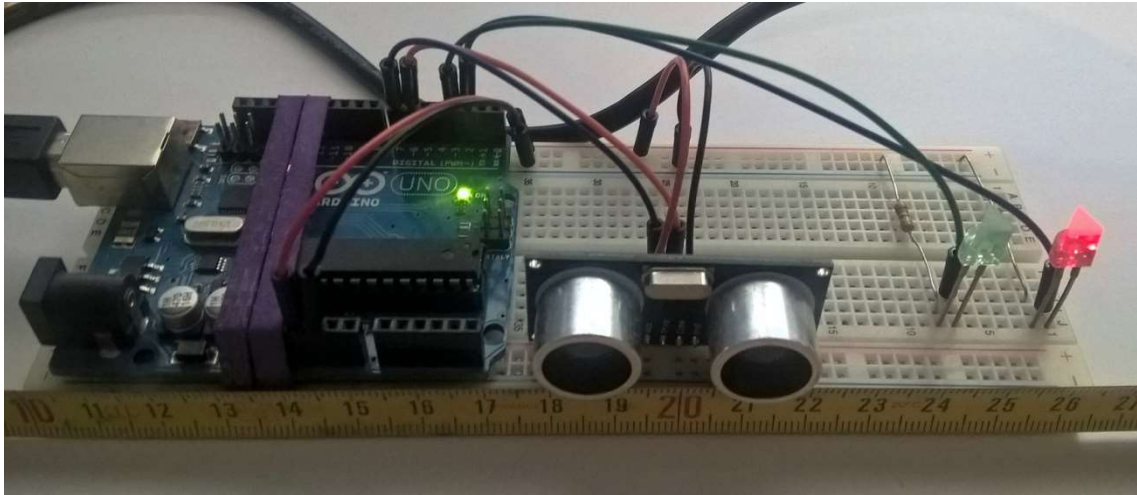
Ondorengo irudi honetan aurreko atalean errepresentaturiko eskema elementu eta osagai fisiko errealekin muntatu da.



24. irudia. Sentsorearen muntaturik.

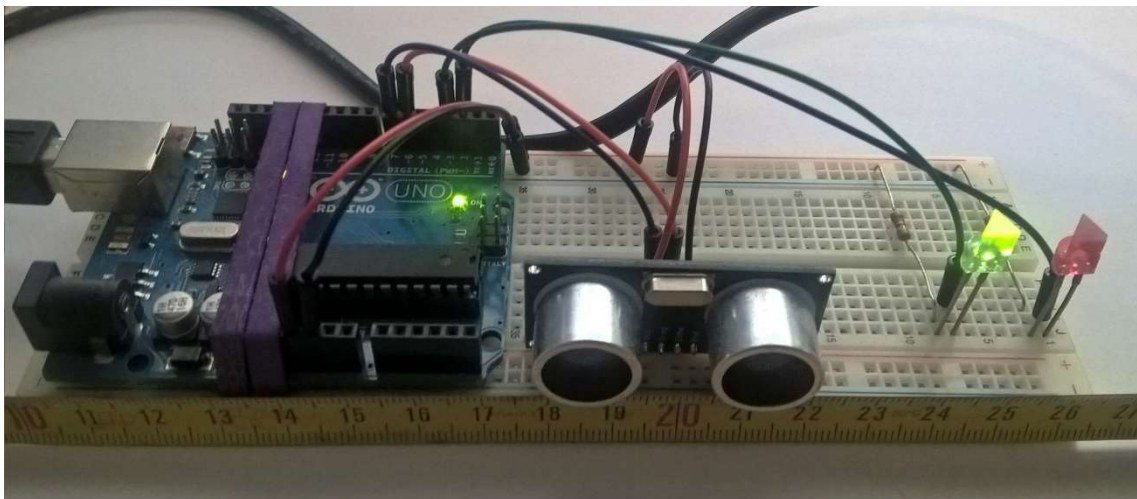
Behin muntatuta, programazio mikrokontrolagailuan kargatzen da eta probak hasi ahal dira, bai programazioa eta bai muntaketa ondo dabiltzan ikusteko.

Ondoko irudian irudi honetan okupaturik dagoenean zelan pizten den LED gorria



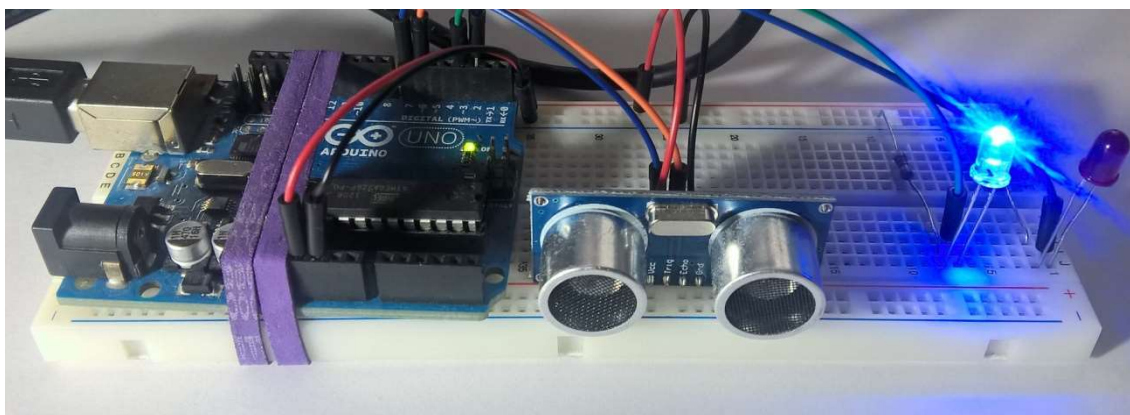
25. irudia. Sentsoreak plaza okupaturik dagoela detektatzen duenean, LED gorria piztuta.

Eta hurrengo, sentsoreak plaza libre dagoenean detektatzen duenean ikusten da zelan pizten de LED berdea:



26.irudia. Sentsoreak plaza libre detektatzen duenean, LED berdea piztuta.

Bukatzeko, elbarrituen plaza libre dagoenean ikus daiteke zelan LED urdin bat pizten dela:



27. irudia. Sentsoreak elbarrituen plaza libre detektatzen duenean, LED urdina piztuta.

Distantzia txikiak erabili dira, etxe baten edo laborategi batean egin direlako probak eta bertan espazioa ez da parking batekoa, ahala ere metrotako distantziak ezarri ahal dira, programazioan " `int dis = XX;`" komandoa aldatuz.

Ikusten denez, sentsorea guztiz modularrada. Osagai bat matxuratu ezker, erraz aldatu daiteke elementu hori sentsore guztia zaborrera bota beharrean, dirua aurreztuz eta zabor elektronikoa murriztuz.

4.9 Seinalearen amplifikazioa

Geratzen den bakarra orain LED gorria pizten denean, hau da, plaza okupatuta dagoenean, seinale bat eramatea PLCra. Honek sarrera bai bailitz jokatu du eta egoera hori SCADAn ikusiko da.

LED gorria aktibatzen denean, aurreko kalkuluetan ikusi den bezala idealki 1.8V ematen ditu. Errealitatean 1.8 V izan beharrean, multimetroyekin neurtuz 1.3V dira.

PLCaren inputak ez du balio logiko altu bezala detektatzen 1.3V. PLCaren sarrera bati korrante zuzeneko iturri bat konektatu da, ondoren gutxika-gutxika, tentsioa igo da

SCADAN aldaketa ikusi arte. Erabilitako PLCak, balore logiko bat detektatzen du 8Vetatik pasa ondoren.

Bigarren aukera bat ere badago, plaza okupatuta dagoenean Arduinoaren 2. pina eta GNDaren artean, 5 V (errealitatean 4.7V, multimetroarekin neurtua) egongo dira. Seinale hau 8 V baino gehiagotara amplifikatu daiteke eta PLCra eraman.

Bi erataro egin daitezkeen arren 1.3v amplifikatzea aukeratu da, marjina handiagoa duelako amplifikazioarekin jarduteko.

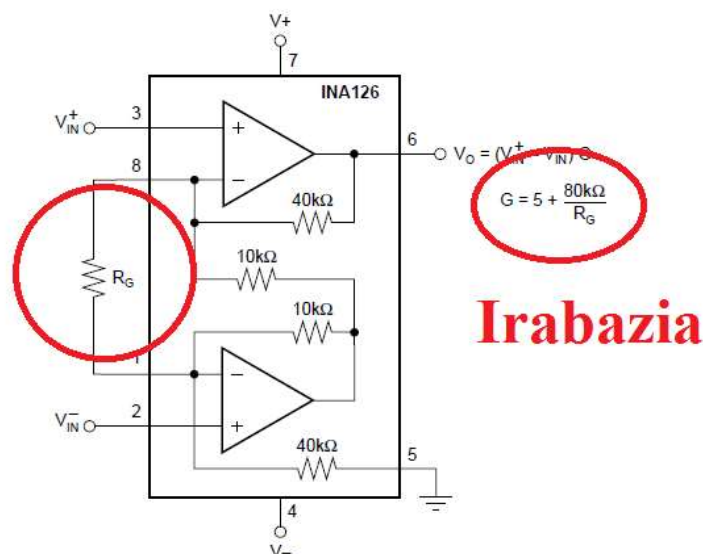
Beraz, $8V > 1.3V$ direnez beharrezkoa da, LED gorria piztu denean sortutako seinalea amplifikatzea. Honetarako, Texas Instruments fabrikanteak eskainitako INA126PA instrumentaziorako amplifikadore bat erabiliko dugu. Konexio eta muntaiarekin hasi aurretik, INA126PA-ren datasheetean irabazia zelan kalkulatu aztertzea komenigarria da

Gauzak horrela, INA126PA-ren irabazia datasheetaren arabera, ondoko formularekin kalkulatzen da:

$$G = 5 + \frac{80K\Omega}{R_G}$$

(.ekuazioa)

Beraz jakiteko zein R_G jarri, lehenengo zein irabazi behar den kalkulatu beharko da.



28 .irudia. INA126AP baten barneko zirkuitua. Erreferentzia: Texas Instruments.

Probekin ikusi da ez dela beharrezkoa PLCaren inputetan 24V sartzea balore logiko bezala detektatzeko, beraz ez dago 1.3Vak 24Vtetara igotzearen beharrik. Erabaki da 12Vra anplifikatzea, horrela, ezusteko gaintentsio ematen bada ere, ziurtatzen da ez direla 24Vak gainditzen.

Gauza horrela, 1.3V izatetik 12-ra pasatzeko irabazia ondoko hau izango da.

$$G = \frac{12}{1.3} = 9.23$$

(17.ekuazioa)

Behin irabazia jakinik, R_G -a kalkulatzeko falta da:

$$G = 5 + \frac{80K\Omega}{R_G} \rightarrow 9.23 = 5 + \frac{80K\Omega}{R_G} \rightarrow R_G = 18912\Omega \approx 19K\Omega$$

(18.ekuazioa)

Erresistentzia finko bat erabili beharrean potentziometro bat erabiliko da doitasuna lortzeko. Potentziometro hau doitzeko multimetraoa erabiltzea komenigarria da.

INA126ap zirkuitu integratuak 8 pin ditu:

- 1. eta 8. pinaren artean erresistentzia doigarria jarriko da
- 2. eta 3. pinaren artea LED gorritik lortutako seinalea
- 4. eta 7. pinak zirkuitu integratua elikatzeke erabiltzen dira.
- 5. pina GNDra konektatuko da
- 6. pina V_0 izango da, seinale hau PLCra eramango da lurrarekin batera

Bukatzeko, PLCera anplifikadoretik lortutako seinalea eraman baino lehen, multimetraoren bidez neurtuko da egiaztatzeke 15V daudela, hau, potentziometroaren balorea doitzuz lortuko da.

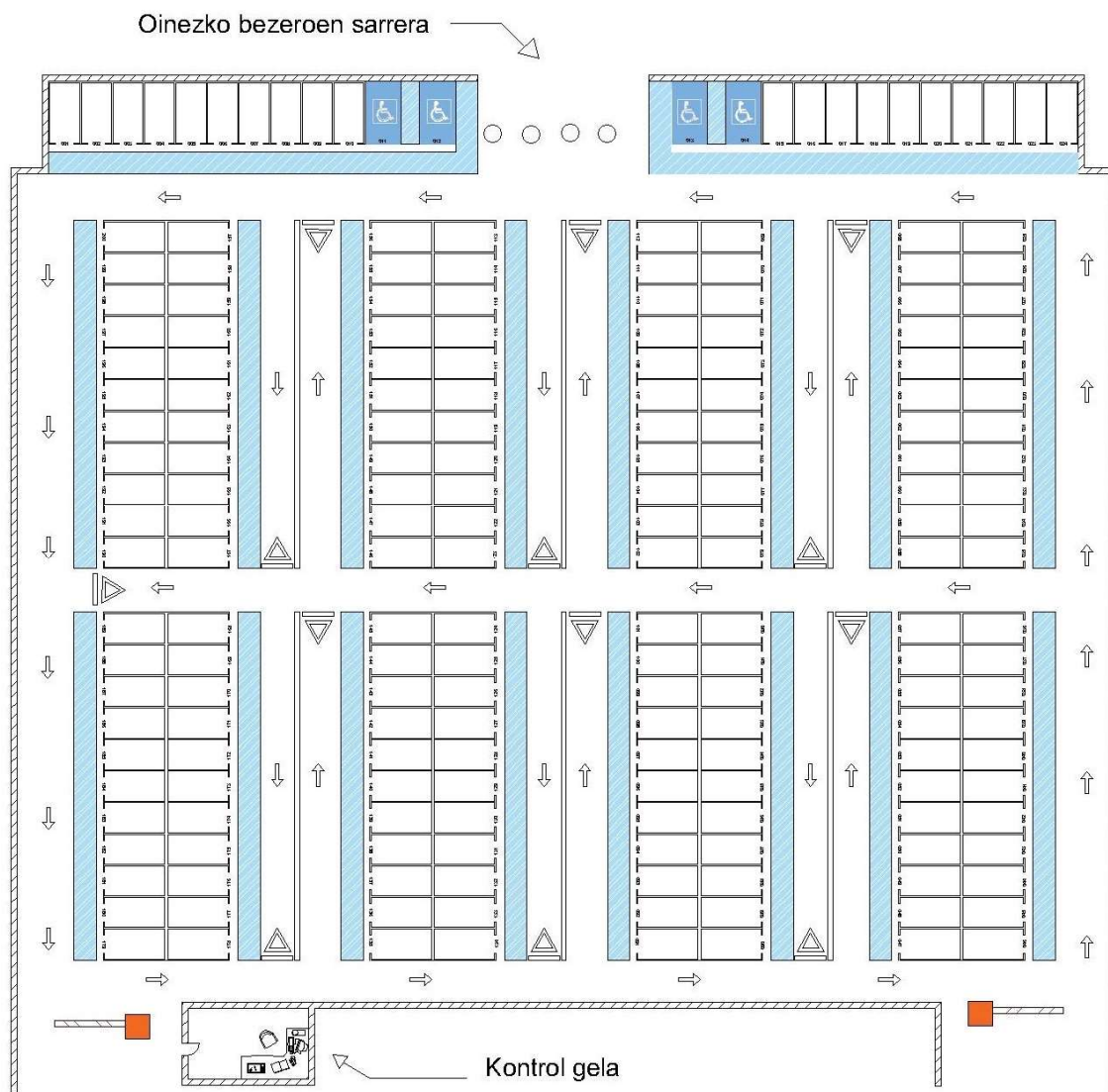
5. PLANOAK

Atal honetan garajearen planoak datoz espezifikaturik, bertan sentsore, informazio panel eta sarrerako pantailaren kokapenak datoz zehazturik.

5.1 Garaje osoa

5.1.1 Garajea utzik

Lehenengo eta behin, suposatuta da, bezero batek bere garajea aparkatzeko erraztasunak eskaini nahi dizkiola erabiltzaileei, adibidez, supermerkatu baten. Lehenengo, garajea planoak eskatu behar zaio tokiko konfigurazio bat izateko, ondoren sentsoreak, panelak eta pantaila sartzeko. Suposatuta da, bezeroak, plano hau bidali duela.



29. irudia. Garajearen planoak. AutoCad 2015.

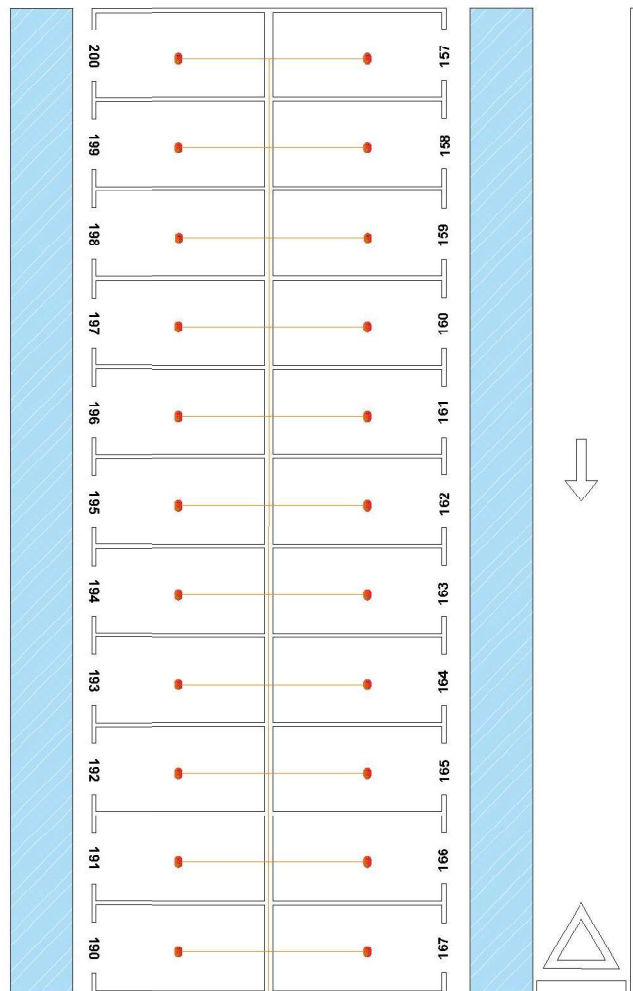
5.1.2 Sentsoreen kokapena eta hauen kableaketa

Ondoko irudian, garajeko planoak ikus daitezke sentsoreen kokapenarekin, kolore laranja. Plaza bakoitzak sentsore bat dauka eta hauek jasotako informazioa kable bidez kontrol gelara doa.



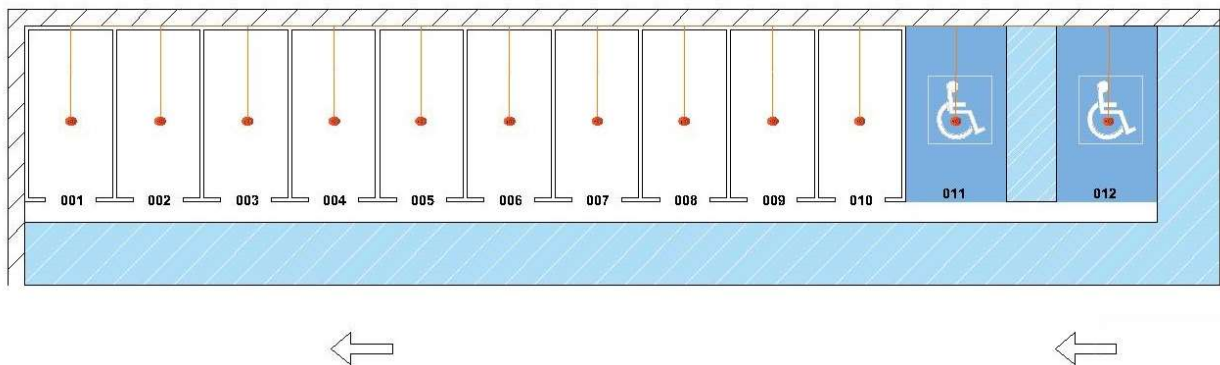
30. irudia. Garajearen planoak sentsoreen kokapena eta kableaketarekin. AutoCad 2015.

Plazak hurbilgotik ikusita sentsoreen kokalekua eta zehaztasunak hobeto ikus daitezke.



31. irudia. Ohiko plazak hurbilgotik ikusita. AutoCad 2015.

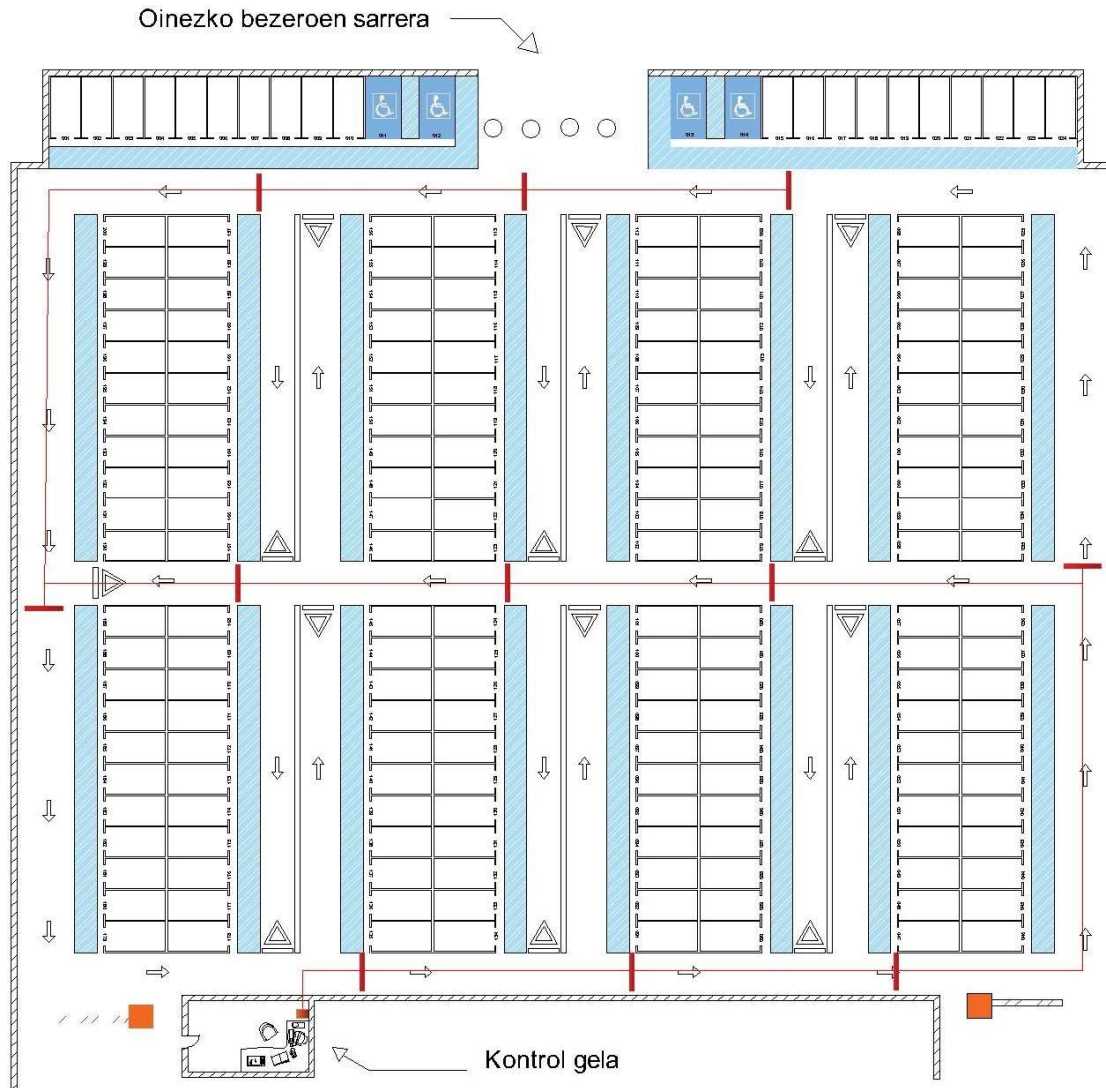
Hurrengo irudian, elbarrituen plazak hurbilgotik ikusi daitezke.



32. irudia. Elbarrituen plazak hurbilgotik ikusita. AutoCad 2015.

5.1.3 Panelen kokapena eta hauen kableaketa

Ondoko irudian, garajeko planoak ikus daitezke panelen kokapenarekin, kolore gorriaz. Panel bakoitzak korridore bakoitzeko plaza libreak adieraziko ditu.

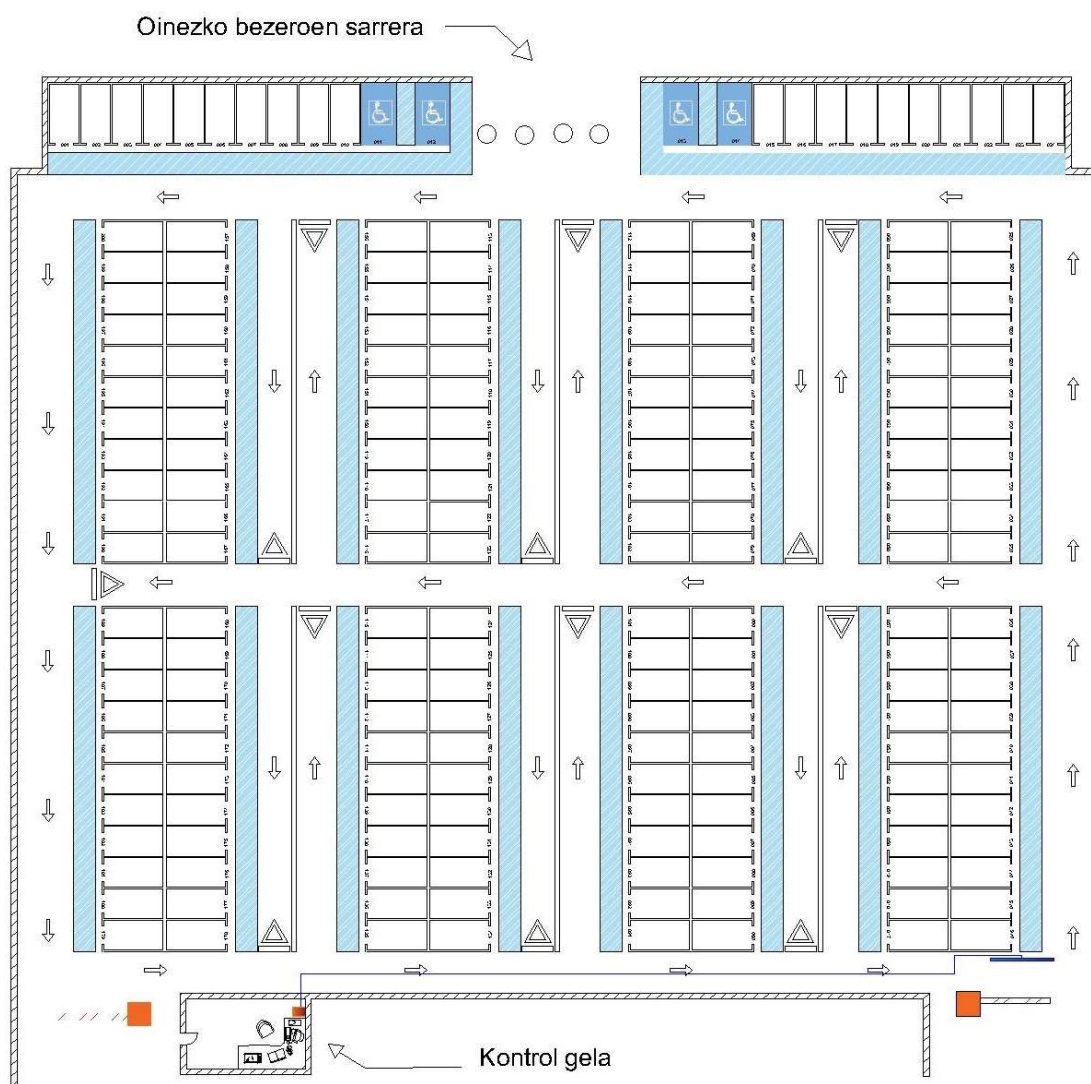


33. irudia. Garajearen planoak korridore bakoitzeko informazio panelekin eta hauen kableaketarekin.

AutoCad 2015.

5.1.4 Sarrerako pantaila eta honen kableaketa

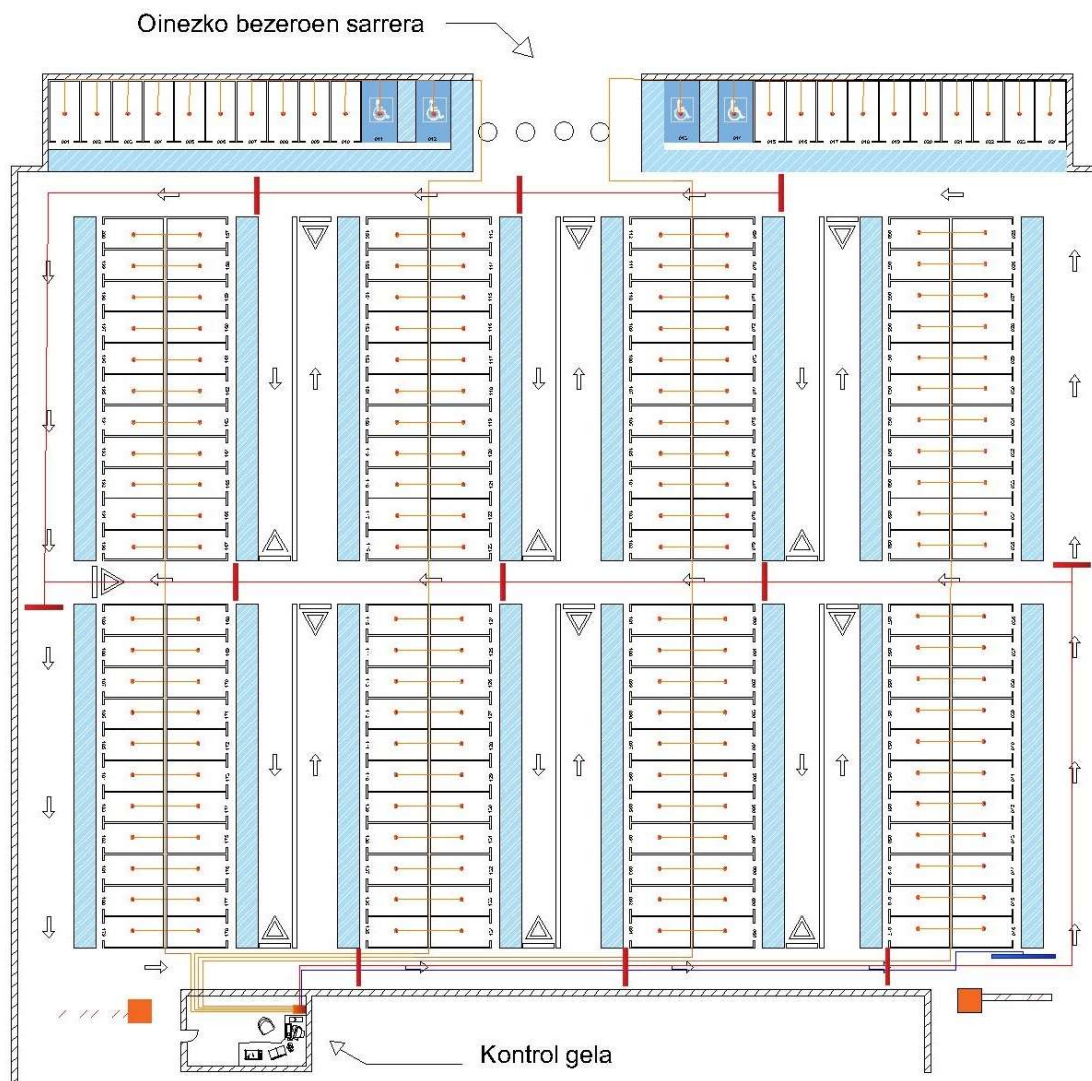
Ondoko irudian, garajeko planoak ikus daitezke sarrerako pantailarekin, kolore urdinez. Pantaila hau sarreran dago kokatua, parking-eko ticket-a inprimatzen dagoen bitartean, bezeroak pantaila bat izango du aurrean, zeinek denbora errealean, plaza libreen kantitatea eta plaza guztien okupazio egoeraren informazioa emango dion, horrela, bezeroak badaki zein areatan dagoen toki libre gehiago zuzenean horra joateko eta zeinetan gutxiago plaza horiek saihesteko.



34. irudia. Garajearen planoak sarrerako pantailaren kokapen eta kableaketarekin. AutoCad 2015.

5.1.5 Sentsore, panel eta sarrerako informazioa pantailen kokapena eta hauen kableaketa

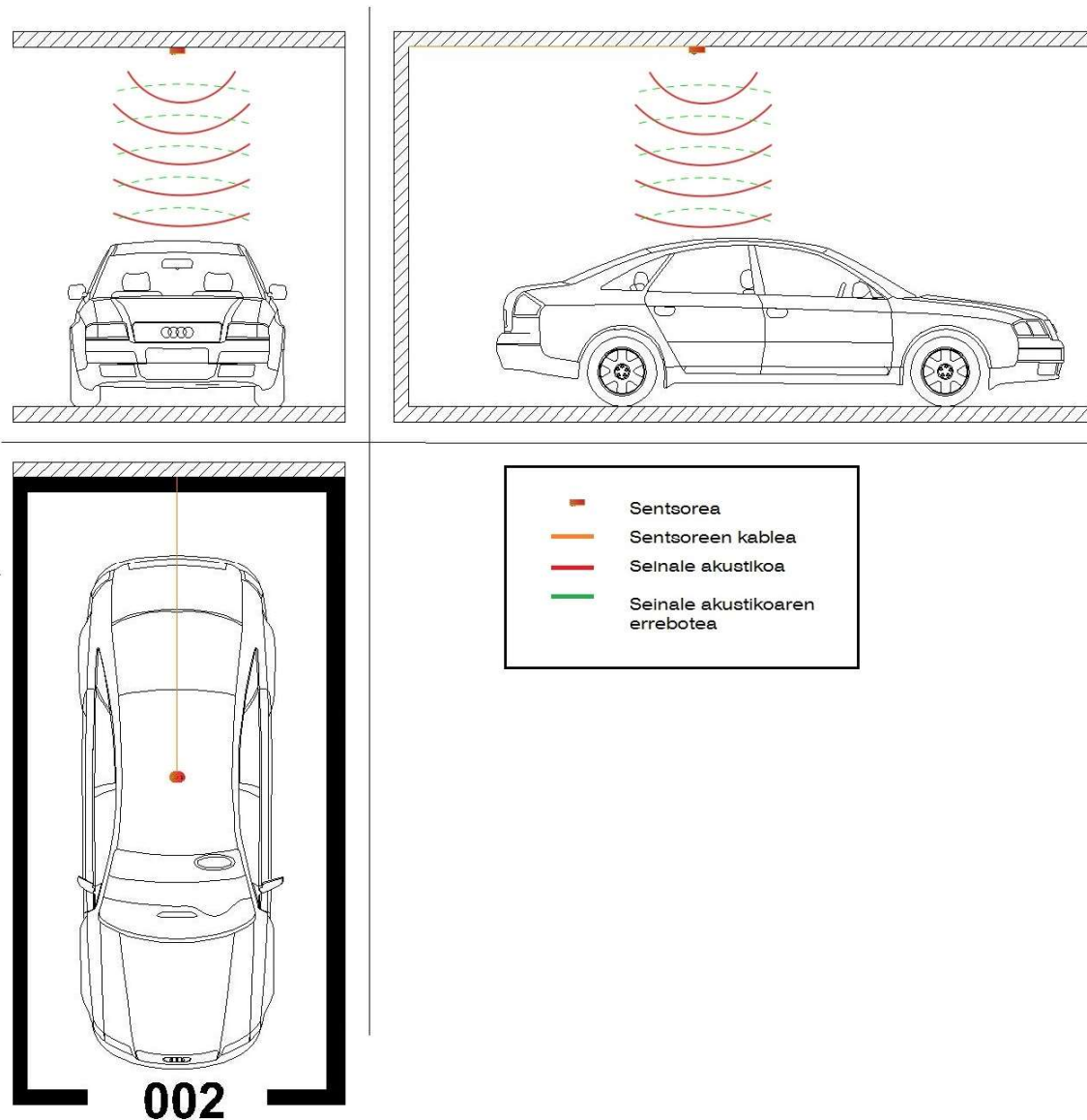
Ondoko irudi honetan, aurreko 3 planoak daude batuta, sentsoreak eta hauen kableak, korridoreetako informazio panelak eta hauen kableaketa eta sarrerako informazio pantaila eta honen kablea.



