

Treball final de Màster

Estudi: MÀSTER EN ENGINYERIA INDUSTRIAL

Títol: Estudi d'utilització d'energies renovables i implementació de casa intel·ligent

Document: I. Memòria

Alumne: Aniol Gelis Colomer

Director/Tutor: Miquel Rustullet Reñe
Departament: Enginyeria Elèctrica Electrònica i Automàtica
Àrea: ESA

Convocatòria (mes/any): Setembre/2019

ÍNDEX

I. Índex de figures	5
II. Índex de gràfics	9
III. Índex de taules	10
1. INTRODUCCIÓ	12
1.1 Antecedents	12
1.2 Objecte	13
1.3 Abast	13
2. DESCRIPCIÓ DE L'HABITATGE	14
2.1. Emplaçament i situació	14
2.2. Descripció de l'habitatge unifamiliar	15
2.3. Instal·lacions actuals	18
3. CONSUM ENERGÈTIC ACTUAL DEL HABITATGE	20
3.1. Consum Electricitat	20
3.2. Consum d'aigua	23
3.3. Consum de Gasoil	25
3.4. Consum de Llenya	27
3.5. Energia consumida total	28
4. INSTAL·LACIÓ SOLAR TÈRMICA	30
4.1. Determinació de la producció energètica solar mínima	31
4.1.1 Estimació del consum d'ACS	31
4.1.2 Necessitats energètiques derivades del consum d'ACS	33
4.1.3 Determinació de la contribució solar mínima exigida	34
4.1.4 Càlcul de la producció energètica solar mínima exigida	35
4.2 Elecció de la configuració del sistema solar	35
4.3 Mètode de càlcul	37
4.4 Elecció i disseny dels components de la instal·lació	37
4.4.1 Captadors solars tèrmics	37
4.4.2 Acumulador solar	40

4.4.3	Vas d'expansió	42
4.4.4	Bescanviador	44
4.4.5	Instal·lació circuits hidràulics	45
4.4.6	Sistema de control	46
4.5	Instal·lació caldera de biomassa	47
4.6	Balanç i resultats	48
4.6.1	Anàlisi transitori de la instal·lació.....	50
4.7	Validació instal·lació solar tèrmica.....	52
4.8	Cost energètic, estalvi i amortització	53
5.	INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA.....	57
5.1	Consum mitja d'energia	58
5.2	Elements de la instal·lació	59
5.2.1	Estructura panells fotovoltaics	59
5.2.2	Generador fotovoltaic	60
5.2.3	Inversor.....	61
5.2.4	Instal·lació línies elèctriques.....	63
5.2.5	Quadres elèctrics.....	65
5.2.6	Balanç i resultats	66
5.2.7	Cost energètic, estalvi i amortització	70
6.	IMPLEMENTACIÓ CASA INTEL·LIGENT	73
6.1.	Part confort	73
6.1.1	Control il·luminació	74
6.1.2	Control persianes.....	74
6.1.3	Control garatge	75
6.1.4	Control reg jardí	75
6.2.	Part climatització.....	76
6.3.	Part seguretat	76
6.3.1	Control contra-incendis	76
6.3.2	Control antirobatoris	76

6.3.2	Control portes i finestres	77
6.4	Instal·lació elèctrica	77
6.4.1	Quadre elèctric planta baixa	77
6.4.2	Quadre elèctric primer pis.....	78
6.4.3	Quadre elèctric segon pis	79
6.5.	Aparellatge automatització	80
6.5.1	Siemens CPU 1511-1 PN	80
6.5.2	Mòdul descentralitzat.....	83
6.5.3	Mòduls entrades i sortides PLC	84
6.5.4	Pantalla tàctil Siemens HMI KTP 1200	86
7.	PROGRAMACIÓ CASA INTEL·LIGENT	87
7.1.	Comunicacions	88
7.2.	Entrades i sortides PLC	91
7.2.1	Entrades i sortides Planta Baixa	91
7.2.2	Entrades i sortides Primer Pis	93
7.2.3	Entrades i sortides Segon Pis, Estudi i Jardí	95
7.2.4	Sortides analògiques	97
7.3.	Estructura del programa	97
7.4.	Programes casa intel·ligent	100
7.4.1	Funcions globals	100
7.4.2	Programa control il·luminació	101
7.4.2	Programa control persianes.....	109
7.4.3	Programa control garatge	114
7.4.4	Programa reg jardí	118
7.4.5	Programa seguretat habitatge	120
7.4.6	Programa contra incendis	125
7.4.7	Control climatització.....	128
7.4.8	Execució bloc de programes	128
7.5.	Pantalla tàctil HMI	130

7.5.1	Menú pantalles habitatge.....	131
7.5.2	Menú pantalles control.....	133
8.	RESUM DEL PRESSUPOST.....	138
9.	CONCLUSIÓ.....	139
10.	RELACIÓ DE DOCUMENTS.....	143
11.	BIBLIOGRAFIA.....	144
12.	GLOSSARI.....	146
A.	PROGRAMACIÓ.....	148
B.	INFORME PVSYST.....	149
C.	VALIDACIÓ INSTAL·LACIÓ SOLAR TÈRMICA CHEQ4.....	154

I. Índex de figures

Figura 1. Situació del habitatge	14
Figura 2. Parcel·la habitatge unifamiliar	15
Figura 3. Distribució planta baixa	16
Figura 4. Distribució Primer Pis	16
Figura 5. Distribució Segon Pis	17
Figura 6. Distribució estudi pis superior	17
Figura 7. Caldera de gasoil i acumulador d'ACS.....	18
Figura 8. Consum en kWh factura elèctrica Març 2016	21
Figura 9. Consum en kWh factura elèctrica Maig 2016	21
Figura 10. Orientació de l'habitatge	31
Figura 11. Taula 2.1 CTE-HE4: Contribució solar mínima anual per ACS en %	34
Figura 12. Esquema instal·lació solar tèrmica amb interacumulador.....	35
Figura 13. Captador solar pla Gamesa 5000ST.....	38
Figura 14. Especificacions tècniques captador solar Gamesa 5000ST	38
Figura 15. Inclinió i orientació del panell solar.....	39
Figura 16. Càlcul òptim de la distància per eliminar les ombres entre els captadors	40
Figura 17. Configuració acumulador solar	40
Figura 18. Acumulador Helioset FES1 350	41
Figura 19. Vas d'expansió Ibaiondo CMF 25 litres.....	44
Figura 20. Intercanviador Termicol Pot. 6 - 15 kW.....	44
Figura 21. Configuració del intercanviador.....	45
Figura 22. Configuració circuit hidràulic solar	45
Figura 23. Configuració circuit hidràulic de distribució	46
Figura 24. Configuració sistema de control de la instal·lació	47
Figura 25. Conjunt caldera + cremador Ferroli SFL 3	48
Figura 26. Temperatura circuit primari (sortida captadors solars).....	51
Figura 27. Temperatura del acumulador	51
Figura 28. Validació instal·lació solar tèrmica CHEQ4.....	52
Figura 29. Estructura suport panells fotovoltaics	59

Figura 30. Inversor Beghelli 930 WP	62
Figura 31. Corba d'eficiència de l'inversor Beghelli 930 WP	63
Figura 32. Orientació panells solars fotovoltaics PVsyst.....	66
Figura 33. Definició del sistema connectat a la xarxa PVsyst.....	67
Figura 34. Esquema general automatització habitatge	73
Figura 35. Distribució quadre elèctric planta baixa	78
Figura 36. Distribució quadre elèctric primer pis	79
Figura 37. Distribució quadre elèctric segon pis	80
Figura 38. Siemens CPU 1511-1 PN	81
Figura 39. Vista frontal amb tapa i sense tapa CPU	83
Figura 40. Configuració mòdul descentralitzat ET200 SP	84
Figura 41. Pantalla tàctil HMI KTP 1200 Comfort	86
Figura 42. Estructura interna software TIA PORTAL V14	88
Figura 43. Comunicacions segon pis	89
Figura 44. Comunicacions Planta Baixa	89
Figura 45. Comunicacions Primer Pis	90
Figura 46. Direccions IP elements	90
Figura 47. Estructura general del programa de la casa intel·ligent.....	98
Figura 48. Activació mode dia	100
Figura 49. Activació mode nit.....	101
Figura 50. Paràmetres DB2_HMI	101
Figura 51. Graficet programa control il·luminació Planta Baixa	103
Figura 52. Graficet programa control il·luminació Primer pis	103
Figura 53. Graficet programa control il·luminació Segon Pis.....	104
Figura 54. Marxa instal·lació control il·luminació Planta Baixa	104
Figura 55. Activació llum mode manual	105
Figura 56. Activació mode automàtic control llums	105
Figura 57. Control llums utilitzant la subrutina	106
Figura 58. Mode dia: Activació llum	108
Figura 59. Mode dia: Desactivació llum	108

Figura 60. Mode nit: Activació llum	109
Figura 61. Mode nit: Desconnexió llum	109
Figura 62. Graficet control persianes Primer Pis	110
Figura 63. Activació i desactivació del mode pluja	111
Figura 64. Activació i desactivació mode estiu	112
Figura 65. Activació actuator persianes	113
Figura 66. Graficet control garatge	114
Figura 67. Activació memòria detecció cotxe	115
Figura 68. Activació memòria Posició cotxe OK	116
Figura 69. Desactivació memòries Posició i Detecció cotxe	116
Figura 70. Activació garatge mode manual	117
Figura 71. Graficet programa control reg jardí	118
Figura 72. Activació control horari programa reg jardí	119
Figura 73. Activació control horari seguretat habitatge	121
Figura 74. Mode manual o mode automàtic activació alarmes	121
Figura 75. Graficet control seguretat habitatge	122
Figura 76. Alarma detectors magnètics Planta Baixa	123
Figura 77. Alarma detector moviment Planta Baixa	124
Figura 78. Activació alarma general Planta Baixa	124
Figura 79. Reset alarmes instal·lació	125
Figura 80. Graficet control contra incendis	126
Figura 81. Alarma detecció foc primer pis	127
Figura 82. Alarma detecció foc segon pis	127
Figura 83. Reset alarmes foc	127
Figura 84. Activació sortides alarmes contra incendis	128
Figura 85. Execució programes a través del Main	129
Figura 86. Crida dels blocs de programes a dins el bloc OB1 Main	129
Figura 87. Menú inicial pantalla HMI	130
Figura 88. Menú habitatge pantalla HMI	131
Figura 89. Menú pantalla planta baixa	132

Figura 90. Menú pantalla primer pis	132
Figura 91. Menú pantalles control	133
Figura 92. Menú control il·luminació	134
Figura 93. Menú control persianes	135
Figura 94. Control proteccions casa	136
Figura 95. Controls generals casa	137

II. Índex de gràfics

Gràfic 1. Necessitats energètiques ACS	34
Gràfic 2. Resultats energètics energia solar	49
Gràfic 3. Demanda bruta en funció de l'aportació del tipus d'energia	50
Gràfic 4. Consum energia elèctrica diària dia 27 de juny 2019.....	58
Gràfic 5. Comparativa gràfic de barres de l'energia de la instal·lació	69

III. Índex de taules

Taula 1. Distribució habitatge unifamiliar	15
Taula 2. Consums d'electricitat de l'any 2016	20
Taula 3. Estimació de Consums d'electricitat de l'any 2016	22
Taula 4. Consums d'electricitat de l'any 2017	22
Taula 5. Consums d'electricitat de l'any 2018	22
Taula 6. Taula resum consums energia	23
Taula 7. Consums d'aigua els darrers tres anys	23
Taula 8. Mitjanes de consum a l'habitatge	24
Taula 9. Consums de Gasoil els darrers anys	26
Taula 10. Cost ACS i calefacció	26
Taula 11. Energia consumida (kWh) de gasoil.....	27
Taula 12. Consum llenya habitatge	27
Taula 13. Consums energètics (kWh) de llenya.....	28
Taula 14. Consums energètics totals (kWh)	28
Taula 15. Cost parcial i total energia consumida darrers anys (€)	29
Taula 16. Mitjanes de consum a l'habitatge	32
Taula 17. Taula de necessitats energètiques mensuals	33
Taula 18. Característiques acumulador HELIOSET FES1 350.....	41
Taula 19. Càlcul volum del vas d'expansió	43
Taula 20. Resultats energètics global del sistema solar tèrmic	48
Taula 21. Costos anuals energia tèrmica.....	53
Taula 22. Costos derivats generació energia	53
Taula 23. Cost energia auxiliar (caldera de biomassa)	54
Taula 24. Període d'amortització de la instal·lació	55
Taula 25. Taula resum consums energia obtinguda el capítol 3 apartat 3.1	58
Taula 26. Mitjana consum diari	58
Taula 27. Característiques mòdul fotovoltaic Gamesa GS-1651	60
Taula 28. Paràmetres mòdul fotovoltaic a -10 °C i 70 °C	62

Taula 29. Comprovació compliment de condicions	62
Taula 30. Característiques inversor Beghelli 930 WP	63
Taula 31. Resultats simulació PVsyst instal·lació solar fotovoltaica	68
Taula 32. Tipus d'energia de la instal·lació connectada a la xarxa	69
Taula 33. Taula resum consums energia obtinguda el capítol 3 apartat 3.1	70
Taula 34. Costos anuals sense fotovoltaica (PV).....	70
Taula 35. Cost energètic, estalvi i amortització de la instal·lació	71
Taula 36. Informació panell frontal amb tapa CPU	82
Taula 37. Informació panell frontal sense tapa CPU	82
Taula 38. Rangs entrades analògiques.....	85
Taula 39. Rangs sortides analògiques per intensitat	85
Taula 40. Rangs sortides analògiques per tensió	85
Taula 41. Direccions IP comunicacions instal·lació	91
Taula 42. Entrades digitals Planta Baixa.....	91
Taula 43. Entrades digitals Planta Baixa.....	92
Taula 44. Entrades analògiques Planta Baixa	92
Taula 45. Sortides digitals Planta Baixa	92
Taula 46. Entrades digitals Primer Pis	93
Taula 47. Entrades analògiques Primer Pis	94
Taula 48. Sortides digitals Primer Pis	94
Taula 49. Entrades digitals Segon Pis, Estudi i Jardí.....	95
Taula 50. Entrades analògiques Segon Pis, Estudi i Jardí	96
Taula 51. Sortides digitals Segon pis, Estudi i Jardí	96
Taula 52. Sortides analògiques programa	97
Taula 53. Entrades i sortides del bloc de funcions FB1_Control Llums	107

1. INTRODUCCIÓ

La realització del projecte es farà sobre l'habitatge ubicat a Sant Esteve d'en Bas. Aquest habitatge és particular unifamiliar i actualment i viuen una família de tres persones.

Primer de tot es farà un estudi energètic i econòmic per saber la quantitat d'energia que consumeix la família així com el seu cost, ja que el cost de les factures d'electricitat, d'aigua i de gasoil són elevades i es volen reduir el màxim.

El consum d'energia elèctrica és a través de la companyia elèctrica, actualment no hi ha instal·lat cap tipus de font de generació d'energia elèctrica a la casa, per tant tot el cost d'aquesta energia es mostra en les factures elèctriques enviades per la companyia.

El consum d'aigua es comptabilitza a través del comptador instal·lat a la casa on ve donada per la xarxa d'aigua potable de la població.

L'aigua calenta sanitària i la calefacció, funciona a través de la caldera de gasoil instal·lada a l'habitatge, per mantenir la casa calenta en els dies més freds de l'any, també hi ha dos llars de foc, una el primer pis i una altre el segon pis.

Una vegada realitzat i analitzat l'estudi energètic es procedirà el disseny de les instal·lacions d'energies renovables per poder reduir o suplir la demanda inicial d'energia en algun dels casos.

Finalment, s'automatitzarà la casa perquè sigui el màxim intel·ligent possible i d'aquesta manera es pugui reduir el consum d'energia elèctrica i per tant sigui el màxim eficient possible.

1.1 Antecedents

Actualment a l'habitatge unifamiliar el consum d'energia elèctrica, el consum d'aigua i el consum de gasoil, el preu de les factures són molt elevats.

La instal·lació de la caldera de gasoil és molt antiga, té 25 anys, per tant el rendiment ha disminuït considerablement i el cost de la generació d'aigua calenta sanitària i calefacció és molt elevat.

Fa tres anys es fa reformar l'habitatge, per tant una part de la instal·lació elèctrica és relativament nova.

L'habitatge actualment no disposa de cap instal·lació d'energies renovables ni tampoc de cap tipus d'automatització.

1.2 Objecte

El present objecte té com a objecte, primer de tot la realització de l'estudi energètic de l'habitatge i valorar els costos actuals tant d'energia elèctrica, consum d'aigua, consum de gasoil i de llenya.

Una vegada realitzat l'estudi energètic actual, dissenyar per cada tipus d'energia la instal·lació d'energia renovable corresponen, per l'energia elèctrica s'instal·laran plaques solars fotovoltaïques connectades a la xarxa, per el consum de gasoil i llenya s'instal·larà plaques solars tèrmiques amb un acumulador que es complementarà amb la instal·lació d'una caldera de biomassa per poder generar l'aigua calenta sanitària i la calefacció en funció de la demanda d'ACS.

A partir dels dissenys de les instal·lacions d'energies renovables s'analitzarà si són rendibles i amortitzables en pocs anys.

Per complementar aquest tipus d'instal·lacions esmentades prèviament, es realitzarà tota l'automatització de l'habitatge, per tenir el control total de la casa. Es controlarà: la il·luminació, les persianes, el garatge, el reg del jardí, la climatització i la seguretat de la casa.

1.3 Abast

Per assolir l'objectiu del present projecte es realitzarà l'estudi energètic d'un habitatge particular, a partir de l'estudi, s'analitzarà la implementació de la instal·lació d'energies renovables complementant amb la instal·lació de casa intel·ligent i es valorarà si la inversió d'aquestes instal·lacions seran amortitzables en pocs anys o no.

2. DESCRIPCIÓ DE L'HABITATGE

Es descriurà la ubicació on es troba l'habitatge, la superfície del terreny i la superfície edificable, com està construïda l'habitatge i les instal·lacions actuals que disposa.

2.1. Emplaçament i situació

L'habitatge particular unifamiliar objecte d'estudi està situat en el carrer Ample nº1 B del municipi de Sant Esteve d'en Bas, 17176 Girona-Espanya.

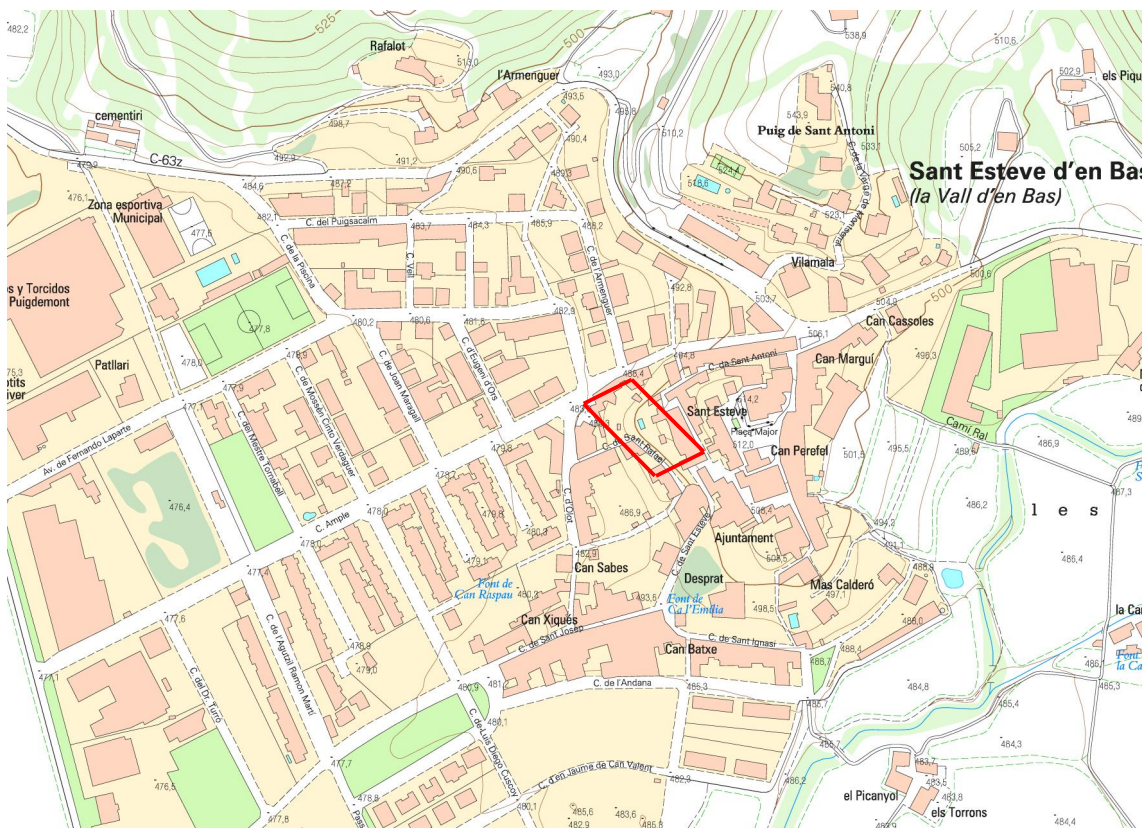


Figura 1. Situació del habitatge

La parcel·la on està construït l'immoble té una forma rectangular sense divisòries horitzontals. Disposa d'un terreny de 375 m² dels quals estan construïts 117,7 m², per tant hi ha una ocupació del 31,39 %, la resta de la parcel·la és jardí, a la Figura 2, es mostra la parcel·la.

Dels 117,7 m² de terreny construït, està dividit en tres parts: l'habitatge unifamiliar on viu la família, el cobert exterior que està enganxat a l'habitatge on hi ha la rentadora i també on hi ha ubicada la caldera de gasoil i la caseta del jardí on trobem el dipòsit de gasoil.



Figura 2. Parcel·la habitatge unifamiliar

2.2. Descripció de l'habitatge unifamiliar

La habitatge unifamiliar disposa de: una planta baixa, un primer pis, un segon pis i un estudi en el pis superior, a la Taula 1, es poden observar els m² construïts de cada planta.

Pis	Superfície
Planta baixa	69,84 m ²
Primer pis	66,02 m ²
Segon pis	80,49 m ²
Estudi	15,24 m ²
TOTAL m ² construïts	231,58 m ²

Taula 1. Distribució habitatge unifamiliar

A la Figura 3, s'observa la distribució de la planta baixa, on hi ha una petita oficina que dona el carrer principal, el garatge per guardar un cotxe, dos trasters i dues escales per pujar el primer pis.

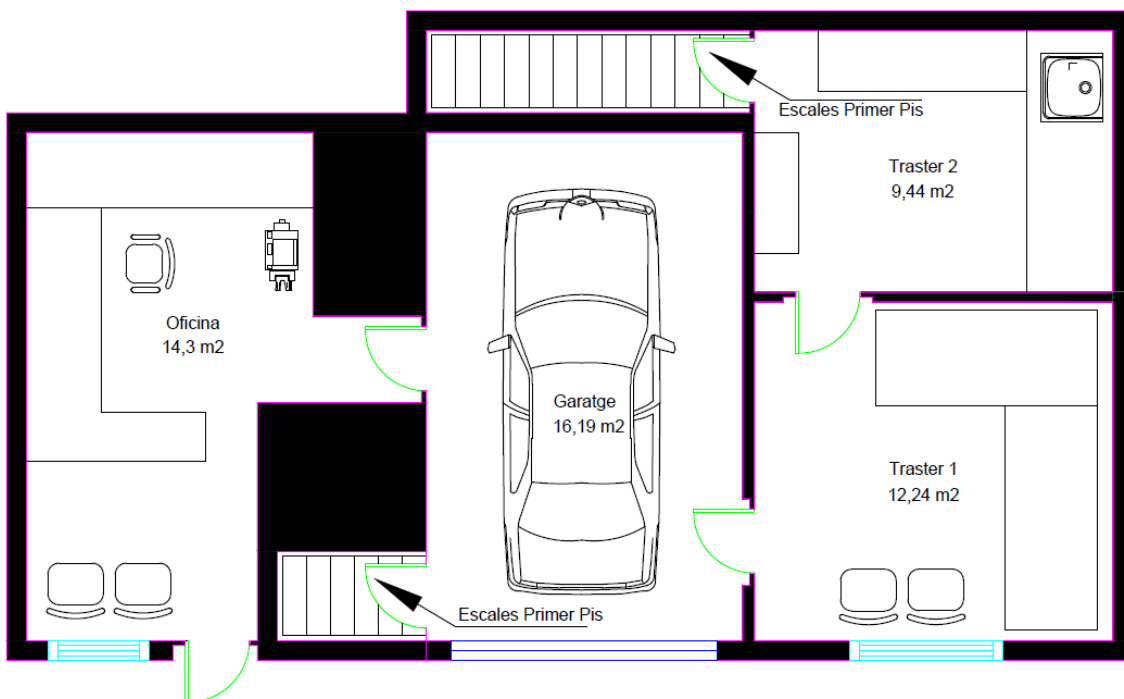


Figura 3. Distribució planta baixa

A la Figura 4, es mostra la distribució del primer pis que disposa de 66,02 m², on s'hi pot trobar, un petit estudi, un lavabo, la sala d'estar, la cuina, dues escales per baixar a la planta baixa i una escala per pujar el segon pis.

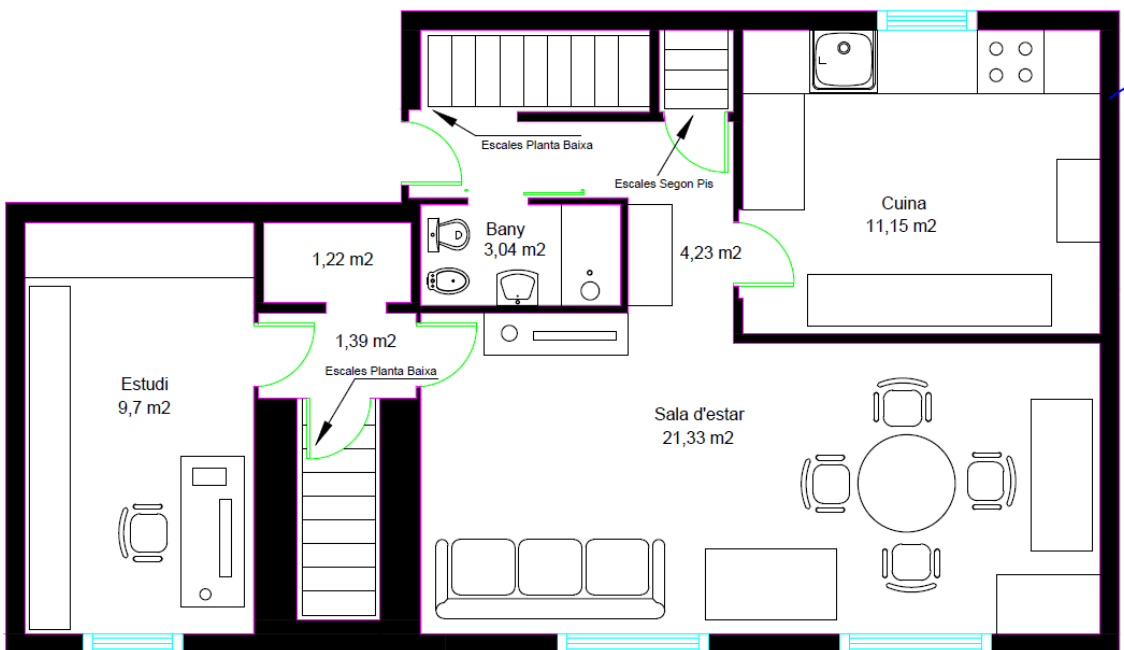


Figura 4. Distribució Primer Pis

A la Figura 5, es mostra la distribució del segon pis que disposa de 80,49 m², on hi ha: una cuina, un menjador, dos habitacions i un bany, les escales per pujar el pis superior on hi ha ubicat l'estudi i les escales per baixar el primer pis.

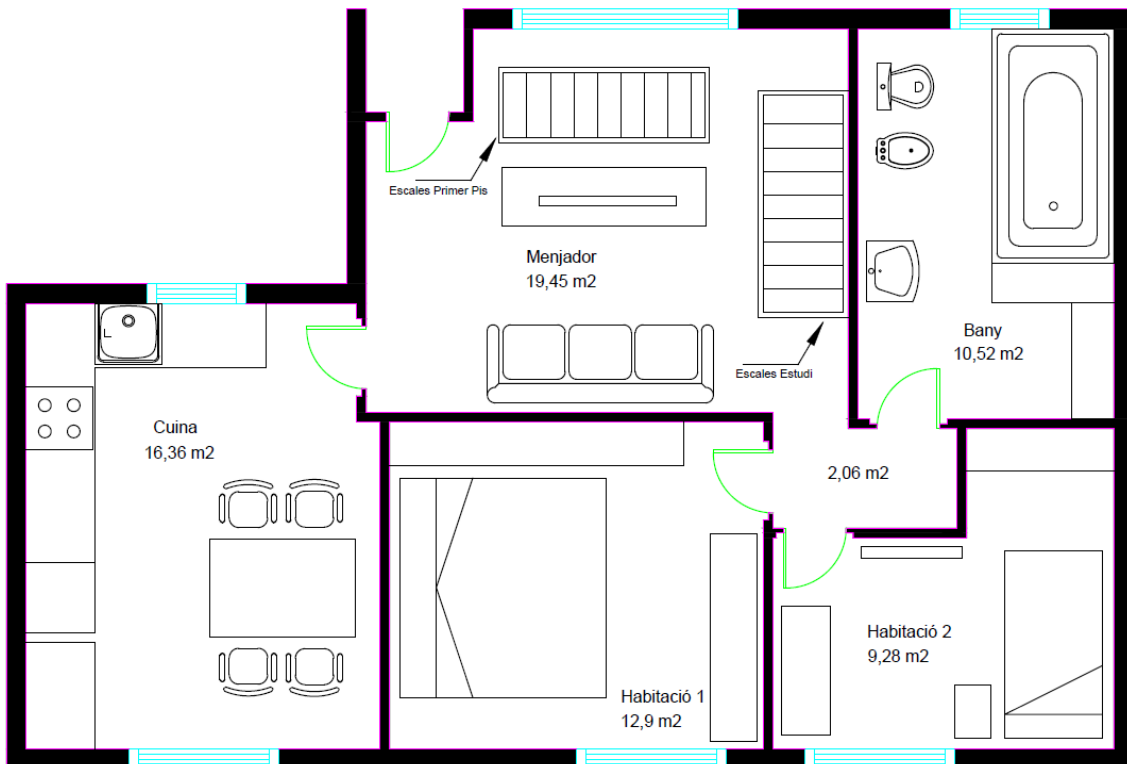


Figura 5. Distribució Segon Pis

A la Figura 6, es pot observar la distribució del estudi que hi ha ubicat el pis superior i disposa de 15,24 m².

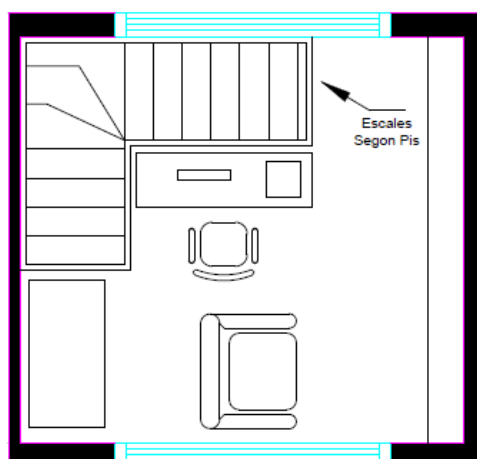


Figura 6. Distribució estudi pis superior

2.3. Instal·lacions actuals

La instal·lació de calefacció i aigua calenta sanitària a l'habitatge es produeix a través de la caldera de gasoil instal·lada en el cobert exterior, aquesta caldera té més de 25 anys i el seu rendiment ha disminuït considerablement fet que fa que el cost de manteniment i generació d'energia sigui elevat.

A la Figura 7, es pot observar l'estat actual de la caldera de gasoil juntament amb l'acumulador d'aigua calenta sanitària que alimenta l'habitatge, aquesta instal·lació està ubicada a l'interior del cobert exterior de la casa, el dipòsit de gasoil que alimenta la caldera que té una capacitat de 1000 litres.

Pel control de temperatura de l'aigua, a la caldera hi ha instal·lat un selector analògic per regular la temperatura.



Figura 7. Caldera de gasoil i acumulador d'ACS

Per regular la temperatura de la casa, hi ha instal·lat dos termòstats, un el primer pis i un altre el segon pis, cada un funciona independentment de l'altre.

A més a més, tant el primer com el segon pis hi ha instal·lat una llar de foc per escalfar la casa els dies més freds.

La instal·lació elèctrica està dividida en dos parts: la instal·lació elèctrica del primer pis on fa cinc anys es va remodelar tota la instal·lació i es va instal·lar un quadre elèctric que és l'encarregat d'alimentar la zona del jardí incloent la caseta i el cobert exterior, la planta baixa i el primer pis..

La instal·lació elèctrica del segon pis té 20 anys i hi ha instal·lat un quadre elèctric de distribució que és l'encarregat d'alimentar el segon pis i l'estudi.

A l'habitatge hi ha instal·lat un sol comptador per part de la companyia elèctrica per comptabilitzar el consum de la família.

3. CONSUM ENERGÈTIC ACTUAL DEL HABITATGE

Analitzarem el consum energètic actual de l'habitatge on ens centrarem en: el consum elèctric, el consum d'aigua i el consum de gasoil i de llenya per a la climatització de l'habitatge.

El consum elèctric a partir de la potència contractada a l'habitatge i els kWh consumits en els darrers anys podrem analitzar l'energia consumida i el seu cost, a partir d'aquest estudi a posteriori podrem realitzar l'estudi mitjançant la instal·lació de l'energia solar fotovoltaica per poder generar energia elèctrica a la casa.

El consum d'aigua analitzarem quants m³ i quants litres/dia consumeix la família de l'habitatge, a partir d'aquest consum podrem realitzar l'estudi de la instal·lació de plaques solars tèrmiques per l'escalfament d'aigua calenta per la casa.

Per la climatització de l'habitatge i per escalfar l'aigua s'utilitza la caldera de gasoil, per tant analitzarem quanta energia s'ha consumit en els darrers anys de gasoil així com el cost equivalent. L'habitatge també disposa d'una llar de foc on durant els mesos o dies més freds s'utilitza per escalfar la casa, per tant durant l'any tenim un consum de llenya que té un cost i que s'haurà d'avaluar.

3.1. Consum Electricitat

Analitzarem el consum d'electricitat de l'habitatge unifamiliar, per poder-ho dur a terme es farà mitjançant les factures de llum dels últims tres anys (2016, 2017 i 2018), ja que l'any 2016 es va realitzar una ampliació de l'habitatge i per tant els consums anteriors a aquest anys no ens podran servir per realitzar l'estudi de consum energètic de la casa.

A la Taula 2, podem observar l'energia consumida durant l'any 2016, on la potència contractada és de 4,4 kW i el producte contractat és TARIFA ELÈCTRICA PLUS.

Període (Data)	Període (Dies)	Energia (kWh)	Cost (€)
14/01/2016 - 08/03/2016	54	937	197,02
08/03/2016 - 13/05/2016	66	-779	-88,02
13/05/2016 - 15/07/2016	63	494	127,99
15/07/2016 - 11/09/2016	58	655	151,87
11/09/2016 - 13/11/2016	63	622	149,76
13/11/2016 - 12/01/2017	60	575	139,89
TOTAL	364	2504	678,51

Taula 2. Consums d'electricitat de l'any 2016

Les factures de l'any 2016, el comptador instal·lat a l'habitatge no era un comptador intel·ligent per aquesta raó les lectures d'energia consumida eren estimades i no les reals, per poder realitzar les lectures reals es feia mitjançant el tècnic de la companyia. Per tant podem observar que durant el primer període Gener - Març tenim un consum de 937 kWh (veure Figura 8) i el segon període Març – Maig tenim un consum de -779 kWh (veure Figura 9).

Durant el primer període es va fer una estimació de consum per part de la companyia elèctrica que no era la real i d'aquesta manera el preu de la factura va incrementar considerablement, i durant el segon període el tècnic va acudir a l'habitatge i va registrar la lectura de consum real i d'aquesta manera es va compensar les despeses proporcionades en la primera factura.

INFORMACIÓ DEL CONSUM ELÈCTRIC	
	Consum en el Període pla De 0h a 24h
Lectura anterior (estimada) (14-Gener-2016)	59.122 kWh
Lectura actual (estimada) (08-Març-2016)	60.059 kWh
Consum en el període	937 kWh

Figura 8. Consum en kWh factura elèctrica Març 2016

INFORMACIÓ DEL CONSUM ELÈCTRIC	
	Consum en el Període pla De 0h a 24h
Lectura anterior (estimada) (08-Març-2016)	60.059 kWh
Lectura actual (real) (13-Maig-2016)	59.280 kWh
Consum en el període	-779 kWh

Figura 9. Consum en kWh factura elèctrica Maig 2016

Per poder analitzar les dades coherentment dels dos primers períodes de facturació de l'any 2016, s'ha fet una estimació d'energia consumida en aquets períodes, aquesta estimació s'ha realitzat per tal de poder tractar les dades en els estudis d'utilització/implementació d'energies renovables. Les dades utilitzades a l'any 2016 són les que es mostren a la Taula 3.

Període (Data)	Període (Dies)	Energia (kWh)	Cost (€)
14/01/2016 - 08/03/2016	54	457	118,40
08/03/2016 - 13/05/2016	66	359	92,75
13/05/2016 - 15/07/2016	63	494	127,99
15/07/2016 - 11/09/2016	58	655	151,87
11/09/2016 - 13/11/2016	63	622	149,76
13/11/2016 - 12/01/2016	60	575	139,89
TOTAL	364	3162	780,66

Taula 3. Estimació de Consums d'electricitat de l'any 2016

A la Taula 4, podem observar l'energia consumida durant l'any 2017 i a la Taula 5 l'energia consumida a l'any 2018, en els dos anys la potència contractada és de 4,4 kW i el producte contractat és TARIFA ELÈCTRICA PLUS.

Període (Data)	Període (Dies)	Energia (kWh)	Cost (€)
12/01/2017 - 10/03/2017	57	387	106,70
10/03/2017 - 11/05/2017	62	582	143,43
11/05/2018 - 13/07/2017	63	459	121,53
13/07/2017 - 13/09/2017	62	425	116,54
13/09/2017 - 13/11/2017	61	493	130,58
13/11/2017 - 11/01/2018	59	687	167,63
TOTAL	364	3033	786,41

Taula 4. Consums d'electricitat de l'any 2017

Període (Data)	Període (Dies)	Energia (kWh)	Cost (€)
11/01/2018 - 09/03/2018	57	554	143,70
09/03/2018 - 14/05/2018	66	492	139,17
14/05/2018 - 09/07/2018	56	353	106,20
09/07/2018 - 12/09/2018	65	343	111,08
12/09/2018 - 24/10/2018	43	244	66,44
24/10/2018 - 26/11/2018	33	277	75,42
26/11/2018 - 10/01/2019	45	388	105,08
TOTAL	365	2651	747,09

Taula 5. Consums d'electricitat de l'any 2018

Podem observar que tant per l'any 2017 i 2018, el consum més elevat d'energia elèctrica són els mesos de més fred o menys llum solar, ja que per la calefacció de l'habitatge s'utilitza la caldera de gasoil.

A la Taula 6, està resumit els consums energètics d'electricitat dels darrers tres anys.

Període (Any)	Període (Dies)	Energia (kWh)	Cost (€)
2016	365	3162	780,66
2017	365	3033	786,41
2018	365	2651	747,09

Taula 6. Taula resum consums energia

L'any 2016, les dades de consum són estimades ja que l'habitatge no disposava d'un comptador intel·ligent, per tant el consum d'energia és més elevat, els anys 2017 i 2018 el comptador ja estava instal·lat per tant les dades de consum d'electricitat si que són reals.

Podem observar que des de l'any 2016 fins el 2018, s'ha reduït el consum d'energia (en kWh) de la família un 16,16%, pel que fa el cost (en €) s'ha reduït un 4,73%, aquest valors entre el consum d'energia i el cost no són proporcionals ja que els costos per part de la companyia elèctrica han anat variant els darrers anys, no són uns costos fixes per tant el cost total de les factures elèctriques també aniran variant en funció d'això.

A partir de la Taula 6 es realitzarà l'estudi per a la instal·lació de panells solars fotovoltaics per la generació d'electricitat de l'habitatge.

3.2. Consum d'aigua

Analitzarem el consum d'aigua consumit per l'habitatge en els darrers anys a partir de les factures d'aigua, d'aquesta manera tindrem el consum aproximat on a posteriori necessitem aquesta dada per la realització de la instal·lació d'energia solar tèrmica.

L'empresa subministradora és PRODAISA.

	2016			2017			2018		
	Consum (m3)	Dies	Cost (€)	Consum (m3)	Dies	Cost (€)	Consum (m3)	Dies	Cost (€)
Novembre - Febrer	24	88	40,12	20	90	38,56	18	89	32,42
Febrer - Maig	28	92	46,81	20	80	30,37	20	85	33,43
Maig - Agost	32	92	53,61	31	112	48,11	23	94	37,72
Agost - Novembre	22	93	36,78	16	83	24,30	18	97	34,89
TOTAL	106	365	177,32	87	365	141,34	79	365	138,46

Taula 7. Consums d'aigua els darrers tres anys

Primer de tot podem observar que el consum d'aigua des del 2016 fins el 2018 s'ha reduït considerablement, concretament un 28,3 %, per tant en aquesta part s'ha

aconseguit una bona eficiència energètica per part de la família on ha reduït tant a nivell de consum d'aigua en m³ com a nivell de costos el preu de les factures.

De les dades extretes podem observar en tots els anys analitzats que els mesos on tenim el consum més elevat d'aigua corresponen els mesos d'estiu o de més calor.

Actualment, a l'habitatge i viuen tres persones, a la Taula 8 podem observar el consum anual en litres/dia de cada un dels anys, així com la mitjana de consum d'aigua en litres/dia per persona.

	2016	2017	2018	
Consum Anual	290,41	238,36	216,44	litres/dia
Mitjana Consum Persona	96,80	79,45	72,15	litres/dia

Taula 8. Mitjanes de consum a l'habitatge

A l'any 2016, la mitjana de consum d'aigua per habitant a les comarques de Girona era de 184,31 litres/dia (dada extreta del diari de Girona), concretament a la comarca de la Garrotxa on s'ubica l'habitatge el consum mitja per persona era de 127,81 litres/dia. Per tant, l'habitatge tenia una reducció de consum d'aigua del 24,26% respecte la comarca de la Garrotxa.

En els anys posteriors el consum d'aigua a l'habitatge s'ha reduït notablement. A l'any 2017 s'ha reduït el consum respecte les dades de l'any 2016 un 17,92%. A l'any 2018 s'ha reduït el consum d'aigua respecte les dades de l'any 2016 un 25,47% i respecte les dades de l'any 2017 un 9,19%.

En un habitatge, és complicat reduir l'estalvi d'aigua ja que hi ha factors com: el rentaplats i la rentadora que el consum d'aigua serà proporcional a la utilització d'aquets elements i serà difícil controlar el consum, el que si que es podrà realitzar per disminuir la demanda d'aigua serà realitzar rentades més eficients, és a dir esperar a tenir el rentaplats totalment ple per engegar-li o realitzar menys rentades a la rentadora, el consum d'aigua utilitzat per cada persona el dia a dia és difícil de controlar i el consum del reg del jardí, que en el cas de la instal·lació s'automatitzarà i es podrà saber el consum real d'aigua que s'ha consumit, per tant en aquesta instal·lació si que es podrà reduir el consum d'aigua.

3.3. Consum de Gasoil

Per calcular el consum de gasoil es farà a partir de les factures proporcionades i on s'analitzaran els consums de gasoil tant els litres consumits com el cost total durant els darrers anys, concretament des de l'any 2015 a l'any 2018.

La caldera instal·lada a l'habitatge disposa d'un dipòsit que té una capacitat de 1000 litres, i és l'encarregada d'escalfar l'aigua tant pel consum diari de les persones com per escalfar els radiadors durant els dies més freds.

La caldera alimenta la calefacció i l'aigua calenta sanitària de tota la casa: primer pis, segon pis i estudi.

Hi ha dos termòstats a la casa, un el primer pis i un altre en el segon pis i tots dos estan ubicats en el menjador, el termòstat s'ajusta a 20°C durant els mesos d'hivern, cal remarcar que a l'hivern les persones de l'habitatge fan "vida" en el segon pis, el primer pis pràcticament no s'hi estan i per tant, el termòstat està parat i no s'escalfa el primer pis, és una bona mesura per augmentar l'estalvi energètic i no malgastar energia escalfant tota la casa.

Per reduir el consum de gasoil, durant la nit el termòstat del segon pis s'ajusta a 16 graus, no es para del tot per mantenir el sistema de calefacció calent.

L'empresa subministradora de reomplir el dipòsit de gasoil a l'habitatge és FILLS DE VELASCO S.A.

El tipus de gasoil consumit és de tipus C.

