



Escola Superior d'Enginyeries Industrials,  
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# Projecte de camperització d'un vehicle

---

Escola Superior d'Enginyeries  
Industrials, Aeroespacial i Audiovisual  
de Terrassa

**Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica**

Autor:  
David Varas Solano

Directora:  
Elisabet Amoros Casahuga

**27 d'abril del 2020**



## AGRAÏMENTS

M'agradaria agrair tot el suport i ànims que he rebut de part dels meus pares, germà i amistats més properes, que en tot moment he pogut comptar amb ells i han sigut de gran ajuda. També agrair al grup d'amistats de la universitat per aquest quatre anys i mig de carrera i totes les experiències i lliçons que hem viscut plegats.

I finalment, agrair la feina de la directora del projecte, Elisabet Amoros, que ha estat sempre molt accessible, involucrada i de gran ajuda en l'evolució del projecte.



## Objecte

En la realització del present projecte es pretén fer el disseny teòric d'un prototip que doni solució a tots els aspectes elèctrics i electrònics que es troben dins d'un vehicle camperitzat. Així doncs, s'englobarà en un mateix element cada un dels dispositius i circuits per tal de dur a terme les funcions de conversió d'energia, control i visualització de la informació de la instal·lació, generació d'energia i autonomia de tot el sistema. Sumat a tot això, volem atorgar – li a aquest disseny la qualitat de poder ser mòbil i adaptable, és a dir, que el puguem incorporar en qualsevol tipus de vehicle i en el moment que deixem de necessitar la seva utilització poder extreure'l del vehicle i emmagatzemar – lo o utilitzar – lo en un altre vehicle o per una altre finalitat.

Així doncs, el resultat final que volem aconseguir és ser capaços de dissenyar un dispositiu que sigui capaç de satisfer les necessitats elèctriques i electròniques en les que trobi una persona al utilitzar un vehicle camper, amb la característica de que aquesta instal·lació no serà fixa al vehicle, creant així, el mòdul ComfortCamper.

## Justificació de la utilitat

El món de camperitzar un vehicle per poder ser utilitzat com a habitatge, ja sigui per passar unes vacances o sortides de pocs dies sense haver d'assumir costos d'allotjament en hotels o apartament, cada dia és més extens i compte amb més persones que ho veuen com una bona opció per moure's i fer turisme. Això és gràcies a que presenta una sèrie d'avantatge força importants, com ara la llibertat de poder desplaçar – te lliurement sense preocupar – te massa d'on passaràs la nit ni planificar el lloc, ja que hi ha infinitat de localitats on poder dormir i gràcies a tenir “la casa sobre rodes” et podràs adaptar a cada lloc. Lligat això, dispondrem de la llibertat de poder anar adaptant la ruta i els llocs d'interès on volies estar en funció únicament teva, sense dependre de reserves. Així doncs, podràs escollir si passar més temps en un poble o ciutat determinats que vols descobrir més a fons o si decideixes invertir el teu temps en altres llocs nous per descobrir.

A tot això es suma l'avantatge de disposar d'aquesta llibertat a un baix cost, ja que per dormir i cuinar (costos que solen elevar força el pressupost d'unes vacances) no ens serà necessari dependre del servei d'un tercer, ja que serem autònoms en aquests aspectes.

D'aquesta manera, per tal d'aconseguir una estància còmode i agradable quan viatgem en el nostre vehicle camperitzat, haurem d'instal·lar una sèrie d'elements que ens permetin gaudir i sentir – nos com a casa. Amb aquesta idea, el mòdul ComfortCamper busca incorporar tots aquells elements tant pràctics com essencials que utilitzem en el nostre dia a dia a dins d'un vehicle. Això comportarà ser capaços de poder alimentar els aparells domèstics que utilitzem diàriament, fent les conversions d'energia oportunes per tal de que sigui possible, disposar d'il·luminació i altres elements encarats a la seguretat de les persones i dels bens. Finalment, també haurem d'incloure aquells dispositius que ens serviran per crear un espai més confortable.

El mòdul ComfortCamper respon a la necessitat de la gent que no tenint una caravana o autocaravana vol disposar d'un 'habitable' per al seu vehicle i a més a més s'ha dissenyat perquè pugui instal·lar-se al vehicle amb facilitat i treure'l quan l'usuari ja no el necessiti guardant-lo còmodament, ja que disposa de rodes per a millorar el seu transport i emmagatzematge. Així doncs el mòdul ComfortCamper també respon a la necessitat de flexibilitat, confort i ergonomia.

## Especificacions bàsiques

En primer lloc haurem de complir la normativa vigent pel que fa a la part del vehicle, adequant – nos a la llei i fent la instal·lació per tal de que pugui passar amb èxit les homologacions pertinents i no suposi cap problema de seguretat pels usuaris i ocupants del vehicle. Aquesta part afectarà principalment a la instal·lació de la placa solar, l'escomesa de 230V en l'exterior del vehicle per tal de poder connectar – nos a la xarxa elèctrica i al circuit elèctric que anirà connectat al alternador del vehicle, juntament amb la bateria principal del mateix per tal de carregar la bateria del mòdul.

En segon lloc haurem de respectar la normativa pel que fa a les instal·lacions elèctriques que realitzarem en el mòdul (fusibles i equips de seguretat per sobretensió, sobreintensitat i curtcircuit) i tot el referent en normativa sobre electricitat, circuits electrònics i comunicacions.

Un altre requisit a tenir present és que aquest mòdul ha de ser robust i lleuger per tal de que sigui pràctic desplaçar – lo i no afecti en excés el consum del vehicle. També haurem de procurar desenvolupar un disseny el més petit possible, ja que en l'interior d'un vehicle no disposem de molt espai i l'hem d'aprofitar al màxim.

## Metodologia

Primer de tot s'ha realitzat un estudi inicial de com es troba el mercat camper actualment. Aquest estudi preliminar ha consistit en recopilar informació i documents, anar a conèixer alguna empresa dedicada al sector i assistir a la fira del caravàning a Barcelona, per tal de recollir noves idees de funcionalitats per aquest projecte i veure les innovacions més recents del sector. Tot això ho hem fet per tal de poder desenvolupar un projecte amb la major polivalència possible i que solucioni amb èxit alguns aspectes sense tractar i possibles limitacions o inconvenients d'aquesta tipologia de vehicles.

A més, hem estructurat el projecte amb diferents fases per tal d'abordar i solucionar amb èxit cada una de les parts que configuraran el sistema final, el mòdul que hem anomenat ComfortCamper. Així doncs, hem estudiat en la primera fase del projecte les necessitats referents a emmagatzematge de l'energia, per mitjà d'una bateria analitzant els diferents models i capacitat que hauria de tenir amb l'autonomia que desitjàvem i el consum estimat. En la mateixa fase, hem estudiat i donat solució a les diferents tipologies de conversió d'energia per tal de poder alimentar els aparells elèctrics domèstics que un usuari pot utilitzar. Això ha suposat dissenyar esquemes elèctrics per poder disposar de sortides de tensió de 12V i 5V de tensió continua i realitzar l'estudi per tal d'incorporar un inversor de 12V DC a 230 AC per tal d'alimentar aparells que funcionin amb corrent altern.

En la fase 2 hem tractat els aspectes referents a la generació de l'energia per tal de poder ser emmagatzemada en la bateria. S'han desenvolupat tres sistemes de generació, els quals han sigut un sistema fotovoltaic, la connexió al alternador del vehicle i un sistema per tal d'alimentar – nos a través de la xarxa elèctrica. Pel que fa al sistema fotovoltaic, s'ha realitzat l'estudi de consums i simulacions per tal de trobar la potència de panell solar que ens permetés disposar d'una major autonomia i seguidament, hem realitzat comparacions amb taules VTP per trobar el model més òptim pel nostre projecte. En la generació d'energia a partir del alternador hem realitzat el corresponent esquema elèctric de connexió entre la bateria principal i la bateria del mòdul ComfortCamper i pel que fa a la tercera font de generació, des de la xarxa elèctrica, hem analitzat les característiques del rectificador que havíem d'implementar i després hem comparat els diferents models amb una taula VTP per tal de trobar els que més ens satisfieia.

A més, en aquesta segona fase hem incorporat un regulador de càrrega MPPT que ens servirà per tal de realitzar la connexió entre les fonts de generació, la bateria i tot el conjunt de càrregues que desitgem connectar.

En la tercera fase del projecte, hem incorporat els diferents sensors, actuadors i sistemes de comunicació pe tal de poder atorgar al mòdul noves funcionalitats, com ara la commutació de les diferents fonts de generació (tant manual com automàtic), mesures de la temperatura i la humitat, la incorporació d'un localitzador GPS, un detector de gas, un rellotge RTC i la il·luminació del vehicle. L'element encarregat de realitzar el control de tots aquests elements serà



destinada a un microcontrolador i hem acompanyat les explicacions dels esquemes elèctrics de connexió i els algorismes que faran possible dur a terme el conjunt de funcionalitats.

Pel que fa a la fase 4 hem tractat sobre els dispositius HMI que ens permetran el control i la visualització de la informació del conjunt de sensors i actuadors que s'han incorporat en la fase 3. En aquesta fase, utilitzarem un panell resistiu TFT i desenvoluparem una aplicació mòbil, per tal de que l'usuari pugui disposar del control en dos dispositius diferents. En aquesta fase, s'ha realitzat el disseny gràfic de totes dues aplicacions.

Finalment, hem acompanyat el projecte dels costos de material de cada fase, a més de l'estipulació de la normativa i homologacions que s'hauran de dur a terme per tal la construcció del mòdul. També hem realitzat l'estudi del impacte mediambiental que suposarà el projecte i com reciclar els elements un cop finalitzada la seva vida operativa.

## Abast

En aquest projecte es realitzaran les següents tasques:

- Estudi teòric dels components elèctrics i electrònics necessaris per la realització del mòdul.
- Estudi de les necessitats energètiques per diferents tipus d'usuaris.
- Estudi d'una font d'energia externa renovable; plaques solars.
- Disseny dels esquemes electrònics.
- Disseny dels algorismes de control.
- Estudi d'alternatives mitjançant el mètode VTP.
- Disseny gràfic pel control i visualització mitjançant una app.
- Estudi del pressupost material del mòdul.
- Estudi de la normativa i homologacions necessàries.
- Estudi d'impacte mediambiental.

Quedaran fora de l'abast la realització de:

- Pressupost PEC.
- El procés d'ensamblatge.
- Desenvolupament dels codis de programació
- L'estudi de l'estructura regulable de la subjecció del panell fotovoltaic.
- El control de la regulació de la temperatura interior del vehicle.



## Índex

Introducció .....	16
Memòria .....	17
1.1. Fase preliminar. Recerca d'informació .....	17
1.1.1. Explicació de camperitzar un vehicle .....	17
1.1.2. Història, antecedents i evolució dels vehicles vivenda .....	17
1.1.3. Investigació de tendències actuals.....	18
1.2. Fase 1. Realització fase genèrica.....	19
1.2.1. Bateria auxiliar .....	19
1.2.1.1. Definició bateria i necessitat per a la construcció del mòdul .....	19
1.2.1.2. Escollir tipologia de bateria auxiliar.....	19
1.2.1.3. Càlcul de la capacitat necessària .....	21
1.2.1.4. Elecció bateria.....	25
1.2.2. Ondulador/Inversor de 12V DC a 230V AC.....	27
1.2.2.1. Rellevància del ondulador .....	27
1.2.2.2. Explicació de que consisteix un ondulador .....	28
1.2.2.3. Possibles mètodes per implementar l'ondulador.....	29
1.2.2.4. Tipologies de càrregues que hi connectarem al ondulador .....	31
1.2.2.5. Elecció del ondulador .....	33
1.2.2.6. Esquema de connexió del ondulador.....	34
1.2.3. Convertidor de 12V DC a 5V DC.....	34
1.2.3.1. Rellevància del convertidor de 12V a 5V (DC-DC) .....	34
1.2.3.2. Característiques del convertidor DC-DC.....	35
1.2.3.3. Possibles convertidors (circuitos i models) .....	38
1.2.3.4. Elecció del convertidor .....	42
1.2.3.5. Esquema de connexió del convertidor DC-DC.....	44
1.2.4. Sortides de 12V DC .....	44
1.2.4.1. Rellevància de la instal·lació de sortides de 12V DC .....	44
1.2.4.2. Estudi de la potència i la quantitat necessària de sortides.....	44
1.2.4.3. Esquema elèctric de les sortides de 12V DC.....	47

1.2.5. Pressupost de material per la realització de la fase 1 .....	47
1.3. Fase 2. Alimentació .....	48
1.3.1. Alimentació a partir de plaques solars.....	48
1.3.1.1. Introducció a l'energia fotovoltaica.....	48
1.3.1.2. Part d'un sistema de plaques solars autònom .....	50
1.3.1.3. Càlculs de la instal·lació de plaques solars .....	52
1.3.1.3.1. Estimació del consum .....	52
1.3.1.3.2. Anàlisi del mapa de potencial fotovoltaic i simulació.....	54
1.3.1.3.3. Anàlisi de resultats.....	60
1.3.1.3.4. Instal·lació suport panell solar semi – fix.....	61
1.3.1.3.5. Elecció del mòdul fotovoltaic.....	62
1.3.2. Alimentació a través del alternador .....	64
1.3.2.1. Definició i funcionament alternador.....	64
1.3.2.2. Disseny del circuit i problemàtica de la connexió de dos bateries en paral·lel .....	66
1.3.2.3. Connexió de dues bateries amb un regulador de càrrega .....	67
1.3.3. Alimentació a partir de la xarxa elèctrica .....	68
1.3.3.1. Elecció del rectificador AC/DC 12V .....	68
1.3.4. Regulador de càrrega .....	69
1.3.4.1. Tipologies reguladors de càrrega .....	69
1.3.4.2. Elecció del regulador de càrrega.....	70
1.3.5. Esquema elèctric de les fonts d'alimentació.....	73
1.3.6. Pressupost fase 2 .....	74
1.4. Fase 3 Controls i electrònica del sistema .....	74
1.4.1. Explicació microcontrolador utilitzat. Arduino Mega 2560.....	74
1.4.2. Alimentació microcontrolador. Incorporació regulador de tensió .....	75
1.4.2.1. Esquema elèctric i elements del regulador de tensió .....	76
1.4.3. Control per les tres fonts d'alimentació .....	76
1.4.3.1. Hardware del circuit.....	77
1.4.3.1.1. Hardware de la part de potència .....	78
1.4.3.1.2. Hardware de la part de control.....	79
1.4.3.2. Disseny del algoritme .....	82

1.4.3.3. Esquema elèctric.....	82
1.4.4. Mesura de la temperatura i la humitat .....	83
1.4.4.1. Incorporació hardware. Sensor de temperatura i humitat .....	84
1.4.4.2. Disseny algoritme.....	84
1.4.4.3. Esquema elèctric.....	84
1.4.5. Detector de fugues de gas .....	85
1.4.5.1. Rellevància del detector .....	85
1.4.5.2. Elecció del detector .....	86
1.4.6. Incorporació rellotge .....	87
1.4.6.1. Explicació de les funcionalitats del rellotge.....	87
1.4.6.2. Característiques rellotge RTC .....	88
1.4.6.3. Disseny algoritmes .....	89
1.4.6.4. Esquema elèctric.....	89
1.4.7. Incorporació localitzador GPS.....	90
1.4.7.1. Característiques i funcionalitats localitzador GPS.....	90
1.4.7.2. Configuració i connexions .....	91
1.4.7.3. Disseny algoritme.....	92
1.4.7.4. Esquema elèctric.....	93
1.4.8. Il·luminació vehicle.....	93
1.4.8.1. Opcions referent a la instal·lació de la il·luminació .....	94
1.4.8.2. Disseny algoritme.....	95
1.4.8.3. Esquema elèctric.....	95
1.4.9. Comunicació Bluetooth .....	96
1.4.9.1. Esquema elèctric.....	97
1.4.10. Pressupost fase 3 .....	98
1.5. Fase 4. Elements de control.....	98
1.5.1. Panell HMI. Visualització informació i control .....	99
1.5.1.1. Esquema elèctric.....	99
1.5.1.2. Disseny gràfic pantalla HMI .....	100
1.5.2. Aplicació per a dispositius mòbils.....	106
1.5.2.1. Disseny gràfic aplicació per a mòbil.....	106



1.6. Pressupost de material.....	112
Normativa i homologacions.....	113
Estudi del impacte mediambiental .....	115
Planificació .....	116
Conclusions .....	118
Bibliografia.....	119
Annex A. Resultats de les simulacions del panell fotovoltaic, software PVGIS	122
A.1. Resultats zona baixa insolació .....	122
A.1.1. Baix consum.....	122
A.1.2. Consum mitjà .....	125
A.1.3. Consum alt .....	128
A.2. Resultats zona mitjana insolació .....	131
A.2.1. Baix consum.....	131
A.2.2. Consum mitjà .....	134
A.2.3. Consum alt .....	137
A.3. Resultats zona alta insolació.....	140
A.3.1. Baix consum.....	140
A.3.2. Consum mitjà .....	143
A.3.3. Consum alt .....	146
Annex B. Disseny dels diagrames de codi de les aplicacions .....	149
B.1. Control manual de les fonts d'alimentació del mòdul.....	149
B.2. Control automàtic de les fonts d'alimentació del mòdul.....	151
B.3. Obtenció i visualització magnituds de temperatura i humitat .....	153
B.4. Visualització del dia i hora.....	155
B.5. Configuració de l'alarma .....	157
B.6. Càlcul inclinació panell fotovoltaic.....	158
B.7. Obtenció localització GPS a través d'un missatge de text.....	160
B.8. Control de la il·luminació.....	161
Annex C. Taula amb els valors comercials de les resistències. E6 – E12 – E24 – E48.....	163
Annex D. Fitxes de característiques i datasheets.....	164

## Índex de taules

Taula 1. Estimació 1 consums elèctrics .....	24
Taula 2. Estimació 2 de consums elèctrics .....	25
Taula 3. Característiques dels diferents models de bateria .....	27
Taula 4. Comparació de les bateries a partir d'una taula VTP.....	27
Taula 5. Classificació dels dispositius segons el tipus de càrrega.....	32
Taula 6. Característiques dels onduladors .....	33
Taula 7. Comparació onduladors a partir d'una taula VTP .....	34
Taula 8. Llistat de dispositius alimentats a 5V DC.....	36
Taula 9. Característiques convertidor DC-DC .....	43
Taula 10. Comparació convertidors DC-DC a partir d'una taula VTP .....	43
Taula 11. Llistat de dispositius alimentats a 12V DC i la seva potència nominal	45
Taula 12. Llistat de dispositius alimentats a 12V DC i la seva intensitat nominal	46
Taula 13. Pressupost de material per a la realització de la fase 1 .....	47
Taula 14. Estimació de consum. Escenari 1, consum baix.....	53
Taula 15. Estimació de consum. Escenari 2, consum mitjà.....	53
Taula 16. Estimació consum. Escenari 3, consum elevat.....	54
Taula 17. Descripció del tipus de zona i la seva localització .....	55
Taula 18. Valors de cada un dels paràmetres per tal de realitzar la simulació ...	59
Taula 19. Valors de la inclinació òptima del panell segons la posició i l'època del any .....	59
Taula 20. Característiques dels diferents panells fotovoltaics .....	63
Taula 21. Comparació panells fotovoltaics a partir d'una taula VTP .....	63
Taula 22. Característiques dels diferents rectificadors AC/DC 12V .....	68
Taula 23. Comparació rectificadors AC/DC a partir d'una taula VTP.....	69
Taula 24. Valors de tensió circuit obert i intensitat de curtcircuit panell fotovoltaic .....	72
Taula 25. Característiques dels reguladors de càrrega.....	73
Taula 26. Comparació dels reguladors de càrrega a partir d'una taula VTP.....	73
Taula 27. Pressupost de material per a la realització de la fase 2.....	74
Taula 28. Valors pel càlcul de la resistència de base del transistor.....	79
Taula 29. Tensions mínimes de funcionament de les tres fonts generadores ....	80
Taula 30. Valors màxims de tensió fonts d'alimentació .....	80
Taula 31. Valors R1 i R2 de cada divisor de tensió.....	81
Taula 32. Valor comercial resistències R1 dels divisors de tensió .....	82
Taula 33. Característiques sensor d'humitat i temperatura DHT22 .....	84
Taula 34. Característiques dels diferents detectors de fuites de gas.....	87
Taula 35. Comparació dels detectors de fuites de gas a partir d'una taula VTP.	87
Taula 36. Pressupost de material per a la realització de la fase 3.....	98
Taula 37. Pressupost de material .....	112



Taula 38. Possibles estats variable control ..... 149  
Taula 39. Valors comercial resistències. Sèries: E6 – E12 – E24 – E48. .... 163

## Índex de figures

Figura 1. Diagrama de blocs entrada/sortida ondulador/inversor. ....	28
Figura 2. Diagrama de blocs dels elements d'un inversor d'ona sinusoidal. ....	29
Figura 2. Forma d'ona sinusoidal pura. ....	30
Figura 3. Forma d'ona sinusoidal modificada. ....	31
Figura 4. Diagrama de blocs 1 d'un convertidor DC-DC. ....	35
Figura 5. Diagrama de blocs 2 d'un convertidor DC-DC. ....	38
Figura 6. Esquema elèctric d'un divisor de tensió. ....	39
Figura 7. Diagrama de blocs regulador de tensió. ....	40
Figura 8. Diagrama de blocs convertidor DC-DC commutat. ....	40
Figura 9. Esquema elèctric convertidor DC-DC commutat buck no aïllat. ....	41
Figura 10. Esquema elèctric convertidor DC-DC commutat buck amb aïllament. .....	42
Figura 11. Diversos tipus de radiació solar que es produeixen quan la radiació travessa l'atmosfera terrestre. ....	49
Figura 12. Mapa del potencial fotovoltaic dels països europeus. ....	55
Figura 13. Ubicació sobre un mapa de la localització de les zones on s'ha fet la simulació. ....	56
Figura 14. Explicació concepte d'azimut. ....	58
Figura 15. Diagrama de blocs del funcionament d'un alternador. ....	64
Figura 16. Diferents elements que configuren un alternador. ....	65
Figura 17. Formes d'ona d'un alternador. ....	65
Figura 18. Connexió antenes en el mòdul SIM808. ....	92
Figura 19. Diagrama de Gantt d'elaboració del projecte. ....	117
Figura 20. Diagrama de Gantt del treball futur proposat. ....	117

## Introducció

El següent treball s'ha realitzat durant el curs 2019-2020 a l'ESEIAAT. En el treball, hem volgut dissenyar de forma teòrica tota la composició d'elements necessaris per tal de configurar un mòdul que doni solució a tots els aspectes elèctrics i electrònics que es poden requerir en l'interior d'un vehicle quan realitzem un viatge amb ell i l'utilitzem per pernoctar, cuinar i fer vida.

Per elaboració del treball, s'ha estudiat quines eren aquestes necessitats requerides, quins avantatges comportaven i com donar solució a cada una d'elles.

D'aquesta manera, el mòdul ComfortCamper atorgarà més seguretat al vehicle i als seus ocupants, ja que al incloure un localitzador GPS i el detector de fuites de gas, farà que ens trobem més protegits. A més, amb l'ondulador de 12VDC a 230V AC, els ports USB, la il·luminació, la informació de temperatura i humitat entre d'altres, li estem donant noves funcionalitats al vehicle. Tot un seguit de funcions pràctiques i útils que potser anteriorment no disposava i que van destinades a satisfer les necessitats del usuari.

Una altra avantatge que trobem és que al no estar fixat al vehicle, li donem polivalència i fa que el podem utilitzar en altres llocs que no sigui l'interior d'un vehicle, com podria ser un lloc on no hi hagi electricitat o un altre vehicle. Alhora, això també comporta que podem extreure el mòdul del vehicle per aconseguir un major espai, més comoditat i menor pes. En cas contrari, si el deixem instal·lat en el vehicle, disposarem de noves prestacions que anteriorment no disposava, com el localitzadors GPS i la presa de 230V AC.



## Memòria

### 1.1. Fase preliminar. Recerca d'informació

En els següents pàgines, hem cregut pertinent fer un breu recull d'informació previ a l'elaboració del mòdul ComfortCamper. Així doncs, us explicarem de forma entenedora en que consisteix la filosofia camper, quina és la seva història i quines característiques li demanarem que compleixi per tal de desenvolupar un prototip i un producte final amb les millors prestacions possibles. També parlarem dels llocs on s'ha assistit en aquesta fase de recerca per tal de completar amb èxit aquesta fase preliminar.

#### 1.1.1. Explicació de camperitzar un vehicle

Quan parlem de camperitzar un vehicle, ens referim al seguit de tasques que es duen a terme per tal de transformar un vehicle convencional i adaptar – lo per tal de que pugui ser utilitzat com a habitacle.

Dins d'aquest món, existeixen una gran quantitat de tipologies de vehicles (furgonetes, autocaravanes, turismes) que s'adapten per tal d'aconseguir aquest objectiu. Al mateix temps, hi ha una gran quantitat de graus de camperització. El grau de camperització fa referència al conjunt d'elements i accessoris instal·lats per tal d'adaptar l'espai del vehicle per tal de convertir – lo en un habitacle. D'aquesta manera, com més funcionalitats disposem dins del vehicle (llit, cuina, electricitat, dutxa i lavabo) estarem parlant d'un grau de camperització més elevat.

#### 1.1.2. Història, antecedents i evolució dels vehicles vivenda

Els primers models del que podríem denominar com a autocaravanes, neixen l'any 1885 a Anglaterra. Aquest consistia en un carruatge que en el seu interior podíem trobar una cuina, una taula i un sofà – llit.

No és fins l'any 1920 que es construeixen les primeres autocaravanes sobre vehicles a motor. Aquest primers models, fets de forma artesanal i al gust del client, eren exclusius per a clients amb un elevat nivell econòmic.

L'any 1947, el holandès Ben Pon, en un viatge a Alemanya per veure la planta de producció de Volkswagen a la localitat de Wolfsburg, realitza el primer esborrany del que seria la primera Volkswagen Camper T1. La idea va agradar a la companyia i l'any següent es van començar a fabricar els primers prototips. En aquesta història, apareix l'empresa Westfalia que finalment va ser la impulsora l'any 1951 de desenvolupar el seu primer model d'autocaravana basat en una furgoneta Volkswagen. Aquest model disposava de quatre llits en el seu interior i l'any 1961 es van començar a produir en sèrie els primers models.

Amb el pas dels anys, van començar a sorgir diferents empreses destinades a la producció de autocaravanes fins arribar als nostres dies on el mercat s'ha fet molt més gran i existeixen una gran varietat de models.

Actualment, moltes marques automobilístiques comercialitzen el seus models camperitzats, alguns exemples són Mercedes – Benz amb el model Marco Polo, Opel amb el model Vivaro Life, Peugeot amb el model Traveller, Citroën amb el model SpaceTourer, entre d'altres. Volkswagen també segueix en el sector i 70 anys més tard d'aquell primer model ja van per la sisena generació.

Sumat a tot això, han sorgit en els últims temps un gran nombre d'empreses destinades a la conversió de furgonetes de transport en cases sobre rodes.

### **1.1.3. Investigació de tendències actuals**

Per tal de poder seguir recopilant informació i conèixer més a fons el món dels vehicles camperitzats, vam creure que seria de gran interès poder assistir a la fira del Caravaning del 2019, celebrada a Barcelona al mes d'octubre. Aquesta visita ens va ser de gran ajuda, ja que ens va permetre agafar noves idees que en un primer moment no havíem contemplat i ens va ajudar a recopilar una enorme quantitat d'informació, des de models, empreses, accessoris, etcètera. D'aquesta manera ens vam poder posar amb contacte amb lulukabaraka, empresa encarregada a la venda de tot tipus d'accessoris per a la camperització de vehicles, i ens va facilitar catàlegs de productes i suggeriments que ens han sigut de gran ajuda per l'elaboració del projecte.