35. irudia. Garajeko planoak, sentsore, panel eta sarrerako informazioa pantailarekin eta kableaketa guztiarekin. AutoCad 2015.

5.2 Ohiko plaza baten zehaztasun planoak

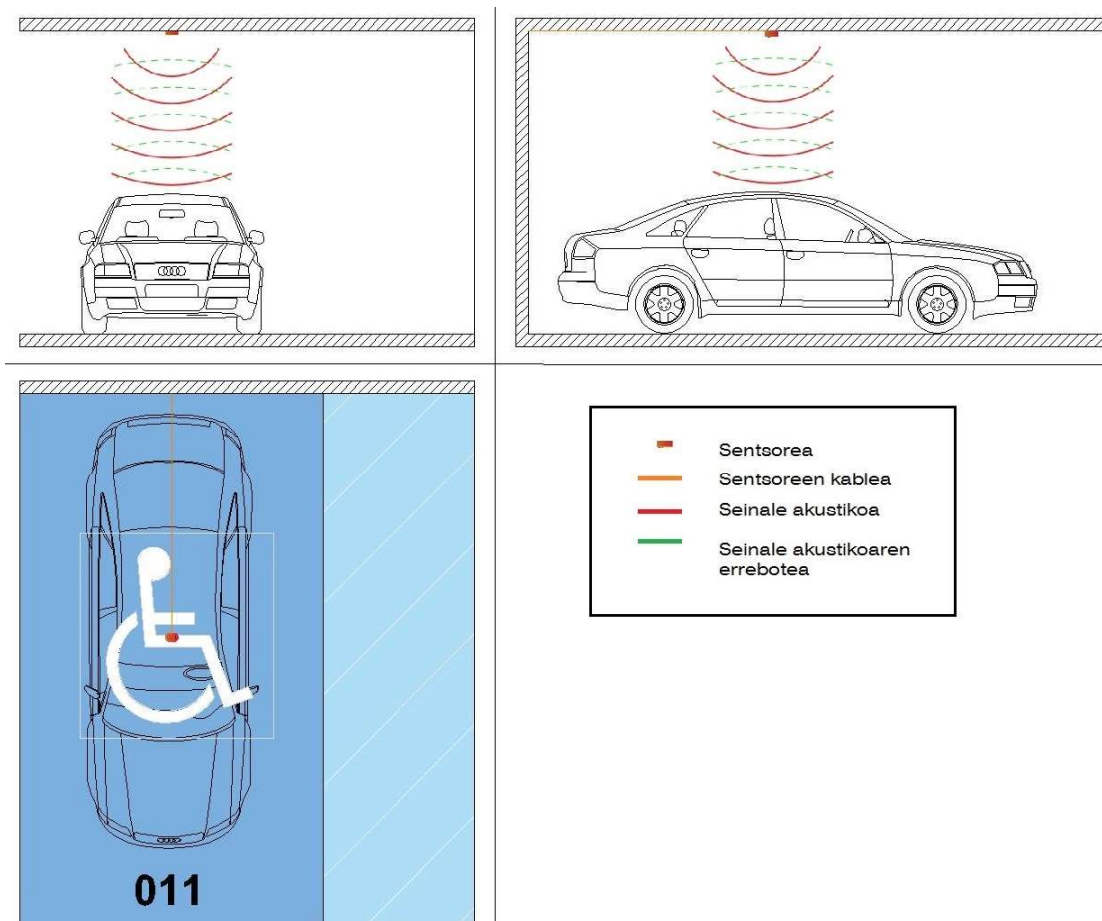
Ondoko irudian, plaza baten aurretiko, alboetako eta goitiko planoak ikus daitezke. Plaza hau ohiko plaza baten errepresentazioa da. Elbarrituen plazaren planoak hurrengo atalean aztertuko da.



36. irudia. Ohiko plaza baten aurretiko, alboetako eta goitiko bistak. AutoCad 2015.

5.3 Elbarrituentzako plaza baten zehaztasun planoak

Ondoko irudian, elbarrituentzako plaza baten aurretiko, albotiko eta goitiko planoak ikus daitezke. Elbarrituentzako plaza bereziak diseinaturik egon behar dira, hauek irteeratik hurbilago daude eta gurpildun aulkia maneiatzeko hurbiltze eta transferentzia gune zabal bat izan behar dute mugikortasun faltak sor ditzakeen arazoak gainditzeko. Estatuko Agintaritzaren Aldizkarian, ezagunagoa BOE (*Boletín oficial del estado*) bezala, horrela dator islaturik irisgarritasun eta bereizkeri ezaren eta espazio publikoen erabilerako oinarritzko agiri teknikoaren garapenerako, BOE-A-2010-4057 eta LINDONAU (*Ley de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal*) legeetan, non elbarrituentzako plazek izan behar dituzten neurri minimoak espezifikatzen diren. Plaza hau ohiko plaza baten errepresentazioa da.



37. irudia. Elbarrituentzako plaza baten aurretiko, albotiko eta goitiko bistak. AutoCad2015.

6- TRANSMISIO-BIDEA

Seinaleak sentsoretik PLCra eta PLCtik panel eta pantailara transmititzeko erabiltzen den gai edo materialari deritzo transmisio-bidea. Uhin elektromagnetikoez, hutsa erabiltzen duten arren seinaleak transmititzeko, adibidez sateliteek, transmisio-bide ere esaten zaio, "materiala" ez den arren, baina hau ez da proiektu honetako kasua.

Sentsoreak eta panelak PLCarekin konektatzeko kable bihurritu pantailatu gabea erabiliko da. Sarrerako pantaila eta ordenagailua berriz VGA kable batekin egin da. Atal honetan erabaki hori hartzera justifikatzen duten arrazoiak mahai gaineratuko dira, baita transmisio-bide hauen ezaugarriak azaldu ere.

6.1 Sentsoreak eta PLCa

Esan bezala, sentsoreak eta panelak PLCarekin konektatzeko kable bihurritu pantailatu gabea erabiliko da. Badaude ere zenbait Arduino Wifi bidez komunika daitezkeenak, ahala ere azken mikroprozesagailu hauek baztertu egin dira garestiagoak direlako eta konplexutasuna nabarmen igo egiten delako. Honetaz aparte irrati-uhinak eta mikrouhinak ere alboratu egin dira, transmisio-bide zuzenak eskaintzen duten erraztasun eta kostuagatik, azken hauek erabiltzera bultzatu bai dute transmisio-bide bezala.

Kable bihurrituak elkarren artean behin eta berriz gurutzaturiko bi hari isolatuz osatuta dago, egitura honi esker, harien artean interferentzia txikiago da, izan ere bi hariak pairatzen dute interferentzia berdina. Transmisio digital eta analogikoetan erabili daitezke.

Bi motatakoak izan daitezke:

- Pare bihurritu pantailatua: zorro metaliko batez babesturik daude
- Pare bihurritu pantailatu gabea: aurrekoen zorro metaliko babeslerik ez dutenak.

Kable hauek honako itsura hau dute:



38. irudia. Pare bihurritu baten adibide bat.

Ikus daitekeenez, kable bikote askoz osatuta daude, babes batzuekin inguratutik. Abantailen artean erraztasuna eta kostu baxuak dira. Gainera kilometroko sareak osa daitezke.

Desabantailen artean, eremu elektromagnetiko handiak badaude zaratak bereganatzen dute, adibidez inguru industrialetan. Gainera interferentzia gehiago ezabatu nahi badira kanpo geruza bat ezarri beharko da, akzio honek prezioa igo egiten du. Goi mailako maiztasuneko korrontek, kablearen kanpoko azaletik joatea behartuta geratzen da, igorpen abiadura murriztuz. Ahala ere, desabantaila hauek ez dute proiektuan eraginik izango ez direlako egoera hauek emango eta interferentzia eta diafoniarekiko hobeto babesturi daudelako kable paraleloa baino, kable bihurritua aukeratu da kable paraleloaren aurrean.

Behin argi izanik kable bihurritua dela erabiliko den transmisio bidea, merkatuak eskaintzen duen produktuak aztertu behar dira proiektura hoberen egokitzen den kable aukeratzeko.

12 pare kable duena erabiliko dira 3tik 18rako areak konektatzeko. Hauetan 11 plaza daude. 12 paretik, 11, seinaleak PLCra bidaltzeko erabiliko dira, geratzen dena, mikroprozesagailuak elikatzeko izango da.

1 eta 2 areatan 12 plaza daude. 12 kableak, seinaleak jasotzeko erabiliko dira eta elikadura kable independenteen bidez egingo da.

RS-online etxeak (<http://es.rs-online.com/web/>) eskaintzen duen katalogoan, proiektuaren eskaerak betetzen duen produktua aurki daiteke.

Kable industrial multipar lapp 0035135, long. 50m, par trenzado, 12 pares, blindaje s/utp, funda exterior pvc, 350v izeneko produktua erabiliko da, hauek dira espezifikazioak:

Pare kopurua	12
Zeharkako azalera	0.14 mm ²
Kable mota	Unitronic LiYCY
American Wire Gauge AWG	26 AWG
Kanpoko diametroa	8.9 mm
Karretearen luzeera	50 m
Blindaje mota	S/UTP
Kanpoko estalkiaren materiala	PVC
Estalkiaren materiala	Gris
Tentsio nominala	350 V
Kablea mota	Bihurritu a
Karretearen luzeera	50m
Karretearen prezioa	165.33 €

2. taula. Kable industrial multiparraren ezaugarri teknikoak. Erreferentzia:Rs-Online.

Honetaz aparte beste datu hauek ere ematen ditu fabrikanteak:

- Datuentzako kobre kable bihurritua.
- Kobre eta eztauzko babesa dakarte.
- Suaren efektuak atzeratzen ditu kanpoko estaldurak.
- DIN 47100 arauak errespetatzen duen kolore kodigoa.

DIN 47100 araua errespetatzea garrantzitsua da, izan ere arau honek kableak 1etik 44ra zenbakitzen ditu eta zenbaki bakoitzari kolore kodigo bat esleitzen dio identifikazian lagunduz. Nahiz eta DIN (Deutsches Institut für normung, euskaraz Estandarizazio Institutu Alemaniarrak) estandarizazio alemaniarra izan, nazioartean zabaldurik dago. Hona hemen DIN 47100 taula:

Core-No.	Core colour	Core-No.	Core colour
1	white	23	white-red
2	brown	24	brown-red
3	green	25	white-black
4	yellow	26	brown-black
5	grey	27	grey-green
6	pink	28	yellow-grey
7	blue	29	pink-green
8	red	30	yellow-pink
9	black	31	green-blue
10	violet	32	yellow-blue
11	grey-pink	33	green-red
12	blue-red	34	yellow-red
13	white-green	35	green-black
14	brown-green	36	yellow-black
15	white-yellow	37	grey-blue
16	yellow-brown	38	pink-blue
17	white-grey	38	grey-red
18	grey-brown	40	pink-red
19	white-pink	41	grey-black
20	pink-brown	42	pink-black
21	white-blue	43	blue-black
22	brown-blue	44	red-black

39. irudia. DIN 47100 arauak esleitutako zenbaki eta koloreak.

Arau honek kableen arteko konexioetan asko laguntzen du akatsak saihestuz.

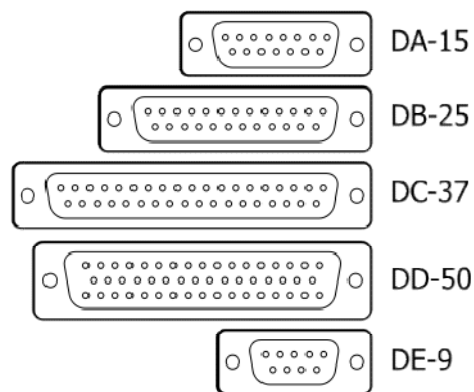
Bukatzeko, esan behar da, ez direla errepikagailuak erabili behar, ondoko taulari erreparatuz, aukeratutako kableek 2km-tako sareak osa ditzake errepikagailuen beharrik gabe:

Transmisio-bidea	Banda-zabalera	Seinalearen gutxitzea	Errepikagailuen arteko tartea
UTP pare bihurritua	1-100 MHz	20dB/100m	2Km
STP pare bihurritua	1-300 MHz	10dB/100m	2Km
Kable koaxiala	0-500 MHz	7dB/km	10Km
Zuntz optikoa	180-370 THz	0.5dB/km	40Km

3.taula. Kable mota ezberdinen banda zabalera, seinalearen gutxitzea eta errepikagailuen arteko tartea laburbiltzen du. Erreferentzia: Industria Informatikako gardenkiak, 6 gaia - Sare baten osagaiak.

6.2 Ordenagailua eta sarrerako pantaila

Sarreran dagoen pantaila eta ordenagailua konektatzeko VGA motako kablea erabiliko da D-sub motako konektoreekin. Konektoreok oso erabiliak dira ordenagailua periferikoekin elkar konektatzeko, adibidez pantaila batekin. D-sub konektoreak, zorro isolatzaile batetik irteten diren kontaktu edo pin lerro bi edo gehiago ditu. Kontaktuak "D" itxurako hesi baten barnean daude interferentzia elektromagnetikoengandik babesteko.



40. irudia. D-sub konektore motak.

D itxura horretatik dator konektore hauen izenaren lehenengo letra. Ondoren beste letra bat dator. A, B, C, D eta E. Bigarren letra honek zorroaren tamaina adierazten du:

- A: 15 PIN
- B: 25 PIN
- C: 37 PIN
- D: 50 PIN
- E: 9 PIN

Erabiliko den VGA kablea, DB-15 konektoreduna izango da. Konexioek honako itxura hau daukate:

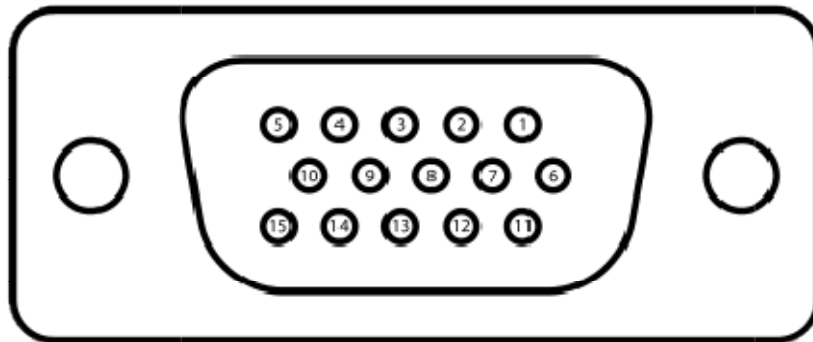


40. irudia. VGA kablea DB-15 konektoredunaren konexio emea.



41. irudia. VGA kablea DB-15 konektoredunaren konexio arra.

Konektore bera baina pinen zenbakiak adierazita modu eskematiko batean:



42. irudia. VGA kablea DB-15 konektorearen konexioaren eskema.

PIN bakoitzak funtzio bat dauka, hurrengo taulan laburbilduta daude funtzio hauek:

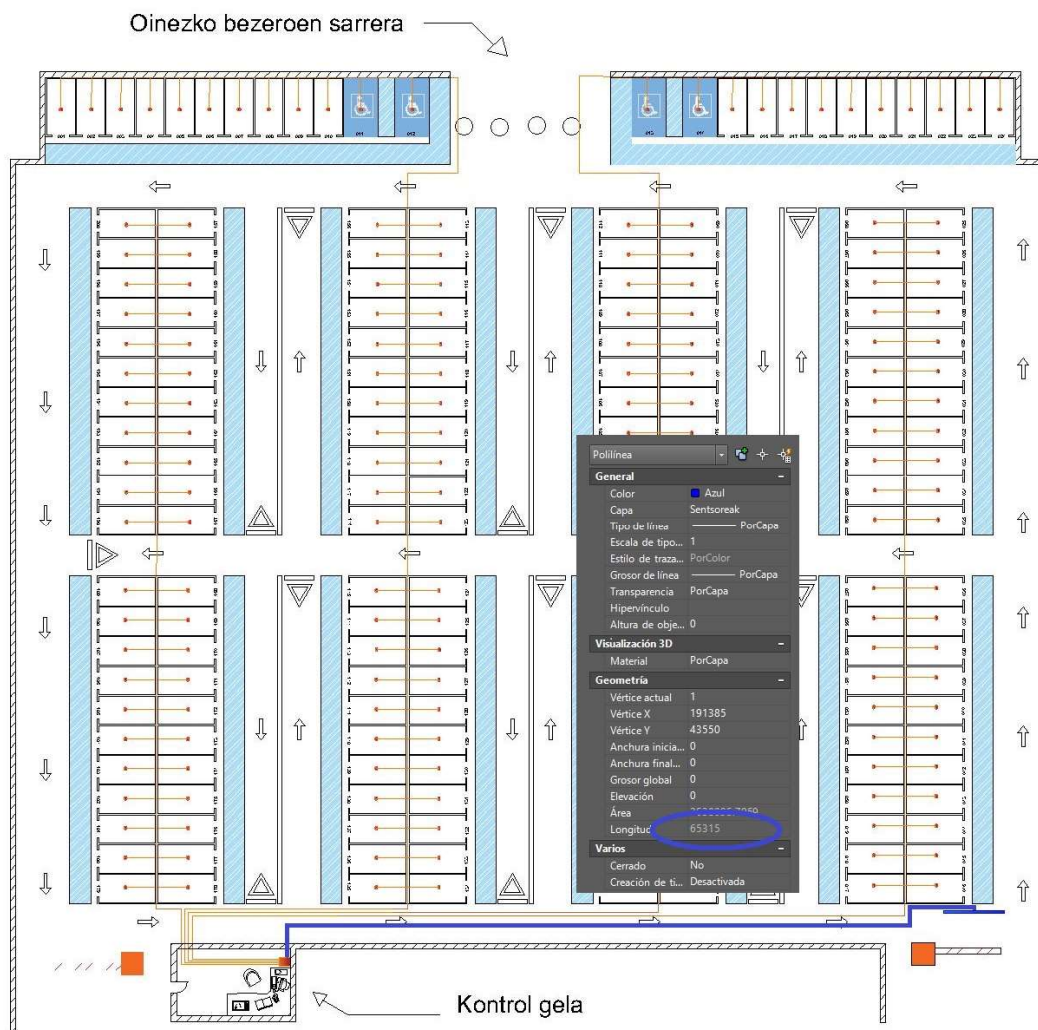
PIN-a	Izena	Funtzioa
1	RED	Kanal gorria
2	GREEN	Kanal berdea
3	BLUE	Kanal urdina
4	N/C	Konexiorik gabe
5	GND	Lurra HSync PIN-erako
6	RED_RTN	Kanal gorriaren itzulera
7	GREEN_RTN	Kanal berdearen itzulera
8	BLUE_RTN	Kanal urdinaren itzulera
9	+5V	+5V korrante zuzenean
10	GND	Lurra VSync PIN-erako
11	N/C	Konexio gabe
12	SDA	I ² C datuak
13	HSync	Sinkronizazio horizontala
14	VSyn	Sinkronizazio bertikala
15	SCL	Clocka

4. taula. DB-15 konektore baten PIN-en zenbakiak, izena eta funtzioa.

Kalitatezko seinaleak bidaltzeko, kable hauen luzera 10-20 metro dira, beti ere babesa kalitatezkoa denean. Kontrol gela eta pantailaren artean 65.32 m daude. Ondoko irudia,

AutoCad-ek eskaintzen duen polilinea erremintaren laguntzarekin, pantailatik kontrol gelara kolore urdineko polilinea bat bota da, bere luzera kalkulatu delarik.

65315 mm daudela dio AutoCad-ek, milimetrotik metrotara pasatuz, 65.32m daudela jakin daiteke.



43. irudia. Kontrol gela eta sarrerako pantailaren arteko distantzia. AutoCad 2015.

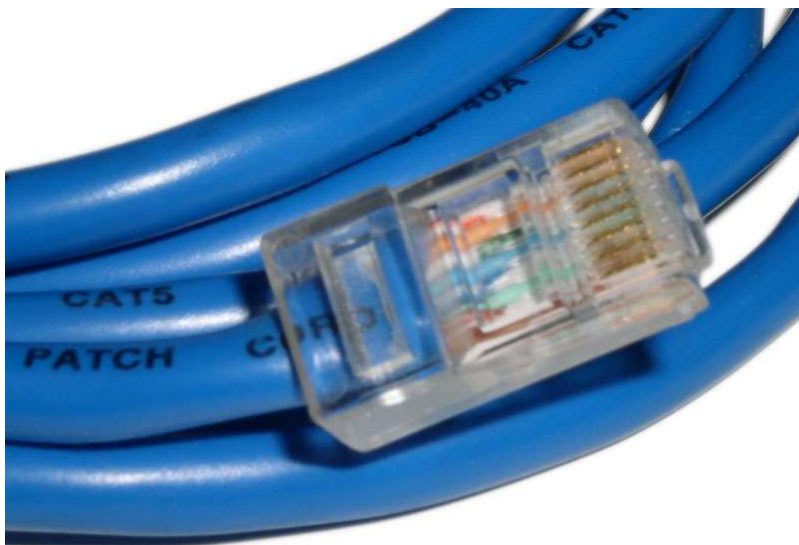
Beraz, ezinezkoa denez kalitatezko seinalea bidaltzea hainbesteko distantziara interferentziak pairatu gabe VE150 Extender VGA luzatzailea erabiltzea erabaki da.

5 kategoriako kable bihurritu bat jartzen da bi errepikagailu artean, konkretuki CAT5e-eko kategoria, "e" horrek *enhanced* (hobetua ingelesez) esan nahi du, kable bihurrituaren muturretan RJ-45 konektoreak dituelarik.

EIA/TIA-k (ingelesez *Electronic Industries Alliance* eta *Telecommunications Industry Association*) 568A *Commercial Building Wiring Standard* araua garatu zuen kableak kategoriaka sailkatuz. Arau honek, erabilera eta egoera konkretuen arabera zein apantailatu gabeko kable, UTP (*Unshielded twisted pair*) siglekin ere ezagutuak, erabili behar diren espezifikatzen du. Kasu honetan, lehen aipatu bezala 5. kategoriako kablea erabiliko da, bere ezaugarriak ondokoak direlarik:

-5. kategoriako kablea (CAT5 eta CAT5e): 100Mbit/setko abiadurarekin eta 100MHz-tako banda zabalera transmititzen ditu datuak. 10BASE-T eta 100BASE-TX sareetan erabiltzen dira. CAT5 kableak, CAT5e kableengatik ordezkatuak izan dira. "e" horrek, *enchanged* esan nahi du (ingelesez hobetua). CAT5e kableek 160 MHz banda zabalera daukate eta 100BASE-TX sareetan 1000BASE-T erabil daitezke. Kable mota hau erabiliko da ordenagailua eta pantaila konektatzeko.

Erabiliko den 5 kategoriako kableak, RJ-45 ko konektoreak izango ditu muturretan konexioak egiteko.



44. irudia. 5 kategoriako kablea RJ-45 konektorearekin.

6.2.1. RJ-45 konektoreak

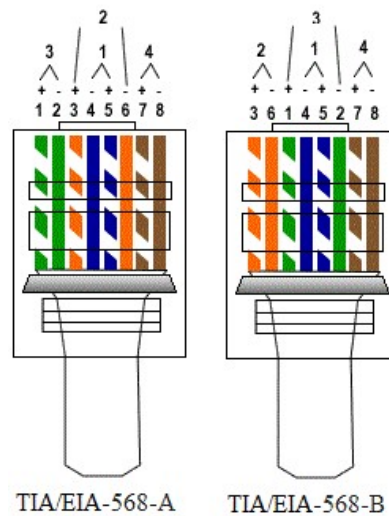
RJ konektoreak telekomunikazioetan eta ekipoen arteko konexioetan oso erabiliak diren interfaze fisikoak dira. RJ, *Registered Jack* sigletatik dator eta maila internazionalen zabaldutako TIA/EIA-568-B-k garatutako estandarra jarraitzen du.

Proiektu honetarako RJ-45 konektoreak erabiliko dira konexio zuzenarekin. Konektoreok, zortzi PIN dauzkate eta 4 kable bihurtu erabiltzen dira.

Bi konexio mota daude:

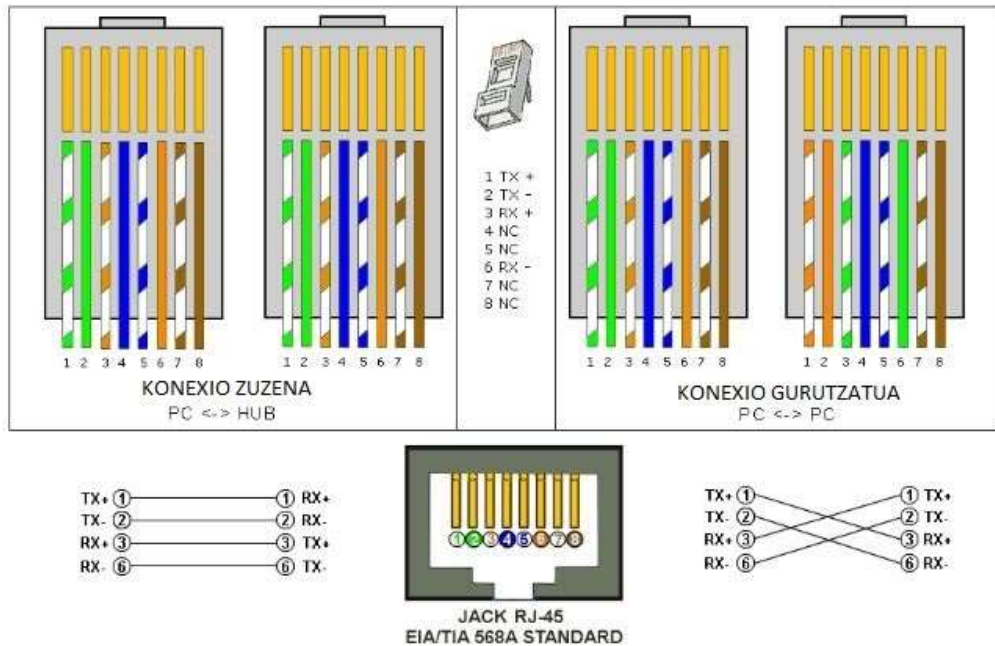
-Kable zuzena: ordenagailua, hub edo switch batekin konektatzeko erabiltzen dira. Kasu honetan, kableen muturrek distribuzio bera izan behar dute. Bi estandar daude kable pareen distribuzioaren arabera TIA/EIA-568-A eta TIA/EIA-568-B. Diferentzia bakarra kableen distribuzioa da, ahala ere, muturretan ordena berdina izan behar da.

Ondoko irudia, bi distribuzioak ikus daitezke. 1-etik, 8-ra PIN-en antolaketa eta zenbaki hauen gainean 1-etik, 4-ra kable bikoteen banaketa.



45. irudia. TIA/EIA-568-A eta TIA/EIA-568-B estandarren PIN eta kable bikoteen antolakuntza.

-Kable gurutzatua: bi ordenagailu elkar konektatzeko erabiltzen dira full-duplex komunikazioa ahalbideratuz.

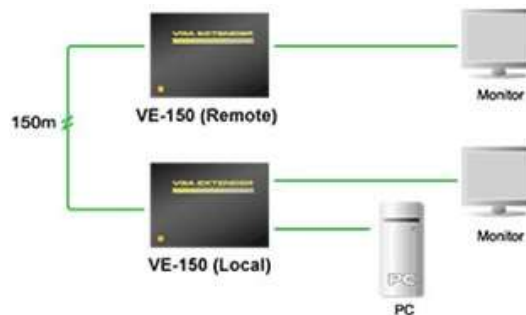


46. irudia. Konexio zuzen eta gurutzatuen kableen distribuzioa.

Kableen kategoriak eta RJ-45 konektoreak zer diren argi izanda VE150 Extender-aren espezifikazioekin jarrai daiteke.

6.2.2 VE150 Extender

VE150 Extender produktuak VGA kableak 150 metrotara luzatzeko aukera ematen du. Benetan ez da VGA kablea erabiltzen, kable bihurritu bat jartzen da bi HUB artean, ondorengo eskema jarraituz:



47. irudia. VE150 Extender-k jarraitzen duen eskema.

150 metrotara luzatu daiteke eta 16 posizio ditu irabazpena kontrolatzeko, luzeera handitzen doan heinean irabazpena txikitu egiten da.

Honako itsura hau daukate bi HUB-ek, lehenengoa kontrol gelan kokatuko da, bigarrena berriz, sarrerako pantailaren ondoan:



48. irudia. VE150 Extender-aren HUB-en itsura.

Ondorengo irudian VGA kableak konektatzeko konexioak daude. Lehenengoa kontrol gelakoa da. Bi konexio ditu, ordenagailua eta pantaila konektatzeko, bigarrena berriz, sarrerako pantailaren ondoan egongo da. Konexio bakarra dauka, pantailarekin konektatzeko hain zuzen ere:



49. irudia. VE150 Extender-aren VGA-konektarak.

Esan bezala, HUB hauek CAT5e kategoriako kable bihurritu batez loturik daude RJ-45 konektoreekin zein 150 metrotara luzatu daitekeen. HUB-k, konexio hauek ahalbideratzeko RJ-45 konexio emea daukate. Irudi honetan konexio emeez aparte irabazpena kontrolatzeko erruleta ikus daiteke.



50. irudia. VE150 Extender-aren RJ-45 konexio emeak eta irabazia kontrolatzeko erruleta.

Hainbat sistema eragilerekin erabil daiteke, ala nola, Windows 7, Linux, Mac baita Windows XP-rekin ere. Azken sistema eragile honekin bateragarria izateak bere pisua dauka, izan ere, PLC-ak programatzeko softwarea Windows XP-rekin erabili behar da.

Produktu honen prezioa 206,15\$ dira, eurotara konbertsioa eginez 184,65€ dira testu hau idatzi zen egunean 1,00 USD = 0,895815 EUR ziren, ahala ere, merkatuaren fluktuazioak prezioan aldaketak sor ditzake. Erreferentzia: <http://www.xe.com/es/currencyconverter/>

$$206,15 \times 0,895815 = 184.65 \text{ €}$$

(19.ekuazioa)

6.3 Panelak eta PLC-a

Hasteko merkatuak eskaintzen dituen panelak aztertu dira, baita hauek erabiltzen duten tranmisio-bideak ere. CIRCONTROL-ek eskaintzen duen panelek RS-485 estandarra jarraitzen dute komunikatzeko. RS-485 estandarrak kable bihurritua erabiltzen du informazioa transmititzeko.

Sentsoreak eta PLC-a konektatzeko kable bihurritua aukeratzera eraman duten argudio berdinak erabili dira panelak PLC-arekin konektatzeko. Kable bihurritua egokia izan daitekeela erabaki da. Komunikazio egokia bermatuko da, eskaintzen duen abantailak (transmisio abiadura eta diafoniaren atenuazioa) kontuan izanik.

12 pareko kable bihurritu berdina erabiliko da. Panel baten ager daiteken zenbakirik handiena 44 da. 44 sistema bitarrea 101100 da, 6 kable behar dira informazioa bidaltzeko. Honetaz aparte, elikadura eta erreferentzia ere kable bihurrituaren barneko kableekin bidaliko dira.