A la Taula 9, podem observar els consums de litres i els costos en euros parcials i totals dels últims anys.

Dades	Quantitat (litres)	Preu (€)
2015		
16/1/15	827,00	533,42
17/7/15	878,00	639,18
TOTAL	1.705,00	1.172,60
2016		
29/2/16	760,00	392,92
31/10/16	755,00	500,57
TOTAL	1.515,00	893,49
2017		
20/1/17	400,00	301,60
27/4/17	586,00	394,96
29/11/17	724,00	534,31
TOTAL	1.710,00	1.230,87
2018		
5/2/18	746,00	568,45
24/10/18	500,00	442,00
TOTAL	1.246,00	1.010,45

Taula 9. Consums de Gasoil els darrers anys

S'omple el dipòsit de dues a tres vegades l'any, i podem observar que l'any que es va consumir més litres va ser l'any 2017, el preu del gasoil és variable per tant s'haurà de realitzar una estimació pels costos finals.

S'ha realitzat una estimació on va destinant el consum de gasoil: un 37,5% es consumeix en aigua calenta sanitària i un 62,5% en calefacció, per tant la major part del consum de gasoil va destinat a la calefacció, a la Taula 10, es mostra el cost aproximat en el consum d'aigua calenta sanitària i calefacció generats per la caldera de gasoil.

	2017	2018
ACS (€)	461,58	378,92
Calefacció (€)	769,29	631,53

Taula 10. Cost ACS i calefacció

Per saber l'energia consumida de gasoil passem els litres a kWh. El gasoil és de tipus C que té un poder calorífic (PCI) de:

$$PCI = 8700 \frac{Kcal}{litre} \cdot \frac{1 kWh}{860 Kcal} = 10,113 \frac{kWh}{litre} \quad (Eq. 1)$$

Per tant, a la Taula 11 podem observar l'energia consumida (kWh) en funció dels litres consumits a cada un dels anys corresponents i a partir del PCI del gasoil.

	Quantitat (l)	Energia (kWh)
2015	1.705,00	17.242,67
2016	1.515,00	15.321,20
2017	1.710,00	17.293,23
2018	1.246,00	12.600,80

Taula 11. Energia consumida (kWh) de gasoil

Observem que el consum d'energia (kWh) és proporcional en funció dels litres consumits, l'any que s'ha consumit més és l'any 2017.

3.4. Consum de Llenya

Com a complement adicional a la calefacció, en els mesos o dies més freds l'habitatge disposa d'una llar de foc, s'ha realitzat un càlcul estimat de consum de llenya en funció de l'any, ja que hi ha anys que es compra i es consumeix més o menys llenya.

Hi han dues llars de foc, una el primer pis i l'altre el segon pis, totes dues ubicades a la cuina, la del primer pis pràcticament no s'utilitza.

Gràcies a la llar de foc, es pot aconseguir que la temperatura de l'habitatge, en concret de la cuina i el menjador si es deixa la porta oberta sigui molt confortable, per contra, el termòstat està ubicat el menjador per tant, si tenim la llar de foc encesa i la porta oberta i el termòstat detecta que la temperatura que hi ha el menjador és més alta que la temperatura de consigna preestablerta per l'usuari, es parará la caldera de gasoil fet que provocarà que es pari el sistema de calefacció i a les habitacions farà més fred respecte el menjador, però això, els usuaris de l'habitatge no ho han contemplat com un problema ja que a les habitacions només s'utilitzaran per dormir.

A la Taula 12, podem observar la quantitat de llenya comprada durant els darrers anys, quan es realitza la comanda sempre es demana la mateixa quantitat.

	Quantitat (kg)	Preu (€)
2016	1.000,00	202,65
2017	1.000,00	203,85
2018	1.000,00	204,35

Taula 12. Consum llenya habitatge

Suposem que la quantitat de llenya consumida per la família anualment sempre és la mateixa que corresponen els 1000 kg de llenya, encara que no sigui el consum real ja que en funció del any es pot consumir més o menys llenya si que és el consum màxim en un any, per tant per realitzar els càlculs posteriors utilitzarem aquest valor.

Calculem quants kWh corresponen els kg de llenya consumits, el poder calorífic (PCI) de la llenya és de 4330 kcal/kg, per tant:

$$PCI = 4330 \frac{Kcal}{kg} \cdot 1000 kg \cdot \frac{1 kWh}{860 Kcal} = 5034,88 kWh \quad (Eq. 2)$$

Per tant, a la Taula 13 podem observar l'energia consumida (kWh) en funció de la quantitat de kg de llenya cremats.

	Quantitat (kg)	Energia (kWh)
2016	1.000,00	5.034,88
2017	1.000,00	5.034,88
2018	1.000,00	5.034,88

Taula 13. Consums energètics (kWh) de llenya

3.5. Energia consumida total

Analitzarem l'energia consumida total en kWh a partir de les taules de consums energètics analitzades anteriorment, d'aquesta manera podrem saber el consum total anual d'energia per cada tipus de font energètica (electricitat, gasoil i llenya).

A la Taula 14 observem els consums energètics totals per cada un dels anys.

	2016	2017	2018
Electricitat (kWh)	3.162,00	3.033,00	2.651,00
Gasoil (kWh)	15.321,20	17.293,23	12.600,80
Llenya (kWh)	5.034,88	5.034,88	5.034,88
TOTAL (kWh)	23.518,08	25.361,11	20.286,68

Taula 14. Consums energètics totals (kWh)

Com a conclusió de la realització de l'estudi energètic, es pot observar que a l'any 2018 s'ha reduït el consum d'energia: electricitat, gasoil i llenya un 20%, aquesta reducció de consum energètic, econòmicament es tradueix a la Taula 15, on es pot observar que l'estalvi a nivell econòmic és del 11,66 %

Per tant, la relació entre el consum energètic i el cost total d'aquesta energia no és del tot proporcional, ja que el cost de generació d'aquesta energia: electricitat i gasoil, en els darrers anys ha augmentat.

	2017	2018
Electricitat (€)	786,41	747,09
Gasoil (€)	1.230,87	1.010,45
Llenya (€)	204,85	205,35
TOTAL (€)	2.222,13	1.962,89

Taula 15. Cost parcial i total energia consumida darrers anys (€)

Una hipòtesi de la reducció de consum tant dràstica entre els anys 2017 i 2018 podria ser degut el escalfament global del planeta, ja que on es troba ubicat a l'habitatge els hiverns solen ser molt freds, però l'hivern del 2018 va ser molt suau a nivell de temperatures i això influeix directament en el consum de calefacció i per tant en el consum de la caldera de gasoil.

4. INSTAL·LACIÓ SOLAR TÈRMICA

L'objectiu és projectar una instal·lació mitjançant la tecnologia de plaques solars tèrmiques per generar l'aigua calenta sanitària i calefacció suficients per poder abastir la demanda de l'habitatge, aquesta instal·lació anirà acompanyada de la instal·lació de la caldera de biomassa, per tant les dues instal·lacions podran treballar paral·lelament per subministrar els recursos necessaris a la casa.

Per realitzar l'estudi per la implementació de plaques solar tèrmiques és necessari saber les característiques de l'habitatge per saber on aniran instal·lades les plaques, també és necessari saber el consum mitjà d'aigua calenta sanitària de la família.

A la descripció del habitatge, en el capítol 2 de la memòria hi trobem la informació més detallada de la casa, a continuació trobarem una explicació molt breu de les característiques principals de la casa.

L'habitatge està ubicat a la Garrotxa, concretament a Sant Esteve d'en Bas, Vall d'en Bas. És un casa unifamiliar on hi viuen actualment una família de tres persones, està formada per: una planta baixa, un primer pis, un segon pis i un altell on hi ha ubicat un estudi, i un jardí, per tant s'estipula una ocupació del 100.

Les coordenades geogràfiques on s'ubica l'edifici són:

- Latitud: 42° 7' 4"
- Longitud: 2° 27' 23"
- Altura: 487 metres

L'habitatge no disposa de cap façana orientada directament el sud sinó que es troba a 35° respecte de l'azimut 0°, la coberta de la casa és del tipus tradicional inclinada, concretament 20° d'inclinació, per tant per poder instal·lar les plaques solars tèrmiques a la coberta s'instal·laran unes estructures que faran de suport pels captadors solars.

A la Figura 10, es pot observar la orientació de l'habitatge de la seva façana principal, en aquest cas es mostra la planta baixa, ja que tant el primer pis, el segon com l'estudi tenen la mateixa orientació.

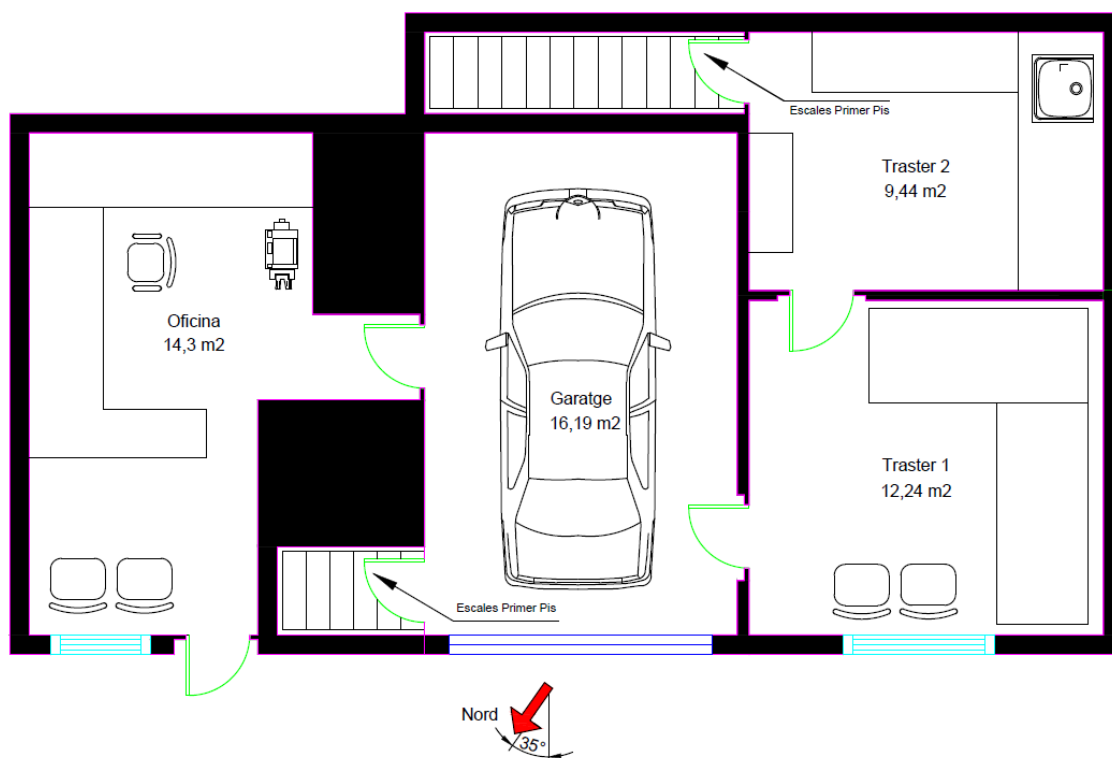


Figura 10. Orientació de l'habitatge

Com a conseqüència de la major irradiació, en l'època d'estiu possiblement aconseguim cobrir el 100% del consum d'ACS, però a l'hivern podria existir un dèficit energètic important, amb la qual cosa instal·larem una caldera de biomassa (veure capítol: Instal·lació caldera de biomassa) com a recolzament del sistema.

4.1. Determinació de la producció energètica solar mínima

S'ha de determinar la producció d'energia solar mínima, per determinar-ho és necessari realitzar els següents capítols on s'explicarà detalladament cada pas a seguir.

El municipi no disposa de cap ordenança municipal referent a la instal·lació d'energies renovables, per tant la normativa a complir serà la del CTE.

4.1.1 Estimació del consum d'ACS

Per a l'estimació del consum d'aigua ACS a 60°C s'ha de tenir en compte la Taula 4.1, la 4.2 i la 4.3 de la normativa del *Documento Básico de Ahorro de energía* CTE-HE4 que contempla el següent:

La taula 4.1 del CTE-HE4 serveix per valorar la demanda de referència a 60°C dels valors unitaris:

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona

Imatge 1. Taula 4.1 CTE-HE4: Demanda d'aigua

La taula 4.2 del CTE-HE4 ens informa dels valors mínims d'ocupació de càlcul en ús residencial privat.

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
<i>Número de Personas</i>	1,5	3	4	5	6	6	7

Imatge 2. Taula 4.2 CTE-HE4: Valors mínims d'ocupació

En el cas d'estudi el valor mínim d'ocupació serà 1.

I la taula 4.3 del CTE-HE4 ens informa que els habitatges multi-familiars s'utilitzarà el factor de centralització corresponent el número d'habitatges per multiplicar la demanda d'aigua calenta sanitària a 60°C.

Nº viviendas	N≤3	4≤N≤10	11≤N≤20	21≤N≤50	51≤N≤75	76≤N≤100	N≥101
<i>Factor de centralización</i>	1	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70

Imatge 3. Taula 4.3 CTE-HE4: Valors del factor de centralització

En el cas d'estudi, el factor de centralització serà de 1, perquè és un sol únic habitatge.

Per tant, en el nostre cas és un habitatge unifamiliar i correspondria a 28 litres/dia·unitat segons la taula 4.1 del CTE-HE4, però a partir de l'estudi realitzat prèviament sabem el consum real d'aigua dels darrers anys. La següent taula obtinguda del estudi energètic previ podem observar els consums totals d'aigua, per tant inclou l'aigua calenta sanitària i l'aigua per ús general de l'habitatge i el jardí.

	2016	2017	2018	
Consum Anual	290,41	238,36	216,44	litres/dia
Mitjana Consum Persona	96,80	79,45	72,15	litres/dia

Taula 16. Mitjanes de consum a l'habitatge

A partir dels valors de la Taula 16, es considera un consum mitjà d'aigua calenta sanitària de 35 litres/persona per dia.

Per tant, segons els càlculs regits pel CTE-HE4 s'obté que la necessitat d'aigua calenta sanitària total de l'habitatge serà de 105 litres ACS/dia.

4.1.2 Necessitats energètiques derivades del consum d'ACS

És necessària calcular l'energia tèrmica mensual i anual en kWh, per poder procedir amb el càlcul del disseny de la instal·lació solar tèrmica.

Per calcular l'energia tèrmica mensual necessària durant un anys, s'ha utilitzat la següent equació:

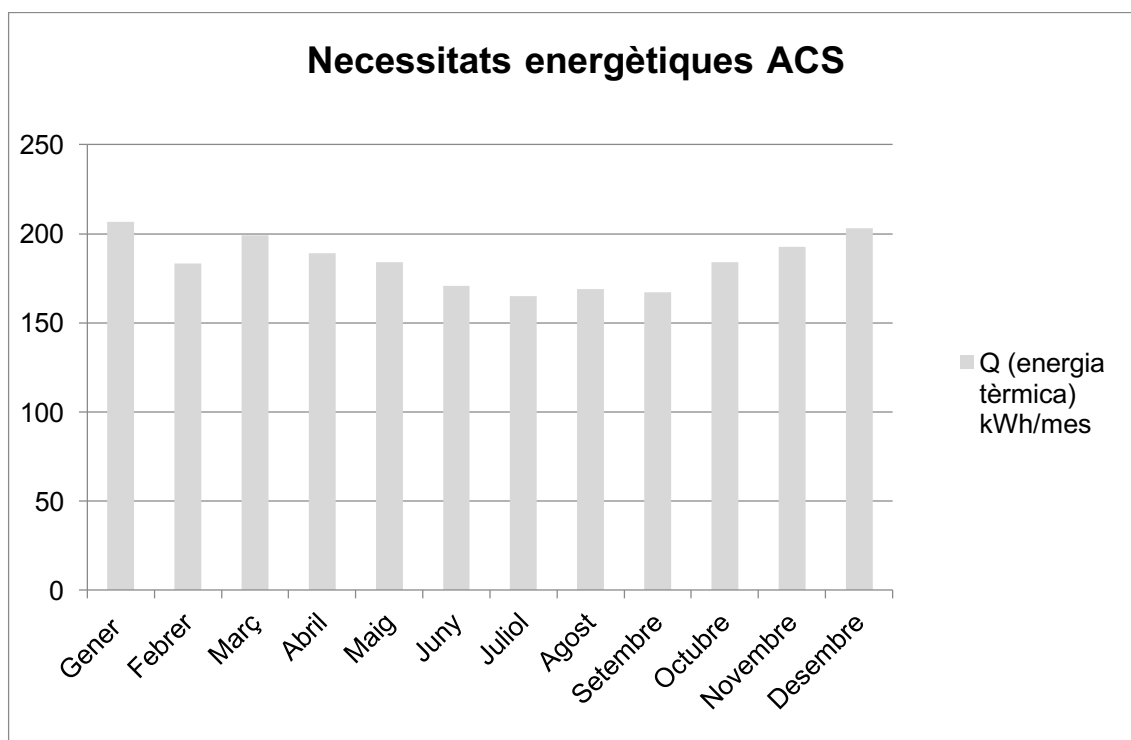
$$Q = \frac{\Delta T \cdot C_p \cdot D_i(ACS) \cdot N^{\circ}dies}{3600} \text{ (kWh)} \quad (\text{Eq. 3})$$

Per tant, es necessita saber: el consum total de la família, la temperatura mitjana diària mensual, la temperatura del ACS, la calor específica del aigua i la temperatura ambient de la zona on s'ubica la casa, s'ha utilitzat el software CHEQ4 per obtenir aquests valors pel càlcul de l'energia.

Mesos	Litres /dia	Temperatura freda mitjana diària mensual	Temp. ACS	Salt tèrmic °C	T amb °C	Cp (kJ)	Nº dies/mes	Q (energia tèrmica) kWh/mes
Gener	105,00	5,30	60,00	54,70	2,70	4,18	31,00	206,73
Febrer	105,00	6,30	60,00	53,70	3,80	4,18	28,00	183,31
Març	105,00	7,30	60,00	52,70	5,70	4,18	31,00	199,18
Abril	105,00	8,30	60,00	51,70	7,50	4,18	30,00	189,09
Maig	105,00	11,30	60,00	48,70	11,30	4,18	31,00	184,06
Juny	105,00	13,30	60,00	46,70	15,30	4,18	30,00	170,81
Juliol	105,00	16,30	60,00	43,70	18,70	4,18	31,00	165,16
Agost	105,00	15,30	60,00	44,70	18,30	4,18	31,00	168,94
Setembre	105,00	14,30	60,00	45,70	15,80	4,18	30,00	167,15
Octubre	105,00	11,30	60,00	48,70	11,10	4,18	31,00	184,06
Novembre	105,00	7,30	60,00	52,70	6,10	4,18	30,00	192,75
Desembre	105,00	6,30	60,00	53,70	3,60	4,18	31,00	202,95
								2.214,19

Taula 17. Taula de necessitats energètiques mensuals

L'energia tèrmica anual total és de 2214,19 kWh, en el Gràfic 1 s'observa l'evolució de l'estimació d'energia consumida cada mes.



Gràfic 1. Necessitats energètiques ACS

4.1.3 Determinació de la contribució solar mínima exigida

La contribució solar mínima anual és la fracció entre els valors anuals d'energia solar aportada i la demanda energètica anual per ACS obtingudes a partir dels valors mensuals.

La Figura 11, correspon a la taula 2.1 del CTE-HE4 on mostra per cada zona climàtica els diferents nivells de demanda de ACS a la temperatura referenciada de 60°C, la contribució solar mínima exigida per cobrir les necessitats del consum d'ACS.

Demanda total de ACS del edifici (l/d)	Zona climàtica				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

Figura 11. Taula 2.1 CTE-HE4: Contribució solar mínima anual per ACS en %

La Vall d'en Bas està ubicada a la zona climàtica II, per tant la contribució solar mínima anual serà per ACS serà del 30%.

4.1.4 Càlcul de la producció energètica solar mínima exigida

L'energia tèrmica anual total és de 2214,19 kWh i la contribució solar mínima és del 30 %, multiplicant aquets dos valors obtenim la producció solar mínima que serà 664,257 kWh.

Per tant, l'energia tèrmica aportada pel sol haurà de ser superior a 664,257 kWh.

4.2 Elecció de la configuració del sistema solar

La configuració del sistema solar utilitzada en la instal·lació de l'habitatge és sistema solar tèrmic per producció de ACS en instal·lacions de consum únic amb acumulador solar i intercanviador intern i vàlvula termostàtica.

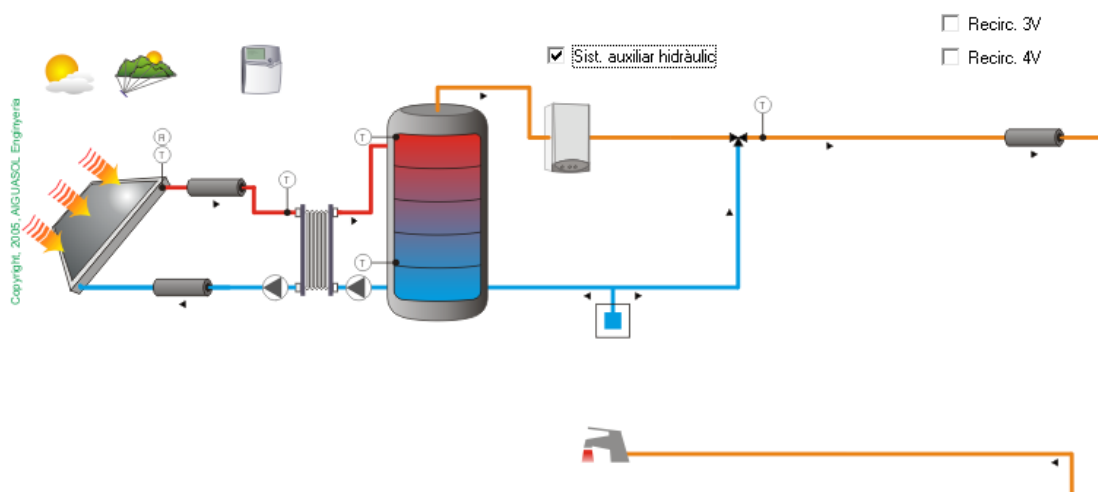


Figura 12. Esquema instal·lació solar tèrmica amb interacumulador

El funcionament de la instal·lació és el següent, es diferencia entre el circuit primari i el circuit secundari.

El sistema està compost per un camp de captadors solars que cedeix energia a l'acumulador solar a través d'un intercanviador de calor extern. Si l'ACS provinent del tanc es menor que la temperatura de consum fixada, una caldera connectada en sèrie amb l'acumulador escalfa l'aigua fins a la temperatura desitjada.

És possible disposar d'un circuit de recirculació per obtenir la temperatura d'ACS per a consum amb una vàlvula termostàtica de tres o de quatre vies, que mescla l'aigua de la recirculació amb l'aigua calenta de l'acumulador per tal de reduir al mínim el flux d'aigua calenta provinent del tanc solar.

El control del circuit primari pot ser per radiació o bé per diferencial de temperatura. El primer arrenca la bomba en funció de la radiació incident en el pla dels captadors, mentre que el control diferencial compara les temperatures del camp de captadors i de la zona inferior del tanc. El control del circuit secundari pot enclavar-se amb el del primari o definir-se amb un control diferencial independent que compara la temperatura al costat calent amb el de la part baixa del acumulador. En tots els casos es pot seleccionar el funcionament de la bomba a cabal fix o variable (match-flow).

El sistema atura la circulació al primari si la temperatura en el tanc o al captador sobrepassa el seu valor màxim de seguretat. També és possible disposar d'un arotermo per a dissipar energia del circuit primari si fos necessari.

La instal·lació es divideix en les següents parts:

Els captadors solars, s'utilitzen per captar l'energia solar tèrmica a través de la radiació del sol i escalfar l'aigua.

L'intercanviador de calor escalfa l'aigua pel consum a través del calor captat per la radiació solar, es col·loca entre el circuit primari i el secundari. Té forma de serpenti, d'aquesta manera aconseguix augmentar la superfície de contacte, fet que fa augmentar l'eficiència energètica, en el cas de la instal·lació a realitzar, aquest intercanviador està a l'interior del acumulador.

L'acumulador és el dipòsit on s'emmagatzema l'aigua calenta útil pel consum. Té una entrada per l'aigua freda i una sortida per l'aigua calenta. L'aigua freda entra per sota del acumulador per on es troba amb l'intercanviador, i a mesura que s'escalfa, l'aigua es desplaça cap a dalt, que és on sortirà pel consum.

El circuit hidràulic secundari o de consum, és un circuit obert. L'aigua entra freda del subministra i per l'altre extrem hi trobem l'aigua calenta que és la de consum: per la dutxa, el lavabo, etc. Primerament, l'aigua freda passa per l'acumulador, on s'escalfa fins arribar a la consigna de temperatura prèviament establerta. Les canonades d'aigua calenta de l'exterior de l'habitatge han d'estar molt ben aïllades perquè no es perdi el calor que transporten.

El sistema de regulació i control, s'instal·la un panell de control en la instal·lació on es mostren les temperatures en cada instant, de manera que es pot controlar el funcionament del sistema en qualsevol moment.

El sistema de recolzament, en els períodes de baixa radiació tèrmica o amb altres demandes de consum, necessitem un sistema de recolzament d'aigua calenta, independentment del sistema solar tèrmic, aquest sistema es denomina generador auxiliar. en el cas de la instal·lació a realitzar, aquest sistema de recolzament es farà mitjançant una caldera de biomassa.

4.3 Mètode de càlcul

El software utilitzat pel càlcul de la instal·lació solar tèrmica és el Transol versió 3.0, el software incorpora un mètode de càlcul anomenat Metasol, que consisteix en càlculs dinàmics.

La utilització d'aquest programari comporta una sèrie d'avantatges respecte els mètodes estàtics, com la modificació de paràmetres a l'hora de donar lloc els resultats, com ara:

- Condicions d'operació: com el percentatge de càrrega, cabals o temperatures.
- Condicions de contorn: com temperatura ambient, fracció de radiació solar, demanda de calor i temperatura d'aigua freda.
- Condicions de contorn controlables: rang de temperatures, de cabals, orientació i inclinació, tipus de cabal, sèrie o paral·lel o els intercanviadors.

Les equacions matemàtiques del model Metasol depenen de moltes variables, de manera que són equacions molt útils per a la simulació, però molt complexes per treballar sense una eina informàtica.

4.4 Elecció i disseny dels components de la instal·lació

S'escollirà i es dissenyarà tots els components que formen la instal·lació solar tèrmica des de: els captadors solars tèrmics, l'acumulador, el vas d'expansió, el bescanviador i els circuits hidràulics (el solar i el de distribució)

4.4.1 Captadors solars tèrmics

S'instal·laran dos captadors solars tèrmics de la marca Gamesa Solar del model 5000ST a la teulada del estudi que està orientada el sud-est, aquets captadors tenen un sistema d'aïllament transparent que redueix sensiblement les pèrdues tèrmiques del col·lector aconseguint una millora del rendiment.

És un captador pla, amb una superfície de 2,1 m² i una capacitat d'absorció del 95% de la irradiació solar.



Figura 13. Captador solar pla Gamesa 5000ST

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Dimensiones	2120 x 1050 x 86,2 mm
Área útil de captación	2,1 m ²
Peso en vacío	47 kg
Capacidad Colector	1,8 l
Caja del colector	Aluminio anodizado
Cobertura transparente	Vidrio templado
Transmisividad	89,80%
Espesor	4 mm
Aislamiento transparente bajo vidrio (TIM)	
Material	Acetato de celulosa
Geometría	Panel de abeja
Espesor	15 mm
Aislamiento térmico	Fibra de vidrio con film de aluminio
Parte posterior	35 mm
Marcos laterales	15 mm
Absorbedor selectivo	
Recubrimiento absorbente	NiOx / Ni
Tratamiento de la superficie	Sputtering
Absortividad	95% (±2)
Emisividad	7% (±2)
Material de las bandas	Aluminio
Tubos del absorbedor	
Material	Cobre
Número de tubos	7
Diámetro externo/interno	12/10 mm
Unión por embutición entre tubos y banda absorbente	
Tubos colectores	
Material	Cobre
Diámetro externo	22 mm

Figura 14. Especificacions tècniques captador solar Gamesa 5000ST

Els captadors solars tèrmics estaran inclinats 40° respecte el terra, la orientació serà el sud-est, concretament a 325° el sud, d'aquesta manera s'aprofitarà el màxim la irradiació solar. A la Figura 15, ens mostra la configuració dels panells solars.

The screenshot shows a software window titled "Captador solar" with the following configuration details:

- Base de dades:**
 - Categoria: Captador pla
 - Fabricant: Gamesa Solar
 - Producte: 5000 ST
 - Laboratori: INETI
- Característiques:**
 - n_0 = 0.749
 - IAM = 0.93
 - a_1 = 3.500 W/m².K
 - Alçada = 2.120 m
 - a_2 = 0.0070 W/m².K²
 - Qt = 72.0 l/h.m²
 - Capacitància = 20.196 kJ/m².K
- Nombre de captadors:** 2
- Superfície unitària:** 2.040 m²
- Orientació:** 325
- Superfície total:** 4.080 m²
- Inclinació β :** 40
- Inclinació del sol β_g :** 0
- Capacitat tèrmica del fluid:**
 - Aigua (4,19 kJ/kg.K)
 - Anticongelant al 30 %
 - Altre: 4,19 kJ/kg.K
 - Temp. congelació: -14 °C
- Camp de captadors:**
 - Nombre de fileres: 1
 - Longitud fileres: 4.02 m
 - Nombre en sèrie: 1
 - Distància entre fileres: 1.9 m
 - Superfície total: 8 m²

Buttons at the bottom: D'ACORD, Anular, Ajuda.

Figura 15. Inclinació i orientació del panell solar

La configuració de la instal·lació està formada per 2 captadors solars amb una distribució de una fila aconseguint una superfície total de captació de 4,080 m².

Els captadors aniran sobre una estructura d'alumini subjectada amb la teulada amb la inclinació corresponent, aquestes estructures permeten regular la inclinació del mòdul, per tant la inclinació es podrà ajustar, en el cas de dies de molt de vent, els captadors solars tindran la inclinació de la teulada.

La distància entre els captadores solars serà la mínima per tal d'eliminar les ombres en els captadors i d'aquesta manera obtenir el màxim rendiment de la instal·lació. A Figura 16, ens mostra com es calcula aquesta distància

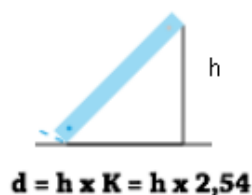


Figura 16. Càlcul òptim de la distància per eliminar les ombres entre els captadors

La inclinació de la teulada és de 20° i la inclinació del panell és de 40° respecte el terra i 20° respecte la teulada, per tant aplicant l'equació la distància òptima és de 1,82 m.

Aquesta és la distància mínima entre panells perquè no provoquin ombres entre ells, en el cas de la instal·lació, s'ha optat per una separació de 1,9 metres entre panells.

4.4.2 Acumulador solar

La demanda d'aigua a l'habitatge és de 105 litres/dia, per poder calcular el volum de l'acumulador s'ha de complir la següent equació:

$$50 \leq \frac{V_l}{A [m^2]} \leq 180 \quad (\text{litres}) \quad (\text{Eq. 4})$$

Aplicant l'equació 4, i suposant que el volum del acumulador serà de 350 litres i l'àrea és de 4,02 m² es compleix l'equació, per tant l'acumulador que s'instal·larà tindrà una capacitat per emmagatzemar 350 litres, serà de la marca HELIOSET i el model FES1 350.

Figura 17. Configuració acumulador solar

A la Figura 18 i a la Taula 18 tenim les característiques del acumulador HELIOSET model FES1 350:



Figura 18. Acumulador Helioset FES1 350

ACUMULADOR HELIO FES1 350		
Material	Acer esmaltat	
Altura sense connexió	1693	mm
Diàmetre	700	mm
Amplitud	700	mm
Longitud	884	mm
Pes dipòsit buit	125	kg
Pes dipòsit ple	500	kg
Capacitat real	355	litres
Pèrdua de calor	71,3	W
Etiquetat energètic	B	ErP class
Temperatura Màxima ACS	85	°C
Pressió màxima	10	bar
Histèresis	5	°C
Pot. Tèrmica intercanviada	35	kW
Cabal per hora	1000	l/h
Rendiment a l'hivern NT _{tank} =50 °C/ T=35K	2,2	NL
Rendiment a l'hivern NT _{tank} =60 °C/ T=35K	2,5	NL
Rendiment a l'hivern NT _{tank} =70 °C/ T=35K	2,7	NL
Cabal inicial (no solar) T=35K (80/45 °C)	75	L/10 min
Cabal inicial (no solar) T=35K (70/45 °C)	60	L/10 min
Cabal inicial (no solar) T=35K (60/45 °C)	40	L/10 min
Cabal solar inicial T=35K	75	L/10 min
Rendiment ACS con resistència elèctrica	320	L

Taula 18. Característiques acumulador HELIOSET FES1 350

4.4.3 Vas d'expansió

El vas d'expansió és un dels elements de seguretat indispensables perquè la instal·lació funcioni correctament, ja que la seva funció és absorbir la dilatació del fluid en el moment que es sobreescalfa.

El tipus de vas d'expansió utilitzats en les instal·lacions d'energia solar tèrmica són els vasos d'expansió tancats perquè aquets tipus d'instal·lació són circuits tancats.

Pel càlcul del vas d'expansió, s'ha de tenir en compte que el circuit s'hi dipositarà un 30% d'anticongelant, que serà glicol i també s'ha de tenir en compte el coeficient de dilatació volumètrica.

La pressió màxima que pot suportar la instal·lació és de 6 bar.

A la Taula 19, es mostra el procediment pel càlcul del volum mínim que ha de tenir el vas d'expansió.

Primer de tot, s'ha de calcular la quantitat d'aigua que hi haurà a les canonades, en funció del diàmetre interior i la longitud, en el cas de la instal·lació tenim les canonades del circuit solar i les canonades del circuit de distribució.

Seguidament s'ha de calcular la quantitat d'aigua en el dipòsit acumulador i d'aquesta manera es podrà obtenir la quantitat d'aigua en el circuit de la instal·lació.

El volum útil del vas d'expansió es calcularà a partir de la equació següent:

$$V_u = V_t \cdot C_e \quad (\text{litres}) \quad (\text{Eq. 5})$$

El volum total del vas d'expansió es calcularà a partir de la equació següent:

$$V_v = V_u \cdot C_p \quad (\text{litres}) \quad (\text{Eq. 6})$$

On:

V_u : Volum útil del vas d'expansió

V_t : Volum total d'aigua del circuit

C_e : Coeficient d'expansió

V_v : Volum total del vas d'expansió

C_p : Coeficient de pressions en funció de la pressió absoluta inicial i la pressió absoluta final.

1. Quantitat total d'aigua en el circuit			
1.1 Canonades			
Diàmetre interior	Volum unitari	Longitud	Volum
mm	litres/m	m	litres
12,00	0,11	7,27	0,82
17,00	0,23	30,00	6,81
Quantitat d'aigua en les canonades (litres)			8
1.2 Dipòsit i equips			
Equips/Dipòsits			Volum Litres
Acumulador 1			350,00
Quantitat d'aigua en dipòsits i equips (litres)			350,00
1.3 Quantitat total			
Canonades			7,63
Dipòsit i equips			350,00
Volum de seguretat (20%)			71,53
Quantitat d'aigua en el circuit (litres)			429,16
2. Volum útil del vas d'expansió			
Fluid			Agua + Glicol
Concentració de glicol (%)			30,00
Temperatura màxima (°C)			70,00
Coeficient d'expansió C_e			0,03
Volum útil V_u (litres)			13,69
3. Volum total del vas d'expansió			
Pressió de tarat de la vàlvula de seguretat (relativa) (bar)			6,00
Pressió mínima en el vas d'expansió (relativa) (bar)			1,50
Pressió màxima PM (absoluta) (bar)			6,40
Pressió mínima PM (absoluta) (bar)			2,50
Coeficient de pressions C_p			1,64
Volum total del vas d'expansió			22,47

Taula 19. Càlcul volum del vas d'expansió

Una vegada realitzat el càlcul, el volum total del vas d'expansió ha de ser de com a mínim 22,47 litres.

El vas d'expansió escollit serà de la marca Ibaiondo CMF de 25 litres i que pot suportar un pressió màxima de 6 bar.



Figura 19. Vas d'expansió Ibaiondo CMF 25 litres

4.4.4 Bescanviador

Pel càlcul del bescanviador s'ha utilitzat la següent equació per determinar la potència mínima necessària per la instal·lació solar tèrmica, es suposa que el rendiment ha de ser del 50% i la radiació solar (G) 1000 W/m².

$$P = G \cdot \eta \cdot A \quad (W) \quad (Eq.7)$$

Aplicant l'equació amb una àrea de 4,02 m², la potència mínima serà de 2010 W, per tant s'ha escollit un intercanviador de una potència mínima de 6 a 15 kW de la marca Termicol.



Figura 20. Intercanviador Termicol Pot. 6 - 15 kW

A la Figura 21, es mostra la configuració dels paràmetres del intercanviador:

Càlcul del coeficient de transferència tèrmica

Potència del bescanviador: 5 kW

Circuit primari: Trc 47 °C, Tec 27 °C

Circuit secundari: Teb 40 °C, Trb 20 °C

=> Coeficient de transferència tèrmica 0.71 kW/K

D'ACORD Anul·lar Ajuda

Figura 21. Configuració del intercanviador

4.4.5 Instal·lació circuits hidràulics

El circuit hidràulic de la instal·lació estarà dividida en dues parts, el circuit solar i el circuit de distribució.

El circuit solar és el que està comprés des de la sortida del captador fins a la sortida del acumulador, s'utilitzarà tub de coure de diàmetre interior de 12 mm i diàmetre exterior de 14 mm. Les canonades estaran califugades i estaran recobertes per un aïllant de espuma de poliuretà de 30 mm de gruix. A la Figura 22 es mostra les característiques del circuit.

Canonades

Circuit solar | Circuit distribució

Base de dades

Tub: tub Coure 14*1

Diàmetre interior de la conducció: 12.0 mm

Diàmetre exterior de la conducció: 14.0 mm

Coefficient pèrdues

Exterior: 0.639512 W/K

Interior: 0.309394 W/K

Llargada total de les conduccions

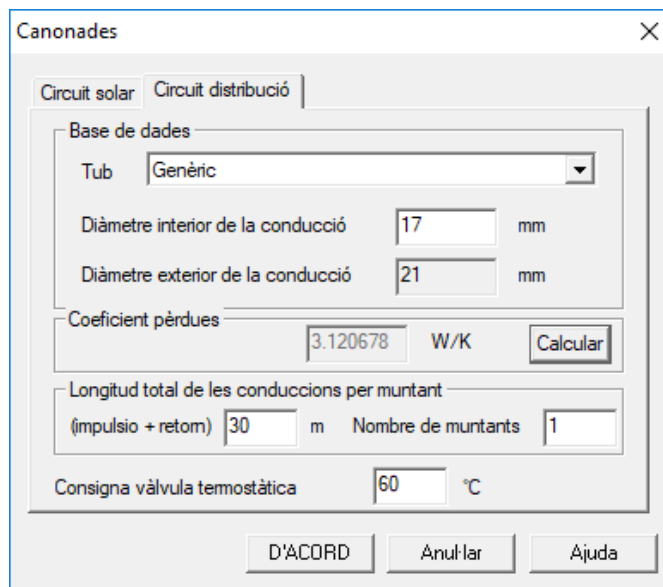
Exterior: 7.277 m

Interior: 3.639 m

D'ACORD Anul·lar Ajuda

Figura 22. Configuració circuit hidràulic solar

El circuit de distribució estarà comprès des de la sortida del acumulador fins el punt de consum, s'utilitzarà tub de coure de diàmetre interior de 17 mm i diàmetre exterior de 21 mm. Les canonades estaran califugades i estaran recobertes per un aïllant de espuma de poliuretà de 30 mm de gruix.



Canonades

Circuit solar | Circuit distribució

Base de dades

Tub: Genèric

Diàmetre interior de la conducció: 17 mm

Diàmetre exterior de la conducció: 21 mm

Coeficient pèrdues: 3.120678 W/K [Calcular]

Longitud total de les conduccions per muntant (impulsió + retorn): 30 m Nombre de muntants: 1

Consigna vàlvula termostàtica: 60 °C

[D'ACORD] [Anul·lar] [Ajuda]

Figura 23. Configuració circuit hidràulic de distribució

4.4.6 Sistema de control

La instal·lació estarà controlada per un sistema de control per regulador tèrmic solar que permetrà engegar i para el sistema en funció de la radiació, és a dir quan la radiació sigui igual o superior a 300 W/m^2 i es parará quan la radiació sigui inferior als 250 W/m^2 .

El sistema de control serà de la marca JUNKERS i model CS200, porta incorporat el control per diferencial de temperatura.

A la Figura 24, es mostra la configuració del sistema de control.

Figura 24. Configuració sistema de control de la instal·lació

4.5 Instal·lació caldera de biomassa

El sistema d'aportació d'energia auxiliar es farà utilitzant la tecnologia de biomassa. En els dies que l'aportació solar sigui insuficient, per poder mantenir la demanda d'aigua calenta sanitària s'instal·larà una caldera de biomassa.

La caldera que s'instal·larà serà de la marca Ferroli i el model SFL 3, la qual té una potència de fins a 22 kW, a la Figura 25 es pot observar el conjunt de la caldera més el cremador.

En l'apartat 4.6 *Balanç i resultats*, s'analitzarà els resultats energètics obtinguts a partir de la demanda bruta de l'habitatge i les aportacions de l'energia solar i la biomassa, també s'analitzarà els costos econòmics de cada una dels tipus d'energia això com les amortitzacions.



Figura 25. Conjunt caldera + cremador Ferrol SFL 3

4.6 Balanç i resultats

La simulació de la instal·lació solar tèrmica s'ha fet a partir del software informàtic Transol.

Una vegada definit tot el sistema de la instal·lació solar tèrmica i configurat tots els paràmetres que la conformen, els resultats energètics obtinguts es mostren a la Taula 20.

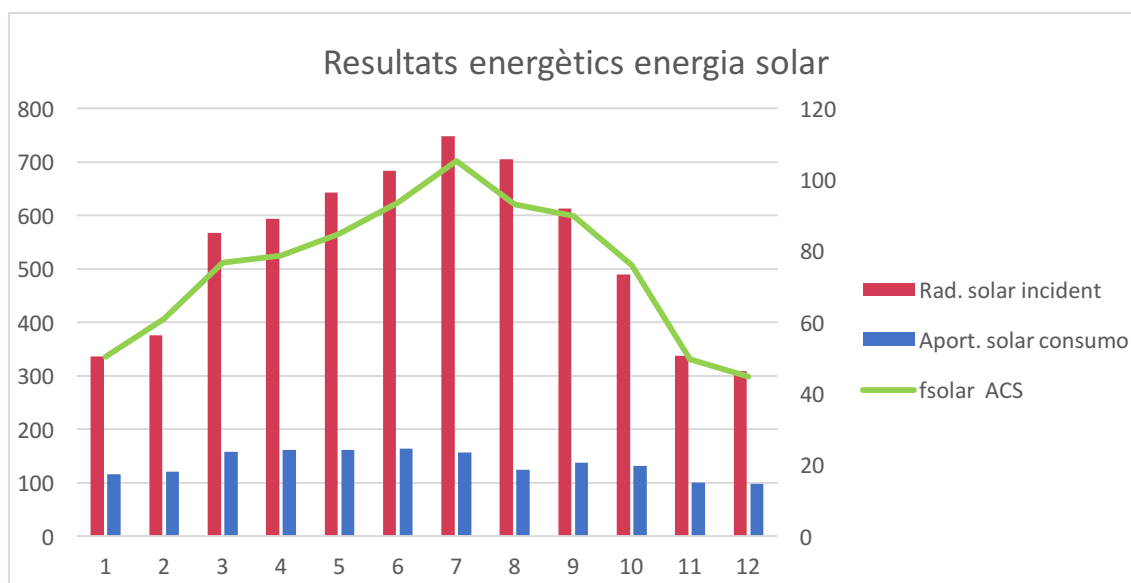
[kWh]	Rad. solar incident	Demanda neta	Demanda bruta	Aportació auxiliar	Consumo auxiliar	Producció solar campo	Aport. solar consumo	fsolar ACS
Gener	337	136	230	114	201	141	116	50
Febrer	376	115	198	88	157	153	121	61
Març	567	117	206	49	97	219	158	77
Abril	593	119	205	43	86	224	161	79
Mayo	642	107	190	31	62	232	161	85
Juny	683	98	175	17	37	245	164	94
Julio	748	76	149	3	13	258	157	105
Agosto	705	65	134	1	9	230	125	93
Setembre	613	79	152	9	23	221	137	90
Octubre	489	93	173	43	84	190	132	76
Novembre	337	116	201	87	157	132	100	50
Desembre	309	126	218	117	204	121	98	45
TOTAL	6.399	1.246	2.231	600	1.130	2.365	1.628	73

Taula 20. Resultats energètics global del sistema solar tèrmic

Els resultats obtinguts de la Taula 20, primer de tot ens mostra la radiació solar incident en la localització de l'habitatge en funció de cada mes, es pot observar que els mesos on tindrem més radiació seran els mesos de més hores de llum solar, per tant això afectarà positivament a la producció de energia solar tèrmica i el factor solar d'ACS en aquests mesos concrets.