A la fira, també vam poder parlar amb comercials de EGOE, la qual és una empresa que es dedica a fer mòduls de camperització que s'adapten al model de vehicle que tinguis i el converteixen en un vehicle camperitzat, amb armaris, cuina, llit i els accessoris perquè puguis passar en el teu vehicle particular unes agradables vacances. Aquesta idea ens va servir d'inspiració per tal de definir una de les característiques principals del mòdul ComfortCamper, la polivalència. Així doncs, al llarg del projecte buscarem aconseguir fer un disseny que sigui capaç d'adaptar – se de la millor manera possible a tots els tipus de campers que es trobi i als clients que en faran ús en un futur. Al mateix temps, va reforçar la idea que teníem en un inici del treball de poder el nostre propi vehicle com a camper, i no haver de tenir un segon vehicle destinat únicament per realitzar aquesta funció.

Aquesta investigació també va anar acompanyada de la visita d'una empresa del sector, la qual es dedica a camperitzar furgonetes dissenyades pel transport de mercaderies i persones, convertir – les en habitatges sobre rodes. Aquesta empresa que ens va obrir les seves portes va ser Ivancamperizados, de la localitat de Sant Esteve de Sesrovires.

## 1.2. Fase 1. Realització fase genèrica

### 1.2.1. Bateria auxiliar

#### 1.2.1.1. Definició bateria i necessitat per a la construcció del mòdul

En primer lloc, necessitem un element que ens permeti poder subministrar energia elèctrica a la resta de components i aparells del sistema. Es donaran moltes situacions en les quals, no existirà la possibilitat d' endollar el mòdul a una xara elèctrica per tal de subministrar el corrent elèctric i així alimentar tant el mòdul en sí, com a la gran varietat d' elements elèctrics i electrònics els quals vulguem utilitzar. Així doncs, recau la qüestió de com atorgar – li una autonomia al mòdul, que pugui ser independent d'una xarxa elèctrica i que pugui emmagatzemar energia per poder utilitzar – la en un futur. Això ens porta a que haurem d'instal·lar al nostre mòdul un element acumulador d'energia, més comunament anomenat bateria. En la indústria camper, aquesta bateria agafa el nom de bateria secundària o bateria auxiliar, ja que el nostre vehicle ja disposa d'una bateria elèctrica, la qual serveix per l'arrencada del motor en vehicles de combustió com per alimentar tot el conjunt de dispositius electrònics i elèctrics (llums, sensors, navegador, etcètera) que formen part del vehicle.

Així doncs, una bateria o acumulador consisteix en un element que emmagatzema energia química i la converteix en energia elèctrica (a través d' una reacció).

Actualment podem trobar una gran varietat de tipus bateries, atenent a els elements emprats en la seva fabricació.

#### 1.2.1.2. Escollir tipologia de bateria auxiliar

Hem desenvolupat una recerca d'informació referent a les diverses tipologies de bateries que hi ha. Es poden classificar en diversos grups i farem una comparativa per trobar la més adient a les necessitats marcades pel mòdul camper. Aquesta comparació, únicament l'hem realitzada entre els grups que complien uns requisits fonamentals, els quals eren que fossin recarregables (bateries reversibles) i que a més, el tipus de bateries no suposessin un problema per la salut, ja que hi ha bateries que poden presentar bones prestacions i un baix preu, però al estar compostes per materials contaminants, poden suposar un risc per la salut, així que per el nostre propòsit, les hem descartat directament i ens centrarem en les tipologies que restin. També, hem de tindre present que aquesta bateria anirà situada dins d'un mòdul que serà mòbil, és a dir, que no quedarà fixa en una posició i lloc, sinó que l'usuari podrà desplaçar el mòdul ja sigui per l'interior del seu vehicle per trobar el lloc més idoni com per extreure – la del vehicle i deixar –

la guardada a casa o fins i tot utilitzar – la en un lloc on no hi arriba la xarxa elèctrica i vulgui utilitzar el mòdul per poder tenir autonomia.

També quedaran excloses d'un estudi més profund aquella tipologia de bateries que presentin un efecte memòria elevat (com són el cas de les bateries de Níquel-Cadmi i les de níquel-hidrur metàl·lic). L'efecte memòria és un fenomen que redueix la capacitat de les bateries quan es carreguen de forma incompleta, és a dir, que es carreguen sense haver – se descarregat completament. Això fa que en el seu interior es creïn vidres i es veu seriosament afectada la seva capacitat. Així doncs, com nosaltres per les aplicacions que li donarem i formes de carregar la bateria (a través de plaques solars, la xarxa elèctrica o l' alternador del cotxe que veurem amb més profunditat en la segona fase) no podem assegurar que puguem realitzar correctament les cargues completes, hem decidit deixar – les al marge i que no entrin en el nostre estudi.

A més, hi haurà una altre característica de gran interès per tal d'escollir la bateria. Aquestes característica és el treball en cicles. El treball en cicles, consisteix en efectuar cicles de carga i descarrega de la bateria de forma continuada. Aquests tipus de bateries, tenen plaques gruixudes en el seu interior que permetent descàrregues profundes. En contrapartida, no suporten demandes d'intensitat en períodes breus. Per tal d'avaluar aquesta característica, tenim el deep cycle (cicle de càrrega profund).

Dit tot això, fem una breu presentació de les tipologies de bateries que trobem al mercat que satisfan aquest requisits fonamentals. Seguidament farem una breu descripció del seu funcionament i prestacions i per últim analitzarem quin és el grup que més ens satisfà per la nostra finalitat.

#### Principals tipus de bateries que trobem al mercat:

##### 1. **Plom – àcid VRLA (valve-regulated lead-acid).**

Estan formades per elèctrodes de plom banyats en un electròlit d'àcid sulfúric.

Presenten una baixa relació entre el pes que ocupen i l' energia que emmagatzemant però, tenen una llarga durabilitat i un cost relativament econòmic.

Inicialment, podem fer una classificació entre dos grans grups, en els quals podem diferenciar les anomenades obertes i les segellades.

Pel que fa a les de tipo obertes, estan composades per cel·les amb dos plaques de plom que fan d'elèctrodes banyats en un electròlit líquid a base d'àcid sulfúric diluït. El principal problema d'aquesta tipologia és que els gasos de les reaccions de carga i descarrega (altament contaminants per la salut i explosius) es troben

lliures, cosa que es pot donar el cas de que es desprenguin. Així doncs, hem decidit excloure aquesta categoria.

Per altre banda, les bateries segellades, comunament anomenades VRLA (valve – regulated lead – acid) és diferencien amb el grup anterior ja que aquestes l'elèctrode es troba immobilitzat gràcies a una malla de fibra de vidre o afegint silici en pols. El gran avantatge que els hi dona és que ja no es produeix l'expulsió de gasos i per tant, la podem utilitzar en espais confinats, com és l'interior del vehicle. Altres avantatges que les fan especialment útils per la nostra aplicació és que es poden col·locar en qualsevol posició (no totes les bateries ho permeten) i són molt poc sensibles a cops i vibracions, punt a favor amb molt de pes ja que pretenem dissenyar un element mòbil i a més, al viatjar al interior d' un vehicle va subjecte a que estigui en constant moviment.

### 3. **Bateries d' ions de liti:**

Aquest tipus de bateries són de gran utilització en el que anomenem electrònica de petit consum, aquest grup de productes engloba dispositius electrònics com ara telèfons mòbils, drons i rellotges intel·ligents.

Presenten una molt bona densitat energètica cosa que repercuteix amb un bon rendiment. A més, tenen una mida petita i compacte.

Com a inconvenients hem de dir que tenen una vida útil curta (al voltant dels tres anys). A més, també presenten els inconvenients de que no es poden descarregar per sota d' un determinat voltatge ja que deteriora significativament la bateria i tampoc es poden sobrecarregar ja que els seus elements són inflamables i podria cremar o fins i tot explotar.

### 4. **Polímer de liti (LiPo)**

Les bateries de polímer de liti es van començant a produir a partir del 2006, així doncs encara es trobem en una fase de desenvolupament. Tenen aspectes molt semblants a les bateries anteriorment esmentades (les bateries de liti) ja que s' ha canviat l'electròlit per un polímer que pot estar en estat sòlid o gelatinós. Això permet poder – li donar forma i adequar – ho al disseny que vulguem.

Pel que fa a les avantatges i inconvenients, presenten molt bona densitat energètica però al igual que les bateries de liti, és perillós sobrecarregar – les i descarregar – les per sota un determinat voltatge.

#### *1.2.1.3. Càlcul de la capacitat necessària*

Un altre punt clau ha tindre present serà la capacitat de la bateria. La capacitat d' una bateria és la quantitat d' energia que és capaç d' emmagatzemar. Aquest valor

es sol expressar amb ampers-hora (Ah) i representa la quantitat d'electricitat que, en una hora pot arribar a subministrar.

L'objectiu marcat en un primer moment era garantir que el mòdul ComforCamper pugui estar funcionant correctament i servint d'alimentació per a altres dispositius electrònics durant 2 dies consecutius sense la possibilitat de ser carregat i amb un ús elevat (pitjor cas). Així doncs, garantim que l'usuari tindrà autonomia durant 2 dies per tal de que pugui utilitzar les funcionalitats del mòdul en totes les situacions.

Aquesta no és una tasca fàcil i no deixa de ser una aproximació generalitzada, ja que cada usuari li donarà un ús diferent al mòdul ComfortCamper, i dependrà d'un gran número de factors com ara el nombre d'usuaris que hi viatgin, el nombre d'aparells els quals vulguem subministrar corrent elèctric, el temps que passem dins el vehicle, etc. Tot i així, hem cregut necessari fer aquest càlcul per tal de saber quina capacitat hauríem de tenir per tal tenir un producte final que s'adeqüi el màxim possibles a les necessitats de cada usuari. D'aquesta manera, com hem esmentat anteriorment, hem decidit posar d'escena un consum elevat i amb una quantitat també elevada d'hores d'ús (major consum), ja que així podem assegurar que l'usuari sempre podrà utilitzar el mòdul.

A més de realitzar aquest càlcul, també serà fonamental pel nostre producte poder disposar d'un indicador del nivell de càrrega de la bateria i una estimació del temps de funcionament, per tal de donar – li al usuari informació rellevant referent al temps que li queda de funcionament. Aquesta part, es tractarà amb més profunditat en les fases 3 i 4 del projecte.

Seguidament, detallem com hem efectuat el càlcul per tal de tenir una idea del consum que tindrem en el nostre mòdul:

1. En primer lloc, hem realitzat un llistat dels possibles elements que hi connectarem. Hem acompanyat la llista amb la potència de cada un d'ells. En aquesta part, enumerem el conjunt de dispositius que volem alimentar amb el mòdul. Així doncs, hem detallat el conjunt d'elements que creiem que una persona li poden ser útils o pot utilitzar en un viatge en un vehicle camperitzat.
2. Hem estimat el temps de funcionament de cada un dels elements que desitgem alimentar en el pitjor cas. Així doncs, busquem un sobredimensionat del temps en el qual el farem servir i buscarem aquelles situacions on es realitzi un major consum. El temps d'ús no deixarà de ser una estimació, ja que és difícil dictaminar amb certesa aquests temps i dependrà de cada persona. Un altre factor que afectarà és l'època de l'any i la meteorologia, ja que al hivern, disposem de menys hores de llum cosa que farà que el temps d'utilització de la il·luminació sigui superior. Pel que



fa al temps, un dia de pluja en el qual no puguem fer activitats en l'espai exterior suposarà que passem més hores dins del vehicle i generem un consum més elevat. Tot i així, hem intentat realitzar unes bases per tal de donar un resultat el més proper possible a la realitat.

### Bases pel temps d'utilització dels aparells

- Il·luminació: la quantitat d'hores de llum que tindrem al llarg del dia ens dependrà en funció de la data del any i la ubicació on ens trobem. Com major sigui el nombre d'hores de llum que disposem, menor serà el temps d'utilització de la il·luminació i menor serà el consum.
  - Càrrega PC: és molt comú que en algun moment del dia vulguem fer ús d'un ordinador portàtil per tal de respondre algun correu, consultar el temps o lloc que visitar, veure una pel·lícula, guardar les imatges que hem fet amb la càmera i un llarg etcètera. Així doncs, hem contemplat aquesta possibilitat i hem fet un anàlisi del temps d'ús d'aquest dispositiu quan et trobes de vacances durant 1 hora i una potència de consum del aparell elevada. És cert també que en moltes situacions farem ús únicament de la bateria que incorpora l'ordinador i no consumirem bateria del mòdul, tot i així hem valorat un ús freqüent d'aquest dispositiu.
  - A dia d'avui, el telèfon s'ha convertit en un element indispensable per la majoria de nosaltres. L'utilitzem per moltíssimes aplicacions i amb molta freqüència, així que s'ha tingut en compte un consum estàndard d'aquests dispositius i s'ha buscat la informació relativa que dóna el fabricant sobre el seu temps de càrrega. És cert que variarà segons el model de telèfon, la capacitat de la bateria i la seva antiguitat però tot i així hem decidit agafar un valor mitjà per tal de tenir – ho present.
  - Hem tingut en compte el temps de funcionament amb una potència nominal de la nevera. Aquest tipus de dispositius es troben connectats totes les hores del dia, però quan realment presenten el seu consum màxim és quan la temperatura del seu exterior és més elevada. Així doncs, a les hores de més calor del dia i a l'estiu aquests dispositius presentaran un consum més elevat.
3. Un cop recollida tota aquesta informació en una taula, arriba el moment de trobar la potència consumida de cada element, expressada en Wh. Així doncs, haurem de realitzar la multiplicació entre la potència del element i el temps d'ús (hores cada dia per els dies d' autonomia que desitgem).

$$Potència consumida (Wh) = Potència dispositiu(W) * Temps d'ús(h)$$

$$Temps d'ús = Hores diàries d'utilització * Dies d'autonomia$$

Explicats els passos que hem dut a terme, presentem la taula per tal de saber la capacitat necessària de la bateria auxiliar:

Dispositius	Consum (W)	Temps estimat utilització (h)	Dies	Potència consumida (Wh)
Il·luminació furgoneta (12v)	10	5	2	100
Càrrega PC	100	1	2	200
Càrrega telèfons	15	2	2	60
Nevera	30	24	2	1440
Ports 5V			2	0
Ports 12V			2	0
Consum inversor (12V DC a 230V AC)	300	0,5	2	300
Consum inversor (12V DC a 230V AC)			2	0
<b>Càlcul final</b>	<b>Ah</b>			
Capacitat	175			

**Taula 1. Estimació 1 consums elèctrics**

Condicions del càlcul:

En aquesta primera fase del treball, en la qual hem començat a donar – li forma al projecte, encara queden moltes preguntes i coses que encara no hem dut a terme i que no podem precisar amb una certesa absoluta. Tampoc no hem pogut provar el mòdul en condicions reals per veure el seu funcionament. Així, en aquest context per tal de fer una correcta tria de la capacitat de la bateria, hem d'entendre que serà un càlcul estimat i que el valor podria variar amb proves pràctiques.

#### **Resultats obtinguts de la taula:**

La taula ens mostra que per la demanda que requerim d'energia durant 2 dies sense la possibilitat de carregar la bateria ens caldria una bateria que fos capaç de subministrar-nos al voltant de 175Ah. Per tal de que nos es vegi afectada la durabilitat de la bateria, no és gens recomanable descarregar completament una bateria ja que es veu seriosament afectada la seva vida útil i el nombre de cicles de càrrega i descàrrega que podrà realitzar. Per posar solució a aquest problema, hauríem d'incorporar en el nostre projecte una bateria del doble de capacitat que ens hagi donat el càlcul, així doncs, estaríem parlant d'un sistema acumulador capaç d'emmagatzemar al voltant de 350Ah.

En aquest punt apareix el primer problema que ens hem trobat en el nostre treball. Així doncs, veiem que les bateries que trobem al mercat amb la capacitat especificada tenen un pes de 70kg, convertint – lo amb un element que deixaria de ser mòbil.

Analitzant els resultats obtinguts, podem observar com l' element que presenta una demanda més elevada de potència és la nevera amb una potència de 1440Wh (ja que presenta un temps d' ús molt elevat). La segueix el consum del inversor amb 300Wh.



Així doncs, la solució trobada recau en intentar reduir el consum que li demanarem subministrar a la bateria. Existia una altre solució trobada que consistia en deixar fixa la bateria en el interior del vehicle i que fos un element exterior al mòdul, però per tal de poder – la utilitzar en diferents vehicles i fins i tot en algun lloc on no arribi la xarxa elèctrica ens hem decantat per la solució de realitzar un nou càlcul reduint el consum elèctric i deixant únicament aquell que hem cregut més necessari o que no es podia utilitzar un altre mitjà per tal d'alimentar l'aparell. Ens referim al cas de la nevera, el qual existeixen en el mercat neveres que funcionen amb gas butà i llavors no tenen la necessitat de ser alimentades per electricitat o si fem una bona previsió del viatge podem tenir gel congelat en el seu interior per tal de que mantingui refredi els elements del seu interior.

D' aquesta manera, us presentem el nou càlcul realitzat:

Dispositius	Consum (W)	Temps estimat utilització (h)	Dies	Potencia consumida (Wh)
Il·luminació furgoneta (12v)	10	2	2	40
Càrrega PC	100	1	2	200
Càrrega telèfons	15	1	2	30
Nevera	50	10	1	500
Ports 5V			2	0
Ports 12V			2	0
Consum inversor (12V DC a 230V AC)	300	0	2	0
Consum inversor (12V DC a 230V AC)			2	0
<b>Càlcul final</b>	<b>Ah</b>			
Capacitat	64,16666667			

**Taula 2. Estimació 2 de consums elèctrics**

Amb aquests nous resultats obtinguts, podem observar com s'ha reduït significativament el consum que es desenvoluparà en el vehicle. Fent una nova recerca de bateries amb aquesta capacitat, podem veure com el seu pes també s'ha reduït notablement i presenta un pes més idoni per tal de que el mòdul pugui ser un element mòbil i no perdre aquesta prestació que li volíem donar en un inici. D'aquesta manera, incorporem un nou requisit el qual el pes de la bateria no pot superar els 40kg, que és un pes que creiem que incorporant rodes al mòdul pel seu transport es un pes alt però raonable.

#### 1.2.1.4. Elecció bateria

D' aquesta manera, hem realitzat una recerca de 4 bateries diferents en el mercat que complíssim cada una de les característiques que requeríem per tal de realitzar el projecte, i amb l' ajuda d' una taula VPN analitzarem quina és la que millor encaixa en el nostre projecte. En aquesta recerca de bateries, buscarem models de bateries VRLA que presentin una capacitat entorn els 120-130Ah.

Presentem a continuació la sèrie de punts que hem tingut en compte en la comparativa de bateries:

- **Pes:** buscarem bateries que el seu pes sigui igual o inferior a 40kg, però que la bateria presenti un pes reduït serà un factor que valorarem de forma favorable ja que en tot moment buscarem la lleugeresa i la mobilitat del mòdul.
- **Dimensions:** al llarg del projecte, serà un factor que tindrem sempre present per tal de poder oferir un mòdul compacte i amb les dimensions més reduïdes possibles, atenent a la necessitat d'aprofitar el màxim l'espai possible en l'interior d'un vehicle.
- **Preu:** per tal de no encarir el cost final del mòdul, el preu també serà un factor que tindrem en compte en la comparativa amb la taula VTP.
- **Capacitat c10:** Aquest valor, expressat amb ampers, és la capacitat de la bateria quan aquesta sofreix una descàrrega total amb un règim constant durant 10 hores. Buscarem el valor superior d'aquesta característica, ja que es pot donar el cas que la bateria es trobi en aquesta situació, si la demanda d'energia és elevada.
- **Capacitat a c100:** també estudiarem la capacitat amb una duració de 100 hores. El qual és un desgast més prolongat que l'anterior i ens servirà per comparar les bateries.
- **Capacitat a una temperatura de 0 graus centígrads:** les bateries disminueixen la seva capacitat amb la temperatura. D'aquesta manera, agafarem aquest valor per tal de conèixer com afectarà la bateria en condicions adverses, i valorarem els models que aquesta capacitat sigui superior
- **Anàlisi del nombre de cicles de càrrega i descàrrega (50% i 75%):** són dos factors a tenir en compte ja que ens marcaran la vida útil que li podrem donar a la bateria.

A continuació presentem les característiques de cada una de les bateries. Totes les característiques han sigut obtingudes de les fitxes tècniques que ens facilita el fabricant:

	UCG120-12	UC120-12	UP-GS120	UP-SP160	Pmax-Pmin	Vmax	Vmin	Vmax-Vmin
Pes (kg)	37,2	37	23	39,1	4	39,1	23	16,1
Dimensions (mm3)	16196400	16328250	11570240	21621411	4	21621411	11570240	10051171
Preu (€)	198,86	208,39	143,99	229	4	229	143,99	85,01
Capacitat C10 (Ah)	120	120	110	130	4	130	110	20
Capacitat C100 (Ah)	138	138	120	160	4	160	120	40
Capacitat a 0°C (Ah)	86	86	92	92	4	92	86	6
Cicle de vida / DOD 75%	400	500	300	500	4	500	300	200
Cicle de vida / DOD 50%	830	750	800	1000	4	1000	750	250

Taula 3. Característiques dels diferents models de bateria

Seguidament, ens disposem a fer la taula VTP:

CRITERIS	PES	PROPOSTA							
		UCG120-12		UC120-12		UP-GS120		UP-SP160	
		G	P	PXG	P	PXG	P	PXG	P
Pes (kg)	10	1,47204969	14,7204969	1,52173913	15,2173913	5	50	1	10
Dimensions	5	3,1589568	15,794784	3,106485304	15,5324265	5	25	1	5
Preu	10	2,4181861	24,181861	1,969768263	19,6976826	5	50	1	10
Capacitat C10	15	3	45	3	45	1	15	5	75
Capacitat C100	10	2,8	28	2,8	28	1	10	5	50
Reducció capacitat a 0 graus	5	1	5	1	5	5	25	5	25
Cicle de vida / DOD 75%	15	3	45	5	75	1	15	5	75
Cicle de vida / DOD 50%	30	2,28	68,4	1	30	1,8	54	5	150
Suma (pxg)	100	246,0971419		233,4475005		244		400	
VTP		0,492194284		0,466895001		0,488		0,8	

Taula 4. Comparació de les bateries a partir d'una taula VTP

La taula VTP ens mostra la que la millor elecció per de bateria és el model UP-SP160 del fabricant U-Power.

És un tipus de bateria que proporciona una mínima auto-descàrrega, sense manteniment i adequada per aplicacions en interiors. A més, presenta una alta capacitat de descàrrega i una alta fiabilitat. Tot el conjunt fan que siguin una bona elecció pel nostre projecte.

## 1.2.2. Ondulador/Inversor de 12V DC a 230V AC

### 1.2.2.1. Rellevància del ondulator

En el mercat i en el nostre dia a dia utilitzem una àmplia gamma de dispositius domèstics com poden ser pantalles de televisors, equips de música i un llarg etcètera que estan pensats per ser utilitzats en un entorn domèstic o que per les característiques dels seus components interns han de funcionar amb un corrent altern. Així doncs, a les nostres llars ens arriba una xarxa elèctrica que ens subministra un voltatge de 230V alterns a una freqüència de 50hz.

Doncs bé, la font d'alimentació de la nostra furgoneta, com hem definit anteriorment en el projecte, consisteix en una bateria de 12V DC, així que tot el seguit d'elements que necessitin ser alimentats a 230V AC no en podrem fer ús en la nostra casa sobre rodes.

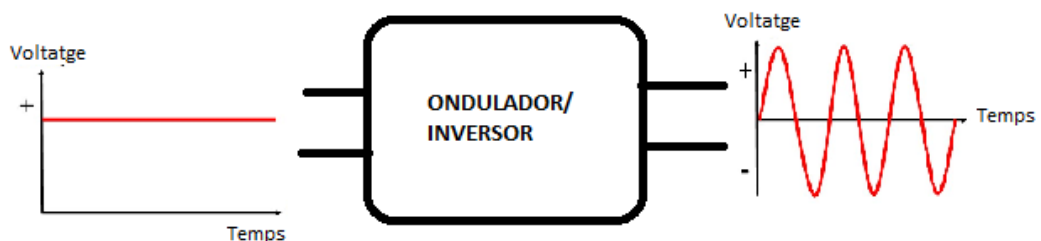
La solució recau en poder convertir aquests 12V DC que ens dóna la bateria, en 230V AC, freqüència 50Hz. L'element capaç de dur a terme aquesta conversió és coneix com ondulator o inversor. D'aquesta manera, aconseguirem poder fer ús de tota aquella sèrie d'elements que necessitin una tensió de 230V AC i que ens seran útils en el nostre viatge o estància fora de casa.

És cert, que segons quins dispositius trobem que també es fabriquen per una tensió de 12V DC o que molts d'aquests dispositius que hem dit unes línies abans que funcionaven a 230V AC, en el seu interior trobem un convertidor que transforma aquest corrent en un corrent continu, així que la nostra bateria seria funcional per aquest últims esmentats, però per fer les coses més fàcils i no haver de comprar elements expressament per fer – ne un ús quan utilitzem la camper, hem volgut incorporar l'ondulator i així poder utilitzar tots aquests elements amb més facilitat i comoditat.

A continuació, farem una breu descripció de que consisteix un ondulator, quines són les tipologies que trobarem al mercat i quines característiques li demanarem que compleixi. Finalment, farem l'elecció del convertidor que ens presenti les millors característiques pel nostre projecte.

#### 1.2.2.2. Explicació de que consisteix un ondulator

Entenem per ondulator o inversor aquell dispositius que ens permet transformar el corrent continu (DC) en corrent altern (AC) a un voltatge i freqüència determinats.



**Figura 1. Diagrama de blocs entrada/sortida ondulator/inversor.**

Aquests dispositius el podem trobar en una gran varietat d'aplicacions, que van des de petites fonts d'alimentació fins per alimentar equips industrials que requereixen una enorme potència.

Dir també que són de gran funcionalitat en tot aquell conjunt de sistemes aïllats de la xarxa elèctrica, com podrien ser cases aïllades amb plaques fotovoltaïques,

refugis de muntanya, vaixells o com és el nostre cas, vehicles utilitzats com habitatge.

### 1.2.2.3. Possibles mètodes per implementar l'ondulador

En aquest punt, us explicarem les diverses tipologies d'onduladors que existeixen en el mercat i quin és el seu funcionament per tal de dur aquesta transformació de l'energia.

Ens hem centrat únicament en aquelles tipologies les quals estan dissenyades per a un ús domèstic, descartant aquelles que per temes de potència i altres factors tenen un ús industrial. Així doncs, de les possibles classificacions possibles, hem decidit classificar el tipus d'ondulador en dos tipologies, d'ona sinusoidal pura i d'ona modificada. Aquesta classificació ve donada segons la forma d'ona que disposarem en la sortida de cada inversor.

#### Inversors d'ona sinusoidal pura

En primer lloc, els inversor d'ona sinusoidal pura consisteix en una senyal elèctrica idèntica a la que ens subministra la xarxa elèctrica. Estan formats per un oscil·lador que genera aquesta senyal sinusoidal, després un amplificador fa la funció d'amplificar aquest senyal per tal d'augmentar el seu voltatge i corrent i així que un transformador sigui capaç d'entregar el voltatge de 230V d'alterna.