Beraz baliteke pentsatzea 12 kabletatik, 8 bakarrik erabiliko direnez, gain dimentsionaturik egotea 12 pareko kable bihurritua, baina 8 pare hauei, 2 gehitu behar zaie, gezien norantza eta norabidea aldatu ahal direlako:

- gora
- behera
- ezkerra
- eskuma

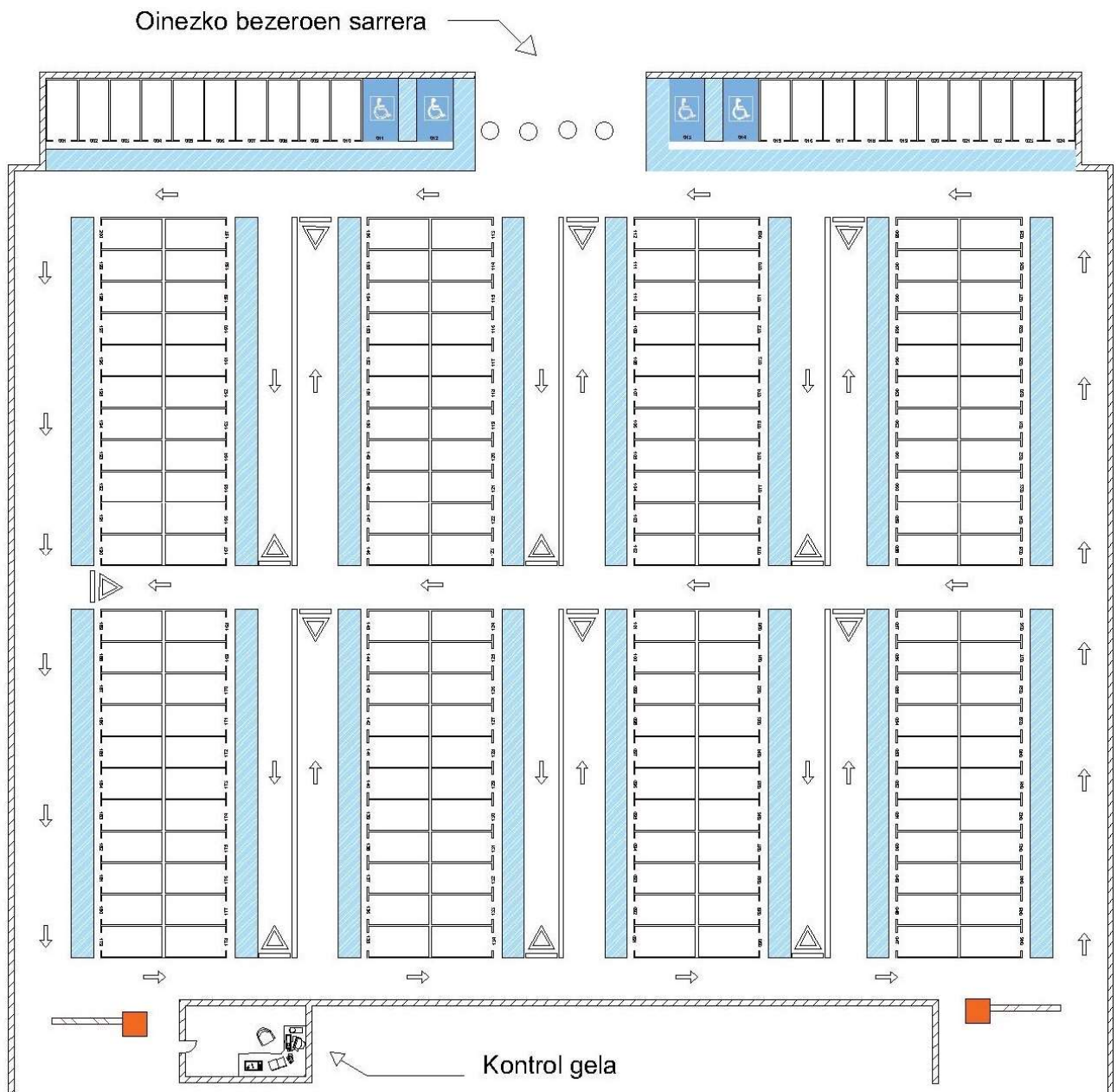
Gainera, panel hauek badute proiektu honetan erabiliko ez diren zerbitzu bat: panelen argiztapenaren intentsitatea aldatzeko aukera dute software baten bidez. Etorkizunean, parkinga gestionatzen duen enpresak zerbitzu hau erabili nahi badu, kable hauek libre utziko dira asmo honetarako.

Kable hauen muturren RJ-45 konektoreak erabiliko dira.

7. KONTSUMO ELEKTRIKOAREN KALKULUAK

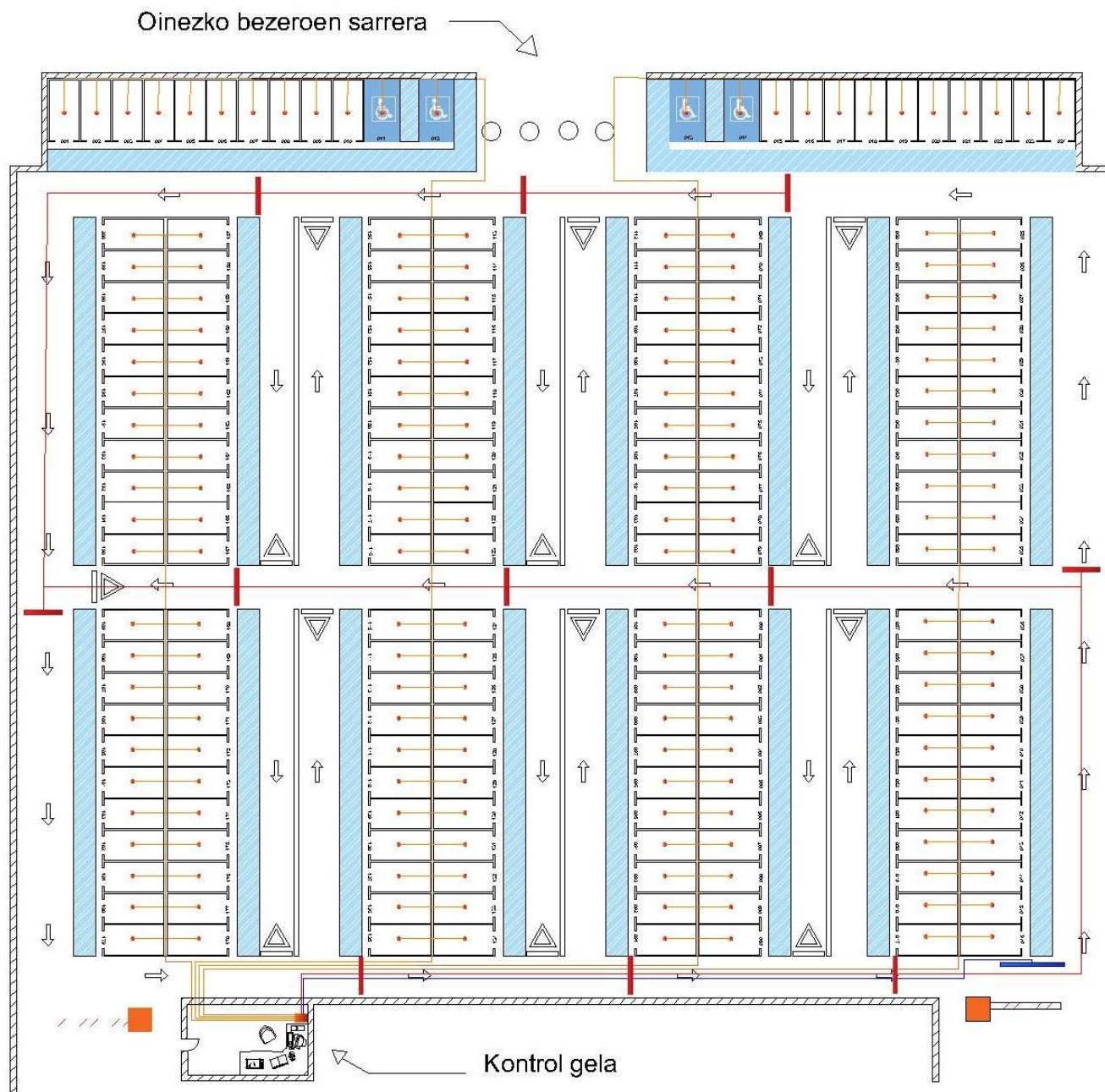
Lehenengo eta behin, bezeroak emandako planoetatik abiatuz eta plaza eta korridore kopuruak, baita hauen distribuzioa azterturik daudenean, zehaztu ahal daiteke erabili behar diren sentsoak, panel eta pantaila kopuruak ondoren kontsumo elektriko zenbatekoa den jakiteko.

Suposatu da aurreko ataleko planoak hauek bidali dituela bezeroak:



51. irudia. Bezeroak bidalitako planoak. AutoCad 2015.

Ondoren bezeroari diseinu posible batzuk bidaltzen zaizkio, eta bezeroak honako hau aukeratzeko du:

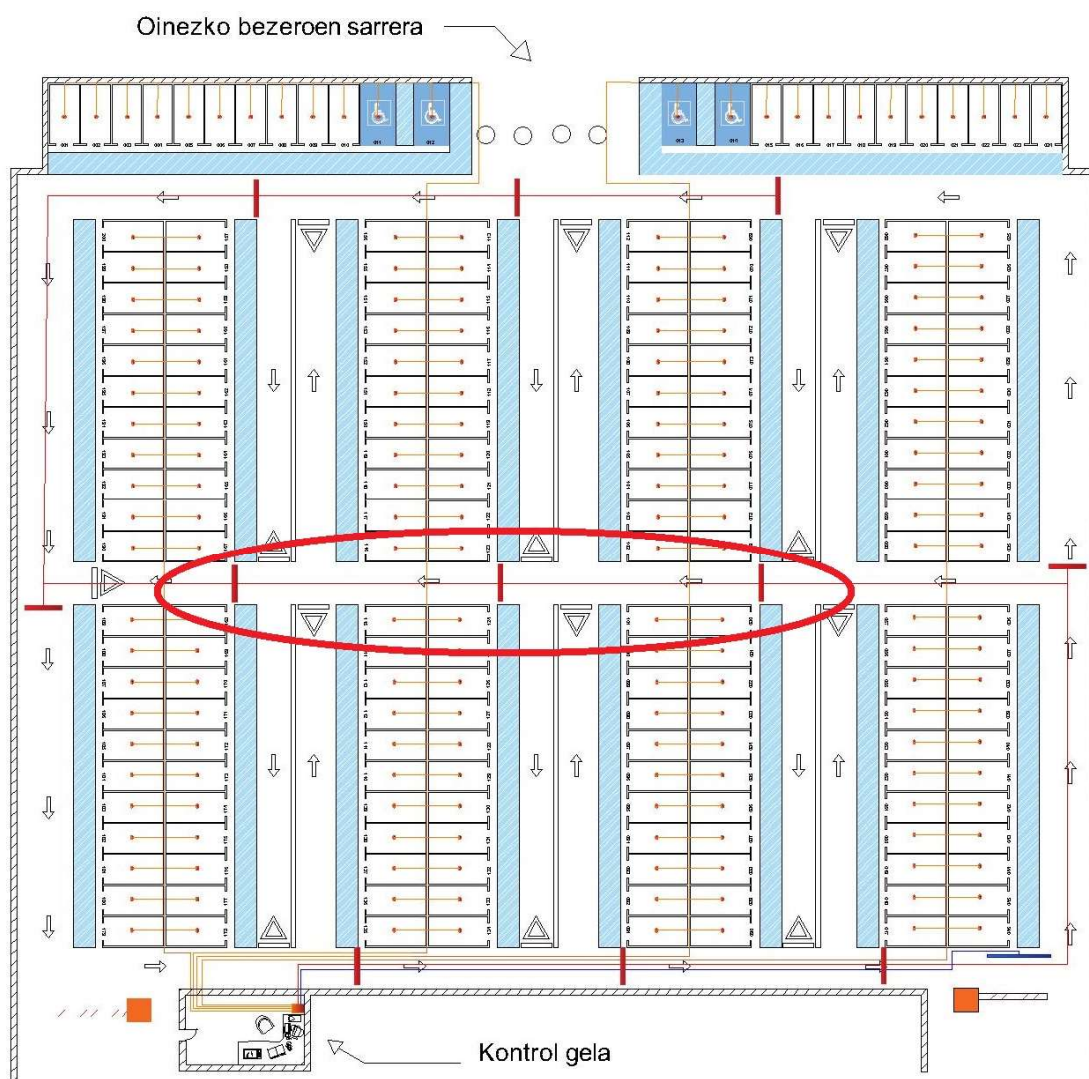


52. irudia. Bezeroak aukeratzeko diseinua. AutoCad 2015.

Plaza bakoitzean detekzio sentsore bat jarriko da sabaian, bere plaza egoeraren argia korridoretik doazen erabiltzaileentzako ikusgai egon dadin. Bi LED diodo izango dituzte, gorria eta berdea ohiko plazetan eta elbarrituen plazetan gorria eta urdina,

horrela, 200 plazako parking-a izanik 200 sentsore beharko dira. Sentsoreek sortutako seinalea kableen bidez kontrol gelara bidaliko da.

Honetaz aparte, aurreko irudian ikus daitekeen bezala, 11 panel erabiliko dira korridore bakoitzean daude plaza libreen kopurua adierazteko. Ahala ere, hurrengo iruadiko borobildutako guneko bidegurutzetan bi panel jarri beharko dira, izan ere, erabiltzaileak ezkerreko zein eskuineko korridoretik joan daitekeenez, adierazi behar da zenbat plaza libre dauden:



53. irudia. Bi panel jarri behar diren bidegurutzeak. AutoCad 2015.

Paneli bidalitako informazioa kableen bidez egingo da.

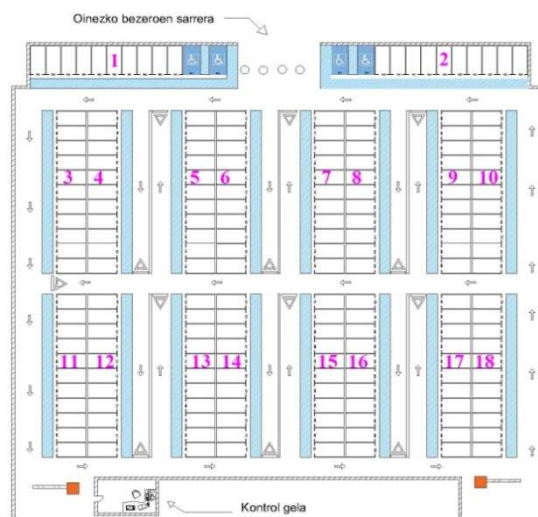
Bukatzeke, sarrera bakarreko parking-a izanik, pantaila bakarra beharko da sarreran.

Laburbilduz, hurrengoko osagai hauek beharko dira:

- 200 sentsore, non 196 argi berdea erabiliko duten eta 4-k urdina
- 14 panel
- Pantaila 1
- Ordenagailu pertsonala
- PLC-a

7.1 Sentsoreen kontsumo elektrikoa

Sentsoreak eta automata programagarria elkar komunikatzeko 1792 metro kable bihurtu erabiliko dira. 1792 m direla kalkulatzeko, ondorengo irudian agertzen den planoak erabili da. Lehenengo parkinga 18 area ezberdinetan banandu da eta ondoren kontrol gela eta area bakoitzeko plazarik urrundenaren artean dagoen distantzia kalkulatu da.



54. irudia. Parking-eko planoak 18 area ezberdinetan banatua.

1. area:



55. irudia. Area 1-en sensorerik urrunenetik kontrol gelarainoko distantzia.

1. areako kontrol gelatik 001 plazarena da kontrol gelaraino seinalea eramateko 148216.79 mm daudela adierazten du AutoCad-eko erremintak, metrotara pasaz, 148.22 m. Gorantz borobilduz 149 m

2. area:

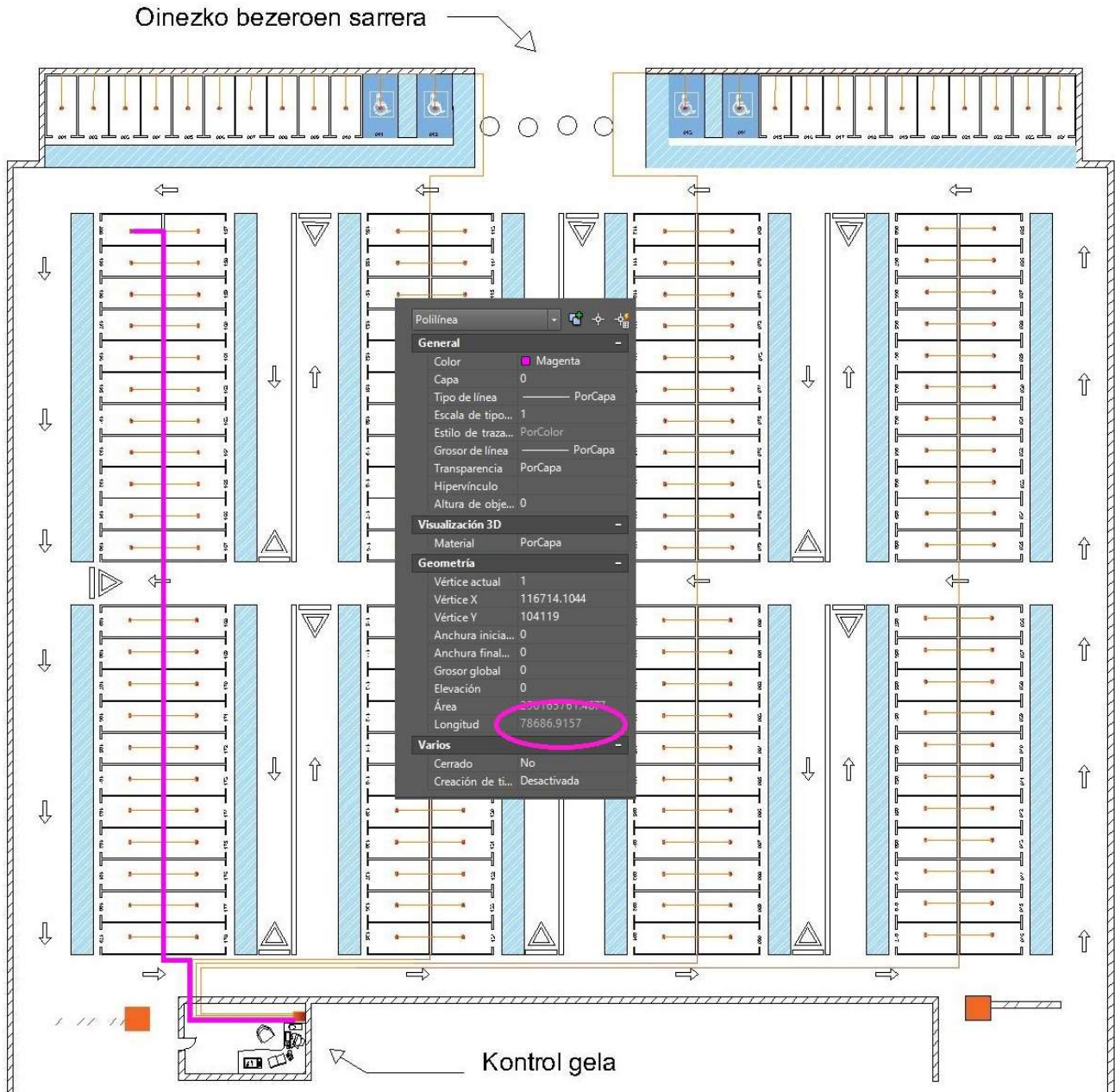
Oinezko bezeroen sarrera



56. irudia. Area 2-en sensorerik urrunenetik kontrol gelarainoko distantzia.

2 areako sensorerik urrunena kontrol gelatik 024 plazarena da, kontrol gelaraino seinalea eramateko 174478.74 mm daude, metrotara pasaz, 174.79 m. Gorantz borobilduz 175 m.

Area 3-4:



57. irudia. Area 3-4-en sensorerik urrunenetik kontrol gelarainoko distantzia.

3-4 areatako sensorerik urrunetak kontrol gelatik 200 eta 157 plazarenak dira. Biak batera jarri dira, biak distantzia berdinerak daudelako. Kontrol gelaraino seinalea eramateko 78636.91 mm daude, metrotara pasaz, 78.64 m. Gorantz borobilduz 79 m.

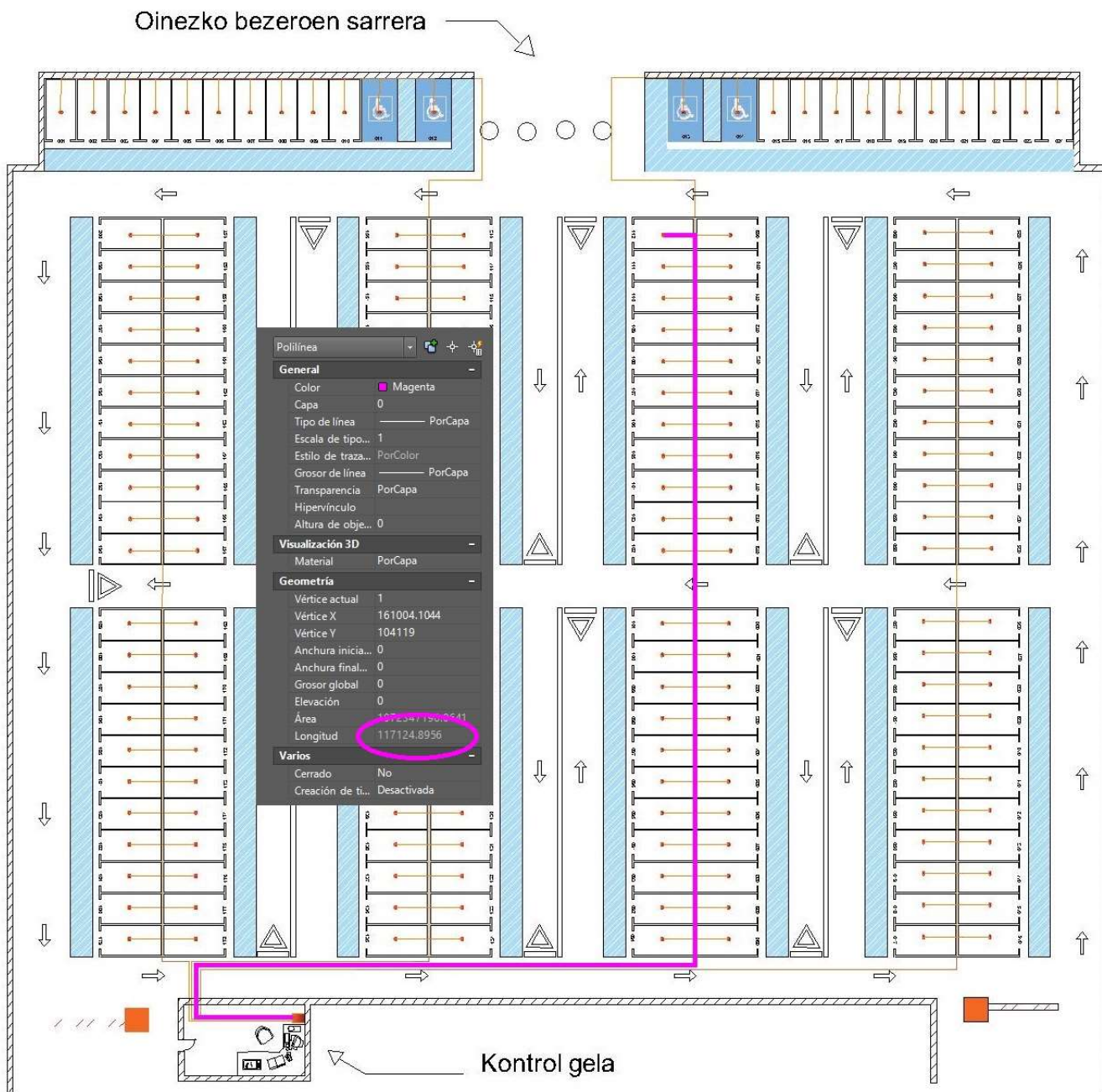
Area 5-6:



58. irudia. 5-6 arean sensorerik urrunenetik kontrol gelarainoko distantzia.

5-6 areatako sensorerik urrunetak kontrol gelatik 156 eta 113 plazarenak dira. Kasu honetan ere biak batera jarri dira biak distantzia berdinerak daudelako. Kontrol gelaraino seinalea eramateko 95764.40 mm daude, metrotara pasaz, 95.77 m. Gorantz borobilduz 96 m.

7-8 areak:



59. irudia. 7-8 arean sensorerik urrunenetik kontrol gelarainoko distantzia.

7-8 areatako sensorerik urrunetak kontrol gelatik 112 eta 069 plazarenak dira. Kontrol gelaraino seinalea eramateko 117124.90 mm daude, metrotara pasaz, 117.12 m. Gorantz borobilduz 118 m.

9-10 areak:



60. irudia. 9-10 arean sensorerik urrunetik kontrol gelarainoko distantzia.

9-10 areatako sensorerik urrunenak kontrol gelatik 068 eta 025 plazarenak dira hurrenez hurren. Kontrol gelaraino seinalea eramateko 138113.23 mm daude, metrotara pasaz, 138.12 m eta gorantz borobilduz 139 m.

11-12 areak:



61. irudia. 11-12 arean sentsorerik urrunetik kontrol gelarainoko distantzia.

11-12 areatako sentsorerik urrunetik kontrol gelatik 189 eta 168 plazarenak dira. Kontrol gelaraino seinalea eramateko 46451.02 mm daudela adierazten du AutoCad-ek, metrotara pasaz, 46.46 m eta gorantz borobilduz 47 m.

13-14 areak:



62. irudia. 13-14 arean sensorerik urrunetik kontrol gelarainoko distantzia.

13-14 areatako sensorerik urrunetik kontrol gelatik 154 eta 124 plazarenak dira. Kontrol gelaraino seinalea eramateko 63522.59 mm daude. Metrotara pasaz, 63.53 m eta gorantz borobilduz 64 m.

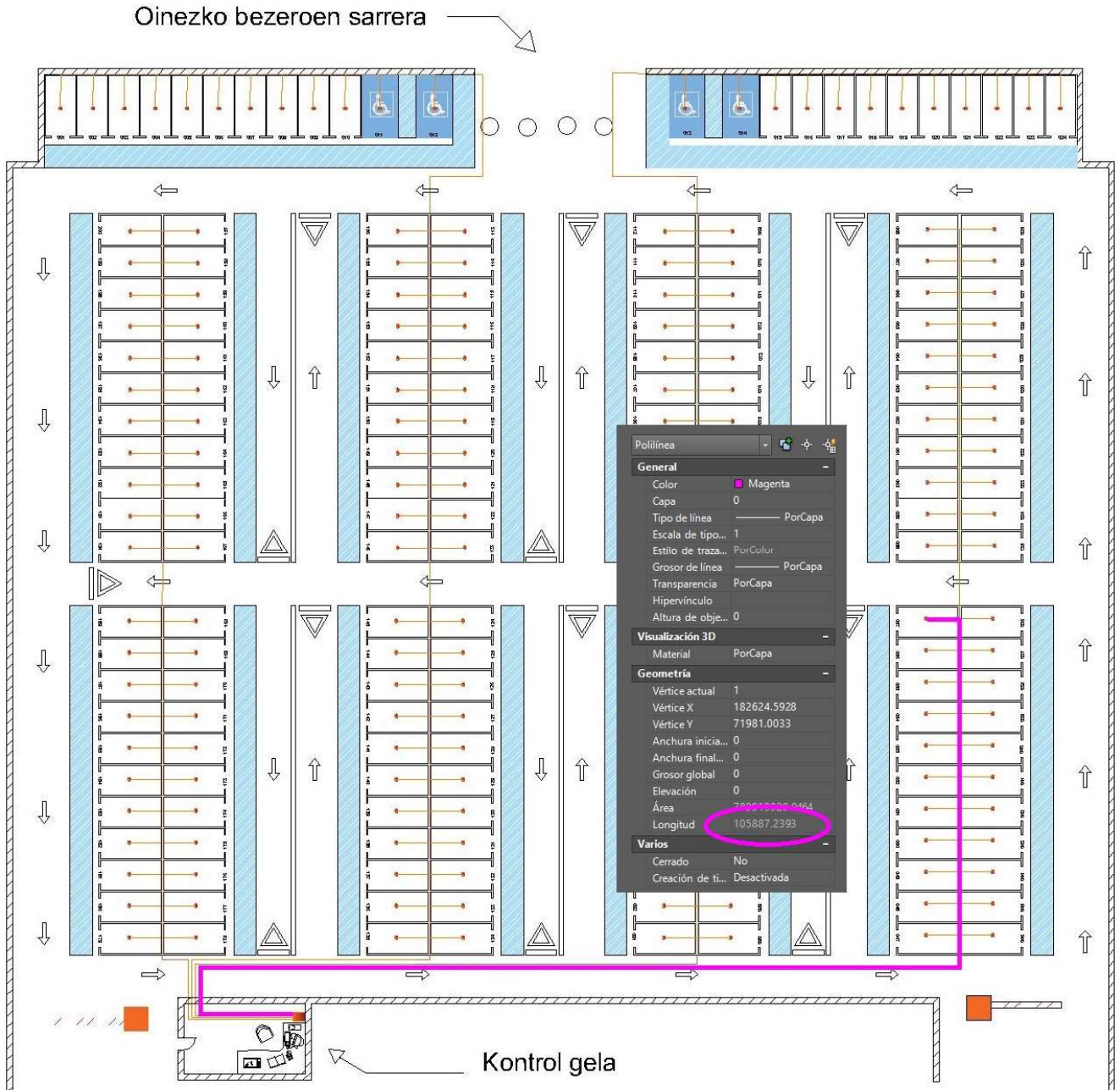
15-16 areak:



63. irudia. 15-16 arean sentsorerik urrunetik kontrol gelarainoko distantzia.

15-16 areatako sentsorerik urrunetak kontrol gelatik 101 eta 080 plazarenak dira hurrenez hurren. Kontrol gelaraino seinalea eramateko 84881.52 mm daudela adierazten du AutoCad-eko erremintak. Metrotara pasaz, 84.89 m eta gorantz borobilduz 85 m.

17-18 areak:



64. irudia. 17-18 arean sentsorerik urrunenetik kontrol gelarainoko distantzia.

17-18 areatako sentsorerik urrunetak kontrol gelatik 057 eta 036 plazarenak dira. Kontrol gelaraino seinalea eramateko 105887.24 mm daude. Metrotara pasaz, 105.89 m eta gorantz borobilduz 106 m.

Beraz kable kopuru totala jakin daiteke:

$$149+175+(79 \times 2) + (96 \times 2) + (118 \times 2) + (139 \times 2) + (47 \times 2) + (64 \times 2) + (85 \times 2) + (106 \times 2) = 1792 \text{ m}$$

(20. ekuazioa)

1792 metro kable behar dira. Kableak 12 pare kable ditu barnean, beraz jakin daiteke kobrezko zenbat metro kable behar diren hurrengo eragiketarekin:

$$1792 \times 12 \times 2 = 43008 \text{ m}$$

(21. ekuazioa)

Arduino UNO batek 5V eta 50 mA kontsumitzen ditu batz bestea. Datu hauekin xahututako potentzia kalkulatu daiteke. Potentzia elektrikoaren unitateak nazioarteko unitate sisteman SI (*Système international d'unités*) Wattio-ak dira (W), horrela dator zehazturik IEC/TC 25 (*International Electrotechnical Commission*) komite teknikoko IEC 60027 araudian. Wattioa, Joule bat Segundoko (1 joule/s)-ren baliokidea da, edo unitate elektrikoetan, 1 Volt-Anpere (1 V x A). Beraz, lehenengo mA-ak, Amperetara pasa behar dira:

$$50 \text{ mA} \cdot 10^{-3} = 0.05 \text{ A}$$

(22. ekuazioa)

$$P = \frac{dW}{dT} = \frac{dW}{dT} \cdot \frac{dq}{dq} = \frac{dW}{dq} \cdot \frac{dq}{dT} = V \cdot I = 5 \times 0.05 = 0.25 \text{ W}$$

(23. ekuazioa)

200 plaza daudenez, 200 mikroprozesagailu behar dira, beraz sentsoreen potentzia elektriko totala honako hau da:

$$0.25 \times 200 = 50 \text{ W}$$

(24. ekuazioa)

Egoera ideal batean, kobrezko kableek ez dute potentziarik kontsumitzen, baieztapen hau, egoera erreal batean ez da egia. Normalean baztergarria da kableak laburrak direnean, baina kasu honetan, sentsoreentzako 43 Km kobrezko kable erabiliko dira.

Sentsore guztiak batera egongo direnez funtzionatzen eta etengabe egongo dira informazioa bidaltzen eta sentsoreok hainbeste izanik hain beste metro kabletan, komenigarria da kalkulatzeko kableen kontsumo elektrikoa nahiz eta hau txikia izan.

$$P = \frac{dW}{dT} = \frac{dW}{dT} \cdot \frac{dq}{dq} = \frac{dW}{dq} \cdot \frac{dq}{dT} = V \cdot I = I \cdot I \cdot R = I^2 \cdot R$$

(25.ekuazioa)

Orain kablearen erresistentzia elektrikoaren balio jakin behar da. Kable baten erresistentzia kalkulatzeko bi faktore dira garrantzitsuak, alde batetik, materialaren izaera eta bestetik kablearen geometria. Ondoko ekuazioarekin kalkulatu da:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{s}$$

(26.ekuazioa)

Non:

R materialaren erresistentzia elektrikoa den, Ω -etan neurtuta.

ρ Materialaren erresistivitate elektriko espezifikoaren tenperatura konkretu batean, $\Omega \cdot m$ -tan neurtua.

l materialaren luzera den, metroan neurtua.

s materialaren sekzioa den m^2 -tan neurtua

Hurrengo urratsean, kobreaken erresistibitate elektriko espezifikoak jakitea da. Horretarako MatWeb-ek (<http://www.matweb.com/>) duen datu basera jo da non 110 000 materialen propietate fisikoak, kimikoak, mekanikoak, elektrikoak, termikoak zein optikoak eskaintzen dituen.

Electrical Properties	Metric
Electrical Resistivity	0.00000170 ohm-cm
Magnetic Susceptibility	-8.00e-8

5. taula. Kobreaken propietate elektrikoak. Erreferentzia: MatWeb.

Beraz kobrearen $\rho = 1,71 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ da.

Orain, ezaugarri fisikoak falta dira. Luzeera jada kalkulaturik dago, 43 km, baina metrotara pasa behar da, 43 000 metro. Ondoren, kablearen sekzioa ezagutzeko RS-Online dendara jo behar da eta kablearen espezifikazioak ikusi:

Pare kopurua	12
Zeharkako azalera	0.14 mm ²
Kable mota	Unitronic LiYCY
American Wire Gauge AWG	26 AWG
Kanpoko diametroa	8.9 mm
Karretearen luzeera	50 m
Blindaje mota	S/UTP
Kanpoko estalkiaren materiala	PVC
Estalkiaren materiala	Gris
Tentsio nominala	350 V
Kablea mota	Bihurritua
Karretearen luzeera	50m
Karretearen prezioa	165.33 €

6. taula. Transmisio biderako erabiliko de kablearen espezifikazioak. Erreferentzia: RS-Online.

Kablearen sekzioa mm²-tan 0.14 da. Beraz .ekuazioko aldagai guztiak ezagunak dira.

$$R = \rho \cdot \frac{l}{s} = 1.71 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{43000}{0.14 \cdot 10^{-6}} = 5252.14 \Omega = 5.26 \text{k} \Omega$$

(27.ekuazioa)

Ondoko ekuaziora bueltatuz eta jada datuak jakinik, kableen kontsumo elektrikoa kalkulatu daiteke:

$$P = \frac{dW}{dT} = \frac{dW}{dT} \cdot \frac{dq}{dq} = \frac{dW}{dq} \cdot \frac{dq}{dT} = V \cdot I = I \cdot I \cdot R = I^2 \cdot R$$

$$I^2 \cdot R = 0.05^2 \cdot 5252.4 = 13.13 \text{ W}$$

(28.ekuazioa)

Potentzia honen gehiengoa bero forman galdutako potentzia da.

Bukatzeko, sentsoreen eta kableen potentziak batuz, sentsoreen instalakuntzak kontsumitzen duen potentzia kalkulatu daiteke:

$$P_{\text{SENSORE INSTALAKUNTZA}} = 50 + 13.13 = 63.13 \text{ W}$$

(29.ekuazioa)

7.2 Sarrerako pantailaren kontsumo elektrikoa

Sarrerako pantaila Samsung LS24E391H/EN 23,6" Monitor LED Full HD bat izango da, LED teknologia oinarritua eta 23,6" (52.12 cm), bertan parking-aren okupazio egoera denbora errealean ahalko da, goitiko bista batean. Ticketa inprimatzen dagoen bitartean erabiltzaileak erabakiko du zein areatarara joan eta zeinek saihestu. Berdea nagusitzen den areatan plaza librearen dentsitatea handiagoa denez zuzenean joan daiteke gune horietara denbora aurreztuz.