Els mesos on tindrem més demanda d'energia bruta seran els mesos freds, que serà quan es consumirà més aigua calenta sanitària i calefacció per poder mantenir la casa calenta, això afectarà directament a l'aportació d'energia solar en el sistema ja que no es podrà cobrir la demanda de consum i per tant s'haurà de recórrer el sistema auxiliar, en el cas de la instal·lació a la caldera de biomassa.

En el Gràfic 2, es pot observar l'aportació d'energia solar que s'ha utilitzat en el consum de la casa en funció de la radiació solar incident així com el factor solar d'ACS per a cada mes.

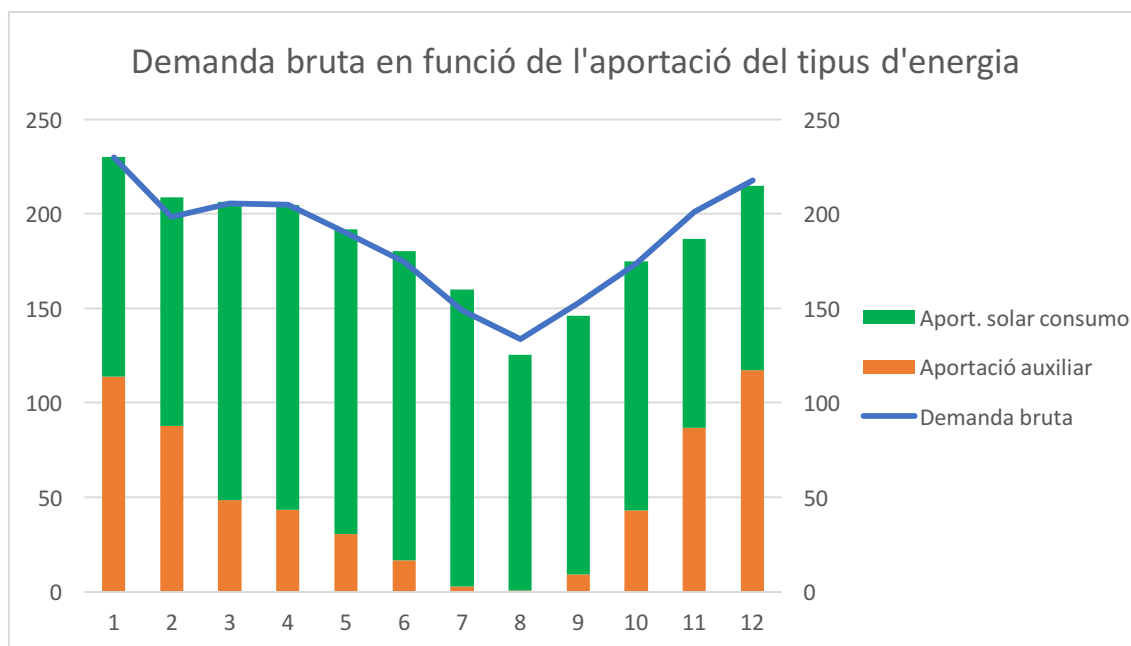


Gràfic 2. Resultats energètics energia solar

En el Gràfic 3, es compara la demanda bruta en kWh, on està representada en forma lineal en funció del tipus d'aportació d'energia en el sistema, ja sigui per aportació solar o aportació auxiliar utilitzant la caldera de biomassa, les columnes de barres agrupades representen aquesta aportació d'energia en el sistema.

Es pot observar que en tots els mesos de l'any tenim aportació solar i aportació del sistema auxiliar (caldera de biomassa) en més o menys mesura depenen del mes, quan més hores de sol més aportació d'energia solar i quan menys hores de sol, la instal·lació sol ser més o menys equitativa.

Els mesos més rentables i on pràcticament no s'utilitza energia auxiliar són els mesos d'estiu.



Gràfic 3. Demanda bruta en funció de l'aportació del tipus d'energia

4.6.1 Anàlisi transitori de la instal·lació

A partir del càlcul dinàmic que ens proporciona el software Transol, ens permet realitzar un anàlisi transitori de la instal·lació solar tèrmica on es pot comprovar els valors de temperatures dels elements que conformen el sistema.

Ens centrarem a les temperatures del circuit primari i de l'acumulador que segons normativa no podran sobrepassar els valors de 100°C i 90°C respectivament.

A la Figura 26, es pot observar la temperatura del circuit primari a la sortida del captador solar, i a la Figura 27 la temperatura mitjana a l'interior del acumulador, per tant es complirà la normativa de temperatures, ja que no sobrepassarem el límit establert.

La tendència de les temperatures a les dues gràfiques és similar, ja que la temperatura del acumulador depèn del circuit primari.

En els mesos de més fred i menys llum solar, les temperatures oscil·len durant el dia i la nit on poden variar des de 4°C a 34°C en els dies més freds, en els dies de més llum i més calor les temperatures oscil·len des de uns 20°C fins els 80°C.

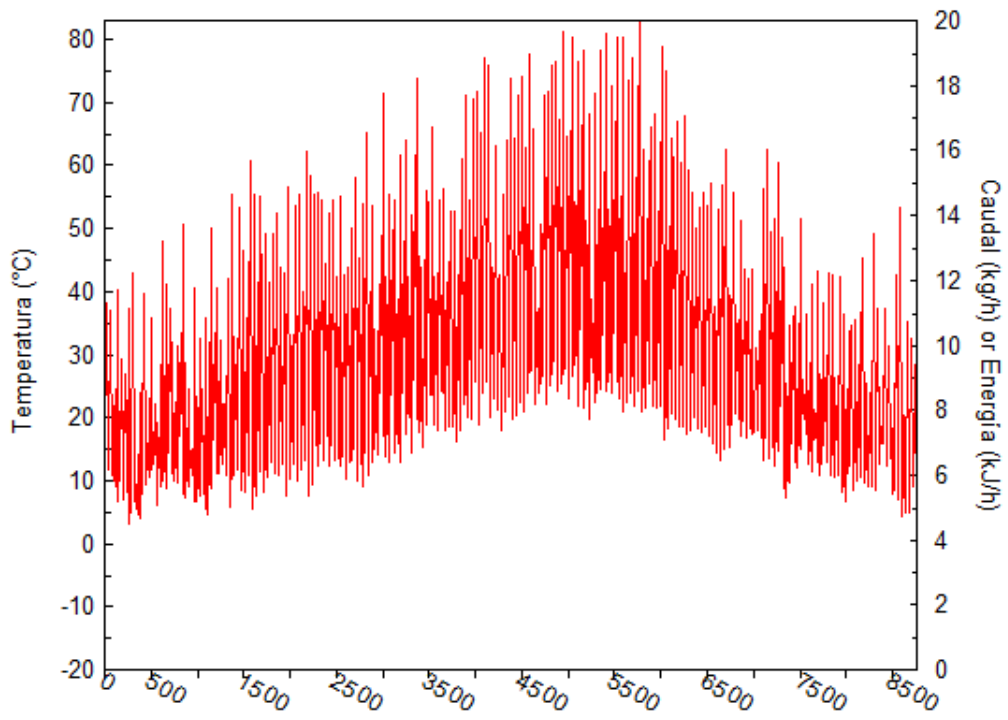


Figura 26. Temperatura circuit primari (sortida captadors solars)

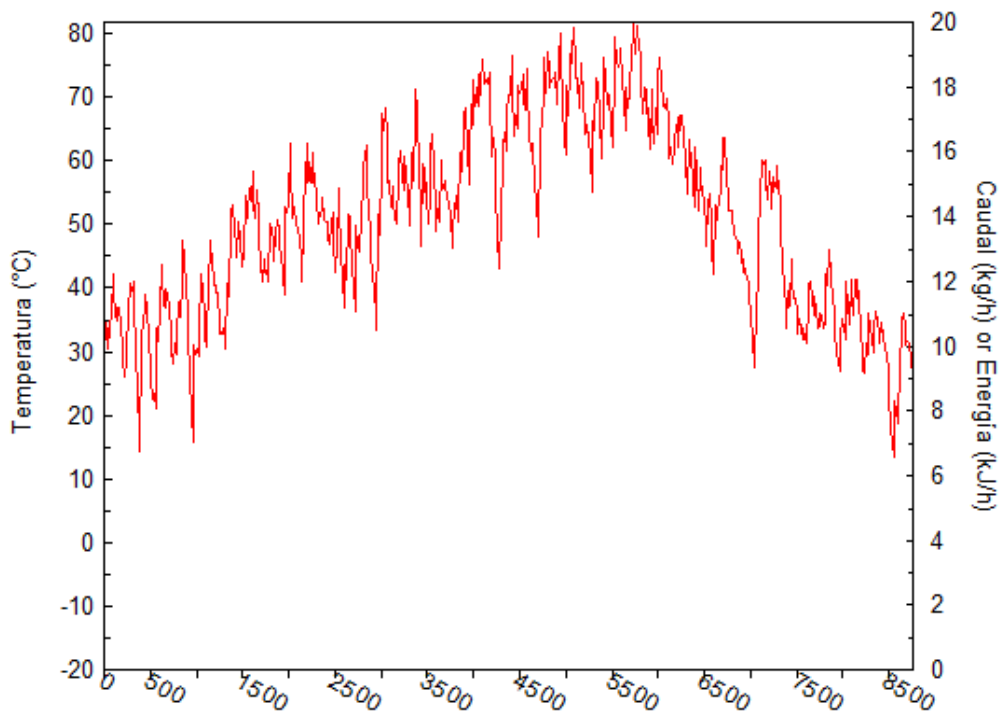


Figura 27. Temperatura del acumulador

4.7 Validació instal·lació solar tèrmica

S'ha de realitzar la validació del disseny de la instal·lació, per comprovar si compleix els requisits i poder-la posar en funcionament.

El software CHEQ4 és una eina per validar el compliment de les instal·lacions solars tèrmiques, on a partir de les dades de disseny i els elements escollits comprovarà si la instal·lació és vàlida o no.

A partir de les dades i els elements escollits utilitzant el software Transol per el disseny de la instal·lació solar tèrmica, es configuren les pestanyes de la dreta del CHEQ4 (veure Figura 28).

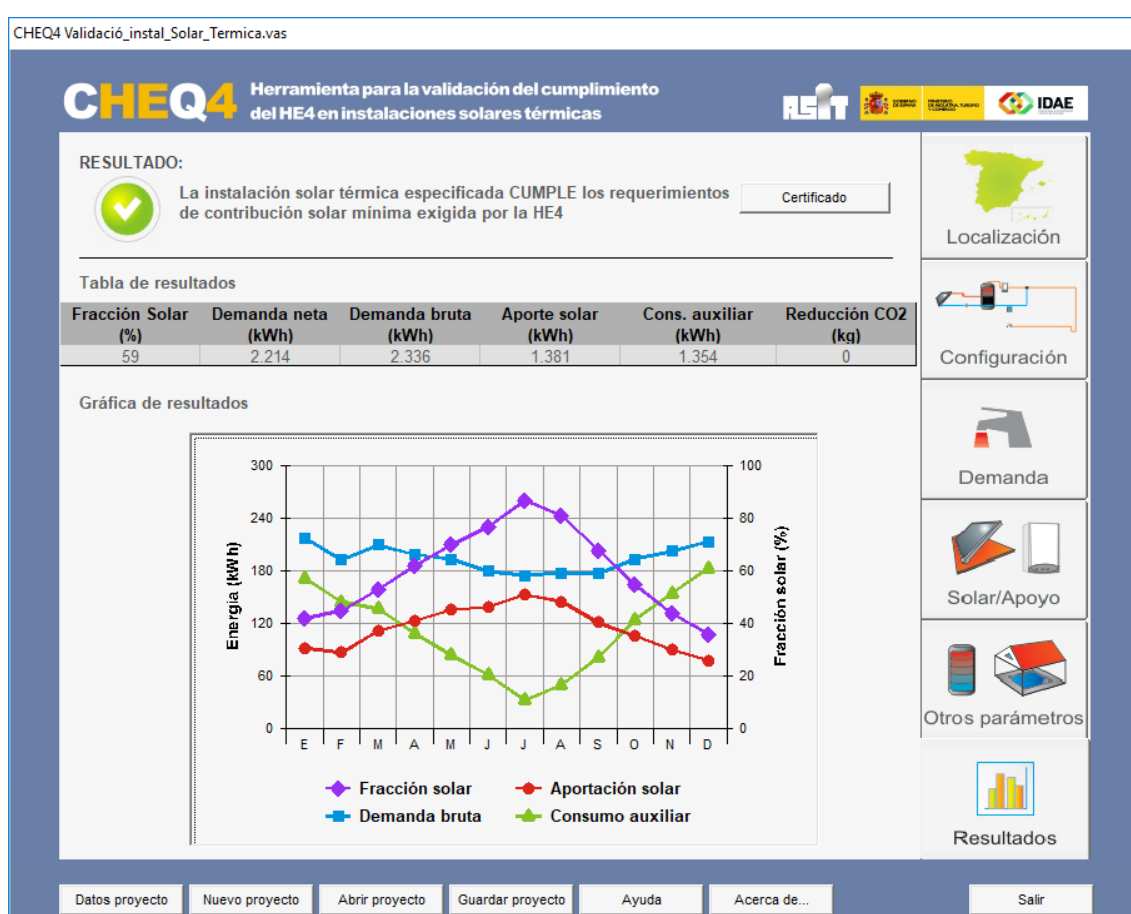


Figura 28. Validació instal·lació solar tèrmica CHEQ4

El disseny de la instal·lació solar tèrmica compleix amb els requeriments de la contribució solar mínima exigida per la HE4, per tant es podrà procedir a la seva instal·lació i posada en marxa corresponent.

4.8 Cost energètic, estalvi i amortització

La instal·lació solar tèrmica juntament amb la instal·lació de la caldera de biomassa, l'objectiu és reduir la producció d'aigua calenta sanitària a l'habitatge, ja que el consum actual per produir aquesta energia es fa mitjançant una caldera de gasoil conjuntament amb les llars de foc instal·lades el primer i segon pis.

En el cas de la caldera de gasoil els costos de producció d'energia són molt elevats i es vol reduir el màxim aquesta producció, per tant, s'analitzarà l'estudi econòmic i el període d'amortització de la instal·lació solar i biomassa.

A partir de la Taula 9 del capítol 3 on ens mostra les mitjanes de consum de gasoil i la Taula 12 on hi ha el consum de llenya del darrers anys obtenim el cost mitjà de la producció d'energia tèrmica.

Primer de tot, s'han d'analitzar els costos que hi han a la instal·lació actual: caldera de gasoil més consum de llenya per calefacció i aigua calenta sanitària. A la Taula 21, es poden trobar aquestes dades de costos:

Costos anuals energia tèrmica		
Cost anual gasoil	1.176,85	€
Cost anual llenya	205,33	€
Cost total energia tèrmica (gasoil + llenya)	1.382,18	€

Taula 21. Costos anuals energia tèrmica

Seguidament es necessita saber el consum mitjà de la caldera de biomassa, el preu en kg del combustible de la caldera (pellet) i el preu mig d'electricitat on aquest cas és per alimentar el sistema elèctric de la caldera de biomassa. A la Taula 22

Costos anuals energia tèrmica		
Preu kg pellet	0,27	€/kg
Preu mig electricitat	0,15	€/kWh

Taula 22. Costos derivats generació energia

A la Taula 23 es mostra la demanda bruta de l'habitatge desglossada en l'aportació d'energia solar i l'aportació d'energia de biomassa, així com el cost de la generació d'energia auxiliar en €, on primer de tot s'ha de definir les hores de funcionament mensuals de la caldera de biomassa, per fer-ho s'ha fet una estimació aproximada del funcionament de la caldera en funció de cada mes.

A partir de les hores de funcionament de la caldera i sabent el consum mitjà serà de 1,80 kg/h, el preu del kg del pellet i el preu mig d'electricitat que s'ha estimat que per cada 1000 W d'energia tèrmica són 100 W d'electricitat es pot calcular el cost d'energia auxiliar.

Quan més hores de funcionament de la caldera més alt serà el seu cost de generació de l'energia, per tant, en els mesos més freds i de menys hores solars que són d'octubre a març tenim menys aportació d'energia solar i per tant més aportació i consum d'energia de biomassa.

	Demanda (kWh)	Dies mes	Aport. En. Solar (kWh)	Aport. En. Aux. (kWh)	Hores mensuals caldera	Cost energia auxiliar (€)
Gener	229,89	31,00	115,90	200,99	131,75	66,20
Febrer	198,44	28,00	121,01	157,19	112,00	56,08
Març	205,58	31,00	157,66	96,65	77,50	38,63
Abril	204,71	30,00	161,30	86,21	45,00	22,87
Maig	190,02	31,00	161,14	61,85	15,50	8,35
Juny	174,64	30,00	163,50	37,23	5,70	3,28
Juliol	149,00	31,00	157,00	12,50	1,55	0,93
Agost	133,80	31,00	124,55	8,72	0,31	0,28
Setembre	152,47	30,00	136,93	23,35	5,40	2,94
Octubre	173,49	31,00	131,81	83,82	62,00	31,00
Novembre	200,95	30,00	99,85	157,44	120,00	59,92
Desembre	217,56	31,00	97,53	203,89	134,85	67,73
TOTAL	2.230,55	365,00	1.628,18	1.129,85	711,56	358,20

Taula 23. Cost energia auxiliar (caldera de biomassa)

Pel càlcul de l'amortització de la instal·lació s'ha de tenir en compte: el cost de cada una de les instal·lacions, la solar tèrmica i la caldera de biomassa, es suposa que la vida de les instal·lacions serà de uns 25 anys per a cada una, el manteniment de la instal·lació solar tèrmica més biomassa es suposa de 75 €/anuals.

El valor de l'amortització vindrà donat pel quocient entre el cost total de la instal·lació solar tèrmica més la instal·lació de la caldera de biomassa dividit per l'estalvi anual, on l'estalvi anual és la resta de el cost anual de la instal·lació de gasoil + llenys menys el cost anual de la instal·lació solar tèrmica + biomassa.

A la Taula 24, es mostren els resultats dels costos esmentats així com el període d'amortització d'aquestes dues instal·lacions.

Amortització instal·lació		
Cost instal·lació solar tèrmica	3.239,47	€
Cost instal·lació biomassa	4.717,84	€
Cost total instal·lació	7.957,31	€
Vida útil instal·lació	25,00	anys
Manteniment instal·lació	75,00	€/any
Cost energia biomassa	358,20	€/any
Cost anual instal·lació	433,20	€/any
Cost anual gasoil	1.176,85	€/any
Estalvi anual	743,65	€/any
Amortització	10,70	anys

Taula 24. Període d'amortització de la instal·lació

Totes les instal·lacions són amortitzables en un temps inferior al temps de vida dels components, on ja es té en compte els costos de manteniment. El temps de vida dels components s'estima de 25 anys.

Cal esmentar que les dues llars de foc no es substituiran i continuaran funcionant, per tant el cost associat a la llenya es tindrà que tenir en compte, si es substituís les llars de foc el període d'amortització seria més baix respecte el de la Taula 24.

El cost actual total anual d'energia tèrmica és de 1176,85 €, és un cost molt elevat per només consumir aigua calenta sanitària i escalfar la casa, instal·lant el sistema d'energia solar tèrmica juntament amb la caldera de biomassa suposa una inversió inicial de 7957,31 €, a priori són una quantitat elevada de diners.

El cost de manteniment anual de la instal·lació solar tèrmica és de 75 € i el cost de la generació de biomassa és de 358,20 €, sumant aquets dos valors tindrem el consum anual de les instal·lacions.

L'estalvi anual d'energia serà de 743,65 € que correspon a un estalvi energètic del 68,66 % respecte la caldera de gasoil i la llenya.

La instal·lació s'ha estimat un temps de vida de 25 anys, el valor de l'amortització serà de 10,70 anys, per tant s'haurà amortitzat un terç més ràpid que la seva vida útil.

Un factor en contra a l'hora d'instal·lar la caldera de biomassa serà que s'ha de carregar de combustible (pellets) manualment cada vegada que la caldera ho necessiti, a més a més la caldera generarà residus que s'hauran de tractar i llençar. S'haurà de realitzar una neteja almenys dues vegades a l'any per assegurar el bon funcionament i obtenir així el màxim rendiment possible.

En canvi, la caldera de gasoil només s'ha de carregar de subministrament a través de la companyia i és molt més pràctic per l'usuari.

5. INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA

L'objectiu és projectar el disseny d'una instal·lació solar fotovoltaica connectada a la xarxa sobre la teulada de l'habitatge unifamiliar.

Té com a finalitat dissenyar una instal·lació que abasteixi la demanda d'energia elèctrica requerida perquè la casa unifamiliar no necessiti aportació elèctrica de la xarxa elèctrica convencional. El model aplicat serà d'autoconsum sense emmagatzematge local, de manera que la generació elèctrica produïda per les plaques serà consumida al moment i la sobrant s'aportarà a la xarxa elèctrica convencional i a la vegada també es consumirà d'aquesta.

Per el seu disseny i posterior estudi econòmic es tindrà en compte tota la reglamentació vigent per aquest tipus d'instal·lacions que es citarà en els pròxims apartats.

Es realitzarà el disseny de la planta de tal manera que s'obtingui, en diferents condicions ambientals, una eficiència energètica òptima per aquest tipus d'instal·lacions i així aconseguir la màxima rendibilitat amb la construcció de la instal·lació respecte a la inversió necessària per construir-la. Per aconseguir el disseny esmentat, els mòduls fotovoltaics estaran orientats totalment al sud i la inclinació serà la mateixa durant tot l'any, sense cap tipus de seguidor, i es trobaran funcionant durant tot l'any.

A la descripció del habitatge, en el capítol 2 de la memòria hi trobem la informació més detallada de la casa.

Les coordenades geogràfiques on s'ubica l'edifici són:

- Latitud: 42° 7' 4"
- Longitud: 2° 27' 23"
- Altura: 40 metres

5.1 Consum mitja d'energia

A partir de la Taula 6 del capítol 3 hem obtingut les dades de consum d'energia elèctrica en els darrers anys.

Període (Any)	Període (Dies)	Energia (kWh)	Cost (€)
2016	365	3162	780,66
2017	365	3033	786,41
2018	365	2651	747,09

Taula 25. Taula resum consums energia obtinguda el capítol 3 apartat 3.1

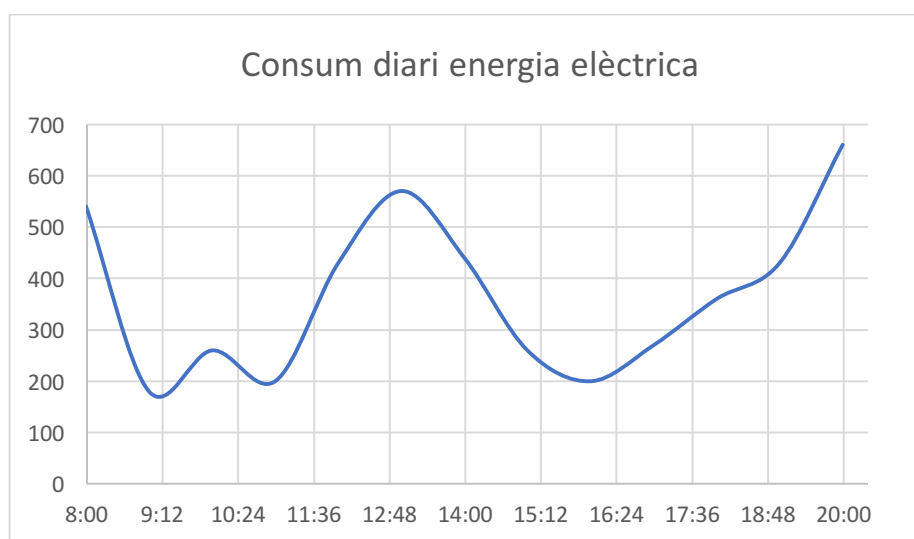
Per tant, la mitjana del consum d'energia elèctrica dels últims tres anys és de 2948,667 kWh, que correspon a 8,08 kWh per dia.

S'estipula que el consum nocturn mig és del 43% i el consum diürn mig és del 57% respecte el consum total, per tant a la

Mitjana consum diari d'energia elèctrica		
Consum diürn mig	4,6056	kWh
Consum nocturn mig	3,4744	kWh
Consum dia complet mig	8,08	kWh

Taula 26. Mitjana consum diari

Per estipular el consum diari mig, el dia 27 de juny del 2019 es va realitzar una lectura cada hora del comptador amb la intenció d'obtenir els resultats més concrets i així poder veure l'evolució del consum al llar d'un dia normal.



Gràfic 4. Consum energia elèctrica diària dia 27 de juny 2019

En el Gràfic 4, es pot observar que on hi ha més consum diürn és a les 12:00 a les 15:00 amb un pic màxim de 570 Wh. La instal·lació a dissenyar haurà de cobrir aquest consum d'energia elèctrica i cedir la menys possible a la xarxa elèctrica convencional.

5.2 Elements de la instal·lació

Pel dimensionament de la instal·lació s'haurà d'escollir el tipus d'estructura pel suport dels mòduls fotovoltaics, el tipus de generador fotovoltaic, l'inversor, la distribució de les línies elèctriques i del quadre elèctric.

5.2.1 Estructura panells fotovoltaics

Els mòduls fotovoltaics estaran integrats coberta de l'habitatge encarats direcció el sud sobre una estructura metàl·lica.

L'estructura metàl·lica estarà composta per carrils guia soldats amb un angle de 23° que faran de suport per la col·locació de un parell de guies tipus carril hilti de 21 mm d'alçada per 41 mm d'ample.

Sobre aquest parell de guies, es posaran els mòduls fotovoltaics i aniran subjectats mitjançant unes omegues que pressionaran el perfil d'alumini del mòdul fotovoltaic contra la guia.



Figura 29. Estructura suport panells fotovoltaics

5.2.2 Generador fotovoltaic

El generador fotovoltaic estarà format per mòduls estàndard de silici policristal·lí amb un marc d'alumini anoditzat, seran de la marca Gamesa i del model GS-1651.

Les característiques del mòdul fotovoltaic instal·lat es mostren a Taula 27:

Característiques mòdul fotovoltaic		
Marca	Gamesa	
Model	GS-1651	
Pot. Unitària Nominal	165	W
Tensió	15	V
Superfície	1,269	m ²
Voc (-10 °C)	24,1	V
Vmpp (70 °C)	15	V
Vmpp (-10 °C)	18	V
Impp (cem)	9,48	A
Isc (cem)	10,2	A
Coef. Temp Voc	-0,43	%/°C
Vmpp (70 °C) total	104	V
Vmpp (-10 °C) total	125	V
Voc (-10 °C) total	169	V
Impp (cem) total	9,5	A
Isc (cem) total	10,2	A
Pot. Màx cem i 50 °C	1000	W
Pot. Nominal	1200	W
Eficiència	13	%
Nº serie	7	-
Nº paral·lel	1	-



Taula 27. Característiques mòdul fotovoltaic Gamesa GS-1651

En total hi haurà instal·lats set mòduls fotovoltaics a l'habitatge, obtenint una potència màxima de:

$$P_{gen,màx} = N_s * N_p * P_{màx} = 7 * 1 * 165 = 1155 \text{ W} \quad (\text{Eq. 8})$$

5.2.3 Inversor

Els inversors són els encarregats de transformar en corrent alter (AC) a corrent continua (CC) generat pel generador fotovoltaic.

L'inversor complirà amb la directiva comunitària de seguretat elèctrica de baixa tensió i compatibilitat electromagnètica.

Les característiques bàsiques de l'inversor seran:

- a) Principi de funcionament: Font de corrent
- b) Auto commutat
- c) No funcionarà amb illa o mode aïllat

La potència de l'inversor serà com a mínim el 80% i 90% de la potència pic real del generador fotovoltaic.

$$P_{inv} = 80\% * P_{gen} = 0.8 * 1155 = 924 \text{ Wp} \quad (\text{Eq. 9})$$

$$P_{inv} = 90\% * P_{gen} = 0.9 * 1155 = 1039.5 \text{ Wp} \quad (\text{Eq. 10})$$

L'inversor escollit està dins el rang de potències que ens demana el CTE HE5 ja que té una potència de 930 Watts pic.

Comprovació que els rangs de tensions d'entrada del seguidor MPP de l'inversor (85 V – 185 V), la tensió d'entrada màxima en buit 200V i la intensitat màxima en corrent continua 9 A.

Primer de tot es comprova els paràmetres del mòdul fotovoltaic a -10°C i a 70°C mitjançant les equacions següents:

Valor mínim i màxim de tensió:

$$U_{G \text{ mpp}}(\text{Temperatura } ^\circ\text{C}) = N_s \cdot U_{mpp} \quad [\text{V}] \quad (\text{Eq. 11})$$

Tensió màxima en buit:

$$U_{G \text{ oc}}(\text{Temperatura } ^\circ\text{C}) = N_s \cdot U_{oc} \quad [\text{V}] \quad (\text{Eq. 12})$$

Intensitat màxima:

$$I_{G \text{ sc}}(\text{Temperatura } ^\circ\text{C}) = N_p \cdot I_{sc} \quad [\text{V}] \quad (\text{Eq. 13})$$

A la Taula 28, es poden observar els resultats dels paràmetres del mòdul fotovoltaic a -10 °C i 70 °C.

Valor mínim (70°C)	105,00	V
Valor màxim (-10 °C)	126,00	V
Tensió màxima	168,70	V
Intensitat màxima	10,20	A

Taula 28. Paràmetres mòdul fotovoltaic a -10 °C i 70 °C

A partir dels resultats obtinguts a la Taula 28, s'ha de comprovar que es compleixen les condicions: tant del rang de tensions d'entrada del seguidor MPP de l'inversor, la tensió màxima en buit i la intensitat màxima.

Condicció	Comparació	Resultat
$U_{inv \text{ mín}} \leq U_{G \text{ mpp}} (70^\circ\text{C})$	$85 \leq 105 \text{ V}$	Compleix
$U_{inv \text{ màx.}} \geq U_{G \text{ mpp}} (-10^\circ\text{C})$	$185 \geq 126 \text{ V}$	Compleix
$U_{màx. \text{ buit}} \geq U_{G \text{ oc}} (-10^\circ\text{C})$	$200 \geq 168,7 \text{ V}$	Compleix
$I_{inv \text{ màx.}} \geq I_{G \text{ sc}} (70^\circ\text{C})$	$9 \geq 10,2 \text{ A}$	No compleix

Taula 29. Comprovació compliment de condicions

La intensitat màxima d'entrada a l'inversor és inferior a la intensitat màxima del generador. Això és degut a que les dades de la placa estan obtingudes a través d'assajos en condicions CEM, amb la qual cosa és poc probable que passin a la vida real.

S'instal·larà un inversor monofàsic, ja que es produeix menys de 5 kW, de la marca Beghelli model 930 WP que donarà una potència nominal de 840 W AC.



Figura 30. Inversor Beghelli 930 WP

Característiques inversor		
Marca	Beghelli	
Model	930 WP	
Pot. Unitària Nominal	0,84	kW
Tensió entrada	85 - 185	V
Tensió màxima entrada	200	V
Tensió sortida	230	V
Freqüència	50	Hz
Tipus	Monofàsic	
Eficiència màxima	96	%
Corrent màxima entrada CC	9	A
Corrent màxima entrada AC	4	A
Corrent de curtcircuit AC	7	A

Taula 30. Característiques inversor Beghelli 930 WP

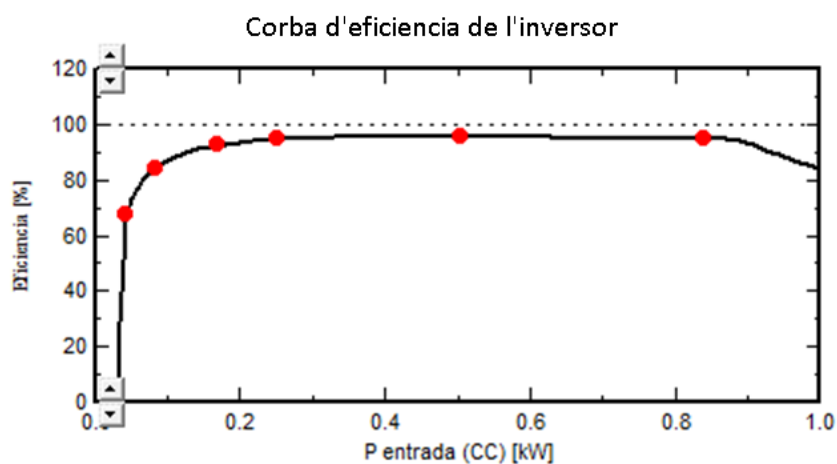


Figura 31. Corba d'eficiència de l'inversor Beghelli 930 WP

5.2.4 Instal·lació línies elèctriques

La xarxa de distribució comprèn tots els conductors que transporten l'energia elèctrica des dels mòduls fotovoltaics fins el punt de connexió amb l'escomesa de la xarxa elèctrica de l'edifici.

En un extrem de l'estructura, és farà un forat a la coberta i es faran passar els cables per l'interior d'un tub (B1) fins a sota coberta a on hi haurà l'inversor.

Els conductors de corrent continu, formats per cable de doble aïllament no propagador d'incendi i lliure d'halògens, aniran amagats dins dels perfils d'acer galvanitzats que suporten els mòduls

Els tipus de cable utilitzats a la instal·lació seran:

Per la part de corrent contínua, s'utilitzaran cables unipolars Exzhellent-solar ZZ-F(AS) de General cable, hi aniran per l'interior de tub (B1).

Per la part de corrent alterna, s'utilitzaran cables unipolars RZ1-K(AS) a l'interior de tubs (B1).

S'ha de calcular les seccions del cable a cada tram, segons el REBT ITC-BT-40, la caiguda de tensió màxima permesa és de 1,5% entre el generador fotovoltaic i la instal·lació interior. L'equació 10 ens indica com calcular la secció del cable en mm^2 tenint en compte la caiguda de tensió, una vegada s'ha calculat la secció del cable per caiguda de tensió, es realitzarà el càlcul de la secció tenint en compte l'escalfament dels conductors on s'aplicaran els factors de correcció corresponents.

$$S_{tram} = \frac{200 \cdot I_{tram} \cdot L_{tram}}{\Delta U\%_{tram} \cdot U \cdot \gamma} \quad [\text{mm}^2] \quad (\text{Eq. 14})$$

El tram 1 està compres entre el generador fotovoltaic i l'inversor. La longitud total és de 20m dins de tub (B1) exprés per teulada.

La temperatura màxima per aquest tram és de 50 °C ja que està exposat a les radiacions solars.

Utilitzant l'equació 10, la secció del cable per caiguda de tensió del tram 1 és de 5,99 mm^2 .

La secció del cable del tram 1 per escalfament dels conductors, tenint en compte els factors de correcció següents es mostra en l'equació 11:

- $T_a = 50^\circ\text{C}$ s'aplica un factor de correcció de 0,89
- Un circuit dins del mateix conducte el factor de correcció és de 1
- L'exposició al sol, el factor de correcció és de 0,9

$$I_1 = \frac{10,2}{0,89 \cdot 1 \cdot 0,9} = 12,73\text{A} \quad (\text{Eq. 15})$$

A partir de la taula 19.1 del REBT ITC-BT-19, d'intensitats admissibles a temperatura ambient a 40°C, pel mètode d'instal·lació B1 i per conductors XLPE, la secció dels conductors ha de ser de 1'5 mm^2 , ja que la seva intensitat admissible és de 20 A.

Per tant, com que el mètode més desfavorable és per caiguda de tensió, s'ha escollit un cable de 6 mm^2 . El cable de 6 mm^2 pot aguantar una intensitat admissible de fins a 46 A.

El tram 2 està compres entre l'inversor i el quadre general de protecció. La longitud total és de 30m dins de tub (B1).

Utilitzant l'equació 10, la secció del cable per caiguda de tensió del tram 2 és de $3,86 \text{ mm}^2$.

Aplicant les factors de correcció l'escalfament dels conductors és de 5A.

A partir de la taula 19.1 del REBT ITC-BT-19, d'intensitats admissibles a temperatura ambient de 40°C , pel mètode d'instal·lació B1 i per conductors XLPE2, la secció dels conductors ha de ser de $1,5 \text{ mm}^2$, ja que la seva intensitat admissible és de 20 A.

Per tant, pel mètode més desfavorable és per caiguda de tensió, s'ha escollit un cable de 4 mm^2 . El cable de 4 mm^2 pot aguantar fins a una intensitat admissible de 36 A.

5.2.5 Quadres elèctrics

Per tal de facilitar el control i les maniobres manuals, hi haurà un petit quadre que incorporarà les proteccions de corrent continu i de corrent altern i un altre amb les proteccions generals i l'equip de comptatge.

El quadre de proteccions de corrent continua (DC) estarà format pel conjunt de proteccions del cablejat per la distribució d'energia en forma en DC que anirà des dels mòduls fotovoltaics fins a l'inversor.

Pel costat de l'inversor, hi haurà instal·lat una caixa amb les proteccions de corrent continua que estarà compost per: dos fusibles seccionables de 20A per a cada pol, ja que han d'estar dimensionats entre 1,5 i 2 cops la corrent I_{sc} .

El quadre de proteccions de corrent altern (AC) estarà format pel conjunt de proteccions del cablejat per la distribució d'energia en forma de corrent altern.

El quadre estarà ubicat a la planta baixa i estarà compost per: un interruptor magneto-tèrmic de 6A de dos pols, un interruptor diferencial de 30A i 30mA de sensibilitat i un mòdul de comptador per mesurar l'energia entrant i sortint.

5.2.6 Balanç i resultats

La metodologia de càlcul emparada per la realització de la instal·lació solar fotovoltaica, s'ha fet a través del software PVsyst, on a partir de les dades meteorològiques de la ubicació on hi ha l'habitatge s'han realitzat totes les simulacions.

Primer de tot, s'ha de definir els paràmetres dels panells solars fotovoltaics, els panells solars s'instal·laran a la coberta del habitatge on la seva inclinació és del 20°, per tant es panells solars juntament amb els suports estaran inclinats 23°, respecte l'azimut els panells estaran orientats 27°, a la Figura 32 es pot observar la configuració inicial dels panells solars.

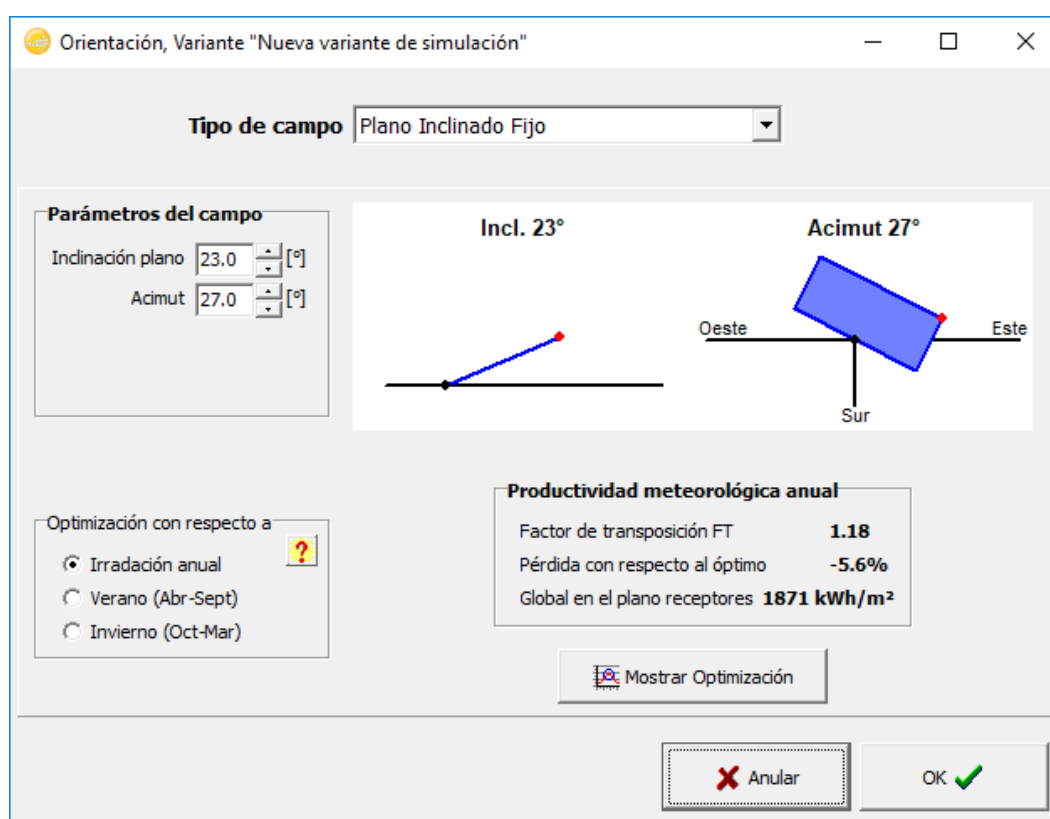


Figura 32. Orientació panells solars fotovoltaics PVsyst

Una vegada definit l'orientació del captadors solars, s'ha de configurar el sistema, en el cas de la instal·lació serà un sistema connectat directament a la xarxa. A la Figura 33, es pot observar tots els paràmetres del sistema connectat a la xarxa, dels del tipus i model de panell solar, el nombre de panells en sèrie i paral·lel i el tipus d'inversor utilitzat a la instal·lació.

Definición de un sistema red, Variante "Nueva variante de simulación"

Configuración global sistema

Núm. de tipos de sub-conjuntos: 1

Esquema Simplificado

Resumen sistema global

Núm. de módulos	7	Potencia nominal FV	1.2 kWp
Superficie módulos	9 m ²	Potencia máxima FV	1.1 kWdc
Núm. de inversores	1	Potencia nominal CA	0.8 kWac

Conjunt FV

Nombre y orientación del sub-conjunto

Nombre: Conjunt FV

Orientación: Plano Inclinado Fijo

Inclinación: 23°

Acimut: 27°

Ayuda al dimensionamiento

Sin pre-dim. Entrar Pnom deseada 1.2 kWp

Redimens. superficie disponible(módulos) 9 m²

Selección del módulo FV

Todos los módulos | Filter: All PV modules | Máx. cantidad de módulos: 7

Gamesa | 165 Wp 15V Si-mono GS-1651 | Until 2008 | Photon Maq. 2005

Dimensionamiento de voltajes: 14.9 V

Voc (-10°C): 24.1 V

Selección del inversor

Disponible actualmente: Output voltage 230 V Mono 50Hz

Beghelli | 0.84 kW 85 - 185 V TL 50 Hz Inverter 930 WP | Since 2009

Núm. de inversores: 1

Voltaje de funcionam.: 85-185 V

Voltaje máx. de entrada: 200 V

Potencia global inv.: 0.8 kWac

Dimensionamiento del conjunto

Núm. de módulos y cadenas

Mód. en serie: 7 (entre 6 y 8)

Núm. de cadena: 1 (única posibilidad 1)

Pérdida sobrecarga: 1.0 %

Relación Pnom: 1.38

Núm. módulos: 7 Superficie: 9 m²

Cond. de funcionamiento

Vmpp (60°C)	104 V
Vmpp (20°C)	125 V
Voc (-10°C)	169 V

Irradiación plano: 1000 W/m²

Imp (STC): 9.5 A

Isc (STC): 10.1 A

Isc (en STC): 10.1 A

la potencia del inversor está un poco subdimensionado.

Máx. en bases STC

Pmáx en funcionamiento en 1000 W/m² y 50°C: 1.0 kW

Potencia nom. Conjunto (STC) 1.2 kWp

Conjunto del sistema | Anular | OK

Figura 33. Definició del sistema connectat a la xarxa PVsyst

Una vegada definits la orientació del panell solar i la configuració de la instal·lació connectada a la xarxa, es realitzarà la simulació.

A la Taula 31, es poden observar els resultats obtinguts després de la simulació, on es mostra la irradiació global horitzontal, la temperatura ambient, incidència en el pla receptor del panell solar, l'energia efectiva a la sortida del generador i l'energia injectada a la xarxa.

	GlobHor (kWh/m2)	T amb (°C)	GlobInc (kWh/m2)	GlobEff (kWh/m2)	EArray (kWh)	EGird (kWh)	PR
Gener	66,90	7,28	103,60	100,00	107,50	101,70	0,851
Febrer	82,60	8,05	113,80	110,20	117,20	111,00	0,844
Març	129,40	10,63	155,50	151,00	155,60	147,20	0,819
Abril	152,60	12,66	165,00	160,00	162,40	153,40	0,805
Maig	186,70	16,72	186,60	180,80	178,40	168,30	0,781
Juny	200,20	20,94	195,70	189,50	186,30	176,20	0,780
Juliol	212,80	23,07	213,60	207,10	200,00	189,10	0,766
Agost	178,50	23,05	187,10	181,30	176,70	166,90	0,772
Setembre	141,80	19,24	163,00	158,20	157,40	148,80	0,790
Octubre	103,90	16,34	136,50	132,40	134,50	127,00	0,806
Novembre	74,10	10,97	110,70	106,60	113,40	107,70	0,843
Desembre	60,20	7,74	100,20	96,50	104,70	99,60	0,860
TOTAL	1.589,70	14,77	1.831,30	1.773,60	1.794,10	1.696,90	0,802

Taula 31. Resultats simulació PVsyst instal·lació solar fotovoltaica

GlobHor: Irradiació global horitzontal

Tamb: Temperatura ambient

GlobInc: Global incidència pla receptor

GlobEff: Global efectiu, corr. per IAM i ombrejats

Earray: Energia efectiva en la sortida del conjunt

EGird: Energia injectada a la xarxa

PR: Índex de rendiment

La irradiació solar és la magnitud que mesura l'energia per unitat de superfície la radiació solar incident en una àrea col·locada en un lloc i rang de temps específics.