Adjuntem el seu corresponent diagrama de blocs per tal de fer – nos una idea de les diferents fases del circuit i la gràfica que trobarem del voltatge que trobarem a la seva sortida:

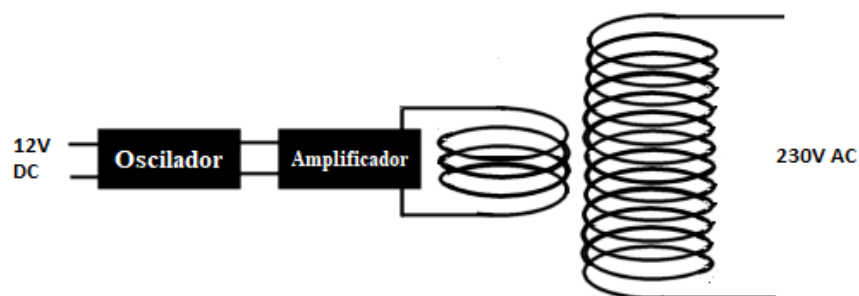
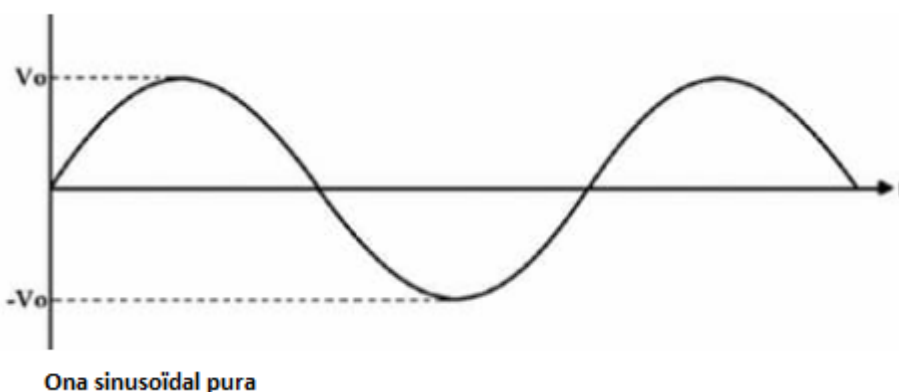


Figura 2. Diagrama de blocs dels elements d'un inversor d'ona sinusoidal.



**Figura 2. Forma d'ona sinusoidal pura.**

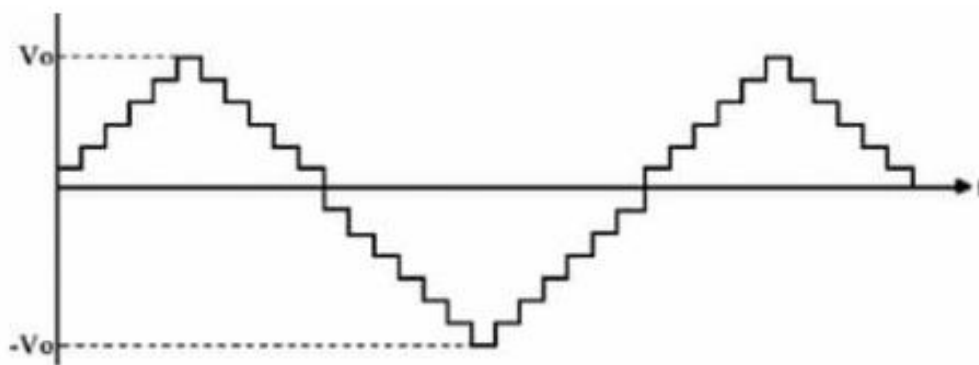
Aquesta tipologia d'inversors, més costosos que els inversors d'ona modificada són més adequats per tal d'alimentar tot tipus de càrregues que hi connectem a la seva sortida, especialment càrregues electròniques i dispositius especialment sensibles a perturbacions i variacions del voltatge.

#### Inversors d'ona sinusoidal modificada

En segon lloc, pel que fa als inversors d'ona modificada, la qualitat de l'ona sinusoidal no es tant elevada com la tipologia anteriorment nombrada. Així doncs, en aquests dispositius trobarem una ona entre mig d'una ona quadrada i una ona sinusoidal. Això comporta que la seva ona posseeixi un gran contingut d'harmònics i no es pugui utilitzar per alimentar qualsevol tipus de càrrega. Hem de dir que la seva fabricació és més simple que els inversors d'ona sinusoidal pura i això fa que el seu preu sigui més econòmic.

Així doncs, els inversors d'ona modificada són vàlids per alimentar aquells aparells que presentin una càrrega resistiva, reactiva o que entre l'ondulador i l'element, trobem algun convertidor d'energia com podria ser un carregador de telèfon mòbil o d'un ordinador.

Seguidament mostrem el senyal de sortida d' aquesta tipologia d' inversors:



**Figura 3. Forma d'ona sinusoidal modificada.**

Explicades les dos tipologies d'onduladors, podem concloure que la primera tipologia, els onduladors d'ona sinusoidal pura ens permetran alimentar qualsevol tipus de dispositiu, però presenten un preu força superior als onduladors d'ona modificada.

Pel que fa als onduladors d'ona modificada, no és vàlid per qualsevol tipus de càrrega però el seu preu és més econòmic.

Així doncs, per tal de fer una correcta elecció de l'ondulador, seguirem analitzant quin tipus de càrregues hi connectarem a la sortida del ondulador i així obtenir la informació necessària per escollir una opció correcta.

#### *1.2.2.4. Tipologies de càrregues que hi connectarem al ondulador*

Feta aquesta introducció a les tipologies d'inversors que hem decidit analitzar, farem un anàlisi de les diferents càrregues que hi connectarem al inversor per tal de validar si totes dues tipologies són acceptables pel nostre projecte. Definim càrregues com aquella sèrie d'elements i dispositius els quals podrem connectar a la sortida del nostre inversor.

Seguidament, farem un llistat dels dispositius que es pot donar el cas que utilitzem amb major o menor freqüència quan realitzem un viatge en furgoneta o utilitzem el mòdul. Això ens permetrà per un costat saber la potència que consumeixen aquests elements i poder classificar – los en funció de quin tipus de càrrega siguin. El tipus de càrrega ho determinarà els seu components interiors. Així doncs, també deixarem reflectit si totes dues classes d'inversors són compatibles per alimentar la càrrega/dispositiu.

D'aquesta manera, aquest tres factors ens seran molt rellevants per tal de triar el convertidor correcte i que millor s'adapti a l'ús que li donarem en un futur. Així, un cop feta aquesta recerca d'informació, ja estarem en posició de poder dictaminar

la tipologia d'inversor en funció de les seves característiques i els avantatges i inconvenients que presenti.

Començarem recopilant en taula el conjunt de dispositius que voldrem alimentar a través del mòdul. La taula, com hem dit anteriorment, anirà acompanyada de la potència que requereixen cada un d'ells, el tipus de carga en la qual es classifiquen (resistives, capacitives, inductives o combinades) i si el convertidor és apte per alimentar – la.

Referent a la potència, és cert que hem d'informar que es tracta d'un valor aproximat, ja que no hem analitzat tots els aparells que hi ha al mercat i potser que ens trobem a la pràctica que hi hagi un element que consumeixi un valor diferent al marcat a la taula. Tot i així, aquest valor orientatiu ens servirà com a referència i ja ens servirà per tal d'obtenir la informació que busquem.

D'aquesta manera, exposem el llistat d'elements que funcionen a 230V i 50Hz:

Llistat dispositius electrònics que funcionen a 230V AC				
Dispositiu	Potència de càrrega	Tipus càrrega	Inversor ona modificada	Inversor ona sinoidal pura
Maquina d'afeitar	30W	Reactiva		
Ordinador portàtil	150-250W	Electrònica		
Televisor (pantalla LED)	25W	Electrònica		
Foco led exterior (1500 lumens)	15W	Resistiva		

**Taula 5. Classificació dels dispositius segons el tipus de càrrega**

Totes dues tipologies s'adapten perfectament als aparells que hi connectarem, així doncs, per la seva enorme diferència de preus hem decidit dur a terme la recerca únicament d'inversors d'ona modificada, comparant així les diferents característiques i prestacions de cada un d'ells amb l'ajuda d'una taula VTP.

Abans d'això, haurem de saber de quina potència escollir l'inversor. La taula anterior, ens mostra que l'element que suposarà un major consum de potència és l'ordinador portàtil, amb una potència de fins 250W. Amb aquest valor de potència, hem decidit dotar la nostra instal·lació amb un inversor que ens pugui subministrar entre 300 i 600W nominals, ja que així ens assegurem un correcte funcionament i la possibilitat de poder connectar més d'un dispositiu al mateix temps.



### 1.2.2.5. Elecció del ondulador

Seguidament, desglossem el seguit de factors que es tindran en compte per l'elecció del convertidor:

- **Pes:** Com hem explicat anteriorment en l'elecció de la bateria, buscarem que el pes sigui el més baix possible.
- **Dimensions:** pel que fa a les dimensions, també valorarem positivament que el dispositiu presenti un volum reduït.
- **Rendiment:** el rendiment serà un factor important, ja que al no estar connectats a una xarxa elèctrica i ser autònoms alhora de la generació d'energia, haurem de prestar especial atenció als consums d'energia realitzats i que aquesta energia s'aprofiti el màxim possible.
- **Potència màxima:** valorarem positivament que el dispositiu presenti un valor superior a la potència que requeríem.
- **Consum en situació d'espera (stand by):** aquest valor fa referència quan el dispositiu es troba endollat però no hi ha connectada cap càrrega (al vuit). Per tal de no desaprofitar l'energia, buscarem que aquest valor sigui el més reduït possible.
- **Preu:** un altre factor que s'anirà repetint al llarg del treball, al igual que el pes i les dimensions, serà el preu. Seguirem amb l'objectiu de no encarir en excés el prototip i valorarem positivament un baix cost.

En la següent taula mostrem cada un dels valors dels factors que tindrem en compte per realitzar la taula VTP:

	Eleskol 12V500W	BORNAY XPOWER	Vechline 600W	FULLWAT PDA400	FULLWAT PDA600
<b>Pes (kg)</b>	0,95	1,2	1,1	18,1	1,247
<b>Dimensions (cm<sup>3</sup>)</b>	32,76	14,72	145,5	3,68	4
<b>Potència (W)</b>	500	500	600	400	600
<b>Potència max (W)</b>	1000	1000	1200	800	1200
<b>Stand by (W)</b>	0,35	0,3	0,5	0,3	0,5
<b>Rendiment (%)</b>	90	90	90	85	85
<b>Preu (€)</b>	82,28	81,1	48,85	72,19	90,87

Taula 6. Característiques dels onduladors

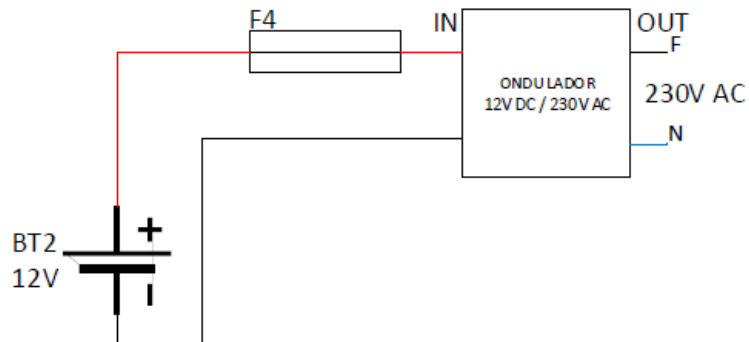
Seguidament fem la comparació amb la següent taula VTP:

CRITERIS	PES	PROPOSTA											
		Eleskol 12V500W		BORNAY XPOWER		Vechline 600W		FULLWAT PDA400		FULLWAT PDA600			
	G	P	PXG	P	PXG	P	PXG	P	PXG	P	PXG	P	PXG
Pes (kg)	4	5,00	20,00	4,94	19,77	4,97	19,86	1,00	4,00	4,93	19,72		
Dimensions	6	4,18	25,08	4,69	28,13	1,00	6,00	5,00	30,00	4,99	29,95		
Potència	8	3,00	24,00	3,00	24,00	5,00	40,00	1,00	8,00	5,00	40,00		
Potència màx	7	3,00	21,00	3,00	21,00	5,00	35,00	1,00	7,00	5,00	35,00		
Stand by	9	4,00	36,00	5,00	45,00	1,00	9,00	5,00	45,00	1,00	9,00		
Rendiment	10	5,00	50,00	5,00	50,00	5,00	50,00	1,00	10,00	1,00	10,00		
Preu	8	1,82	14,54	1,93	15,44	5,00	40,00	2,78	22,23	1,00	8,00		
Suma (pxg)		52	191		203		200		126		152		
VTP			0,733		0,78		0,77		0,49		0,58		

Taula 7. Comparació ondulators a partir d'una taula VTP

### 1.2.2.6. Esquema de connexió del ondulator

#### ONDULADOR 12VDC/230VAC



Esquema 1. Connexions del ondulator. Pàgina 3 del document d'esquemes elèctrics.

### 1.2.3. Convertidor de 12V DC a 5V DC

#### 1.2.3.1. Rellevància del convertidor de 12V a 5V (DC-DC)

En el nostre dia a dia, hi ha una gran quantitat de dispositius electrònics, com poden ser dispositius mòbils, tablets, ebooks, rellotges intel·ligent, llums leds, joguines, bank power entre molts d'altres que utilitzem amb certa regularitat i que ens acompanyen a una enorme quantitat de llocs. Són de gran interès i útils per la gran part de la societat i per això, hem decidit poder fer – ne ús d'ells amb el mòdul ComfortCamper.

Tota aquesta sèrie de dispositius que hem esmentat, són dispositius que no requereixen que estiguin connectats imprescindiblement a la xarxa elèctrica per funcionar, sinó que incorporem bateries (normalment bateries de liti) que els hi atorguen un autonomia i així, poden ser utilitzats en qualsevol lloc i moment. Aquestes bateries, en la gran majoria de casos es carrega a 5V DC (important llegir el manual de cada dispositiu en particular per tal de no malmetre la bateria o

escurçar el seu cicle de vida). Aquests 5V de tensió continua són els que ens donen els ports USB més coneguts i estandarditzats en el mercat. Així doncs, hem decidit incorporar al nostre mòdul aquesta tecnologia per tal que l'usuari pugui fer – li ús i recarregar els dispositius que hi vulgui sempre que estigui fent una estància fora acompanyat del seu vehicle i el mòdul ComfortCamper. Afegir en aquest punt, que molts automòbils i furgonetes ja disposen d'aquests ports USB, però recordem que aquests en donen els 5V desitjats ja que es troben connectats amb la bateria principal del vehicle, així que dependre d'ells quan tenim el vehicle estacionat, podria provocar que la bateria es vagi desgastant i després no puguem arrencar el vehicle. Així doncs, no en farem ús en cap moment d'aquestes funcionalitats i dependrem exclusivament del nostre mòdul.

Anteriorment, hem explicat que el nostre mòdul s'alimentarà a través d'una bateria de 12V DC, així que haurem de trobar un sistema electrònic que ens permeti obtenir aquests 5V a la sortida (el port USB). L'opció trobada és un convertidor DC/DC, en el nostre cas serà un convertidor de 12V a 5V. Aquest dispositiu d'electrònica de potència també són anomenats trossejadors i bàsicament en permetrà obtenir una tensió constant de 5V DC a la seva sortida.

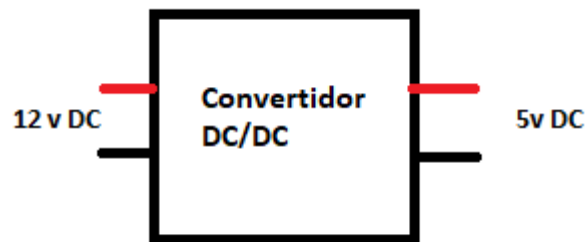


Figura 4. Diagrama de blocs 1 d'un convertidor DC-DC.

### 1.2.3.2. Característiques del convertidor DC-DC

Per tal d'afrontar aquest apartat del projecte, hem volgut primer de tot fer un llistat dels possibles aparells que hi podríem connectar, això ens donarà la informació necessària per tal de saber primer de tot quantes sortides de 5V USB haurem d'instal·lar. En segon lloc hem d'esbrinar quina ha de ser la intensitat màxima que ha de tenir el convertidor per tal de poder entregar la potència necessària als dispositius que hi connectem i que una demanda d'intensitat superior a la que teníem prevista no provoqui una caiguda de la tensió de sortida del convertidor i no puguem alimentar l'equip.

Així doncs, hem realitzat el següent llistat, estipulant l'element i hem buscat en quins casos aquests elements tenen una demanda més elevada de potència. És cert que potser en una situació real, ens trobem amb un element que requereix

una intensitat superior de la que havíem denotat en la següent llista, així que per posar solució aquest problema, farem un sobredimensionat d'aquest, deixant un marge per tal de que el/els ports USB puguin ser utilitzats en totes les situacions que ens trobem. També dir, que la fase d'arrencada del dispositiu (més tècnicament anomenada fase transitòria) es pot donar el cas que el dispositiu tingui una demanda superior d'intensitat que els seus valors nominals, així doncs, hem decidit trobar aquest valor per tal de fer un disseny òptim de la nostra instal·lació.

A continuació, presentem el llistat de dispositius que funcionen o es carreguen a 5V DC:

<b>Llistat dispositius electrònics que funcionen a 5V DC</b>
Telefon mòbil
Tablet
Ebook
Rellotge intel·ligent
Llum led
bank power
Reproductor de musica (MP3/MP4...)
Llanterna/Lot
Altaveu inalàmbric
Càmera fotogràfica
Auriculars inalàmbrics
Drone

**Taula 8. Llistat de dispositius alimentats a 5V DC**

Pel que fa als consums, aquests dispositius que utilitzen els ports USB de 5V per tal de recarregar les bateries internes que els hi donen autonomia presenten una potència consumida entre 10 i 20W. Així doncs, per tal de poder – lo utilitzar plenament, el convertidor del mòdul camper haurà de poder entregar aquest consum. En termes d'intensitat, el convertidor haurà de ser capaç de subministrar 4 ampers.

En aquest punt, també hem volgut estudiar quin seria un número correcte de sortides de 5V. Així doncs, és possible que es doni la situació de que vulguem carregar o alimentar diferents dispositius a la vegada, i habitualment viatjarem acompanyats quan utilitzem el mòdul, cosa que farà que hi hagi més dispositius amb la necessitat de ser connectats. Així doncs, hem decidit instal·lar al sortida del futur convertidor, un total de 3 ports USB.

Finalment, podem concloure que haurem de trobar un convertidor que ens sigui capaç d'entregar a la seva sortida 5V i 8A.

Sabent aquesta informació prèvia que ens ha permès saber les característiques que haurà de complir el convertidor de 12V a 5V DC, la següent qüestió que ens formulen és quin són la resta de requisits que haurà de complir aquest convertidor. És a dir, quines són les prestacions a les quals hem de prestar més atenció per tal de que s'adapti el millor possible al nostre projecte. D'aquesta manera, els següents requisits que hem trobat rellevant són:

- Dimensions
- Rendiment del convertidor (evitar pèrdues)
- Pes
- Voltatge a la sortida estable (evitar arrissats)
- Preu

#### **Dimensions:**

Hem de recordar que com hem esmentat anteriorment, l'optimització de l'espai dins un vehicle és un tema molt important. La superfície que hi ha l'hem d'aprofitar el màxim que puguem, així que en aquesta línia, haurem de buscar un convertidor que tingui les dimensions més reduïdes possibles.

#### **Pes:**

En tot moment hem esmentat la necessitat de que volem dissenyar un element mòbil, així doncs, per tal de complir aquesta condició, haurem de trobar un element lleuger per tal de fer possible aquesta característica que buscàvem inicialment.

#### **Rendiment:**

A continuació ve el rendiment del convertidor. El rendiment es defineix com la potència consumida dividit per la potència útil. Que ens vol dir això? Doncs bé, quan parlem de potència útil, és aquella potència la qual tindrem a la sortida del dispositiu, en aquest cas és la sortida del convertidor. És la potència que podrem entregar a la resta de dispositius que desitgem connectar. Així doncs, unes línies enrere hem dit que a la sortida del nostre convertidor volíem obtenir 5V de tensió i fins a 8A de corrent. Fent la multiplicació de totes dues unitats, obtindrem la potència en Watts.  $P_{\text{convertidor}} = 40W$ . Doncs bé, ja coneixem el valor de la potència útil, ara ve el torn de calcular la potència consumida. Aquesta serà la potència que li haurem de subministrar al convertidor per tal de que pugui funcionar correctament i ens pugui proporcionar els 5V i 8A que volíem a la seva sortida, tenint present les pèrdues dels elements que configuren l'equip. Aquestes pèrdues són fruit ja que els components del circuit (condensadors, inductàncies,

etc) no són ideals i això fa que part de l'electricitat que circuli per ells, es dissipï en calor o soroll.

Dit tot això, el consum que haurem de buscar en els manuals o datasheets facilitats pel fabricant, haurem de buscar aquest valor.

Un altre requisit del convertidor serà que ens proporcioni un voltatge de sortida estable i constant, és a dir, evitant grans arrissats i canvis sobtats del seu voltatge.

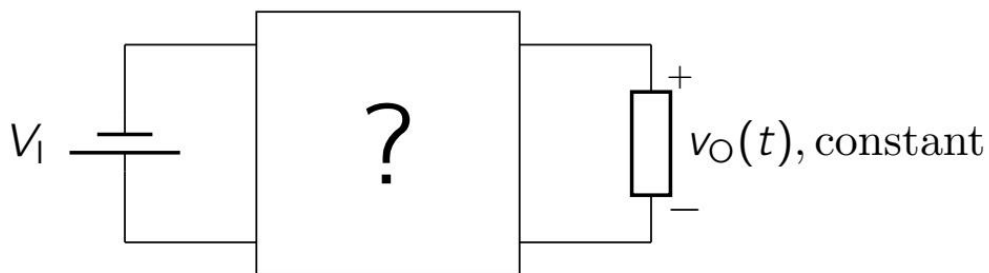
**Preu:**

La següent qüestió a analitzar, serà el preu del convertidor. Buscarem que sigui el més econòmic possible. El mòdul ComforCamper, al tractar – se d' un producte amb múltiples funcionalitats i elements que el componen fa que haguem d' evitar un cost excessiu de cada una de les parts, ja que repercutirà en el cost final del producte.

Esmentats tots els requisits, ara estudiarem quines són les alternatives que ens ofereix l' electrònica per tal d' aconseguir el convertidor, seguidament buscarem en el mercat quin és el convertidor que s' adapta amb més èxit a les nostres condicions inicials.

*1.2.3.3. Possibles convertidors (circuits i models)*

En el següent apartat del projecte, detallarem les diverses maneres per tal de realitzar un convertidor de potència. Farem una descripció de cada un d' ells i analitzarem els pros i contres que presenten.



**Figura 5. Diagrama de blocs 2 d'un convertidor DC-DC.**

**- Divisor de tensió**

Entenem per divisor de tensió, aquell circuit que ens permet reduir el voltatge d' entrada en una fracció. El circuit el constitueixen dues resistències connectades

en sèrie. El voltatge de sortida depèn tant del voltatge d'entrada com el valor de les dues resistències.

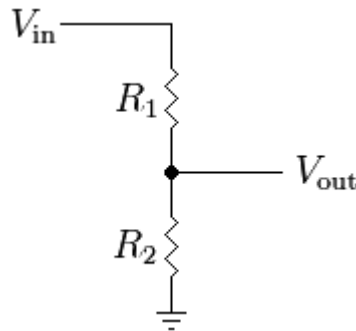


Figura 6. Esquema elèctric d'un divisor de tensió.

La fórmula per tal de calcular el voltatge de sortida és la següent:

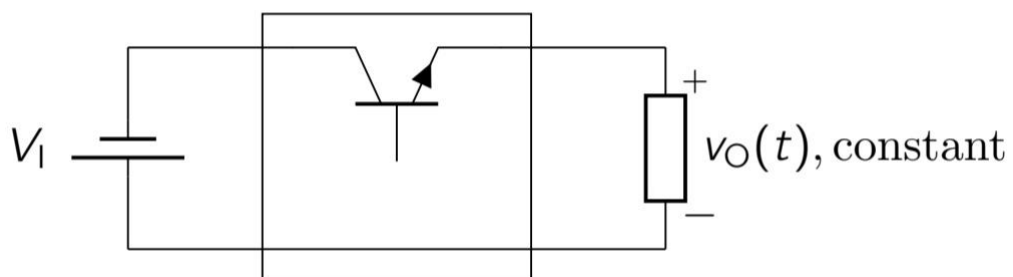
$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * V_{in}$$

Podem dir que com a avantatges té un baix cost, ja que únicament són necessàries dues resistències, però per la nostra aplicació presenta una sèrie d'inconvenients. En primer lloc, presenta un rendiment baix, ja que s'aconsegueix reduir el voltatge ja que la resistència R1 del circuit dissipa l'energia en forma de calor. Apart també, és un sistema no controlable i segons la càrrega que hi connectem en paral·lel a R2 obtindrem un voltatge diferent als 5V esperats i no permetrà alimentar correctament els elements que hi connectem.

#### - Regulador de tensió

Aquests dispositius controlen la tensió de sortida (gràcies a un operacional) ajustant contínuament la caiguda de tensió en un transistor de potència connectat en sèrie entre la entrada (en el nostre cas el voltatge de la bateria) i la sortida (en el nostre cas els 5V que volem). Aquest transistor, actua en la seva regió activa o lineal, d'aquí el nom.

Són especialment conegudes les sèries 78xx i 79xx.

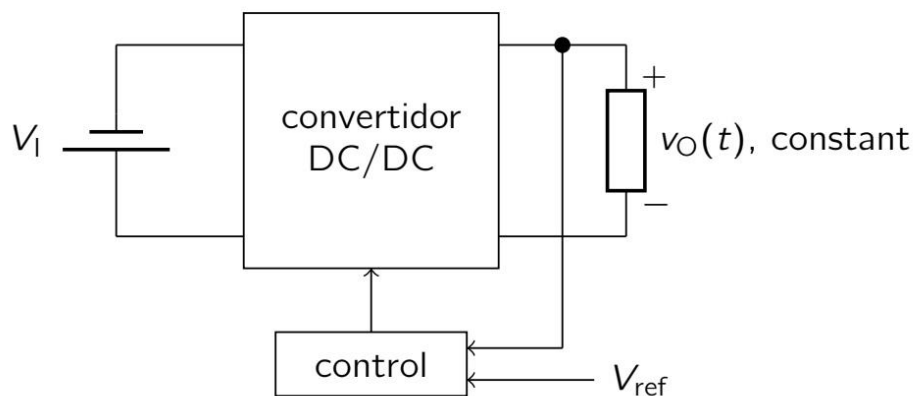


**Figura 7. Diagrama de blocs regulador de tensió.**

Com a avantatges, podem dir la seva simplicitat de connexió i el seu baix cost en la seva construcció. Hem de dir que són àmpliament utilitzats en aplicacions que requereixen una potència baixa (<5W), ja que al augmentar la potència requerida per la carga, presenten unes enormes pèrdues (en alguns casos de fins el 80% del seu rendiment). Així doncs, si el nostre convertidor hagués estat pensat per un altre tipus d'ús, hauria sigut una bona opció implementar aquest circuit, però com hem vist en la taula d'elements els quals volíem alimentar, en algun cas són necessaris fins a 25W, cosa que fa que tractant-se d'un sistema que s'alimenta de bateries i la importància d'aprofitar tota l'energia per tal d'utilitzar – les el màxim temps possible, descartem aquesta opció.

- **Convertidor CC-CC commutat**

Aquesta família de convertidors engloba tots aquells convertidors DC-DC els quals el seu component principal és un interruptor electrònic que el que fa és commutar per tal d'obtenir a la sortida del circuit les tensió desitjada. Aquesta commutació, es controlada a través d'un sistema anomenat sistema de control que permet marcar els cicles de treball (Duty) del circuit i així contrarestar les variacions de la tensió d'entrada.



**Figura 8. Diagrama de blocs convertidor DC-DC commutat.**

És una família molt àmplia de convertidors en la qual poder trobar sistemes que ens redueixin la tensió d'entrada (reductor), que ens la augmentin (elevador) o que siguin capaços de fer totes dues operacions (reductor/elevador).

La principal característica d'aquests convertidors és que presenten rendiment molt elevats, propers al 80 i 90%. A més, en la seva sortida podem aconseguir tensions molt estables i sense gaires arrissats.