65. irudia. Sarreran kokatuko den Samsung LS24E391H/EN 23,6" Monitor LED Full HD pantaila.

Erreferentzia: Samsung.

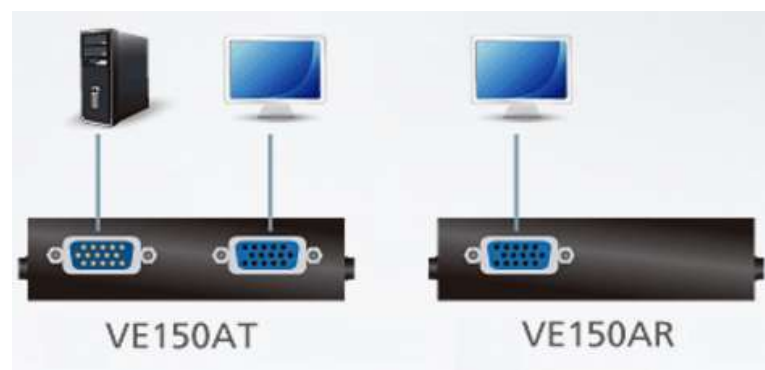
Pantaila honen kontsumoa ezagutzeko Samsung fabrikantearen kontsumo-espezifikazioetara jo behar da:

Consumo**Alimentación**
AC 100 ~ 240 V**Consumo (IEC 62087 Edition 2)**
21.0 W**Consumo (Max)**
25 W**Consumo (Typ)**
21 W**Consumo (IEC 62087 Edition 2)**
21 W**Consumo (DPMS)**
0,3 (Typ.) W**Consumo (Stand-by)**
0,3 (Max) W**Consumo (Anual)**
30 kWh/año**Tipo**
Adaptador externo

66. irudia. Sarreran kokatuko den Samsung LS24E391H/EN 23,6" Monitor LED Full HD pantailaren kontsumoa. Erreferentzia: Samsung.

Beraz, pantailak 21 W kontsumitzen ditu. Baina honi VGA video extender-ak kontsumitzen duena gehitu behar zaio. Horretarako, berriro ere, produktuaren espezifikazioak aztertzea beharrezkoa da.

VGA video extender-a bi hub-z osaturik dago, VE150AT kontrol gelan kokatuko da eta VE150AT pantaila ondoan.



67. irudia. VGA video extender-aren diagrama. Erreferentzia: ATEN.com.

Ondoko irudian bi hub-en espezifikazioak datoz:

Function	VE150AR	VE150AT
Video Input		
Interfaces	N/A	1 x HDB-15 Male (Blue)
Impedance	N/A	75 Ω
Max. Distance	N/A	1.8 m
Video Output		
Interfaces	1 x HDB-15 Female (Blue)	N/A
Impedance	75 Ω	N/A
Video		
Max. Bandwidth	300 MHz	300 MHz
Max. Resolutions / Distance	Up to 1920 x 1200@30m; 1280 x 1024@150m	Up to 1920 x 1200@30m; 1280 x 1024@150m
Power		
Connectors	1 x DC Jack	1 x DC Jack
Consumption	5.3 VDC, 1.2W	5.3 VDC, 1.0W
Environmental		
Operating Temperature	0 - 50°C	0 - 50°C
Storage Temperature	-20 - 60°C	-20 - 60°C
Humidity	0 - 80% RH, Non-Condensing	0 - 80% RH, Non-Condensing
Physical Properties		
Housing	Metal	Metal
Weight	0.24 kg (0.53 lb)	0.24 kg (0.53 lb)
Dimensions (L x W x H)	12.77 x 9.04 x 2.26 cm (5.03 x 3.56 x 0.89 in.)	12.77 x 9.04 x 2.26 cm (5.03 x 3.56 x 0.89 in.)
Carton Lot	5 pcs	5 pcs

68. irudia. VGA video extender-aren diagrama. Erreferentzia: ATEN.com.

Beraz, telebista sistemaren kontsumo totala:

$$21+1.2+1=23.2 \text{ W}$$

(30.ekuazioa)

Baina honi kableak kontsumitutako potentzia gehitu behar zaio, txikia izan arren. Aurreko atalean eginiko urratsa berdina jarraituko dira. ondoko formula aplikatuz:

$$P_{\text{telebista kableaketa}} = \frac{dW}{dT} = \frac{dW}{dq} \cdot \frac{dq}{dT} = \frac{d\varphi}{dq} \cdot \frac{dq}{dT} = V \cdot I = I \cdot I \cdot R = I^2 \cdot R$$

(31.ekuazioa)

Beraz falta diren datuak ezagutu behar dira. Hasteko $\rho = 1,71 \times 10^{-8} \text{ } \Omega \cdot \text{m}$ dela aurreko atalean demostraturik geratu da. Ondoren kablearen sekzioaren azalera

kalkulatu behar da. Horretarako, berriro ere, fabrikantearen espezifikazio orrietara jo behar da.

Conductor	
Size	24 AWG
Construction	Bare copper
Conductor Diameter	1/0.5±0.008 mm

69. irudia. Eroalearen espezifikazioak. Erreferentzia: ATEN.com.

Fabrikanteak diametroa bakarrik ematen du, baina sekzio zirkularreko eroale baten azalera kalkulatzeko diametrotik abiatuz ez da zaila:

$$s = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

(32. ekuazioa)

$d=1/0.5\pm 0.008$ mm dira, kasurik txarrena $d=1/0.5+0.008$ mm, izan ere diametroa zuzenki proportzionala da erresistentziarekiko eta erresistentzia zuzenki proportzionala potentziarekiko. Beraz:

$$d = \frac{1}{0.5} + 0.008 = 2.008 \text{ mm}$$

(33.ekuazioa)

Metrotan sartu behar denez:

$$d = 2.008 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

(34.ekuazioa)

Datu honekin sekzioa kalkula daiteke:

$$s = \pi \cdot \left(\frac{2.008 \cdot 10^{-3}}{2} \right)^2 = 3.17 \cdot 10^{-6} m^2 \quad \text{edo} \quad 3.17 \text{ mm}^2$$

(35.ekuazioa)

Bukatzeko $l=65.32\text{m}$ dira , **10. Transmisio-bideak** atalean kalkulatu direlarik.

$$R = \rho \cdot \frac{l}{s} = 1,71 \times 10^{-8} \cdot \frac{65.32}{3.17 \cdot 10^{-6}} = 2.8 \Omega$$

(36.ekuazioa)

Orain hurrengo ekuazio aplikatzeko kabletik doan intentsitatea ezagutu behar da:

$$P_{\text{telebista kableaketa}} = I^2 \cdot R$$

(37.ekuazioa)

I kalkulatzeko, hub-aren I maximoa kalkulatu da, kasu hori izango bai da egoerarik limiteena kabletik doan intentsitatea jakiteko, jakinda beti ere, limite hori ez dela gaindituko. Hub-aren espezifikazio teknikoetara joz, ondoko datu hauek ikus daitezke:

Power		
Connectors	1 x DC Jack	1 x DC Jack
Consumption	5.3 VDC, 1.2W	5.3 VDC, 1.0W

70. irudia. VGA video extender-aren espezifikazioa. Erreferentzia: ATEN.com.

VE150AR hub-a (kontrol gelan dagoena) da gehien kontsumitzen duena. Beraz, potentziaren formula erabiliz, I kalkulatu daiteke:

$$P = U \cdot I \rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{1.2}{5.3} = 0.236441A \rightarrow 226.42mA$$

(38.ekuazioa)

Datu guztiak ezagunak dira kableak xahutzen duen potentzia kalkulatzeko:

$$P_{\text{telebista kableaketa}} = I^2 \cdot R = (226.42 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 2.8 = 0.15W$$

(39.ekuazioa)

Azkenik, potentzia xahutu hau, bero forman galtzen dela gehien bat, telebistak kontsumitutakoari eta bi hub-ek kontsumitutakoari gehitu behar zaizkio sarrerako pantailako sistema guztiaren kontsumoa ezagutzeko:

$$21+1.2+1+0.15=23.35 W$$

(40.ekuazioa)

7.3 Ordenagailuaren kontsumo elektrikoa

Ordenagailuaren kontsumo elektrikoa kalkulatzeko, bi ataletan banandu da. Alde batetik dorrea eta bestetik pantaila.

Ordenagailuaren dorrea, ACER - Aspire XC bat izango da, zeinek 220Wtako potentzia maximoa duen, ACER fabrikatzailearen arabera.

MONITORE BERRIZ, MONITOR SAMSUNG S22E390H 21,5" LED PLS BAT IZANGO DA ZEINEK 21 W KONTSUMITZEN DITUEN.

Arratoia eta teklatuaren kontsumoa mespretxagarriak dira balore txikia bai dute. Beraz, dorreak eta monitoreak kontsumituko duen potentzia totala, ondoko hau izango da:

$$P_{\text{Ordenagailu sistema}} = 220 + 21 = 241 W$$

(41.ekuazioa)

7.4 PLC-en kontsumo elektrikoa

Schneider fabrikatzailearen erabiltzailearen esku liburuetatik lortu behar dira kontsumo elektrikoaren datuak ezagutzeko

Alde batetik dio 230V horiek 24 tan bihurtzen direla CPUa elikatzeko. Bestetik 175mAko kontsumo tipikoa du eta 300mAko balore maximoa.

Kasurik txarrena, 300mA kontsumitzen dituenen izango denez, balore hori erabiliko da. 18 modulu erabiliko dira sarrera eta irteera guztiak asetuta geratuko lirateke.

$$P = \frac{dW}{dT} = \frac{dW}{dT} \cdot \frac{dq}{dq} = \frac{dW}{dq} \cdot \frac{dq}{dT} = V \cdot I = 24 \cdot 0.3 \cdot 18 = 129 W$$

(42.ekuazioa)

7.5 Panelen kontsumo elektrikoa

Panelen kontsumo elektrikoa kalkulatzeko erabiltzailearen eskuliburura joan behar da eta espezifikazioetan datua bilatu. CIRCONTROLeK eskainitako panelek 4.3 W kontsumitzen dute.

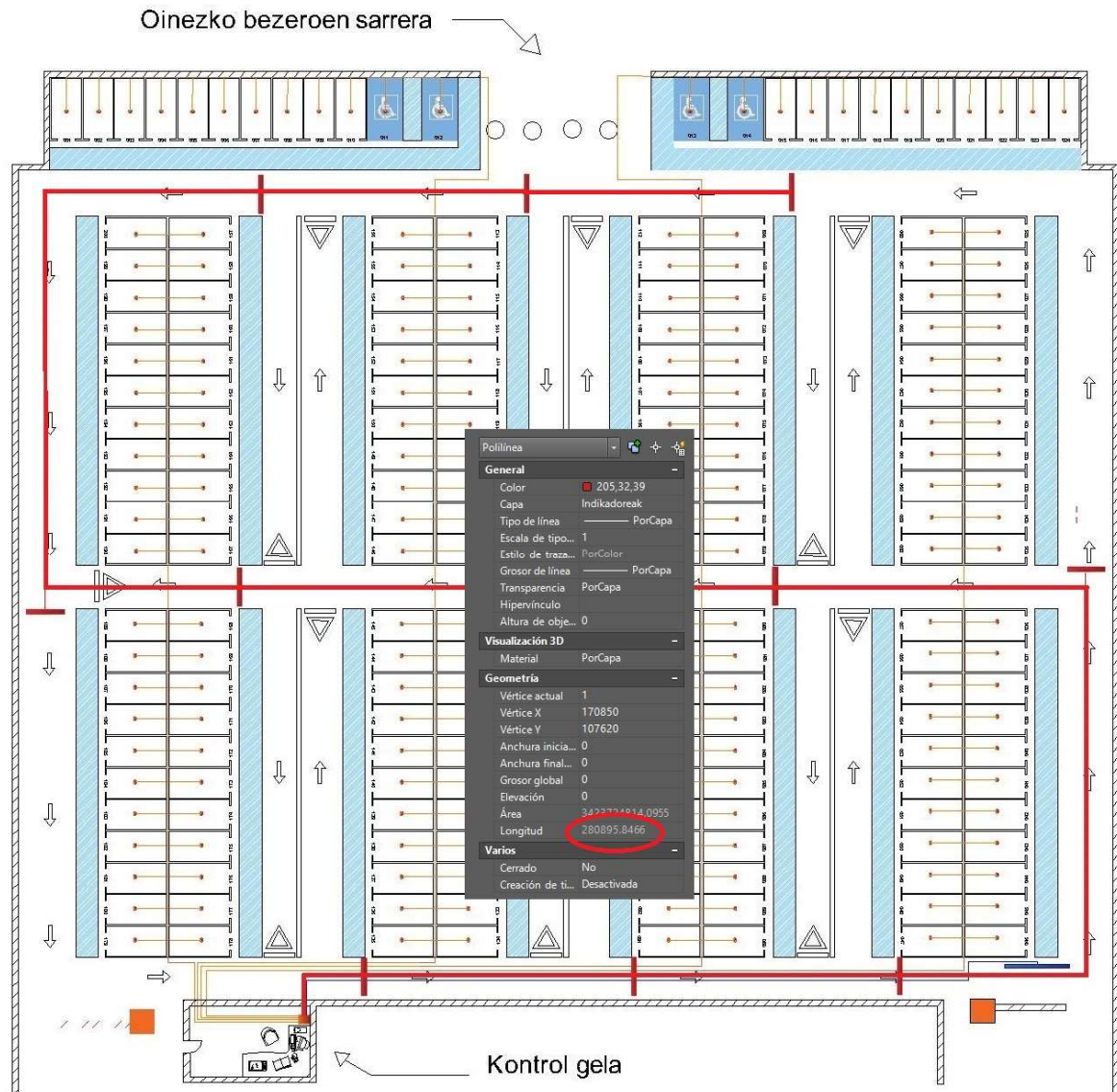
14 panel jarriko dira, beraz:

$$4.3 \times 14 = 60.2W$$

(43.ekuazioa)

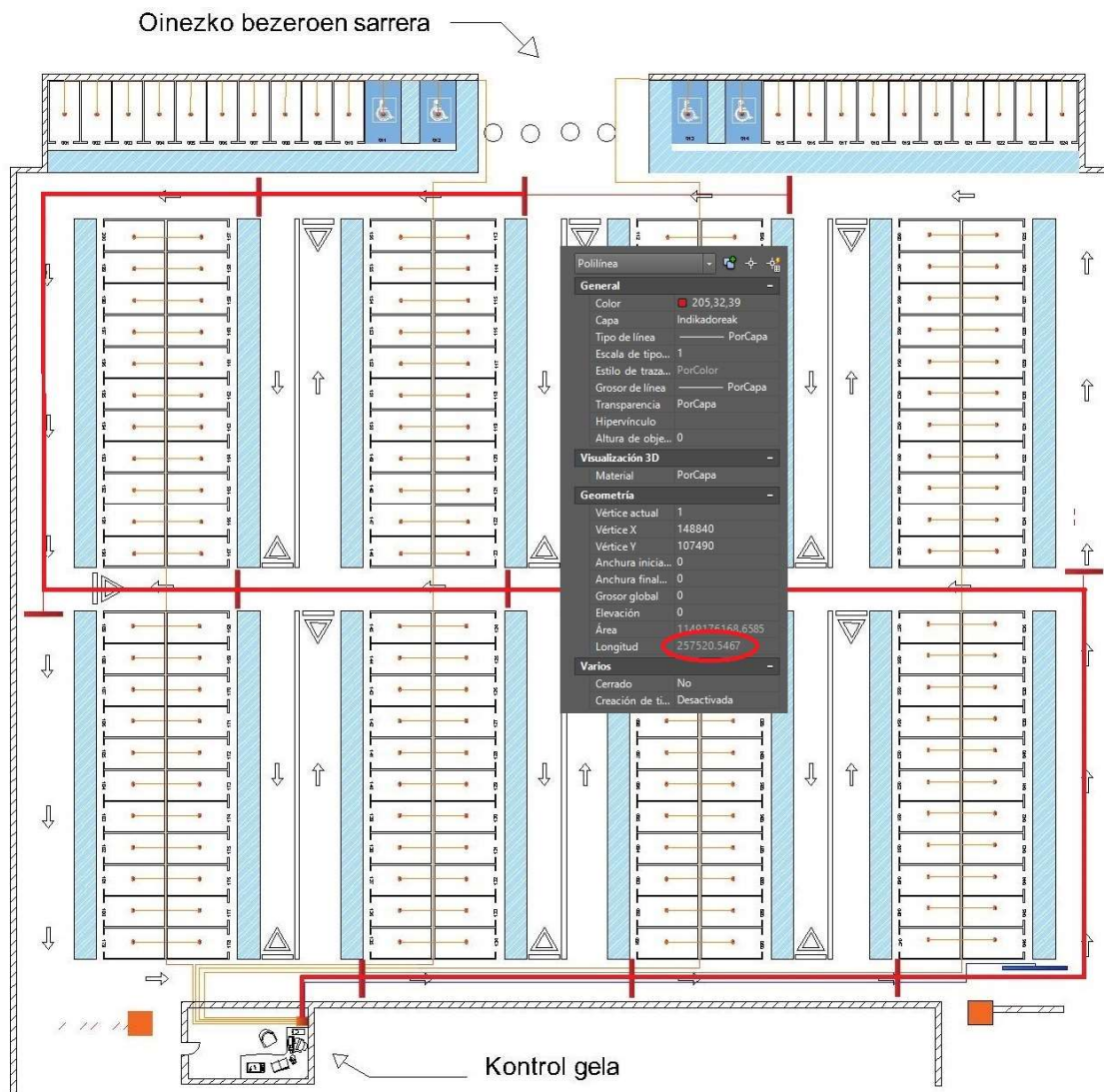
Sentsoreekin gertatu den bezala, aurreikusi da kable kopuru handia erabiliko dela, beraz kableaketak xahututako potentzia ezin daitekeenez mespretxatu kalkulatu egin beharko da.

Lehenengo eta behin kable kopurua kalkulatu behar da metrotan. Horretarako berriro ere AutoCad2015ek eskaintzen duen erremintak erabili dira kalkuluak gauzatu ahal izateko.



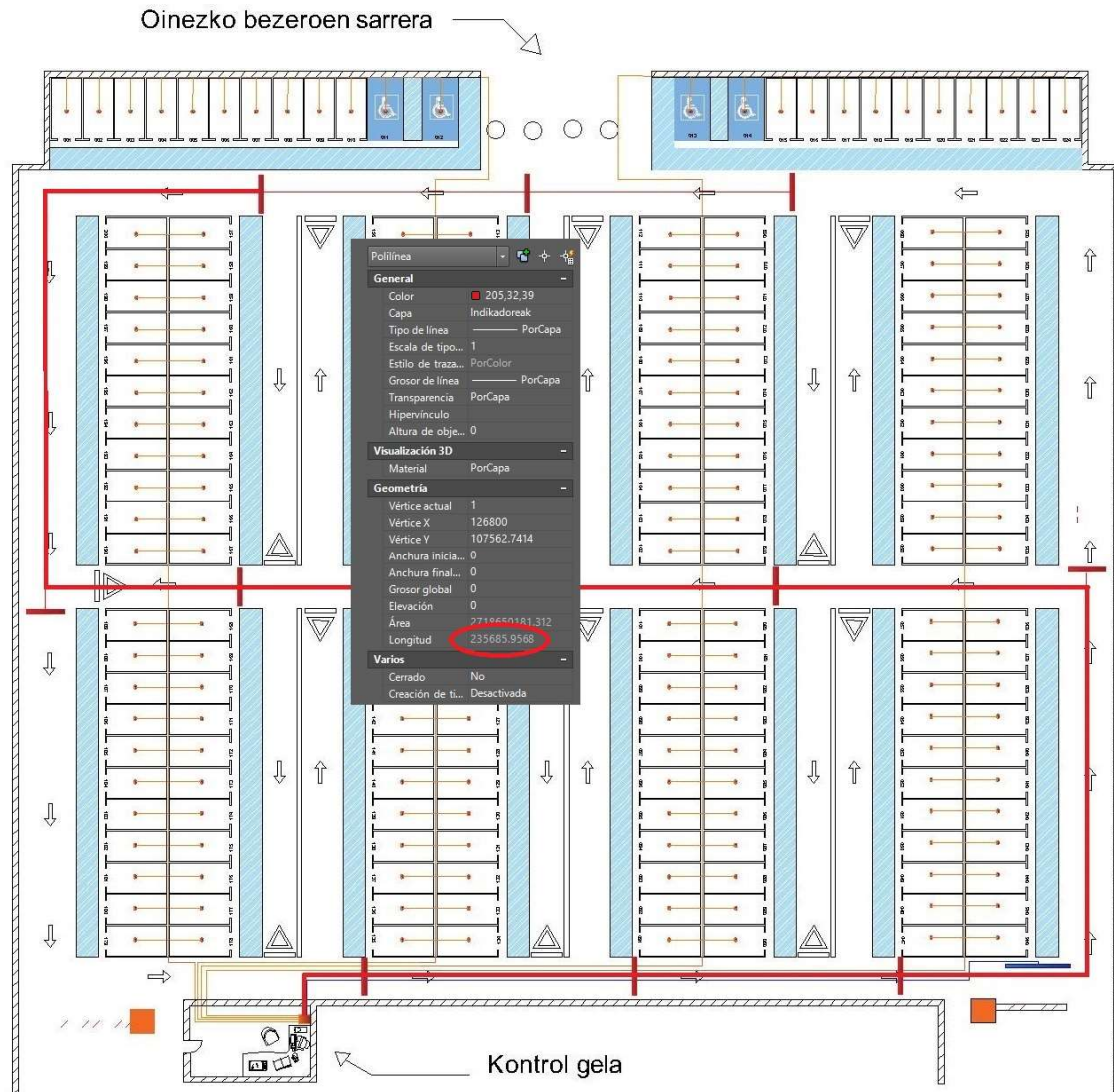
71. irudia. 1. paneletik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.

Irudian agertzen den paneletik, kontrol gelaraino 280895 mm adierazten du AutoCadek, metrotan eta gorantz borobilduz 281 daude.



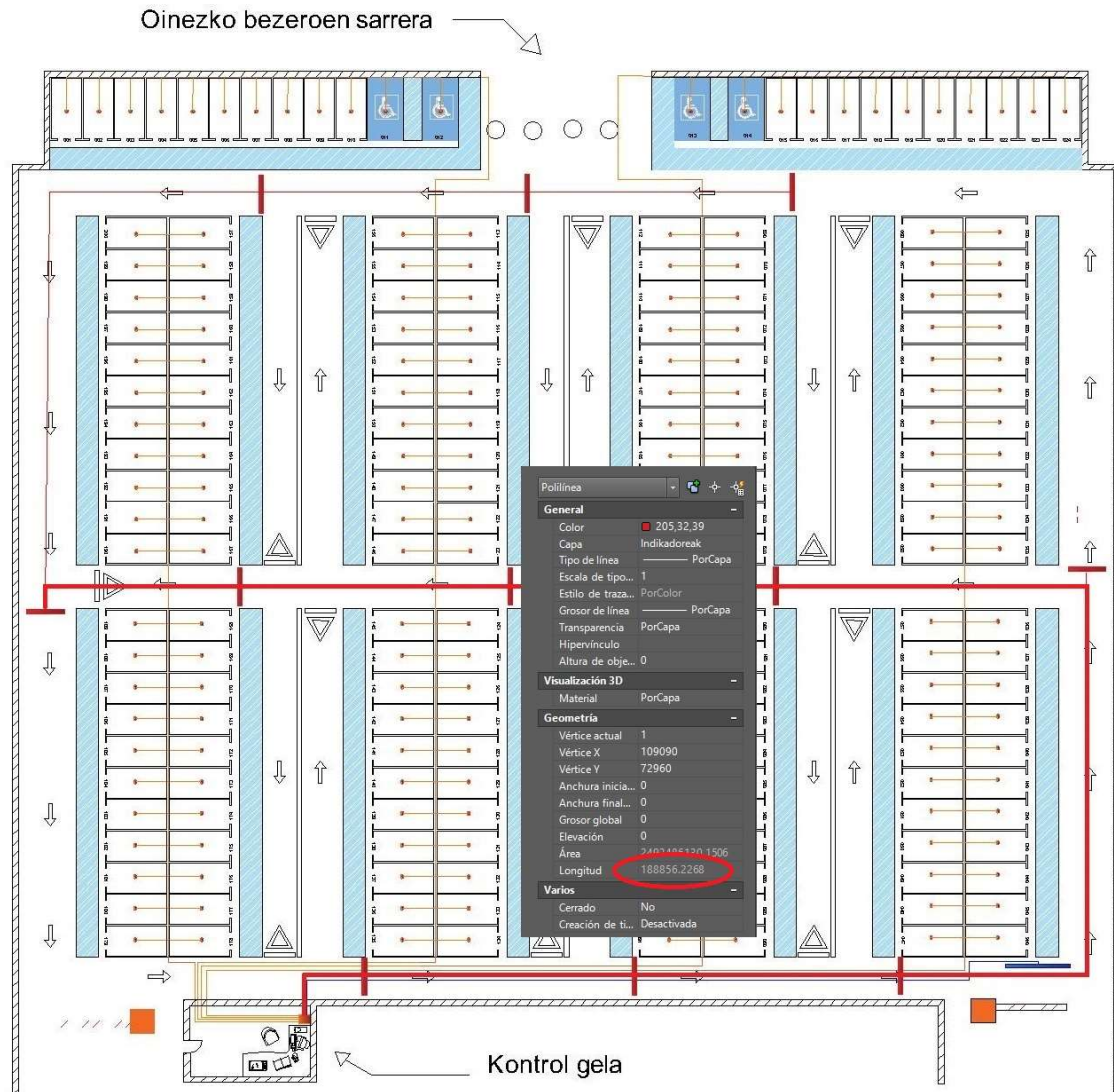
72. irudia. 2. paneletik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.

Bigarren paneletik kontrol gelara 257520 mmtako distantzia dago. Metrotan eta berriz ere gorantz borobilduz, 258 m.



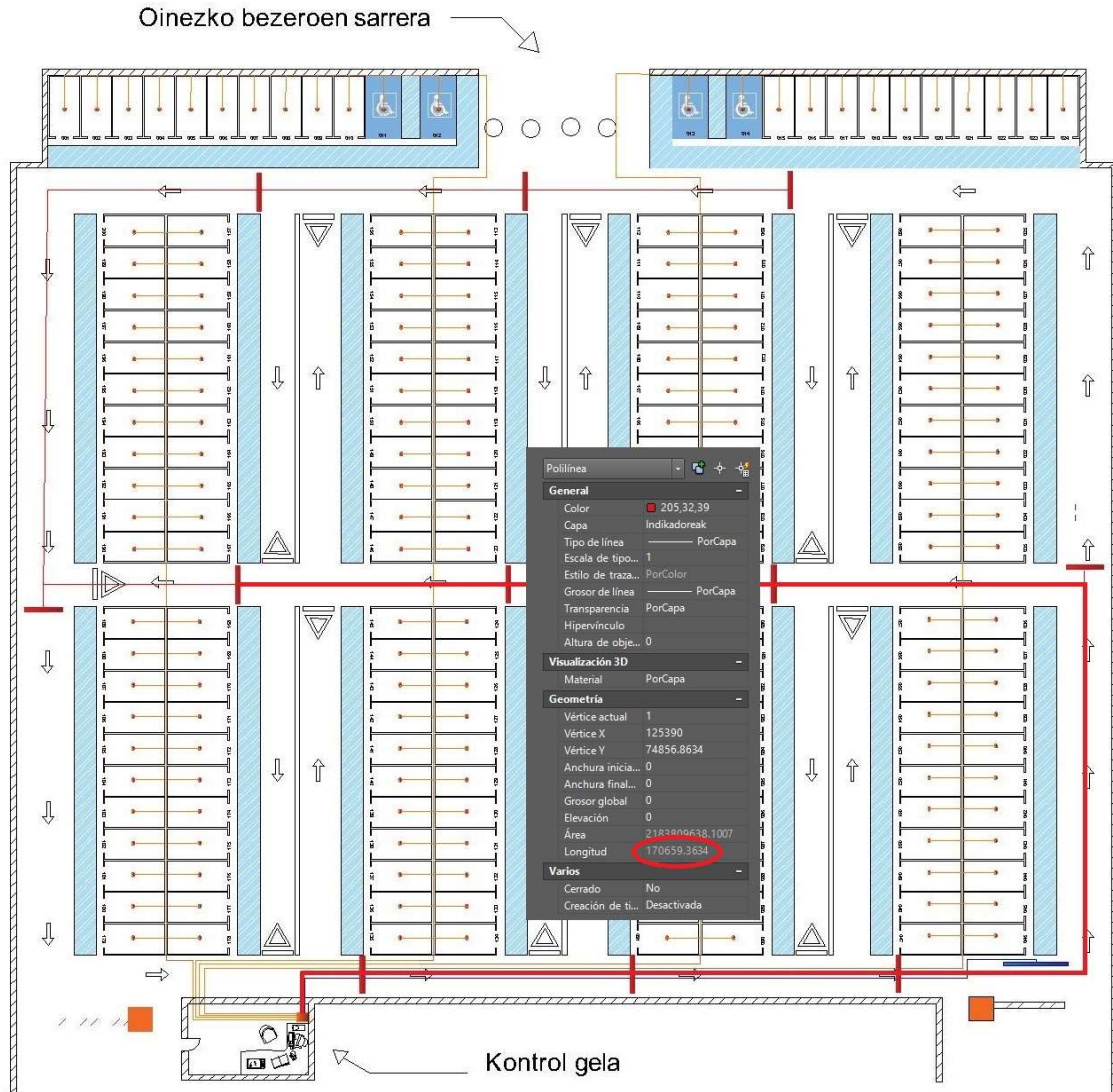
73. irudia. 3. paneletik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.

Hirugarren paneletik kontrol gelaraino 235685 mmtako distantzia dago. Metrotara pasaz eta gorantz borobilduz, 236 m.



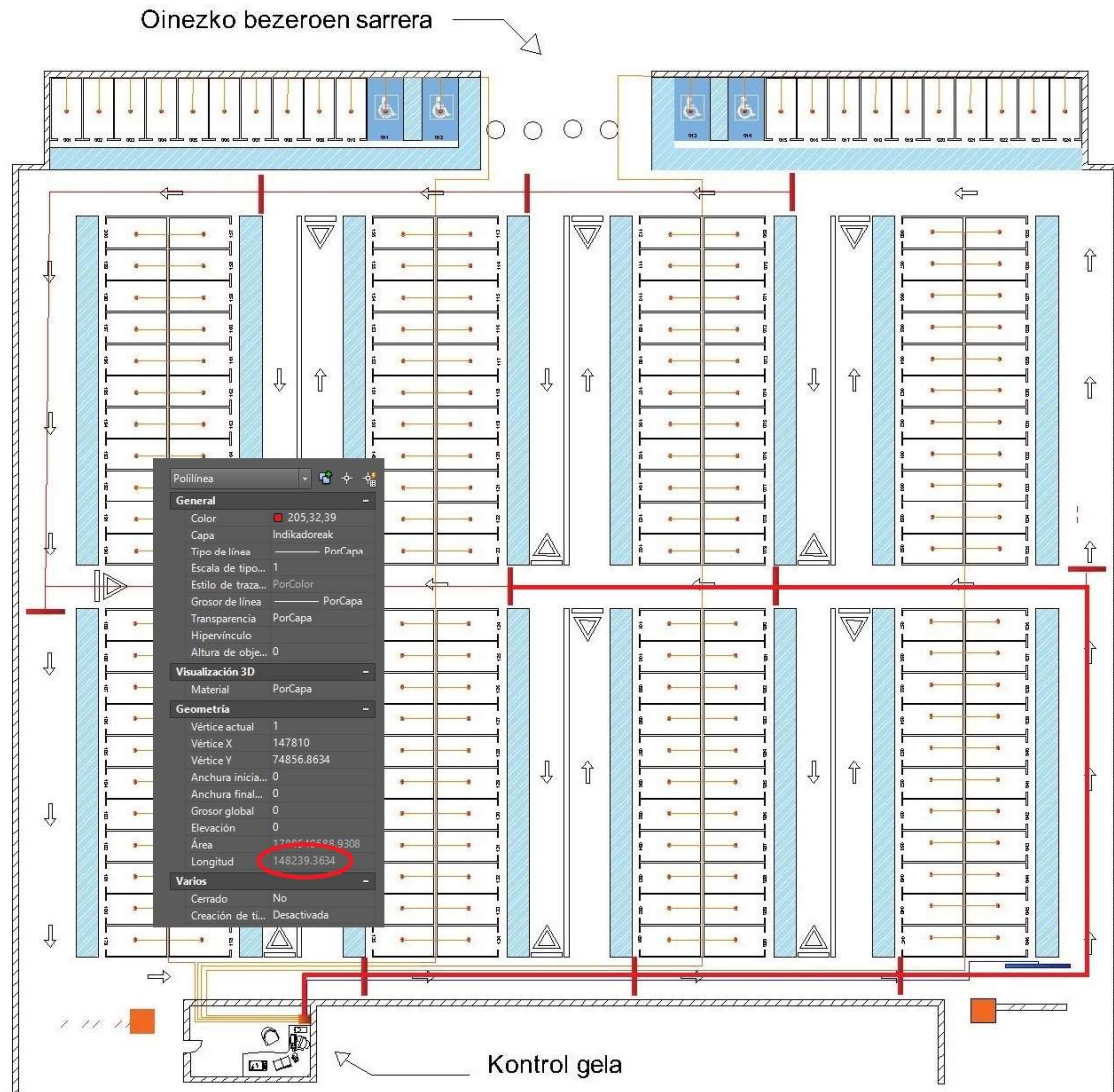
74. irudia. 4. paneletik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.

Laugarren paneletik kontrol gelaraino 188856 mmtako distantzia dagoela adierazten du AutoCadek. Metrotan 189 m.