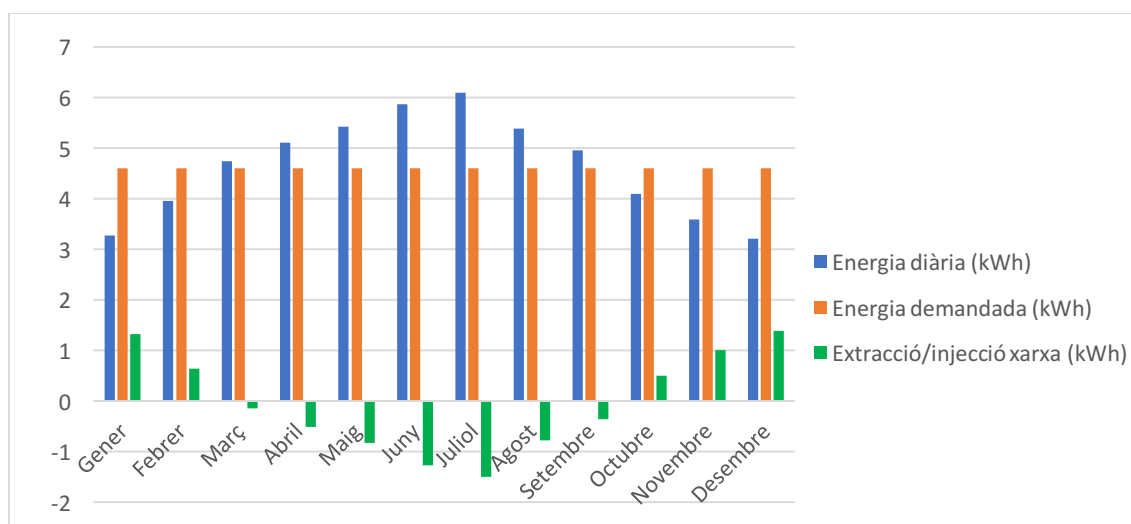
El valor de la irradiació solar en la superfície, en aquest cas en el panell solar depèn de l'època de l'any, la latitud i la climatologia local i les hores del dia, per tant on es troba ubicat l'habitatge es pot observar que els mesos on tenim més irradiació solar són els que tenen més hores de llum, concretament del març el setembre, per tant és lògic que en els mesos més fred i de menys hores solars, del octubre el gener, aquests valors de irradiació solar siguin molt baixos, que poden arribar a valors de tres vegades més petits respecte el valor màxim registrat.

La Taula 32 ens mostra els tipus d'energia de la instal·lació.

	Dies mes	Energia diària (kWh)	Energia demandada (kWh)	Extracció/injecció xarxa (kWh)
Gener	31	3,2806	4,6056	1,3250
Febrer	28	3,9643	4,6056	0,6413
Març	31	4,7484	4,6056	-0,1428
Abril	30	5,1133	4,6056	-0,5077
Maig	31	5,4290	4,6056	-0,8234
Juny	30	5,8733	4,6056	-1,2677
Juliol	31	6,1000	4,6056	-1,4944
Agost	31	5,3839	4,6056	-0,7783
Setembre	30	4,9600	4,6056	-0,3544
Octubre	31	4,0968	4,6056	0,5088
Novembre	30	3,5900	4,6056	1,0156
Desembre	31	3,2129	4,6056	1,3927

Taula 32. Tipus d'energia de la instal·lació connectada a la xarxa

Per contrastar les dades més clarament, en el Gràfic 5 es mostra la representació de l'energia demanda mitjana diàriament respecte l'energia generada i la seva diferència obtenint l'energia que s'extreu o que es cedeix a la xarxa.



Gràfic 5. Comparativa gràfic de barres de l'energia de la instal·lació

Els mesos de més irradiació solar que són de l'abril el setembre serà quan s'injectarà més energia a la xarxa elèctrica, amb un total de 5,3688 kWh, del octubre el febrer es consumirà energia de la xarxa elèctrica.

5.2.7 Cost energètic, estalvi i amortització

El sistema fotovoltaic de la instal·lació estarà connectat a la xarxa elèctrica i l'habitatge no serà autònom. Per aquest motiu, els usuaris seguiran pagant un terme fix de potència. Les condicions donades no contemplaven l'opció de vendre a la xarxa l'excedent d'energia elèctrica generada per la instal·lació.

Per a un correcte càlcul de l'amortització, s'ha fet un petit anàlisi del cost anual de l'energia a partir de les dades ofertes tenint en compte: l'import per potència contractada i l'import per energia consumida.

Primer de tot, amb l'anàlisi previ de consum d'electricitat s'ha obtingut els consums anuals totals en kWh dels darrers tres anys així com el seu cost tenint en compte l'import per potència contractada, l'import per energia consumida, altres conceptes (impost electricitat i lloguer equips de mesura) i l'IVA. A la Taula 33, es mostra la taula resum de l'energia i el cost.

Període (Any)	Període (Dies)	Energia (kWh)	Cost (€)
2016	365	3162	780,66
2017	365	3033	786,41
2018	365	2651	747,09

Taula 33. Taula resum consums energia obtinguda el capítol 3 apartat 3.1

La mitjana de cost anual dels darrers tres anys és de 771,386 €.

A la Taula 34, es pot trobar els costos anuals: el consum d'energia d'un dia complet, el consum d'energia diürn mig, la potència contractada a l'habitatge, els preus mig del kWh tant de la potència contractada com de l'energia consumida i finalment la mitjana de preu de l'energia anual els darrers tres anys.

Costos anuals sense fotovoltaica (PV)		
Consum dia complet mig	8,080000	kWh
Consum diürn mig	4,605600	kWh
Potència contractada	4,400000	kW
Preu mig kWh x potència contractada	0,130429	€/kWh
Preu mig kWh x energia consumida	0,142684	€/kWh

Taula 34. Costos anuals sense fotovoltaica (PV)

A partir d'aquestes dades i els resultats mensual obtinguts amb les simulacions, s'ha pogut calcular l'estalvi anual i l'amortització. La simulació donava lloc a una energia que

reemplaçava l'energia consumida de la xarxa durant les hores de sol. Si la generació era en excés, aquesta energia no s'injectava a xarxa, i si l'energia era insuficient, s'extreia de la xarxa energia. Durant la nit no hi ha generació ni cap reserva d'energia, llavors es consumeix íntegrament de la xarxa.

Per cada mes s'ha calculat l'energia consumida i el seu preu, tenint en compte que el cost serà inferior als 771,38 € inicials.

El càlcul de l'amortització ve donat pel quocient entre el cost total de la instal·lació fotovoltaica i l'estalvi anual, és a dir, la resta entre el que es paga sense fotovoltaica i el que es paga amb una instal·lació fotovoltaica per cada un dels tres casos.

A la Taula 35, es mostren els resultats del cost de l'energia tant mensual com anual, l'estalvi anual i l'amortització de la instal·lació.

	Potència extreta (kWh)	Dies mes	Import pot. contractada (€)	Import energia consumida (€)	Cost total energia (€)
Gener	4,79935	31,00	17,79	21,23	39,02
Febrer	4,11571	28,00	16,07	16,44	32,51
Març	3,33161	31,00	17,79	14,74	32,53
Abril	3,47440	30,00	17,22	14,87	32,09
Maig	3,47440	31,00	17,79	15,37	33,16
Juny	3,47440	30,00	17,22	14,87	32,09
Juliol	3,47440	31,00	17,79	15,37	33,16
Agost	3,47440	31,00	17,79	15,37	33,16
Setembre	3,47440	30,00	17,22	14,87	32,09
Octubre	3,98323	31,00	17,79	17,62	35,41
Novembre	4,49000	30,00	17,22	19,22	36,44
Desembre	4,86710	31,00	17,79	21,53	39,32
TOTAL	46,43340	365,00	209,47	201,49	410,96
Cost sense PV	771,39 €				
Estalvi anual	360,42 €				
Cost instal·lació 25 anys	4.381,78 €				
Amortització (anys)	12,16				

Taula 35. Cost energètic, estalvi i amortització de la instal·lació

Totes les instal·lacions són amortitzables en un temps inferior al temps de vida dels components, on ja es té en compte els costos de manteniment. El temps de vida dels components s'estima de 25 anys.

El cost total d'energia sense utilització de l'energia solar fotovoltaica és de 771,39 €, amb la utilització dels panells solars durant el dia, només s'utilitza l'energia de la xarxa durant la nit i el cost d'aquesta energia és de 410,96 €, per tant l'estalvi que suposa la utilització de l'energia solar fotovoltaica és de 360,42 € anuals, que correspon a un estalvi energètic del 46,72 %.

El cost de la instal·lació és de 4381,78 €, s'estima un temps de vida dels components de 25 anys, per tant la instal·lació s'haurà amortitzat amb 12,16 anys, fet que suposarà la meitat del temps de vida útil de la instal·lació.

6. IMPLEMENTACIÓ CASA INTEL·LIGENT

L'habitatge no disposa de cap tipus de control domòtic ni automàtic, per tant es realitzarà tot el control perquè la casa sigui el màxim intel·ligent possible i així poder reduir el consum d'energia i ser el més eficients.

Una casa és intel·ligent quan s'ha instal·lat una sèrie de sistemes electrònics ja siguin sensors, actuadors, controladors etc. que es poden controlar fàcilment, fins i tot a distància i que realitzen certes accions per mantenir la casa amb les consignes pre-assignades anteriorment, com ara: el control de les llums en funció de la presència de persones i de l'època de l'any, el control de les persianes, la seguretat de la casa, el control automàtic del rec del jardí etc.

L'automatització de l'habitatge es dividirà en tres parts: control del confort, control del clima i control de la seguretat. Veure Figura 34:

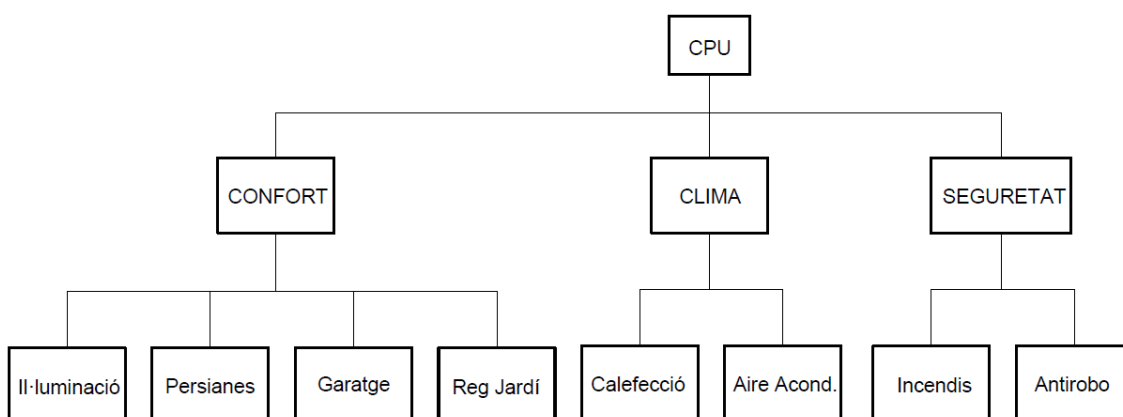


Figura 34. Esquema general automatització habitatge

6.1. Part confort

És la part de control encarregada de facilitar les tasques de les persones que habiten a la casa per tal de tenir el màxim confort en tot moment, és a dir el control de la il·luminació totalment automatitzat on l'usuari podrà escollir si vol encendre o apagar els llums de manera manual o totalment automàtica sense tenir que polsar cap interruptor, el control de les persianes també manuals o automàtics en funció del temps i l'hora de l'exterior, el control de la porta del garatge i el control del reg automàtic del jardí totalment programable per horari i condicions climàtiques.

6.1.1 Control il·luminació

En algunes zones de l'habitatge ja hi ha instal·lat llums LED amb regulació d'intensitat, els punts que no disposen d'aquest tipus de lluminària s'instal·laran.

El control de la il·luminació, anirà en funció de la presència de persones, és a dir quan en una zona concreta un dels detectors de presència instal·lats detecti moviment s'encendran els llums en aquella zona sempre i quan es compleixin les condicions perquè s'encenguin els llums, ja que també anirà en funció de la lluminositat lumínica que hi hagi en aquell moment.

Si els sensors de lluminositat estan per sobre el llindar de treball, mai s'encendran els llums de manera automàtica, d'aquesta manera reduïrem el consum d'electricitat.

A cada zona on hi hagi instal·lat un equip lumínic també hi haurà polsadors instal·lats, per tant l'usuari podrà encendre de manera manual sempre que vulgui els llums, però un cop encès el llum manualment si l'usuari no el torna a apagar quan no hi hagi ningú en aquella zona, el llum s'apagarà automàticament en funció dels paràmetres establerts prèviament en la CPU central.

Gràcies a l'automatització de les lluminàries de l'habitatge, es pot reduir considerablement el consum d'electricitat, ja que només funcionaran quan sigui necessari.

6.1.2 Control persianes

En tot l'habitatge no hi ha instal·lat cap control automàtic de persianes, totes les persianes i porticons s'obren i es tanquen manualment, per tant a cada una de les finestres s'instal·laran persianes en control automàtic mitjançant un motor elèctric i un actuator.

Totes les persianes enrotllables s'aprofitaran i s'afegirà el motor elèctric i l'actuator per poder realitzar el control, en el cas dels porticons es substituiran per persianes enrotllables amb control automàtic.

L'automatització de les persianes anirà en funció de la lluminositat exterior de la casa, del temps, del control horari i de la temperatura interior, aquests factors regularan cada persiana individualment, per exemple: a l'estiu a primera hora del matí que és quan la temperatura no és extrema, les persianes s'obriran, a partir que va avançant el dia i fa més calor s'aniran tancant cada una d'elles per mantenir la temperatura interior de

l'habitatge, i a la tarda/vespre el mateix procediment a la inversa sempre mantenint aquestes condicions. Igual per les altres estacions del any.

Mitjançant aquest control d'obertura i tancament de persianes, es manté la temperatura interior de la casa, fet que genera un estalvi energètic important, tant en aire condicionat a l'estiu, com en calefacció a l'hivern.

A cada persiana s'instal·larà un polsador que es podrà accionar de manera manual, per pujar o baixar la persiana.

6.1.3 Control garatge

El control del garatge s'activarà quan polsem l'obertura del comandament a distància, que obrirà la porta del garatge i seguidament els llums en el cas que sigui de nit, s'instal·laran sensors de posició en el garatge per saber que el cotxe està aparcats.

Quan tots els detectors de posició estiguin activats voldrà dir que el cotxe està aparcats i per tant la porta del garatge es pot tancar, tot aquest control anirà programat per temps a partir de la CPU general.

6.1.4 Control reg jardí

El jardí actualment disposa de d'una instal·lació de reg automàtic que està en desús, per regar es fa manualment amb una mànega, per tant s'instal·larà un actuator per controlar des del PLC tot el reg del jardí.

El control del reg serà el màxim eficient possible per poder obtenir el màxim estalvi energètic i econòmic i d'aquesta manera reduir el consum d'aigua i les factures.

L'automatització del reg del jardí no funcionarà cada dia, serà totalment programable en funció de l'època del any i les condicions climàtiques en aquell moment. Per exemple, a l'estiu s'activarà cada dia però si ha plogut o detecta que hi ha molta humitat no s'activarà.

6.2. Part climatització

La part de climatització es farà a través dels termòstats instal·lats en els diferents pisos i cada un controlarà la temperatura de la zona on estigui ubicada la sonda de temperatura, per tant aquesta regulació es farà de manera manual on l'usuari escollirà la temperatura desitjada.

6.3. Part seguretat

L'àrea de seguretat és l'encarregada de mantenir en tot moment la seguretat i protecció de l'habitatge ja sigui: contra intrusos on s'instal·larà un control específic, contra hipotètics incendis i el control d'obertures i tancaments de portes i finestres, per aconseguir que l'habitatge sigui el màxim segur possible.

6.3.1 Control contra-incendis

En punts crítics de la casa s'instal·laran detectors contra incendis que s'activaran en cas que detectin un increment de la temperatura considerable o detectin la presència de fum.

6.3.2 Control antirobatoris

L'habitatge disposarà de dos sistemes de seguretat contra robatoris, s'instal·len dos sistemes paral·lels ja que ens cas que un pugui tenir un error o una possible desconexió per part dels intrusos, estiguem el màxim segurs possibles.

El primer sistema anomenat control de protecció perimetral, s'instal·laran sensors d'infraroig en el jardí per evitar possibles intrusions a l'interior del perímetre de la casa, a totes les portes i finestres s'instal·laran sensors magnètics que quan el sistema de seguretat estigui activat, per exemple durant la nit o les vacances, en funció de la programació s'activarà l'alarma o no.

El segon sistema de control està enfocat en la protecció de l'interior de l'habitatge, aprofitant els sensors de moviment que funcionaran per mitjà de la tecnologia dels infraroigs. Aquests sensors faran saltar l'alarma quan el sistema de seguretat estigui activat i detecti presències no identificables, ja que a l'habitatge i viuen mascotes per tant, el moviment d'elles s'haurà de negligir.

6.3.2 Control portes i finestres

Aprofitant els sensors magnètics instal·lats a totes les portes i finestres de l'habitatge, també ens serà útil per tenir controlat quines portes i finestres tenim obertes i tancades en tot moment.

6.4 Instal·lació elèctrica

La instal·lació elèctrica es modificarà per poder instal·lar els quadres elèctrics on anirà controlat tot el sistema automàtic de la casa, per tant s'hauran de modificar els canals i els tubs per on passen els cables elèctrics per poder adaptar la nova modificació.

S'instal·laran tres quadres elèctrics a l'habitatge: un a la planta baixa, un el primer pis i un el segon pis que també controlarà l'estudi i el jardí.

6.4.1 Quadre elèctric planta baixa

El quadre elèctric de la planta baixa que tindrà les següents dimensions 400x400 mm, estarà dividit en la part de potència on controlarà el motor de la porta del garatge, i la part de control on controlarà la porta del garatge, la posició de si hi ha cotxe o no en el garatge, els sensors de moviment instal·lats que detectaran si hi ha presència de persones i en funció d'això controlaran els llums de la planta i finalment el control de seguretat de les finestres i portes.

A la Figura 35, es pot observar la distribució del quadre elèctric de la planta baixa, on a la part superior hi ha ubicat les proteccions, juntament amb el borner de connexions de 24V DC i 0V DC per alimentar els dispositius, a la segona fila i hi haurà la perifèria descentralitzada Siemens ET200SP i a la última fila el borner de connexions.

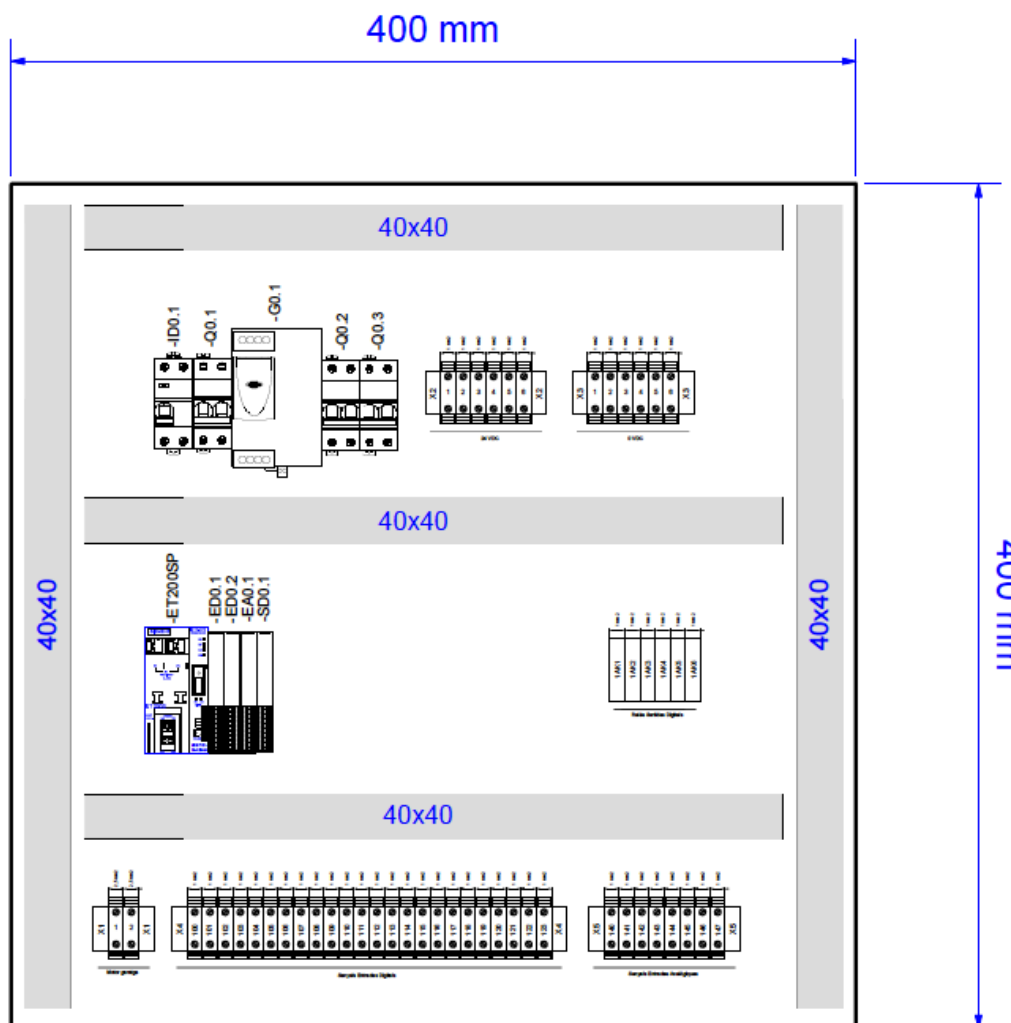


Figura 35. Distribució quadre elèctric planta baixa

6.4.2 Quadre elèctric primer pis

El quadre elèctric del primer pis que tindrà les mateixes dimensions 400x400 mm, també estarà dividit per la part de potència on controlarà els motors de les persianes del primer pis i la part de control que s'encarregarà de gestionar l'obertura i tancament de les persianes en funció de si els sensors detecten presència de persones o no, i en funció de la intensitat de la llum existent a cada zona, també controlarà els llums, el contra incendis i les alarmes de seguretat.

A la Figura 36, es pot observar la distribució del quadre elèctric del primer pis, on a la part superior hi ha ubicat les proteccions, juntament amb el borer de connexions de 24V DC i 0V DC per alimentar els dispositius, a la segona fila i hi haurà la perifèria descentralitzada Siemens ET200SP i el borer de connexions igual que a la última fila.

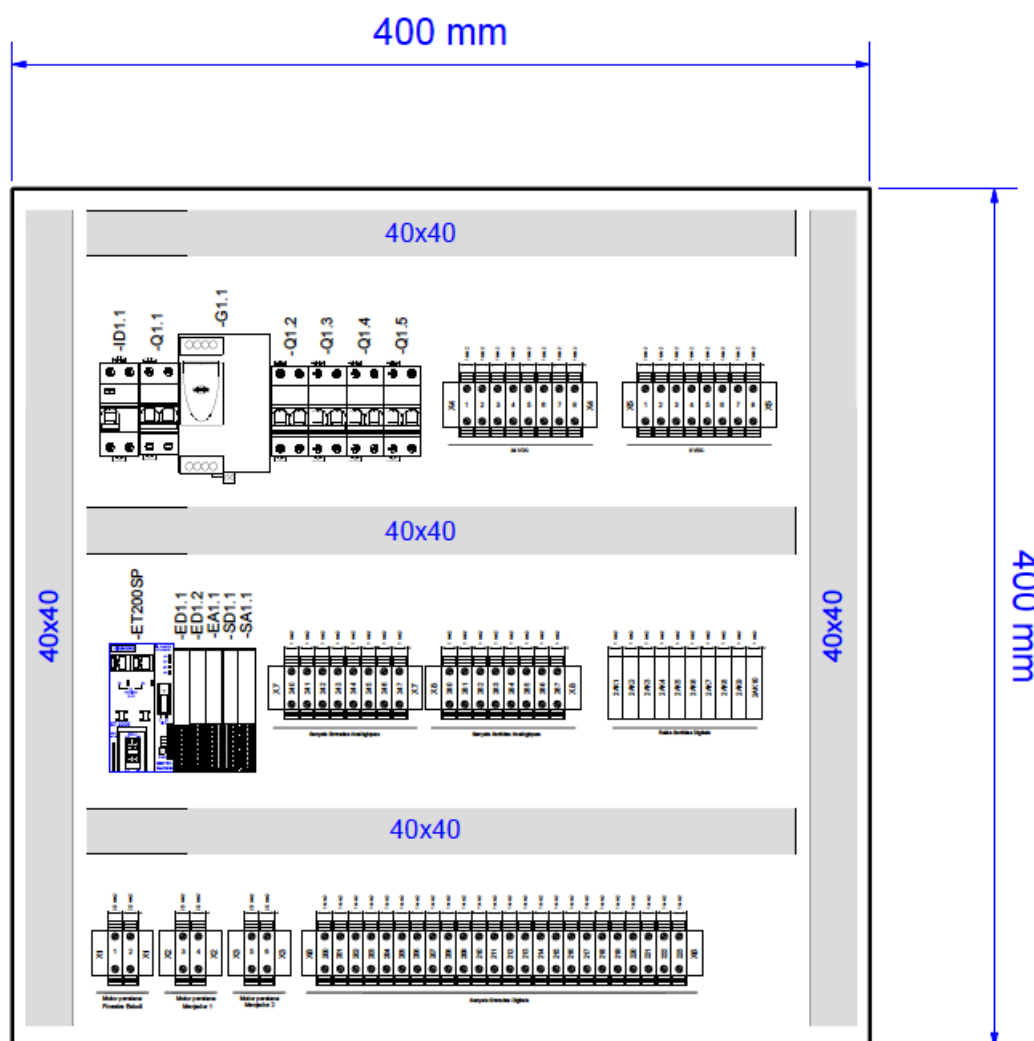


Figura 36. Distribució quadre elèctric primer pis

6.4.3 Quadre elèctric segon pis

Per últim, el quadre elèctric del segon pis que també gestionarà la part del estudi del pis superior i del jardí tindrà unes dimensions de 650x400 mm, a l'exterior del quadre i haurà instal·lat la pantalla tàctil de 12 polsades on els usuaris de l'habitatge podrà controlar tots els paràmetres de la casa. La part de potència serà l'encarregada de controlar tots els motors de les persianes de la planta i del estudi, i la part de control regularà el control de les persianes, el control de les llums, la presència de persones a la planta i a l'exterior i també la seguretat tant de l'exterior com de l'interior, també controlarà el reg del jardí en funció del programa establert.

A la Figura 37, es pot observar la distribució del quadre elèctric del segon pis, és el quadre principal de la instal·lació, a la part superior hi haurà ubicat totes les proteccions, el seu costat el switch per les comunicacions, els borners de 24V DC i 0V DC respectivament, a la segona fila i trobarem la CPU i la ET200SP i els relés de les sortides

digitals i les sortides analògiques, i la última fila els borns de connexió de potència i els borns de les senyals de les entrades digitals i entrades analògiques.

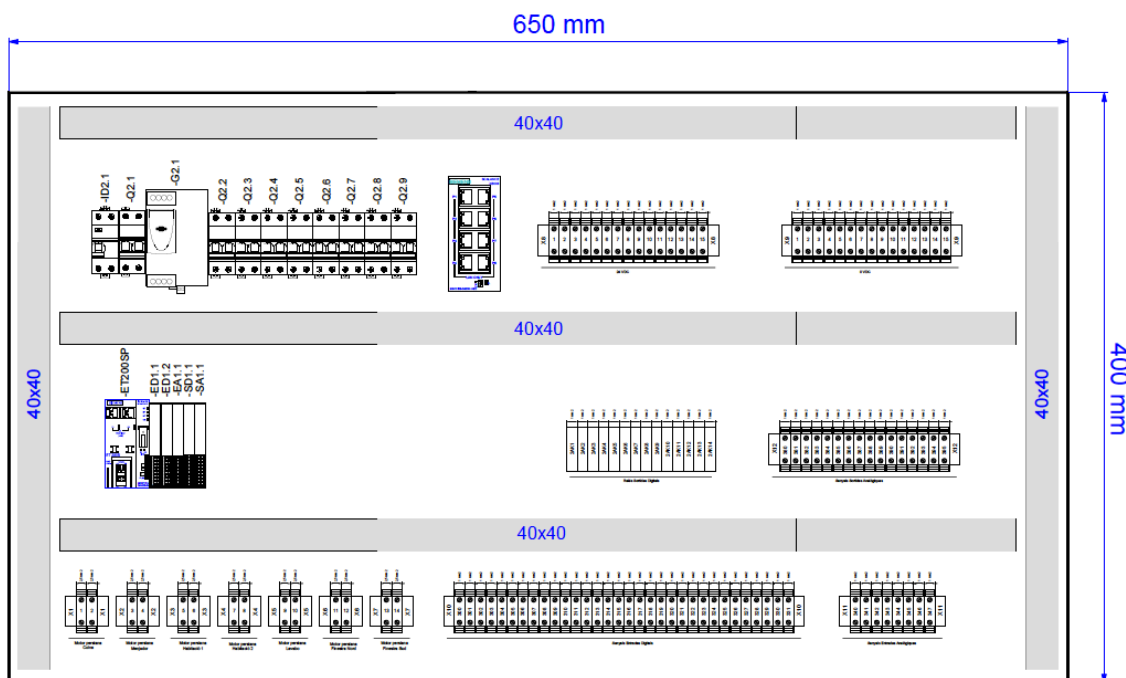


Figura 37. Distribució quadre elèctric segon pis

Tots tres quadres elèctrics aniran encastats a la paret, així com tot el cablejat cap a ells també anirà encastats o per canals UNEX blanques per l'exterior de la paret.

6.5. Aparellatge automatització

S'explicaran els elements principals que conformen la instal·lació de l'automatització de la casa com són: la CPU, les perifèries descentralitzades ET200SP, Els mòduls d'entrades i sortides del PLC i la pantalla tàctil Siemens HMI.

6.5.1 Siemens CPU 1511-1 PN

La CPU escollida és la de SIEMENS CPU 1511-1 PN , aquesta CPU té un disseny modular sense ventilador, fet que fa que la seva implementació sigui senzilla utilitzant mòduls descentralitzats per a la utilització de la gestió de les I/O digitals i analògiques. La CPU ofereix una àmplia gama d'aplicacions.

La CPU 1511-1 PN és una CPU estàndard que s'utilitza per aplicacions petites o mitjanes, la seva memòria de treball és de 1,23 Mbytes amb un temps d'execució d'operacions amb bits de 60 ns.



Figura 38. Siemens CPU 1511-1 PN

La CPU conté el sistema operatiu i executa el programa d'usuari. El programa d'usuari el tenim en la SIMATIC Memory Card i es processa en la memòria de treball de la CPU.

La connexió al procés es realitza mitjançant mòduls de perifèria de forma centralitzada o descentralitzada mitjançant PROFINET (protocol estàndard d'Ethernet per l'automatització), en el nostre cas és de forma descentralitzada utilitzant una ET 200 SP.

La CPU té dos ports PROFINET (X1P1 i X2P2), es poden ajustar totes les configuracions en temps real.

Els ports X1P1 i X2P2 es poden utilitzar com anells per el disseny de topologies en anell redundants en Ethernet.

La funcionalitat bàsica de PROFINET suporta la comunicació HMI, la comunicació amb el sistema de configuració, la comunicació amb una xarxa de nivell superior i la comunicació amb un altre màquina o cel·la d'automatització.

La CPU porta un servidor web integrat on es pot llegir diferent informació (veure manual).

La CPU té la següent tecnologia integrada:

Motion Control: suporta mitjançant objectes tecnològics, eixos de velocitat, eixos de posició, eixos sincronitzats, encoders, lleves i detectors.

Funcionalitat de regulació integrada: PID compact és un regulador PID continu, PID 3Step és un regulador pas a pas per actuadors integrats i PID Temp és un regulador de temperatura per escalfar i refredar amb dos actuadors separats.

Porta integrat diferents funcionalitats: Funcionalitat Trace suporta la busca d'errors i averies. i diagnòstic del sistema integrat ens avisa quan el sistema no funciona correctament.

La CPU porta la seguretat integrada per tal de protegir les dades que es transfereixen en el sistema.

En el panell frontal amb tapa (Figura 39 esquerra), hi tenim:

NÚMERO	OPERACIÓ
1	Els indicadors LED del estat operatiu actual: RUN/STOP (led groc/verd), ERROR (led vermell) i MAINT (led groc)
2	Display de visualització
3	Teclat de comandament per navegar pel display

Taula 36. Informació panell frontal amb tapa CPU

En el panell frontal sense tapa (Figura 39 dreta), tenim:

NÚMERO	OPERACIÓ
1	Indicadors LED d'estat operatiu
2	Connexió display
3	Ranura per la SIMATIC Memory Card
4	Selector de mode
5	Indicadors LED pels 2 ports de la interfície PROFINET (X1P1 i X2P2)
6	Direcció MAC
7	Interfície PROFINET (X1P1 i X2P2)
8	Connexió per alimentació elèctrica
9	Cargol de fixació

Taula 37. Informació panell frontal sense tapa CPU

A la Figura 39, es mostra la vista frontal amb tapa i sense tapa de la CPU 1511-1 PN.

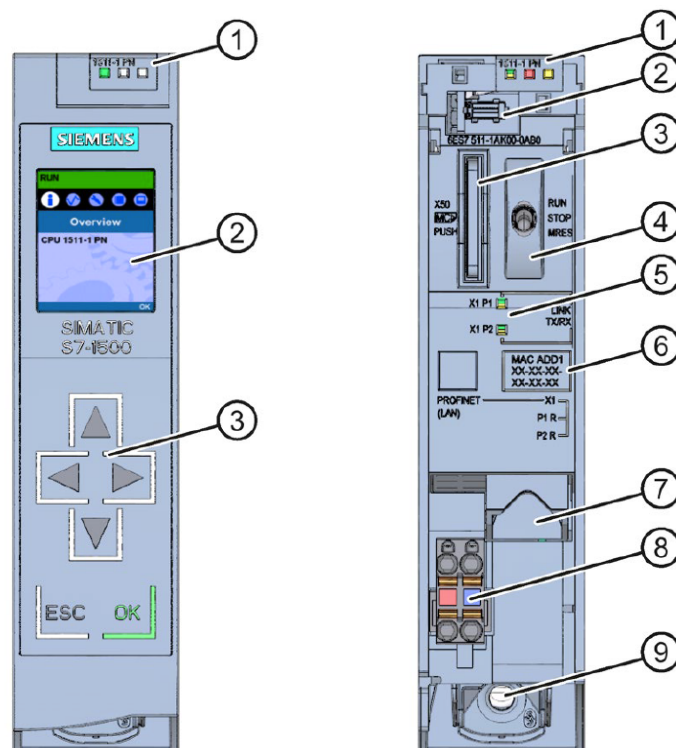


Figura 39. Vista frontal amb tapa i sense tapa CPU

La CPU perquè funcioni ha d'estar alimentada a una tensió de 24 V DC.

En el manual del dispositiu podem complementar la informació on ens mostra els estats d'alarmes, missatges d'error i avisos de diagnòstic del sistema.

6.5.2 Mòdul descentralitzat

S'utilitzarà el mòdul descentralitzat SIEMENS SIMATIC ET 200 SP, on aniran connectats tots els mòduls d'entrades i sortides digitals i analògiques. A la Figura 40, es pot observar com està composta un ET 200 SP, on hi tenim el mòdul descentralitzat, tots els mòduls d'entrades i sortides amb les seves respectives bases per poder fer les connexions dels borns de les I/O i el mòdul del servidor el final de tot el conjunt per poder tancar el bus de comunicació de la ET 200 SP.

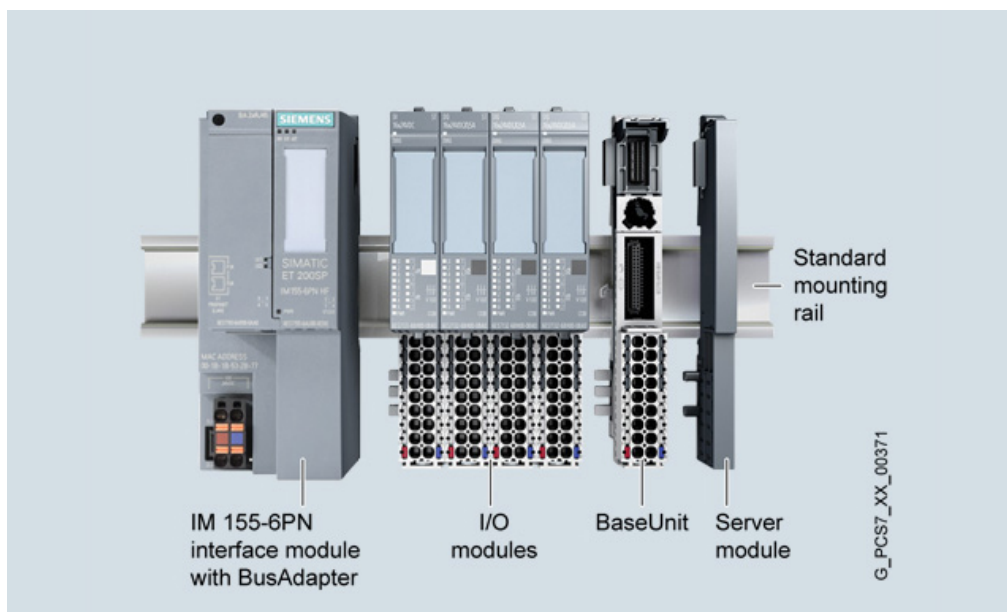


Figura 40. Configuració mòdul descentralitzat ET200 SP

El mòdul descentralitzat SIMATIC ET 200 SP facilita enormement l'embornat i el desembornat del cablejat, gràcies a la tècnica d'inserció directa no fa falta cap clau especial.

Aquest mòdul optimitza l'ocupació de la superfície de muntatge disponible en l'armari elèctric gràcies al seu disseny compacte i eficient. Conté un sistema d'apantallament integral que proporciona la més alta compatibilitat electromagnètica possible i augmenta la fiabilitat de la comunicació i les dades del senyals.

La SIMATIC ET 200 SP utilitzant les etiquetes identificatives per colors i de referència, així com les tires rotulables recopilen la informació més important sobre el mòdul, el cablejat i els canals.

El mòdul descentralitzat porta incorporat un mòdul de potència, això no només estalvia espai en l'armari elèctric, sinó que també augmenta la disponibilitat.

Es comunica per via PROFINET, per tant és sinònim de flexibilitat, eficàcia i màxim rendiment en la comunicació industrial.

6.5.3 Mòduls entrades i sortides PLC

Tots els mòduls d'entrades i sortides tant digitals com analògiques, estan acoblades a una base (base unit), en aquesta base i trobem tots els borns que podem connectar el mòdul. El mòdul que utilitzarem és el SIEMENS 6ES7193-6BP00-0BA0.

S'han utilitzat 7 mòduls d'entrades digitals SIEMENS 6ES7131-6BH00-0BA0 on es poden connectar 16 entrades digitals a 24V DC.

S'han utilitzat 3 mòduls d'entrades analògiques SIEMENS 6ES7134-6GF00-0AA1 on podem connectar 8 entrades analògiques, de 2 o 4 fils, amb rangs d'entrada per mesura d'intensitat de:

RANGS ENTRADES ANALÒGIQUES
0 a 20 mA, resolució 15 bits
4 a 20 mA, resolució 15 bits
\pm 20 mA, resolució 16 bits inclòs el signe

Taula 38. Rangs entrades analògiques

S'han utilitzat 4 mòduls de sortides digitals SIEMENS 6ES7132-6BH00-0BA0 on podem connectar-hi 16 sortides digitals, totes les sortides digitals aniran connectades a un relé de seguretat per protegir el PLC de possibles averies, tots aquets relés aniran connectats a 24 V DC.

S'han utilitzat 3 mòduls de sortides analògiques SIEMENS 6ES7135-6HD00-0BA0 on podem connectar-hi 4 sortides analògiques per sortida d'intensitat i sortida de tensió. Els rangs de sortida per intensitat són:

RANGS SORTIDES INTENSITAT
\pm 20 mA, resolució 16 bits inclòs el signe
0 a 20 mA, resolució 15 bits
4 a 20 mA, resolució 14 bits

Taula 39. Rangs sortides analògiques per intensitat

Pels rangs de sortida de tensió són:

RANGS SORTIDES TENSÍO
\pm 10 V, resolució 16 bits inclòs el signe
\pm 5 V, resolució 15 bits inclòs el signe
0 a 10 V, resolució 15 bits
1 a 5 V, resolució 13 bits

Taula 40. Rangs sortides analògiques per tensió

6.5.4 Pantalla tàctil Siemens HMI KTP 1200

La pantalla tàctil instal·lada és una SIEMENS HMI KTP 1200 Comfort. Aquesta pantalla ofereix una alta resolució de 16 milions de colors que permet una visualització del procés amb gran detall i ofereix una llegibilitat òptima. Aquets equips empotrables també en vertical aprofiten el màxim l'espai de la instal·lació.

Té una interfície d'usuari gràfica que permet una manipulació i visualització intuïtius de la màquina.

La funcionalitat puntera ja que pot llegir fitxers, scripts en VB i diferents visors per visualitzar documentació en la instal·lació (en forma PDF, pàgines web, etc.).

Màxima seguretat en les dades en cas de tallades de corrent, en cas de tallada de corrent, los Comfort Panels emmagatzemen la suficient energia per poder finalitzar correctament tos els fitxers actius i fer una còpia de seguretat de les dades arxivades, d'aquesta manera es garanteix el manteniment de tots els fitxers sense necessitat d'una bateria.

La pantalla integra a la perfecció en les xarxes PROFINET i PROFIBUS, i disposen de interfícies per la connexió a perifèric USB, també disposa d'un switch Ethernet de 2 ports.

La pantalla està homologada per la utilitat d'atmosferes potencialment explosives.



Figura 41. Pantalla tàctil HMI KTP 1200 Comfort

7. PROGRAMACIÓ CASA INTEL·LIGENT

El control de la casa intel·ligent el realitzarà la CPU 1511-1 PN de la marca Siemens, serà l'encarregada de gestionar tots els programes de la casa: control d'il·luminació, control de persianes, la climatització, control del garatge, la seguretat i antirobatoris, el reg del jardí i el contra incendis.

L'automatització de la casa intel·ligent s'ha realitzat mitjançant el software de Siemens TIA PORTAL (Totally Integrated Automation Portal).

El TIA PORTAL és un sistema d'enginyeria que permet configurar de forma intuïtiva i eficient tots els processos de planificació i producció. El software treballa en un entorn d'enginyeria unificat per totes les tasques de control, visualització i accionament.

La versió del programa que utilitzarem és la versió 14 del SIMATIC STEP 7 professional, ens permet configurar dispositius SIMATIC S7-1200, S7-1500, S7-300/400 i controladors de software WinCC, el PLC utilitzat és un S7-1500.

WinCC és un software d'enginyeria per configurar SIMATIC panels, PC Industriales SIMATIC i PC estàndard amb el software de visualització WinCC runtime o mitjançant un SCADA.

El TIA PORTAL utilitza els següents llenguatges de programació:

KOP: Representació gràfic, és similar a la dels esquemes de circuits elèctrics (diagrama de contactes). Els elements dels diagrames de contactes, així com els contactes normalment oberts i normalment tancats, s'agrupen en segments, un o varis segments constitueixen l'àrea d'instruccions d'un bloc lògic.

FUP: És un diagrama de funcions, utilitza els símbols gràfics del àlgebra booleana per representar la lògica. També és possible representar en connexió directa amb els quadres lògics funcions complexes, com poden ser funcions matemàtiques.

SCL: És un llenguatge de programació de text estructurat similar als llenguatges C o Pascal, es sol utilitzar per algorismes o càlculs complexos.

AWL: Són llistes d'instruccions, és un llenguatge textual orientat a la màquina. Les diverses instruccions equivalen als passos de treball amb les que la CPU executa el programa i aquestes es poden reunir en segments.