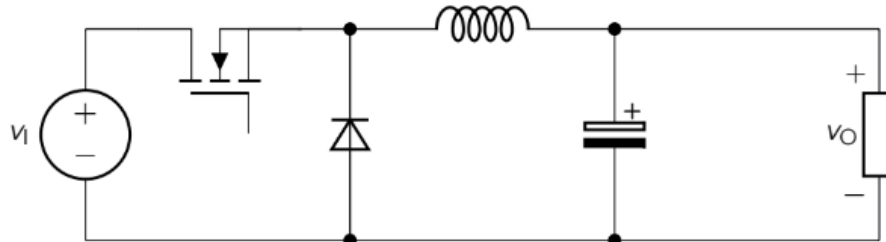
Per l'aplicació que li volem donar al convertidor, reduir la tensió de 12V aproximadament que ens proporciona la bateria a 5V per tal d'alimentar els nostres dispositius, ens hem centrat en analitzar la tipologia reductora, o també anomenats trossejadors.

### Convertidors DC-DC reductors:

Dins de la tipologia de convertidors commutats reductors de tensió, farem una nova classificació, diferenciant entre els que presenten aïllament galvànic i els que no.

- Convertidors DC/DC no aïllats: aquest classe de convertidors estan configurats per una interruptor electrònic (IGBT, Mosfet, BJT...) que fa la funció de commutació, un díode (dispositiu semiconductor), un inductor (bobina) i un capacitor (condensador) que conformant un filtre passa-baixos L-C que permet reduir l'arissat en la tensió de sortida sense influir excessivament en les pèrdues (les úniques pèrdues que presentarà seran els comportaments no ideals dels components).

Seguidament, presentem el esquema elèctric d' aquesta tipologia de convertidors:



**Figura 9. Esquema elèctric convertidor DC-DC commutat buck no aïllat.**

Com hem dit, la feina del interruptor és commutar el circuit, això resulta que es pugui trobar en dos estats diferents (obert i tancat).

- Convertidor DC/DC amb aïllament: a més dels components descrits anteriorment en els convertidors DC/DC no aïllats, aquests convertidors també incorporen un transformador que fa la funció d'aïllament galvànic.

Seguidament, presentem l'esquema elèctric general d'aquesta tipologia de convertidors:

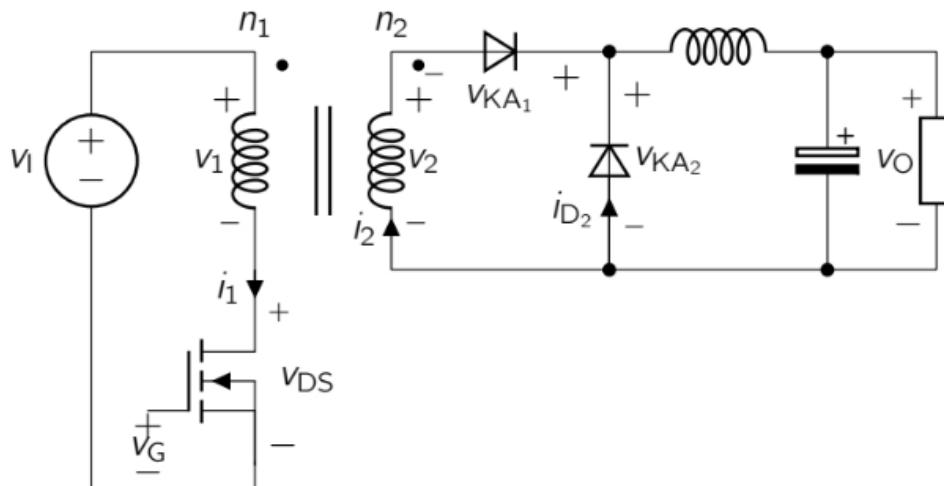


Figura 10. Esquema elèctric convertidor DC-DC commutat buck amb aïllament.

#### 1.2.3.4. Elecció del convertidor

Explicats les tipologies de convertidors que existeixen i tenint presents els requisits del nostre projecte, hem valorat molt positivament els convertidors de commutació ja que presenta molt bones prestacions i un rendiment molt elevat respecte la resta, cosa que les altres dues tipologies no complien. Així doncs, un cop escollit els tipus de convertidor, confeccionarem una taula VPN per tal de trobar la millor opció que ens ofereix el mercat i així escollir el convertidor més òptim pel nostre projecte. Així doncs, els punts que s'han tingut en compte per realitzar aquesta elecció són les dimensions del convertidor, el rendiment, la potència de sortida el seu.

Els factors de pes, dimensions i preu s'han explicat tant en l'apartat de l'elecció de la bateria, com en el de l'elecció del convertidor. Pel que fa a la potència de sortida, hem valorat positivament que el convertidor tingués un valor superior al estipulat, ja que d'aquesta manera, podrem demanar – li un consum més elevat. Referent al rendiment, ens interessa fer un bon ús de l'energia i no desapropiar – la i per això hem valorat positivament aquest aspecte.

Després de realitzar la recerca de possibles convertidors DC-DC, hem reflectit en la següent taula aquelles característiques que ens donava el fabricant sobre el convertidor i que eren d'interès nostre per tal de dur a terme la comparació.

<b>Model</b>	Supernight ETB 152-EU	CPT C240509	SD-50A-5	JZK
<b>Pes (g)</b>	40.8g	65g	480g	18.1g
<b>Dimensions (cm)</b>	6.3x5.2x1.8c m	4.6x3.2x1.8c m	15.9x9.7x3.8c m	2.3x1.6x0.6c m
<b>Potència sortida (W)</b>	50W	40W	50W	25W
<b>Rendiment (%)</b>	>90%	>90%	70%	>90%
<b>Preu (€)</b>	15.98€	9€	53.23€	7.39%

Taula 9. Característiques convertidor DC-DC

Conegudes les característiques de cada convertidor, ens disposem a fer la taula VTP ponderant cada punt i posant la ponderació de cada model de convertidor.

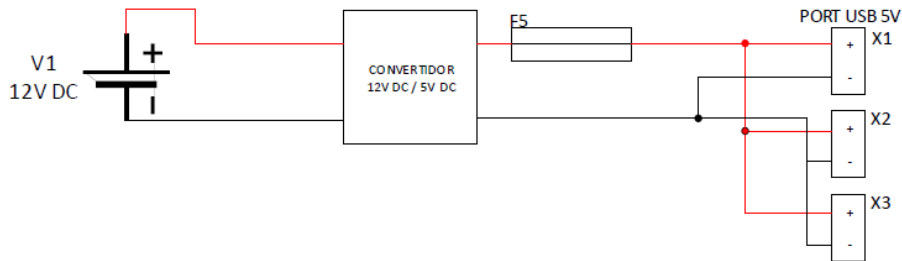
CRITERIS	PES	PROPOSTES			
		Supernight ETB 152-EU	CPT C240509	SD-50A-5	JZK
<b>Pes (kg)</b>	10%	8	7	2	10
<b>Dimensions</b>	5%	7	8	2	9
<b>Potència sortida</b>	25%	10	9	10	5
<b>Rendiment</b>	25%	9	9	7	9
<b>Preu</b>	35%	8	9	7	10
<b>TOTAL</b>	100%	8,7	8,75	7	8,45

Taula 10. Comparació convertidors DC-DC a partir d'una taula VTP

Conclusió: Podem observar com la millor opció és el convertidor CPT C240509. Junt amb el convertidor de 12V/5V DC hi connectarem en sèrie a les sortides USB un fusible de valor 10A per que actuï d'element de seguretat i no malmetre els elements que hi connectem al circuit.

### 1.2.3.5. Esquema de connexió del convertidor DC-DC

#### CONVERTIDOR 12VDC/5VDC



Esquema 2. Connexions convertidor DC-DC. Pàgina 4 del document d'esquemes elèctrics.

### 1.2.4. Sortides de 12V DC

#### 1.2.4.1. Rellevància de la instal·lació de sortides de 12V DC

Al mercat existeixen una gran quantitat de productes que funcionen a 12V DC. Aquest és el voltatge que ens entrega la bateria i serà la forma més eficient i simple per tal d'alimentar aquest dispositius. Molts d'aquest productes, estan específicament dissenyats per tal de ser utilitzats en vehicles campers, ja que al alimentar – se a 12V que és el que subministra la bateria, no cal cap conversió de l'energia i els podem connectar directament per tal de que funcionin. Així doncs, instal·larem sortides de 12V per tal de poder – los utilitzar, igual que hem fet amb aquells elements que funcionaven a 5V DC (ports USB) i els que requerien de 230V AC. Això ens permetrà utilitzar una gran quantitat de dispositius quan fem ús del mòdul.

Ens els pròxims apartats d'aquest bloc, estudiarem quins són aquesta sèrie d'elements que funcionen a 12V DC, que van des de neveres, il·luminació i aparells domèstics de baixa potència per tal de saber la potència que consumiran i per valorar quin és el número apropiat de sortides que haurem d'instal·lar per tal de que puguin estar funcionant diferents aparells al mateix temps.

#### 1.2.4.2. Estudi de la potència i la quantitat necessària de sortides

En primer lloc, farem un llistat dels elements que en la majoria de casos poden ser utilitzats quan viatgem en furgoneta o que utilitzem en la nostra vida quotidiana i que ens podria ser d'utilitat. Aquest llistat, anirà acompanyat de la potència que consumeix cada un d'ells, això ens permetrà per un costat saber la potència que els hi haurem de donar per tal que funcionin i poder col·locar els fusibles pertinents per tal de que hi hagi en tot moment un element de seguretat per tal d'evitar

sobrecorrents i curtcircuits, i així vetllar pel benestar de les persones i dels equips que hi connectem.

La següent llista ens mostra cada element juntament amb la seva potència nominal que necessita per funcionar:

Llistat dispositius electrònics que funcionen a 12V DC	
Dispositiu	Potència de càrrega (W)
Nevera amb compressor	40-50W
Cafetera	200W
Televisor 16"	18W
Televisor 22"	36W
Antena TDT	0,24
Planxa cabell	18W
Secador cabell	168W
Ventilador	10W
Dutxa portàtil (bomba d'aigua)	20W
Matamosquitos 12V	5W

**Taula 11. Llistat de dispositius alimentats a 12V DC i la seva potència nominal**

Un cop coneguda d'una forma aproximada la potència de cada aparell ( ja que hem buscat de cada producte 3 o 4 aparells de diferents marques i hem escollit el que consumia més, per tal de posar – nos en el pitjor cas) ja podrem saber la intensitat que haurà de subministrar la bateria i així poder col·locar el valor dels fusibles correctament.

La potència que consumeix un element, ve donada per la següent fórmula:

$$Potència = Intensitat * Voltatge$$

D'aquesta manera, el voltatge serà un valor aproximadament d'uns 12V que és el valor de la nostra font d'alimentació de tot el sistema (la bateria), així que la potència de cada element vindrà lligada a la intensitat que consumeixi. En la següent taula, mostrem la intensitat que necessitarà cada element per funcionar:

<b>Llistat dispositius electrònics que funcionen a 12V DC</b>	
<b>Dispositiu</b>	<b>Intensitat</b>
Nevera amb compressor	3,34-4,17A
Cafetera	16,6A
Televisor 16"	1,5A
Televisor 22"	3A
Antena TDT	0,24
Planxa cabell	1,5A
Secador cabell	14A
Ventilador	0.833A
Dutxa portàtil (bomba d' aigua)	1,67A
Matamosquitos 12V	0,42A

**Taula 12. Llistat de dispositius alimentats a 12V DC i la seva intensitat nominal**

Podem observar com els elements que més consumeixen són la cafetera i l'assecador de cabell, ja que tenen resistències elèctriques que dissipen calor (una per tal d'escalfar l'aigua i l'altre per tal d'escalfar l'aire). Aquest dos elements aniran apart en una sortida per a ells, ja que tenen un valor superior d'intensitat i així protegirem el circuit i els elements per separat.

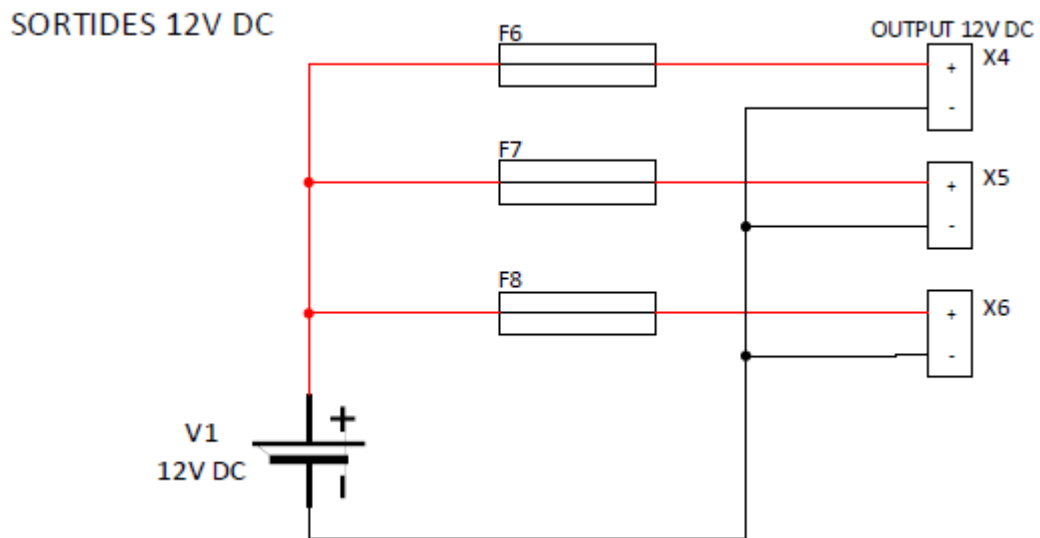
- Nombre de sortides:

Hem decidit instal·lar un total de 3 sortides de 12V DC. Una d'aquestes sortides, la reservem principalment per la nevera ja que creiem que és un element molt bàsic i que ha d'anar connectat tot el temps si realment volem que mantingui les begudes i els aliments refrigerats en el seu interior.

En segon lloc, volem tenir dos sortides que potser s'utilitzen d'una forma més esporàdica o en determinants moments, però creiem que és probable que es pugui donar el cas de que es requereixin l'ús simultani així ja que hem cregut convenient la seva instal·lació.

A més, cada sortida complirà la seva funció pel seu costat. Una d'aquestes dos sortides de 12V vindrà amb encenedor (consisteix en una resistència que s'escalfa) i l'altre servirà per tal de connectar els elements que consumeixen més energia (cafetera i l'assecador de cabell) marcats amb verd en la taula anterior. Aquests, tindran un fusible de 20A, els altres un de 10A.

### 1.2.4.3. Esquema elèctric de les sortides de 12V DC



Esquema 3. Esquema elèctric de connexions de les sortides de 12V DC. Pàgina 5 document d'esquemes elèctrics.

### 1.2.5. Pressupost de material per la realització de la fase 1

En el següent apartat detallem el cost que suposarà configurar la fase 1. Hem desglossat els diversos elements que conformaran cada part, seguit del número d'unitats necessari i el seu cost.

Codi	Descripció	Elements	Quantitat	Preu Unitat	Preu Total
<b>01.00</b>	<b>Alimentació sistema</b>				
		Bateria UP-SP160	1	229	229
		Borneres connexió bateria	2	6,02	12,04
<b>01.01</b>	<b>Sortida a 230V AC</b>				
		Inversor Bornay XPOWER	1	81,1	81,1
		Fusible entrada	1	0,17	0,17
		Fusible sortida	1	0,17	0,17
<b>01.02</b>	<b>Sortida 12V DC</b>				
		Pressa corrent 12V automocio	3	0,63	1,89
		Fusible 20A	1	0,17	0,17
		Fusible 10A	2	0,17	0,34
<b>01.03</b>	<b>Sortida 5V DC</b>				
		Convertidor 12V/5V DC CPT C240509	1	9	9
		Port USB 5V sortida	1	3	3
		Fusible 10A	1	0,17	0,17
<b>01.04</b>	<b>Element generals</b>				
		Porta fusibles	1	15,78	15,78
		Borneres de connexió	1	3,45	3,45
	<b>Cost total Fase 1</b>				356,28

Taula 13. Pressupost de material per a la realització de la fase 1

### 1.3. Fase 2. Alimentació

Un cop realitzada la primera fase del projecte, en la qual hem estudiat i analitzat les diverses opcions i funcionalitats bàsiques que volíem atorga al mòdul per tal de poder convertir el nostre vehicle en una “casa sobre rodes”, arriba el moment de fer una recerca d'informació i respondre la pregunta de com podrem alimentar la peça clau del mòdul, la qual és la bateria ja que és l'element que ens permetrà alimentar tota la resta de dispositius que li hem incorporat al mòdul en la primera fase del projecte i que anirem incorporant futurament en les següents fases.

Així doncs, en aquesta segona fase del projecte, estudiarem i analitzarem les possibles fonts d'alimentació que podrem disposar per tal de convertir el mòdul i el nostre vehicle en un element autònom i que sigui capaç de recarregar – se amb la mesura del possible per tal de que en qualsevol lloc i moment puguem disposar d'energia i electricitat.

En les següents línies, farem un estudi detallat dels mètodes que utilitzarem per tal de recarregar la bateria auxiliar. Hem decidit poder dur a terme aquesta recàrrega des de 3 fonts d'alimentació diferents ja que d'aquesta manera podem aconseguir generar energia en un ventall molt més ampli de possibilitats. Hem de recordar que es tracta d'un element mòbil el qual es desplaçarà i ens diverses circumstàncies es pot donar el cas que no puguem fer un ús d'una xarxa elèctrica, així que hem de buscar altres alternatives. D'aquesta manera, les alternatives trobades per tal d'alimentar el mòdul són l'ús de plaques solars (energia fotovoltaica), l'ús del propi alternador del vehicle, que és capaç de convertir l'energia mecànica en energia elèctrica, i per últim també instal·larem un dispositiu que ens permeti connectar el mòdul en una xarxa elèctrica de 230V d'alterna per tal de recarregar la bateria.

#### 1.3.1. Alimentació a partir de plaques solars

##### 1.3.1.1. Introducció a l'energia fotovoltaica

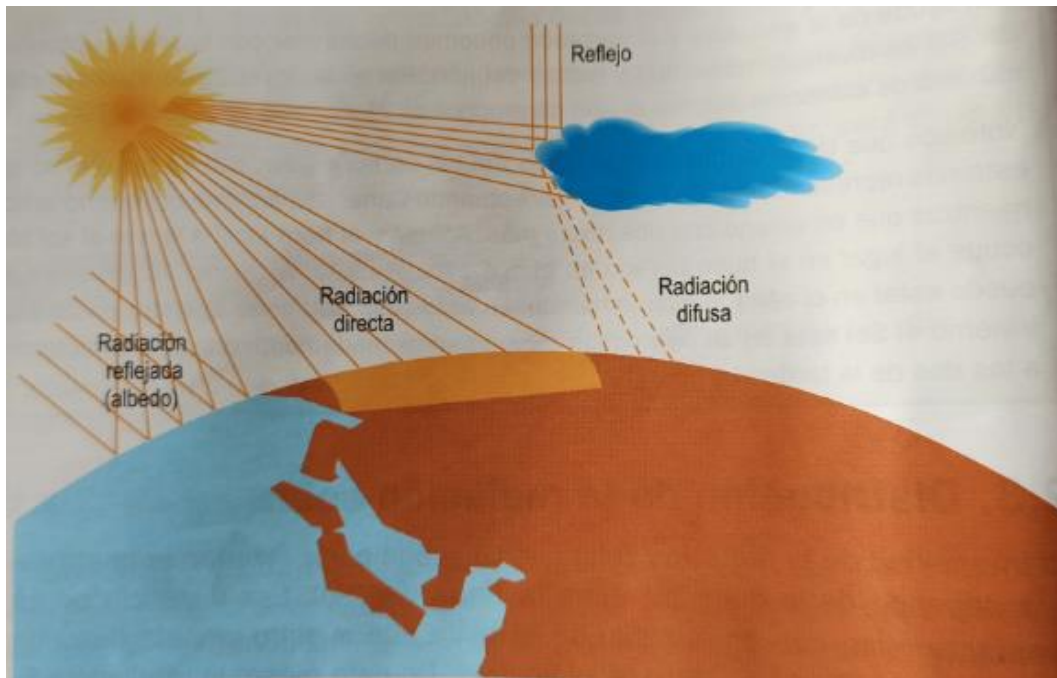
La instal·lació d'un sistema fotovoltaic capaç de captar l'energia del Sol ens serà de gran utilitat ja que podrem obtenir energia en llocs aïllats i remots i així poder seguir utilitzant els aparells elèctrics que connectem al mòdul ComfortCamper. A més es tracta d'una energia renovable, cosa que valorem molt positivament per la seva sostenibilitat.

En el Sol, al igual que en altres estrelles, té lloc constantment una sèrie de reaccions termonuclears que alliberen una gran quantitat d'energia que s'irradia al espai. Una ínfima part d'aquesta energia arriba a l'atmosfera de la Terra, aquesta radiació és coneguda com a radiació solar. Aquesta part minúscula (en termes



relatius), suposa un flux extraordinari d'energia que supera notablement tota l'energia continguda en reserves fòssils del nostre planeta.

La radiació solar és el conjunt de radiacions electromagnètiques emeses pel Sol i que arriben a l'atmosfera de la Terra. No tota aquesta energia arriba a la superfície de la Terra, ja que part d'ella és reflectida i absorbida per l'atmosfera. D'aquesta manera, podem distingir entre diferents tipus de radiacions que arriben a la superfície de la Terra, en les quals trobem radiació directa, radiació difusa i radiació reflectida.



**Figura 11. Diversos tipus de radiació solar que es produeixen quan la radiació travessa l'atmosfera terrestre**

L'element encarregat de transformar la radiació solar en energia elèctrica és el panell fotovoltaic. Aquesta transformació en energia elèctrica s'aconsegueix aprofitant les propietats dels materials semiconductors els quals formen els panells fotovoltaics (composats de silici). També podem trobar panells tèrmics, els quals transformen la radiació solar en energia tèrmica. Aquest últim s'utilitzen en sistemes de calefacció i en aplicacions per tal d'escalfar aigua. En aquest treball ens centrarem en analitzar els panells fotovoltaics, ja que són els que incorporarem en la nostra instal·lació per tal de poder recarregar les bateries i alimentar tota la sèrie de dispositius que hi connectem.

### Tipologies de plaques solars

En el mercat bàsicament podem trobar dos tipus de panells fotovoltaics, tret de les tipologies de plaques els quals la seva tecnologia encara no ha sortit dels

laboratoris i encara no se'n fa un ús comercial ja que estan en fases de proves. Així doncs, podem diferenciar entre plaques policristal·lines i monocristal·lines. Aquestes tipologies de plaques es diferencien en el procés que experimenten alhora de transformar el mineral del que estan formats, el silici. Seguidament presentem les característiques de cada tipologia:

**Panells monocristal·lines:** aquesta tipologia de panells estan compostos per cèl·lules que s'han creat a partir d'un sol cristall de silici monocristal·lí. Presenten una millor eficiència respecte els panells policristal·lins, però en els últims anys la balança s'ha anat igualant i les diferències no són massa. Aquesta tipologia de panells destaquen en instal·lacions on l'exposició solar no és molt elevada o en situacions de baixa exposició lumínica, ja que presenten millor rendiment que els panells policristal·lins. Com a desavantatges, hem de dir que presenten un cost elevat, degut al costos derivats del procés de fabricació. Es recomana instal·lar panells monocristal·lins en climes freds amb tendència a mal temps (dies nuvolats i turmentes), ja que aquests panells absorbeixen millor la radiació solar i suporten pitjor el sobreescalfament.

**Panells policristal·lines:** pel que fa als panells policristal·lins, presenten una estructura no uniforme. Es fabriquen en motlles rectangulars i el seu cost de fabricació és menor que les cèl·lules de silici monocristal·lí, cosa que fa que tingui un menor preu en el mercat. Presenten un rendiment inferior que les anteriors i tenen més tolerància a la calor. Es recomana instal·lar aquesta tipologia de panells en climes càlids, ja que absorbeixen la calor a una major velocitat i els afecta en menys mesura el sobreescalfament.

#### *1.3.1.2. Part d'un sistema de plaques solars autònom*

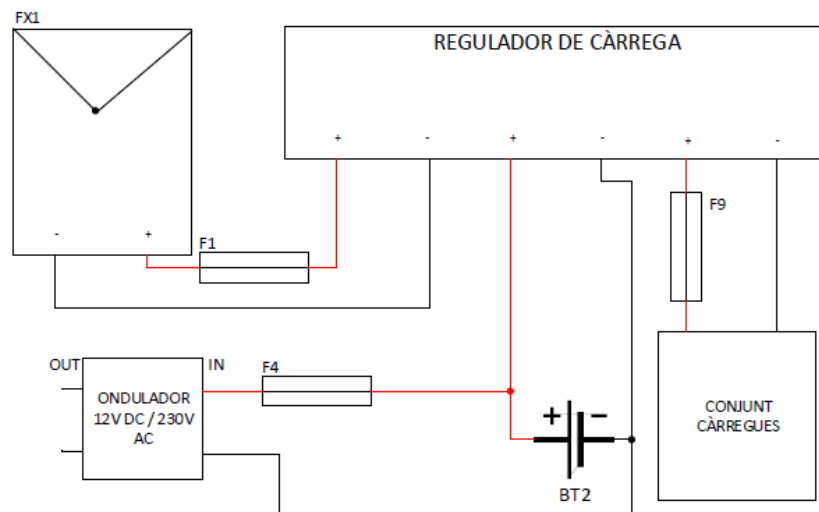
Seguidament, presentem els diversos elements que conformen un sistema de plaques solars aïllat, per tal d'ajudar al lector a entendre el seu funcionament i així comprendre més endavant les diferents decisions i càlculs que efectuarem. Així doncs, els elements que trobem en la instal·lació que realitzarem seran els mòduls fotovoltaics, el regulador de càrrega, l'acumulador o bateria, l'inversor i les càrregues.

- Els mòduls fotovoltaics seran els elements que ens permetran obtenir energia elèctrica a partir de la radiació solar.
- El regulador de càrrega és l'element que es troba entre els mòduls fotovoltaics de la instal·lació i l'acumulador/bateria. Compleix dos funcions bàsiques que són protegir la bateria i tractar d'obtenir en cada moment la màxima potència dels mòduls fotovoltaics. Així, el regulador controla la càrrega de les bateries i interromp la connexió amb el/els panells en el cas de que estiguin

completament carregats. Al mateix temps, si la bateria es troba per sota d'un llindar de la seva capacitat, talla la seva connexió amb la xarxa de consum per evitar descàrregues profundes de la bateria i no danyar – la. També evita sobretensions a l'entrada de la bateria i procura treure el màxim rendiment dels panells fotovoltaics.

- En tercer lloc, trobem la bateria. Element encarregat d'emmagatzemar l'energia produïda pels mòduls fotovoltaics, ja que en moltes situacions, la producció d'energia solar i el seu consum no coincideixen en el temps. La bateria o acumulador el trobem explicat amb més detall a la primera fase del projecte.
- A continuació trobem l'inversor, que és l'element capaç de transformar la corrent continua que ens donarà els panells solars i la bateria, en corrent altern que serà necessari per tal d'alimentar els elements que ho requereixin.
- Finalment trobem les càrregues, les quals seran tot el conjunt d'elements que vulguem alimentar a través de la nostra instal·lació.

ESQUEMA BÀSIC SISTEMA SOLAR AÏLLAT



**Esquema 4. Elements i connexions d'un sistema solar aïllat. Pàgina 7 el document d'esquemes elèctrics.**

### 1.3.1.3. Càlculs de la instal·lació de plaques solars

En aquest apartat del treball ens disposem a realitzar els diferents càlculs per tal de dissenyar la instal·lació de plaques solars del mòdul i saber quines han de ser les diferents característiques dels elements que la componen. Així doncs, en un primer lloc farem un anàlisi del consum estimat en diversos escenaris que haurà de subministrar el mòdul, seguidament farem un estudi de mapes de potencial fotovoltaic per tal de saber com es comportarà la instal·lació en diferents llocs (recordem que al tractar – se d'un element mòbil, la ubicació s'ha de adaptar a la ubicació i les condicions en que es trobi. Juntament amb aquesta part, realitzarem una simulació de la insolació (amb l'ajuda de l'aplicació PVGIS). Aquesta simulació ens permetrà estimar la producció d'energia que tindrem amb les característiques marcades pel nostre projecte.