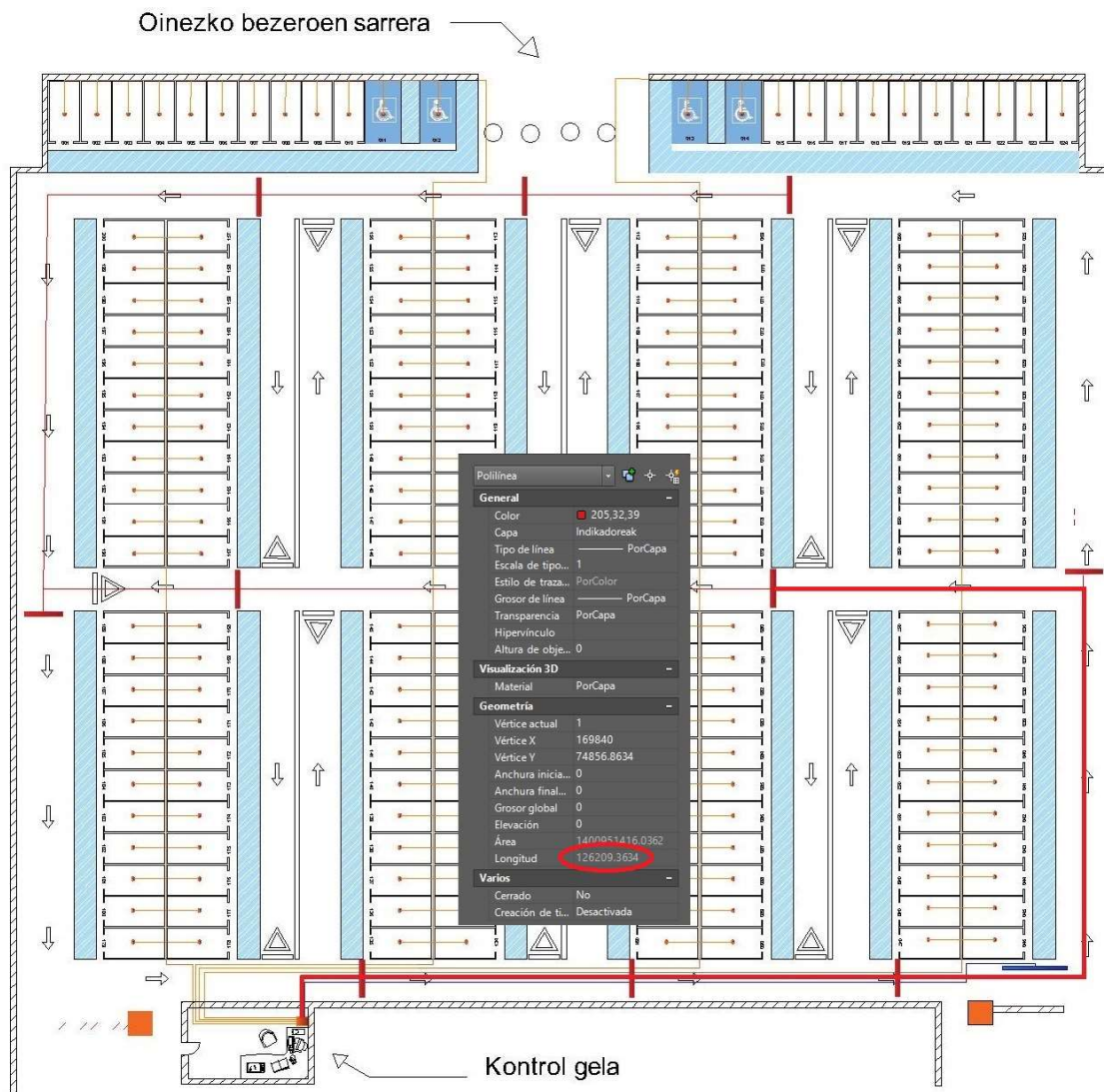
75. irudia. 5 eta 6. paneletatik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.

Bidegurutze honetan bi panel jarriko dira. Batak ezkerrera seinalatuko du eta besteak eskumara. Bi panel hauek kableaketa independenteak izango dituzte. Beraz 170659 mm horiek metrotara pasaz 171m izango dira, baina bi kableaketa izango dutenez 342m egongo dira.



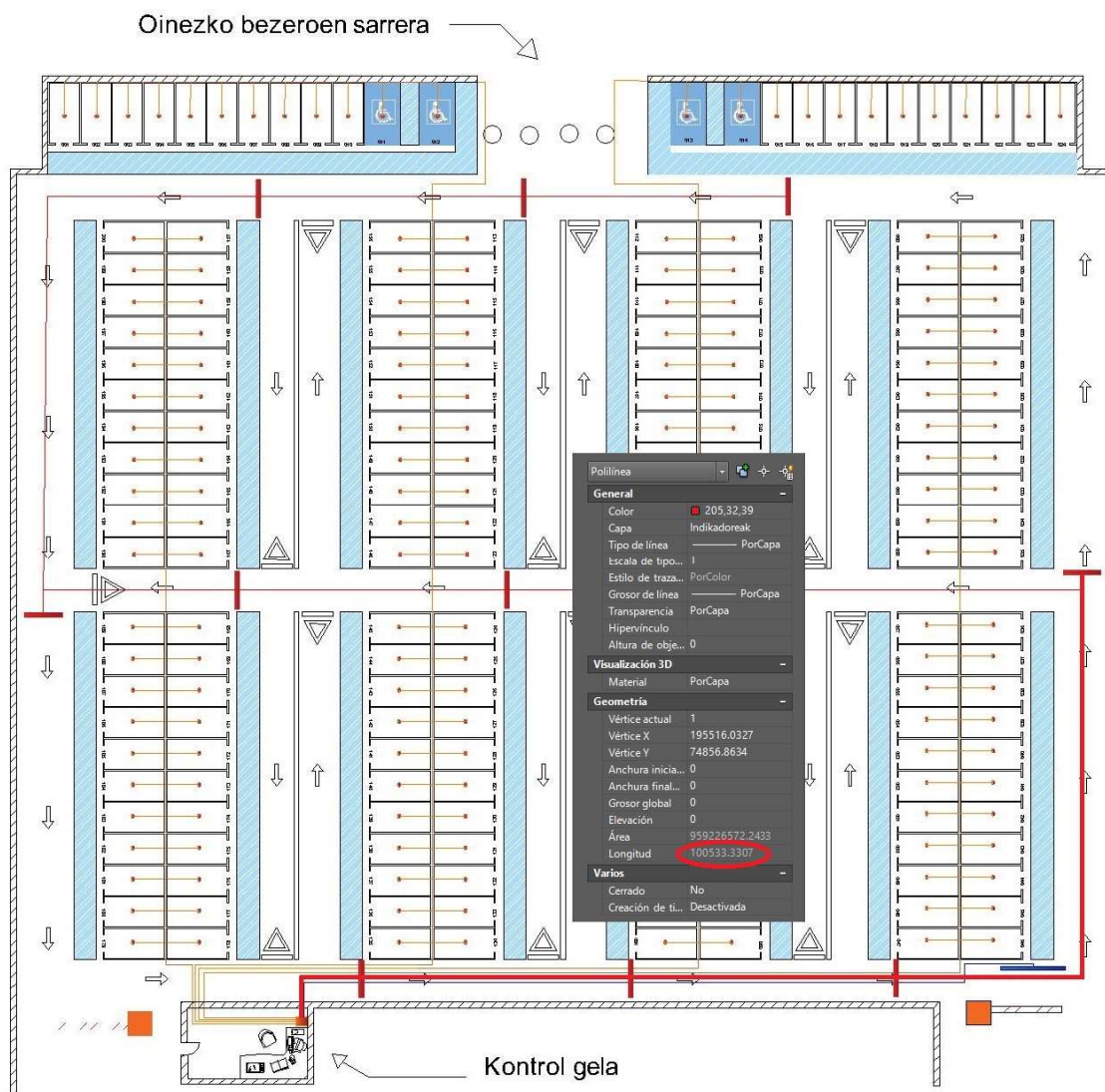
76. irudia. 7 eta 8. paneletatik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.

Aurrekoan bezala, hemen ere bi panel daude, 148239 mm, 149m dira eta balioa bikoizten bada, 298m.



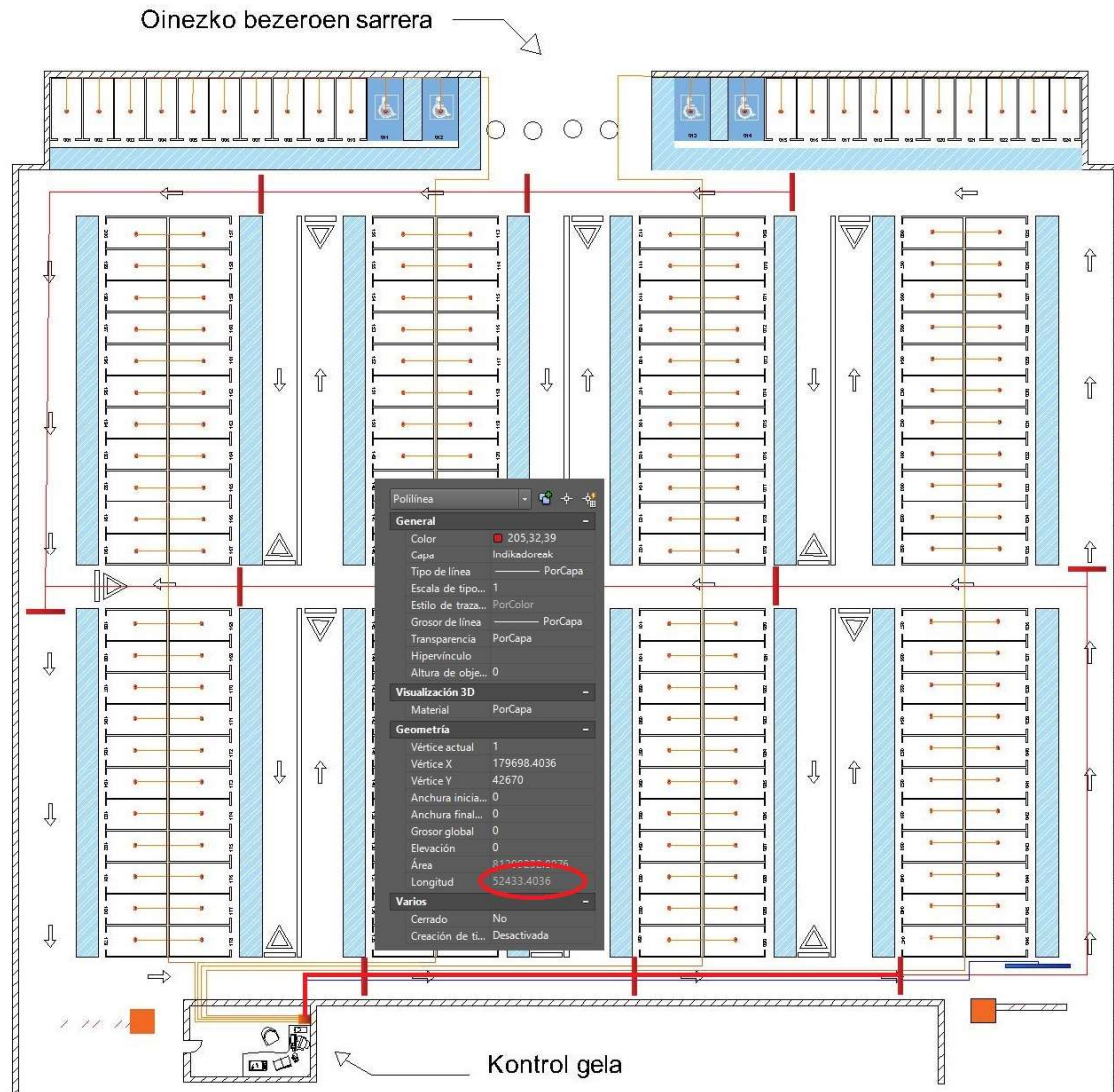
77. irudia. 9 eta 10. paneletatik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.

Bederatzigarren eta hamargarren paneletatik kontrol gelarainoko distantzia 126209 mmtakoa da, 127 m. Hemen ere, distantzia bikoiztu beharko da bi kable erabiliko direlako, bat panel bakoitzeko, beraz 127m horiek 254 m izango dira.



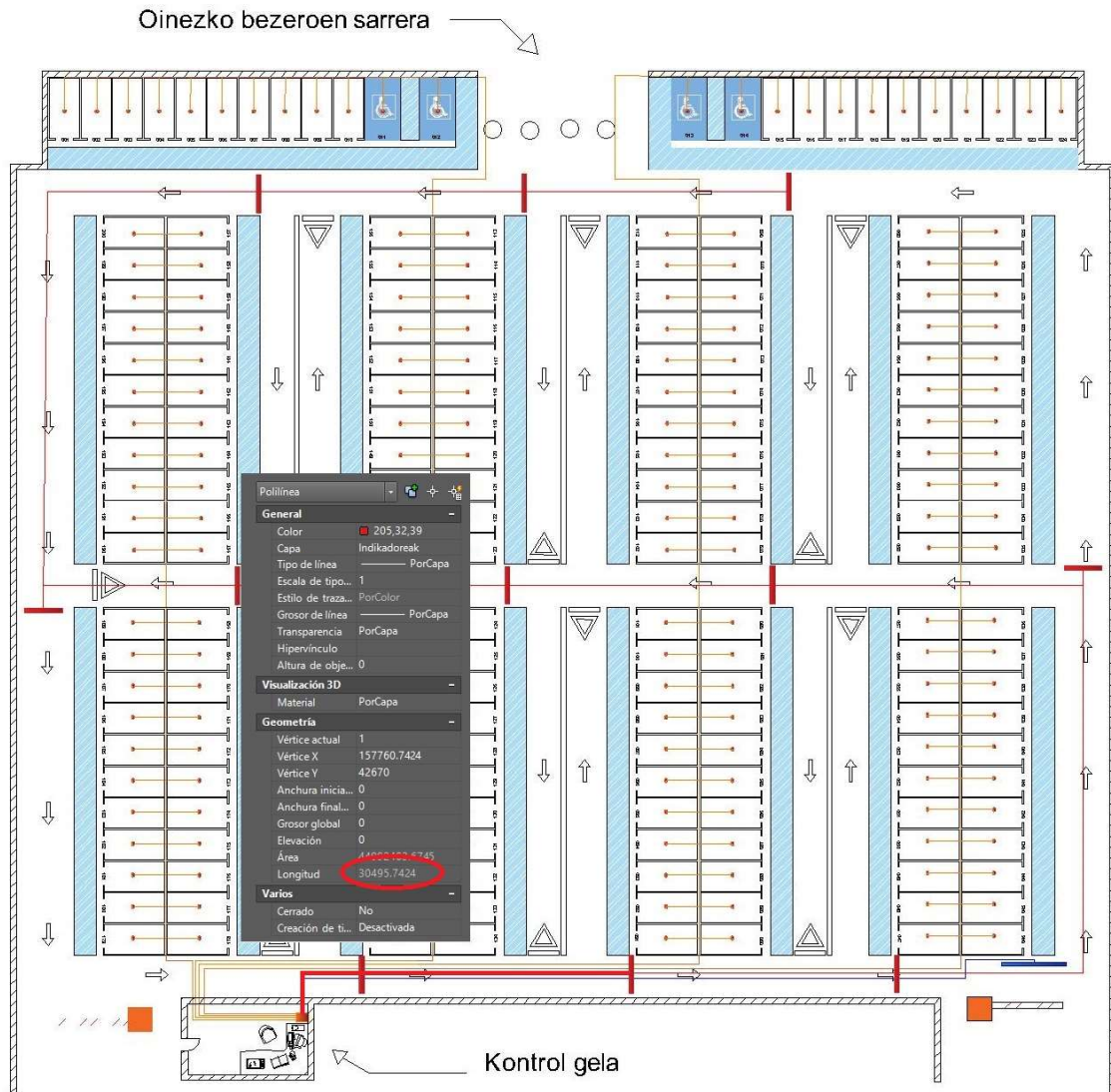
78. irudia. 11. paneletik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.

Hamaikagarren paneletik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan 100533 dela dio AutoCadek, metrotara pasaz 101 metro direla ikus daiteke.



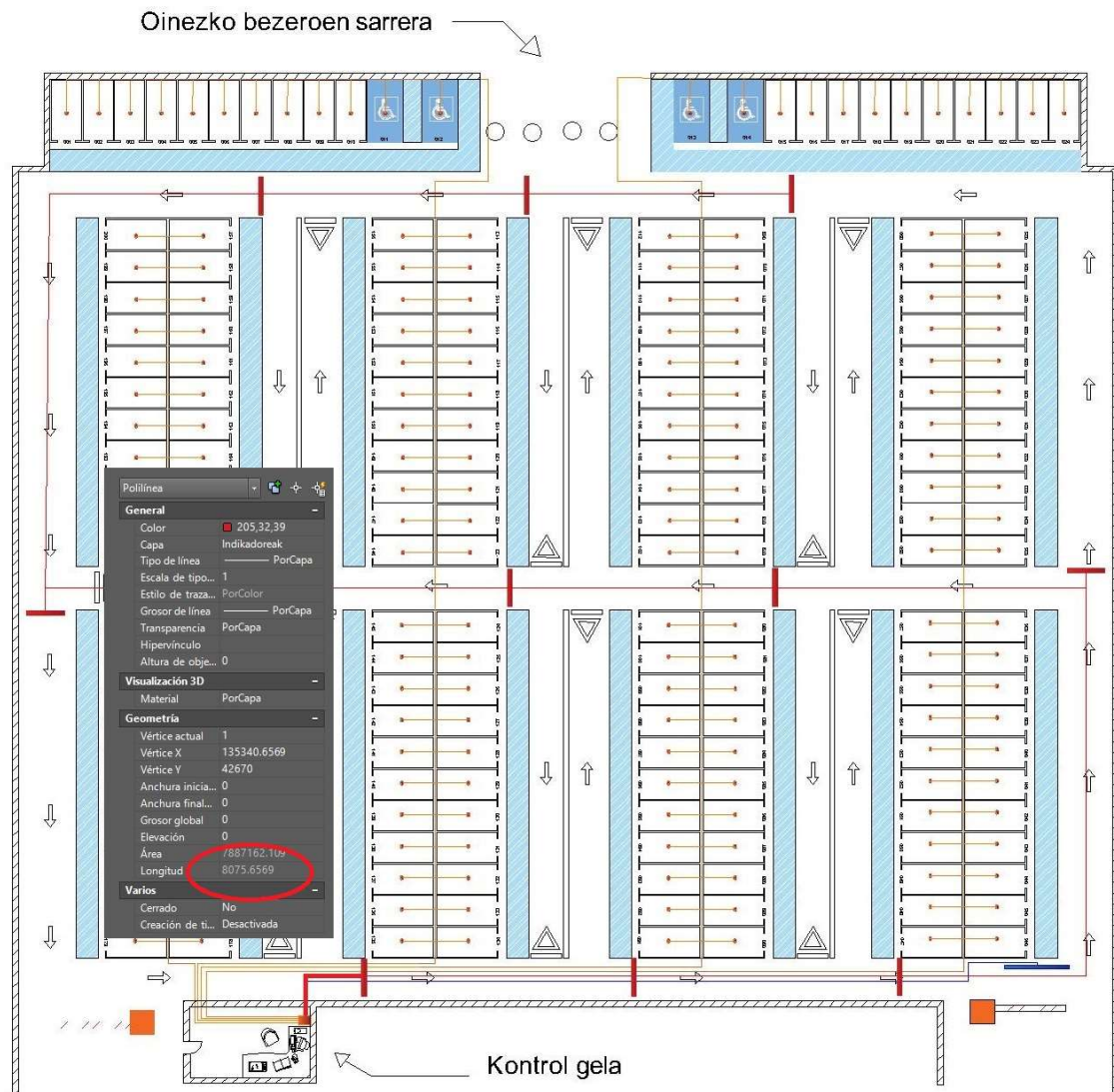
79. irudia. 12. paneletik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.

Hamabigarren paneletik kontrol gelara 524330 mmtako distantzia dagoela ikus daiteke irudiam. Metroan eta gorantz borobilduz, 53 m.



80. irudia. 13. paneletik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.

Hamahirugarren paneletik kontrol gelara 30495 mm daude, metrotan eta gorantz borobilduz 31m.



81. irudia. 14. paneletik kontrol gelarainoko distantzia milimetrotan.

Bukatzeko hamalau paneletik kontrol gelara 8075mm kable daudela adierazten du AutoCadek. Metrotara pasaz 8m.

Beraz, geratzen den bakarra metro kable kopuruak batzea da:

$$281 + 258 + 237 + 189 + 171 \times 2 + 149 \times 2 + 127 \times 2 + 101 + 53 + 31 + 8 = 2052 \text{ m}$$

(44.ekuazioa)

Baina kablea, pare bihurritua denez eta 12 par daudenez, x2 eta x12 egin beharko da:

$$2053 \times 2 \times 12 = 49248 \text{ m} \rightarrow 49.25 \text{ km}$$

(45.ekuazioa)

Kableen kontsumo elektrikoa kalkulatzeko ondoko formula erabiliko da:

$$P_{\text{Panelen kableak}} = \frac{dW}{dT} = \frac{dW}{dT} \cdot \frac{dq}{dq} = \frac{dW}{dq} \cdot \frac{dq}{dT} = V \cdot I = I \cdot I \cdot R = I^2 \cdot R$$

$$P_{\text{Panelen kableak}} = R_{\text{kable}} \cdot I_{\text{kable}}^2$$

(46.ekuazioa)

R_{kable} kalkulatzeko sentsoreen atalean egin den bezala, hurrengo formula erabiltzen da:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{s} = 1.71 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{49248}{0.14 \cdot 10^{-6}} = 6015.3 \Omega = 6.02 \text{ k}\Omega$$

(47.ekuazioa)

ρ eta s berdinak dira, kable modelo berdina erabiliko delako, aldatzen den bakarra l da.

Orain I_{kable} ezagutu behar da. Horretarako, ondoko formulatik abiatuz I isolatu behar da panel bakoitzak kontsumitzen duen intentsitatea kalkulatzeko:

$$P = \frac{dW}{dT} = \frac{dW}{dT} \cdot \frac{dq}{dq} = \frac{dW}{dq} \cdot \frac{dq}{dT} = V \cdot I \rightarrow I = \frac{P}{V}$$

(48.ekuazioa)

P eta V CIRCONTROLen eskuliburuetatik eskuratuko dira. Balio hauei erreparatuz, $P=4.3\text{W}$ dira eta $V=24\text{V}$, beraz, aldagaiak sartzea bakarrik falta da:

$$I_{Kable} = \frac{P}{V} = \frac{4.3}{24} = 0.179A \rightarrow 180 mA$$

(49.ekuazioa)

Ondoko ekuazioa bueltatuz eta jada datuak jakinik, kableen potentziaren kontsumo elektrikoa kalkulatu daiteke:

$$P_{Panelen kableak} = R_{kable} \cdot I_{Kable}^2 = 6015.3 \times 0.179^2 = 194.9 W$$

(50.ekuazioa)

Potentzia honen gehiengoa bero forman galdutako potentzia da.

Bukatzeko, sentsoreen eta kableen potentziak batuz, sentsoreen instalakuntzak kontsumitzen duen potentzia kalkulatu daiteke:

$$P_{PANELEN INSTALAKUNTZA} = 4.3 \times 14 + 194.9 = 255W$$

(51.ekuazioa)

7.6 Kontsumo elektriko totala

Behin atal guztien kontsumo elektrikoa ezaguturik, balio guztiak gehitzea falta da, automatismoaren kontsumo elektriko totala ezagutzeko, ondoren, bezeroak, jakin dezake fakturan zenbateko eragina izan dezakeen automatismoak:

Instalakuntza	Kontsumoa
Sentsoreak	63.13 W
Sarrerako pantaila	23.35 W
Kontrol gelako ordenagailua	241 W
PLC sistema	129 W
Korridoreetako panelak	255 W
Guztira	711.48 W

7. taula. Automatismoaren instalakuntzaren kontsumo elektriko totala.

8. GRAFCETAK

Diseinatutako automatismoak eta sentsoreek momentu errealean parking baten okupazio maila eta plaza ororen egoera kontrolatzea ahalbideratzen dutela frogatzeko, PLCak erabiliko dira non SCADAren bidez aipatutako guztia frogatuko den.

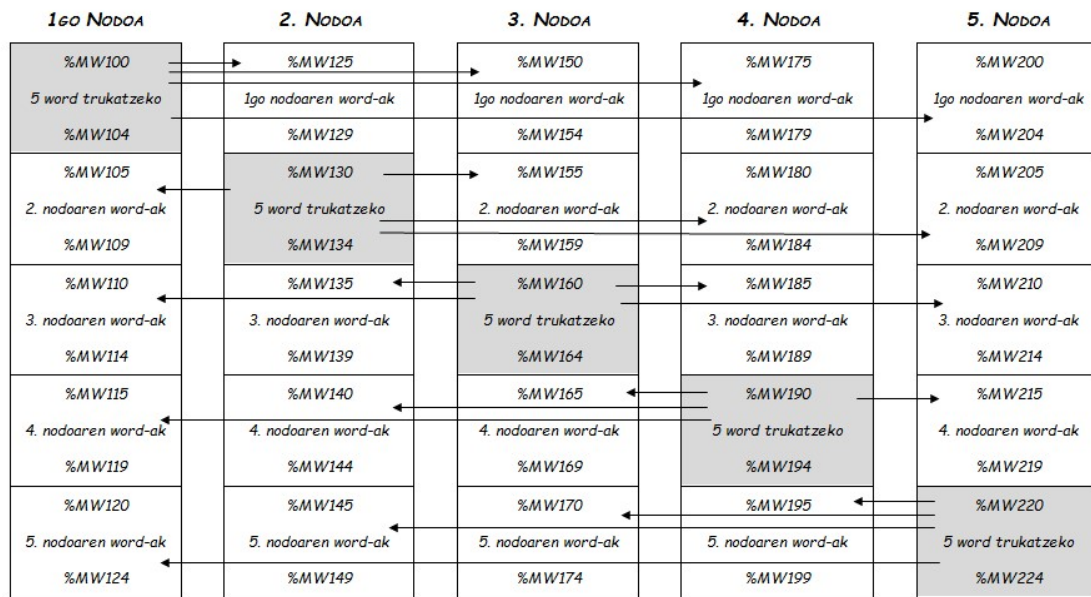
Unibertsitateko laborategiko elkar konektatutako 5 PLCetatik 2 erabiliko dira helburu honetarako. Proiektu honen abantailetakoa bat, bezeroak eskatzen dituen plazetara oso errez moldatu daitekeela da, eta ez dagoela diferentzia handirik 40 plazako supermerkatu txiki baten parking bat kudeatzea ahalbideratzen duen SCADA bat diseinatzea edota 1000 plazako aireportu batena. Argi dago, ezin direla 200 plazan egoerak simulatu, izan ere, laborategiko PLC kopurua ez da nahikoa hainbeste sarrerak kudeatzeko. Ahala ere, 10 plaza simulatuko dira mi PLC elkar komunikatuz.

Atal honetan, automata programatzeko erabiliko diren GRAFCETak, zati konbinazionalak eta sekuentzialak aurkeztuko dira. Horrela, automatismoan parte hartzen duten atal guztien deskribapen bat emango da, ondoren deskribapen hori islatzen duen GRAFCETA aurkeztuz.

8.1 PLC biren arteko elkar komunikazioa

FIPWAY sarea erabiliz, automata biren arteko komunikazioa ezarriko da, taula konpartituak zerbitzua erabiliz. Taula konpartituak zerbitzuak, word taula baten elkartrukea ahalbidetzen du. Word bakoitzak 16 bit izango ditu eta bit bakoitzak egoera bati buruzko informazioa elkar trukatzeko adierazteko erabiliko da, adibidez, 1. PLCak bigarrenari zenbatgarren etapan dagoen edo bigarrenak lehenengoari zein sarrera aktibatuta duen.

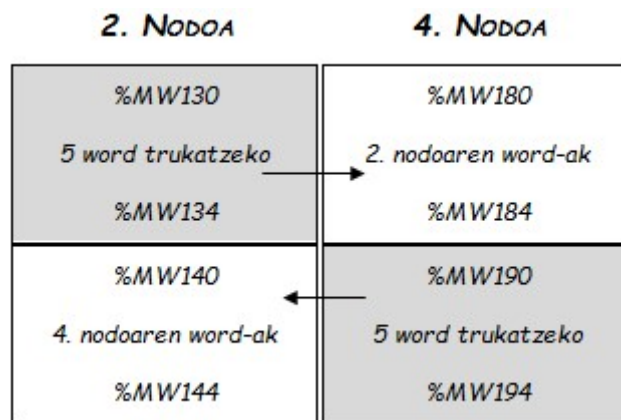
FIPWAY sarea osatzen duen PLC bakoitzak nodo bat osatuko du. Wordak etengabe egongo dira elkar banatzen. Informazioa heldu behar den nodora helduko dela ziurtatzeko aldagaiei direktio zuzenak eman behar zaizkio. Horretarako hurrengo taula erabiltzen da:



82. irudia. Nodoen arteko komunikazioan aldagaiek zein direkzio izan behar duten adierazten duen taula.

Proiektu honetan bi nodo bakarrik erabiliko dira, bigarrena eta laugarrena.

Beraz taula ondorengora laburbilduko da:



83. irudia. 2. eta 4. Nodoen arteko komunikazioan aldagaiek zein direkzio izan behar duten adierazten duen taula.

Gauzak horrela, 2. nodoko PLCeko %MW130, %MW131, %MW132, %MW133 eta %MW134 word-ak, 4. nodoan %MW180, %MW181, %MW182, %MW183 eta %MW184 direkzioa izango dute eta 4. nodoko %MW190, %MW191, %MW192, %MW193 eta %MW194 word-ak, 2. nodoan %MW140, %MW141, %MW142, %MW143 eta %MW144.

Esan bezala word bakoitza 16 bitez osaturik dago. Adibide bezala %MW130 worda hartzen bada, honako hauek izango dira bere bitek hartzen duten direkzioa:

- %MW130:X0
- %MW130:X1
- %MW130:X2
- %MW130:X3
- %MW130:X4
- %MW130:X5
- %MW130:X6
- %MW130:X7
- %MW130:X8
- %MW130:X9
- %MW130:X10
- %MW130:X11
- %MW130:X12
- %MW130:X13
- %MW130:X14

4. nodoko PLCari, PLC1 deituko zaio eta bigarrenkoari berriz PLC2. PLC1ean SCADA ikusiko da eta PLC2aren interruptoreekin plazen egoerak simulatuko dira:

- 0.interruptorea: 03. plaza simulatuko du. OFF= libre. ON=okupatuta.
- 1.interruptorea: 12. plaza simulatuko du. OFF= libre. ON=okupatuta.
- 2.interruptorea: 16. plaza simulatuko du. OFF= libre. ON=okupatuta.
- 3.interruptorea: 17. plaza simulatuko du. OFF= libre. ON=okupatuta.
- 4.interruptorea: 21. plaza simulatuko du. OFF= libre. ON=okupatuta.
- 5.interruptorea: 24. plaza simulatuko du. OFF= libre. ON=okupatuta.
- 6.interruptorea: 27. plaza simulatuko du. OFF= libre. ON=okupatuta.
- 7.interruptorea: 29. plaza simulatuko du. OFF= libre. ON=okupatuta.
- 8.interruptorea: 33. plaza simulatuko du. OFF= libre. ON=okupatuta.
- 9.interruptorea: 39. plaza simulatuko du. OFF= libre. ON=okupatuta.

Direkzio bakoitzari aldagai bat esleitu dakiokenez, egoera honetaz baliatuz, elkar banatu beharreko aldagai bakoitzari direkzio bat esleituko zaio. Direkzio hauek ondorengo taulan adierazten da:

ALDAGAIA	PLC2 - 2. nodoko direkzioa	PLC1 - 4. nodoan direkzioa
%I1.0	%MW130:X0	%MW180:X0
%I1.1	%MW130:X1	%MW180:X1
%I1.2	%MW130:X2	%MW180:X2
%I1.3	%MW130:X3	%MW180:X3
%I1.4	%MW130:X4	%MW180:X4
%I1.5	%MW130:X5	%MW180:X5
%I1.6	%MW130:X6	%MW180:X6
%I1.7	%MW130:X7	%MW180:X7
%I1.8	%MW130:X8	%MW180:X8
%I1.9	%MW130:X9	%MW180:X9

8. taula. PLC2ko aldagaien direkzioek, PLC1en izango duten direkzioa.

Era berean, PLC1k, PLC2ri informazioa bidaltzea nahi denez, aldagaiei direkzioak esleitu behar zaizkie antzeko taula bat sortuz:

ALDAGAIA	PLC1 - 4. nodoko direkzioa	PLC2 - 2. nodoan direkzioa
%X1	%MW190:X1	%MW180:X1
%X2	%MW190:X2	%MW180:X2
%X4	%MW190:X4	%MW180:X4
%X5	%MW190:X5	%MW180:X5

9. taula. PLC1ko aldagaien direkzioek, PLC2en izango duten direkzioa.

8.2 Sarrera, irteerak eta barneko aldagaiak

Garrantzitsua da GRAFCETak egiten hasi baino lehen erabiliko diren sarrera, irteerak eta barneko akzioak definitzea.

Hauek izango dira automatik jakoko dituen sarrerak eta azalpen labur bat:

- **marcha:** automatismoa martxan jartzeko erabiliko da.
- **automatiko:** balore logiko altua duenean funtzionamendu automatikoan funtzionatuko du automatismoak. Balore logiko baxuarekin berriz, eskuzko funtzionamenduan.
- **run:** behin hasierako baldintzak bete diren, hasierako geldialdian egongo da automatismoa itxaroten run etengailuari lanean hasteko.
- **sar_det1:** sarrerako barrerara kotxe bat heldu dela detektatzen duen detektagailua.
- **sar_det2:** sarrerako barreratik kotxe bat pasa dela detektatzen duen detektagailua. Sentsorea, nahiko hurbil dago barreratik, beraz sar_det2 aktibatuta dagoenean kotxearen zati bat oraindik barrera azpian dagoela esan nahi du.
- **irt_det1:** irteerako barrerara kotxe bat heldu dela detektatzen duen detektagailua.
- **irt_det2:** sarrerako barreratik kotxe bat pasa dela detektatzen duen detektagailua. Sentsorea, nahiko hurbil dago barreratik, beraz irt_det2 aktibatuta dagoenean kotxearen zati bat oraindik barrera azpian dagoela esan nahi du.
- **sar_bar_goian:** sarrerako barrera goian dagoela detektatzen du balore logiko altua hartzen duenean.

- sar_bar_behean: sarrerako barrera behean dagoela detektatzen du balore logiko altua hartzen duenean.
- irt_bar_goian: irteerako barrera goian dagoela detektatzen du balore logiko altua hartzen duenean
- irt_bar_behean: irteerako barrera behean dagoela detektatzen du balore logiko altua hartzen duenean.
- aterata: erabiltzaileak ticketa atera duela detektatzen du.
- onartuta: erabiltzaileak ticketa ordaindu duela adierazten du.
- ticketa_inpr: ticketa inprimatzeko agindua ematen du
- al: operarioak alarma pultsagailuari eman diola detektatzen du.
- r: behin larrialdia bukatu denean, eskuzko errearmearen burutu dela adierazten du
- stop: 21:00ak direnean, operarioak parkinga itxi behar dela stop pultsagailu batekin adierazten du.
- eskuzko_igo_sar_bar: eskuzko funtzionamenduan sarrerako barrera igotzeko agindua emango du.
- eskuzko_igo_irt_bar: eskuzko funtzionamenduan irteerako barrera igotzeko agindua emango du.
- det03: 03. plazako egoera adierazten du. Off libre eta on okupaturik.
- det12: 12. plazako egoera adierazten du. Off libre eta on okupaturik.
- det16: 16. plazako egoera adierazten du. Off libre eta on okupaturik.
- det17: 17. plazako egoera adierazten du. Off libre eta on okupaturik.
- det21: 21. plazako egoera adierazten du. Off libre eta on okupaturik.
- det24: 24. plazako egoera adierazten du. Off libre eta on okupaturik.
- det27: 27. plazako egoera adierazten du. Off libre eta on okupaturik.
- det29: 29. plazako egoera adierazten du. Off libre eta on okupaturik.
- det33: 33. plazako egoera adierazten du. Off libre eta on okupaturik.
- det39: 39. plazako egoera adierazten du. Off libre eta on okupaturik.