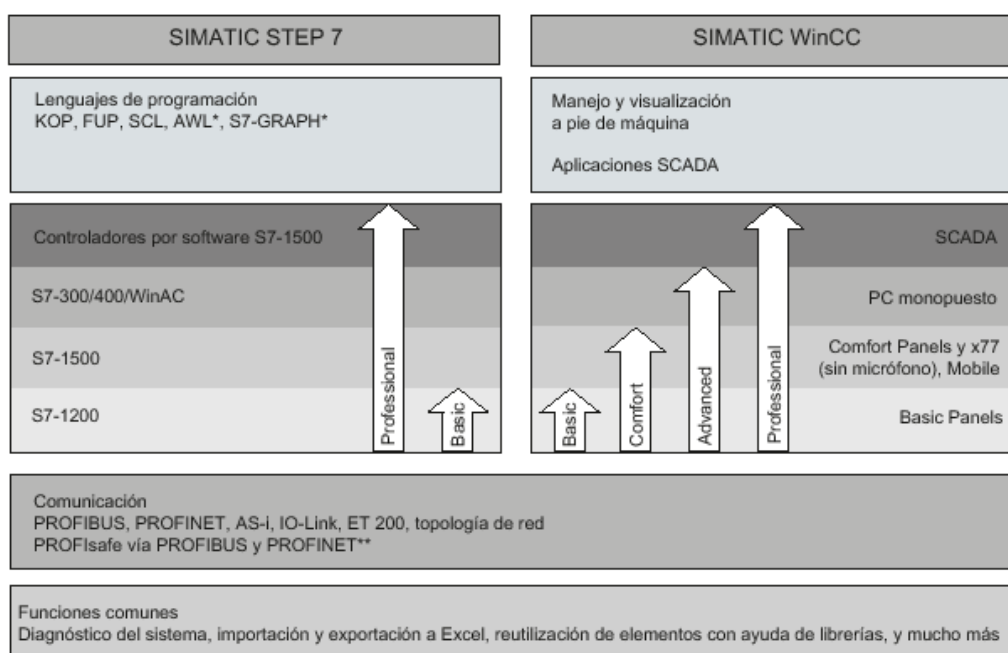


Figura 42. Estructura interna software TIA PORTAL V14

7.1. Comunicacions

La xarxa de comunicacions de la CPU cap a les perifèries descentralitzades es realitzarà a través del protocol de Ethernet mitjançant un switch, on es centralitzaran totes les connexions.

El switch estarà ubicat al quadre elèctric del segon pis juntament amb la CPU, i estarà connectat a un port del router de la casa per tenir accés a internet i poder actualitzar la franja horària i el temps de la CPU, d'aquesta manera els controls horaris que executarà el programa seran en temps real.

A la Figura 43 que correspon el plànol 19 del document de Plànols, es pot observar la xarxa de comunicacions del segon pis amb els seus elements connectats: CPU Siemens 1511-1 PN, la perifèria descentralitzada ET200SP, la pantalla de 12" i el switch amb totes les comunicacions de la xarxa de la casa, els cables de color verd corresponen a cables de xarxa Ethernet.

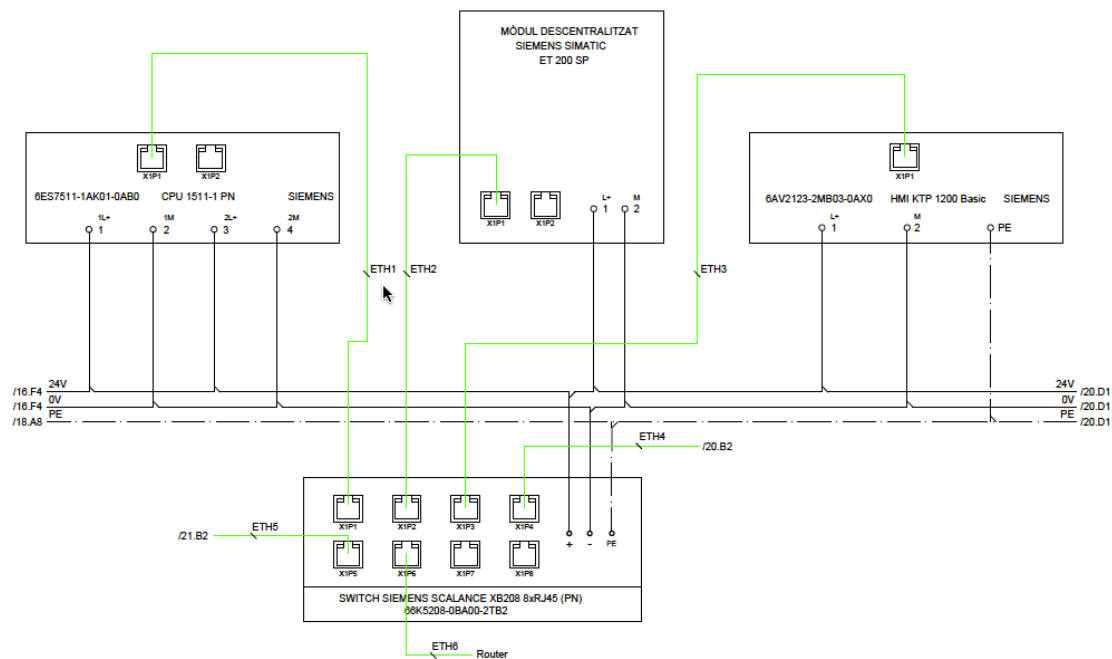


Figura 43. Comunicacions segon pis

S'ha optat per tres perifèries descentralitzades que s'ubiquen els quadres elèctrics de la planta baixa, el primer pis i el segon pis, d'aquesta manera podem connectar fàcilment les perifèries cap a la CPU a través de Ethernet, també és molt útil per el cablejat dels elements (entrades i sortides), ja que ens estalviem molts metres de cable i errors de comunicació.

A la Figura 44 i la Figura 45, es mostra les comunicacions de les perifèries descentralitzades ET200SP cap el switch.

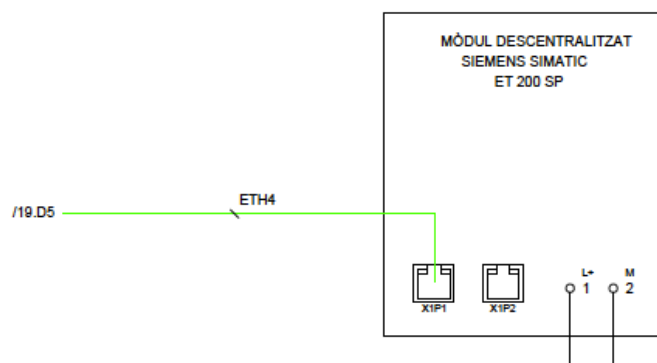


Figura 44. Comunicacions Planta Baixa

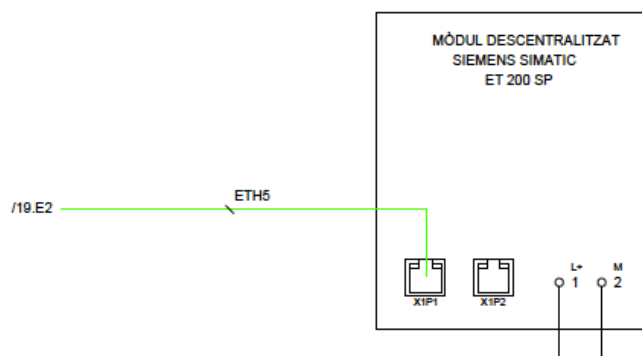


Figura 45. Comunicacions Primer Pis

La xarxa de comunicacions es mostra a la Figura 46, les perifèries descentralitzades ET200SP i la pantalla HMI de 12" van connectades directament a la CPU a través del switch.

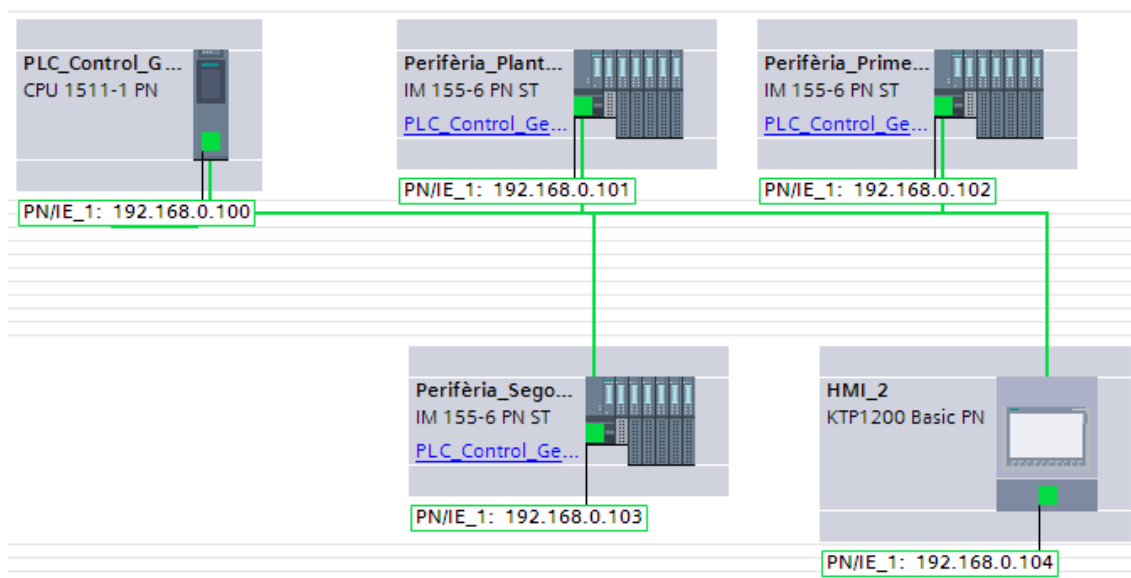


Figura 46. Direccions IP elements

A cada element se l'hi donarà un direcció IP d'aquesta manera estarà tot connectat a la xarxa pròpia de la instal·lació mitjançant el protocol de comunicació PROFINET, es configurarà una sub-màscara que serà igual per tots els elements i també s'habilitarà l'opció de comunicació amb el router per connectar-se remotament a la CPU, per tant es configurarà el gateway.

A la Taula 41, es mostra les direccions de cada un dels elements de la instal·lació.

	IP	Submask	Gateway
CPU 1511-N	192.168.0.100	255.255.255.0	192.168.0.1
Perifèria ET200SP planta baixa	192.168.0.101	255.255.255.0	192.168.0.1
Perifèria ET200SP primer pis	192.168.0.102	255.255.255.0	192.168.0.1
Perifèria ET200SP segon pis	192.168.0.103	255.255.255.0	192.168.0.1
HMI KTP 12"	192.168.0.104	255.255.255.0	192.168.0.1

Taula 41. Direccions IP comunicacions instal·lació

7.2. Entrades i sortides PLC

En l'automatització de la casa intel·ligent intervenen diferents tipus de dades i d'informació, per tant i haurà entrades digitals, entrades analògiques, sortides digitals i sortides analògiques.

A l'hora de dimensionar la instal·lació s'ha previst deixar en els mòduls d'entrades i sortides, entrades i sortides lliures ja que en un futur la instal·lació pot canviar o créixer i per tant tenir-la preparada per això.

7.2.1 Entrades i sortides Planta Baixa

A la

Taula 42 i la Taula 43, es mostra el llistat d'entrades digitals de la perifèria descentralitzada ET200SP de la planta baixa.

Nom	Tipus	Entrada
Posició 1 porta garatge	Bool	%I0.0
Posició 2 porta garatge	Bool	%I0.1
Senyal ON/OFF porta	Bool	%I0.2
Polsador manual porta garatge	Bool	%I0.3
Detector porta PB-01	Bool	%I0.4
Detector finestra PB-01	Bool	%I0.5
Detector finestra PB-02	Bool	%I0.6
Detector posició cotxe 1	Bool	%I0.7
Detector posició cotxe 2	Bool	%I1.0
Detector posició cotxe 3	Bool	%I1.1
Detector posició cotxe 4	Bool	%I1.2
Sensor moviment oficina PB-01	Bool	%I1.3
Sensor moviment garatge PB-02	Bool	%I1.4

Taula 42. Entrades digitals Planta Baixa

Nom	Tipus	Entrada
Sensor moviment traster 1 PB-03	Bool	%I1.5
Sensor moviment traster 2 PB-04	Bool	%I1.6
Polsador actuator llum PB-oficina	Bool	%I1.7
Polsador actuator llum PB-garatge	Bool	%I2.0
Polsador actuator llum PB-traster 1	Bool	%I2.1
Polsador actuator llum PB-traster 2	Bool	%I2.2
Reserva	Bool	%I2.3
Reserva	Bool	%I2.4
Reserva	Bool	%I2.5
Reserva	Bool	%I2.6
Reserva	Bool	%I2.7

Taula 43. Entrades digitals Planta Baixa

A la Taula 44, es mostra el llistat d'entrades analògiques de la perifèria de la planta baixa.

Nom	Tipus	Entrada
Temperatura Planta Baixa	Int	%IW0
Intensitat lumínica PB-oficina	Int	%IW2
Reserva	Int	%IW4
Reserva	Int	%IW6
Reserva	Int	%IW8
Reserva	Int	%IW10
Reserva	Int	%IW12
Reserva	Int	%IW14

Taula 44. Entrades analògiques Planta Baixa

A la Taula 45, es mostren les sortides digitals de la perifèria de la planta baixa.

Nom	Tipus	Entrada
Marxa actuator motor garatge	Bool	%Q0.0
Activació actuator llum PB-oficina	Bool	%Q0.1
Activació actuator llum PB-garatge	Bool	%Q0.2
Activació actuator llum PB-traster 1	Bool	%Q0.3
Activació actuator llum PB-traster 2	Bool	%Q0.4
Sirena interior Planta Baixa	Bool	%Q0.5
Reserva	Bool	%Q0.6
Reserva	Bool	%Q0.7

Taula 45. Sortides digitals Planta Baixa

7.2.2 Entrades i sortides Primer Pis

A la Taula 46, es mostren el llistat d'entrades digitals de la perifèria descentralitzada ET200SP del primer pis.

Nom	Tipus	Entrada
Polsador actuador persiana estudi	Bool	%I4.0
Polsador actuador persiana menjador 1	Bool	%I4.1
Polsador actuador persiana menjador 2	Bool	%I4.2
Detector finestra P1-01	Bool	%I4.3
Detector finestra P1-02	Bool	%I4.4
Detector finestra P1-03	Bool	%I4.5
Detector porta P1-01	Bool	%I4.6
Sensor moviment Passadís P1-01	Bool	%I4.7
Sensor moviment Cuina P1-02	Bool	%I5.0
Sensor moviment Menjador P1-03	Bool	%I5.1
Sensor moviment Menjador P1-04	Bool	%I5.2
Detector de fum P1-01	Bool	%I5.3
Polsador actuador llum P1-menjador 1	Bool	%I5.4
Polsador actuador llum P1-menjador 2	Bool	%I5.5
Polsador actuador llum P1-Estudi	Bool	%I5.6
Polsador actuador llum P1-Passadís	Bool	%I5.7
Polsador actuador llum P1-Lavabo	Bool	%I6.0
Polsador actuador llum P1-Cuina	Bool	%I6.1
Reserva	Bool	%I6.2
Reserva	Bool	%I6.3
Reserva	Bool	%I6.4
Reserva	Bool	%I6.5
Reserva	Bool	%I6.6
Reserva	Bool	%I6.7

Taula 46. Entrades digitals Primer Pis

A la Taula 47, es mostren les entrades analògiques de la perifèria descentralitzada del primer pis.

Nom	Tipus	Entrada
Temperatura Primera Planta	Int	%IW16
Intensitat lumínica P1-Estudi	Int	%IW18
Intensitat lumínica P1-Menjador	Int	%IW20
Reserva	Int	%IW22
Reserva	Int	%IW24
Reserva	Int	%IW26
Reserva	Int	%IW28
Reserva	Int	%IW30

Taula 47. Entrades analògiques Primer Pis

A la Taula 48, es mostra el llistat de sortides digitals de la perifèria descentralitzada del primer pis.

Nom	Tipus	Entrada
Marxa actuator motor persiana P1-01	Bool	%Q2.0
Marxa actuator motor persiana P1-02	Bool	%Q2.1
Marxa actuator motor persiana P1-03	Bool	%Q2.2
Sirena interior Primer Pis	Bool	%Q2.3
Activació actuator llum P1-Menjador 1	Bool	%Q2.4
Activació actuator llum P1-Menjador 2	Bool	%Q2.5
Activació actuator llum P1-Estudi	Bool	%Q2.6
Activació actuator llum P1-Passadís	Bool	%Q2.7
Activació actuator llum P1-Lavabo	Bool	%Q3.0
Activació actuator llum P1-Cuina	Bool	%Q3.1
Reserva	Bool	%Q3.2
Reserva	Bool	%Q3.3
Reserva	Bool	%Q3.4
Reserva	Bool	%Q3.5
Reserva	Bool	%Q3.6
Reserva	Bool	%Q3.7

Taula 48. Sortides digitals Primer Pis

7.2.3 Entrades i sortides Segon Pis, Estudi i Jardí

A la Taula 49, es mostra el llistat d'entrades digitals de la perifèria descentralitzada ET200SP del quadre elèctric del segon pis.

Nom	Tipus	Entrada
Polsador actuador persiana Cuina 1	Bool	%I8.0
Polsador actuador persiana Cuina 2	Bool	%I8.1
Polsador actuador persiana Menjador	Bool	%I8.2
Polsador actuador persiana Habitació 1	Bool	%I8.3
Polsador actuador persiana Habitació 2	Bool	%I8.4
Polsador actuador persiana Lavabo	Bool	%I8.5
Detector finestra Cuina P2-01	Bool	%I8.6
Detector finestra Menjador P2-02	Bool	%I8.7
Detector finestra Habitació 1 P2-03	Bool	%I9.0
Detector finestra Habitació 2 P2-04	Bool	%I9.1
Detector porta P2-01	Bool	%I9.2
Sensor moviment Cuina P2-01	Bool	%I9.3
Sensor moviment Menjador P2-02	Bool	%I9.4
Sensor moviment Habitació 1 P2-03	Bool	%I9.5
Sensor moviment Habitació 2 P2-04	Bool	%I9.6
Sensor moviment Lavabo P2-05	Bool	%I9.7
Polsador actuador llum P2-Cuina	Bool	%I10.0
Polsador actuador llum P2-Menjador	Bool	%I10.1
Polsador actuador llum P2-Habitació 1	Bool	%I10.2
Polsador actuador llum P2-Habitació 2	Bool	%I10.3
Polsador actuador llum P2-Lavabo	Bool	%I10.4
Detector de fum P2-01	Bool	%I10.5
Polsador actuador persiana Estudi Finestra sud	Bool	%I10.6
Polsador actuador persiana Estudi Finestra nord	Bool	%I10.7
Sensor moviment Estudi	Bool	%I11.0
Polsador actuador llum Estudi	Bool	%I11.1
Detector Estudi finestra sud	Bool	%I11.2
Detector Estudi finestra nord	Bool	%I11.3
Confirmació reg activat	Bool	%I11.4
Detector finestra lavabo	Bool	%I11.5
Reserva	Bool	%I11.6
Reserva	Bool	%I11.7

Taula 49. Entrades digitals Segon Pis, Estudi i Jardí

A la Taula 50, es mostren les entrades analògiques de la perifèria del segon pis, estudi i jardí.

Nom	Tipus	Entrada
Temperatura Segona Planta	Int	%IW32
Intensitat lumínica P2-Cuina	Int	%IW34
Intensitat lumínica P2-Menjador	Int	%IW36
Intensitat lumínica P2-Habitació 1	Int	%IW38
Intensitat lumínica P2-Habitació 2	Int	%IW40
Temperatura Estudi	Int	%IW42
Intensitat lumínica Estudi	Int	%IW44
Sensor humitat jardí	Int	%IW46

Taula 50. Entrades analògiques Segon Pis, Estudi i Jardí

A la Taula 51, es mostra el llistat de les sortides digitals de la perifèria del segon pis, estudi i jardí.

Nom	Tipus	Entrada
Activació actuator motor persiana cuina 1	Bool	%Q4.0
Activació actuator motor persiana cuina 2	Bool	%Q4.1
Activació actuator motor persiana menjador	Bool	%Q4.2
Activació actuator motor persiana habitació 1	Bool	%Q4.3
Activació actuator motor persiana habitació 2	Bool	%Q4.4
Activació actuator motor persiana lavabo	Bool	%Q4.5
Sirena interior Segon Pis	Bool	%Q4.6
Activació actuator llum P2-Cuina	Bool	%Q4.7
Activació actuator llum P2-Menjador	Bool	%Q5.0
Activació actuator llum P2-Habitació 1	Bool	%Q5.1
Activació actuator llum P2-Habitació 2	Bool	%Q5.2
Activació actuator llum P2-Lavabo	Bool	%Q5.3
Activació actuator motor persiana Estudi finestra sud	Bool	%Q5.4
Activació actuator motor persiana Estudi finestra nord	Bool	%Q5.5
Activació actuator llum Estudi	Bool	%Q5.6
Activació reg jardí	Bool	%Q5.7

Taula 51. Sortides digitals Segon pis, Estudi i Jardí

7.2.4 Sortides analògiques

A la Taula 52, es mostra el llistat de les sortides analògiques del programa.

Nom	Tipus	Entrada
Control intensitat llum PB-Oficina	Word	%QW0
Control intensitat llum P1-Estudi	Word	%QW2
Control intensitat llum P1-Menjador	Word	%QW4
Reserva	Word	%QW6
Control intensitat llum P2-Cuina	Word	%QW8
Control intensitat llum P2-Menjador	Word	%QW10
Control intensitat llum P2-Habitació 1	Word	%QW12
Control intensitat llum P2-Habitació 2	Word	%QW14
Control intensitat llum Estudi	Word	%QW16
Reserva	Word	%QW18
Reserva	Word	%QW20
Reserva	Word	%QW22

Taula 52. Sortides analògiques programa

7.3. Estructura del programa

Una vegada s'ha realitzat el llistat de les entrades i sortides (I/O) s'ha planificat l'estructura principal que tindrà el programa, per a cada planta de l'habitatge s'ha creat un grup intern en el software, d'aquesta manera és molt més fàcil d'entendre i de generar el programa.

S'ha separat per plantes ja que a cada quadre elèctric de cada planta hi haurà instal·lat una perifèria descentralitzada amb totes les entrades i sortides que controlaran els diferents programes de la planta, s'ha fet d'aquesta manera ja que si mai hi ha algun problema amb el hardware de la instal·lació sigui fàcil de canviar-ho i no afecti el software de la casa intel·ligent.

El control de climatització, el control de seguretat de la casa i el contra incendis s'ha agrupat en un sol FC (Function Logic) per a cada un dels controls, d'aquesta manera es té un major del programes més crítics.

A la Figura 47, es mostra l'estructura interna del programa de la casa intel·ligent a través del software Siemens TIA Portal V14.

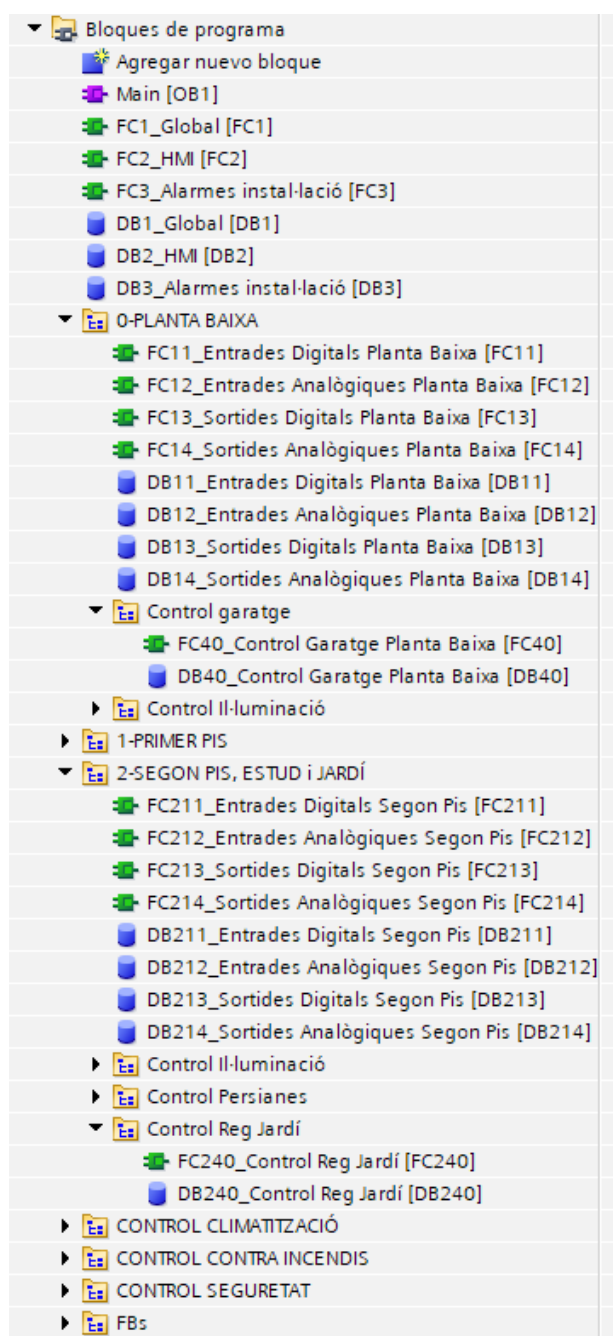


Figura 47. Estructura general del programa de la casa intel·ligent

Cada grup també té els DB's (databases) que serveixen per emmagatzemar les dades del programa. Tenim tots els DB's amb les dades necessàries del programa, separats per cada una de les seves funcions, com són: els DB's d'entrades i sortides digitals i analògiques, les alarmes, els estats, les prioritats, etc.

Per la realització dels programes del control de cada grup, s'ha realitzat mitjançant GRAFCET, i s'ha implementat en el programa mitjançant les funcions de SET i de RESET, i utilitzant bobines per activar o parar funcions específiques del programa com poden ser: les sortides digitals o la marxa per activar el programa.

Es podria programar sense la necessitat d'utilitzar DB's, simplement fent les crides de les entrades i sortides escrivint el %Ix.x, %IWx.x, %Qx.x o %QWx.x o utilitzant les memòries %Mx.x de la CPU pels estats o per condicions del procés.

Es programa utilitzant DB's, ja que ofereix molts més avantatges. El primer avantatge és que es fan les crides d'entrades i sortides digitals i analògiques mitjançant DB's, és a dir es crida l'entrada o la sortida corresponen: %Ix.x, %IWx.x, %Qx.x o %QWx.x i s'assigna al DB corresponen en el bloc de funció (FC) corresponen, d'aquesta manera si mai hi ha alguna averia en alguna de les entrades o sortides simplement es canvia l'entrada física en el mòdul que hi hagi l'averia i ens estalviarem de tornar a programar-la, ja que internament el programa ja "l'auto" assigna.

També s'assignarà un DB per a cada un dels estats del GRAFCET que s'estiguin implementant, d'aquesta manera s'estalviarà utilitzar memòries del sistema. On s'assignaran DB's a cada una de les condicions (o transicions) que tinguem en el GRAFCET.

En el programa de la casa intel·ligent s'utilitzen subrutines que s'anomenen FB, que són un conjunt de programes que poden ser activats en més d'un FC.

Quan es defineix qualsevol tipus de dada en el programa TIA PORTAL, apareixen un seguit de paràmetres que es poden configurar el nostre gust en funció de la necessitat de cada programa. Aquest paràmetres són:

La "remanencia" serveix per impedir la pèrdua de dades en cas que hi hagi una tallada de tensió o alimentació, per tant si en una dada el paràmetre remanencia està activat no es perdrà la informació de la dada i es guardarà la informació en una àrea de memòria remanent.

El paràmetre "Accesible desde HMI/OPC UA" ens indica si HMI/OPC UA pot accedir a la variable o dada en temps d'execució.

El paràmetre "Escribible desde HMI/OPC UA" ens indica si la variable o dada es pot escriure a la HMI/OPC UA en temps d'execució.

El paràmetre "Visible en HMI Engineering" ens indica si la variable o dada està visible de forma predeterminada en la llista desplegable del HMI.

Perquè funcioni el programa s'han de cridar tots els FC's dels grup en el programa general o Main (OB1), per tant s'han d'escriure tots els FC's que hem creat en cada grup de control en el programa Main per tal que puguin ser compilats i executats.

7.4. Programes casa intel·ligent

La part del control de climatització, seguretat i el contra incendis de la casa s'ha generalitzat i no s'ha creat un FC per a cada una de les plantes, d'aquesta manera s'agrupa en un sol FC per a cada control.

A cada planta tenim una perifèria descentralitzada on hi ha connectat totes les entrades i sortides, tot ho gestiona la CPU ubicada el quadre elèctric del segon pis.

El control de la il·luminació i el control de les persianes s'ha separat en funció de la planta, així com el control del garatge i el control del reg del jardí.

7.4.1 Funcions globals

Per la gestió dels programes de control de la il·luminació i el control de persianes és necessari saber si és de dia o és de nit, per tant, en el programa hi hauran dos modes de treball: el mode nit i el mode dia.

A través de la pantalla HMI ubicada el segon pis, es podrà configurar el temps de treball de cada mode, és a dir la franja horària de cada mode ja que no és el mateix a l'estiu que a l'hivern, per exemple es podrà configurar que durant l'estiu el mode dia sigui de les 06:30:00 fins a les 21:30:00. A la Figura 48, es mostra la configuració i activació del mode dia.

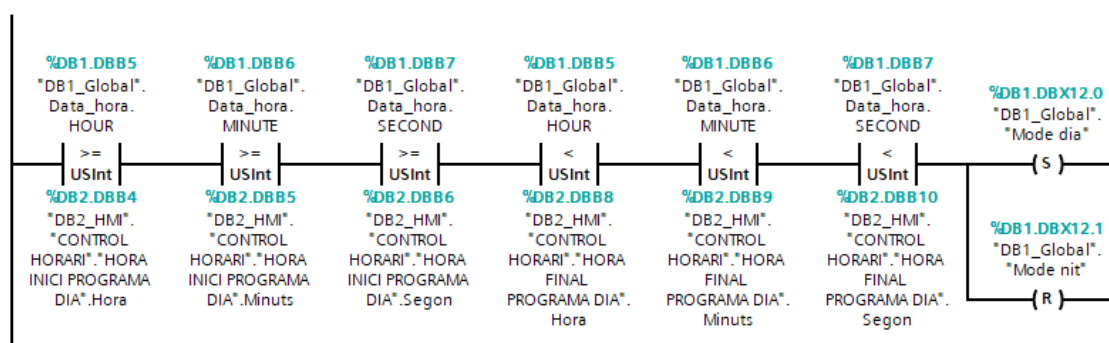


Figura 48. Activació mode dia

El mode nit funcionarà exactament igual que el mode dia, en funció de la configuració de l'usuari s'activarà una franja horària o una altre, per exemple a l'estiu el mode nit podrà ser de les 21:30:00 fins a les 06:30:00. A la Figura 49, es mostra la configuració i l'activació del mode nit.

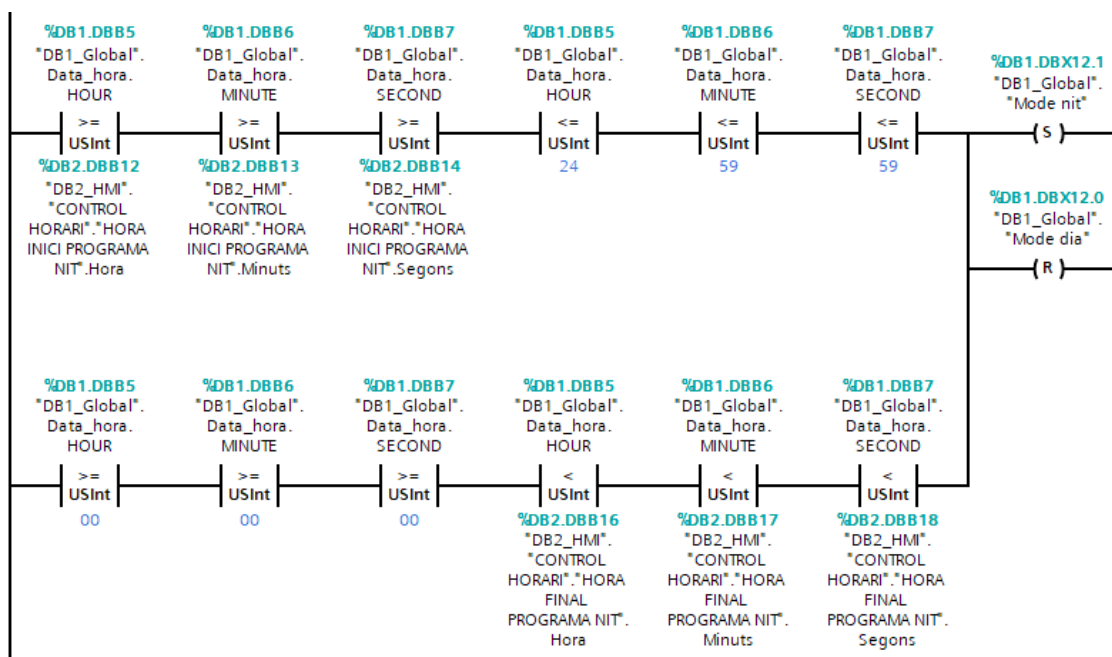


Figura 49. Activació mode nit

El DB2_HMI es el Database on es llegeixen i s'escriuen tots els paràmetres que es gestionaran a través de la pantalla HMI, com poden ser: el control horari, el control de llums en automàtic o manual, el control de les persianes etc.

A la Figura 50, es mostren els paràmetres que es poden controlar a través de la pantalla, en aquest cas es pot observar el control horari on es podrà ajustar com l'usuari desitgi.

PLANTA BAIXA	Struct	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IL-LUMINACIÓ	Struct	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Merxa instal il·luminació	Bool	0.0	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AUTO Llum 1 - Oficina	Bool	0.1	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AUTO Llum 2 - Garatge	Bool	0.2	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AUTO Llum 3 - Traster 1	Bool	0.3	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AUTO Llum 4 - Traster 2	Bool	0.4	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Regulació llum oficina	Int	2.0	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PRIMER PIS	Struct	4.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SEGON PIS, ESTUDI I JARDÍ	Struct	10.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CONTROL HORARI	Struct	22.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
HORA INICI PROGRAMA DIA	Struct	22.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hora	USInt	22.0	07	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Minuts	USInt	23.0	00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Segon	USInt	24.0	00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
HORA FINAL PROGRAMA DIA	Struct	26.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
HORA INICI PROGRAMA NIT	Struct	30.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
HORA FINAL PROGRAMA NIT	Struct	34.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 50. Paràmetres DB2_HMI

7.4.2 Programa control il·luminació

A cada planta el control de la il·luminació es gestionarà independent de les altres plantes, l'esquema del programa de control serà el mateix per a cada planta, el que canviarà serà el nombre d'estats del Grafcet i el nombre de llums a controlar.

A través de la pantalla HMI es controlarà l'activació i desactivació dels llums i si es vol treballar en el mode automàtic o manual el control dels llums.

A continuació, es mostrarà els Graficet del control de la il·luminació de la planta baixa, primer pis, segon pis, estudi i jardí. Com que tots tenen la mateixa configuració de control només s'explicarà detalladament el control de la il·luminació de la planta baixa, ja que tant el del primer pis com el segon seran exactament igual.

A la Figura 51, es mostra el Graficet del control de la il·luminació del primer pis, on s'explicarà detalladament a continuació.

E00: Estat 00 és l'estat inicial, primer de tot perquè la instal·lació estigui en marxa, s'ha d'activar a través de la pantalla HMI, una vegada la instal·lació està en marxa saltem a l'estat 10.

E10: Estat 10 és la instal·lació preparada per funcionar (ready), vol dir que està activada la senyal de marxa de la instal·lació i preparada per executar el control de les llums.

Els estats E21, E22, E23 i E24 funcionen en paral·lel i independentment un de l'altre i no hi ha cap condició que els afecti entre ells, excepte si es desconnecta la instal·lació que retorna a l'estat 00 inicial. Aquests estats són els encarregats de gestionar el control dels llums de manera autònoma.

Per entrar els estats E21, E22, E23 i E24 es necessita tenir activat la senyal de treball en automàtic que s'activarà a través de la pantalla on l'usuari pot activar i desactivar en qualsevol moment i d'aquesta manera es pot passar a treballar en el mode manual, obrint i tancant els llums a través del polsador.

A continuació s'explicarà detalladament les subrutines que activen les llums que s'activaran quan estiguem en els estats corresponents, en aquest cas els estats E21, E22, E23 i E24.

Si es desconnecta la senyal de marxa de la instal·lació de llums, tots els llums passen a treballar en mode manual.

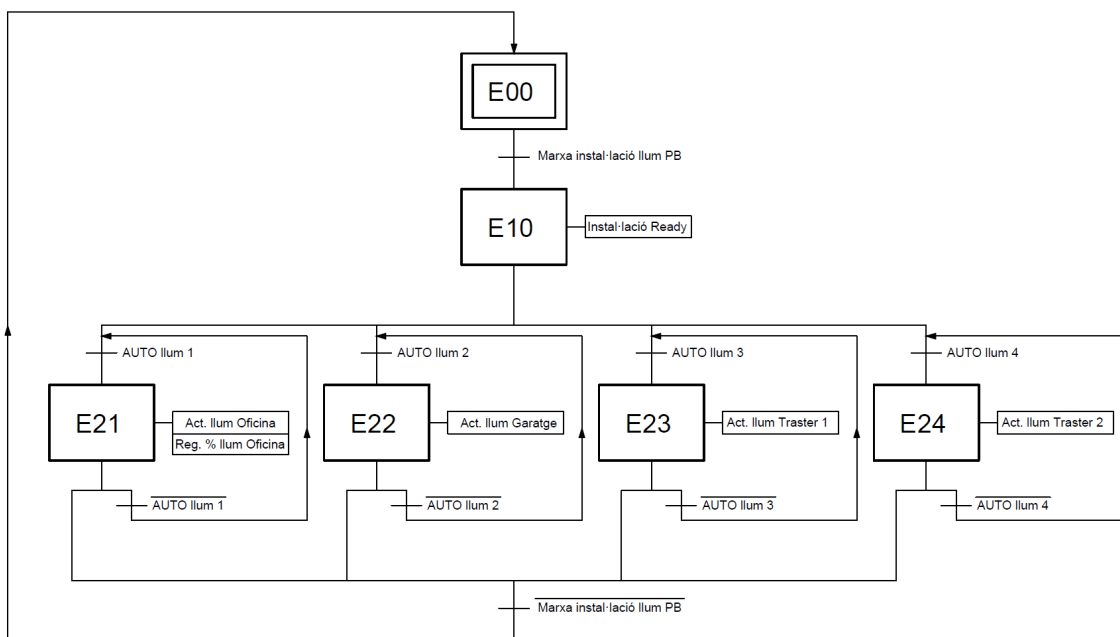


Figura 51. Grafect programa control il·luminació Planta Baixa

A la Figura 52 es mostra el Grafct de control il·luminació del primer pis, no s'explicarà ja que el seu funcionament és exactament igual que el de la planta baixa, el que canvia és que s'han afegit els estats E25 i E26 que activaran més llums.

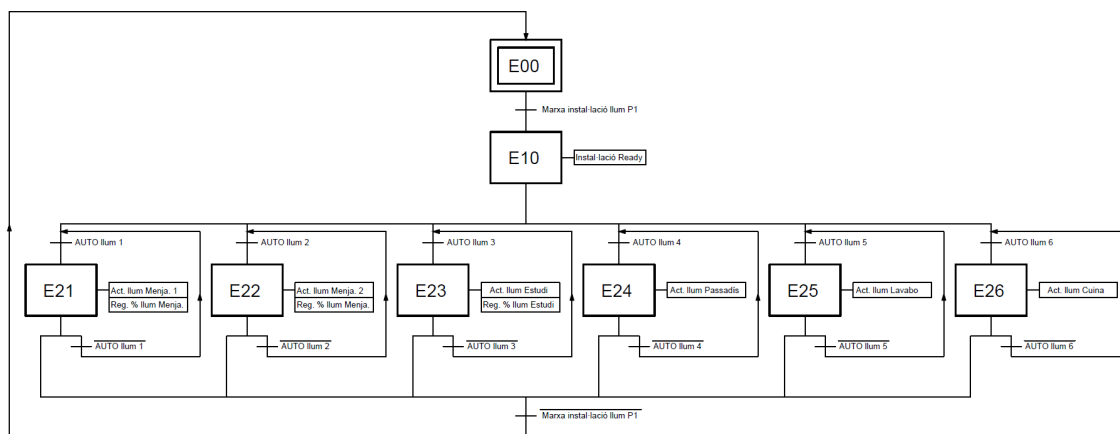


Figura 52. Grafctet programa control il·luminació Primer pis

A la Figura 53 es mostra el Grafct de control il·luminació del primer pis, no s'explicarà ja que el seu funcionament és exactament igual que el de la planta baixa, el que canvia és que s'han afegit els estats E25 i E26 que activaran més llums.

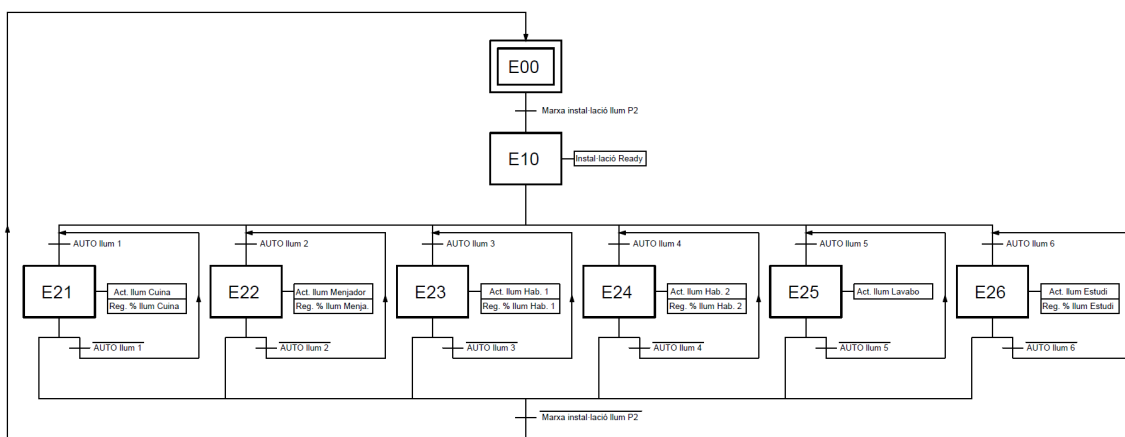


Figura 53. Grafcet programa control il·luminació Segon Pis

A continuació s'explicarà detalladament el funcionament del programa i les activacions de les subrutines, es farà explicant el control de il·luminació de la planta baixa.

Primer de tot, si està activada la marxa de la instal·lació a través de la pantalla s'activa la marxa de la instal·lació del control de il·luminació.



Figura 54. Marxa instal·lació control il·luminació Planta Baixa

Si la senyal de marxa de la instal·lació està desactivada, es resetejen tots els estats i es fa un SET a l'estat 00, i el control dels llums passa automàticament del mode AUTO el mode manual, d'aquesta manera l'usuari sempre podrà activar els llums mitjançant els pulsadors.

A la Figura 55, es mostra en diagrama de contactes l'activació de les llums en mode automàtic mitjançant els pulsadors quan la instal·lació està desactivada.

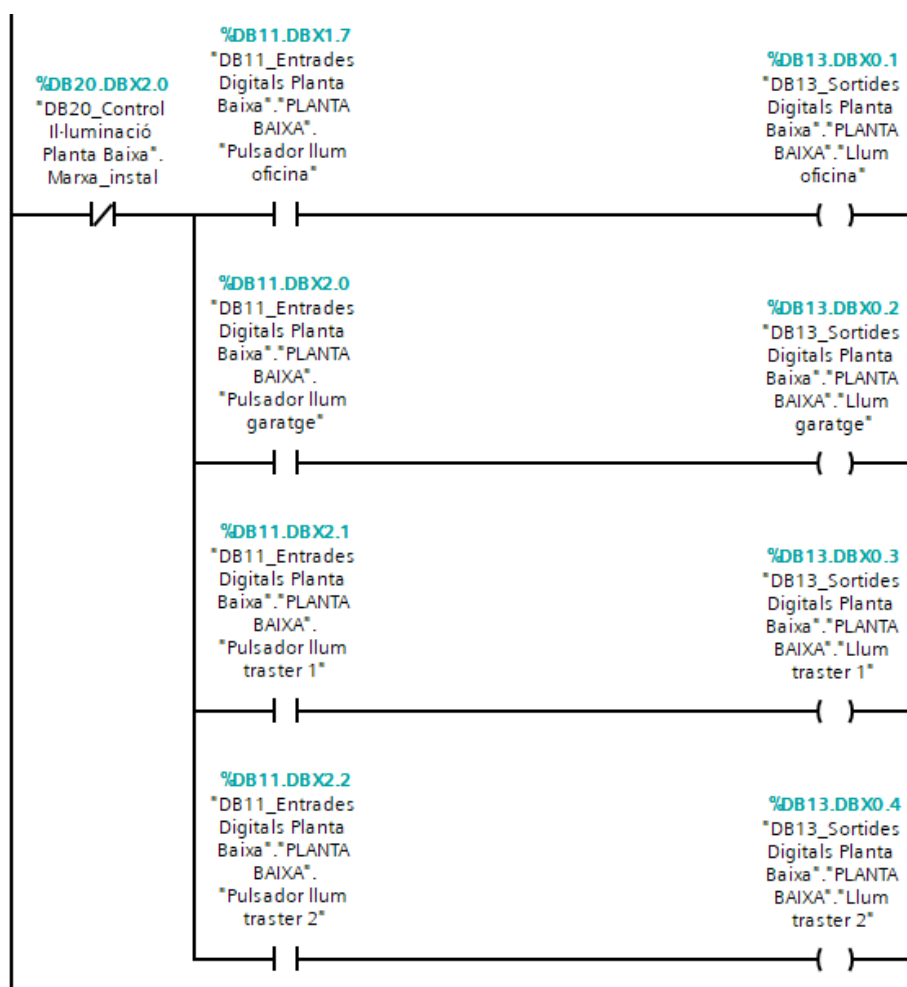


Figura 55. Activació Ilum mode manual

Per activar el mode automàtic del control dels llums, es necessita que el programa estigui en l'estat 10: instal·lació ready i les senyals dels llums de la pantalla HMI en mode AUTO. A la Figura 56, es mostra l'activació de l'estat 21, que en aquest cas representa el llum de la oficina de la planta baixa, és exactament igual pels altres estats.