Finalment, farem l'elecció dels mòduls fotovoltaics i la resta d'elements que configuren el sistema.

#### 1.3.1.3.1. Estimació del consum

En un primer moment, hem d'efectuar una estimació del consum previst, la qual consisteix en considerar tots els aparells elèctrics i electrònics que haurem d'alimentar. Hem realitzat anteriorment aquest càlcul, detallant cada element, el seu consum (mesurat en watts) i el seu temps d'utilització diari en la fase 1 quan volíem esbrinar la capacitat que havia de disposar l'acumulador (bateria). En aquell punt del treball, donàvem la informació en Ampers/hora ja que aquesta és la unitat amb la qual es mesura la capacitat d'una bateria. Ara, utilitzarem les mateixes taules del consum estimat però donant la informació de consum total en Watts/hora, perquè així ens serveixi per dimensionar correctament la potència dels panells fotovoltaics. També hem de dir, que es va dimensionar la bateria per tal d'aconseguir una autonomia de dos dies. Ara s'ha tingut en compte el consum diari de la instal·lació.

Així doncs, d'igual manera que hem realitzat en la fase 1, hem dissenyat 3 escenaris diferents per tal d'obtenir el consum estimat. El primer escenari presenta un consum baix, el segon un consum mitjà i el tercer un consum alt.

#### **Escenari 1 (consum baix):**

En aquest escenari s'ha tingut en compte que farà ús del mòdul 1 o 2 usuaris i que al no estar connectats a cap xarxa elèctrica, són conscients d'aquesta dificultat energètica i fan un consum baix, utilitzant el mòdul per donar il·luminació i per recarregar dispositius electrònics com ara l'ordinador i telèfons mòbils. Pel que fa a altres necessitats com ara cuinar i disposar d'un lloc de refrigeració dels

aliments, es decantaran per la utilització de gas butà, ja que els permetrà no dependre de l'energia elèctrica.

Dispositius	Consum (W)	Temps estimat	Dies	Potència consumida (Wh)
Il·luminació furgoneta (12v)	10	4	1	40
Càrrega PC	100	1	1	100
Càrrega telèfons	15	1	1	15
Nevera	50	0	1	0
Ports 5V			1	0
Ports 12V			1	0
Consum inversor (12V DC a 230V AC)	300	0	1	0
Consum inversor (12V DC a 230V AC)			1	0
<b>Potència total</b>	<b>Wh</b>			
Potència	155			

Taula 14. Estimació de consum. Escenari 1, consum baix

### Escenari 2 (consum mitjà):

En el segon escenari plantejat, s'incorpora es tenen en compte els mateixos consums que en el primer escenari però amb la incorporació de la nevera, cosa que farà que sigui necessari un subministrament elèctric constant la major part del dia. L'ús del mòdul en aquestes condicions segueix dissenyat per a 1 o 2 persones.

Dispositius	Consum (W)	Temps estimat	Dies	Potència consumida (Wh)
Il·luminació furgoneta (12v)	10	2	1	20
Càrrega PC	100	1	1	100
Càrrega telèfons	15	1	1	15
Nevera	50	5	1	250
Ports 5V			1	0
Ports 12V			1	0
Consum inversor (12V DC a 230V AC)	300	0	1	0
Consum inversor (12V DC a 230V AC)			1	0
<b>Potència total</b>	<b>Wh</b>			
Potència	385			

Taula 15. Estimació de consum. Escenari 2, consum mitjà

### Escenari 3 (consum alt):

En aquest tercer escenari, s'ha plantejat una situació en la qual 3 o 4 usuaris faran ús del mòdul i d'aquesta manera es veu incrementat el consum total diari.

Dispositius	Consum (W)	Temps estimat	Dies	Potència consumida (Wh)
Il·luminació furgoneta (12v)	10	4	1	40
Càrrega PC	100	1	1	100
Càrrega telèfons	15	1	1	15
Nevera	50	10	1	500
Ports 5V			1	0
Ports 12V			1	0
Consum inversor (12V DC a 230V AC)	300	0	1	0
Consum inversor (12V DC a 230V AC)			1	0
<b>Potència total</b>	<b>Wh</b>			
Potència	655			

**Taula 16. Estimació consum. Escenari 3, consum elevat**

Els consums obtinguts totals obtinguts en cada cas són els següents:

- Potència consumida baixa (escenari 1): 155Wh.
- Potència consumida mitjana (escenari 2): 385Wh.
- Potència consumida alta (escenari 3): 655Wh.

#### 1.3.1.3.2. Anàlisi del mapa de potencial fotovoltaic i simulació

Com hem explicat anteriorment, el factor de que el mòdul compleixi la funció de poder ser mòbil, comporta una sèrie d'inconvenients i dificultats per tal de dissenyar el sistema fotovoltaic. La dificultat recau en la part de la producció fotovoltaica, funció destinada als panells ja que segons la ubicació tindrem uns nivells d'irradiació solar diferents en cada situació.

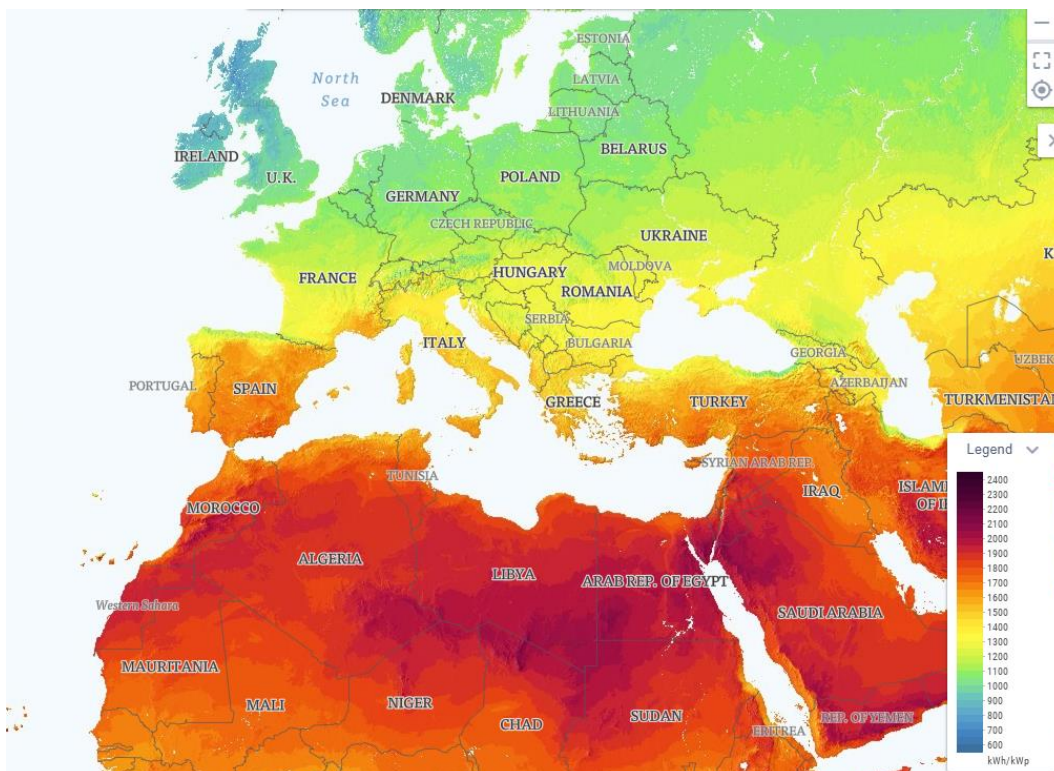
D'aquesta manera, per tal de poder trobar una solució òptima i seguir avançant en el projecte, hem analitzat un mapa d'irradiància per tal de saber la quantitat d'energia solar que rep una regió del planeta al llarg d'un any. En aquest apartat ens ha sigut d'utilitat l'aplicació SolarGis, la qual és una eina dissenyada per l'Aliança Solar Internacional (ISA) i el banc mundial que serveix per mostrar – nos la informació sobre el potencial de la energia solar arreu del món, donant – nos la informació els diferents tipus de radiació que presenta una regió i el seu potencial fotovoltaic.

Enllaç per tal d'accedir a l'aplicació:

<https://globalsolaratlas.info/map>

També s'han utilitzat altres fonts per tal de contrastar la informació i no cometre un error en el càlcul. Seguidament mostrem el mapa de potencial fotovoltaic dels països europeus de PVGIS:





**Figura 12. Mapa del potencial fotovoltaic dels països europeus.**

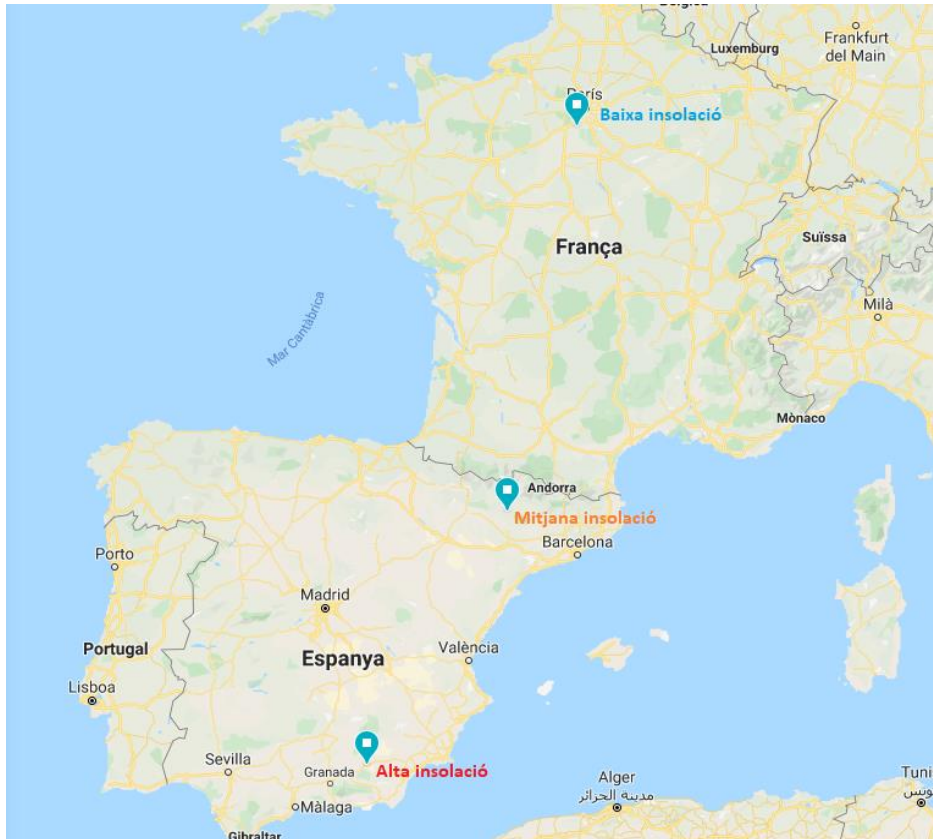
Tota aquesta recerca inicial a la simulació ens ha servit per tal de definir tres casuístiques en les quals es podria trobar el nostre mòdul. D'aquesta manera, hem definit tres zones diferents d'insolació per tal de simular com es comportarà el sistema de plaques solars en cada una d'elles i així poder saber les característiques necessàries que ha de presentar i quines limitacions tindrà. Aquestes zones, les hem anomenat zones de baixa insolació, la qual s'ha considerat una insolació 1148kWh/kWp, una altra zona anomenada d'insolació mitjana en la que hem considerat una insolació de 1647kWh/kWp i per últim una zona d'insolació alta, la qual correspon a un valor de 1813kWh/kWp.

Seguidament, s'han buscat 3 ubicacions que complissin aquestes característiques:

<b>Tipus de zona</b>	<b>Coordenades de la posició (latitud i longitud)</b>
Zona amb baixa insolació	48.516,2.153
Zona amb insolació mitjana	42.091,0.547
Zona amb insolació alta	37.47,-2.731

**Taula 17. Descripció del tipus de zona i la seva localització**

Mostrem amb google Maps la ubicació de tots tres llocs:



**Figura 13. Ubicació sobre un mapa de la localització de les zones on s'ha fet la simulació.**

El posterior pas ve en fer una simulació de cada una d'elles per tal de saber la potència estimada de la instal·lació que haurem d'instal·lar per tal de que el mòdul sigui el màxim d'autònom possible ens les diferents ubicacions i les diferents èpoques de l'any. Per realitzar la simulació de la producció elèctrica, s'ha utilitzat l'eina PVGIS que podem accedir a través del següent enllaç:

[https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/es/tools.html](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/tools.html)

La finalitat de la simulació serà poder determinar la potència de pic que hauran de tenir els panells fotovoltaics per tal que disposem l'autonomia més llarga en totes les ubicacions possibles. A causa de les limitacions del sistema i la gran varietat de factors que depenen de la producció energètica, serà difícil obtenir una autonomia absoluta en tots els indrets, però recordem que l'energia solar no serà l'única font generadora, sinó que a més disposarem de la connexió amb la xarxa elèctrica i l'alternador del vehicle, que ens ajudaran a tenir la màxima autonomia en qualsevol punt.



### **Factors definits en la simulació:**

Per tal de que la simulació sigui el més pròxima a la realitat possible i així cometre l'error més reduït possible, s'han de definir una sèrie de paràmetres previs abans de realitzar la simulació.

Estudiarem el rendiment de la nostra instal·lació definint aquests paràmetres inicials, els quals són: el valor de la capacitat de la bateria i el seu limitador de descàrrega (els quals els vam definir en la fase 1), el consum estimat, la inclinació de les plaques (inclinació òptima segons latitud i època de l'any) i l'azimut (orientació), que explicarem a continuació:

Per tal de que la simulació sigui el més pròxima a la realitat possible i així cometre l'error més reduït possible, s'han de definir una sèrie de paràmetres previs abans de realitzar la simulació.

Estudiarem el rendiment de la nostra instal·lació definint aquests paràmetres inicials, els quals són: el valor de la capacitat de la bateria i el seu limitador de descàrrega (els quals els vam definir en la fase 1), el consum estimat, la inclinació de les plaques (inclinació òptima segons latitud i època de l'any) i l'azimut (orientació), que explicarem a continuació:

### **Inclinació de les plaques i l'orientació:**

Un primer pas a donar en la instal·lació de les plaques solars, serà definir la seva col·locació òptima per tal de produir la màxima potència. En aquest punt, haurem de definir la seva inclinació i la seva orientació respecte el Sol. Començarem definint ens paràmetres d'azimut i inclinació que ens seran de vital importància per tal d'aconseguir l'objectiu de poder captar la major quantitat possible d'energia solar:

- Angle d'azimut:

Aquest angle ens servirà per indicar la orientació dels mòduls respecte el Sol. Tècnicament es defineix com l'angle que forma la projecció sobre el pla horitzontal de la perpendicular a la superfície del generador i la direcció sud. Mostrem una imatge per tal d'aclarir i fer més entenedor aquest concepte:

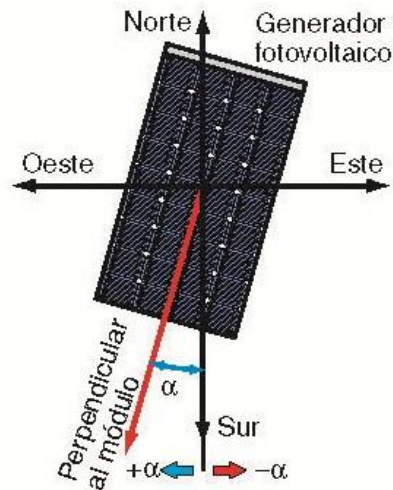


Figura 14. Explicació concepte d'azimut

Hem de saber que en l'hemisferi nord el sol diàriament segueix una trajectòria Est-Sud-Oest. Pel que fa al hemisferi sud, el sol seguirà una trajectòria Est-Nord-Oest al llarg del dia.

- Angle d'inclinació:

Angle que forma la superfície del generador amb el pla horitzontal. Una superfície rep la major quantitat possible d'energia si es troba perpendicularment a la direcció del Sol. Aquest angle d'inclinació òptim varia en funció de tres factors, que són l'hora del dia, la latitud del lloc i l'època del any.

Per tal d'aconseguir el màxim rendiment dels panells, hauríem de dissenyar un sistema capaç d'anar modificant aquest paràmetres d'azimut i inclinació per tal d'aprofitar el màxim l'energia solar. Aquestes sistemes de plaques solars agafen el nom de sistemes de seguiment solar i els poden trobar d'un i dos eixos, segons si fan el seguiment només azimutal (orientació) o fan el seguiment tant azimutal com de la inclinació.

Pel nostre projecte hem decidit implementar un sistema solar semi-fix, ja que els sistemes de seguiment solar presenten un elevat cost i el nostre projecte, al tractar – se d'una instal·lació de baixa potència els costos que comporta una instal·lació de seguiment solar no es veuen reflectits significativament amb els resultats obtinguts. Seguidament, expliquem a continuació en que consisteix aquest sistema semi-fix i que pretenem dissenyar per tal d'aconseguir el màxim rendiment possible.

Definida el tipus de instal·lació solar que dissenyarem pel projecte i el seu muntatge, presentem la resta de paràmetres per tal de dur a terme la simulació.

Valors de cada un d'aquests paràmetres:

Paràmetres inicials	Valor	
Capacitat de la bateria (Wh)	1920Wh	
Limitador de descàrrega (%)	40%	
Consum estimat (Wh)	155-385-655Wh	
Inclinació panells (°)	Època de l'any	Inclinació, $\beta$ (°)
	Hivern	$\beta = \gamma + \delta$
	Estiu	$\beta = \gamma - \delta$
	Primavera – Tardor	$\beta = \gamma$
Azimut panells (°)	Sur: 0°	

$\beta$ =Inclinació (°),  $\gamma$ =latitud (°),  $\delta$ =declinació(°)

**Taula 18. Valors de cada un dels paràmetres per tal de realitzar la simulació**

En la següent taula, mostrem els valors que s'haurà de regular el panell per tal de poder aconseguir el major rendiment segons la latitud on ens trobem i la respectiva època de l'any:

Posició	Tipus insolació	Inclinació segons època de l'any (°)		
		Estiu	Hivern	Primavera – Tardor
48.516,2.153	Baixa insolació	25	71	48
42.091,0.547	Insolació mitjana	19	65	42
37.47,-2.731	Insolació alta	14	60	37

**Taula 19. Valors de la inclinació òptima del panell segons la posició i l'època del any**

També haurem de definir el tipus de bases de dades per tal de realitzar la simulació. En l'apartat de manual i documentació del simulador ens demana que per tal de realitzar els càlculs haurem d'utilitzar la base de dades segons el punt geogràfic on es porti a terme la simulació. D'aquesta manera, el programa ens marca que hem d'utilitzar la base de dades PVGIS – SARAH per les ubicacions analitzades.

Pel que fa al tipus d'instal·lació fotovoltaica que pretenem dissenyar, el simulador ens deixa marcar el tipus de sistema que volem simular. D'aquesta manera, podem escollir si farem una instal·lació connectada a la xarxa elèctrica, una instal·lació fotovoltaica de seguiment o un sistema autònom. En el nostre cas, al

tractar – se d'un element mòbil hem escollit aquesta tercera opció per tal d'apropar – nos al màxim possible a la realitat.

Amb tot això, ja podem fer la simulació, únicament caldrà determinar la potència de pic de la placa/plaques, la qual serà un valor que haurem d'anar itinerant en funció dels resultats obtinguts.

Així doncs, la simulació més satisfactòria ha sigut amb una potència de pic del sistema de 400Wp i hem obtinguts els següents resultats amb les diverses condicions.

#### 1.3.1.3.3. Anàlisi de resultats

En aquest apartat comentarem i estudiarem les dades generades pel simulador. Al voler simular el sistema en diverses ubicacions amb radiacions diferents, consums diferents i durant totes les èpoques del any hem generat un document força extens el qual el podeu consultar en els annexos del projecte (Annex A), ja que hem volgut recollir tota aquella informació per tal d'analitzar el comportament.

Al tractar – se d'un sistema amb un nombre tant elevat de paràmetres i de possibilitats ha sigut complicada la tasca de poder dissenyar un sistema totalment autònom. Aquesta idea ja la teníem en un inici al iniciar el procés, que el sistema fotovoltaic seria un ajuda per tal d'alimentar el sistema, però difícilment podria ser la font principal. Així doncs, realitzada la recollida d'informació inicial i documentació i la posterior realització dels càlculs i pertinents simulacions, hem obtingut uns resultats molt favorables i positius. El sistema, amb les seves limitacions de dimensions del espai per tal de col·locar plaques i de capacitat de la bateria definida en la fase 1, és capaç d'adaptar – se molt bé als diferents graus d'insolació i consums.

Així doncs, en una zona amb una alta taxa d'insolació, el sistema pot arribar a ser gaire bé autònom en totes les circumstàncies, tret si ha de subministrar un consum elevat en mesos amb poques hores llum i baixa producció, és el cas dels mesos d'hivern, on podem observar que el sistema donarà un bon resultat però tindrem un 6% del total d'aquests dies que trobarem la bateria per sota del seu limitador de 50% que havíem fixat. Pel que fa a la resta de mesos del any i amb la resta de consums simulats, aquesta tasca es manté al voltant d'un 0% i els valors de producció energètica són molt bons, cosa que si puntualment tinguéssim un consum més elevat al avaluat, el sistema seria capaç de poder fer – li front.

Pel que fa si localitzem el sistema en una ubicació d'una taxa de radiació solar mitjana, podem observar com aquests resultats es veuen afectats però no amb excés, cosa molt favorable. Així doncs, amb les pitjors condicions (pitjor mes i

consum més elevat) obtindrem un 10% del dies que la bateria es trobarà al 50% de la seva capacitat. En les èpoques de primavera i tardor amb un consum elevat aquest valor es trobarà al voltant del 5% i per la resta de condicions a 0%. Així doncs, podem dictaminar que el sistema és capaç de produir energia molt satisfactòriament. És cert, que en si preveiem utilitzar el mòdul ComfortCamper els mesos de novembre, desembre i gener (mesos amb els resultats obtinguts més desfavorables) i preveiem un consum elevat degut a la planificació de les activitats que durem a terme, temps d'ús i el nombre de dies que l'utilitzarem o nombre de persones que utilitzaran el mòdul, és possible que haguem de necessitar l'ajuda del alternador del vehicle o la xarxa elèctrica per tal de fer front la demanda d'energia.

Finalment, en una situació de baixa radiació solar podem observar com amb un consum baix, el sistema és capaç de satisfer completament la demanda energètica durant tot l'any. En el cas d'un consum mitjà, el sistema segueix presentant aquesta autonomia durant tot l'any excepte els mesos més freds de gener, febrer, novembre i desembre. El gener i desembre, la quantitat de dia en que trobarem la bateria per sota del llindar de la meitat de la seva capacitat és troba al voltant del 24%, febrer i novembre per la seva part aquest valor es troba vora el 11%. Els resultats més desfavorables els trobem quan li ha d'alimentar un consum elevat, on 6 mesos del any (abril, maig, juny, juliol, agost i setembre) el sistema fotovoltaic serà capaç de ser autònom. Les pitjors condicions les trobarem als mesos de gener i desembre, on serà necessari el suport de les altres dues fonts, ja que podrem capturar en aquestes circumstàncies un 67% de l'energia requerida al llarg del dia.

#### *1.3.1.3.4. Instal·lació suport panell solar semi – fix*

El panell anirà ubicat en el sostre del vehicle, sobre un suports telescòpics que permetran regular la inclinació dels mòduls i així poder adaptar la seva inclinació en funció de la latitud que ens trobem i l'època del any del moment.

D'aquesta manera, l'angle d'azimut ens dependrà de la orientació del vehicle. Així doncs, per tal de que el panell rebi la major quantitat solar possible i tenint present la trajectòria del Sol, el panell haurà d'estar orientat al sud si ens trobem en l'hemisferi nord i en cas de que ens trobem en l'hemisferi sud, la orientació del vehicle haurà de ser al nord. En aquest paràgraf volem comentar que en la ubicació òptima del vehicle, a més de la orientació sud del mateix s'haurà de procurar evitar la incidència d'ombres en el panell ja que repercutirà en el rendiment del panell i en una pèrdua de potència del mateix.

Pel que fa a la inclinació, al disposar dels suports telescòpics que permeten una regulació manual, podrem modificar aquesta inclinació per tal de maximitzar el

rendiment com hem dit adaptant la inclinació i així aconseguir la perpendicularitat amb els rajos solars en les hores centrals del dia, que són les hores de màxima insolació. Així doncs, variarem la inclinació en funció de l'època del any en que ens trobem i la latitud. Les fórmules que ens permetran saber aquest angle d'inclinació les trobem a la següent taula adjunta, i amb l'ajuda d'una de la aplicació mòbil que es desenvoluparà en la fase 4, en permetrà saber aquest inclinació en cada moment. Per facilitar al usuari la col·locació del mòdul amb la inclinació que hi pertoca, els suports telescòpics aniran marcats amb els graus d'inclinació.

#### 1.3.1.3.5. Elecció del mòdul fotovoltaic

Com hem realitzat en la resta de taules VTP desenvolupades en el projecte, començarem definint els requisits que haurà de complir el mòdul fotovoltaic excloent tots aquells que no compleixin aquests requisits. Aquests requisits inicials que ha de complir el mòdul són els següents:

- **Potència STC:** Com ens marcava la simulació amb l'aplicació PVGIS, després de realitzar la iteració amb diferents valors de potència de pic dels panells fotovoltaics, els resultats més idonis han sigut amb plaques de 400W pic. Així doncs, definim que el mòdul ha de presentar un valor entorn als 400W pic o superior. Aquest valor es dóna en condicions normalitzades d'assaig (Radiació solar:  $1000\text{W}/\text{m}^2$ , Temperatura de la cèl·lula fotovoltaica:  $25^{\circ}\text{C}$ ).
- **Dimensions:** El mòdul anirà situat el sostre del vehicle. Així doncs, no podrà superar les dimensions de:  $110 \times 215\text{cm}$  ja que sinó no es podrà instal·lar en el sostre del vehicle.
- **Grau de protecció IP:** IP67 o superior, per tal de poder ser utilitzat en condicions adverses, de vent, neu i aigua.

A continuació, presentem els criteris que s'han tingut en compte per tal d'avaluar els mòduls fotovoltaics:

- **Pes:** en tot moment hem esmentat la necessitat de que volem dissenyar un element mòbil, així doncs, per tal de complir aquesta condició, haurem de trobar un element lleuger per tal de fer possible aquesta característica que buscàvem inicialment.
- **Rendiment:** buscarem que el rendiment sigui el més elevat possible, per tal d'entregar a la bateria la major quantitat d'energia.
- **Vida útil:** en la línia d'aconseguir la màxima durabilitat del mòdul i els elements que el formen, la vida útil de les plaques solars serà un altre factor determinant en la nostra elecció.

- **Preu:** la següent qüestió a analitzar, serà el preu del panell. Buscarem que sigui el més econòmic possible. El mòdul ComfortCamper, al tractar – se d'un mòdul amb múltiples funcionalitats i elements que el componen fa que haguem d'evitar un cost excessiu de cada una de les parts, ja que repercutirà en el cost final del producte.
- **Coefficient de temperatura de potència:** aquest valor, expressat en %, quantifica la disminució de la potència amb cada grau centígrad que s'augmenta respecte la temperatura nominal de 25°C de la cèl·lula. Buscarem que aquest valor sigui el més reduït possible.
- **Potència NOCT:** aquest valor, expressat en W, ens mostra la potència en unes condicions diferents a les STC (1000W/m<sup>2</sup> i 25°C). Són unes condicions més desfavorables però més realistes (800W/m<sup>2</sup>/20°C) i ens determinaran la potència que ens podrà subministrar el panell.