Hauek dira automataren irteerako seinaleak eta dagokien azalpena:

- igo_sar_bar: sarrerako barrera igotzeko agindua ematen du.
- jaitsi_sar_bar: sarrerako barrera jaisteko agindua ematen du.

- igo_irt_bar: irteerako barrera igotzeko agindua ematen du.
- jaitsi_irt_bar: irteerako barrera jaisteko agindua ematen du.
- inprimatu: ticketa inprimatzeko agindua ematen du.
- sar_sem_gor: sarrerako semaforoa gorri jartzen duen agindua.
- sar_sem_ber: sarrerako semaforoa berde jartzeko agindua ematen du
- irt_sem_ber: irteerako semaforoa berde jartzeko agindua ematen du.
- irt_sem_gor: irteerako semaforoa gorri jartzen duen agindua.
- parking_beteta: 200 plazak okupaturik daudenean, sarrerako pantailan mezu bat agertzeko agindua ematen du.
- ticketa_imp: ticketa inprimatzeko agindua ematen du
- parkinga_itxita: parkinga itxita dagoenaren mezua sarrerako pantailan agertzeko agindua ematen duen seinalea.
- sent_ener_eten: larrialdi bat dagoenean etengailu bati zabaltzeko agindua ematen dion seinalea. Etengailu honek, sentsore, panel eta pantailaren energia emaria eteten du.
- alarma: alarma akustiko bat martxan jarriko da bezeroei larrialdi bat dagoela adierazteko.

Bukatzeko, erabiliko diren barneko akzioak:

konttot: parkingeko plaza libreak konttatzen ditu.

kontelb: parkingeko elbarrituentzako plaza libreak adierazten ditu

t1: 1 segundo kontatzeko erabiliko den tenporizadorea.

t2: 2 segundo kontatzeko erabiliko den tenporizadorea.

8.3. GRAFCET-ak

Hurrengo GRAFCET-ak parkingaren okupazio maila denbora errealean kontrolatzea ahalbideratzen du. Helburua, kotxeak sartzen joan ahala okupazio maila pantaila batean ikustea, sarrera eta irteerako barrerak ere kontrolatzeaz aparte, larrialdiak ere kudeatuko ditu.

8.3.1 GRAFCET orokorra

GRAFCET orokorrak, beste GRAFCET guztiak kontrolatzen ditu. Bertan eskuzko funtzionamendua zein funtzionamendu automatikoa aukeratu daiteke.

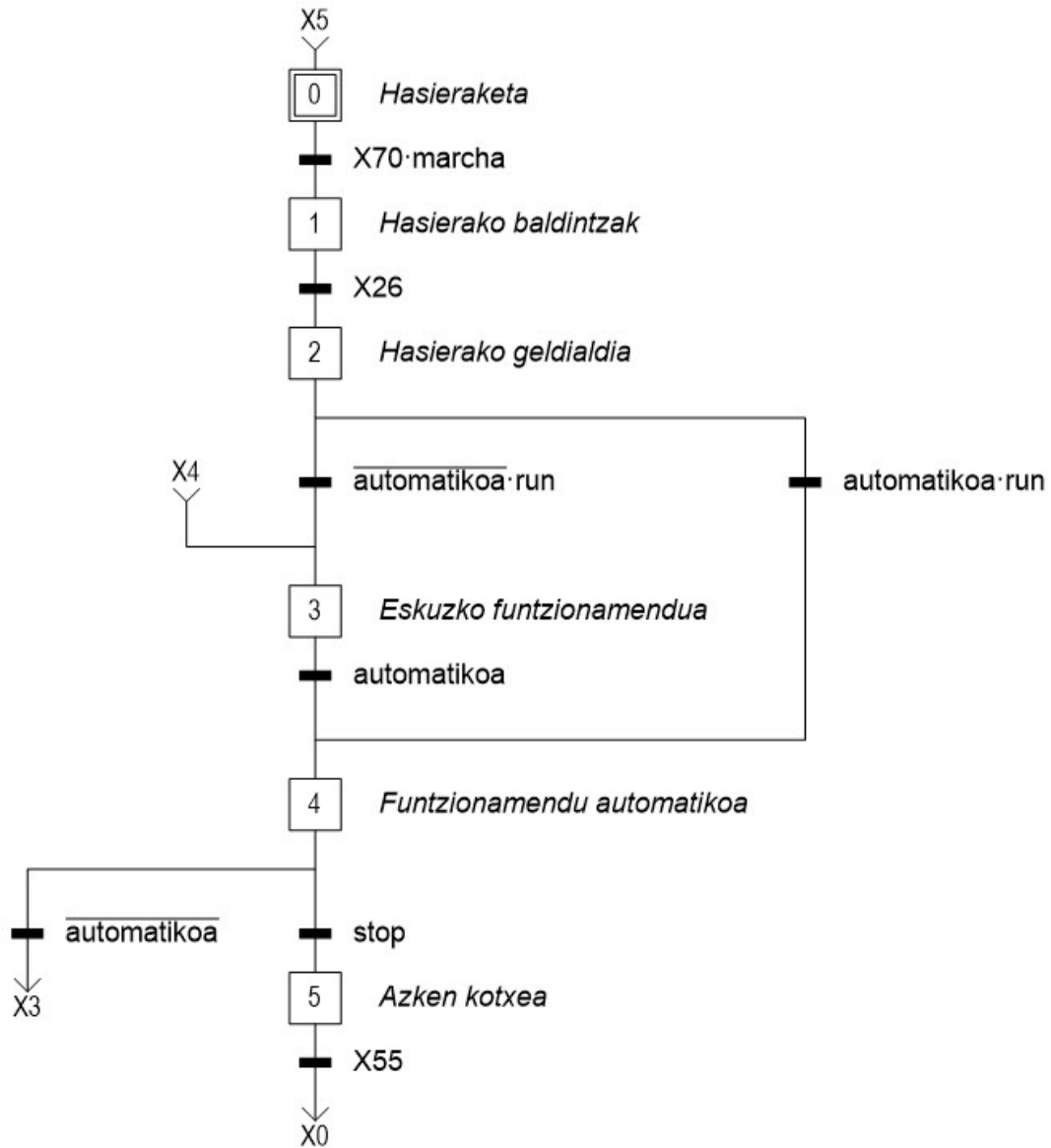
Suposatuko da merkatal-guneko ordutegia 9:00etatik, 21:00ra dela. Kontrol gelara operarioa heltzen da, automatismoa martxan jartzeko **marcha** botoia sakatuko du eta larrialdirik ez badago, automatismoak hasierako baldintza batzuk bete behar ditu.

Hasierako baldintza hauek betetzean, "Hasierako geldialdia" etapan itxaroten egongo da **run** botoia pultsatu arte, orduan operarioak eskuzko funtzionamendua edo funtzionamendu automatikoa aukeratu beharko du. Funtzionamendu automatikoa izango da ohizko funtzionamendu mota, ahala ere, eskuzko funtzionamendua probak egiteko balio du, adibidez, sarrerako eta irteerako barrerak ondo dabilzala frogatzeko.

Era horretan lanean egongo da funtzionamendu mota aldatzen den arte (automatikotik eskuzkora edo eskuzkotik automatikora).

Merkatal-gunea ixteko ordua heltzen denean (21:00) **stop** botoia sakatzen da, orduan ez dira kotxe gehiago pasatzen utziko eta irteerako barrera bakarrik funtzionatuko du.

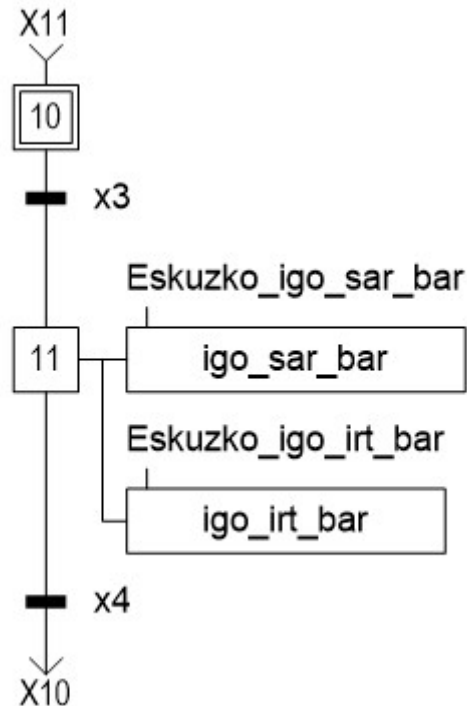
Edozein momentutan larrialdi bat gertatzen bada **al** botoia sakatuko da, larrialdia kudeatzera pasako da sistema automatikoki.



84. irudia. GRAFCET orokorra. SFC Edit 13.

8.3.2 Eskuzko funtzionamendua

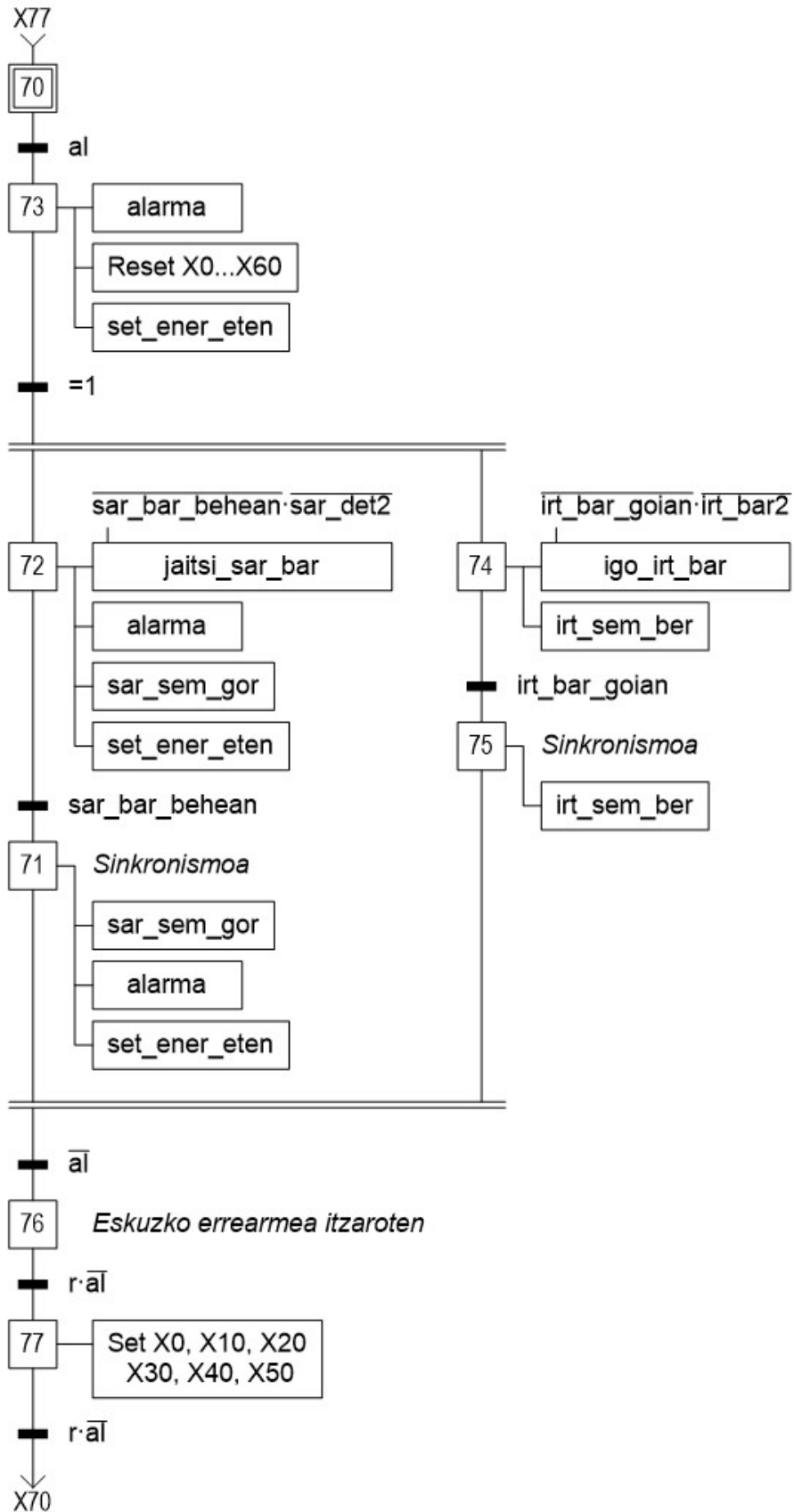
Eskuzko funtzionamenduaren bidez operarioak frogak egin ditzake dena ondo doala ziurtatzeko, adibidez, sarrerako eta irteerako barrerak igo edota jaitsi. Ez da izango ohiko funtzionamendua, normalean funtzionamendu automatikoan funtzionatuko du.



85. irudia. Eskuzko funtzionamendua. SFC Edit 13.

8.3.3 Larrialdiaren kudeaketa

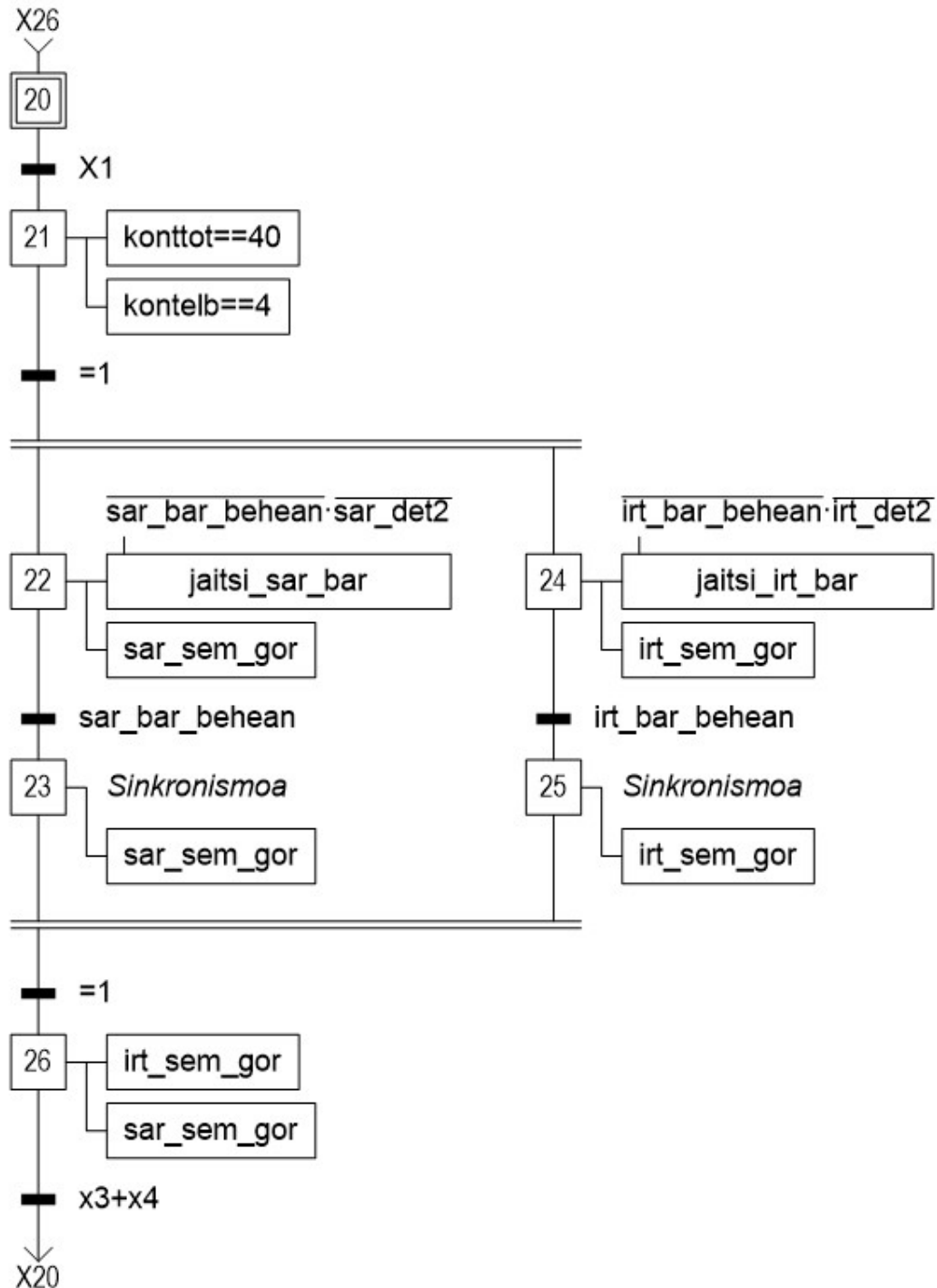
AI botoia sakatzean larrialdiaren kudeaketei dagozkien GRAFCET-a izan ezik, beste guztia erreseteatuko dira. Alarma akustiko bat entzungo da parking osoan eta sentsore, panel eta sarrerako pantailei elektrizitatea hornitzeari utziko zaie. Gainera sarrerako langa itxita mantendu beharko da, kotxe gehiago ez sartzeko eta irteerako zabalik mantendu pertsonen ebakuazioari laguntzeko. Larrialdia bukatu denean eta eskuzko errearme gauzatu denean, hasieratik hasiko da automatismoa funtzionatzen.



86. irudia. Larrialdia kudeatzen duen GRAFCET-a. SFC Edit 13.

8.3.4 Hasierako baldintzak

Hasieran parkinga utzik egon behar da, beraz, kontagailu =40 eta 0=4 egon behar dira. Irteera eta sarrerako barrerak jaitzita egongo dira. Bi semaforoak gorri mantendu behar dira. Egoera horretan mantenduko dira X3 edo X4 egoerara pasa arte.



8.3.5 Sarrerako barrera

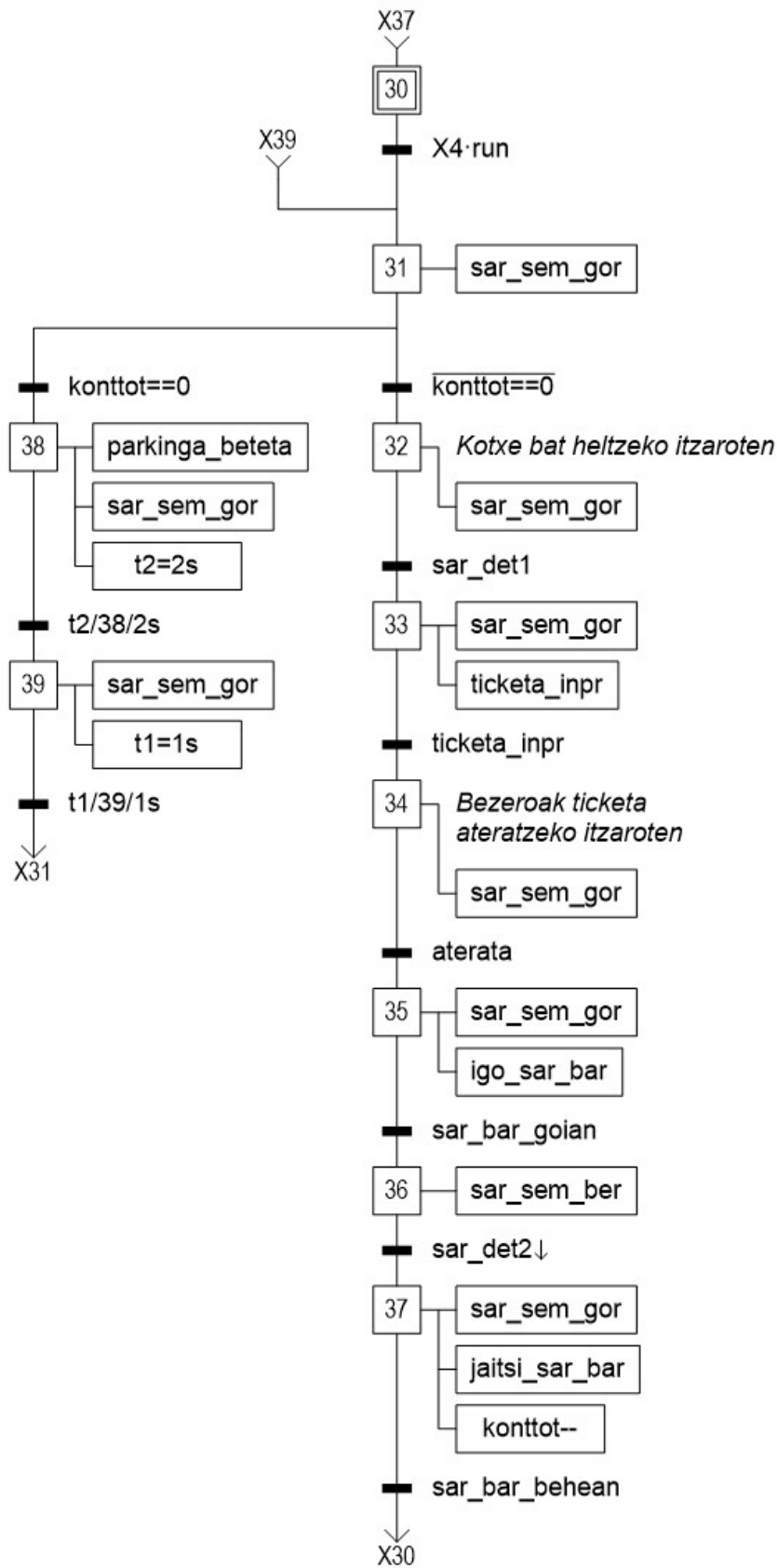
Sarrerako barrerak kotxeak parkingean sartzea ahalbideratzen du. Kotxe bat heltzen denean *sar_det1* detektoreak egoera hau detektatuko du. Momentu horretan ticketa inprimatzeko agindua bidaltzen da automatiko.

Ticketa inprimatzen den segundo horietan, bezeroak, sarreran duen pantailan, zein areak duen kotxe dentsitate baxuena ikus dezake zuzenean horietara joateko eta dentsitate altuko areak saihesteko.

Ticketa inprimatu denean **ticketa_inprimatuta** seinaleak balore logiko altua izango du eta gidariak ticketa ateratzerakoan, *ticketa_aterata* seinalea bidali beharko da.

Orduan sarrerako barrera igo ahalko da bezeroa sartu ahal izateko **igo_sar_bar** aginduaren bidez. *sar_bar_goian* detektagailua sarrerako barra goian dagoela adierazten du. Gidariak kotxea sarreratik pasak da orduan eta egoera hau detektuko du *sar_det2* detektagailuak. Beheranzko flanko erabiltzea gomendagarria da, izan ere kotxea luzeegia bada, baliteke bigarren detektorea aktibatuta egotea baina kotxearen zati bat barrera azpian egotea oraindik. Momentu horretan **jaitsi_sar_bar** agindua emango da *sar_bar_behean* seinalea aktibatu arte

Ez dira kotxeak sartzen utziko baldin eta konttot=0 bada, beraz ez da ez ticketa inprimatu behar eta barrera blokeaturik geratuko da kont_tot<0 izan arte.



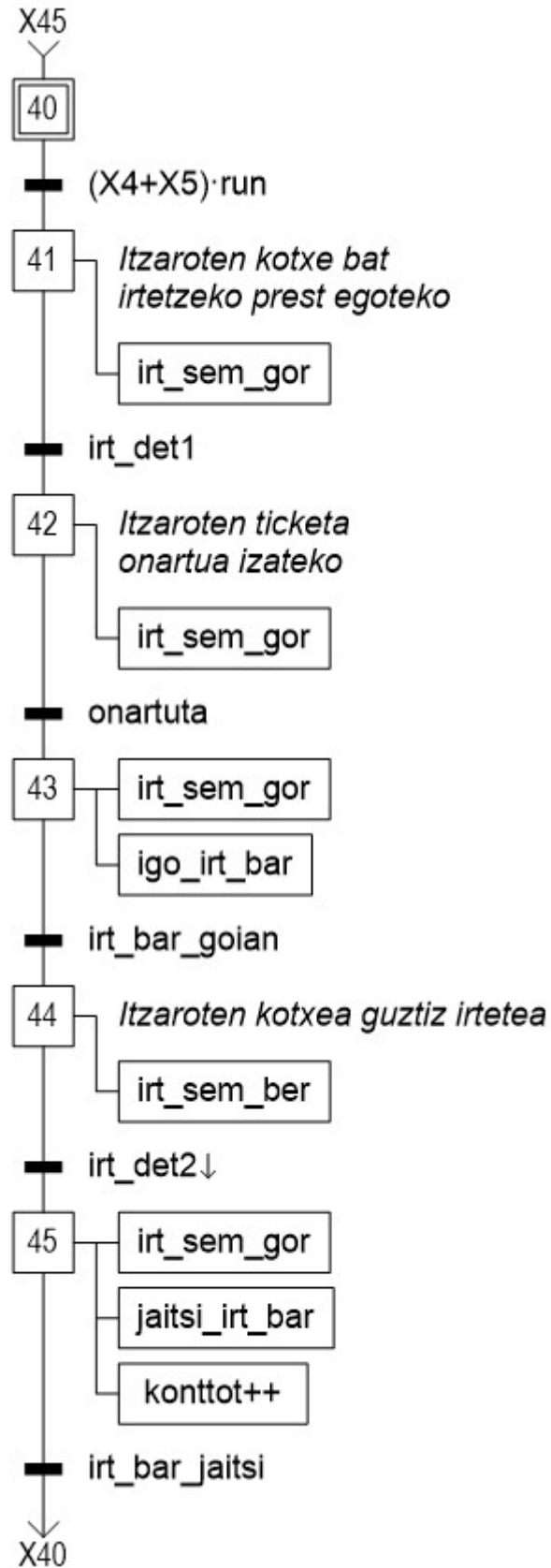
88. irudia. Sarrerako barrera kontrolatzen duen GRAFCEt-a. SFC Edit 13.

8.3.6 Irteerako barrera

Kotxe batek parkinga uzteko, irteerako barreratik pasa beharko da. Aldez aurretik erabiltzaileak ticketa ordaindu behar izan du supermerkatuak edo aireportuak eskaintzen duten makinetan. Kotxera igo eta irteerara hurbilduko da. *det_irt1* detektoreak kotxe bat irteteko prest dagoela adierazten du. Erabiltzaileak ticketa sartuko du. Sistemak ordainketa eginda dagoela determinatuko du *onartuta* seinalearekin.

Orduan *igo_irt_bar* agindua emango da barrera igotzeko. *irt_bar_goian* irteerako barrera goian dagoela adierazi du. *irt_det2*↓ kotxea irteerako barreratik guztiz irten dela determinatzen du, beraz, barrera jaitsi daiteke *jaitsi_irt_bar* aginduarekin. *irt_bar_behean* seinaleak adierazten du irteera barrera behean dagoela. Irteerako semaforoa gorri jarriko da.

Ordainketa ez bada egin ez da barrera igoko ezta semaforoa berde jarriko.



8.3.7 Azken kotxea

21:00ak heltzen direnean, parkinga ixteko ordua heltzen da. **stop** pultsagailuaren bidez operarioak parkinga ixteko ordua heldu dela komunikatzen dio automatismoari.

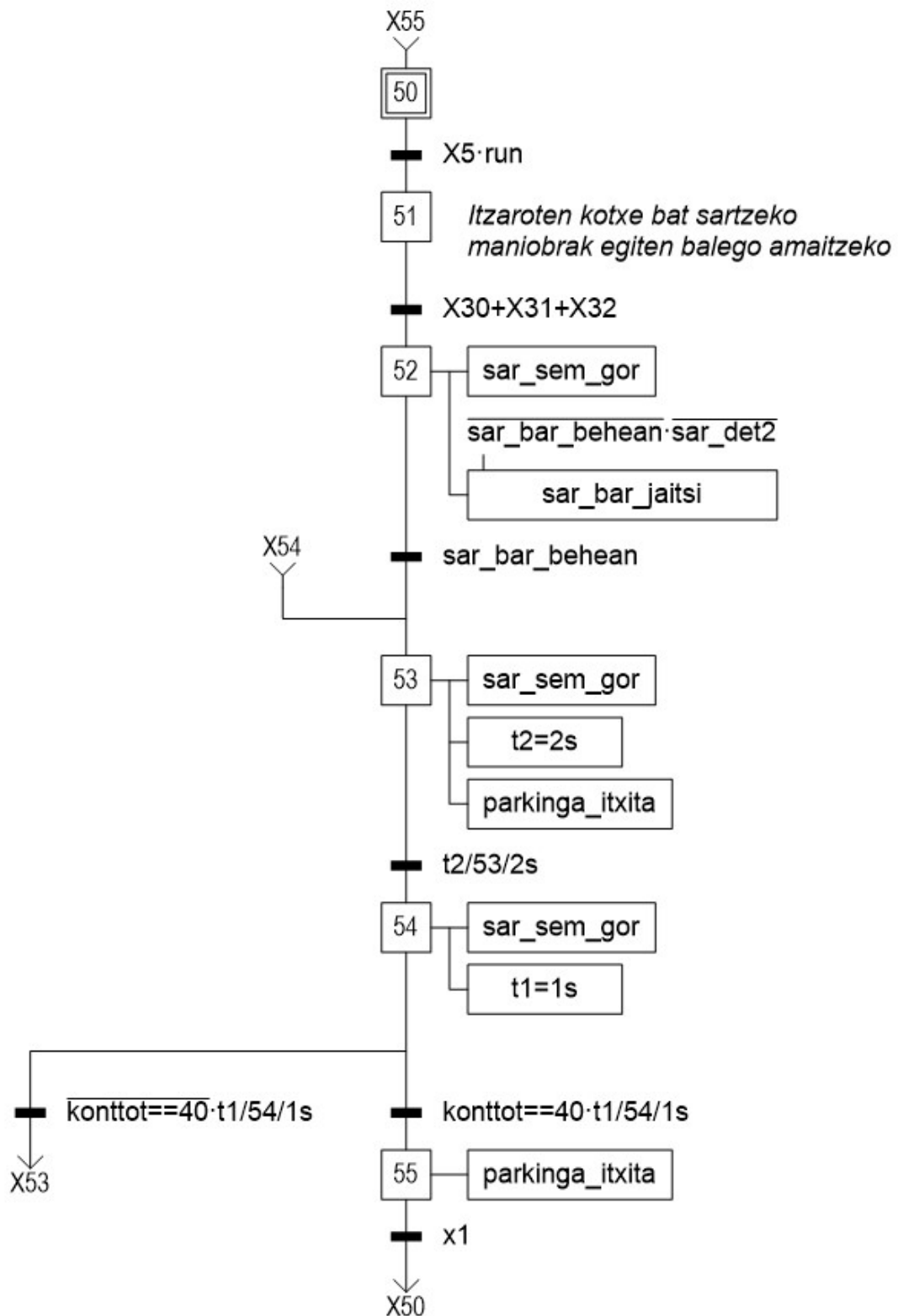
Momentu horretatik aurrera, ez da kotxe gehiagorik pasatzen utziko. Ahala ere, justu momentu horretan kotxe bat barrera azpitik pasatzen badago edo ticketa inprimatzeko itxaroten balego, bezero horri sartzen utziko zaio.

Operarioak, kontrol gelatik kameren bidez ikus dezake kotxeren bat dagoen ala ez sartzeko operazioak egiten, eta baten bat balego, itxaron beharko du sartzeko operazioa bukatu arte **stop** botoia sakatzeko. Ahala ere, segurtasuna areagotzeko eta hanka sarteak ekiditeko nahiarekin, automatismoak berak ez du parkinga ixteko akziorik egingo, ziurtatu arte ez dagoela kotxerik barrera azpian edo sartzeko operazioak egiten (ticketa inprimatzeko itxaroten, adibidez), egoera hau 30, 31 edo 32. etapetan emango da.

Etapeta hauetako dagoenean bakarrik has daiteke parkinga usteko operazioak.

Sarrerako barrera behean mantendu behar da eta semaforoa gorri. Pantailan "PARKINGA ITXITA" mezua agertuko da parkinga hutsitu arte. Parkinga ez da hustuta egongo $\overline{\text{konttot} == 0}$ den bitartean.

Parkinga kotxez guztiz hustu denean ($\text{konttot}==0$) PARKINGA ITXITA mezua agertuko da, parkinga berriz ere hurrengo goizean zabaldu arte **marcha** botoia sakatzen denean.



90. irudia. Azken kotxearen sarrera kontrolatzen duen GRAFCET-a. SFC Edit 13.

8.4 Zati sekuentziala

8.4.1 Esleipen Taula

Sarrerak PLC1en

Izena	Direkzioa	Azalpena
Marcha	%I1.0	Automatismoa martxan jartzeko erabiliko da. Balore logiko baxua duenenen stoparen funtzioa egingo du.
Automatikoa	%I1.1	Balore logiko altua duenean funtzionamendu automatikoan funtzionatuko du automatismoak. Balore logiko baxuarekin berriz, eskuzko funtzionamenduan.
Run	%I1.2	Behin hasierako baldintzak bete diren, hasierako geldialdian egongo da automatismoa itxaroten run etengailuari lanean hasteko.
Sar_det1	%I1.3	Sarrerako barrerara kotxe bat heldu dela detektatzen duen detektagailua.
Sar_det2	%I1.4	Sarrerako barreratik kotxe bat pasa dela detektatzen duen detektagailua. Sentsorea, nahiko hurbil dago barreratik, beraz sar_det2 aktibatuta dagoenean kotxearen zati bat oraindik barrera azpian dagoela esan nahi du.
Irt_det1	%I1.5	Irteerako barrerara kotxe bat heldu dela detektatzen duen detektagailua.
Irt_det2	%I1.6	Sarrerako barreratik kotxe bat pasa dela detektatzen duen detektagailua. Sentsorea, nahiko hurbil dago barreratik, beraz irt_det2 aktibatuta dagoenean kotxearen zati bat oraindik barrera azpian dagoela esan nahi du.
Sar_bar_goian	%I1.7	Sarrerako barrera goian dagoela detektatzen du balore logiko altua hartzen duenean.
Sar_bar_behean	%I1.8	Sarrerako barrera behean dagoela detektatzen du balore logiko altua hartzen duenean.
Irt_bar_goian	%I1.9	Irteerako barrera goian dagoela detektatzen du balore logiko altua hartzen duenean.
Irt_bar_behean	%I1.10	Irteerako barrera behean dagoela detektatzen du balore logiko altua hartzen duenean.
Aterata	%I1.11	Erabiltzaileak ticketa atera duela detektatzen du.
Onartuta	%I1.12	Erabiltzaileak ticketa ordaindu duela adierazten du.
Ticketa_inpr	%I1.13	Ticketa inprimatzeko agindua ematen du
Al	%I1.14	Operarioak alarma pultsagailuari eman diola detektatzen du.
Erre	%I1.15	Behin larrialdia bukatu denean, eskuzko errearmea burutu dela adierazten du

10. taula. PLC1-en sarreraren esleipen taula.