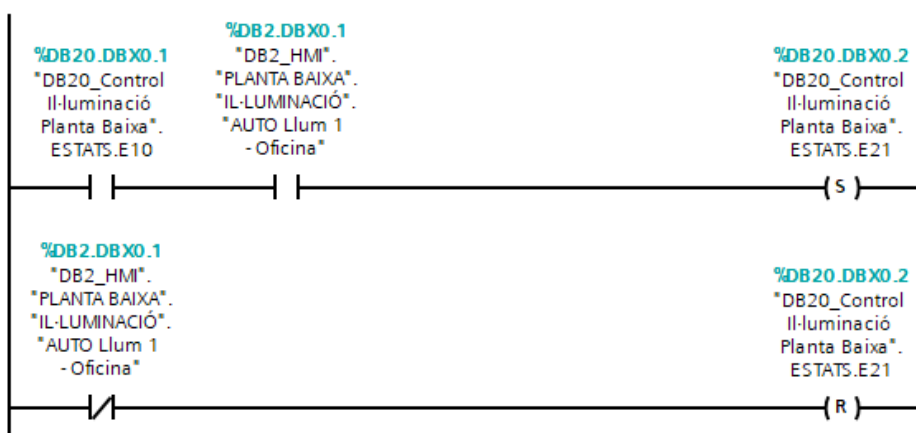


Figura 56. Activació mode automàtic control llums

S'ha creat un FB (Function Block) anomenat FB1_Control Llums, per realitzar el control d'activació de les llums, els FB són molt útils quan tens moltes subrutines iguals com és el cas del control de les llums, i per tant defineixes un FB genèric per tots, i els vas cridant a mesura que els necessites.

En el cas del control de la il·luminació de la planta baixa, tenim 4 estats que activen els llums que són E21, E22, E23 i E24, per a cada un d'aquests estats s'ha creat una subrutina d'aquest FB.

A la Figura 57, es mostra el control dels llums, en aquest cas del llum de la oficina de la planta baixa mitjançant la subrutina FB1_Control Llums, que s'activa quan l'estat 21 està activat.

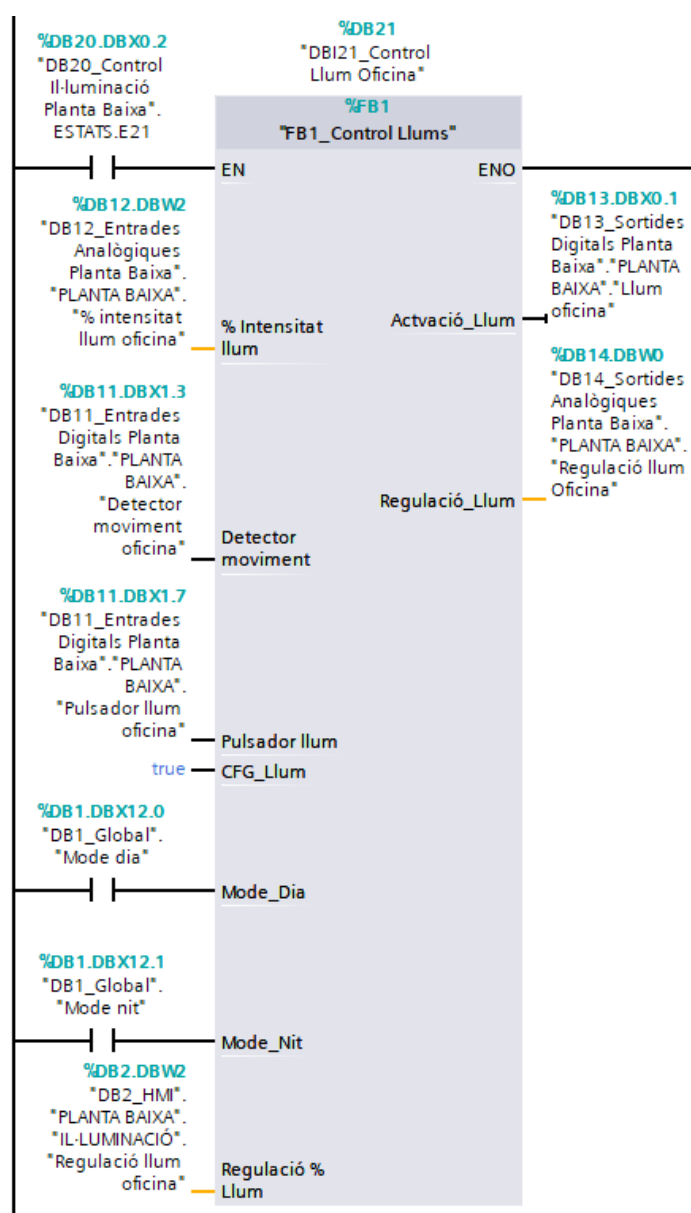


Figura 57. Control llums utilitzant la subrutina

A continuació s'explicarà el funcionament del FB1_Control Llums, a la part esquerra del bloc hi ha totes les entrades i a la dreta les sortides.

Nom	Tipus dades	Accés HMI	Escriptura HMI	Visible HMI	Comentari
Input					
% Intensitat llum	Int	True	True	True	% intensitat de llum
Detector moviment	Bool	True	True	True	Detector de moviment
Polsador llum	Bool	True	True	True	Polsador actuador llum
CFG_Llum	Bool	True	True	True	True = Control intensitat ; False = Sense control
Mode_Dia	Bool	True	True	True	Activació del mode dia
Mode_Nit	Bool	True	True	True	Activació del mode nit
Regulació % llum	Int	True	True	True	Regulació manual % llum
Output					
Activació_Llum	Bool	True	True	True	Activació llum
Regulació_Llum	Int	True	True	True	Regulació % del llum
Temp					
Det_%_Llum_ON	Real	False	False	False	Estat de la CFG_Llum
Polsador_llum_state	Real	False	False	False	Estat del actuador de llum

Taula 53. Entrades i sortides del bloc de funcions FB1_Control Llums

Hi han dos tipus de control de il·luminació, en el cas dels que tinguin sensor de control d'intensitat de llum i els que no tinguin sensor, si tenen sensor el paràmetre CFG_Llum haurà d'estar en TRUE.

A la Figura 57. Control Llums utilitzant la subrutina, la part dreta de les sortides indica el seu estat, en el cas de la sortida Activació_Llum és del tipus booleana per tant si està el llum activat haurà d'estar en TRUE i està el llum apagat en FALSE, en el cas de la sortida de Regulació_Llum indica el % de llum.

Per l'activació del llum durant el dia, s'han de complir les següents condicions: si tenim sensor d'intensitat de llum, el polsador de llum no està polsat, detecta moviment i sensor de intensitat de llum llegeix menys del 25% esperem dos segons i s'activa la llum, sinó tenim sensor d'intensitat de llum, no tenim el polsador activat i detecta moviment durant dos segons s'activa la llum. S'activarà sempre el llum quan es polsi el polsador.

A la Figura 58, tenim les condicions d'activació de la llum del mode dia.

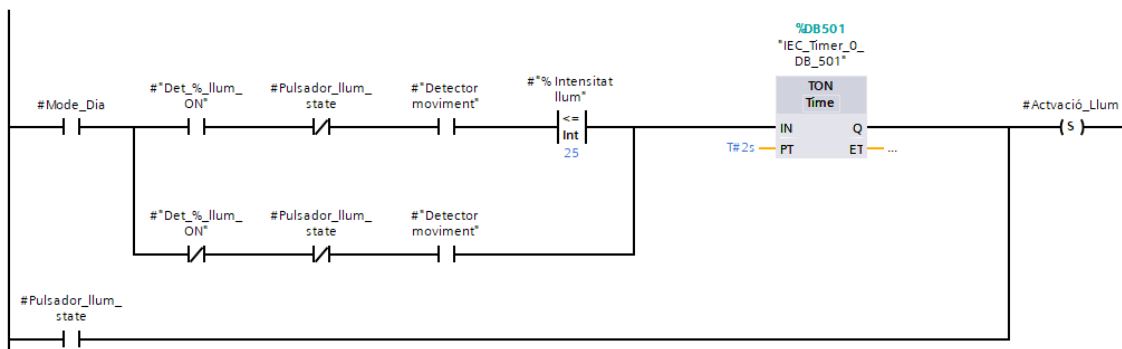


Figura 58. Mode dia: Activació llum

Per la desactivació del llums durant el dia, s’han de complir les condicions següents: si el llum està activa, tenim sensor d’intensitat de llum marcant més del 45% o no detecta moviment durant dos segons es desconnecta el llum, sinó tenim sensor d’intensitat de llum i no detecta moviment durant dos segons també es desactiva. Es desactivarà sempre el llum si es polsa el pulsador. A la Figura 59, es mostren les condicions de la desactivació del mode dia.

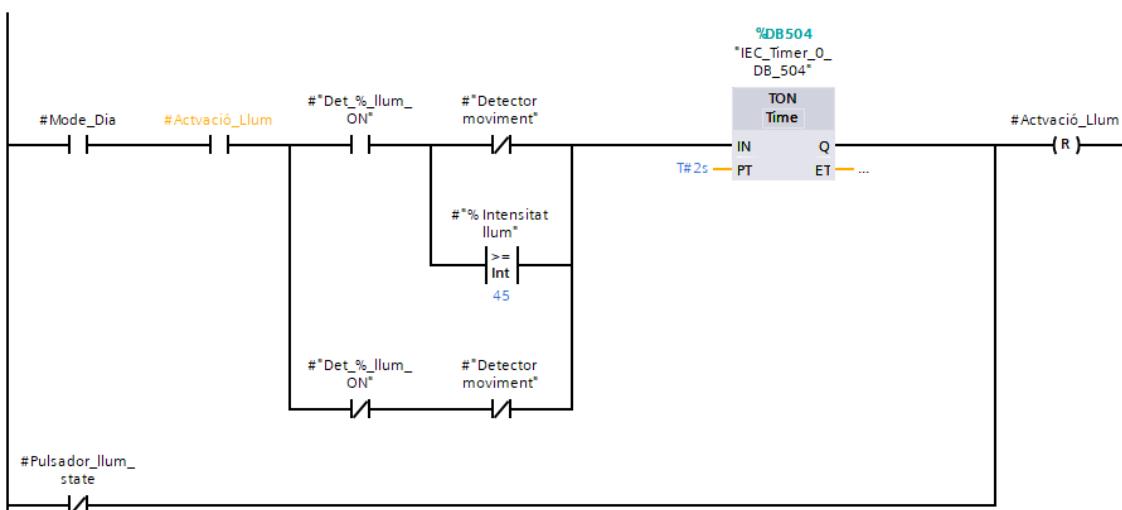


Figura 59. Mode dia: Desactivació llum

Si és de nit, i detecta moviment el sensor s’espera un segon i s’activa el llum, sempre es pot activar mitjançant el pulsador. A la Figura 60, es mostren les condicions de l’activació el llum en mode nit.

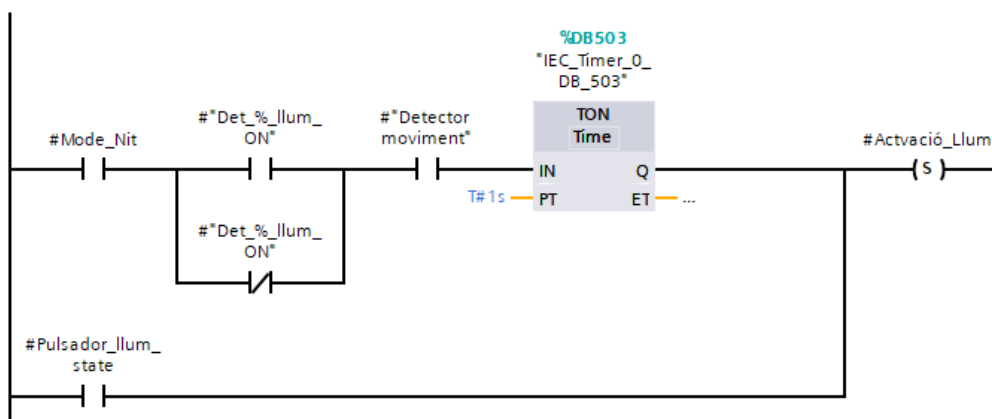


Figura 60. Mode nit: Activació Ilum

La desconexió de la llum en el mode nit, haurà de complir les condicions següents: que hi hagi la llum activada, que el pulsador estigui activat, no detecti moviment durant 5 segons es desconnectarà el llum o bé es podrà desconnectar a través del pulsador.

A la Figura 61, es mostren les condicions de desconexió del llum.

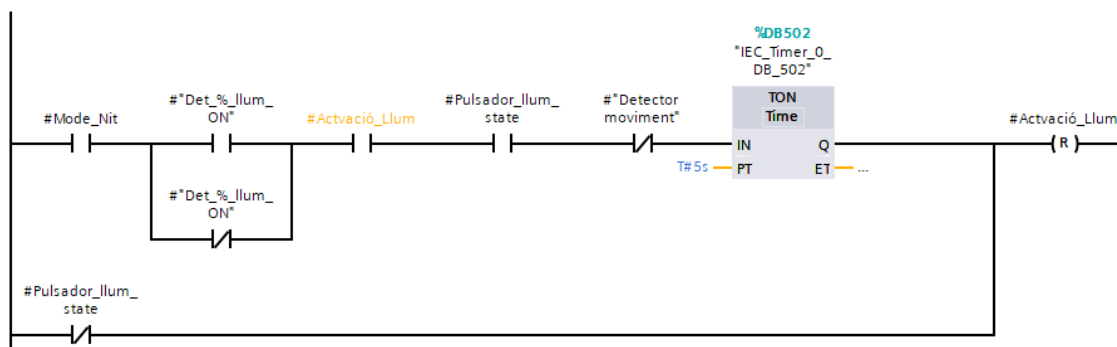


Figura 61. Mode nit: Desconnexió Ilum

7.4.2 Programa control persianes

El control de persianes es realitzarà sobre les persianes del primer i segon pis respectivament, l'esquema del programa de control serà igual per a cada planta, el que canviarà serà el nombre d'estat del Grafset i el nombre de persianes a controlar.

A través de la pantalla HMI es controlarà l'activació i desactivació de les persianes i si es vol treballar en el mode automàtic o manual.

A la Figura 62, es mostra el Grafset de control de les persianes de del primer pis, on s'explicarà detalladament a continuació.

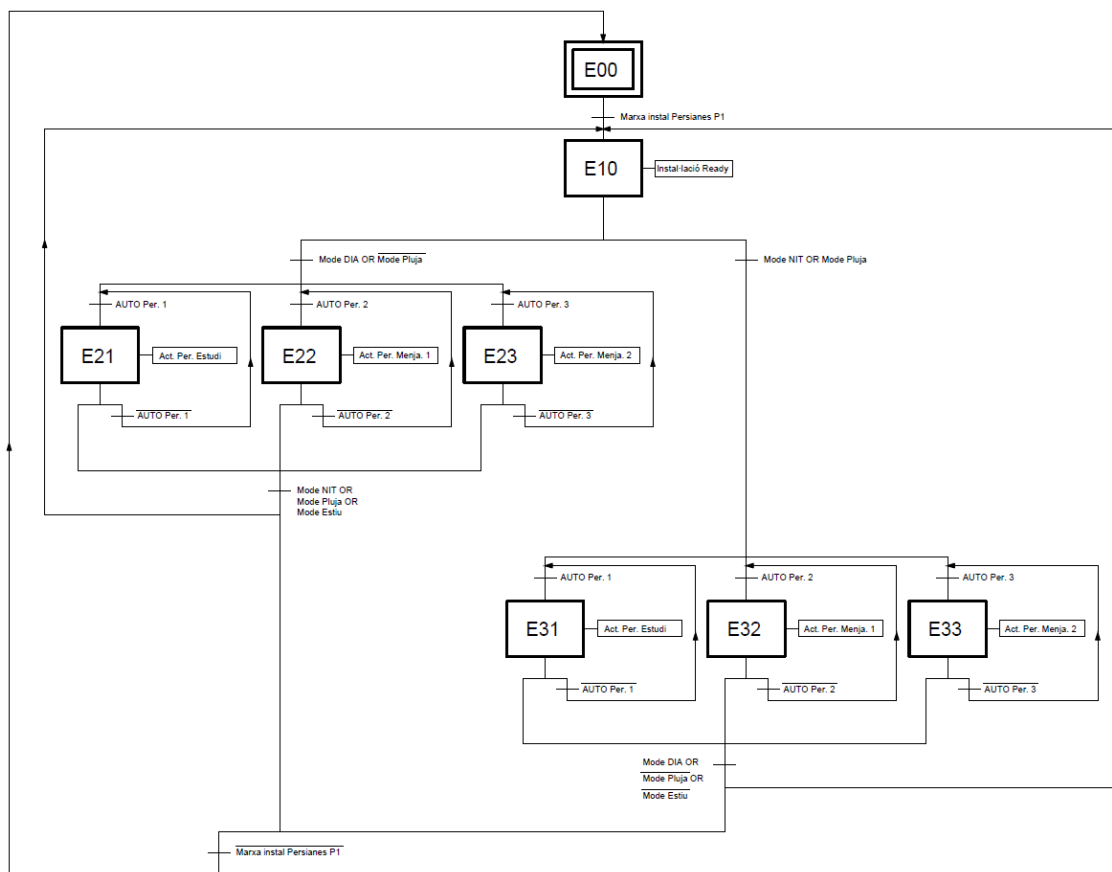


Figura 62. Graficet control persianes Primer Pis

E00: Estat 00 és l'estat inicial, perquè la instal·lació estigui en marxa, primer de tot s'ha d'activar a través de la pantalla HMI, una vegada la instal·lació està en marxa s'activarà l'estat 10.

E10: Estat 10 és la instal·lació preparada per funcionar (ready), vol dir que està activada la senyal de marxa de la instal·lació i preparada per executar el control de les persianes del primer pis.

El control de les persianes del primer pis es dividirà en dos parts, la part de l'esquerra del Graficet que correspon en el mode diürn o d'obertura de les persianes i la part dreta que correspon en el mode nocturn o tancament de les persianes.

El mode diürn i nocturn es controlarà a través de la pantalla HMI introduint la franja horària de cada mode, serà per tots els controls de la instal·lació igual.

El mode pluja s'activarà quan el temps exterior estigui plovent sempre i quan estigui activat el botó de mode PLUJA de la pantalla HMI sinó està activat el botó no s'activarà mai el mode, per tant la configuració de sèrie de la pantalla sempre estarà activat. L'usuari sempre podrà activar o desactivar aquest mode.

Les condicions d'activació del mode pluja seran, primer de tot com s'ha comentat en el paràgraf anterior, la opció del mode pluja a través del HMI, que el sensor d'humitat instal·lat a l'exterior estigui marcant per sobre de 95% d'humitat que voldrà dir que està plovent i que la confirmació d'activació del reg del jardí no estigui activada, ja que en el cas que estigui funcionant el reg el sensor d'humitat sempre marcarà el 100% i per tant les mesures no seran reals, quan es compleixin aquestes condicions s'activarà el mode pluja.

Es desactivarà el mode pluja quan la confirmació del reg del jardí estigui activada o quan el sensor d'humitat estigui per sota de 90%.

A la Figura 63, es mostren les condicions d'activació i desactivació del mode pluja en el programa.

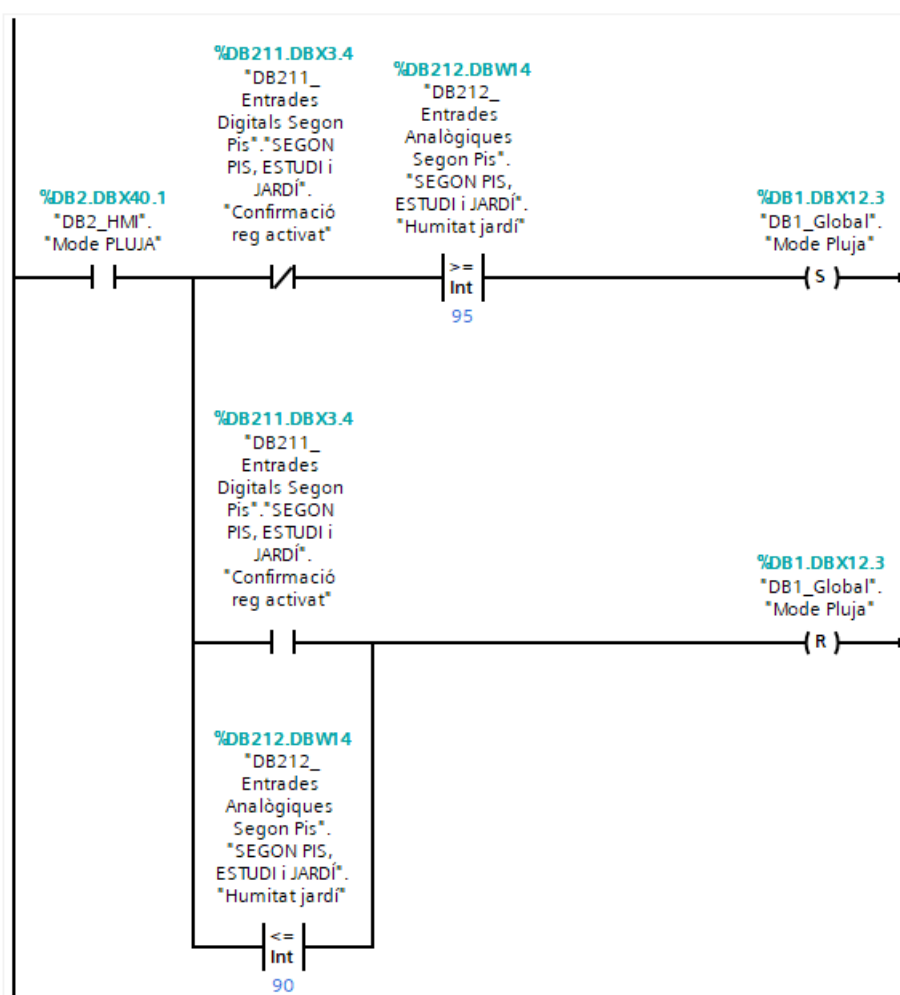


Figura 63. Activació i desactivació del mode pluja

El mode estiu només estarà activat els mesos d'estiu o de més llum solar per tal de poder mantenir la casa a la temperatura establerta i així evitar l'escalfament de la casa a través del sol.

L'usuari sempre podrà activar i desactivar aquesta opció a través de la pantalla HMI, la configuració preestablerta de la pantalla serà sempre activat.

Les condicions d'activació del mode estiu seran les següents: primer de tot que l'opció mode estiu de la pantalla HMI estigui activada, que el mode dia estigui actiu i que la temperatura de l'interior de la casa sigui més gran o igual que 22 graus, i es desactivarà quan sigui de dia i la temperatura sigui més petita que 22 graus o que sigui de nit.

A la Figura 64, es mostren les condicions d'activació i desactivació del mode estiu.

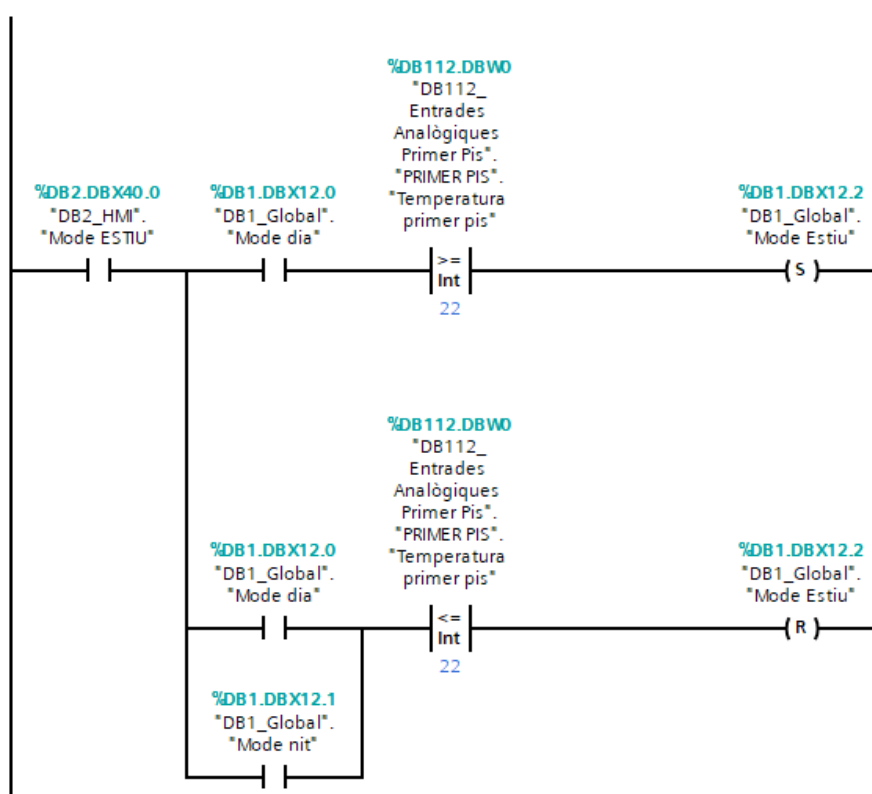


Figura 64. Activació i desactivació mode estiu

Si es mira el graficet (Figura 62), els estats E21, E22 i E23 funcionen en paral·lel i independentment un de l'altre i són els encarregats d'obrir les persianes en el mode de treball automàtic, cada estat controla una persiana, l'estat 21 controla la persiana del estudi, l'estat 22 la persiana del menjador 1 i l'estat 23 la persiana del menjador 2.

Quan el programa s'està executant i es troba en un d'aquest estats i s'activa el mode pluja o el mode estiu o el mode nit, automàticament les persianes es tancaran, d'aquesta manera s'evitarà que la casa es mulli en el cas que plogui o que augmenti la temperatura considerablement en el cas del mode estiu o que simplement s'hagi fet de nit.

Els estats E31, E32 i E33 funcionen en paral·lel i independentment un de l'altre i són els encarregats de tancar les persianes en el mode de treball automàtic, cada estat controla una persiana, l'estat 31 controla la persiana del estudi, l'estat 32 la persiana del menjador 1 i l'estat 33 la persiana del menjador 2.

A la Figura 65, es mostra en diagrama de contactes l'activació del actuador del motor de la persiana, en aquest cas la persiana del estudi del primer pis.

L'estat 21 és l'encarregat de donar l'ordre el actuador per obrir la persiana i l'estat 31 l'hi dona l'ordre de tancar la persiana. Sempre es podrà pujar i baixar la persiana a través dels pulsadors activant o desactivant l'actuador de persianes.

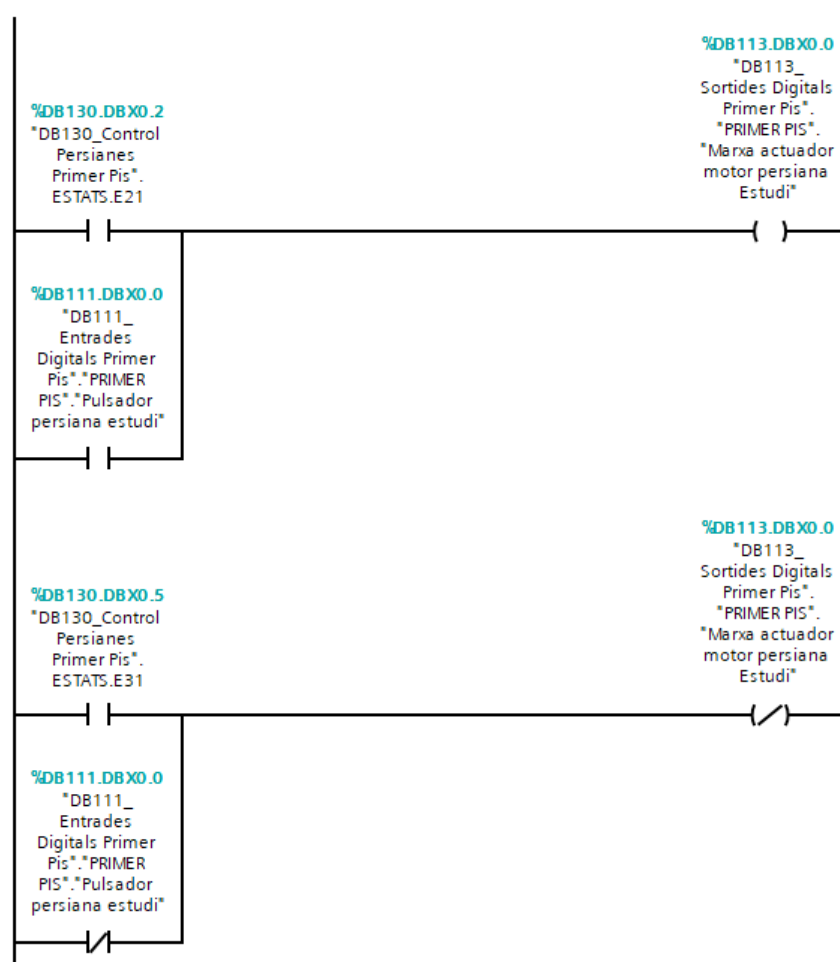


Figura 65. Activació actuador persianes

El control de les persianes del segon pis i l'estudi és exactament igual que el del primer pis, el que canviarà seran els nombre d'estat que en comptes de tenir 3 estat d'obertura de persianes en tindrà 8 i el mateix en el tancament de les persianes.

7.4.3 Programa control garatge

El programa de control del garatge s'activarà a través de la pantalla HMI, si la senyal de marxa de la instal·lació del garatge està activada la instal·lació funcionarà de manera automàtica.

A la Figura 66, es mostra el Grafcet del control del garatge, a continuació s'explicarà detalladament el seu funcionament.

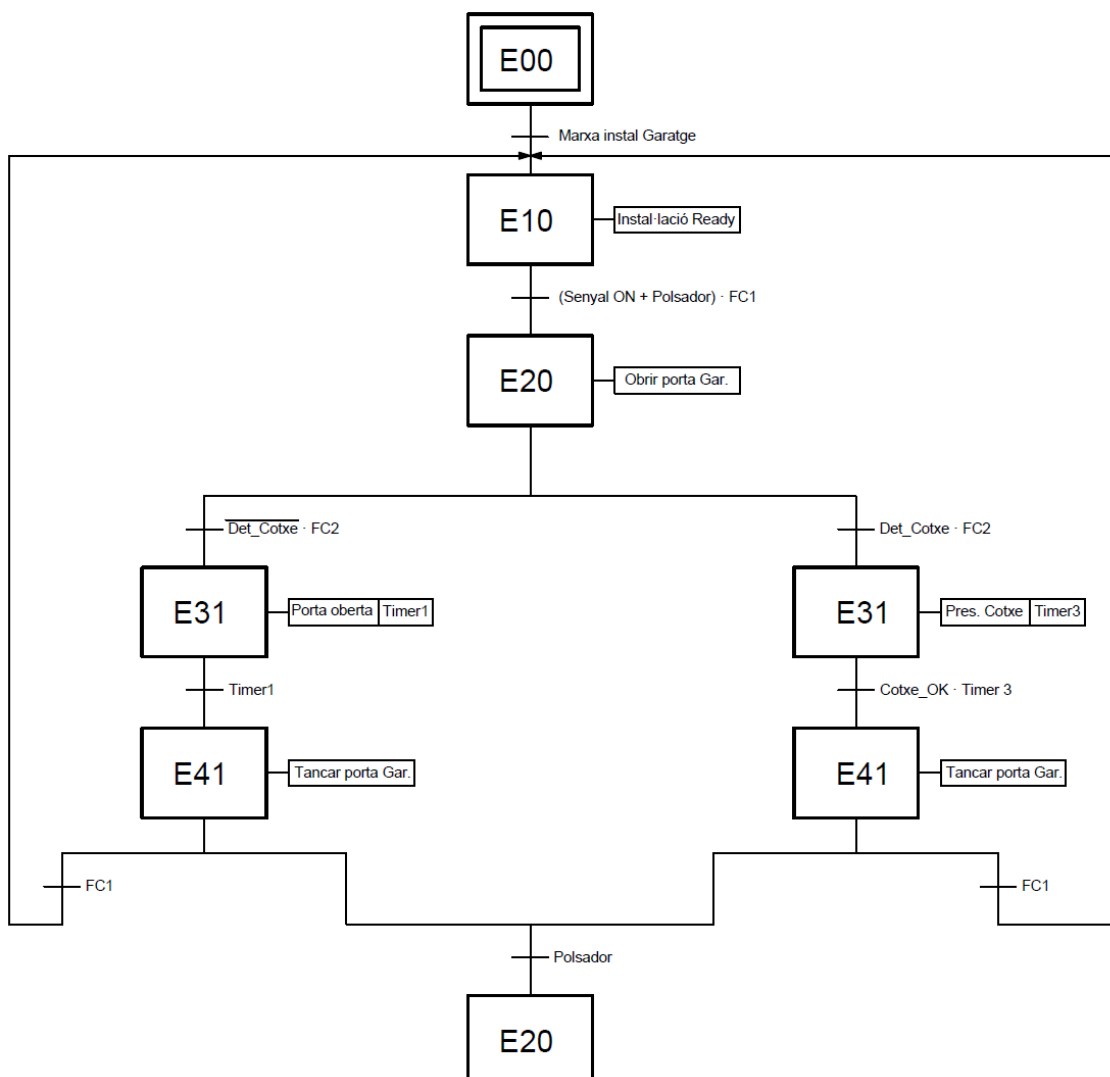


Figura 66. Grafcet control garatge

E00: Estat 00 és l'estat inicial, perquè la instal·lació estigui en marxa, primer de tot s'ha d'activar a través de la pantalla HMI, una vegada la instal·lació està en marxa s'activarà l'estat 10.

E10: Estat 10 és la instal·lació preparada per funcionar (ready), vol dir que està activada la senyal de marxa de la instal·lació i preparada per executar el control del garatge.

Hi haurà dues condicions per controlar l'obertura i el tancament de la porta del garatge que seran: si els sensors de posició instal·lats en el garatge detecten cotxe o no el detecten.

A la Figura 67, es mostra l'activació de la memòria que s'activarà quan els sensors de posició del garatge detectin durant 30 segons, s'ha posat aquest temporitzador per evitar falsos positius dels sensors i per tant que no hi hagi perturbacions en el sistema.

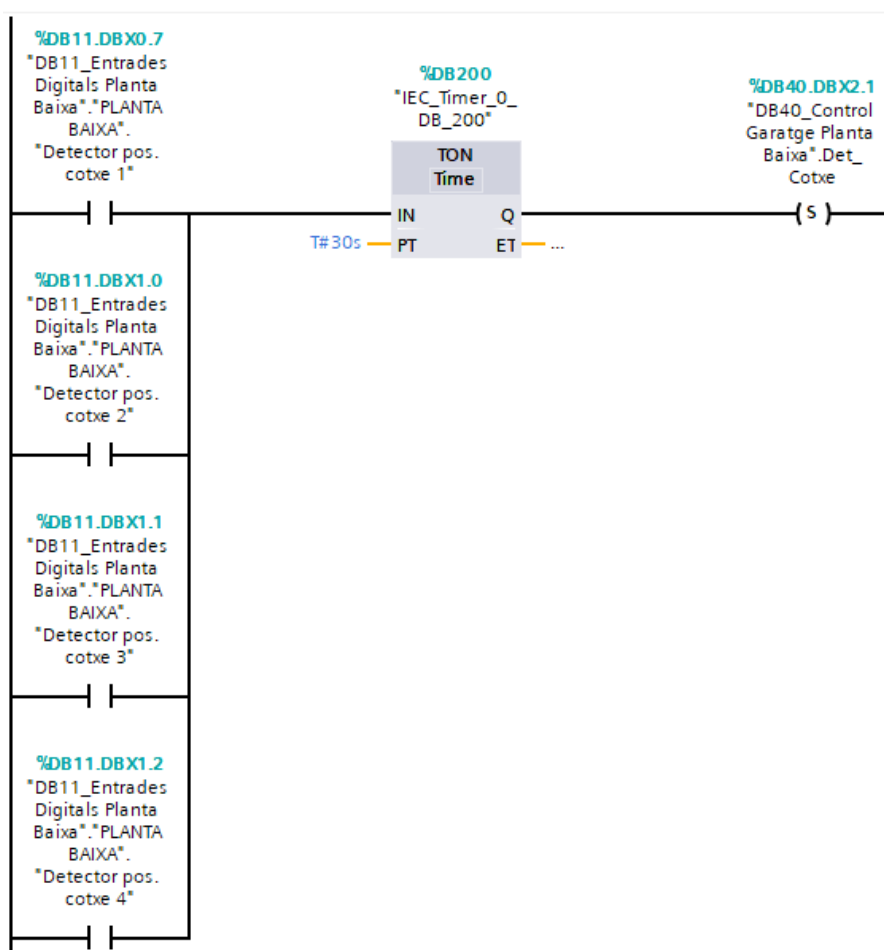


Figura 67. Activació memòria detecció cotxe

L'altre condició serà quan tots els sensors instal·lats estiguin activats s'activarà la memòria de posició de cotxe OK, per seguretat en el cas que fallin els sensors, s'ha posat en paral·lel les condicions d'activació, per exemple: els sensors de posició cotxe

1 i 2 són els de la part de les rodes de davant del cotxe i els sensors de posició del cotxe 3 i 4 són els de la part de les rodes de darrera del cotxe, per tant si el sensor de posició cotxe 1 fallés i mai s'activés si estigues tot el sistema en sèrie mai s'activaria la memòria, per tant en el cas de fallada del sensor 1 ens queda el sensor 2 que fa la mateixa funció. Si fallessin tots dos a través de la pantalla ens sortiria una alarma.

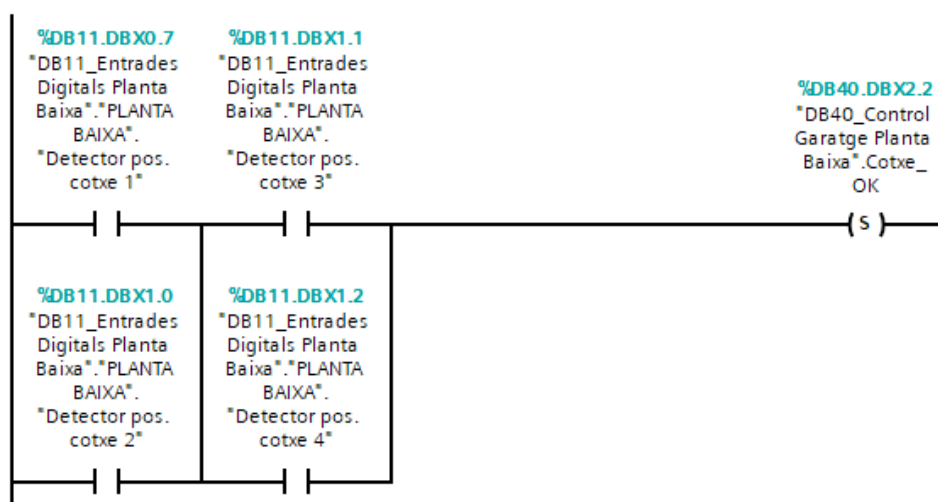


Figura 68. Activació memòria Posició cotxe OK

Per resetejar les memòries de detecció cotxe i posició cotxe OK, s'hauran de complir les següents condicions, veure Figura 69.

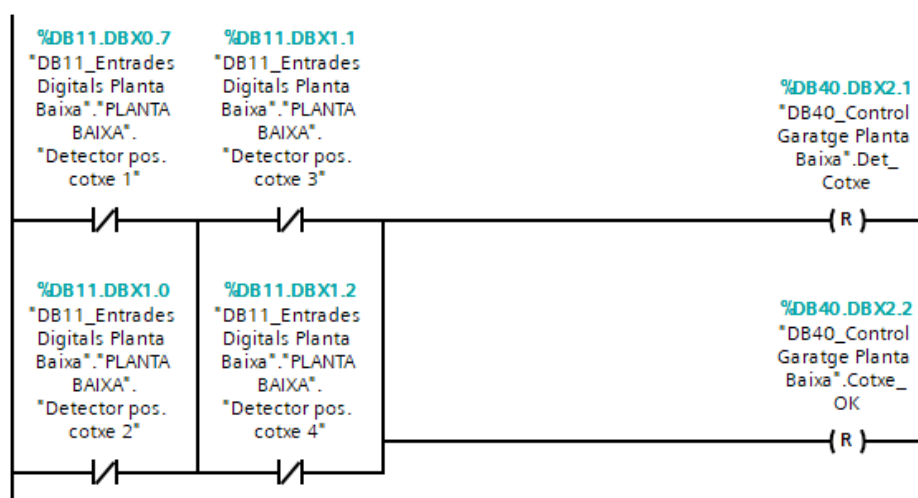


Figura 69. Desactivació memòries Posició i Detecció cotxe

Per tant, en el Graficet de control del garatge (Figura 68. Activació memòria Posició cotxe OK):

E20: Estat 20 és l'estat que dona l'ordre de marxa en el motor del garatge per obrir la porta, s'activarà aquest estat sempre i quan el detector de posició 1 garatge (FC1) que

ens indica que la porta del garatge està tancada, tinguem senyal de marxa ON a través del comandament a distància o a través del pulsador de la porta.

E31: Estat 31 aquest estat s'activarà quan el detector de posició 2 garatge (FC2) que ens indica que la porta està oberta, i quan la memòria de detecció cotxe no estigui activada s'entrarà en aquest estat i activarà el temporitzador 1.

E41: Estat 41 aquest estat s'activarà quan el temporitzador 1 hagi transcorregut el seu temps que s'ha ajustat a 10 segons, per tant una vegada han passat els 10 segons li enviarà la senyal el motor del garatge per tancar la porta, tancarà la porta fins que el detector de posició 1 estigui activat i el programa retorna a l'estat 10.

E32: Estat 32 aquest estat s'activarà quan el detector de posició 2 garatge (FC2) que ens indica que la porta està oberta, i quan la memòria de detecció cotxe estigui activada s'entrarà en aquest estat i activarà el temporitzador 3.

E41: Estat 41 quan el cotxe ha entrat en el garatge i s'ha activat la memòria de posició de cotxe OK i el temporitzador 3 hagi transcorregut el seu temps, la senyal de marxa del motor del garatge s'activarà i la porta baixarà fins a detectar el detector de posició 1 garatge.

Sempre que es polsi el pulsador de garatge o el comandament a distància doni senyal ON o OFF s'obrirà o es tancarà la porta del garatge, per tant es podrà considerar mode manual de la instal·lació. A la Figura 70, es mostra l'esquema de control de la porta en mode manual.

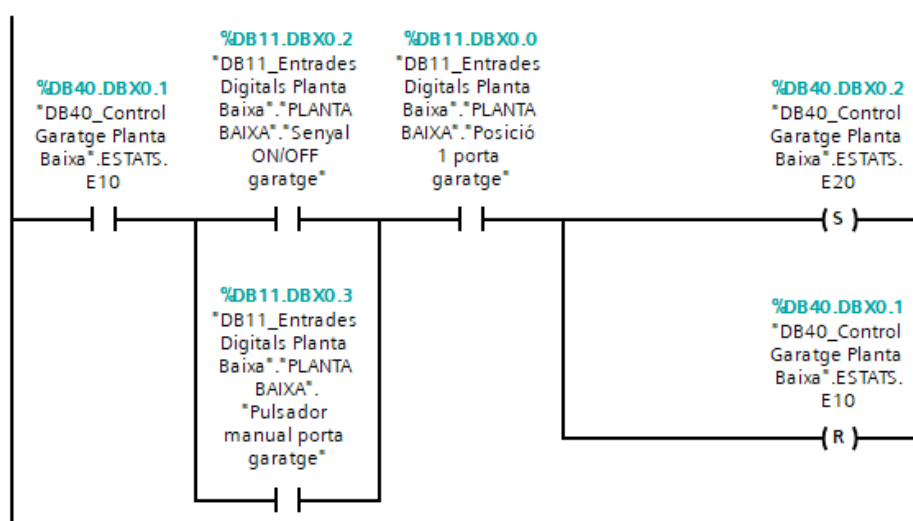


Figura 70. Activació garatge mode manual

7.4.4 Programa reg jardí

El programa de control del reg del jardí serà l'encarregat de gestionar el reg automàtic del jardí, el control s'activarà a través de la pantalla HMI.