Seguidament presentem les característiques de quatre panells fotovoltaics que hem escollit per tal de fer l'elecció.

Característiques panells fotovoltaics:

	Solar Zity -400W	Cheetah HC Jinko - 400W	JASOLAR- JAM72S1 0	Canadian Solar Hiku 395- 415W	Pmax-Pm	Vmax	Vmin	Vmax- Vmin
<b>Pes (kg)</b>	23,4	22,5	22,7	24,9	4	24,9	22,5	2,4
<b>Preu (amb IVA)</b>	246,84	185	200,9	199,88	4	246,84	185	61,84
<b>Coefficient T potència</b>	0,36	0,36	0,35	0,37	4	0,37	0,35	0,02
<b>Rendiment (%)</b>	19,83	19,88	19,9	19,79	4	19,9	19,79	0,11
<b>Vida útil (anys)</b>	30	25	25	25	4	30	25	5
<b>Potència NOCT (W)</b>	297	302	296	308	4	308	296	12

Taula 20. Característiques dels diferents panells fotovoltaics

Un cop implementades totes les característiques de cada panell en una taula, ens disposem a realitzar la taula VTP amb cada un dels barems:

CRITERIS	PES	PROPOSTA							
		Solar Zity -400W			Cheetah HC Jinko - 400W		JASOLAR-JAM72S10		CanadianSolar Hiku 395-415W
	G	P	PXG	P	PXG	P	PXG	P	PXG
<b>Pes</b>	5	3,5	17,5	5	25	4,666667	23,33333	1	5
<b>Preu</b>	35	1	35	5	175	3,971539	139,0039	4,037516	141,3131
<b>Coefficient t potència</b>	5	3	15	3	15	5	25	1	5
<b>Rendiment</b>	20	2,454545	49,09091	4,272727	85,45455	5	100	1	20
<b>Vida útil</b>	5	5	25	1	5	1	5	1	5
<b>Potència NOCT</b>	25	1,333333	33,33333	3	75	1	25	5	125
<b>Suma (pxg)</b>	95	174,9242424	380,4545455	317,3372143	301,313066				
<b>VTP</b>		0,368261563	0,800956938	0,668078346	0,634343297				

Taula 21. Comparació panells fotovoltaics a partir d'una taula VTP

Placa escollida: Cheetah HC Jinko – 400W.



Per tal d'escollir el regulador òptim per la instal·lació, hem tractat aquest apartat unes pàgines més endavant, en el bloc destinat a l'elecció del regulador de càrrega del sistema.

Hem d'afegir també que el fabricant ens marca que situem un fusible a la sortida del panell fotovoltaic. Fixant – nos amb la fitxa tècnica del producte, la intensitat màxima que subministrarà el panell cap el regulador ve donada per la intensitat de curtcircuit del panell, que té un valor de 10,36A. Per garantir el correcte funcionament del sistema, col·locarem un fusible de 12A.

### 1.3.2. Alimentació a través del alternador

#### 1.3.2.1. Definició i funcionament alternador

L'alternador és un dispositiu dissenyat per convertir l'energia mecànica en energia elèctrica. És un element clau ens els automòbils actuals ja que a través d'aquesta transformació de l'energia permet carregar la bateria i així emmagatzemar l'electricitat per poder alimentar el gran nombre de components elèctrics i electrònics (sensors, il·luminació, pantalles...) que disposa el vehicle.

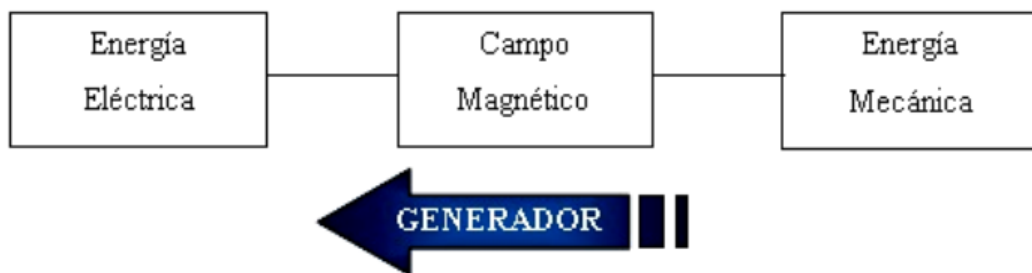


Figura 15. Diagrama de blocs del funcionament d'un alternador

Així doncs, l'alternador obté l'energia mecànica a partir del motor del vehicle (en els motors de combustió més precisament del cigonyal a través d'una corretja). Aquesta transformació de l'energia és duu a terme gràcies a la inducció electromagnètica, coneguda com a Llei de Faraday i és el principi en que es basen aquest tipus de dispositius. A continuació, explicarem les parts fonamentals d'un alternador per tal d'entendre com aconseguix produir energia elèctrica.

#### Parts d'un alternador

L'alternador el trobem format principalment per dos parts. En primer lloc explicarem el rotor, el qual és l'element mòbil del alternador i es converteix en l'inductor. En segon lloc explicarem la funció del conjunt induït que agafa el nom d'estator i és l'element fix.



El rotor és l'element encarregat de crear el camp magnètic. Així doncs, el rotor incorpora un nucli magnètic i un bobinat que generen aquest camp magnètic al girar. El rotor es troba allotjat en l'interior del estator en el qual trobem un connexionat de bobines (induïdes) les quals estan sotmeses a aquest camp magnètic i això provoca que generin una corrent alterna.

A més d'aquests dos components, l'alternador també incorpora un regulador de voltatge i un pont de díodes. Aquest elements són necessaris per tal de condicionar el corrent altern produït pel rotor i l'estator en corrent continu vàlid per alimentar la bateria. A més també serveixen per condicionar un voltatge estable a la sortida i regular els ampers (intensitat que necessita la bateria). També incorpora un circuit d'excitació i de preexcitació, necessaris per generar el corrent elèctric i que mantindran funcionant correctament l'alternador un cop sigui engegat.

Finalment hem de dir que un alternador es troba format per altres elements com les carcasses, els ventiladors i la politja que serveixen per tal de confeccionar el seu correcte funcionament.

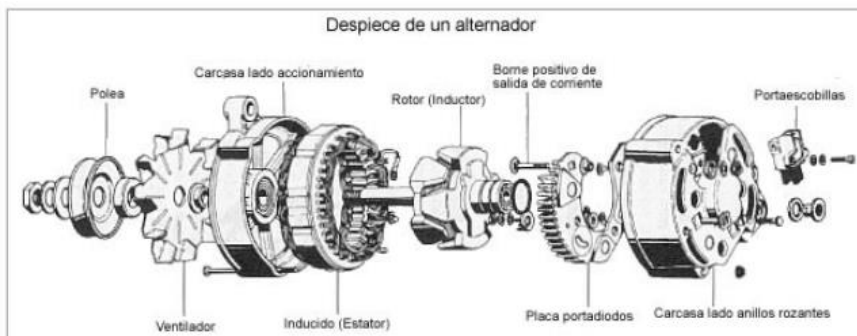


Figura 16. Diferents elements que configuren un alternador

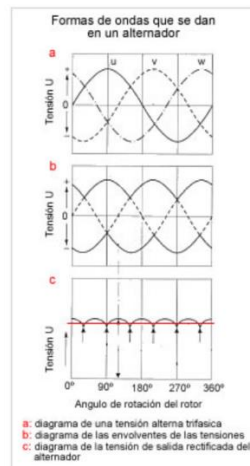


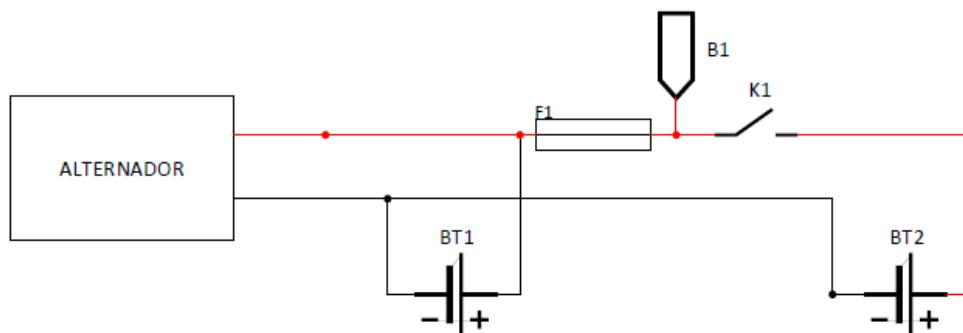
Figura 17. Formes d'ona d'un alternador

### 1.3.2.2. Disseny del circuit i problemàtica de la connexió de dos bateries en paral·lel

Explicat el funcionament del alternador i les seves diverses parts, arriba el moment d'incorporar al circuit elèctric el qual connecten la bateria principal, els borns de sortida del alternador i la bateria del mòdul per tal de poder aprofitar aquesta energia i carregar ambdues bateries al mateix temps.

En un primer moment, vam pensar en la possibilitat de realitzar aquesta connexió amb l'ajuda d'un relé automàtic. Doncs bé, la idea consistia en realitzar una connexió en paral·lel entre la bateria principal del vehicle i la bateria del mòdul, separant – les connectant amb sèrie a la bateria del mòdul el relé automàtic. La funció del relé automàtic consistia en tancar el circuit i així deixar passar el corrent cap a la bateria del mòdul tant bon punt hi hagués a la seva entrada un voltatge superior a uns 13,8V, voltatge que subministra l'alternador quan es troba en funcionament. Això significava que el vehicle es trobava engegat i l'alternador hauria de carregar totes dues bateries. Un cop el motor s'aturés, l'alternador deixaria de subministrar aquests 13,8V i el relé obriria el circuit per tal de separar totes dues bateries i així evitar que es descarreguessin o hi haguessin corrents internes entre elles, cosa que podria desgastar i danyar totes dues bateries. Seguidament, presentem l'esquema elèctric per tal de saber com es realitzaria la connexió:

CIRCUIT RELÉ AUTOMÀTIC



Esquema 5. Connexions relé automàtic i bateria secundària/auxiliar. Pàgina 6 del document d'esquemes elèctrics.

Així doncs, per realitzar aquesta adaptació del circuit, ens caldrà saber la intensitat màxima que ens pot subministrar l'alternador per així afegir un fusible adient i protegir el circuit.

Aquest va ser el plantejament inicial, però ens vam trobar la problemàtica de que molts fabricants de bateries desaconsellen carregar dues bateries diferents en

paral·lel. Sobretot si són de diferent capacitat i anys de fabricació i característiques diferents (el nostre cas). Això va donar lloc a fer un anàlisi més exhaustiu per examinar quines implicacions tenia connectar dues bateries en paral·lel.

### **Problemàtica connectar bateries en paral·lel**

En un cas ideal i teòric, no existiria cap problema en connectar dues bateries en paral·lel, el que obtindríem és el doble de capacitat si totes dues bateries fossin idèntiques. Però hem de dir que no hi ha dues bateries exactament iguals. Les imperfeccions intrínseques dels materials i les petites variacions en el moment de la fabricació provoquen diferències que afecten a les bateries si les connectem en paral·lel. A més d'aquest factors, li hem de sumar les imperfeccions del cablejat que utilitzem per connectar – les, i la diferència en les longituds d'aquest, que causarà una petita resistència. També ens afectarà el valor de la resistència interna de la bateria i la diferència de capacitats.

D'aquesta manera, les conseqüències que es deriven d'aquestes petites imperfeccions són que es produeix una carga no uniforme i el desgast de les bateries s'accelera (hi ha una de les bateries que treballa més que l'altre). A més, sempre es produirà una petita transferència d'energia entre les bateries, cosa que provocarà que mai arribin a estar carregades plenament. Tot això suposa que la vida útil de totes dues bateries s'escorci enormement i mai aconseguim que funcionin en el seu màxim rendiment. Així doncs, hem de trobar una solució per tal de poder recarregar totes dues bateries.

#### *1.3.2.3. Connexió de dues bateries amb un regulador de càrrega*

La solució per poder recarregar totes dues bateries al mateix temps recau en utilitzar un regulador de carga DC – DC. El regulador de càrrega l'utilitzarem també pel panell fotovoltaic i per connexió del convertidor AC-DC, així que en aquest punts explicarem els beneficis que ens aportarà connectar el regulador de càrrega al alternador. La resta d'aspectes i explicacions del regulador es troben redactades en el seu corresponen bloc ja que al ser un element conjunt de les tres fonts, hem decidit fer un apartat per parlar amb més profunditat sobre ell.

Així doncs, pel que fa al alternador, el regulador de càrrega és un element que ens permetrà poder carregar totes dues bateries al mateix temps però mantenint una separació entre elles i així evitar que hagi corrents entre elles. A més aquest element ens presenta unes altres avantatges per tal de millorar el rendiment de càrrega de la bateria i allargar la seva vida útil. Així doncs, permetrà un control de càrrega de la bateria, controlant el flux d'energia que circula per ella i analitzant els paràmetres de voltatge i intensitat en tot moment. També hem de dir que oferirà protecció evitant sobrecàrregues i evitant descàrregues profundes de la bateria (la

seva funció serà tallar el pas de corrent quan els elements connectats a la bateria tinguin una demanda d'intensitat molt elevada), hem explicat amb més detall aquests factors en la fase 1, quan parlàvem de les característiques que necessitàvem per la bateria.

### 1.3.3. Alimentació a partir de la xarxa elèctrica

Per tal de poder alimentar tots els elements del mòdul quan puguem disposar d'una xarxa elèctrica al nostre abast, incorporarem un rectificador AC-DC que permetrà transformar el corrent altern de 230V i 50Hz que ens subministra una xarxa elèctrica monofàsica, en un corrent continu de 12V, que servirà tant per alimentar la bateria a través del regulador i així recarregar – la si fos necessari, com per alimentar totes les càrregues de forma independent a la bateria, i així evitar cicles de càrrega i descàrrega i poder allargar la seva vida útil. D'aquesta part se'n carregarà el regulador de càrrega i així no haurem d'ampliar el circuit amb més elements. Aquest punt s'ha tingut en compte en els requisits del regulador.

D'aquesta manera, el regulador haurà de ser capaç de subministrar la intensitat de 20A per tal de poder alimentar les càrregues i la bateria.

#### 1.3.3.1. Elecció del rectificador AC/DC 12V

Així doncs, hem buscat al mercat rectificadors AC/DC de 12V que complissin aquesta premissa de poder entregar 20A a la seva sortida. Mostrem les característiques dels rectificadors trobats i realitzarem la corresponent taula VTP per trobar la que millor s'adapti al projecte.

Els factors que s'han tingut en compte per l'elecció del rectificador han sigut preu, dimensions i pes (explicats en altres apartats la seva importància).

	JoyNano 240W	Bueendeer 20A	Reprap AC/DC 1220	Pmax-Pmin	Vmax	Vmin	Vmax-Vmin
<b>Pes (kg)</b>	0,689	0,7	0,606	4	0,7	0,606	0,094
<b>Preu (amb IVA)</b>	25,99	25,57	14,57	4	25,99	14,57	11,42
<b>Dimensions (cm3)</b>	1100	13971,6108	1328,25	4	13971,6108	1100	12871,6108

Taula 22. Característiques dels diferents rectificador AC/DC 12V

Seguidament presentem la taula VTP amb els resultats obtinguts:

CRITERIS	PES		PROPOSTA					
	G	P	PXG	P	PXG	P	PXG	
		JoyNano 240W		Bueendeer 20A		Reprap AC/DC 1220		
<b>Pes (kg)</b>	15	1,46808511	22,0212766	1	15	5	75	
<b>Preu</b>	55	1	55	1,14711033	63,0910683	5	275	
<b>Dimensions</b>	30	5	150	1	30	4,92906871	147,872061	
<b>Suma (pxg)</b>	100	227,0212766		108,0910683		497,8720612		
<b>VTP</b>		0,454042553		0,216182137		0,995744122		

Taula 23. Comparació rectificadors AC/DC a partir d'una taula VTP

El model que ens mostra unes millors característiques per la nostra aplicació és el Reprap AC/DC 1220. Als annexes del projecte podreu trobar el datasheet del producte.

### 1.3.4. Regulador de càrrega

Com hem explicat anteriorment en aquesta fase 2, el regulador serà un element vital per tal de recarregar la bateria del mòdul. En l'apartat del sistema fotovoltaic hem definit aquest element i les avantatges que ens incorpora, així que en aquesta apartat, ens centrarem en analitzar les tipologies que hi trobem en el mercat i com encaixem amb la funcionalitat que li volem atorgar en el nostre projecte.

Així doncs, exposem els diferents tipus de reguladors de càrrega que podem trobar al mercat i farem una tria per tal d'escollir el que més s'adapti al nostre projecte.

#### 1.3.4.1. Tipologies reguladors de càrrega

**PWM** (Modulació per ample de pols). Aquests tipus de reguladors s'encarreguen de carregar les bateries mitjançant un algoritme programat internament. La funció del regulador serà limitar la intensitat que se li subministra a la bateria en funció de l'estat de càrrega en que es trobi (fase bulk, fase d'absorbir o fase de flotació) tallant el subministrament d'energia produïda modificant l'ample dels polsos. L'estat de càrrega d'una bateria es pot saber gràcies a la tensió que presenta en els seus borns.

Són un tipus de reguladors econòmic i amb un baix pes. Com a desavantatge hem de dir que presenten un rendiment inferior pel que fa als reguladors MPPT, el qual optimitza millor el rendiment de càrrega de la bateria ja que treballa en el punt de màxima potència. En el reguladors PWM, la tensió ve definida per la tensió de la bateria.

**MPPT** (Seguidor del punt de màxima potència). En aquest tipus de reguladors hi trobem un transformador CC-CC a més d'un circuit que s'anomena seguidor de

màxima potència (MPPT). La funció del seguidor és adaptar la tensió en tot moment per tal de subministrar la major potència a la bateria.

Aquest tipus de reguladors, gràcies a poder modificar la intensitat a l'entrada de la bateria i fer aquesta regulació del punt de màxima potència aconseguen un rendiment superior en respecte als reguladors PWM (són un 30% més òptims). Així doncs, presenten un millor rendiment i aprofitament de l'energia.

#### *1.3.4.2. Elecció del regulador de càrrega*

Per tal d'escollir el regulador de càrrega òptim per la instal·lació del mòdul fotovoltaic aquest haurà de complir una sèrie de requisits en base a les característiques del mòdul. D'aquesta manera, al escollir un mòdul d'una potència de pic de 400W necessitarem un regulador que sigui capaç de poder convertir la tensió de sortida que ens donarà el mòdul, que seran 24V, en la tensió de càrrega de la bateria de 12V, que el fabricant ens especifica que serà un voltatge comprès entre 14.1 i 15V . Per poder fer aquesta conversió en serà necessari utilitzar un regulador MPPT, regulador de càrrega amb seguiment de punt de màxima potència. Aquest tipus de reguladors, a diferència dels reguladors PWM, són capaços de reduir al voltatge de sortida al voltatge de la nostra instal·lació i augmentar els ampers per tal de no generar pèrdues de rendiment i obtenir tota la potència del panell. També hem de dir, que els reguladors MPPT presenten un millor rendiment en front dels reguladors PWM. Així doncs, per aquesta part descartem la utilització dels reguladors PWM ja que no permeten aquesta conversió de 24V a 12V.

#### **Definir requisits generals regulador de càrrega**

En aquest apartat definirem els requisits generals que haurà de tenir el regulador de càrrega que escollim per la nostra aplicació. Un cop esmentades aquests requisits, farem referència als requisits particulars de cada font, si és que n'hi ha per tal de trobar un regulador que s'adapti perfectament a tots els requisits que li demanem. Així doncs, ens disposem a fer un llistat de cada una d'aquests requisits:

- El regulador ha de ser apte per tal de carregar les bateries tipus AGM que configurarà l'alimentació dels diferents elements del nostre mòdul. Ha d'haver-hi compatibilitat entre la bateria i el regulador de càrrega, així que quan ens disposem a fer la recerca de reguladors ens fixarem amb aquesta característica per tal d'assegurar un correcte funcionament.
- Un altre punt a tenir present serà si el regulador ofereix la possibilitat de desconexió automàtica de la càrrega (elements connectats) per alt

consum i quin és el valor d'intensitat amb el qual es durà a terme aquesta desconexió. Aquí ens referim que si en un moment donat s'està donant un consum molt elevat ja que estem utilitzant al mateix temps molts dispositius elèctrics, doncs que el regulador sigui capaç de tallar el subministrament per tal de no quedar – nos sense capacitat en la bateria i evitar al mateix temps descàrregues profundes que ocasionaran una reducció del temps útil de vida del nostre acumulador. Al mateix temps, el regulador escollit haurà de ser capaç de desconnectar el sistema quan el voltatge de la bateria baixi d'un llindar preestablert. Aquest voltatge és un indicador de la capacitat que li resta a la bateria per esgotar – se per complet, en el nostre cas aquesta capacitat serà del 50%. Seguidament, la connexió es durà a terme quan el voltatge que presenti la bateria sigui d'un valor el qual sigui superior al 80% de la seva capacitat.

- En cas de que es doni la situació en la qual la bateria es trobi al 100% de la seva capacitat hi algunes de les fonts d'alimentació estigui subministrant energia i al mateix temps disposem d'alguna càrrega connectada a la sortida del regulador, el regulador subministri aquesta energia necessària per alimentar la càrrega sense intervenir la bateria. D'aquesta manera, la bateria quedarà en un segon pla i es posarà en funcionament quan la el regulador no pugui fer front a la demanda energètica.
- Al igual que la resta d'elements que hem anat incorporant al mòdul en la fase 1, uns dels requisits que li demanarem al regulador de càrrega és que tingui unes dimensions reduïdes i un baix pes.
- Un altre punt clau serà que presenti un valor d'autoconsum baix. Entenem autoconsum com aquella energia necessària per tal de fer funcionar el regulador sense tindre cap element connectat.

### Requisits referent al alternador

- Intensitat màxima que haurà de suportar: Haurem de prestar atenció en la intensitat màxima acceptada pel regulador. Així doncs, en aquest punt hem cercat la intensitat màxima que ens donava l'alternador del vehicle (en el nostre cas Renault Kangoo del 2007) porta un alternador que pot donar fins a 60A. D'aquesta manera, la segona característica fonamental del regulador de càrrega haurà de ser que sigui capaç de suportar la intensitat màxima que haurà de suportar: Haurem de prestar atenció en la intensitat màxima acceptada pel regulador. Així doncs, en aquest punt hem cercat la intensitat màxima que ens donava l'alternador del vehicle (en el nostre cas Renault Kangoo del 2007) porta un alternador que pot donar fins a 60A. D'aquesta manera, la segona característica fonamental del regulador de



càrrega haurà de ser que sigui capaç de suportar la meitat d'aquesta intensitat, així que el regulador que escollirem pel mòdul ConfortCamper haurà de ser d'un valor igual o superior a aquests 30A. Aquest valor ha de ser la meitat ja que la intensitat donada per l'alternador es bifurca en dos sentits. Una part d'aquesta anirà a alimentar la bateria principal i l'altre anirà cap el regulador.

### Requisits referent al panell fotovoltaic

- Tensió circuit obert i intensitat curtcircuit panells: el regulador escollit haurà de ser capaç de suportar la tensió en circuit obert del panell fotovoltaic i la tensió de curtcircuit del mateix. Aquest seran els valors màxims que subministrà el panell solar i el regulador haurà de ser capaç de suportar – los. Així que amb la fulla de característiques de la placa solar haurem de comprovar que els valors de tensió i intensitat siguin admissibles pel regulador.

Mostrem aquests dos valors obtinguts de la fitxa de característiques de la placa escollida:

Panell fotovoltaic 400W pic	Valors
Tensió de circuit obert	49.8V
Intensitat de curtcircuit	10.36A

**Taula 24. Valors de tensió circuit obert i intensitat de curtcircuit panell fotovoltaic**

- Intensitat màxima tolerable: Aquesta intensitat màxima s'ha tingut en compte ja que si en un futur decidim ampliar el nombre de plaques solars del nostre sistema, el regulador sigui capaç de poder suportar aquest augment de potència i no haver de canviar el regulador. Així doncs, ha sigut una característica a tenir en compte per futures ampliacions.

No hem inclòs més aspectes tècnics de valoració en aquesta taula VTP ja que molts d'ells han sigut un requisit que demanàvem inicialment al regulador i pel que fa a la resta de característiques, al no trobar diferències significatives o mateixos valors no han sigut objecte d'estudi.

A continuació, presentem les característiques dels reguladors:

	MPPT 75/15	SR-ML2420	Tracer 2210A	Pmax-Pmin	Vmax	Vmin	Vmax-Vmin
<b>Pes (kg)</b>	0,5	1,4	1,1	4	1,4	0,5	0,9
<b>Preu (amb IVA)</b>	91,48	100,83	90,21	4	100,83	90,21	10,62
<b>Dimensions (mm3)</b>	452000	1886745	1761760	4	1886745	452000	1434745
<b>Intensitat max</b>	15	20	20	4	20	15	5



**Taula 25. Característiques dels reguladors de càrrega**

Un cop recollides les característiques, les analitzem amb l'ajuda d'una taula VTP:

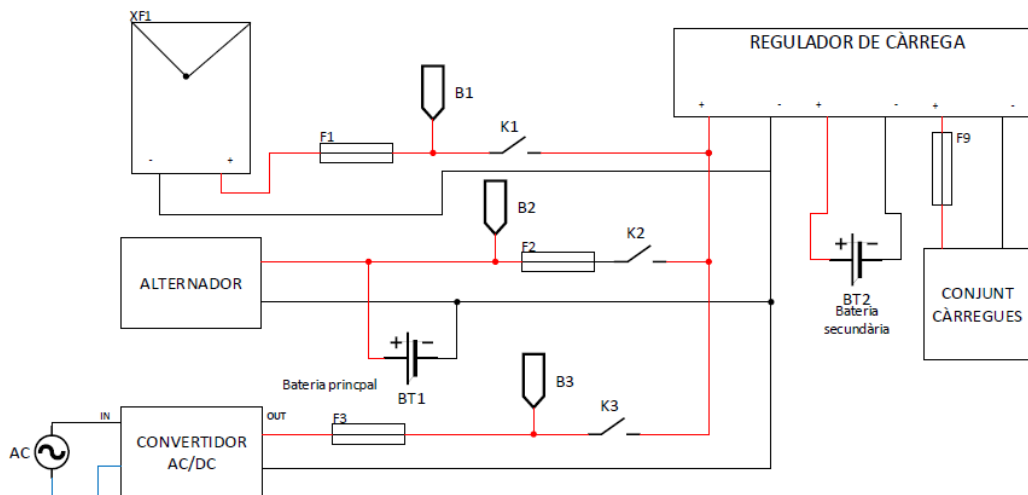
CRITERIS	PES	PROPOSTA						
		MPPT 75/15			SR-ML2420		Tracer 2210A	
		G	P	PXG	P	PXG	P	PXG
<b>Pes (kg)</b>	5	5	25	1	5	2,33333333	11,6666667	
<b>Preu</b>	35	4,52165725	158,258004	1	35	5	175	
<b>Dimensions</b>	25	5	125	1	25	1,34845216	33,7113041	
<b>Intensitat max</b>	35	1	35	5	175	5	175	
<b>Suma (pxg)</b>	100	343,2580038		240		395,3779708		
<b>VTP</b>		0,686516008		0,48		0,790755942		

**Taula 26. Comparació dels reguladors de càrrega a partir d'una taula VTP**

Finalment, la taula VTP ens mostra que la millor elecció pel nostre serà el regulador Tracer 2210A de la marca EPEVER. Entre les seves característiques, cal destacar que aquest regulador ens permetrà una ampliació si és necessari en un futur de mòduls fotovoltaics, presenta un molt bon rendiment (98%) i incorpora les proteccions adients per curtcircuit, sobrecàrrega i sobredescàrrega.

### 1.3.5. Esquema elèctric de les fonts d'alimentació

ESQUEMA FONTS D'ALIMENTACIÓ



**Esquema 6. Circuit elèctric dels diferents elements que conformen les fonts d'alimentació de la bateria. Pàgina 8 del document d'esquemes elèctrics.**

### 1.3.6. Pressupost fase 2

Finalment, adjuntem el pressupost per l'elaboració de la fase 2 del projecte.