Sarrerak PLC1en

Izena	Direkzioa	Azalpena
Det03	%I1.0	03.plazako egoera adierazten du. Off libre eta on okupaturik.
Det12	%I1.1	12.plazako egoera adierazten du. Off libre eta on okupaturik.
Det16	%I1.2	16.plazako egoera adierazten du. Off libre eta on okupaturik.
Det17	%I1.3	17.plazako egoera adierazten du. Off libre eta on okupaturik.
Det21	%I1.4	21.plazako egoera adierazten du. Off libre eta on okupaturik.
Det24	%I1.5	24.plazako egoera adierazten du. Off libre eta on okupaturik.
Det27	%I1.6	27.plazako egoera adierazten du. Off libre eta on okupaturik.
Det29	%I1.7	29.plazako egoera adierazten du. Off libre eta on okupaturik.
Det33	%I1.8	33.plazako egoera adierazten du. Off libre eta on okupaturik.
Det39	%I1.9	39.plazako egoera adierazten du. Off libre eta on okupaturik.
Stop	%I1.10	Stop botoia sakatu dela adierazten du.

11. taula. PLC2-en sarreraren esleipen taula.

Irteerak

Izena	Direkzioa	Azalpena
Igo_sar_bar	%Q2.0	Sarrerako barrera igotzeko agindua ematen du.
Jaitsi_sar_bar	%Q2.1	Sarrerako barrera jaisteko agindua ematen du.
Igo_irt_bar	%Q2.2	Irteerako barrera igotzeko agindua ematen du.
Jaitsi_irt_bar	%Q2.3	Irteerako barrera jaisteko agindua ematen du.
Inprimatu	%Q2.4	Ticketa inprimatzeko agindua ematen du.
Sar_sem_gor	%Q2.5	Sarrerako semaforoa gorri jartzen duen agindua.
Sar_sem_ber	%Q2.6	Sarrerako semaforoa berde jartzeko agindua ematen du.
Irt_sem_ber	%Q2.7	Irteerako semaforoa berde jartzeko agindua ematen du.
Irt_sem_gor	%Q2.8	Irteerako semaforoa gorri jartzen duen agindua.
Parkinga_beteta	%Q2.9	200 plazak okupaturik daudenean, sarrerako pantailan mezu bat agertzeko agindua ematen du.
Ticketa_inprimatu	%Q2.10	Ticketa inprimatzeko agindua ematen du.
Parkinga_itxita	%Q2.11	Parkinga itxita dagoenaren mezua sarrerako pantailan agertzeko agindua ematen duen seinalea.
Sent_ener_eten	%Q2.12	Larrialdi bat dagoenean etengailu bati zabaltzeko agindua ematen dion seinalea. Etengailu honek, sentore, panel eta pantailaren energia emaria eteten du.
Alarma	%Q2.13	Alarma akustiko bat martxan jarriko da bezeroei larrialdi bat dagoela adierazteko.

12. taula. Irteeren esleipen taula.

Barneko akzioak

Izena	Direkzioa	Azalpena
T1	TM1	Segundo 1 kontatzeko erabiltzen da.
T2	TM2	2 segundo kontatzeko erabiltzen da.

13. taula. Barneko akzioen esleipen taula.

8.4.2 SET/RESET taulak

Grafcet orokorra

Etapa	SET	RESET
X0	X5·X60	X1
X1	X0·X70·marcha	X2
X2	X1·X26	X3+X4
X3	X2· <i>automatikoa</i> ·run + X4· <i>automatikoa</i>	X4
X4	X3· <i>automatikoa</i> + X2· <i>automatikoa</i> ·run	X5+X3
X5	X4·stop	X0

14. taula. GRAFCET orokorraren SET/RESET taula.

Eskuzko funtzionamendua

Etapa	SET	RESET
X10	X11·X4	X11
X11	X10·X3	X10

15. taula. Eskuzko funtzionamenduaren SET/RESET taula.

Hasierako baldintzak

Etapa	SET	RESET
X20	X26	X21
X21	X20·X1	X22·X24
X22	X21	X23
X23	X22·sar_bar_behean	X26
X24	X21	X25
X25	X25·irt_bar_behean	X26
X26	X23·X25	X20

16. taula. Hasierako baldintzen SET/RESET taula.

Sarrerako barrera

Etapa	SET	RESET
X30	X37·sar_bar_behean	X31
X31	X30·X4·run	X32 + X38
X32	X31·konttot = 200 + X39·T1/39/1s	X33
X33	X32·sar_det1	X34
X34	X33·ticketa_inpr	X35
X35	X34·aterata	X36
X36	X35·sar_bar_goian	X37
X37	X36·sar_det2↓	X30
X38	X31·konttot=200	X39
X39	X38·T2/38/2s	X31

17. taula. Sarrerako barreraren SET/RESET taula.

Irteerako barrera

Etapa	SET	RESET
X40	X45·irt_bar_behean	X41
X41	X40·(X4+X5)·run	X42
X42	X41·irt_det1	X43
X43	X42·onartuta	X44
X44	X43·irt_bar_goian	X45
X45	X44·irt_det2↓	X40

18. taula. Irteerako barreraren SET/RESET taula.

Azken kotxea

Etapa	SET	RESET
X50	X55	X51
X51	X50·X5	X52
X52	X51·(X30+X31+X32)	X53
X53	X52·sar_bar_behean+ X54·konttot = 0·T1/54/1s	X54
X54	X53·T2/53/2s	X55+X53
X55	X54·konttot=0·T1/54/1s	X50

19. taula. Azken kotxearen SET/RESET taula.

Larrialdiaren kudeaketa

Etapa	SET	RESET
X70	X77	X71
X71	X70·al	X72·X74
X72	X71	X73
X73	X72·sar_bar_behean	X76
X74	X71	X75
X75	X74·irt_bar_behean	X76
X76	X73·X75· $\bar{a}l$	X77
X77	X76·r· $\bar{a}l$	X70

20. taula. Larrialdi kudeaketaren SET/RESET taula.

- igo_sar_bar: X11+X35
- jaitsi_sar_bar: $X72 \cdot \overline{\text{sar_bar_behea}} + X22 \cdot \overline{\text{sar_bar_behean}} \cdot \overline{\text{sar_det2}} + X37 + X52 \cdot \overline{\text{sar_bar_beh}}$
- igo_irt_bar: X11 + $X74 \cdot \overline{\text{irt_bar_goian}} + X43$
- jaitsi_irt_bar: $X24 \cdot \overline{\text{irt_bar_behean}} \cdot \overline{\text{irt_det2}} + X45$
- ticketa_inpr: X33
- sar_sem_gor: X72 + X73 + X22 + X23 + X26 + X31 + X32 + X33 + X34 + X35 + X37 + X38 + X39 + X52 + X53 + X54
- sar_sem_ber: X36
- irt_sem_ber: X74 + X75 + X44
- irt_sem_gor: X24 + X25 + X26 + X41 + X42 + X43 + X45
- parking_beteta: X38
- parkinga_itxita: X55 + X53
- sent_ener_eten: X71 + X72 + X73
- alarma: X71 + X72 + X73

8.5 Automaten programazioa

Behin GRAFCETak, esleipen taulak eta set/reset taulak osatuta, automatak programa daitezke PL7 PRO softwarearen bidez.

Bi programa egingo dira, bata PLC1entzako eta bestea PLC2arentzat. PLC1 laugarren nodoan dagoena izango da eta bertan SCADA diseinatuko da, non denbora errealean plazen egoera kontrolatu ahalko den. Bigarren automata programagarrian, plazen egoera simulatuko da hauek, okupaturik edo libre egon daitezkeelarik. PLC2ren sarreretan

ematen diren aldaketak interruptoreen bidez, PLC1eko SACADAn ikusgarria izango da.

8.5.1 Automaten konfigurazioa

PL7 PRO softwarea zabalik dagoelarik, lehengo urratsa PCari konektatu nahi zaion hardwarea konfiguratzea da. Kasu honetan TSX MICRO 3722 V3.0 izango.

Ondoren lehenengo eta bigarren slotetan PLCak erabiltzen dituen sarrera/irteera moduluak konfiguratu behar dira, TSX DMZ 28DTK modulua izango da.

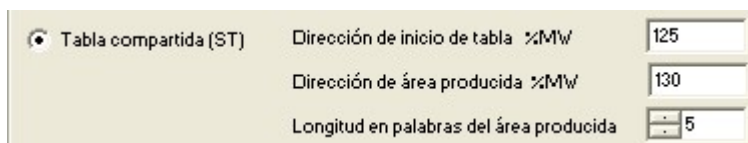
Bukatzeko, eskumako botorekin COM ganean klik eginez moduluaren ganean kokatu eta saguaren eskumako botoia klikatu, “abrir el modulo” aukeratu.

Agertzen den lehioan, “VIA1” aukeratu eta sare-txartelan “TSXFPP20 TARJETA PCMCIA FIPWAY” aukeratu.



91. irudia. PLCak komunika daitezen izan beharrezko konfigurazioa.

Azken urratsa *datos comunes* (ST) ataleko balioak aldatu behar dira, kontuan izanik zein nodotan dagoen PLCa, kasu honetan, lehengo PLCa laugarren nodoan egongo da eta bigarrena, bigarren nodoan.



92. irudia. 2 nodoko *datos comunes* ataleko konfigurazioa.

● Tabla compartida (ST)	Dirección de inicio de tabla %Mw	175
	Dirección de área producida %Mw	190
	Longitud en palabras del área producida	5

93. irudia. 4 nodoko *datos comunes* ataleko konfigurazioa.

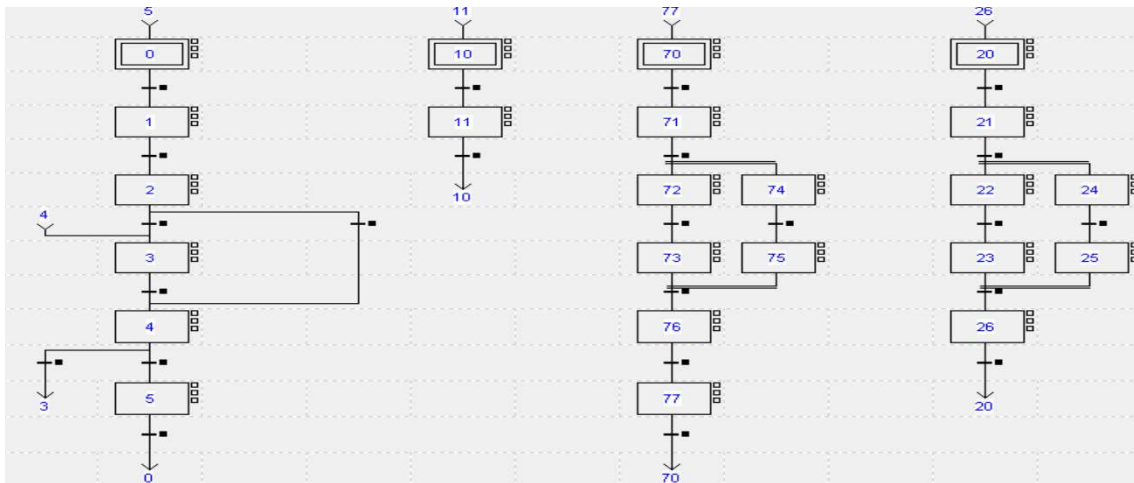
8.5.2 PLC1en programa

Hardwarea, sarrera/irteera moduluak eta automatak komunika daitezen beharrezko konfigurazioa burutu ondoren programazio ekin ahal zaio.

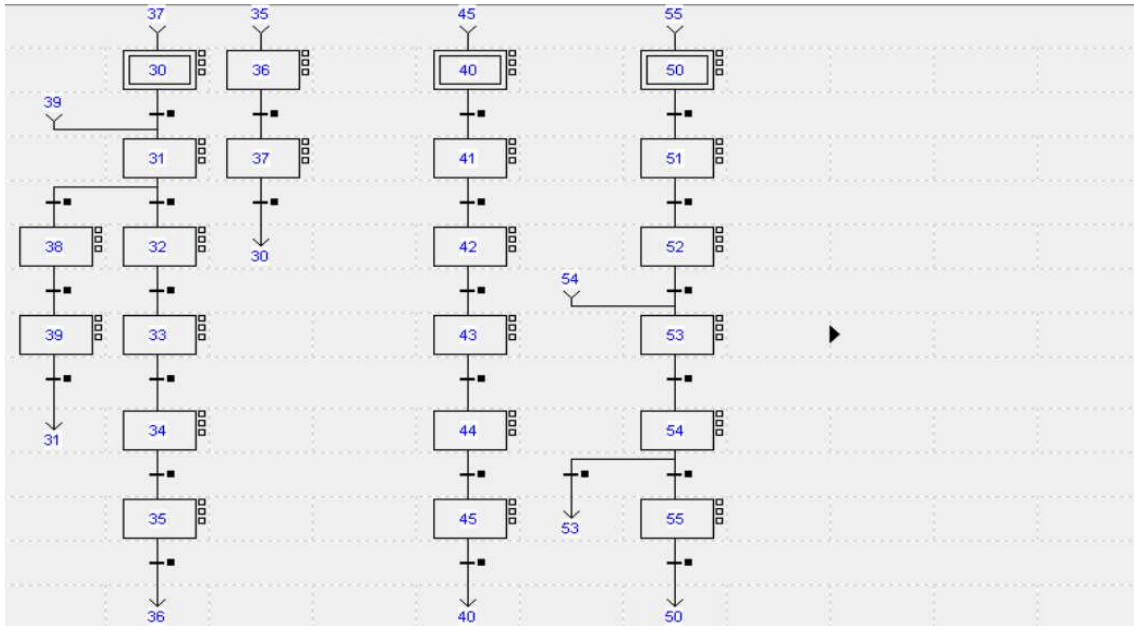
Automata honetan aurreko atalean aurkeztutako GRAFCETak eta SCADA programatuko dira.

Navegador de aplicaciones leihoaren barruan PLCak eduki ditzakeen aldagai guztien azpi karpetan aldagaien sarrera, parametro eta ezaugarriak eraldatu daitezke.

Aldez aurretik osatutako GRAFCET diagramak Chart atalean doaz. Honako itsura hau dute konfiguratzeko dena:



94. irudia. GRAFCET orokorrak, larrialdiaren kudeaketa eta hasierako baldintzen GRAFCETek hartzen duten itsura CHART atalean. PL7 PRO.



95. irudia. Sarrerako eta irteerako barreren eta azken kotxearen GRAFCETek hartzen duten itsura CHART atalean. PL7 PRO.

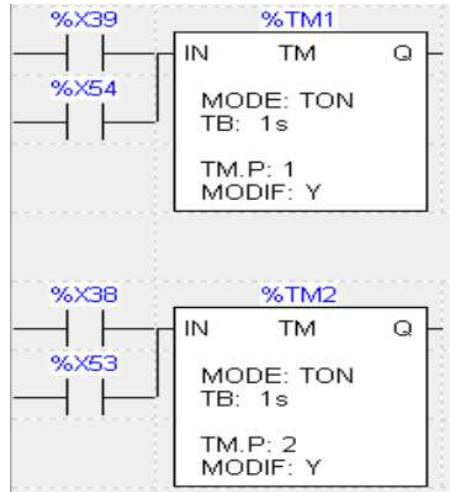
POSTean PLCaren irteerak konfiguratu dira, nahiko atal luzea denez, adibide bat jarriko da.

Suposatuz "jaitsi_sar_bar" irteera konfiguratu nahi dela. $X72 \cdot \overline{\text{sar_bar_behean}} + X22 \cdot \overline{\text{sar_bar_behean}} \cdot \overline{\text{sar_det2}} + X37 + X52 \cdot \overline{\text{sar_bar_behe}}$ baldintzak betetzen direana %Q2.1 irteera aktibatu behar dela adierazteko honako era honetan konfiguratu da POSTa:



96. irudia. %Q2.1ren konfigurazioak hartzen duen itsura POST atalean. PL7 PRO.

Tenporizadoreak eta kontadoreak ere atal honetan konfiguratu behar dira. Adibide moduan, tenporizadoreen konfigurazioa zelan egiten den adieraziko da hurrengo irudian:



97. irudia. Tenporizadoreen konfigurazioak hartzen duen itsura POST atalean. PL7 PRO.

8.5.3 PLC2ren programa

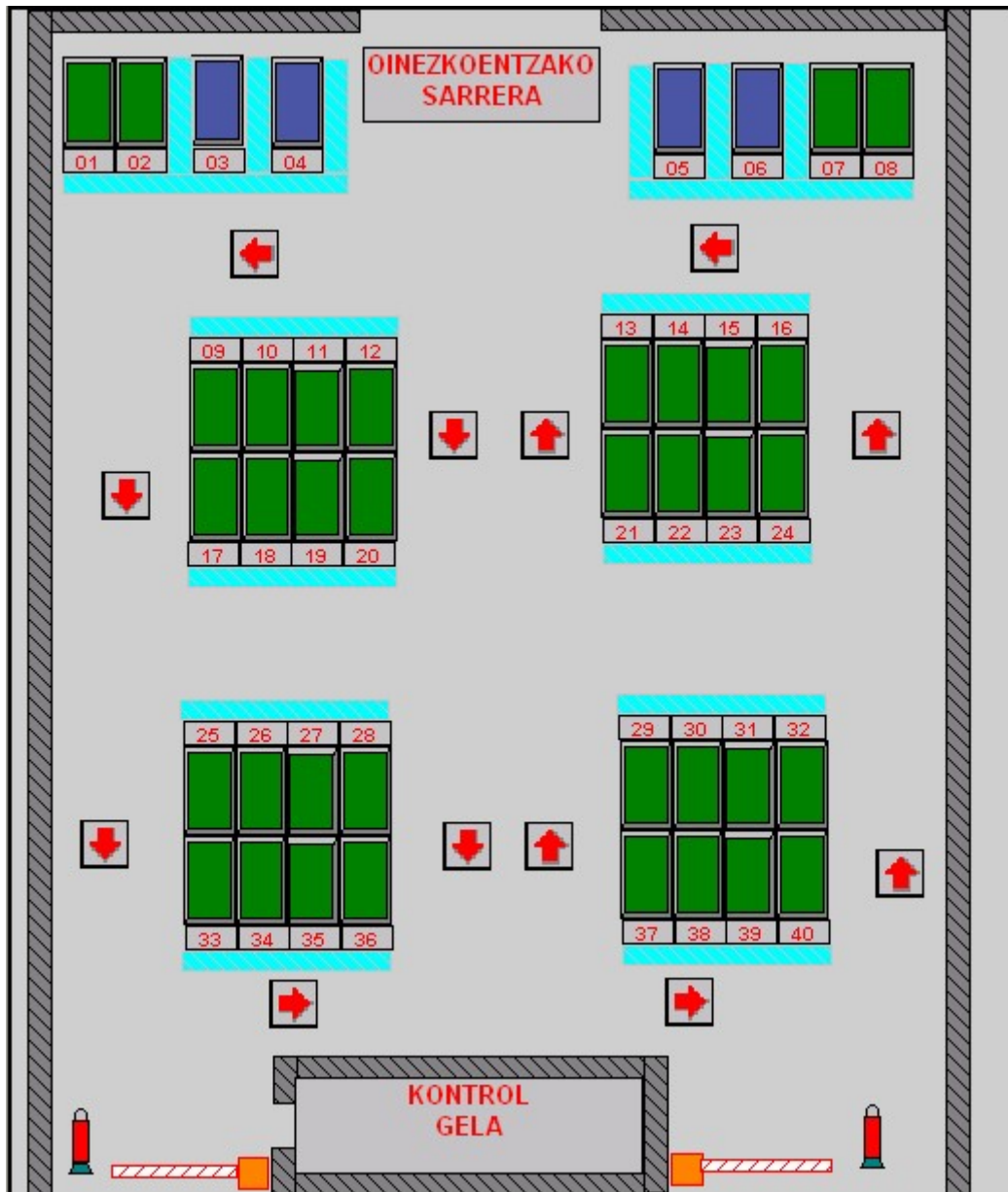
PLC2aren funtzioa plazen egoera simulatzea. Lehengo hamar interruptoreak erabiliko dira.

- 0.interruptorea: 03. plaza simulatuko du. OFF= libre. ON=okupatuta.
- 1.interruptorea: 12. plaza simulatuko du. OFF= libre. ON=okupatuta.
- 2.interruptorea: 16. plaza simulatuko du. OFF= libre. ON=okupatuta.
- 3.interruptorea: 17. plaza simulatuko du. OFF= libre. ON=okupatuta.
- 4.interruptorea: 21. plaza simulatuko du. OFF= libre. ON=okupatuta.
- 5.interruptorea: 24. plaza simulatuko du. OFF= libre. ON=okupatuta.
- 6.interruptorea: 27. plaza simulatuko du. OFF= libre. ON=okupatuta.
- 7.interruptorea: 29. plaza simulatuko du. OFF= libre. ON=okupatuta.
- 8.interruptorea: 33. plaza simulatuko du. OFF= libre. ON=okupatuta.
- 9.interruptorea: 39. plaza simulatuko du. OFF= libre. ON=okupatuta.

Etengabe egongo da wordak bidaltzen PLC1eri. Plazen okupazio egoera ustiapen pantailan ikus daiteke.

8.6 Ustiapen pantaila

Ustiapen pantaila parkingaren goitiko bista bat izango da, non denbora errealean parking plazen egoera eta okupazio maila ikus daitekeen. Berde dauden plazak libre daude eta gorriz daudenak libre.



98. irudia. Ustiapen pantaila.

9. METODOLOGIA ETA DENBOREN PLANGINTZA

Atal honetan gradu amaierako lana aurrera ateratzeko zeregin guztien denboren plangintza eta jarraitutako metodologia azaltzen da, horretarako taulak eta Gantt diagramak erabiliko dira baita egutegiak ere, zereginen iraupenak, hasierako eta amaierako datak hobeto ikusi ahal izateko.

Proiektu honen garapena lau fase nagusitan egin da.

0. fasea. Hausnarketa

0. fase honetan, zeinen inguruan egingo zen proiektua hausnartu zen. Argi zegoen, landuko zen proiektuaren gaiak, industria elektronikoaren eta automatikaren ingeniartzako graduan ahalik eta ikasgai gehiengotatik eskuratuko oinarri teorikoak aplikatzeko aukera ematen zuen proiektu bat izan behar zela.

Proiektua plan zaharreko Bulego Teknikoko lan baterako, parking plazen gestio eta kontrolaren inguruan egin zen lan baten oinarrizteak, ikasgai askotatik eskuratutako ezagutzak aplikatzea posible zela ikusi zen.

Alde batetik, Instrumentazio Elektroniko, Programazioaren Oinarriak, Ingeniaritzaren Oinarri Fisikoak, Termodinamika, Automatismoak eta Kontrola baita Teknologia Elektrikoaren Oinarrietatik sentsoreen funtzionamendua eta seinaleen eskuraketa eta atontzea. Bestetik, informatika industrialetik automata programagarriak programatzea eta simulazioak eta SCADA sistema diseinatzea. Bukatzeko, parkingaren planoak egin eta interpretatzeko marrazki teknikitik eta Adierazpen Grafikitik lortutako ezagutzak aplika zitezkeen, jakinik noski, modu batera edo bestera, beste irakasgaietatik lortutako kompetentziak aplikatuko zirela.

1. fasea. Sentsorearen diseinua

Behin gaia aukeratuta merkatuak eskaintzen zuten sentsoreak aukeratzera jo zen. Planteatu egin zen, sentsore bat erostea, ondoren automata programagarriarekin simulazioak egiteko.

Zein teknologia izan zitekeen bideragarriena aztertu zen: ultrasoinua, presentzia detektagailuak, detektagailu bolumentrikoak.... Baina merkatuak eskaintzen dituen sentsoareak oso garestiak zirenez, sentsoarea ere hutsetik diseinatzea erabaki zen.

Berriz ere bigarren hausnartze bat egitean zein diseinu eta teknologia aukeratzeko, Arduinoren mundu zabalak eta komunitateak ematen dituen aukeretara jo zen. Arduinoa, software eta hardware librean oinarritzen denez, prezioak asko txikitzen dira, eta programazioaren oinarritik lortutako konpetentziak nahikoak izan ziren merkatuko presentzia detektagailu bat bezalako sentsoare bat diseinatzea, baina 3 abantailarekin:

- askoz ere merkeagoa
- askoz ere efizienteagoa energetikoki
- guztiz modularra izatea, xabor elektronikoa murriztuz

Beraz konponenteak erosi ziren, muntatu eta frogak egin ziren, sentsoarea ondo funtzionatzen zuela egiaztatu arte.

2. fasea. Memoriaren gauzatzea

2. fase honetan memoriaren atal guztiak gauzatu ziren PLCaren programazioarekin zerikusia zutenak izan ezik, hau 3. fasean egin zen.

Beraz 2. fasean, motibazioak, planoak, sentsoareari dagozkion atalak, kontsumo elektrikoa, transmisio-bideak, baldintza agiriak, aurrekontua.... gauzatu zen.

Denbora gehien eman zuen fasea izan zen, teknikoki eskakizun handia teta dokumentazioa ugaria eskatzen bai du.

3. fasean Automata programagarria

Azken fase hau burutzeko, lehenengo automatismoaren espezifikazioak zehaztu eta idatzi ziren, ondoren GRAFCETak eta zati sekuentzial eta konbinazionalak osatzeko.

Behin hau eginda, unibertsitateko laborategietara jo zen automatak programatzeko.

Entseguak egin ondoren eta simulazioez lagundurik, azken emaitzara heldu zen SCADA sistema bat burutuz.

Probak egin ondoren, Ondorioak eta emaitzak dokumentatu ziren.

9.1 GAL-ren denbora plangintza

ZEREGINAREN IZENA	IRAUPENA	HASIERA	BUKAERA	AURREKARIAK
Bideragarritasun orria bete	1 egun	jue 01/10/15	jue 01/10/15	
Bideragarritasun txostena bete	5 egun	lun 05/10/15	vie 09/10/15	
Proiektuko zuzendariari txostena eta orria bidali	5 egun	lun 12/10/15	vie 16/10/15	1;2
Epaimahaikideek bideragarritasuna onartzen dute	15 egun	lun 19/10/15	vie 06/11/15	3
GAL-aren bideragarritasuna ikastegiko idazkaritzara eraman	1 egun	lun 09/11/15	lun 09/11/15	4
Gal-aren garapena	150 egun	mar 10/11/15	lun 06/06/16	5
Zuzendariak onartzen du GAL-a bukatuta dagoela	5 egun	mar 07/06/16	lun 13/06/16	6
GAL-aren behin betiko artxiboak ADDI-ra igo	1 egun	mar 14/06/16	mar 14/06/16	7
Defentsa eskaera	1 egun	mié 15/06/16	mié 15/06/16	8
Zuzendariak onartzen du GAL-aren defentsa egiteko prest dagoela	5 egun	jue 16/06/16	mié 22/06/16	9
GAL-aren aurkezpena eta defentsa	1 egun	jue 23/06/16	jue 23/06/16	10



2015

URRIA

AL	AS	AZ	OS	OR	LR	IG
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Urriak 1 - Bideragarritasun orria bete
 Urriak 5 - Bideragarritasun txostena bete
 Urriak 12 - Proiektuko zuzendariari txostena eta orria bidali
 Urriak 19 - Epaimahaikideek bideragarritasuna onartzen dute

AZAROA

AL	AS	AZ	OS	OR	LR	IG
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

Azaroak 9 - GAL-aren bideragarritasuna ikastegiko idazkaritzara eraman
 Azaroak 10 - Gal-aren garapena

ABENDUA

AL	AS	AZ	OS	OR	LR	IG
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	12
14	15	16	17	18	18	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Gal-aren garapena

2016

URTARRILA

AL	AS	AZ	OS	OR	LR	IG
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

Gal-aren garapena

OTSAILA

AL	AS	AZ	OS	OR	LR	IG
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29						

Gal-aren garapena

MARTXOA

AL	AS	AZ	OS	OR	LR	IG
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

Gal-aren garapena

APIRILA

AL	AS	AZ	OS	OR	LR	IG
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

Gal-aren garapena

MAIATZA

AL	AS	AZ	OS	OR	LR	IG
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Gal-aren garapena

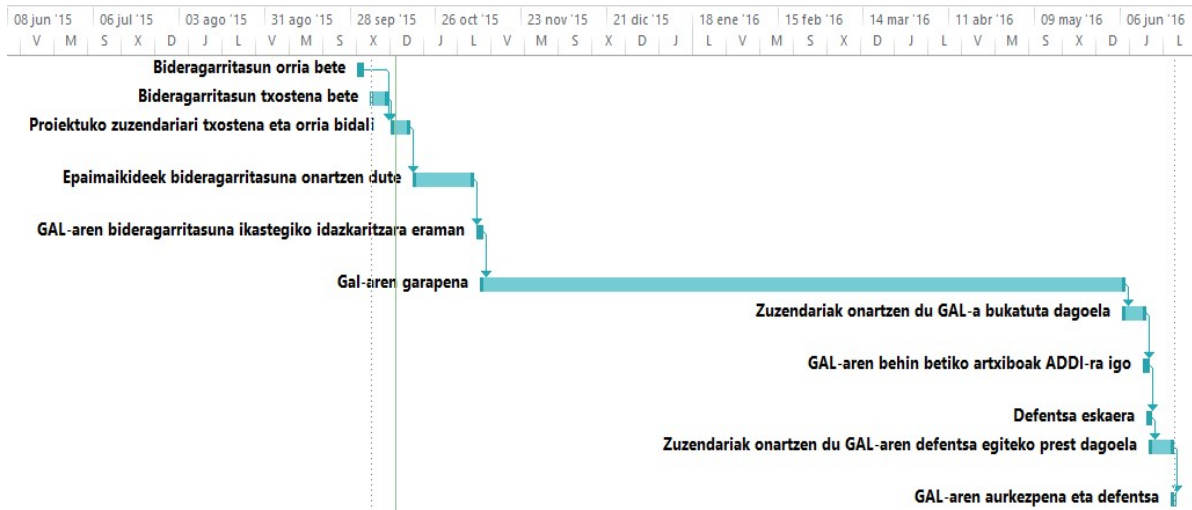
EKAINA

AL	AS	AZ	OS	OR	LR	IG
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

Gal-aren garapena

Ekainak 6 - Zuzendariak onartzen du GAL-a bukatuta dagoela onartzen du
 Ekainak 14 - GAL-aren behin betiko artxiboak ADDI-ra igo
 Ekainak 15 - Defentsa eskaera
 Ekainak 16 - Zuzendariak onartzen du GAL-aren defentsa egiteko prest dagoela
 Ekainak 23 - GAL-aren aurkezpena eta defentsa

99. irudia. GAL-aren denboraren plangintzaren egutegia.



100. irudia. GAL-aren Gantt diagrama.

Hasiera eta bukaerako datak:

- 2015-eko azaroaren 1-ean hasi zen proiektua.
- 2016-ko ekainaren 23-an bukatuko da.

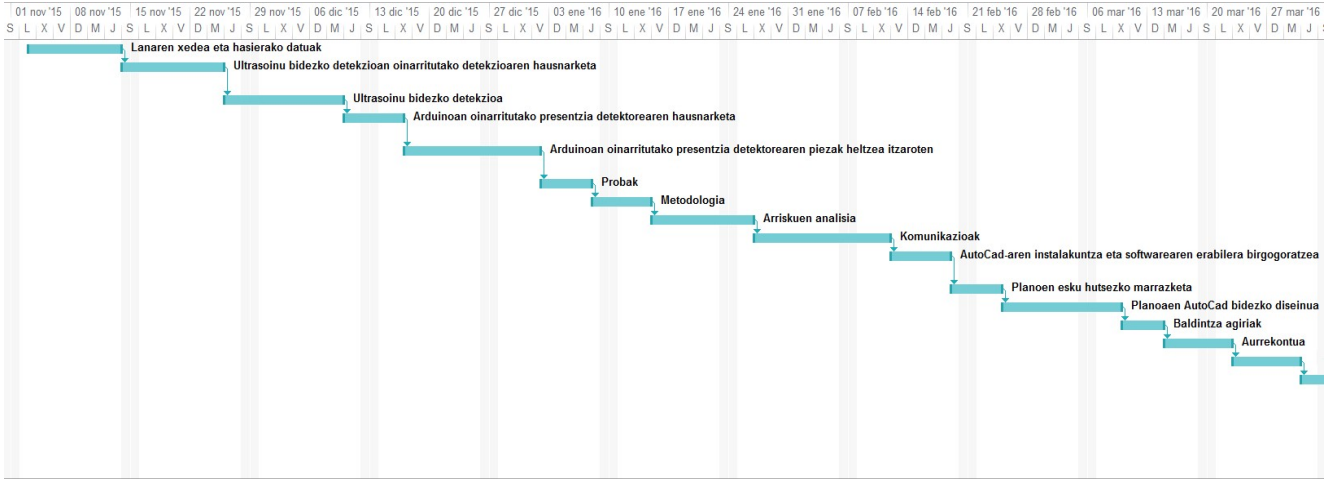


9.2. Memoriaren denbora plangintza

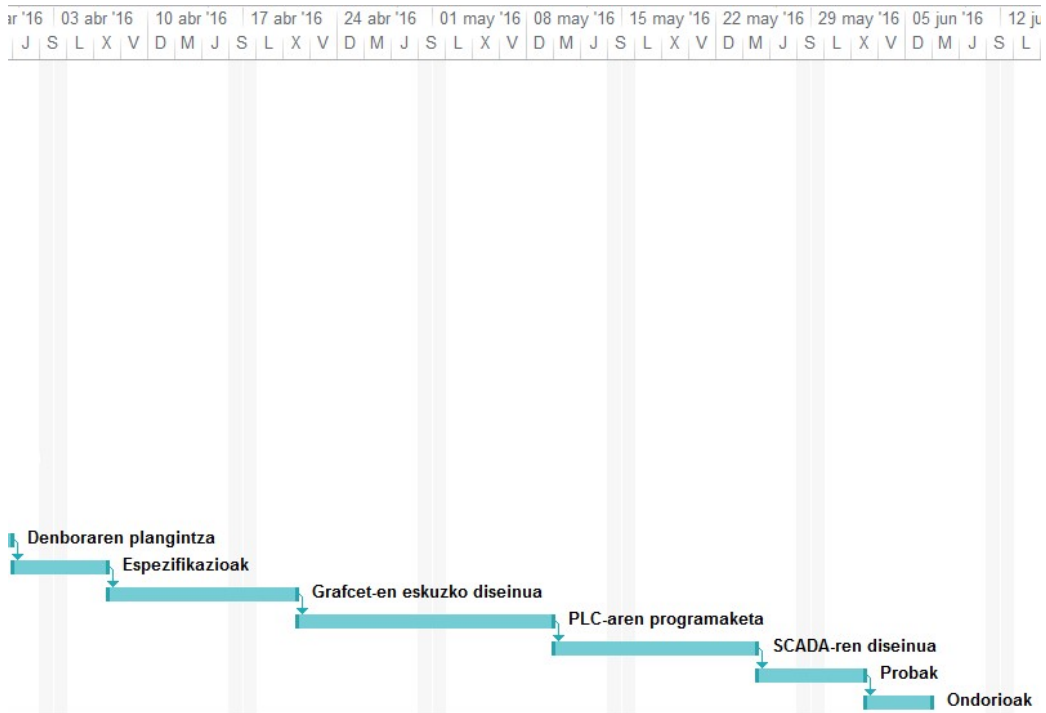
Zereginaren izena	Iraupena	Hasiera	Bukaera	Aurrekariak
Lanaren xedea eta hasierako datuak	9 egun	mar 03/11/15	vie 13/11/15	
Ultrasoinu bidezko detekzioan oinarritutako detekzioaren hausnarketa	8 egun	vie 13/11/15	mié 25/11/15	1
Ultrasoinu bidezko detekzioa	10 egun	mié 25/11/15	mié 09/12/15	2
Arduinoan oinarritutako presentzia detektagailua hausnarketa	5 egun	mié 09/12/15	mié 16/12/15	3
Arduinoan oinarritutako presentzia detektagailua piezak heltzea itzaroteen	12 egun	mié 16/12/15	vie 01/01/16	4
Probak	4 egun	vie 01/01/16	jue 07/01/16	5
Metodologia	5 egun	jue 07/01/16	jue 14/01/16	6
Arriskuen analisisa	8 egun	jue 14/01/16	mar 26/01/16	7
Komunikazioak	12 egun	mar 26/01/16	jue 11/02/16	8
AutoCad-aren instalakuntza eta softwarearen erabilera birgogoratzea	5 egun	jue 11/02/16	jue 18/02/16	9
Planoen esku hutsezko marrazketa	4 egun	jue 18/02/16	mié 24/02/16	10
Planoen AutoCad bidezko diseinua	10 egun	mié 24/02/16	mié 09/03/16	11
Baldintza agiriak	3 egun	mié 09/03/16	lun 14/03/16	12
Aurrekontua	6 egun	lun 14/03/16	mar 22/03/16	13
Denboraren plangintza	6 egun	mar 22/03/16	mié 30/03/16	14
Espezifikazioak	5 egun	mié 30/03/16	mié 06/04/16	15
Grafcet-en eskuzko diseinua	10 egun	mié 06/04/16	mié 20/04/16	16
PLC-aren programazio	13 egun	mié 20/04/16	lun 09/05/16	17
SCADA-ren diseinua	11 egun	lun 09/05/16	mar 24/05/16	18
Probak	6 egun	mar 24/05/16	mié 01/06/16	19
Ondorioak	3 egun	mié 01/06/16	lun 06/06/16	20



22 . taula. Memoriaren denboraren plangintza.