A la Figura 71, es mostra el Grafset del control del reg del jardí, a continuació s'explicarà detalladament el seu funcionament.

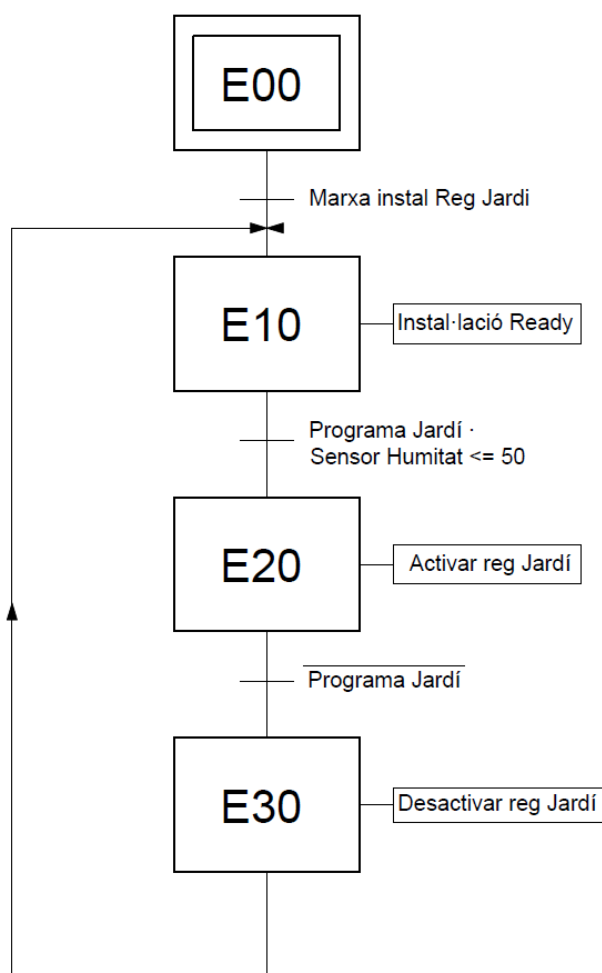


Figura 71. Grafset programa control reg jardí

E00: Estat 00 és l'estat inicial, perquè la instal·lació estigui en marxa, primer de tot s'ha d'activar a través de la pantalla HMI, una vegada la instal·lació està en marxa s'activarà l'estat 10.

E10: Estat 10 és la instal·lació preparada per funcionar (ready), vol dir que està activada la senyal de marxa de la instal·lació i preparada per executar el control del reg del jardí.

El funcionament del control del reg del jardí és molt senzill, primer de tot s'ha de definir el programa horari d'activació del reg, a través de la pantalla HMI, on s'indicarà l'hora

que es vol iniciar el programa i el temps de duració del reg, que bé configurat a 15 minuts. Per exemple: si s'ha configurat que el reg s'activi a les 20:30:00, aquesta hora s'activarà el programa del reg del jardí durant 15 minuts, una vegada transcorregut aquest temps, es desactivarà el programa jardí i es parerà el reg.

A la Figura 72, es mostra el control horari del reg, es desactivarà el programa del jardí quan no estigui dins la franja horària preestablerta per l'usuari.

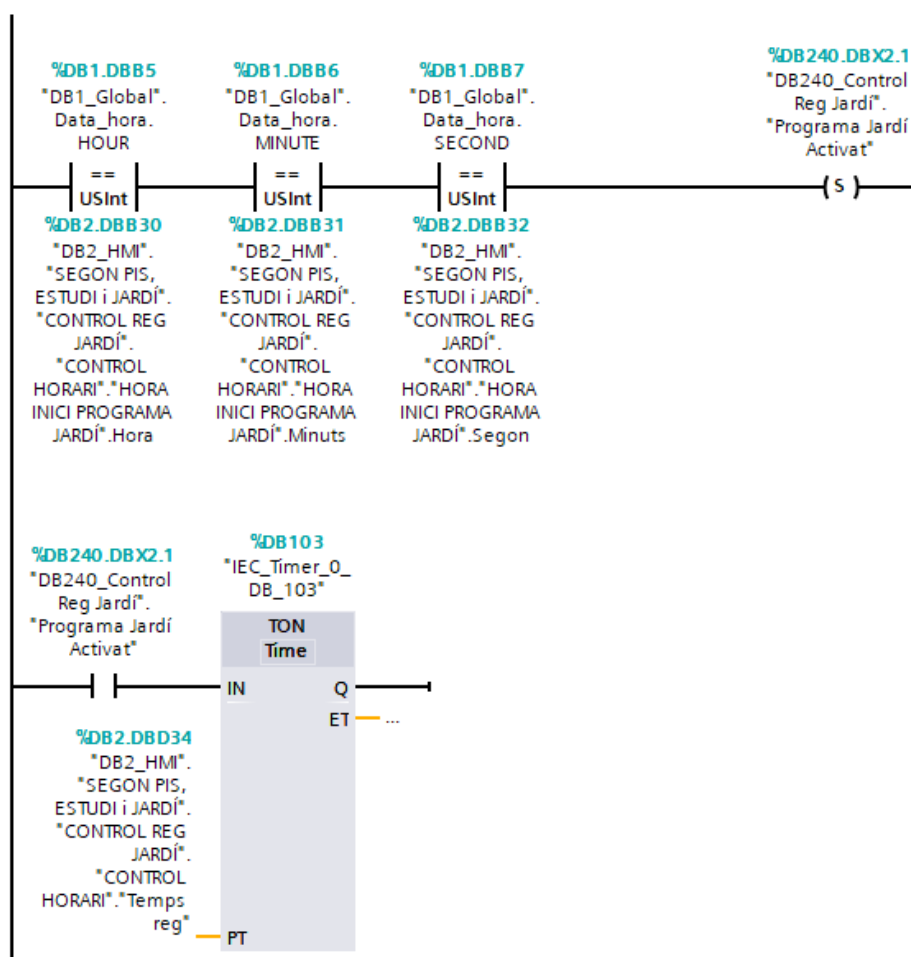


Figura 72. Activació control horari programa reg jardí

E20: Estat 20 si el programa del reg del jardí està activat i el sensor d'humitat detecta menys del 50%, s'activarà l'estat 20 que serà l'encarregat d'engegar el reg.

E30: Estat 30 una vegada ha transcorregut el temps de reg del jardí es desconnectarà el reg i el programa anirà a l'estat 10.

En els dies d'hivern el reg no haurà de funcionar sempre, per tant es podrà desactivar el mode estiu i el reg s'haurà de programar com l'usuari desitgi.

7.4.5 Programa seguretat habitatge

L'habitatge disposarà de dos sistemes de seguretat contra robatoris, s'instal·len dos sistemes paral·lels ja que ens cas que un pugui tenir un error o una possible desconnexió per part dels intrusos, estiguem el màxim segurs possibles.

El primer sistema anomenat control de protecció perimetral, a totes les portes i finestres s'instal·laran sensors magnètics que quan el sistema de seguretat estigui activat, per exemple durant la nit o les vacances, en funció de la programació s'activarà l'alarma o no.

El segon sistema de control està enfocat en la protecció de l'interior de l'habitatge, aprofitant els sensors de moviment que funcionaran per mitjà de la tecnologia dels infraroigs. Aquests sensors faran saltar l'alarma quan el sistema de seguretat estigui activat i detecti presències no identificables, ja que a l'habitatge i viuen mascotes per tant, el moviment d'elles s'haurà de negligir.

El programa de control de seguretat de l'habitatge s'activarà a través de la pantalla HMI, on es posarà en marxa la instal·lació.

Perquè les alarmes estiguin activades, l'usuari a través de la pantalla HMI haurà d'activar la opció "Activació d'alarmes" ja que sinó està activada aquesta opció, les alarmes no estaran activades. Aquesta opció s'activarà automàticament ja que es podrà programar a través del control horari, per exemple: cada dia a la mateixa hora s'activarà i es desactivarà l'alarma de forma automàtica com podria ser durant la nit de les 23:30:00 a les 07:00:00 que és quan hi ha les persones de l'habitatge despertes. A la Figura 73, es mostren les condicions d'activació del control horari de les alarmes de l'habitatge, quan es compleixen s'activa la memòria de programa "Control horari activat".

Es farà el reset del control horari quan sigui l'hora del final del programa, per exemple a les 07:00:00, d'aquesta manera no es quedarà el programa bloquejat.

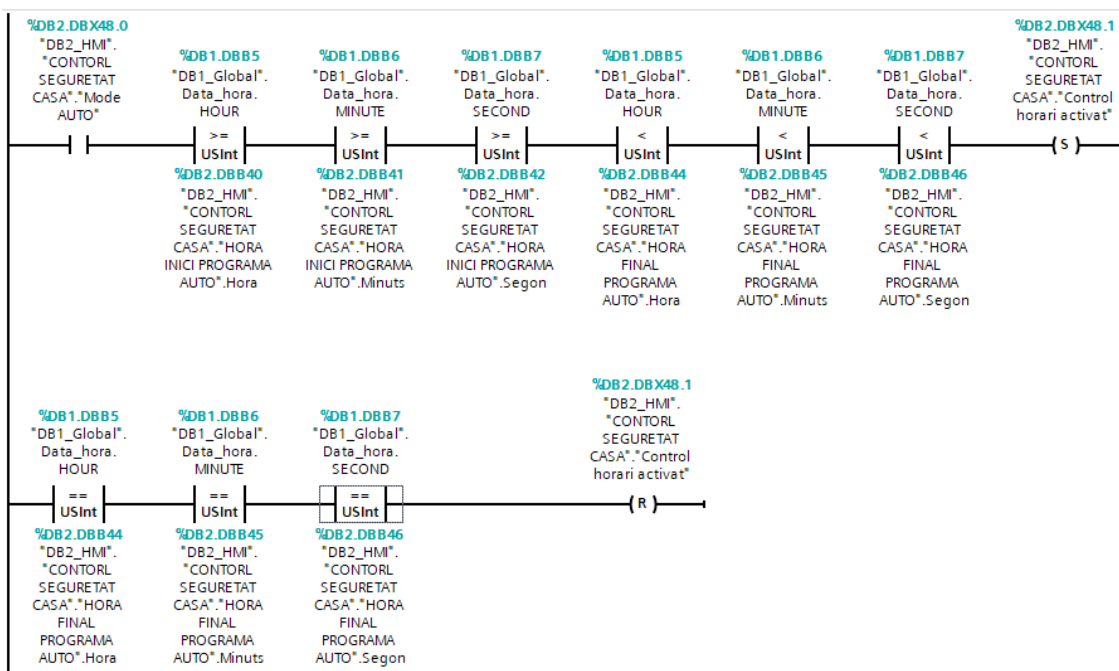


Figura 73. Activació control horari seguretat habitatge

Sempre es podrà activar i desactivar l'opció "Activació d'alarmes" de manera manual, a la Figura 74 es mostren les condicions, si es vol el control de la instal·lació sense control horari s'ha d'activar l'opció "Activació alarma" de la pantalla HMI, si aquesta opció està activada les alarmes sempre estaran activades fins que no es desactivi, si s'opta pel control horari, es programa la franja horària d'activació automàtica de les alarmes i s'activa l'opció "Mode AUTO" de la pantalla HMI.



Figura 74. Mode manual o mode automàtic activació alarmes

A la Figura 75, es mostra el Graficet de control de la seguretat de l'habitatge, a continuació s'explicarà detalladament el seu funcionament.

E00: Estat 00 és l'estat inicial, perquè la instal·lació estigui en marxa, primer de tot s'ha d'activar a través de la pantalla HMI, una vegada la instal·lació està en marxa s'activarà l'estat 10.

E10: Estat 10 és la instal·lació preparada per funcionar (ready), vol dir que està activada la senyal de marxa de la instal·lació i preparada per executar el control de la seguretat de l'habitatge.

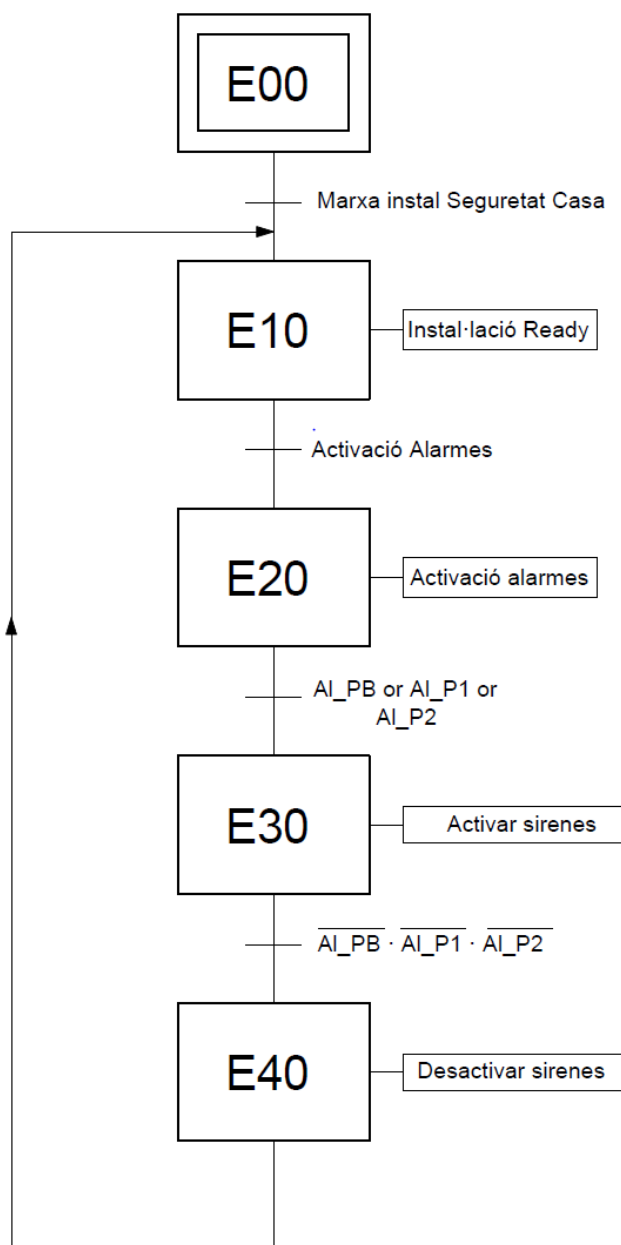


Figura 75. Grafet control seguretat habitatge

Una vegada està activat l'opció "Activació alarmes", el sistema ja estarà activat i per tant si detecta qualsevol incursió, les alarmes saltaran, el sistema funcionarà de la manera següent:

AI_PB, AI_P1 i AI_P2 significa alarma general planta baixa, alarma general primer pis i alarma general segon pis respectivament.

S'han separat les alarmes per a cada planta i de la manera següent: les alarmes produïdes a través dels detectors magnètics que formen part del control perimetral (explicat prèviament) i les alarmes produïdes pels detectors de moviment que forma part del control de protecció d'interiors de l'habitatge. A continuació es mostrarà com s'ha programat la gestió d'alarmes de la planta baixa, serà exactament igual pel primer i segon pis, en el programa les alarmes es trobaran en el bloc de programa FC3_Alarmes instal·lació i s'executarà a través del bloc de programa FC4_Control Seguretat Casa on s'ha agrupat tot el sistema.

A la Figura 76, es mostra l'activació de l'alarma detectors magnètics de la planta baixa, s'activarà aquesta alarma sempre i quan tinguem l'opció "Activació alarma" i quan un dels detectors instal·lats a la planta baixa estigui activat.

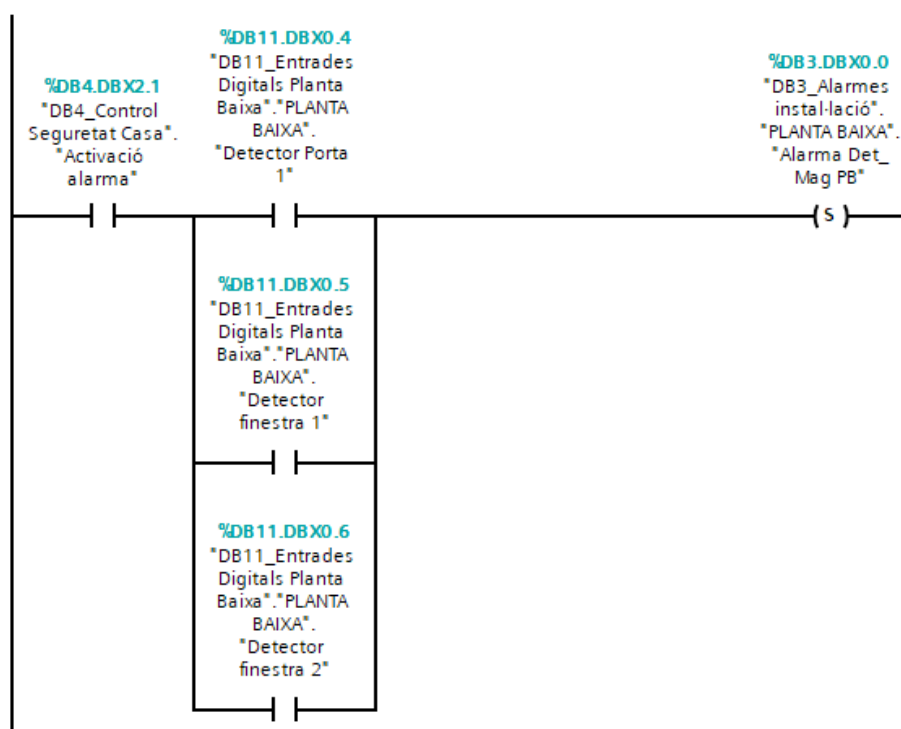


Figura 76. Alarma detectors magnètics Planta Baixa

A la Figura 77, es mostra l'alarma detectors moviment Planta Baixa, que s'activarà quan l'opció "Activació alarma" estigui activada i un dels detectors de moviment instal·lats a la planta baixa detecti moviment, s'ha programat un filtre (temporitzador) de tres segons per tal d'evitar falsos positius i que detonin l'alarma de l'habitatge.

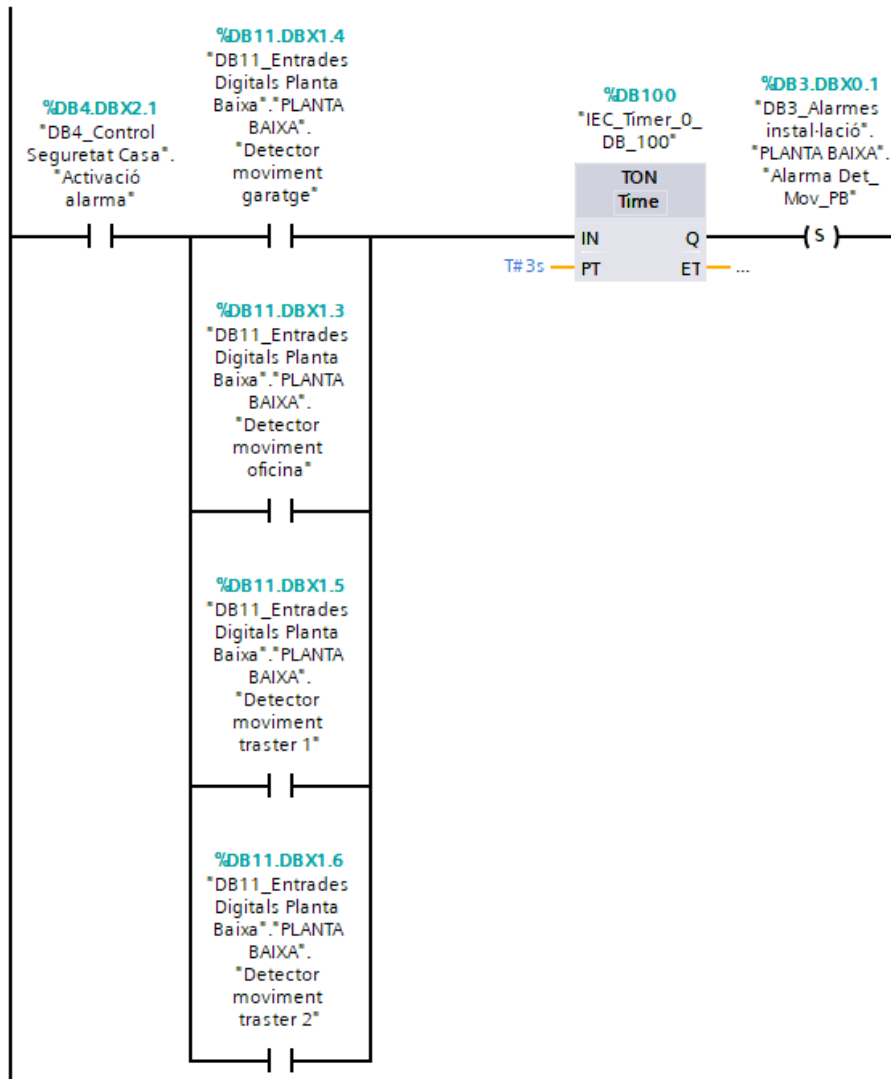


Figura 77. Alarma detector moviment Planta Baixa

Quan està activada l'alarma detector magnètic o l'alarma detector de moviment s'activa automàticament l'alarma general de la planta i activa les sirenes de cada pis.

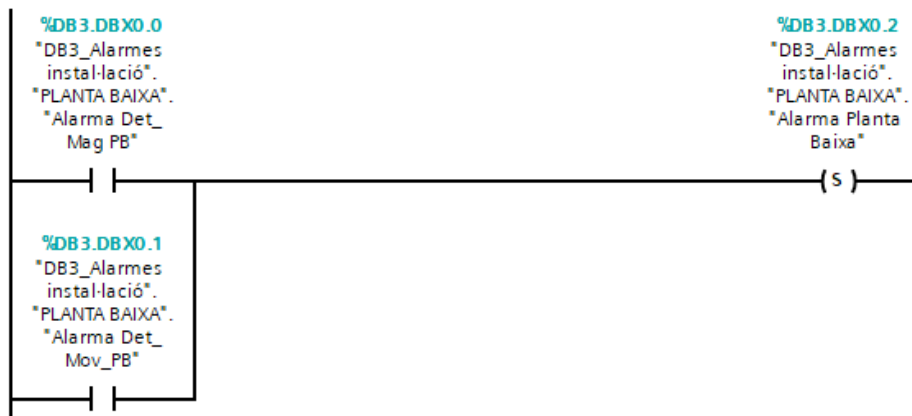


Figura 78. Activació alarma general Planta Baixa

Per les alarmes del primer i segon pis segueixen el mateix esquema explicat anteriorment.

E30: Estat 30 si l'opció "Activació alarmes" està activada i s'activa qualsevol de les tres alarmes dels diferents pisos, automàticament les tres sirenes instal·lades a l'habitatge s'activaran.

E40: Estat 40 és l'estat de desactivació de les sirenes que s'activarà quan s'hagin resetejat les alarmes de manera manual a través de la pantalla HMI. A la Figura 79, es mostra el reset de les alarmes una vegada estan activades.

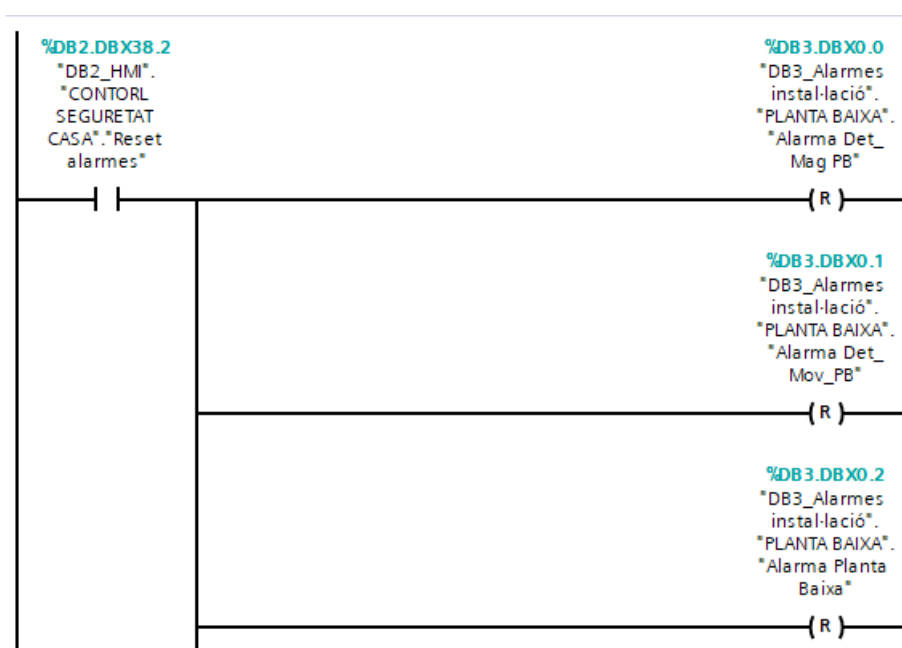


Figura 79. Reset alarmes instal·lació

7.4.6 Programa contra incendis

El programa de control contra incendis de la casa serà l'encarregat d'avisar si es produeix algun incident relacionat amb el foc, el control s'activarà i es desactivarà a través de la pantalla HMI.

A la Figura 80, es mostra el Graficet de control del programa de contra incendis de l'habitatge, a continuació s'explicarà detalladament el seu funcionament.

E00: Estat 00 és l'estat inicial, perquè la instal·lació estigui en marxa, primer de tot s'ha d'activar a través de la pantalla HMI, una vegada la instal·lació està en marxa s'activarà l'estat 10.

E10: Estat 10 és la instal·lació preparada per funcionar (ready), vol dir que està activada la senyal de marxa de la instal·lació i preparada per executar el control de contra incendis de l'habitatge.

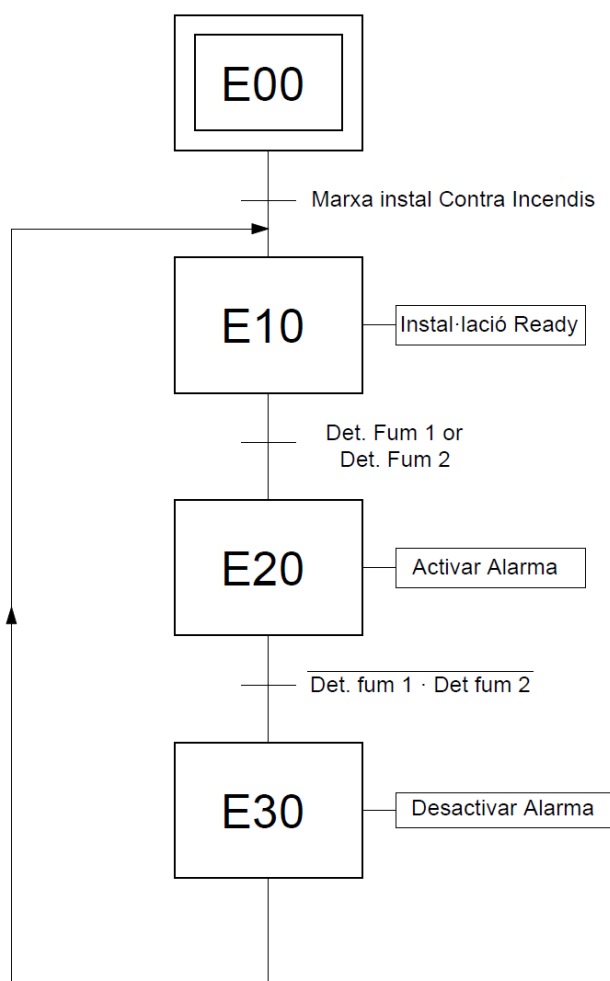


Figura 80. Grafset control contra incendis

Hi ha instal·lat un detector de fum en el primer i el segon pis que seran els encarregats d'avisar-nos en cas de foc.

La gestió de les alarmes en el programa es realitzarà en el bloc de programa FC3_Alarmes instal·lació.

E20: Estat 20 per activar l'estat 20 que serà l'encarregat d'activar les alarmes dels diferents pisos, es farà de la següent manera:

Si el detector de fum del primer pis o el detector de fum del segon pis, detecten fum o foc s'activaran i per tant també s'activaran les alarmes del primer i segon pis. A la Figura 81 i la Figura 82 es mostren les activacions de les alarmes a partir dels detectors de fum.



Figura 81. Alarma detecció foc primer pis



Figura 82. Alarma detecció foc segon pis

E30: Estat 30 és l'encarregat de parar les alarmes i s'activarà quan s'hagin resetejat a través de la pantalla HMI. A la Figura 83, es mostra el reset de les alarmes a través de la pantalla.

Les alarmes mai es resetejaran de forma automàtica, d'aquesta manera l'usuari sempre estarà a l'alerta del que ha pogut passar a la casa.



Figura 83. Reset alarmes foc

L'estat 20 com s'ha comentat anteriorment serà l'encarregat d'activar les diferents les sirenes d'avís d'alarma de les tres plantes.

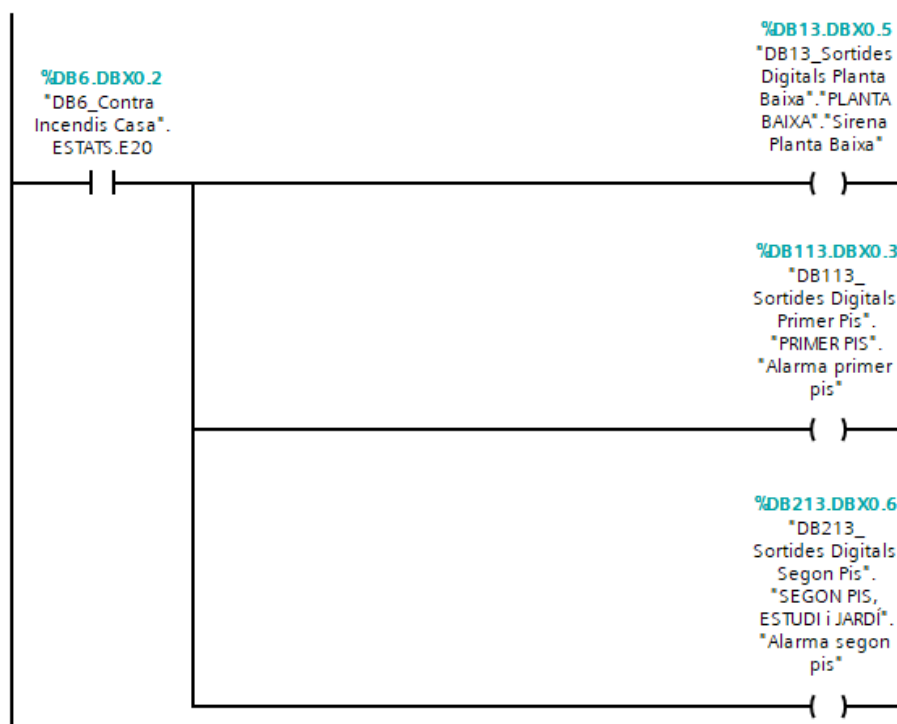


Figura 84. Activació sortides alarmes contra incendis

7.4.7 Control climatització

El control de la climatització de la casa es farà a través dels termòstats instal·lats en els diferents pisos i cada un controlarà la temperatura de la zona on estigui ubicada la sonda de temperatura, per tant aquesta regulació es farà de manera manual on l'usuari escollirà la temperatura desitjada.

El control del clima no s'ha centralitzat a la CPU, ja que suposava un increment de la inversió inicial elevat i per tant, es controlarà a través del termòstats.

La temperatura de les diferents zones on hi ha instal·lat el termòstat, concretament a l'oficina de la planta baixa, el menjador del primer pis, el menjador del segon pis i l'estudi del pis superior, disposa d'una entrada analògica i per tant es podrà llegir la temperatura d'aquestes zones i centralitzar-ho a la CPU i visualitzar-ho a la pantalla HMI.

7.4.8 Execució bloc de programes

Tots els blocs de funció (FC) definits en el programa de la casa intel·ligent, s'han de generar en el bloc OB1 Main, aquest bloc és l'encarregat de cada cicle de scan del PLC llegir i escriure totes les variables que actuin a dins d'ell, per tant si qualsevol FC no es genera en el bloc Main quan el PLC executi el cicle de scan els valors d'aquell FC no es veuran ni s'actualitzaran. A la Figura 85, es mostra el bloc OB1 Main.

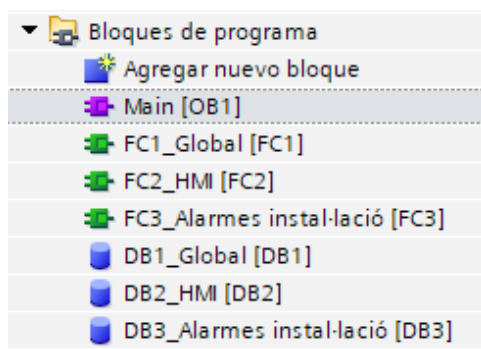


Figura 85. Execució programes a través del Main

A la Figura 86, es mostra com es generen les crides dels blocs de programa a dins el bloc OB1 Main.

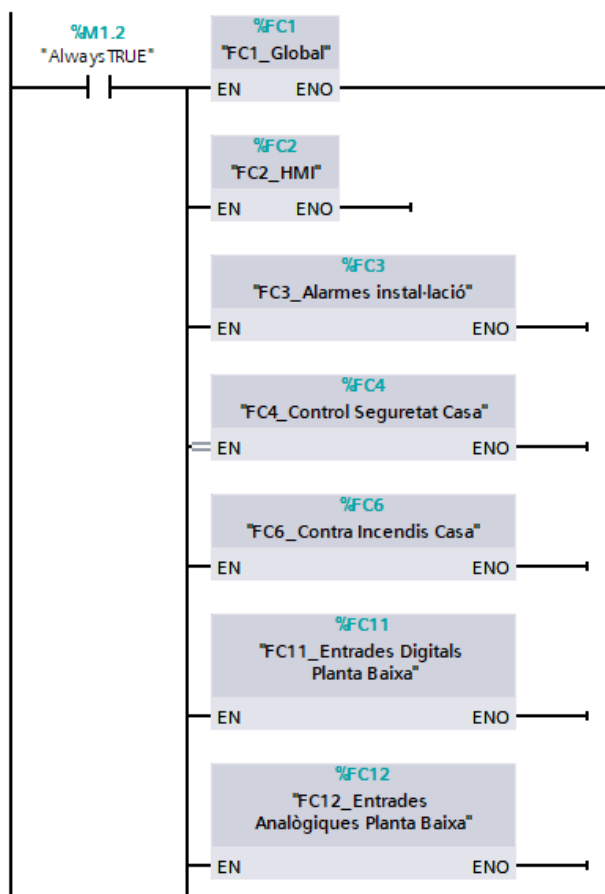


Figura 86. Crida dels blocs de programes a dins el bloc OB1 Main

7.5. Pantalla tàctil HMI

La pantalla SIEMENS HMI KTP 1200 estarà ubicada a l'exterior del quadre elèctric del segon pis, i serà l'encarregada de la visualització i la configuració per part de l'usuari dels paràmetres dels diferents controls de la instal·lació.

A la Figura 87, es pot visualitzar el menú principal de la pantalla, on a la part superior hi ha el botó de "HABITATGE" que si es clica s'obre ell, s'accedeix a les pantalles dels diferents pisos, i el botó de "CONTROLS" que s'accedeix els paràmetres de control.

A sota aquest dos botons hi ha el botó de control horari que s'utilitzarà per configurar els mode DIA i mode NIT. I el costat esquerre el sistema d'alarmes si el LED indicador està de color taronja voldrà dir que el sistema estarà activat, si està de color blau voldrà dir que està desactivat, si salta una alarma el LED es posa a fer intermitències de color vermell, a través del switch també es pot observar si el sistema està activat o no.

A la part inferior hi ha els modes activats que es mostren de color verd, en el cas del mode dia i nit no seran interactius en aquesta pantalla ja que anirà en funció del control horari, en canvi els modes pluja i estiu si que seran interactius per aquesta pantalla a través del botó S1 i S2 respectivament.

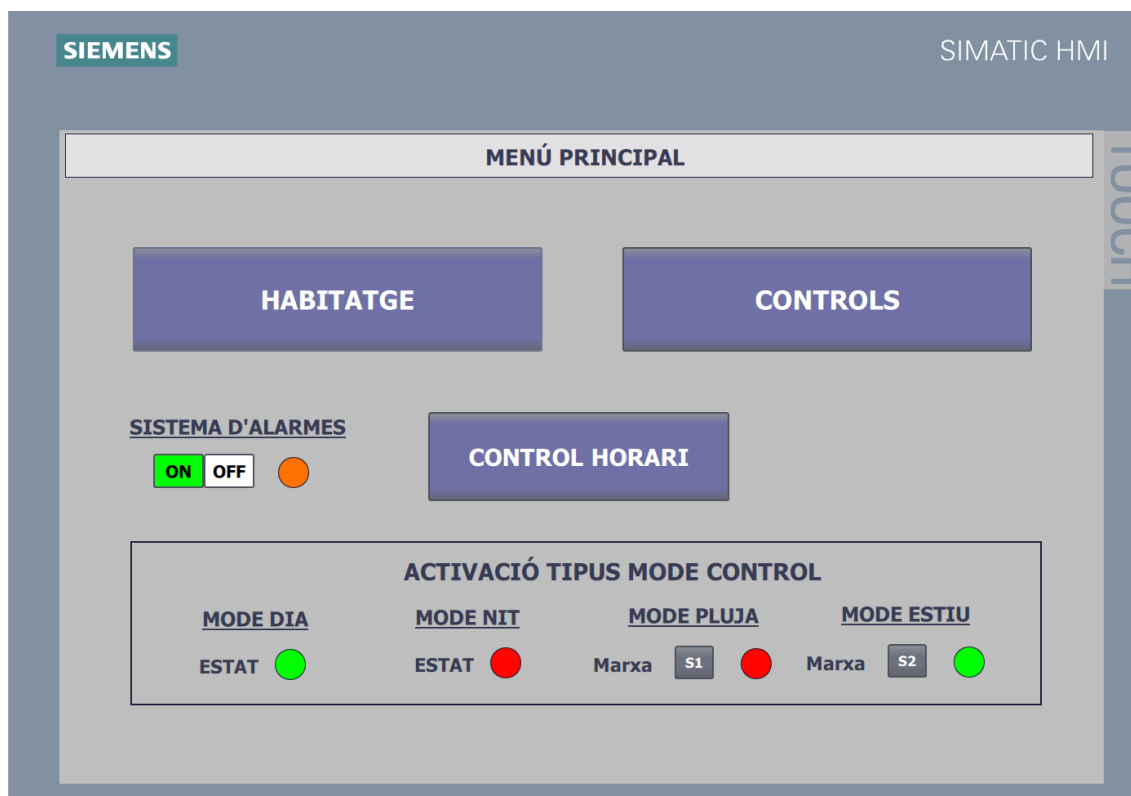


Figura 87. Menú inicial pantalla HMI

7.5.1 Menú pantalles habitatge

A la Figura 88, es pot observar la pantalla del menú de l'habitatge, on es mostren tots els botons habilitats de cada una de les plantes de la casa, per tant l'usuari sempre podrà saber en tot moment en quin estat es troba els controls de la casa. A continuació s'explicarà detalladament el menú de la planta baixa, ja que els altres menús funcionaran exactament igual.



Figura 88. Menú habitatge pantalla HMI

A la Figura 89, es mostra la pestanya del menú de la planta baixa.

El disseny és molt gràfic, ja que només observant la pantalla es pot observar que està activat i desactivat, per exemple: els llums que estan activats estan representats de color verd i els que estan apagats de color vermell, el mateix passa amb els sensors de moviment i els detectors de posició del cotxe, així com l'estat del motor de la porta del garatge.

En el cas dels detectors de les portes i de les finestres, quan el sistema d'alarmes no està activat, els seus elements a la pantalla HMI es mostren de color blau, un vegada s'activa el sistema d'alarmes passa a color taronja, i en el cas que s'activen els detectors una vegada activats el sistema passen a intermitència de color vermell.

També es podrà observar la temperatura de cada zona, en aquest cas es pot veure la temperatura a la oficina.

Es pot observar també el % d'intensitat de llum, en el cas de la planta baixa està ubicat a l'estudi i està marcant 45 % de llum.

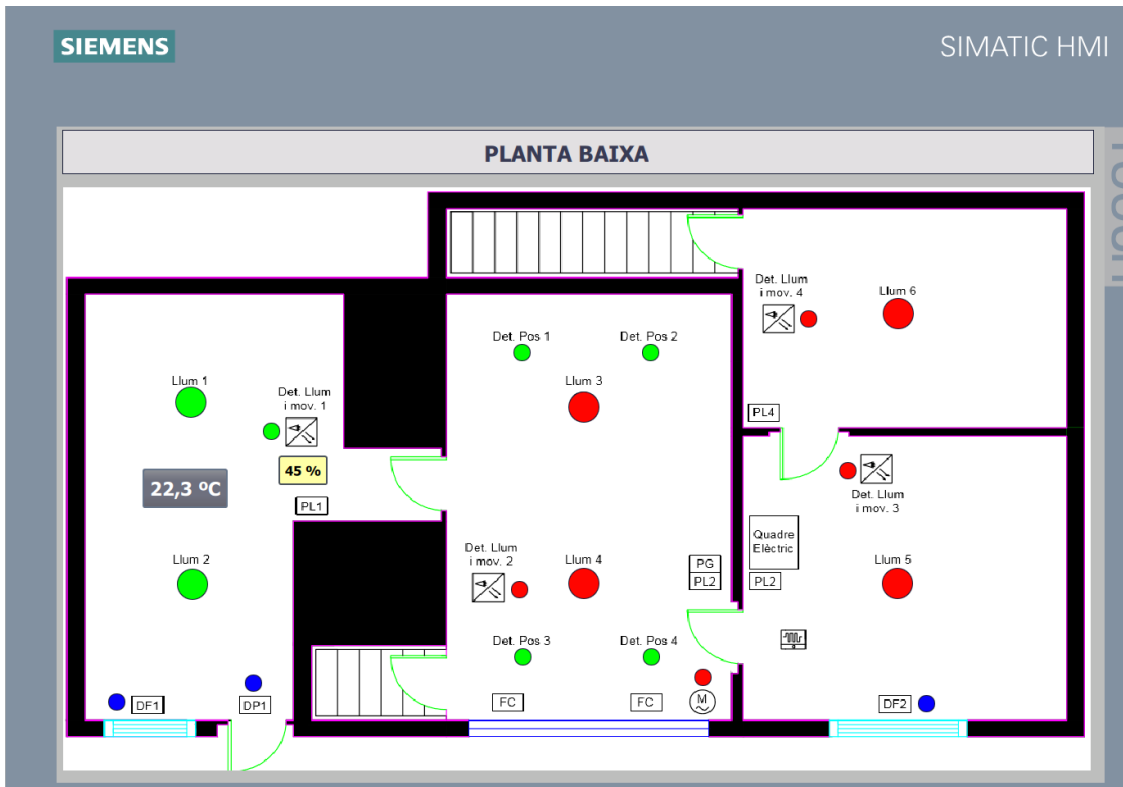


Figura 89. Menú pantalla planta baixa

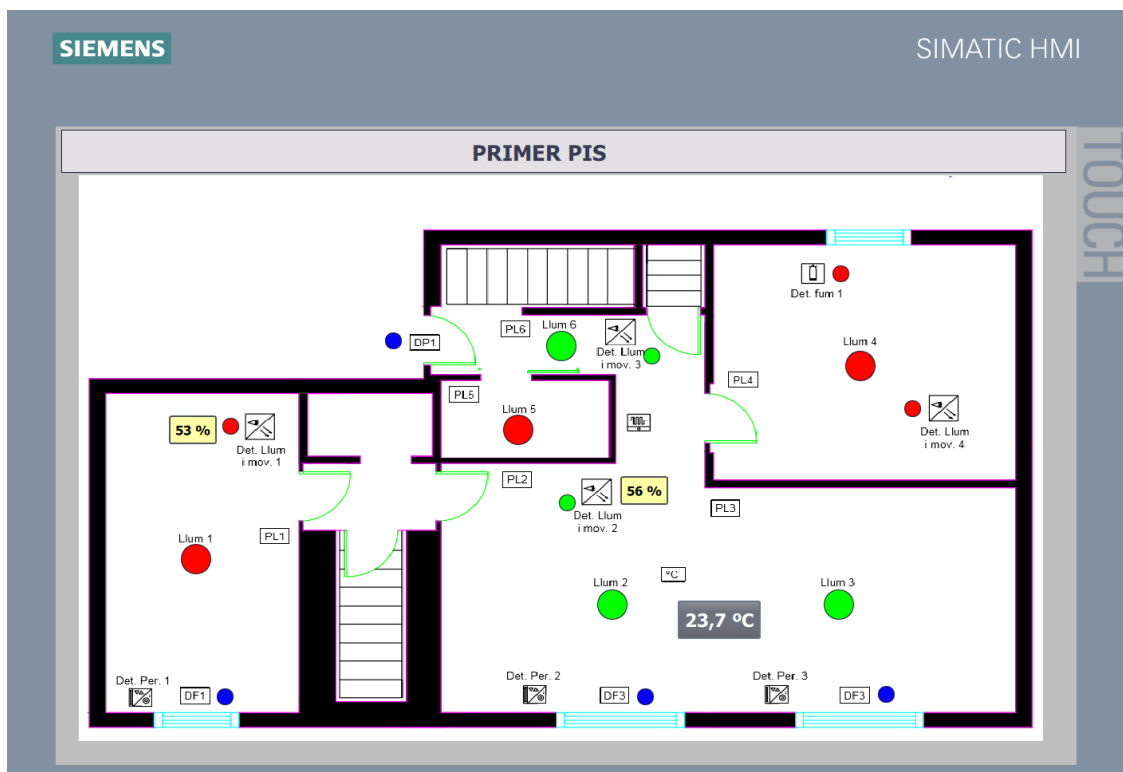


Figura 90. Menú pantalla primer pis

Les pantalles del segon pis i l'estudi seran funcionaran exactament igual que les de la planta baixa i el primer pis.