Codi	Descripció	Elements	Quantitat	Preu Unitat	Preu Total
<b>02.00</b>	<b>Sistema fotovoltaic</b>				
		Panell fotovoltaic 400W	1	185	185
		Fusible Panell - Regulador 12A	1	0,17	0,17
		Pasasostres	1	6,84	6,84
		Connector MC4	2	4,84	9,68
<b>02.01</b>	<b>Alimentació alternador vehicle</b>				
		Fusible alternador - regulador 25A	1	0,17	0,17
<b>02.02</b>	<b>Connexió xarxa elèctrica 230V 50Hz AC</b>				
		Convertidor AC/DC 12V	1	14,57	14,57
		Fusible Convertidor - Regulador 25A	1	0,17	0,17
<b>02.03</b>	<b>Regulador de càrrega MPPT sistema</b>				
		Regulador Tracer 2210A (20A)	1	90,21	90,21
		Fusible sortida regulador 20A	1	0,17	0,17
	<b>Cost total Fase 2</b>				<b>306,98</b>

Taula 27. Pressupost de material per a la realització de la fase 2

## 1.4. Fase 3 Controls i electrònica del sistema

### 1.4.1. Explicació microcontrolador utilitzat. Arduino Mega 2560.

Per tal de controlar tot el hardware del projecte, necessitarem un microcontrolador que dugui a terme aquesta funció. Aquest element serà l'encarregat de llegir la informació dels sensors, comunicar – se amb els dispositius HMI, processar els algorismes creats i enviar les diferents ordres als actuadors del circuit. Per tal de dur a terme tot aquest conjunt d'accions, el microcontrolador escollit és l'arduino Mega 2560. Així doncs, en aquest primer capítol abordarem la part d'alimentació del microcontrolador i buscarem la solució apropiada pel seu correcte funcionament.

El microcontrolador Mega 2560 disposa de 54 entrades i sortides digitals, les quals 15 poden ser utilitzades com a sortides PWM (Pulse Wide Modulation) i 4 ports sèries per hardware (UART). Al disposar d'aquest nombre de sortides, entrades i comunicacions, fa que sigui un dispositiu ideal per tot el nombre de tasques que pretenem que dugui a terme, explicades en els aparats posteriors. Un altre punt clau que ha fet decidir – nos en utilitzar aquest microcontrolador és l'experiència prèvia que tenim en utilitzar aquest dispositiu i l'àmplia quantitat d'informació disponible i llibreries pels seus diferents perifèrics.

### 1.4.2. Alimentació microcontrolador. Incorporació regulador de tensió

En aquest primer apartat abordarem la part d'alimentació del microcontrolador i buscarem la solució apropiada pel seu correcte funcionament.

En primer lloc, consultant el datasheet del arduino Mega 2560 podem observar com el fabricant ens marca que la tensió d'alimentació d'aquest dispositiu ha d'estar compresa entre 7 i 12V (tensió recomanada). El fabricant també ens facilita la informació dels voltatges límits d'alimentació compresos entre 6 i 20V.

Pel que fa al nostre projecte, l'arduino s'alimentarà a partir de la bateria auxiliar instal·lada, el qual el seu voltatge de sortida com hem pogut observar en la fase 1 tindrà una petita variació entre 13.75V i 10.5V en funció de l'estat de càrrega de la mateixa. Així doncs, encara que la variació no sigui molt exagerada, hem decidit incorporar un circuit que ens permeti realitzar una regulació de la tensió en el voltatge d'alimentació del arduino i així assegurar un correcte funcionament, ja que al alimentar el microcontrolador amb una tensió superior a la recomanada, pot comportar un sobreescalfament dels seus components interns i danyar la placa. A més, serà un element que tindrà un funcionament continuu moltes hores, així que hem de tenir present que haurà de treballar en les millors condicions possibles.

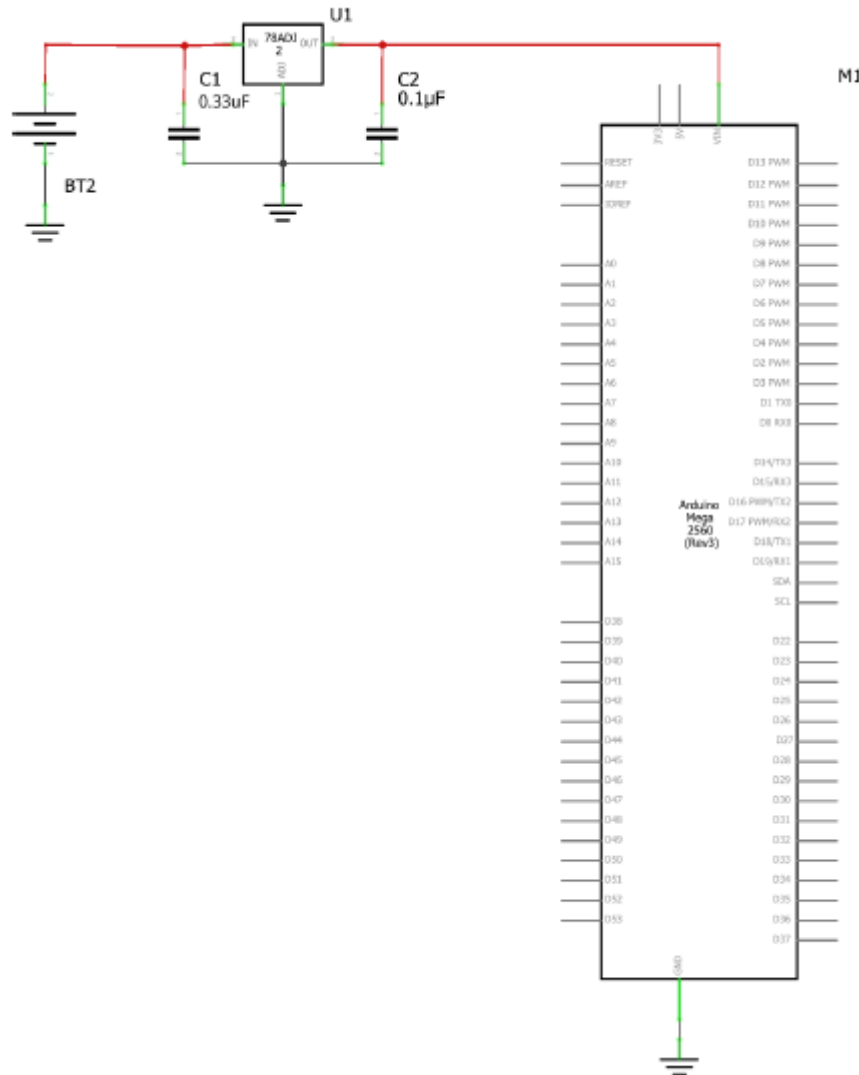
Per tal d'aconseguir un voltatge de sortida estable, utilitzarem un regulador de tensió, els quals hem explicat amb anterioritat en la fase 1. Gràcies aquest dispositiu, el valor d'alimentació serà de 8V (dins els marges recomanats), independentment de la tensió d'entrada (tensió subministrada per la bateria), els canvis de càrrega (consum del microcontrolador) i la temperatura.

El model escollit per tal de dur a terme la regulació de tensió serà el LM7808, ja que és el que ens facilita el 8V a la sortida. Aquest valor l'hem escollit ja que si ens fixem en el datasheet de cada un del models, aquest és el que ens permet una regulació correcta en base a la nostra tensió de la bateria. Si observem el datasheet, podem observar com aquest valor de  $V_i$  (tensió d'entrada) pot acceptar valors des dels 10.5V fins als 25V.

### 1.4.2.1. Esquema elèctric i elements del regulador de tensió

A continuació mostrem les connexions i els elements del circuit. Els dos condensadors que observem a tant al l'entrada com a la sortida del regulador com el seu valor, ens els marca el fabricant per el seu correcte funcionament.

#### ESQUEMA REGULADOR DE TENSIO



Esquema 7. Regulador de tensió i components que ens marca el fabricant per la regulació de tensió. Pàgina 9 del document d'esquemes elèctrics.

### 1.4.3. Control per les tres fonts d'alimentació

Tal i com hem explicat en les fases anteriors, en el mòdul hi constarà una bateria que servirà per donar autonomia al conjunt d'elements connectats. Aquesta bateria, per tal de tenir un control del seu estat de càrrega, una correcta càrrega tenint present les diverses fases que experimenta i un control de la descàrrega de

la mateixa, hem implementat un regulador de càrrega que serà l'element encarregat de dur a terme aquestes funcions.

A més de la bateria i regulador, és necessari poder subministrar energia per tal de carregar la bateria. En la nostra aplicació, al tractar – se d'un element que s'haurà d'adaptar a les circumstàncies del medi en que es trobi, li hem incorporat tres fonts diferents per tal de que pugui alimentar – se en un major nombre d'ubicacions i d'entorns, assegurant al màxim que sempre disposarem d'una font d'energia per tal de mantenir l'autonomia. Aquestes tres fonts que hem incorporat són el sistema de plaques solars, la connexió amb la xarxa elèctrica de 230V AC i el propi alternador del vehicle en que es trobi.

L'objectiu és ser capaços de poder dissenyar un circuit que ens permeti poder controlar aquest flux d'energia que subministrem a l'entrada del regulador de càrrega. Així doncs, la finalitat del circuit que dissenyarem a continuació serà un sistema que ens permeti commutar la font que donades les circumstàncies d'aquell moment estigui operativa i així ens pugui subministrar energia. D'aquesta manera, el circuit ha de ser capaç de tancar el circuit entre la font que es troba operativa amb l'entrada del regulador de càrrega, i així permetre el pas del corrent elèctric. Pel que fa a la resta de fonts, el sistema deixarà obert el circuit per tal de no deixar passar corrent a les respectives sortides del resta de fonts.

Per tal de que el control sigui el més senzill possible per l'usuari i que no s'hagi de preocupar per estar pendent de quina font es dur a terme l'alimentació, hem decidit automatitzar el sistema i que a través d'un microcontrolador i el seu corresponent algoritme, sigui capaç de dur a terme aquesta commutació.

El sistema de control, ha tancar el circuit per tal de deixar passar el corrent de la font que es trobi operativa i obrir – lo en la resta de fonts. En el moment que aquesta font deixi de de trobar – se operativa i es doni el cas que una de les altres dues fonts estigui operativa, obrirà el circuit de la primera font i després el tancarà en la nova font operativa.

A continuació, explicarem els elements que conformaran aquest control. Primer de tot tractarem la part referent al hardware (elements físics) i en segon lloc farem el disseny del algoritme que permeti dur a terme aquest control.

#### *1.4.3.1. Hardware del circuit*

Pel que fa al hardware del circuit, el trobem format per dos parts. Per una banda tenim la part de potència, la qual la configuren les tres fonts d'alimentació (sistema fotovoltaic, alternador i rectificador AC/DC) en la qual hi circularan una quantitat considerable d'energia i en segon lloc, hi trobem la part de control, la qual farà la

funció de controlar la part de potència en funció de les prioritats que li definim prèviament. En la part de control, hi circulen senyals elèctrics, els quals no tenen un amperatge elevat i serveixen per enviar senyals de control i rebre informació del sistema. D'aquesta manera, el sistema de control té la funció de rebre senyals del sistema (en la nostra aplicació aquestes senyals seran els valors de voltatge de cada una de les fonts) i la funció de governar la part de potència (envia senyals per tal d'activar o desactivar els relés).

D'aquesta manera, per tal d'obrir i tancar el circuit de la part de potència s'utilitzarà un relé en cada branca del circuit. El relé és un dispositiu electromagnètic que actua com interruptor elèctric que permet el pas de corrent elèctric que els seus contactes es troben tancats i l'interromp quan aquests es troben oberts. L'interruptor s'acciona elèctricament a partir d'un circuit electrònic de baixa potència que conformarà la part de control del circuit.

#### *1.4.3.1.1. Hardware de la part de potència*

La part de potència serà configurada per un relé en cada branca. Aquest relé haurà de ser capaç de suportar el voltatge i intensitat que hi circularà per cada una de les fonts d'alimentació, així doncs, en el pitjor cas, haurà de suportar els 49.1V que pot arribar a generar la placa fotovoltaica o els 20A que pot donar l'alternador cap al regulador de càrrega. Per tal d'escollir els relés correctes hem tingut en compte aquests dos paràmetres i hem escollit una sèrie de relés de més amperatge per si en un futur es vol reaprofitar la instal·lació per una altra funció o augmentem en sistema de plaques solars i el relé haurà de suportar un voltatge superior.

El relé escollit per l'aplicació és el model 65.31-0300 del fabricant finder. Seguidament, expliquem algunes de les seves característiques:

- Suporta fins a 30A (50A instantanis).
- En permetrà alimentar la bobina amb una tensió de 12V, cosa que farà que no sigui necessari cap conversió de voltatge per tal d'alimentar el circuit.
- La potència d'excitació del relé és de 1000mW. Al alimentar el circuit a 12V ens serà necessari una intensitat superior a 83.34mA per tal de poder fer commutar els contactes. Els ports de sortida del arduino únicament podem subministrar fins a 50mA, així doncs en és necessari un circuit que sigui capaç d'amplificar aquesta senyal, explicat a la part de control.

En el datasheet del component, podrem trobar la resta de característiques, document adjuntat en l'annex del projecte.

#### 1.4.3.1.2. Hardware de la part de control

La part de control es trobarà configurada per tres elements:

- Microcontrolador Arduino Mega 2560:

En primer lloc trobem l'arduino, que serà l'encarregat de rebre i enviar les diferents senyals del sistema i d'executar el codi de programa.

- Circuit amplificació senyals sortida arduino cap als relés:

En segon lloc, trobem el circuit amb transistors NPN que serà necessaris per tal d'amplificar la senyal del arduino cap als relés i així poder – los excitar. El transistor és un dispositiu que regula el flux de corrent o de tensió sobre un circuit actuant com a interruptor i/o com amplificador per senyals elèctriques o electròniques.

Seguidament, realitzem el càlcul per trobar la resistència de base i així amplificar la senyal. Per tal de realitzar aquest càlcul, hem de saber el guany del transistor ( $H_{FE}$ ), la tensió de control ( $V_{IN}$ ) i la intensitat d'excitació del relé ( $I_R$ ). Tots tres valors els mostrem a la taula:

Tensió de control, $V_{IN}$	5V
Guany transistor ( $H_{FE}$ )	100
Intensitat excitació relé	84mA

Taula 28. Valors pel càlcul de la resistència de base del transistor

Seguidament, apliquem la següent fórmula:

$$R = \frac{(V_{IN} - 0.6) * HFE}{I_R}$$

$$R = 5.23k\Omega$$

El valor comercial de resistència que tenim més pròxim és de 5.6k $\Omega$ , així que escollirem aquest valor.

També connectarem una resistència a massa des de la base del transistor. Aquesta resistència serà per evitar que el transistor pugui activar de forma errònia el relé si la nostra entrada de control es troba en un estat indefinit.

Finalment, haurem de col·locar un díode (model 1N4007) en paral·lel al relé per tal de protegir el transistor del fenomen de la “extra tensió d'obertura”.

- Divisor de tensió per la lectura dels voltatges de les fonts:

En tercer lloc trobem els lectors de tensió de cada una de les fonts. Aquest lectors són necessàries per tal de saber si la font es troba operativa i la podem connectar

al regulador de tensió. Així doncs, anant al manual de cada una de les fonts podem saber a partir de quin valor de voltatge es troba operativa cada una de les fonts. Aquest valor, ens marcarà quan podrem tancar el circuit que connecta la font amb el regulador de càrrega, així que haurem de ser capaços de fer una lectura d'aquest valor i que la part de control activi el relé per tal de tancar el circuit en la font operativa i obrir – lo en les altres dos. En la següent taula mostrem aquests valors:

<b>Tensions operatives fonts</b>	<b>Voltatge (V)</b>
Placa solar	2V
Alternador	14V
Convertidor AC/DC	11V

**Taula 29. Tensions mínimes de funcionament de les tres fonts generadores**

A més, aquesta lectura de tensió també ens permetrà detectar si es produeix algun sobrevoltatge o es produeix alguna situació anòmla, i així poder enviar aquest missatge d'error al usuari i desconnectar aquella branca del circuit.

Realitzarem aquestes lectures de tensió a partir de tres divisors de tensió, un divisor per cada font. En la primera fase del projecte vam explicar en que consistia un divisor de tensió quan comparàvem les possibles alternatives que teníem per tal de dissenyar el convertidor de 12V a 5V. Ara de nou torna a sorgir i en serà de gran utilitat perquè el microcontrolador pugui rebre la informació del voltatge de cada una de les fonts.

Les entrades analògiques del arduino únicament poden llegir senyals de fins 5V, si connectem voltatges superiors malmetrem la placa. Així doncs, per tal de poder fer la lectura dels valors que ens donaran cada una de les fonts, ens caldrà dissenyar un divisor de tensió per tal de poder escalar aquest valor. Així doncs, dissenyarem els divisors de tensió en funció del voltatge màxim que trobarem en cada punt de mesura i amb un sobredimensionat per tal d'assegurar el correcte funcionament en totes les situacions. Els valors màxims de tensió es troben recollits en la següent taula, juntament amb els valors que dissenyarem els divisors de tensió:

<b>Divisor de tensió lectura fonts</b>	<b>Vmax fonts (V)</b>	<b>Vmax divisors de tensió</b>
Placa solar	49.8V	60V
Alternador	14.5V	17V
Convertidor AC/DC	12V	14V

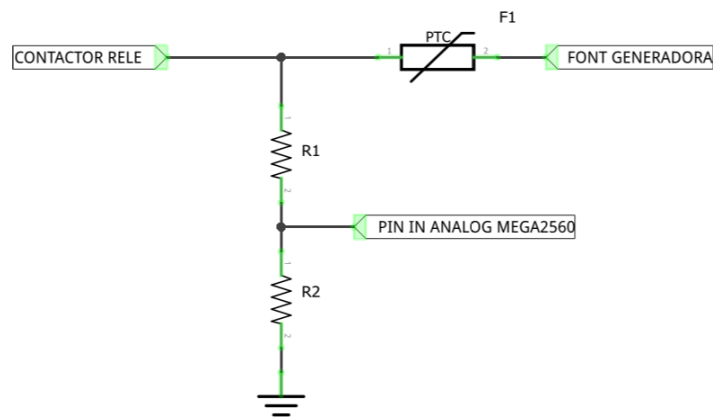
**Taula 30. Valors màxims de tensió fonts d'alimentació**



Al realitzar tres divisors de tensió diferents que s'adapten als rangs de funcionament de cada font generadora, aconseguim obtenir un valor de precisió de la lectura força òptim.

Valors resistències divisors de tensió:

Seguidament, realitzem els càlculs per trobar les resistències (R1 i R2) de cada divisor de tensió i el seu valor comercial. Hem fixat una intensitat per cada branca de 0.735mA, ja que és un consum baix i és un valor que utilitzen al mercat fabricants que ja realitzen en un PCB el divisor de tensió i ens permetrà menysprear la intensitat que vagi cap a l'entrada del arduino.



**Esquema 8. Divisor de tensió per la lectura de tensió. Pàgina 13 del document d'esquemes elèctrics.**

Sabent la tensió màxima del sistema, la tensió màxima de 5V de VR2 i amb la següent fórmula, poden trobar el valors de totes les resistències:

$$VR1 = V_{cc\ max} - VR2 \rightarrow VR1 = V_{cc\ max} - 5$$

$$R = \frac{V}{I} \text{ Llei d'ohm}$$

En la següent taula mostrem el valor de cada una de les resistències:

	Sistema solar	Alternador	Convertidor AC/DC
Vmax(V)	60V	17V	14V
VR1(kV)	55V	12V	9V
R1(Ω)	74.82k	16.32k	12.24k
VR2(V)	5V	5V	5V
R2(kΩ)	6.8k	6.8k	6.8k

**Taula 31. Valors R1 i R2 de cada divisor de tensió**

A continuació, agafem el valor comercial de les resistències R1 ja que per R2 ja tenim un valor comercial de 6.8kΩ. Agafarem el valor més pròxim a cada resistència La taula de valors comercials de les resistències la trobem adjuntada al annex del projecte:

	Sistema solar	Alternador	Convertidor AC/DC
Valor comercial R1	68kΩ	15kΩ	12kΩ

**Taula 32. Valor comercial resistències R1 dels divisors de tensió**

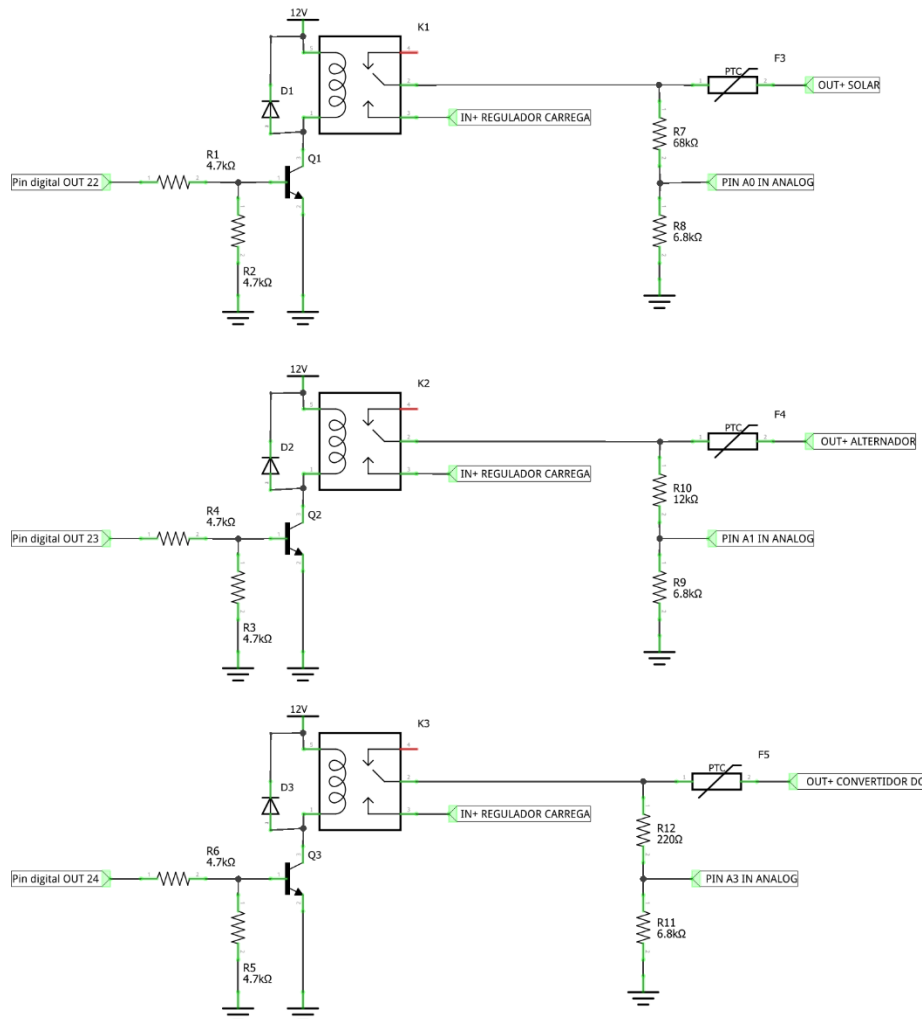
#### 1.4.3.2. Disseny del algoritme

L'algoritme de control el trobem explicat en l'Annex B, apartats B.1 i B.2. Podem observar com hem desenvolupat l'explicació tant del algoritme automàtic, el qual el mateix dispositiu serà l'encarregat de commutar la font generadora en funció de les prioritats que li hem estipulat i si la font es troba operativa o no. Pel que fa el control automàtic, l'usuari serà l'encarregat de dur a terme aquesta elecció de la font. Ho farà a través de la pantalla HMI. No hem incorporat l'opció de fer – ho a través de l'aplicació mòbil ja que creiem que és important que l'usuari dugui a terme aquest canvi des del mateix mòdul.

Com hem dit, ens els apartats B.1. i B.2. trobareu els diagrames de flux del codi acompanyats de la seva explicació de funcionament.

#### 1.4.3.3. Esquema elèctric

Mostrem l'esquema complet amb tots els elements descrits anteriorment i la seva connexió:



Esquema 9. Control de les tres fonts d'alimentació. Pàgina 10 del document d'esquemes elèctrics.

#### 1.4.4. Mesura de la temperatura i la humitat

Una segona aplicació que li incorporarem al projecte és que serveixi d'estació meteorològica dins el vehicle, així doncs per tal de saber la temperatura i la humitat en tot moment col·locarem un sensor de temperatura i d'humitat que sigui capaç de donar-nos aquesta funció. El sistema també ens servirà per registrar les temperatures màximes i mínimes diàries. Tot aquesta informació la podem visualitzar des de la pantalla tàctil del mòdul o des de la seva aplicació mòbil.

Per tal de poder fer la mesura de la temperatura i de la humitat ens caldrà un sensor qui sigui capaç de transformar aquestes magnituds físiques i convertir-les en senyals elèctrics. Seguidament, el sensor es troben connectats amb la placa arduino que és l'encarregada de rebre aquestes senyals i processar -les segons el codi de programa i les funcionalitats que nosaltres escollim. Finalment, l'arduino es troba connectat a una pantalla per tal de que l'usuari pugui visualitzar la

informació i a un mòdul de Bluetooth que ens servirà per la connexió del arduino amb el dispositiu mòbil i així visualitzar aquests paràmetres a través de l'aplicació.

#### 1.4.4.1. Incorporació hardware. Sensor de temperatura i humitat

El sensor que incorporarem en el nostre circuit és el sensor DTH22. Aquest sensor serà capaç de donar – los la informació de temperatura i humitat. És un sensor que ve calibrat de fàbrica i que és àmpliament utilitzat en el món dels microcontroladors. En el seu interior, trobem un sensor capacitiu d'humitat que permet mesurar la humitat relativa en l'aire, un termistor que ens servirà per saber la temperatura i finalment un microprocessador que la seva funció és fer la conversió de tots valors analògics i convertir – ho en una senyal digital. A més, presenta unes bones característiques qualitat – preu (preu del sensor: 0.8€) cosa que el fa de gran ajuda per tal de desenvolupar el nostre projecte.

Adjuntem les característiques del sensor en la següent taula:

<b>Característiques sensor DTH22</b>	
Alimentació	$3.3Vdc \leq Vcc \leq 6Vdc$
Rang de mesura de la temperatura	-40°C a +80°C
Resolució temperatura	0.1°C
Precisió mesura temperatura	$\pm 0.5^\circ C$
Rang de mesura de la humitat	De 0 a 100% RH
Resolució humitat	0.1% RH
Precisió de mesura de la humitat	2% RH
Temps sensat	2s

Taula 33. Característiques sensor d'humitat i temperatura DHT22

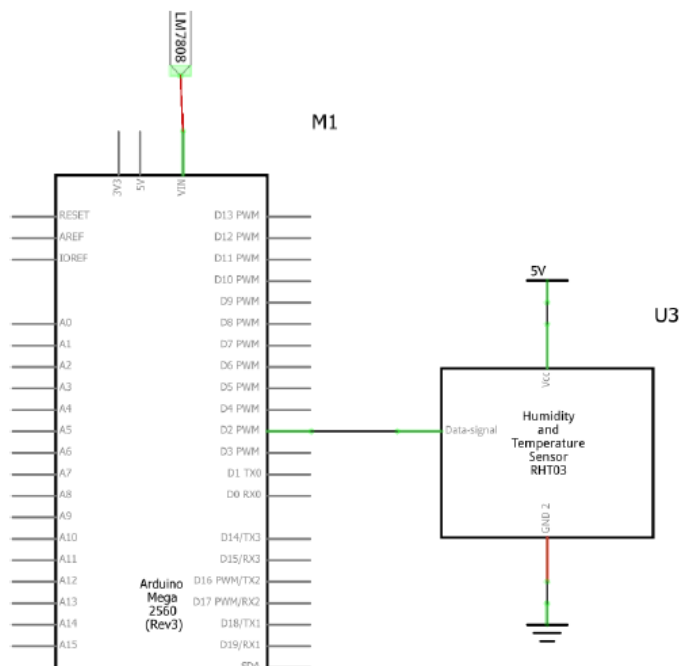
#### 1.4.4.2. Disseny algoritme

Les oportunes explicacions i diagrames de flux del codi les trobareu explicades en l'annex B, apartat B.3. Per tal de facilitar – nos el codi de programació, farem ús d'una llibreria proporcionada per Ardafruit, la qual ens facilitarà les tasques de comunicació amb el sensor i l'obtenció de les mesures de temperatura i humitat.