101. irudia. Memoriaren Gantt diagramaren 1. zatia.



102. irudia. Memoriaren Gantt diagramaren bigarren zatia.

Memoriaren hasiera eta bukaerako datak:

-2015-eko azaroaren 2-an hasi ziren memoriarena lanak.

-2016-ko ekainaren 6-an bukatuko da.

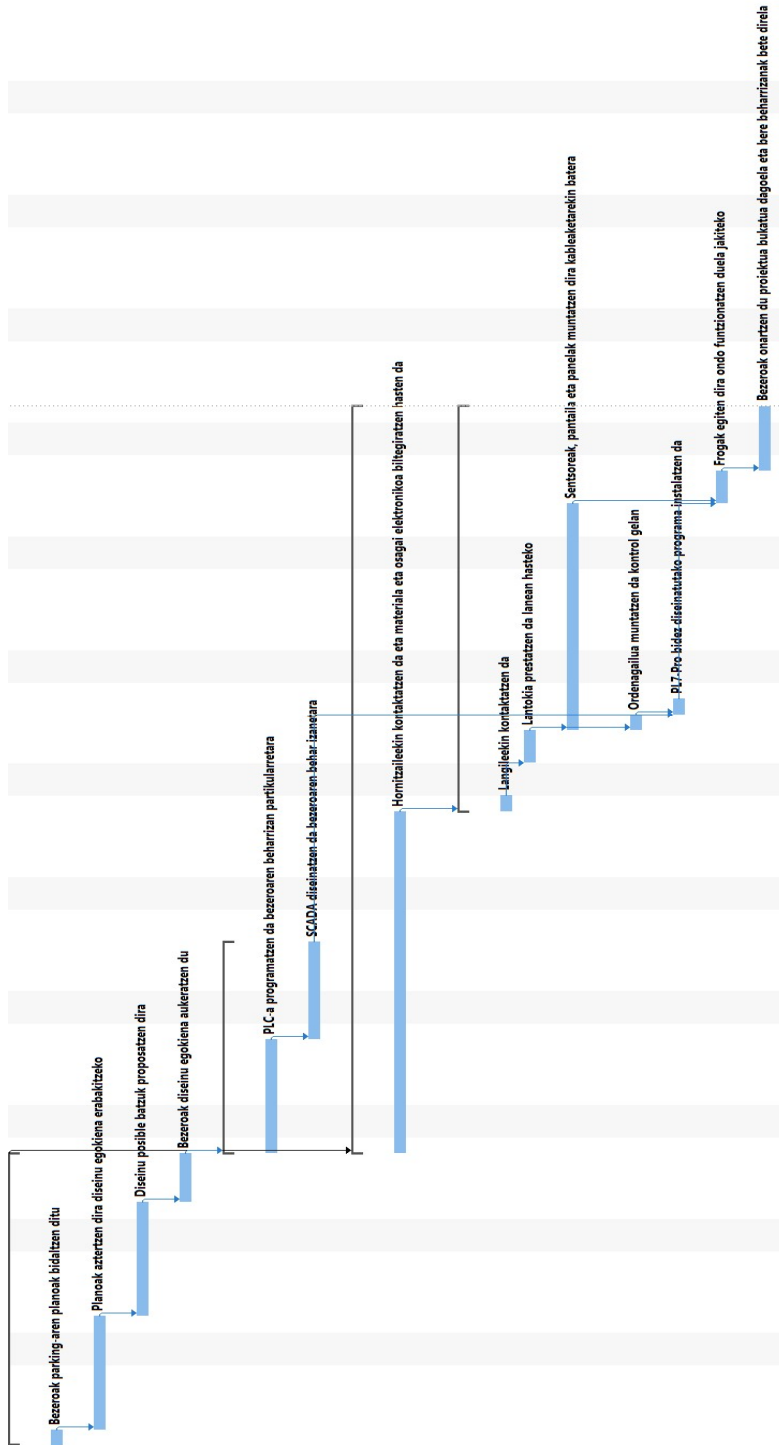
9.3 Parking batean proiektua ezartzeko denbora plangintza

ZEREGINAREN IZENA	IRAUPENA	HASIERA	BUKAERA	AURREKARIAK
Bezeroaren nahiak zehaztu	14 egun	07/03/16	24/03/16	
Bezeroak parking-aren planoak bidaltzen ditu	1 egun	07/03/16	07/03/16	
Planoak aztertzen dira diseinu egokiena erabakitzeko	5 egun	08/03/16	14/03/16	2
Diseinu posible batzuk proposatzen dira	5 egun	15/03/16	21/03/16	3
Bezeroak diseinu egokiena aukeratu	3 egun	22/03/16	24/03/16	4
Automataren programazio	9 egun	25/03/16	06/04/16	1;5
PLC-a programatzen da bezeroaren beharrezan partikularretara	5 egun	25/03/16	31/03/16	
SCADA diseinatzen da bezeroaren behar izanetara	4 egun	01/04/16	06/04/16	7
Hornitzaile eta langileekin kontaktuan jarri	32 egun	25/03/16	09/05/16	1
Hornitzaileekin kontaktatzen da eta materiala eta osagai elektronikoa biltegitratzen hasten da	15 egun	25/03/16	14/04/16	
Parking-ean lanak hasi	17 egun	15/04/16	09/05/16	10
Langileekin kontaktatzen da	1 egun	15/04/16	15/04/16	
Lantokia prestatzen da lanean hasteko	2 egun	18/04/16	19/04/16	12
Sentsoreak, pantaila eta panelak muntatzen dira kableaketarekin batera	10 egun	20/04/16	03/05/16	13



Ordenagailua muntatzen da kontrol gelan	1 egun	20/04/16	20/04/16	13
PL7-Pro bidez diseinatutako programa instalatzen da	1 egun	21/04/16	21/04/16	15;8
Frogak egiten dira ondo funtzionatzen duela jakiteko	2 egun	04/05/16	05/05/16	16;14
Bezeroak onartzen du proiektua bukatua dagoela eta bere beharrianak bete direla	2 egun	06/05/16	09/05/16	17

23. Taula. Parking erreal batean proiektua ezartzeko denbora plangintzaren taula.



103. irudia. Parking batean proiektua ezartzeko denbora plangintzaren Gantt diagrama.



Atal honetan ezarri diren datak asmatutako datak dira. Suposatu da supermerkatu bateko jabeak edo aireportu bat gestionatzen duen enpresak proiektuan diseinatutako sistema inplementatu nahi duela bere garajejan.

Proiektuaren inplementazioaren hasiera eta bukaerako datak:

- 2016-eko martxoaren 3-an ezarri ziren enpresarekin lehen kontaktuak.
- 2016-ko maiatzaren 6-an bukatuko ziren lanak.



10. PROBAK ETA EMAITZAK

Diseinuak eta hardwareen programazio bukatu ondoren probak eta emaitzak aztertu behar dira, dena ondo doala bermatzeko.

Diseinatutakoa bat baletor hardwareak ematen duen erantzunarekin, emaitzak positiboak izango lirateke, kontraz, hardwarearen emaitzak ez badatoz bat diseinatzaileak ezarritako espezifikazioekin, orduan emaitzak negatiboak lirateke.

Emaitzak negatiboak izatekotan, soluzio bat bilatu behar da eta soluziorik ez balego beste bide bat bilatu.

10.1 Sentsorearen probak eta emaitzak

Sentsorearen helburua kotxe baten presentzia detektatzea da. Kotxe baten presentziarik detektatzen ez duen bitartean LED berde bat (elbarrituen plaza bat balitz, urdina) piztuko da. Kotxearen presentzia detektatzen duenean berriz gorria.

Diseinua eta hardwarea programatu ondoren eta sentsorea muntatu dagoelarik, ikusi da erantzunak positiboak direla, ezarritako espezifikazioak betetzen dituela, beraz ez dago aldaketarik egin beharrik.

10.2 PLCen programazio

PLCaren probak eta emaitzak hiru ataletan banandu dira. Lehenengo automata programagarriak bakarka eta inolako komunikaziorik ezarri gabe programatu dira. Ondoren, komunikazioak ondo dabilzala konprobatu dira eta azkenik PLCen elkar komunikatuz diseinua probatu da.

Lehenengo fase batean, 4 PLC elkarlanean jartzea zen helburu, ahala ere, FIPWAY sarea osatzen duten 3 nodo erabil ezinik daudenez, diseinua apur bat aldatu behar izan da geratzen diren 2 PLCekin lan egiteko.



10.2.1 PLC1aren programazio

PLC1ek, bere baitan, GRAFCETak eta ustiapen pantaila dauzka. Paperean GRACETak diseinatu direnean, PL7 PRO bidez PLCa programatu da.

Programa kargatuta dagoelarik TSX DMZ 28DTK interruptoreak erabiliz ikusi da zelan etapak aktibatzen eta desaktibatzen diren diseinuaren espezifikazioak betez eta PLCak daukan TSX DMZ 28DTK moduluaren irteerak aktibatu eta desaktibatzen diren. Froga ontzat ematen da.

10.2.2 PLC2aren programazio

PLC2a plazen okupazio egoera simulatzeko erabiliko da. TSX DMZ 28DTK moduluaren sarrera bat aktibatzen denean, POST atalean kontaktuzko programazioaren bidez diseinatutako LADDERean, WORD baten bit konkretu bat baldintza logiko altua izan behar du. Bit honi esleitutako direkzioa bat etorri behar da PLCen komunikazioen ezarritako baldintzekin.

Plaza konkretu baten egoera simulatzen suen interruptorea ON jarriz, WORD konkretu baten bit konkretu bat baldintza logiko altua hartzen zuenen froga ontzak eman da.

Lehen fase batean PLC3 eta PLC4ren diseinua egin zen, baita programak kargatu eta TSX DMZ 28DTK moduluarekin frogak egin ere erantzun positiboak jaso. Ahala ere, PLC hauen nodoak erabil ezinik dudenez, baztertu egin behar izan dira.

10.2.3. PLCen arteko komunikazioak

Laborategiko FIPWAY sareko PLCen artean wordak elkarbanatzeko, TSXFPP20 komunikazio txartelak konfiguratu behar dira. Behin konfigurazioa eginda dagoela, PLC guztietan dagokien programa kargatzen da eta TSX DMZ 28DTK moduluaren interruptoreekin determinatzen da ez direla komunikaziorik ezartzen. Froga negatibotzat ematen da, beraz soluzioak bilatu behar dira.



Lehen soluzioa, TSXFPP20 komunikazio txartelak txarto konfiguratu direla suposatzen da. Konfigurazioa berrikusten da ondo eta daudela ziurtatzen denean bigarren proba bat egiten da. Hemen ere, emaitza negatiboak jasotzen dira.

Bigarren soluzioa laborategiko teknikariak eta proiektuaren tutoreak ematen dute. FIPWAY sarearen akats bat dela eta proposatzen dutena hurrengoa da: determinatzean zein nodo dauden ezin erabilirik eta zeintzuk diren erabilgarriak eta erabilgarririk baleude, nodo horietako PLCak erabiltzeko diseinuak aldatu, bestela, FIPWAY sarea konpontzeko itxarotea da soluzio bakarra baina honek hilabeteko atzerapenak suposatuko dizkio proiektuari.

Gauzak horrela, errorerik ematen ez duten PLCetan, konkretuki 2. eta 4 nodokoak, programa sinple bat kargatzen da egiaztatzeko nodo hauen artean wordak elkarbanatzen direla. Proba hauen emaitzak positiboak dira, komunikazioa ezartzen da.

Beraz, FIPWAY sarearen egoeraz baldintzaturik, PLC1 eta PLC2ren programako memoriaren TSXFPP20 komunikazio txartelen konfigurazioa aldatzen da eta PLC1 4. nodoko PLCa bezala ezartzen da eta PLC2koa 2. nodokoa. Programak kargatu egiten dira eta TSX DMZ 28DTK moduluaren interruptoreekin plazen egoerak simulatzen dira eta emaitzak positiboak dira, ustiapen pantailan aldaketa hauek ustiapen pantailan ikus daitezke.

10.3 Sentsorea eta PLCaren arteko konexioa

Frogekin bukatzeko, sentsorea PLCra konektatzen da TSX DMZ 28DTK moduluak daukan erregleten bidez. Bi programak kargatu egiten dira, sentsorea elikatzen da eta sentsorearen irteerako seinalea moduluaren erregletarekin konektatzen da.

Sensorera eskua hurbiltzen da, plaza okupatua dagoelako LED gorria pizten den arren, ustiapen pantailan ez da aldaketarik sumatzen. Emaitza negatibotzat ematen da.

Hartzen den lehengo erabakia da sentsorearen irteerako tentsioa baxuegia dela TSX DMZ 28DTK moduluak balore logiko altutzat determinatzeko. Soluzioa, korrante zuzeneko iturri



bat hartu eta zuzenean konektatzea TSX DMZ 28DTK moduluaren erregletara. Emaidza negatiboa jasotzen da berriz ere.

PLCaren erabiltzailearen eskuliburua ondo irakurri ondoren soluzioa bilatzen da. Interruptoreek hiru posizio dauzkate, 0=OFF egoerarako, 1=ON egoerarako eta egoera bat gehiago sarrera seinale errealek jasotzeko. Beraz, berriz ere korrante zuzeneko iturria TSX DMZ 28DTK moduluaren erregletara konektatzen da, programak kargatzen dira eta interruptorea 2 egoeran jartzen da. Ustiapen pantailan aldaketa ikusten da, plazaren egoera, libre izatetik, okupatu izatera pasatzen da, gainera, elbarrituen plaza bat denez, elbarrituen kontadorean aldaketa ikusten da eta eta 4 plaza libre izatetik 3 izatera pasatzen da, emaitzak positiboak dira beraz.

Jakinik ziur sentsorea eta PLCaren arteko komunikazioa, mikrokontralagailuak eskaintzen duen tentsio baxuak eragozten duela, seinalea anplifikatzen da. erabakitzen da INA126PA zirkuitu integratu bat eta potentziometro batekin.

Zenbateko irabazpena behar duen determinatzeko, berriro, korrante zuzeneko iturria TSX DMZ 28DTK moduluaren erregletara konektatzen da eta PLC2ra programa kargatuta duelarik. 0V tik hasita POST atalean kontaktuzko programazioaren bidez diseinatutako LADDERean dagokion irteera aktibatu arte. Egoera hau 8 Vtan ematen da. Beraz, irabazpena jakinik sentsorearen irteerako seinalea INA126 PA-ra konektatzen da eta irabazpena poetzentziometroarekin doitzen da.

8 V baino gehiago egon behar dira INA126 PA zirkuitu integratuaren irteeran. 12V egotea determinatzen da. Beraz, berriz ere, programak kargatzen dira dagozkien PLCetan, sentsorea elikatzen da, anplifikadorearen irteerako seinalea TSX DMZ 28DTK moduluaren erregletetara konektatzen da eta eskua hurbiltzean, LED berdea amatatu egiten da, gorria piztu eta ustiapen pantailan aldaketa ikusten da. Emaidza positiboa da.

10.4 Proiektu osoaren frogak eta emaitzak

Proiektuan parte hartzen duten atal guztien erantzunak, diseinuaren espezifikazioekin bat datozenean, proiektuaren automatismoa bere osotasunean positibotzat ematen da.



11. ONDORIOAK

Atal honetan proiektuaren memoria bukatuta dagoelarik eta bilatutako emaitzak lortu ondoren, ikasitakoarekin eta ikusitakoarekin lortutako ondorioak aurkeztuko dira.

11.1 Denboraren plangintza eta entrega epeak

Hasiera batean ezarritako denborak errespetatu badira ere, **Arriskuen analisia** atalean aurreikusi diren egoerak, zeintzuk proiektu bat aurrera ateratzeko orduan atzerapenak eta entrega epeak ez betetzeak sor ditzakeen gertakariak eman dira ala nola, arazo familiar pertsonalak, arazo teknikoak... baina hauek identifikatuz eta denbora marjina handituz entrega epeak errespetatzea lortu dira normalean lan karga handituz.

Ondorio nagusia da, entrega epeak errespetatu nahi badira, denboraren plangintza zorrotzasunez doitu behar dela, honela gertakari batzuk saihestu edo eragotzi ezin diren arren, hauek sortutako arazo edo eraginak minimiza daitezkeela.

11.2 Helburuen eta motibazioen betetzea

Proiektu honek motibazio ugari ditu. Motibazio ekologikoen artean, alde batetik, sentsoreen kontsumo murriztea zen helburuetako bat horrela merkatuko sentsoreek 1.5W-tako kontsumo elektrikoa duten bitartean, diseinatutako sentsoreak 0.5 W bakarrik kontsumitzen dute. Beraz helburu hau bete da.

Bestetik, bilatu nahi izan da sentsorea guztiz modularra izatea. Sentsorea modularrak izanik, hauen osagaietako bat apurtu ezker, konpontzea edo aldatzea errazagoa izateaz aparte, merkeagoa ere badela auresan daiteke, ez delako sentsore guztia aldatu behar, matxuratutako elementua baizik eta helburu hau ere lortu da, proiektuaren probak egiten ziren momentua, HC-SR04 modulu bat matxuratu zen eta ordeztu bat jarri zen sentsore osatzen zuten bestelako osagaiak aldatu gabe. Beraz helburu hau ere bete da.



Motibazio ekonomikoen artean merkatuan dauden sentsoreen prezio altuek (100€ inguru), bultzatu egin du sentsorea ere hutsetik diseinatzea proiektua aurrera eramateko baita aurrekontua txikitzeko eta proiektua erakargarriagoa egiteko etorkizun batean bezero posiblei.

Horretarako software librean oinarritutako ARDUINO baten laguntzaz, 40€-tik pasako ez den sentsorea bat diseinatzea izan da helburutako bat. Diseinatutako sentsore hau ere, simulazioak eta funtzionamendua frogatzeko erabiliko da. Diseinatutako sentsorea, merkatukoak baino merkeagoa denez eta simulazioak egiteko ere balio duenez, sentsoreak bere funtzioak eta helburuak betetzen ditu.

Bukatzeko, automata programagarrien laguntzaz diseinatutako SCADAk ere denbora errealean parking baten okupazio maila kontrolatzea ahalbideratzen du sentsoreen laguntzaz. Beraz, proiektuak, aurre ezarritako helburu eta motibazioak betetzen ditu.

11.3 Proiektuaren hedapen posibleak

Proiektuaren memoria egiten hasi baino aurreikusi bazen ere proiektu honen hedapen posiblea handia zela, motibazioak eta helburuak betetzen zirela ikusita eta arazo teknikoak konpontzeko bilatutako irtenbideekin eskuratutako ondorioak azterturik, hedapen posiblea uztekoa baino handiagoa dela baietsi da.

Alde batetik, berdin da parkinga zenbat plaza dituen, errez moldatu daiteke 40 plazako supermerkatu txiki bateko parking batera edo aireportu bateko terminal baten 1000 plazako parkingera, konplexutasun teknikoa ez da asko handitzen. Gauzak horrela, hasiera batean, SCADA diseinatzerako orduan 40 plaza kontrolatzea espero zen, baina FIPWAY sareak zuen errore baten ondorioz, plazak 10era murriztea beharrezkoa izan zen. Egoera berrira egokitzea denbora gutxian egin zen eta 40 plaza beharrean, fisikoki posible izango balitz 100 plaza kontrolatzea laborategian, egokitzea ere denbora gutxian egingo zen.

Bestetik, parking beraren arkitektura eta plazen disposizioa, baita solairuen kopuruak, ez ditu inolako limitaziorik ezartzen eta berriz ere molda daiteke bezeroen nahi eta



beharretara. Aldaketa bakarra SCADAren diseinuan egongo litzateke, eta SCADAk duen abantaila askotako bat ustiapen pantailen diseinuen pertsonalizazioa handia duela da.

Bukatzeke, merkatuko konpetentziako proiektuekin konparatuz, abantailazko posizio batean dago, prezio eta kontsumo elektriko aldetik baita ekologiaren errespetuaren aldetik ere, merkeagoak direlako sentsoreak, potentzia gutxiago kontsumitzen dutelako eta guztiz modularrak direlako zabor elektronikoa murriztuz.

11.4 Zailtasunak

Memoria osatzeko eta hardwareak programatzeko orduan zailtasunak agertu dira.

Memoria osatzeko orduan, zailtasun printzipala erreferentziak zelan sartu izan da, kontsultatutako liburu eta web-guneak zelan aipatu hain zuzen ere.

Arazo teknikoen artean, PLCen arteko komunikazioa zelan egin izan da. Duela urte asko egindako Industria Informatikako klase praktika batean, PLCen arteko komunikazioak egiten ikasi zen, beraz, teoria eta eskuliburuak birpasatu eta kontsultatzeaz aparte teoria birgogoratzeko.

Honetaz aparte, laborategiko FIPWAY sarea ez dago guztiz erabilgarri eta honek atzerapen asko suposatu dizkio proiektuari.

Bestetik, probak egiteko garaian ere zailtasun pare batzuk agertu dira. LED gorria pizten denean, hau da, plaza okupatuta dagoenean, seinale bat eraman behar da PLCra. Honek sarrera bat bailitz jokatuko du eta egoera hori SCADAren ikustea bilatzen da. Baina LED gorria aktibatzen denean, multimetroarekin neurtuz 1.3V ditu eta PLCaren inputak ez du balio logiko altu bezala detektatzen 1.3V. Ondorio honetara heltzeko ere denbora asko pasa zen, arazoa beste nonbait zegoela suposatu zelako. Ahala ere, behin errorea identifikatu zen eta ondorioz seinalea anplifikatzeko zirkuitu integratu bat erosi behar izan da. Baina zirkuitu integratu honen entregatze data nahiko zabalak izanik atzerapenak ere sortu izan ditu.



11.5 Ondorio pertsonalak

Memoria osatzeko orduan unibertsitatean eskuratutako kompetentziak finkatu dira. Alde batetik, Instrumentazio Elektroniko, Programazioaren Oinarriak, Ingeniaritzaren Oinarri Fisikoak, Termodinamika, Automatismoak eta Kontrola baita Teknologia Elektroaren Oinarrietatik sentsoreen funtzionamendua eta seinaleen eskuraketa eta atontzea. Bestetik, informatika industrialetik automata programagarriak programatzea eta simulazioak eta SCADA sistema diseinatzea. Bukatzeko, parkingaren planoak egin eta interpretatzeko marrazki teknikitik eta Adierazpen Grafikotik lortutako ezagutzak aplika zitezkeen, jakinik noski, modu batera edo bestera, beste irakasgaietatik lortutako kompetentziak aplikatuko direla.

Bukatzeko esan behar da, denborak eta entregatze epeak ondo kudeatzearen garrantzia ere ikusi da, ez bakarrik memoria entregatzeko orduan, baizik eta karrera profesionalean ere.



12. TRESNAK BIBLIOGRAFIAK ETA ERREFERANTZIAK

Lana gauzatzeko erabiliko diren tresnen artean ofimatikako softwarea, PLC-a programatzeko PL7 PRO programak daude eta diseinu grafikorako softwareak erabiliko dira.

12.1 Tresnak

Honako hauek dira softwareak:

Windows 10: Microsoft-en sistema eragilea. Ordenagailu pertsonalean baita ordenagailu portatilean egongo dira instalaturik eta programa guztiak PL7 Pro izan ezik exekutatzeko erabiliko da.

PL7 Pro V4.4: Schneider PLCa programatzeko eta SCADA diseinatzeke erabiliko den softwarea.

Windows XP: PL7 Pro V4.4 softwarea exekutatu ahal izateko, beharrezkoa da Windows XP edota Windows 2000 sistema eragilea erabiltzea. Bi aukeren artean, Windows XP aukeratu da.

Virtual box: Sistema eragile konkretu bat erabiltzen duen ordenagailu batean, kasu honetan Windows 10, beste sistema bat erabiltzeko metodorik erosoena makina birtualak dira, izan ere, disko gogorraren partiziorikez egitea ahalbideratzen duelako. Bi sistema eragileak batera ere erabil daitezke, beraz Windows 10-ean instalatutako software-ekin baita PL7 Pro V4.4-rekin batera lan egin daiteke

Microsoft Word 2013: testu prozesaketarako erabiliko da. Microsoft Office pakete ofimatikoan integraturik dator.

Microsoft Project 2013: software hau proiektuak kudeatzeko erabiltzen da, adibidez, gisa eta baliabide materialen administraziorako, prozesuen segimendurako, lan kargak eta aurrekontuak aztertzeke. Gantt-en diagramak osatzeko software baliagarria. Microsoft Office pakete ofimatikoan integraturik dator.



Excel 2013: kalkulu orriak garatzeko erabiltzen da. Software honen laguntzaz grafikoak eta taulak ere gara ditzake. Microsoft Office pakete ofimatikoan integraturik dator.

Adobe reader 9: Portable document Format edo PDF artxiboak ikusteko, aldatzeko edota sortzeko erabiltzen den softwarea da.

SFC Edit 13: Grafcet-ak irudikatzen erabiliko da software hau.

Arduino 1.6.6: Arduino UNO mikrokontrolagailua konfiguratzeko eta komandoak kargatzeko erabiltzen da. Software librean oinarritzen da.

Fritzing: Arduino-ko zirkuituen errepresentazioak egiteko erabiltzen den softwarea. Arduino plataforma inguratzen duen guztia bezala, software hau ere libre da.

Chrome: Google garatutako interneteko nabigatzailea. Nabigatzailea funtsezkoa izango da interneten informazioa eta datuak bilatzeko baita e-mailak eta ADDI plataformara fitxategiak igotzeko.

Nero: Memoria eta bestelako dokumentazioa CD edo DVD batean entregatu beharko denez, Nero erabiliko da fitxategiak CD edo DVD-an grabatzeko

12.2 Bibliografiak

Hainbat iturritara joko da informazioa lortzeko orduan, besteak beste katalogo, eskuliburu baita klasean lortutako informazio, gardenki eta apunteetara.

Klaseko gardenkiak:

-BURGOS, Arantzazu, LEGARRETA, Jon eta ALBERDI, Mikel, Industria-informatika eta aplikazio-eremua. 2014-2015.



-BURGOS, Arantzazu, LEGARRETA, Jon eta ALBERDI, Mikel, Komunikazioen kontzeptu orokorrak. 2014-2015.

-BURGOS, Arantzazu, LEGARRETA, Jon eta ALBERDI, Mikel, Komunikazio-sareak. 2014-2015.

-BURGOS, Arantzazu, LEGARRETA, Jon eta ALBERDI, Mikel, OSI / ISO erreferentzia-eredua. 2014-2015.

-BURGOS, Arantzazu, LEGARRETA, Jon eta ALBERDI, Mikel, TCP/IP sare-arkitektura. 2014-2015.

-BURGOS, Arantzazu, LEGARRETA, Jon eta ALBERDI, Mikel, Sare baten osagaiak. 2014-2105

-BURGOS, Arantzazu, LEGARRETA, Jon eta ALBERDI, Mikel, Kontrol-sistema automatikoen diseinua: GRAFCET. 2014-2015

-ETXEARRIA, Ainhoa, Sentsore aktibo eta pasiboseinaleen egokitzapena. 2014-2015

Esku liburuak:

-FRAILE MORA, Jesús, GARCÍA GUTIERREZ, Pedro eta FRAILE ARDANUY, Jesus, Instrumentacion aplicada a la ingeniería. Garceta. Barcelona. 2013.

-SANTOS PERA, Juan Antonio, Ingeniaritza-proiektua. EHU. Bilbo. 2009



15.3 Erreferentziak

Hauek dira kontsultatu diren web-guneak memoria osatzeko:

Sentsorea osatzeko kontsultatutako web-guneak:

https://www.upgradeindustries.com/media/img/hi_res/hcsr04_hires.jpg -tik egokitua

http://www.amazon.es/gp/product/B00PQB8GWM/ref=pd_lpo_sbs_dp_ss_2?pf_rd_p=556244407&pf_rd_s=lpo-top-stripe&pf_rd_t=201&pf_rd_i=B00GGPYTSW&pf_rd_m=A1AT7YVPFBWXBL&pf_rd_r=1ZG6N40M0G6A4M7FSEVJ

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/ondas/acustica/sonido/sonido.htm>

<http://www.electan.com/resistencia-220-ohmios-p-31.html>

<http://www.casadelled.com.ar/ZL-504G0CA10.pdf>

<http://www.casadelled.com.ar/ZZ-GY-S0001B,ZL-503RCA2.pdf>

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/Resistores_Comerciales.png

<https://store.arduino.cc/product/GBX00066>

<http://www.gear4music.es/es/G4M/Roland-PSB-1U-Adaptador-de-Corriente-Alternativa/C3A>

<http://www.electronicaembajadores.com/Productos/Detalle/-1/SMDL10DR/diodo-led-10mm-difuso-rojo>

<http://www.electronicaembajadores.com/Productos/Detalle/-1/SMDL10DV/diodo-led-10mm-difuso-verde>

https://docs.google.com/document/d/1Y-yZnNhMYy7rwhAgyL_pfa39RsB-x2qR4vP8saG73rE/edit#bookmark=id.8vcqemywndfb

Espektro entzungarria giza entzumenerako:

<https://userscontent2.emaze.com/images/4d65ef1d-a1e7-4164-894f-7b241feab89d/028515fe-9503-4cc4-bbd7-834d5fc749f7.png>

<http://www.electronicaembajadores.com/Productos/Detalle/-1/SMDL3C6A/diodo-led-3mm-clear-azul-2200-mcd---25->

Erresistentzien balio estandarra. Iturria:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/Resistores_Comerciales.png



Panelak:

<http://www.circontrol.com/wp-content/uploads/2014/12/PANELES-DE-INFORMACION-Y-GUIADO-DE-PLAZAS-LIBRES-CIRCONTROL.pdf>

transmizioa bideak

http://es.rs-online.com/web/p/products/6084060/?grossPrice=Y&cm_mmc=ES-PLA-_-google-_-PLA_ES_ES_Cables-_-Cables_Industriales_Y_Para_Alimentaci%C3%B3n&mkwid=sIcu79wws_dc|pcrid|88860998721|pkw||pmt||prd|6084060

DIN 47100 arauak esleitutako zenbaki eta koloreak:

http://www.meinhart.at/fileadmin/media/Downloads_AT_Englisch/Colour_coding_for_cables_and_wires_09.pdf

D-sub konektore motak:

<https://es.wikipedia.org/wiki/D-sub#/media/File:DSubminiatures.svg>

Merkatuaren fluktuazioak prezioan aldaketak sor ditzake:

<http://www.xe.com/es/currencyconverter/>

Kobrearen propietate elektrikoa:

<http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=9aebc83845c04c1db5126fada6f76f7e>

Sarrerako pantaila:

<http://www.fnac.es/Samsung-LS24E391H-EN-23-6-Monitor-LED-Full-HD-Monitor-Monitor-LED/a1114671#ficheDt>



VGA video extender-aren diagrama:

<http://www.aten.com/products/Professional-Audio/Video/Video-Extenders/Video-Extender~VE150A.html>

Autocad:

<http://www.autodesk.es/products/autocad/subscribe>

Multisim:

<http://multisim.waxoo.com/>

SFCEdit:

<http://stephane.dimeglio.free.fr/sfcedit/index.html>

Ordenagailua:

http://www.pccomponentes.com/asus_x540la_xx002t_intel_i3_4005u_4gb_500gb_15_6_.html

<http://www.aceronline.es/acer-aspire-tc-705-windows-10-dt-sxneb-056.html>

<http://www.elcorteingles.es/electronica/A11980073-monitor-samsung-s24d590pl-236-led-pls/>

Observatorio de la Eletricidad:

http://awsassets.wwf.es/downloads/oe_dic_2015.pdf

Iturria WWF-España. Erreferentzia:

http://awsassets.wwf.es/downloads/oe_dic_2015.pdf

Kolombiako meategiko umeak lanean. Iturria: ILO erakundea.:

http://www.ilo.org/dyn/media/slideshow.curtainUp?p_lang=es&p_slideshow_id=43