7.5.2 Menú pantalles control

Si en el menú principal es clica el botó de controls, s'obrirà el següent menú (veure Figura 91), on apareixen tots els controls de la instal·lació, s'ha agrupat de la següent manera: el control de la il·luminació per gestionar totes les llums de l'habitatge, el control de persianes, els controls de protecció que inclouen: la seguretat contra incendis i la seguretat de la casa i els controls generals que són: el reg del jardí i el control del garatge.

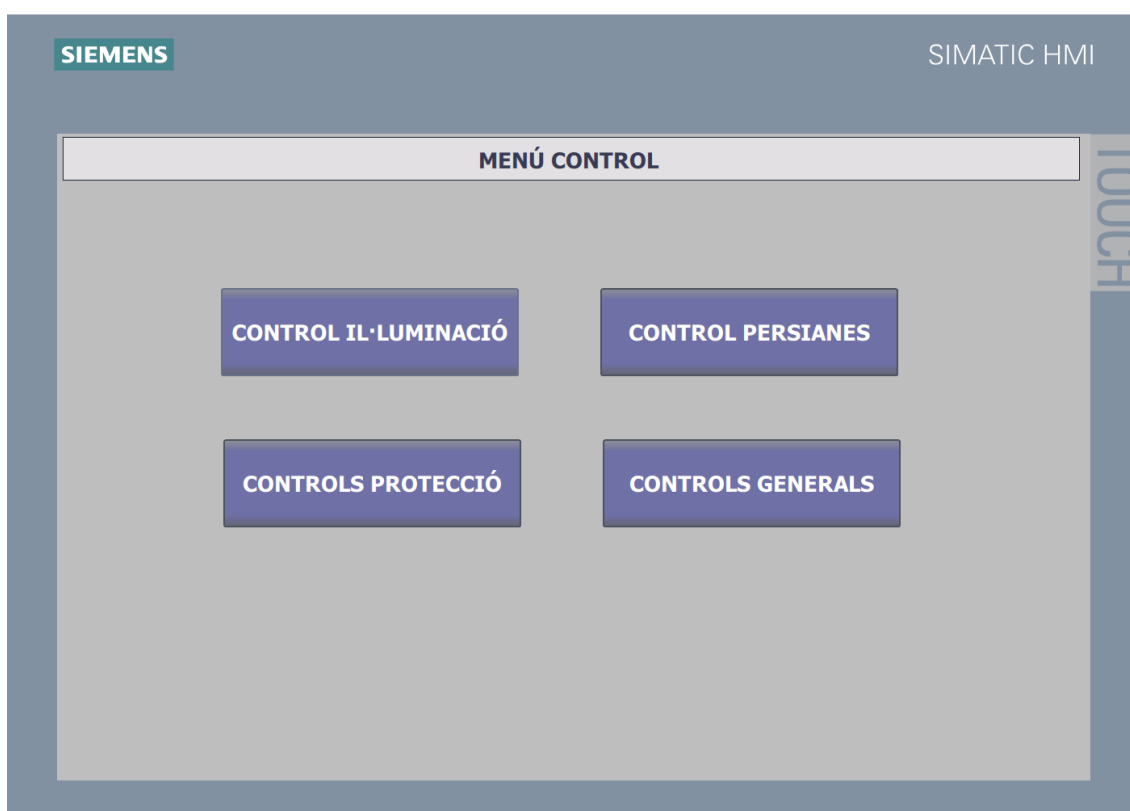


Figura 91. Menú pantalles control

A la Figura 92, es mostra el control de la il·luminació, està dividit per cada una de les plantes. Per activar els controls, com s'ha explicat en el funcionament del programa de la casa intel·ligent, les instal·lacions han d'estar en marxa, si la instal·lació està parada, els llums funcionaran de la manera manual a través dels pulsadors per encendre o apagar-los. Si la instal·lació està en marxa, el LED estarà de color verd, si està parada el LED estarà de color vermell.

A través d'aquest control es pot activar o parar les llums, amb els botons "SÍ" o "NO", que actuaran com si fos el polsador.



Figura 92. Menú control il·luminació

A la Figura 93, es mostra el menú de control de les persianes, aquest control el tenim en les persianes del primer i segon pis, primer de tot perquè les instal·lacions de control de les persianes estiguin funcionant, han d'estar en marxa (ON).

El control de les persianes com s'ha explicat en el funcionament del programa, dependrà dels l'activació i desactivació dels diferents modes de control, en concret: del mode dia o nit, del mode pluja i del mode estiu, per això s'ha habilitat la visualització d'aquest modes, per poder-hi interactuar es farà a partir del menú principal de la pantalla HMI.

Tant les persianes del primer pis com del segon pis, es podran pujar i baixar a través d'aquest menú, la pantalla actuarà sobre l'actuador de les persianes pujant o baixant en funció del que l'usuari desitgi.

Els LED indicaran si la persiana està pujada en color verd o si està baixada en color vermell, per exemple: en el cas de la Figura 93, es pot observar que és de dia, no plou, és l'estiu i per tant totes les persianes estan obertes.

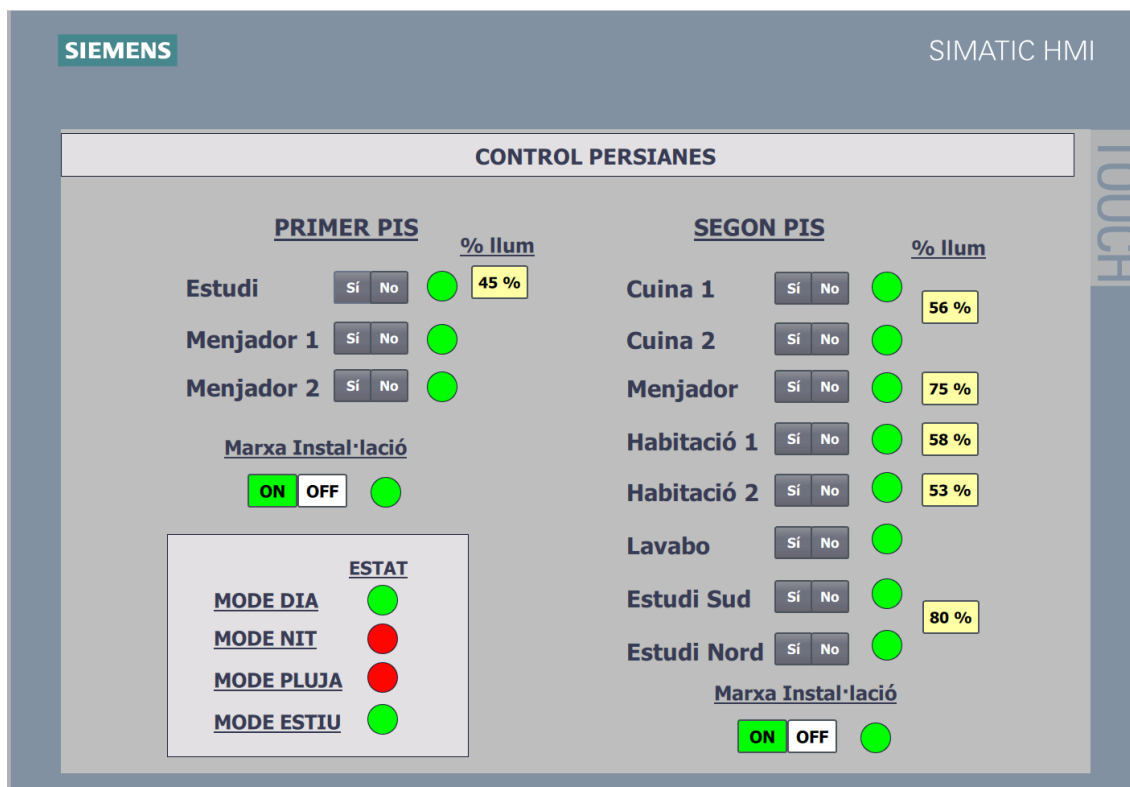


Figura 93. Menú control persianes

A la Figura 94, es mostra el control de les proteccions de la casa, està dividit en la part de la seguretat i en el contra incendis. Primer de tot perquè les instal·lacions estiguin funcionant s'ha d'activar la senyal de marxa.

Per activar el sistema d'alarmes de la casa, es farà a través de la pantalla, en aquest cas es tenim les alarmes activades, en el costat esquerre de la pantalla es pot observar les alarmes per els detectors magnètics i els detectors de moviment, els LED's estan de color taronja perquè tenim el sistema d'alarmes activat, per exemple: en el cas de tenir el sistema d'alarmes activat i que s'activés alguna alarma ja sigui a través del detectors magnètics o a través del detectors de moviment, es posaran en vermell els detectors que s'hagin activat, fet que farà activar les sirenes de les diferents plantes de la casa, es podrà visualitzar en el menú a baix a la dreta.

En cas d'alarma activada, per poder-la desactivar es farà només a través de la pantalla i polsant el botó de "RESET ALARMES".

La part de contra incendis de la casa funcionarà similar el sistema de seguretat, en cas de incendi o de detecció de fum s'activaran el detector de fum corresponent i saltaran totes les sirenes de la casa, l'alarma també es desactivarà a través de la pantalla polsant el botó de reset.

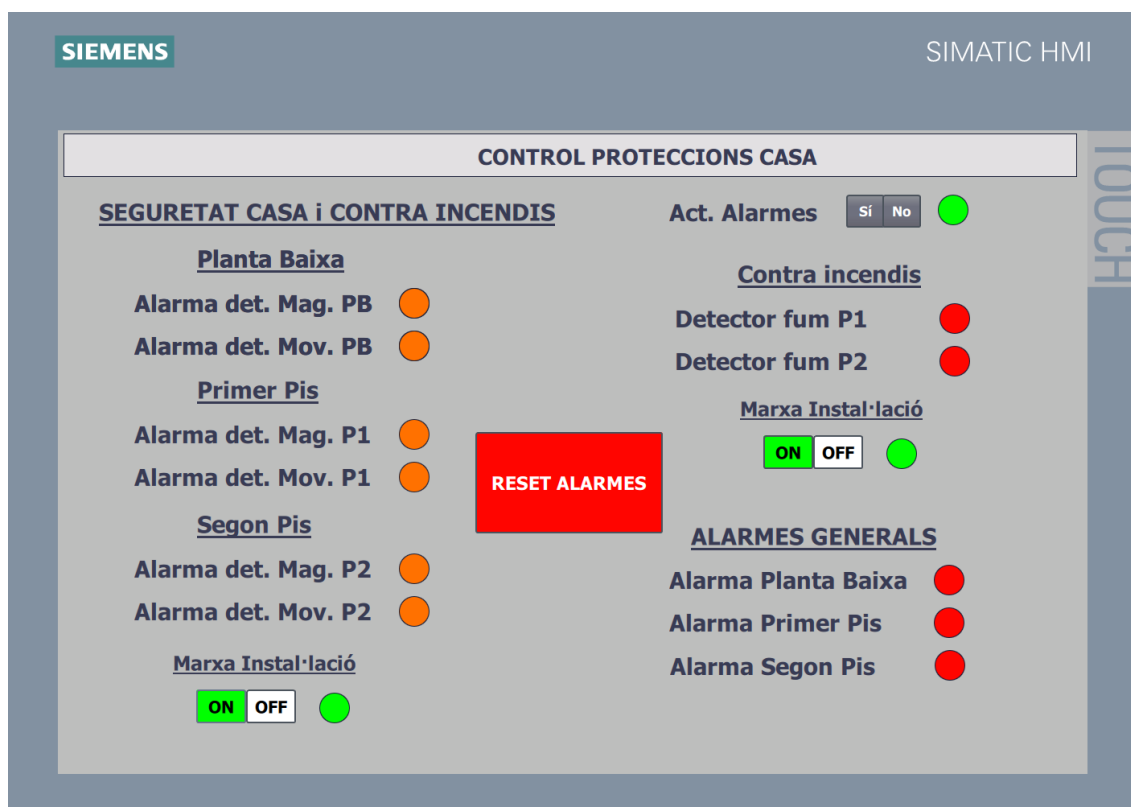


Figura 94. Control proteccions casa

A la Figura 95, es mostra el menú de configuracions generals de la casa que inclou el control del reg del jardí i el control del garatge.

En el cas del control del garatge a la pantalla només hi haurà l'opció d'activar o desactivar la instal·lació de manera automàtica, en el cas de tenir la instal·lació parada, el garatge funcionarà de manera manual a través de la senyal del comandament a distància o el polsador. Si s'activa la marxa de la instal·lació procedirà el mode automàtic explicat prèviament en el funcionament del programa.

En el cas del control del reg del jardí, s'ha de programar l'hora d'activació, per exemple a les 20:30:00 en el cas d'estar en mode estiu, i s'ha de programar el temps de duració del reg.

Una vegada el reg està engegat, s'activa la senyal de confirmació de reg activat per tal d'evitar falsos positius en el sensor d'humitat.

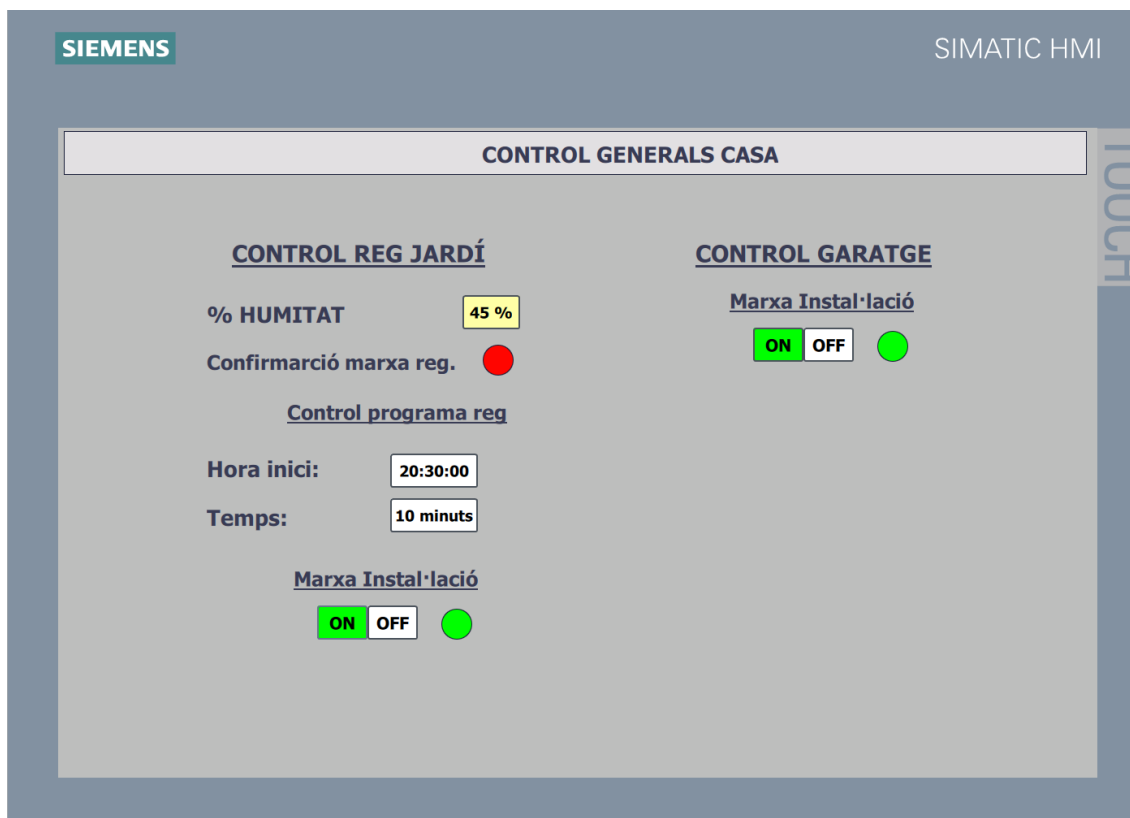


Figura 95. Controls generals casa

8. RESUM DEL PRESSUPOST

El cost de la realització de l'estudi d'utilització d'energies renovables i implementació de casa intel·ligent és de trenta-set mil quatre-cents noranta amb trenta-set cèntims sense IVA.

9. CONCLUSIÓ

Actualment a l'habitatge unifamiliar el consum d'energia elèctrica, el consum d'aigua i el consum de gasoil, el preu de les factures són molt elevats.

La instal·lació de la caldera de gasoil és molt antiga, té 25 anys, per tant el rendiment ha disminuït considerablement i el cost de la generació d'aigua calenta sanitària i calefacció és molt elevat.

Fa tres anys es fa reformar l'habitatge, per tant, una part de la instal·lació elèctrica és relativament nova. L'habitatge actualment no disposa de cap instal·lació d'energies renovables ni tampoc de cap tipus d'automatització.

Una vegada realitzat l'estudi de consum energètic de la casa obtenint l'energia consumida i el cost per generar-la amb les instal·lacions actuals. S'ha procedit a realitzar els estudis d'utilització d'energies renovables, en el cas del projecte s'han utilitzat les següents fonts d'energia: energia solar fotovoltaica connectats a la xarxa per a la generació d'energia elèctrica, energia solar tèrmica complementant amb la instal·lació de la caldera de biomassa per a la generació de calefacció i aigua calenta sanitària.

La instal·lació solar tèrmica que s'ubicarà en la coberta de l'estudi i els captadors solars tèrmics estaran inclinats 40° respecte el terra, la orientació serà el sud-est, concretament a 325° el sud, d'aquesta manera s'aprofitarà el màxim la irradiació solar.

Els resultats obtinguts per la instal·lació solar tèrmica ens indiquen que els mesos on obtindrem més radiació solar incident seran els mesos d'estiu o de més hores de llum solar, per tant això afectarà positivament a la producció de energia solar tèrmica i el factor solar d'ACS en aquests mesos concrets.

Els mesos on tindrem més demanda d'energia bruta seran els mesos freds, que serà quan es consumirà més aigua calenta sanitària i calefacció per poder mantenir la casa calenta, això afectarà directament a l'aportació d'energia solar en el sistema ja que no es podrà cobrir la demanda de consum i per tant s'haurà de recórrer el sistema auxiliar, en el cas de la instal·lació a la caldera de biomassa.

La utilització de la caldera de biomassa és proporcional a l'aportació d'energia solar tèrmica ja que quan més hores de sol hi hagi durant el dia menys funcionarà la caldera i quan menys hores de sol més funcionarà, sempre i quan hi hagi demanda de ACS o calefacció.

Els mesos més rentables i on pràcticament no s'utilitza energia auxiliar (caldera de biomassa) són els mesos d'estiu.

El cost actual total anual d'energia tèrmica és de 1176,85 €, és un cost molt elevat per només consumir aigua calenta sanitària i escalfar la casa, instal·lant el sistema d'energia solar tèrmica juntament amb la caldera de biomassa suposa una inversió inicial de 7957,31 €, a priori són una quantitat elevada de diners.

El cost de manteniment anual de la instal·lació solar tèrmica és de 75 € i el cost de la generació de biomassa és de 358,20 €, sumant aquets dos valors tindrem el consum anual de les instal·lacions.

L'estalvi anual d'energia serà de 743,65 € que correspon a un estalvi energètic del 68,66 % respecte la caldera de gasoil i la llenya.

La instal·lació s'ha estimat un temps de vida de 25 anys, el valor de l'amortització serà de 10,70 anys, per tant s'haurà amortitzat un terç més ràpid que la seva vida útil.

La instal·lació solar fotovoltaica, els panells solars s'instal·laran a la coberta del segon pis on la seva inclinació és del 20°, per tant es panells solars juntament amb els suports estaran inclinats 23°, respecte l'azimut els panells estaran orientats 27°.

El valor de la irradiació solar en la superfície, en aquest cas en el panell solar depèn de l'època de l'any, la latitud i la climatologia local i les hores del dia, per tant on es troba ubicat l'habitatge els mesos on tenim més irradiació solar són els que tenen més hores de llum, concretament del març el setembre, per tant és lògic que en els mesos més freds i de menys hores solars, del octubre el gener, aquests valors de irradiació solar siguin molt baixos, que poden arribar a valors de tres vegades més petits respecte el valor màxim registrat.

El sistema fotovoltaic de la instal·lació estarà connectat a la xarxa elèctrica i l'habitatge no serà autònom. Per aquest motiu, els usuaris seguiran pagant un terme fix de potència. Les condicions donades no contemplaven l'opció de vendre a la xarxa l'excedent d'energia elèctrica generada per la instal·lació.

El cost total d'energia sense utilització de l'energia solar fotovoltaica és de 771,39 €, amb la utilització dels panells solars durant el dia, només s'utilitza l'energia de la xarxa durant la nit i el cost d'aquesta energia és de 410,96 €, per tant l'estalvi que suposo la utilització de l'energia solar fotovoltaica és de 360,42 € anuals, que correspon a un estalvi energètic del 46,72 %.

El cost de la instal·lació és de 4381,78 €, s'estima un temps de vida dels components de 25 anys, per tant la instal·lació s'haurà amortitzat amb 12,16 anys, fet que suposarà la meitat del temps de vida útil de la instal·lació.

Finalment, la instal·lació de l'automatització de la casa intel·ligent permetrà a l'usuari tenir un major confort i estalvi energètic, tot i que la inversió inicial de la instal·lació serà molt elevat i l'amortització també.

S'instal·laran tres quadres elèctrics nous a l'habitatge: el quadre elèctric principal s'ubicarà el segon pis i és on hi haurà la CPU i la pantalla HMI de 12 polsades, la comunicació entre els quadres elèctrics es realitzarà mitjançant el protocol de comunicació de Ethernet. El quadre elèctric del primer pis i el de la planta baixa hi haurà instal·lada una perifèria descentralitzada per la comunicació.

A tot l'habitatge s'instal·laran diferents tipus de sensors, ja sigui detectors de posició, sensors de moviment, detectors de fum, actuadors pels motors de les persianes, etc. tota aquesta instrumentació es connectarà en els seus quadres elèctrics corresponents en funció de la planta on es trobin instal·lats, per tant cada quadre elèctric si connectaran totes les entrades i sortides digitals i analògiques per poder realitzar correctament el control de l'habitatge.

La instal·lació controlarà de forma autònoma: el control de la il·luminació on els llums s'activaran i es desactivaran en funció dels sensors instal·lats a l'habitatge, sempre es podran activar de manera manual mitjançant els polsadors.

El control de les persianes on es programarà en funció de si plou o si és de nit l'obertura i el tancament d'elles.

El control del garatge que controlarà el motor de la porta del garatge que en funció de si hi ha presència de cotxe els detectors de posició instal·lats en el garatge la porta pujarà o baixarà.

El control del reg del jardí que s'activarà de manera automàtica en funció de programa preestablert per l'usuari i en funció de si ha plogut o no, d'aquesta manera es redueix el consum d'aigua.

El contra incendis on si els detectors de fum instal·lats detecten presència de fum o d'escalfament elevat, s'activaran i donaran la senyal d'alarma a les sirenes instal·lades els diferents pisos.

El control de la seguretat de l'habitatge que funcionarà a través dels sensors de moviment i els detectors magnètics instal·lats a les portes i finestres de la casa, que quan l'usuari a través de la pantalla HMI activi el sistema, quan un d'aquest sensors detecti moviment o s'activi el contacte magnètic, saltaran les alarmes i per tant s'activaran les sirenes dels diferents pisos.

Tot el control de l'automatització de la casa serà interactiu a través de la pantalla HMI instal·lada el segon pis i on els usuaris podran activar i desactivar els diferents controls i sistemes i podran configurar-los com desitgin.

Aniol Gelis Colomer
Graduat en Enginyeria Industrial

Sant Esteve d'en Bas, 27 d'agost de 2019

10. RELACIÓ DE DOCUMENTS

Els documents que formen aquest projecte són: la memòria, els plànols, el plec de condicions, l'estat d'amidaments i el pressupost.

11. BIBLIOGRAFIA

Beghelli. Inversor instal·lació solar fotovoltaica. (<https://es.enfsolar.com/pv/inverter-datasheet/989>, 9 de juliol de 2019)

Diari de Girona. (<https://www.diaridegirona.cat/comarques/2016/06/27/gironins-ques-aigua-gasten/790992.html>, 19 d'abril de 2019)

GAMESA ELECTRIC. (<https://www.gamesaelectric.com/producto>, 9 de juliol de 2019)

FERROLI. Caldera de biomassa. (<https://www.ferroli.com/es/products/estufas-termoestufas-e-insertables-de-biomasa/calderas-sfl-3--sfl-4--sfl-6>, 18 de juliol de 2019)

IDAE. Energia solar fotovoltaica. (<https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-electrico/solar-fotovoltaica>, 21 de maig de 2019)

IDAE. Energia solar tèrmica. (<https://www.idae.es/tecnologias/energiasrenovables/uso-termico/energia-solar-termica>, 21 de maig de 2019)

IFM ELECTRONIC. Sensors fotoelèctrics. ([https://www.ifm.com/es/es/product/O6E 202](https://www.ifm.com/es/es/product/O6E%202), 7 d'agost de 2019)

Instal·lacions domòtiques. (<http://www.cedom.es/sobre-domotica/normativa-y-certificacion>, 23 de juliol de 2019)

Reglamento electrotécnico para baja tensión. Editorial McGraw-Hill. Madrid. 2012

SHNDEIER ELECTRIC. Instal·lacions domòtiques. (<https://www.se.com/es/es/product-category/2200-dom%c3%b3tica/>, 5 d'agost de 2019)

SCHNEIDER ELECTRIC. Proteccions i control. (<https://www.se.com/es/es/product-category/1600-protecciones-y-control/>)

SIEMENS. CPU Simatic S7-1500. (<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10204209>, 25 de juny 2019)

SIEMENS. SIMATIC ET 200SP: (<https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/noticias/Documents/ET200SP-FolletoNov11.pdf>, 25 de juny 2019)

SIEMENS. Simatic ET 200SP: mòdul d'entrades analògiques. (https://cache.industry.siemens.com/dl/files/624/59753624/att_75684/v1/et200sp_ai_4xu_i_2_wire_st_manual_es-ES_es-ES.pdf, 27 d'abril 2017)

SIEMENS. Simatic ET 200SP: mòdul de sortides analògiques. (https://cache.industry.siemens.com/dl/files/612/59753612/att_886745/v1/et200sp_aq_4xu_i_st_manual_es-ES_es-ES.pdf, 27 d'abril 2017)

SIEMENS. Simatic ET 200SP: mòdul d'entrades digitals. (https://cache.industry.siemens.com/dl/files/540/59753540/att_882650/v1/et200sp_di_16x24vdc_st_manual_es-ES_es-ES.pdf, 27 d'abril 2017)

SIEMENS. Simatic ET 200SP: mòdul de sortides digitals. (https://cache.industry.siemens.com/dl/files/564/59753564/att_863744/v1/et200sp_dq_16x24vdc_0_5_a_st_manual_es-ES_es-ES.pdf, 27 d'abril 2017)

SIEMENS. Pantalla tàctil SIMATIC HMI (https://www.automation.siemens.com/salesmaterials/brochure/es/brochure_panels_es.pdf, 27 d'abril 2017)

12. GLOSSARI

AC: Corrent alterna

ACS: Aigua calenta sanitària

Bool: Nombre booleà

CTE: Codi Tècnic de l'Edificació

CPU: Unitat de Control de Processament

DC: Corrent contínua

DB: Data base

FB: Bloc de funció

FC: Bloc de programa

HMI: Human Machine Interface o interfície d'usuari

Int: Nombre enter

IP: Internet Protocol

IVA: Impost el Valor Agregat

I/O: Entrades i Sortides

PCI: Poder Calorífic Inferior

PID: Controlador Proporcional, Integral i Derivatiu

PLC: Programmable Logic Computer

PV: Photovoltaic o Fotovoltaica

REBT: Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió

A. PROGRAMACIÓ

En el CD s'hi podrà trobar:

- Instal·lació solar fotovoltaica: el programa realitzat amb el software PVSYST juntament amb el document PDF del programa
- Instal·lació solar tèrmica: el programa realitzat amb el software TRANSOL juntament amb els excels dels resultats obtinguts que et genera el programa.
- Instal·lació solar tèrmica: la validació de la instal·lació a través del software CHEQ4 juntament amb l'informe PDF.
- Instal·lació automatització casa intel·ligent: el programa realitzat amb el software de SIEMENS TIA PORTAL i el document en PDF del programa.

B. INFORME PVSYST

PVSYST V6.83		16/08/19	Página 1/5
Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación			
Proyecto : Instalación solar PV Bas			
Sitio geográfico	Sant Esteve d'en Bas	País	España
Ubicación	Latitud	42.12° N	Longitud 2.46° E
Tiempo definido como	Hora Legal	Huso horario UT+1	Altitud 486 m
	Albedo	0.20	
Datos meteorológicos:	Sant Esteve d'en Bas	Sant Esteve d'en Bas_MN72.SIT - Sintético	
Variante de simulación : Nueva variante de simulación			
	Fecha de simulación	16/08/19 12h08	
Parámetros de la simulación	Tipo de sistema	No hay escenario 3D, no hay sombreados	
Orientación plano captador	Inclinación	23°	Acimut 27°
Modelos empleados	Transposición	Perez	Difuso Perez, Meteonorm
Horizonte	Sin horizonte		
Sombreados cercanos	Sin sombreado		
Necesidades del usuario :	Carga ilimitada (red)		
Características del conjunto FV			
Módulo FV	Si-mono	Modelo	GS-1651
Base de datos PVSyst original		Fabricante	Gamesa
Número de módulos FV		En serie	7 módulos
Núm. total de módulos FV		Núm. módulos	7
Potencia global del conjunto		Nominal (STC)	1155 Wp
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)		U mpp	109 V
Superficie total		Superficie módulos	8.9 m²
		En paralelo	1 cadenas
		Pnom unitaria	165 Wp
		En cond. de funciona.	1036 Wp (50°C)
		I mpp	9.5 A
Inversor		Modelo	Inverter 930 WP
Base de datos PVSyst original		Fabricante	Beghelli
Características		Voltaje de funcionam.	85-185 V
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 unidades
		Pnom unitaria	0.84 kWac
		Potencia total	0.8 kWac
		Relación Pnom	1.38
Factores de pérdida del conjunto FV			
Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento) 0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado	Res. global conjunto	193 mOhm	Fracción de pérdidas 1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de pérdidas 2.0 %
Pérdidas de "desajuste" Módulos			Fracción de pérdidas 1.0 % en MPP
Pérdidas de "desajuste" cadenas			Fracción de pérdidas 0.10 %
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo 0.05

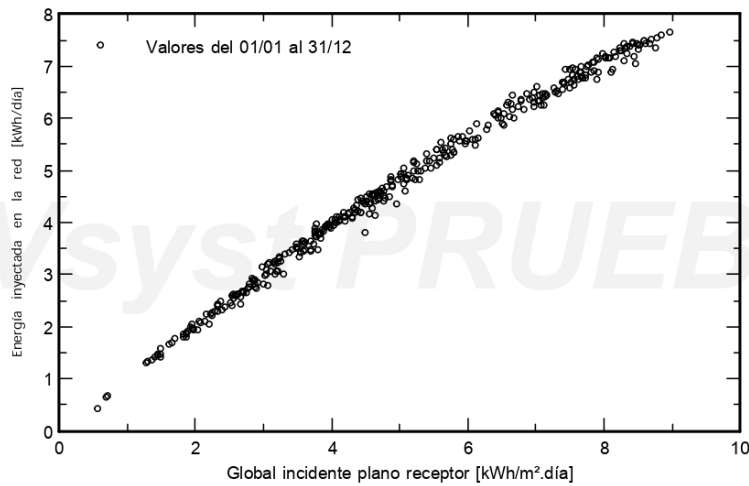
PVSYST V6.83		16/08/19	Página 2/5					
Sistema Conectado a la Red: Resultados principales								
Proyecto : Instalación solar PV Bas								
Variante de simulación : Nueva variante de simulación								
Parámetros principales del sistema		No hay escenario 3D, no hay sombreados						
Orientación Campos FV	Tipo de sistema	23°	acimut 27°					
Módulos FV	inclinación							
Conjunto FV	Modelo	GS-1651	Pnom 165 Wp					
Inversor	Núm. de módulos	7	Pnom total 1155 Wp					
Necesidades del usuario	Modelo	Inverter 930 WP	Pnom 840 W ac					
	Carga ilimitada (red)							
Resultados principales de la simulación								
Producción del sistema	Energía producida	1697 kWh/año	Produc. específica 1469 kWh/kWp/año					
	Índice de rendimiento (PR)	80.23 %						
Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 1155 Wp								
<p> Lc : Pérdida colectada (conjunto FV) 0.76 kWh/kWp/día Ls : Pérdida sistema (inversor, ...) 0.23 kWh/kWp/día Yf : Energía útil producida (salida en red) 4.03 kWh/kWp/día </p>		Índice de rendimiento (PR) <p>PR : Índice de rendimiento (Yf/Yi) : 0.802</p>						
Nueva variante de simulación								
Balances y resultados principales								
	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR
Enero	66.9	21.70	7.28	103.6	100.0	107.5	101.7	0.851
Febrero	82.6	29.00	8.05	113.8	110.2	117.2	111.0	0.844
Marzo	129.4	48.00	10.63	155.5	151.0	155.6	147.2	0.819
Abril	152.6	62.50	12.66	165.0	160.0	162.4	153.4	0.805
Mayo	186.7	67.50	16.72	186.6	180.8	178.4	168.3	0.781
Junio	200.2	80.60	20.94	195.7	189.5	186.3	176.2	0.780
Julio	212.8	72.00	23.07	213.6	207.1	200.0	189.1	0.766
Agosto	178.5	70.50	23.05	187.1	181.3	176.7	166.9	0.772
Septiembre	141.8	50.30	19.24	163.0	158.2	157.4	148.8	0.790
Octubre	103.9	37.80	16.34	136.5	132.4	134.5	127.0	0.806
Noviembre	74.1	27.40	10.97	110.7	106.6	113.4	107.7	0.843
Diciembre	60.2	19.90	7.74	100.2	96.5	104.7	99.6	0.860
Año	1589.7	587.20	14.77	1831.3	1773.6	1794.1	1696.9	0.802
Leyendas: GlobHor		Irradiación global horizontal		GlobEff		Global efectivo, corr. para IAM y sombreados		
DiffHor		Irradiación difusa horizontal		EArray		Energía efectiva en la salida del conjunto		
T_Amb		Temperatura Ambiente		E_Grid		Energía inyectada en la red		
GlobInc		Global incidente plano receptor		PR		Índice de rendimiento		

Sistema Conectado a la Red: Gráficos especiales

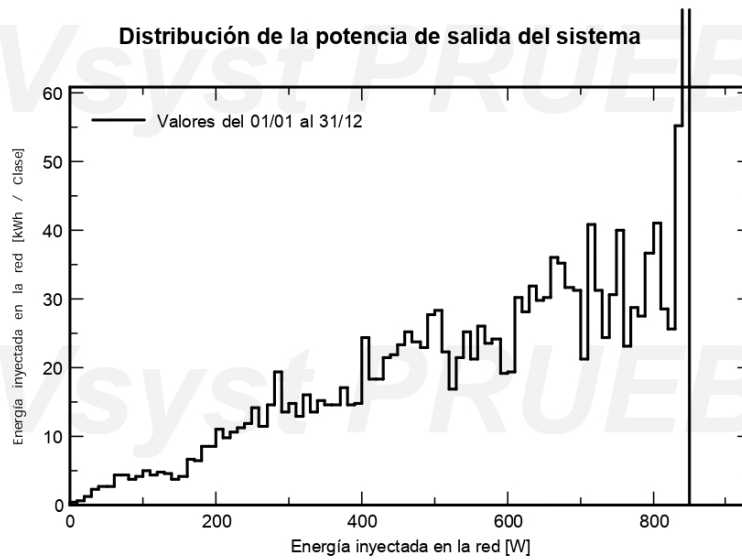
Proyecto : Instalación solar PV Bas
Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	No hay escenario 3D, no hay sombreados	
Orientación Campos FV	inclinación	23°	acimut 27°
Módulos FV	Modelo	GS-1651	Pnom 165 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	7	Pnom total 1155 Wp
Inversor	Modelo	Inverter 930 WP	Pnom 840 W ac
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)		

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de la potencia de salida del sistema

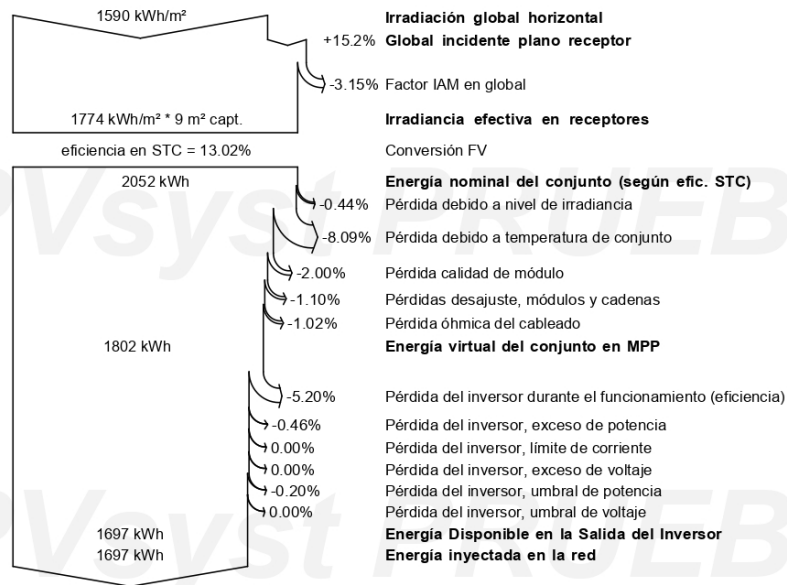


Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Instalación solar PV Bas
Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	No hay escenario 3D, no hay sombreados	
Orientación Campos FV	inclinación	23°	acimut 27°
Módulos FV	Modelo	GS-1651	Pnom 165 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	7	Pnom total 1155 Wp
Inversor	Modelo	Inverter 930 WP	Pnom 840 W ac
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)		

Diagrama de pérdida durante todo el año

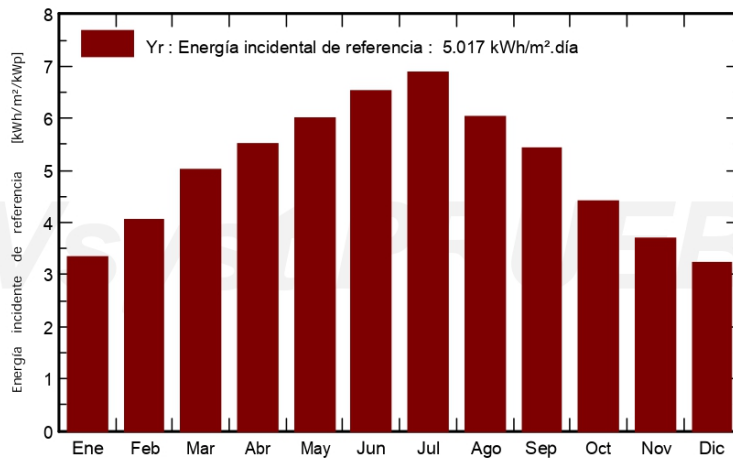


Sistema Conectado a la Red: Gráficos predefinidos

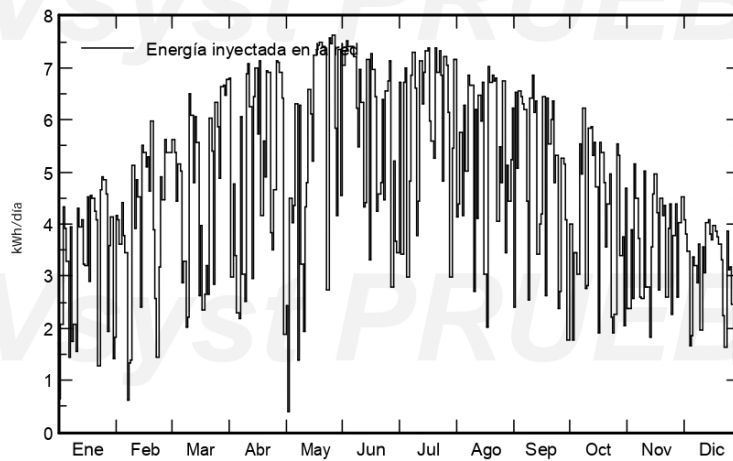
Proyecto : Instalación solar PV Bas
Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	No hay escenario 3D, no hay sombreados	
Orientación Campos FV	inclinación	23°	acimut 27°
Módulos FV	Modelo	GS-1651	Pnom 165 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	7	Pnom total 1155 Wp
Inversor	Modelo	Inverter 930 WP	Pnom 840 W ac
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)		

Energía incidente de referencia en el plano receptor



Energía diaria a la salida del sistema



C. VALIDACIÓ INSTAL·LACIÓ SOLAR TÈRMICA CHEQ4



La instal·lació solar tèrmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

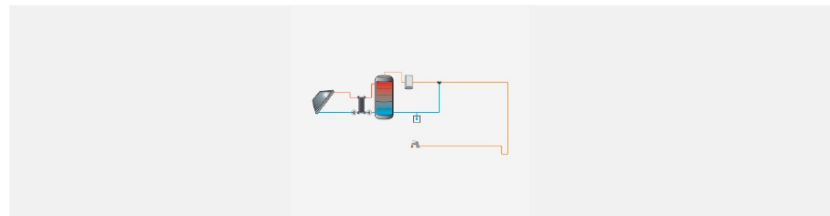
Datos del proyecto

Nombre del proyecto	
Comunidad	
Localidad	
Dirección	

Datos del autor

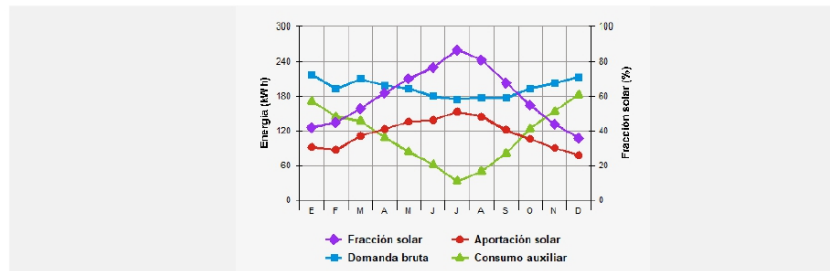
Nombre	
Empresa o institución	
Email	
Teléfono	

Características del sistema



Localización de referencia	Vall d'en Bas (La) (Girona)
Altura respecto la referencia [m]	0
Sistema seleccionado	Instalación de consumidor único con intercambiador independiente
Demanda [l/día a 60°C]	105

Resultados



Fracción solar [%]	59
Demanda neta [kWh]	2.214
Demanda bruta [kWh]	2.336
Aporte solar [kWh]	1.381
Consumo de energía primaria [kWh]	1.354
Reducción de emisiones de [kg de CO2]	0



La instal·lació solar tèrmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

Parámetros del sistema		Verificación en obra
Campo de captadores		
Captador seleccionado	5000 ST (Gamesa Solar)	<input type="checkbox"/>
Contraseña de certificación	NPS 15211 - Verificar vigencia	<input type="checkbox"/>
Número de captadores	2,0	<input type="checkbox"/>
Número de captadores en serie	1,0	<input type="checkbox"/>
Orientación [°]	35,0	<input type="checkbox"/>
Inclinación [°]	40,0	<input type="checkbox"/>
Circuito primario/secundario		
Caudal circuito primario [l/h]	302,0	<input type="checkbox"/>
Porcentaje de anticongelante [%]	30,0	<input type="checkbox"/>
Longitud del circuito primario [m]	7,5	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	12,0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	30,0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	espuma de poliuretano	<input type="checkbox"/>
Sistema de apoyo		
Tipo de sistema	Caldera de biomasa	<input type="checkbox"/>
Tipo de combustible	Biomasa	<input type="checkbox"/>
Acumulación		
Volumen [l]	350,0	<input type="checkbox"/>
Distribución		
Longitud del circuito de distribución [m]	30,0	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	17,0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	30,0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	espuma de poliuretano	<input type="checkbox"/>
Temperatura de distribución [°C]	65,0	<input type="checkbox"/>