#### 1.4.4.3. Esquema elèctric

En el següent esquema elèctric podem apreciar les diferents connexions per tal de connectar el sensor DTH22 al nostre microcontrolador arduino. En primer lloc, hauréu d'alimentar el dispositiu a través dels seus pins de Vcc i GND. Per això utilitzarem una tensió de 5V. Seguidament, el pin DATA ens servirà per comunicar la informació captada pel sensor amb una entrada digital del arduino. Ens serà necessari amb la programació del arduino, configurar aquest pin com a entrada.

ESQUEMA PER MEDIR LA TEMPERATURA I LA HUMITAT. DHT22



Esquema 10. Circuit de connexió del dispositiu DHT22 al microcontrolador Mega 2560. Pàgina 11 del document d'esquemes elèctrics.

## 1.4.5. Detector de fugues de gas

### 1.4.5.1. Rellevància del detector

Quan viatges amb un vehicle camperitzat, al no disposar de connexió elèctrica en tot moment és molt habitual utilitzar gas butà per tal d'escalfar l'habitatge, cuinar i fins i tot il·luminar i refredar els aliments i begudes, ja que et permet tenir – lo emmagatzemat i fer – ne un ús quan és necessari. Així doncs, per tal d'incorporar seguretat en l'espai on es trobem i poder detectar fuites de gas butà vam trobar necessari la incorporació d'un sensor per tal que ens alertes si es produïa una fuga i així poder reaccionar amb conseqüència i no posar en risc la salut dels usuaris ni els elements que tinguem al interior del vehicle. Amb la mateixa línia de seguretat, també vam creure oportú la incorporació d'un detector de fuites de monòxid de carboni, gas tòxic produït per la combustió incompleta de combustibles fòssils o quan la combustió té lloc en una habitació on la concentració d'oxigen és baixa. Finalment, també volíem dotar el detector per tal de que fos capaç de detectar gasos soporífers o KO.

En un primer moment, per tal de poder donar aquesta funcionalitat, vam començar a dissenyar com hauria de ser el circuit per tal de desenvolupar el detector de fuites de gas. Així doncs, el sistema incorporaria dos sensors (un pel gas butà i un segon pel monòxid de carboni) que convertirien aquestes magnituds físiques en

un senyal elèctric per tal d'enviar-lo a la placa arduino, que s'encarregaria de llegir aquests senyals transmesos i fer executar el corresponent codi d'informació per si els valors obtinguts dels sensors sobrepassen certs límits, activi una alarma sonora. La idea per generar l'alarma era incorporar com a actuator un bronzidor que al rebre la senyal del arduino, generés el so d'avís.

Aquest va ser el plantejament inicial per tal d'enfocar aquesta part del projecte, però ens vam trobar que els sensors que trobàvem al mercat per incorporar – lo al nostre circuit ens podien proporcionar la mesura del nivell de gas, però el fabricant no disposava de la garantia de fiabilitat per tal de que pugues ser incorporat en un sistema de seguretat, a més de que era necessari un calibratge. D'aquesta manera, al tractar – se d'un element que depèn del benestar i la seguretat de les persones i bens que es trobin en el lloc, vam decidir fer una recerca en el mercat dels detectors que si que complien aquesta garantia i eren aptes per tal de ser utilitzats en un sistema de seguretat.

D'aquesta manera, el següent pas ha sigut fer una recerca en el mercat de detectors de monòxid de carboni, gas butà, i gasos KO que el mateix aparell ens permetés detectar les tres tipologies de gas. Un cop escollit els detectors que satisfan les nostres necessitats, incorporarem aquests elements en la nostra instal·lació.

#### *1.4.5.2. Elecció del detector*

Per tal d'escollir el detector òptim per la nostra instal·lació, en primer lloc definirem els requisits i característiques que haurà de complir. A continuació, desenvoluparem una recerca de sensors i realitzarem una taula VTP per tal d'avaluar el que millor s'adapta segons els criteris que haguem definit prèviament.

### **Característiques i requisits del regulador**

Donarem importància, al igual que en les altres taules VTP que hem anat desenvolupant al llarg del projecte a les dimensions, pes i preu dels productes, intentant minimitzar tots tres factors per tal de seguir amb la línia d'optimitzar al màxim les dimensions finals del mòdul i no encarir en excés el seu cost final.

També, valorarem positivament que ofereixi les seves funcionalitats amb un consum reduït i que ens permeti realitzar una connexió a 12V per tal de que pugui ser permanentment alimentat per la bateria.

Presentem les característiques dels tres detectors que complien els requisits anteriorment esmentats:

	Carbest GasCUBE	Detector Protec 3 en 1	CBE Alarma	Pmax-Pm	Vmax	Vmin	Vmax- Vmin
<b>Pes (kg)</b>	0,6	0,7	0,65	4	0,7	0,6	0,1
<b>Preu ( € amb IVA)</b>	49,95	40	64,43	4	64,43	40	24,43
<b>Dimensions (mm3)</b>	115692,5	453870	142800	4	453870	115692,5	338177,5
<b>Consum (mA)</b>	100	0,25	75	4	100	0,25	99,75

**Taula 34. Característiques dels diferents detectors de fuites de gas**

Seguidament, podem observar la corresponent taula VTP per tal d'escollir el detector:

CRITERIS	PES	PROPOSTA					
		Carbest GasCUBE			Detector Protec 3 en 1		CBE Alarma
	G	P	PXG	P	PXG	P	PXG
<b>Pes (kg)</b>	10	5	50	1	10	3	30
<b>Preu</b>	50	3,370856	168,5428	5	250	1	50
<b>Dimensions</b>	10	5	50	1	10	4,679369	46,79369
<b>Consum (mA)</b>	30	1	30	5	150	2,002506	60,07519
<b>Suma (pxg)</b>	100	268,5427753		270		126,7936934	
<b>VTP</b>		0,537085551		0,54		0,253587387	

**Taula 35. Comparació dels detectors de fuites de gas a partir d'una taula VTP**

Podem concloure que el detector que millor s'adapta al nostre projecte de disseny del mòdul ComfortCamper és el detector de Protec 3 en 1. El detector, com he dit amb anterioritat s'alimentarà a través de la bateria del mòdul i l'haurèm de col·locar a una alçada d'un 1 metre respecte el terra del vehicle.

El detector s'alimentarà a partir de la tensió de 12V que tindrem a la sortida del regulador de càrrega.

## 1.4.6. Incorporació rellotge

### 1.4.6.1. Explicació de les funcionalitats del rellotge

Al començar a pensar i a estudiar les funcionalitats i aplicacions que desitjàvem que tingues el mòdul ComfortCamper ens vam a donar de la necessitat de poder determinar amb precisió el temps, ja que altres aplicacions com la mesura i temperatura màxima i mínima diàries o la inclinació dels panells fotovoltaics eren necessàries aquestes informacions. Així doncs, vam començar plantejant quines problemàtiques solucionaria aquest dispositiu i quines noves funcions podríem

implementar si l'incorporem en la nostra instal·lació. En el següent llistat detallem totes aquestes funcionalitats:

- Com hem dit, per tal de poder mostrar al usuari que faci l'ús del mòdul la temperatura màxima i mínima diària, l'arduino haurà de ser capaç de comptabilitzar el temps i saber quan haurà de modificar aquests valors.
- Pel que fa a la inclinació òptima dels panells fotovoltaics ens depèn de dos variables, les quals són la latitud que obtindrem el valor a través del localitzador GPS i l'època del any, amb més precisió el dia del any en que ens trobem ja que la declinació respecte al sol no és constant tot l'any.
- Pel que fa a la implementació de seguretat dins del vehicle, hem parlat d'incorporar els detectors de gas i el localitzador GPS. Així doncs, per augmentar aquesta seguretat, hem cregut oportú poder fer simulacions de vida al interior del vehicle, encenen les llums o algun tipus d'aparell per tal de fer dissuadir possibles robatoris. Així doncs, si volem poder programar la il·luminació per tal de simular vida ens serà necessari saber el dia i l'hora per tal de definir els horaris de simulació.
- En la línia de reducció del consum energètic i així millorar l'autonomia del mòdul, disposar d'un rellotge ens permetrà establir horaris per tal d'encendre i apagar elements i així reduir el consum en moments del dia en que no s'estan utilitzant.
- També hem de dir, que al incorporar aquest element, podem mostrar aquesta informació a través de la pantalla que incorpora el mòdul, a més de definir alarmes o utilitzar – lo com a despertador.

#### 1.4.6.2. Característiques rellotge RTC

Per tal de poder dur a terme tot aquest seguit de funcions, incorporarem en el nostre sistema un rellotge anomenat RTC. Aquest element ens permetrà obtenir mesures de temps en les unitats temporals. L'altre opció per tal de ser capaç de mesurar el temps recau en utilitzar rellotges electrònics que mesuren el temps comptabilitzant polsos de senyal, però hem descartat la seva utilització ja que presenten una precisió inferior ja que al llarg del temps el desfasament acumulat és superior i a més no existeix relació directa amb el temps temporals.

Els rellotges RTC (Real – Time Clock) són àmpliament utilitzats en aplicacions d'electrònica. Alguns exemples d'on podem trobar aquest element són ordinadors, servidors, tablets, smartphones i una gran quantitat de dispositius que requereixin realitzar una mesura del temps.

Aconsegueixen mesurar el temps gràcies a que incorporen un oscil·lador de quars. Seguidament detallem les avantatges que ens aportarà utilitzar aquests tipus de dispositius en la nostra aplicació:

- Presenten un baix consum d'energia.



- Al utilitzar el rellotge, aconseguirem lliurar de feina de càlcul al nostre element principal del sistema de control, l'arduino, i així que pugui desenvolupar unes altres tasques.
- Presenten una molt bona precisió alhora de mesurar el temps, amb un desfasament casi menyspreable per la nostra aplicació.
- Disposen d'una font d'alimentació alternativa (a partir d'una pila CR2032) que permetrà seguir comptabilitzant el temps fins i tot quan el sistema es trobi aturat.

Pel nostre projecte, utilitzarem el model de rellotge RTC DS3231, fabricat per Maxim. Podem trobar el seu corresponent datasheet als annexos del projecte. Per tal de poder – se comunicar amb l'arduino, el rellotge RTC utilitza la comunicació bus I2C, que és un tipus de comunicació síncrona la qual necessita dos cables (un per la senyal de clock CLK, i l'altre per l'enviament de dades SDA).

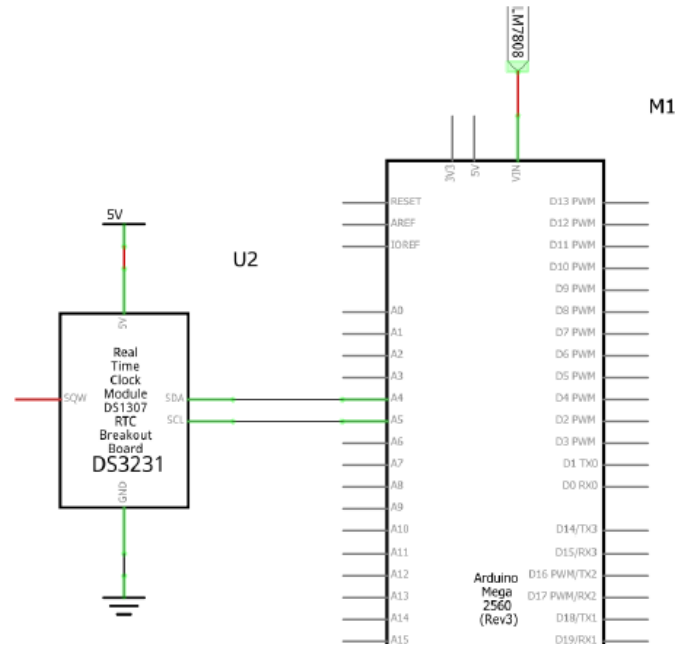
#### *1.4.6.3. Disseny algoritmes*

Trobareu el disseny dels dos algoritmes (algoritme d'alarma i algoritme de hora) al annex B, apartat B.5. i B.4. respectivament. Per tal d'obtenir els paràmetres desitjats i fer ús del rellotge RTC, utilitzarem una llibreria desenvolupada per Adafruit que ens facilitarà el codi de programació.

#### *1.4.6.4. Esquema elèctric*

Haurem de realitzar les connexions que podem observar en l'esquema per tal de poder utilitzar el rellotge DS3231. Per un costat haurem de realitzar les connexions d'alimentació de Vcc i GND. Utilitzarem una tensió de 5V per tal d'alimentar el mòdul. Pel que fa al enviament de dades, haurem de connectar el pin SDL (senyal de clock) al pin 20 del arduino, que també correspon a la senyal de clock. El pin SDA del rellotge anirà connectat amb el pin 20 del arduino i per aquesta connexió es produirà l'enviament de dades.

ESQUEMA RELLOTGE RTC



Esquema 11. Connexió rellotge RTC DS3231 amb el microcontrolador Mega 2560. Pàgina 12 del document d'esquemes elèctrics.

### 1.4.7. Incorporació localitzador GPS

#### 1.4.7.1. Característiques i funcionalitats localitzador GPS

Un altre element que incorporarem al mòdul és un localitzador GPS que ens servirà per tal de dur a terme dues tasques:

- La primera serà per tal de poder desenvolupar l'aplicació de regulació de la inclinació del panell fotovoltaic en funció de la latitud que ens trobem i l'època del any.
- La seva segona funció serà en l'àmbit de la seguretat. Així doncs, en cas que ens robin el vehicle, al tenir incorporat un localitzador GPS en el mòdul ens permetrà localitzar el nostre vehicle, enviant les coordenades de localització al nostre telèfon mòbil.

Per tal d'obtenir la nostra localització, haurem d'utilitzar la tecnologia GPS (Global Positioning System), que vol dir Sistema de Posicionament Global i ens permet determinar en tota la Terra la posició de qualsevol objecte gràcies a la utilització de satèl·lits. D'aquesta manera, hem de trobar un mòdul que ens sigui capaç de donar aquesta informació i poder comunicar – se amb el microcontrolador arduino, així podrem dissenyar el corresponent algoritme que permetrà al usuari que faci ús del mòdul poder col·locar amb la inclinació òptima el panell fotovoltaic, gràcies

a que podrà visualitzar aquesta informació a la pantalla del mòdul ComfortCamper o a l'aplicació mòbil dissenyada.

Pel que fa a la segona funcionalitat que li volem donar (poder enviar la ubicació del vehicle a distància), no ens servirà únicament poder obtenir les coordenades, sinó que també necessitarem poder enviar – les a un altre dispositiu (el nostre telèfon). Així doncs, per tal de poder dur a terme aquesta funció de comunicació a distància, utilitzarem la tecnologia GSM/GPRS la qual ens permetrà enviar i rebre dades (aquesta és la tecnologia que utilitzaven els telèfons de segona generació, 2G). Aquesta tecnologia, que les seves sigles volen dir General Packet Radio Service, entre varies funcionalitats, ens ofereix el servei d'enviament de missatges curts (SMS) amb el qual farem la transferència de dades des del mòdul ComfortCamper i el dispositiu mòbil que desitgem fer la consulta de la ubicació.

En resum, necessitem incorporar un dispositiu que ens permeti portar a terme aquests dues comunicacions (GPS i GSM/GPRS) així doncs, el dispositiu que ens permetrà incorporar totes dues connexions és el mòdul SIM808 juntament amb una targeta SIM.

Totes les característiques pertinents a aquest element les trobem recollides en el seu respectiu datasheet, en les següents línies tractarem les seves connexions amb la placa arduino i farem el disseny de tots dos algoritmes per tal d'aconseguir les funcionalitats que desitjàvem.

#### *1.4.7.2. Configuració i connexions*

Llegint el datasheet del mòdul SIM808 i el manual de configuració, a continuació exposarem les connexions a realitzar per el correcte funcionament del mòdul:

- En primer lloc, haurem de realitzar la col·locació de la targeta SIM per tal de poder rebre i enviar les dades.
- Seguirem realitzant la connexió de les dues antenes que necessita el mòdul per tal de poder – se comunicar, tant la connexió GPRS com la connexió GPS. En la següent imatge mostrem la ubicació de totes dues antenes.



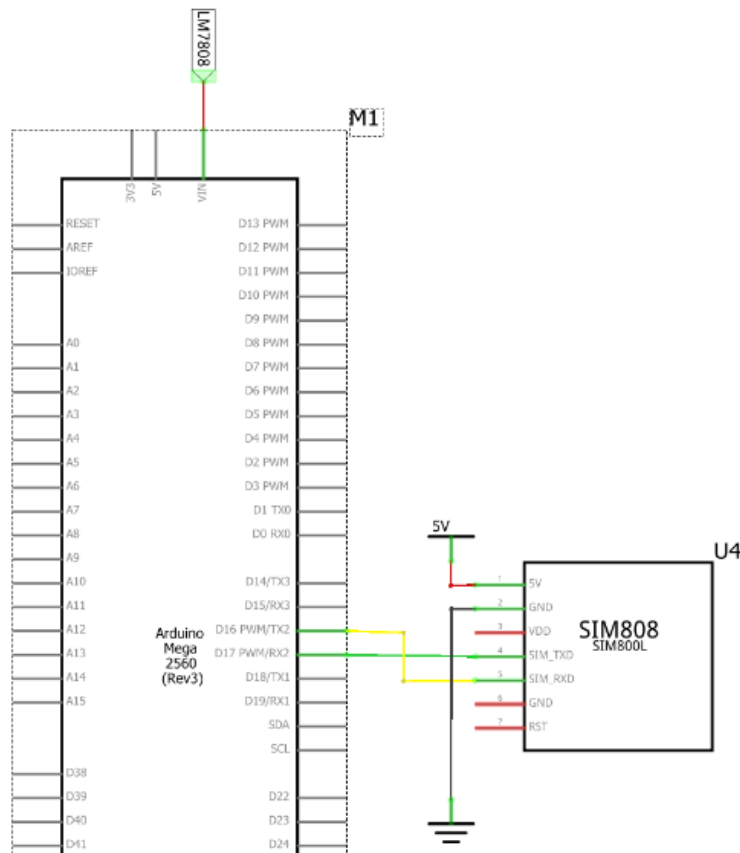
**Figura 18. Connexió antenes en el mòdul SIM808**

- En tercer lloc, haurem d'alimentar el mòdul amb una tensió de 5V DC.
- A continuació, hem de realitzar les oportunes connexions per la transmissió de dades entre arduino y el mòdul SIM808. Per realitzar aquesta comunicació, haurem d'utilitzar els pins de transmissió (TX) i recepció del mòdul (RX), que són els pins D0 i D1. Per la part del arduino, també haurem d'utilitzar dos pins que facin la funció de transmissió i recepció, utilitzarem els pins 7 i 8. El pin 7 ens servirà per la transmissió des del arduino i anirà connectat al pin D1 (recepció) del mòdul. El pin 8 del arduino farà la funció de recepció (RX) i haurà d'anar connectat al pin D0 (transmissió) del mòdul SIM808.
- Finalment, haurem un cop realitzades totes les connexions, haurem d'activar l'alimentació del mòdul col·locant en la posició d' ON l'interruptor de Vcc.

#### 1.4.7.3. Disseny algoritme

L'algoritme d'inclinació el trobareu la seva explicació i el seu diagrama de flux del codi en l'Annex B, apartat B.6. Pel que fa al algoritme que ens dirà la localització GPS del vehicle, el podeu trobar en l'apartat B.7.

#### 1.4.7.4. Esquema elèctric



Esquema 12. Connexió mòdul SIM808 amb el microcontrolador Mega 2560. Pàgina 14 del document d'esquemes elèctrics.

#### 1.4.8. Il·luminació vehicle

La il·luminació tant interior com a exterior del vehicle és una altra funcionalitat que hem cregut de vital importància instal·lar en el mòdul. En les següents línies explicarem com hem desenvolupat aquest punt, però al tractar – se d'un element que cada usuari voldrà configurar a la seva manera en base a com tingui distribuït l'espai i les seves necessitats, serà un element que oferirà diferents possibilitats al client per tal de que pugui escollir la que millor se li adapti particularment. Hem pres aquesta decisió ja que hi ha una enorme quantitat de possibilitats pel que fa al disseny de la il·luminació, i en la majoria de casos no és vàlid un model genèric, sinó principalment es troben configuracions personalitzades per factors com el gust de les persones, les seves necessitats, la distribució dels elements dins l'espai o el pressupost. Així doncs, per tal d'adaptar – nos a cada cas en particular, oferirem dos possibilitats diferents per tal de que el client esculli la més òptima per a ell. Aquestes possibilitats, les englobem en dos grups, que són fixes i mòbils. En totes les possibilitats, s'utilitzaran llums leds de 12V. Això hem decidit així ja que d'aquesta manera no serà necessari cap conversió d'energia i podrem alimentar

les llums directament de la bateria del mòdul. A més la tecnologia led ens ofereix un consum molt reduït en vers altres tipus d'il·luminació, un preu assequible i a més una llarga vida útil.

#### *1.4.8.1. Opcions referent a la instal·lació de la il·luminació*

Seguidament expliquem cada una de les possibilitats que donarem a escollir per tal de realitzar la instal·lació lumínica:

#### **Opció 1: Instal·lació fixa de la il·luminació**

En aquesta primera opció es realitzarà una instal·lació fixa en el vehicle. Així doncs, s'instal·laran les llums i el seu cablejat. El mòdul incorporarà en el seu panell frontal unes regletes per tal de realitzar la connexió elèctrica. En el moment que es desitgi extreure el mòdul del vehicle, s'haurà de desfer la connexió. Pel que fa al control de les llums, aquest es podrà efectuar de tres formes diferents, a través d'interruptors, a través de la pantalla tàctil del mòdul o amb l'aplicació mòbil. A partir de l'aplicació o la pantalla, podrem controlar encendre o apagar les llums, regular la seva intensitat i fins i tot marcar horaris d'encesa i apagada.

Seguidament, exposarem com es realitzarà aquesta connexió i els elements que haurem d'incorporar per tal d'aconseguir totes les funcionalitats anteriorment descrites.

Començarem explicant les connexions dels interruptors. Aquests aniran alimentats a 5V i connectats amb sèrie amb una resistència. Seguidament, es connectarà el circuit a una entrada digital del arduino. D'aquesta manera, l'arduino serà capaç de detectar si l'interruptor està en posició ON, ja que li arribaran 5V o si l'interruptor es troba en posició OFF, ja que el circuit es trobarà obert i el pin d'entrada no detectarà voltatge.

Pel que fa a la pantalla tàctil, aquesta utilitzarà el respectiu cablejat per tal de realitzar totes les comunicacions amb l'arduino. L'aplicació de mòbil, es comunicarà a través del mòdul de Bluetooth amb l'arduino.

A continuació, farem l'explicació de les sortides del arduino, en les quals trobarem connectat la il·luminació LED. Com hem esmentat anteriorment, per tal de reduir el consum de la il·luminació utilitzarem un voltatge de 12V per tal d'alimentar – les. Les sortides del arduino únicament són capaces de subministrar fins a 5V així que haurem de dissenyar un circuit que ens permeti realitzar aquest control. Tal i com podem observar en l'esquema, hem utilitzat una resistència connectada per un dels seus terminals a una sortida analògica del arduino i el segon terminal el trobem connectat a la base d'un transistor. Pel que fa a les altres dues potes del transistor, la pota del col·lector la connectarem al positiu dels 12V i a l'emissor

anirà connectada el terminal positiu de la llum led. Pel que fa al seu segon terminal (el negatiu), anirà connectat a massa i així tancarem el circuit correctament. D'aquesta manera, aconseguirem que el transistor operi en la seva regió d'amplificació i segons el valor que enviem des de la sortida analògica del arduino, que serà un senyal des de 0 fins a 5V, podrem fer que la llum LED rebi més o menys intensitat, fent variant així la seva llum emesa.

### **Opció 2: Instal·lació mòbil de la il·luminació**

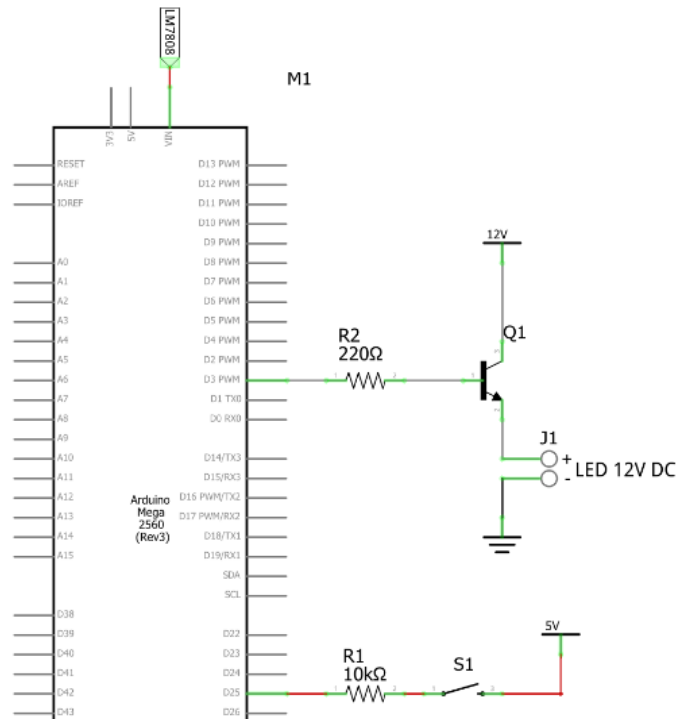
Aquesta segona opció consistirà en dissenyar unes llums amb una bateria incorporada (per tal de tenir autonomia), un mòdul de wifi per tal de poder – nos comunicar sense la necessitat de cablejat, i un imant per tal de que pugui ser col·locades a la ubicació que desitgem dins la furgoneta. Degut a la complexitat de dissenyar un element amb aquestes característiques, aquesta opció no la desenvoluparem per complet, sinó quedarà reflexada com una idea que incorporarem en versions posteriors del mòdul.

#### *1.4.8.2. Disseny algoritme*

Pel que fa a l'explicació del codi de programació i al corresponent diagrama de flux del codi el podeu trobar en l'annex, apartat B.8.

#### *1.4.8.3. Esquema elèctric*

Mostrem els corresponents esquema i connexions. En l'esquema, podem observar la col·locació d'una entrada, realitzada a través del port 25 del arduino i una sortida, realitzada a través del pin D3. En cas de que es desitges implementar més controls i més sortides, s'hauria de reproduir el següent circuit:



**Esquema 13. Circuit elèctric pel control manual de la il·luminació. Pàgina 16 del document d'esquemes elèctrics.**

### 1.4.9. Comunicació Bluetooth

En el següent apartat tractarem la incorporació d'un mòdul de Bluetooth per tal de comunicar – nos amb l'aplicació mòbil. Parlarem de les connexions requerides, el funcionament d'aquesta tecnologia i la necessitat d'utilitzar – la en el nostre projecte.

La necessitat d'incorporar un mòdul Bluetooth en el projecte, neix per tal de comunicar el microcontrolador del sistema amb un dispositiu mòbil. Així doncs, com podem observar amb més profunditat en la fase de disseny de l'aplicació mòbil, disposar d'aquesta eina donarà una major comoditat i serà més pràctic per a les persones que utilitzin el mòdul ComfortCamper i així poder controlar tot el conjunt de funcions des de la pantalla del seu telèfon i en qualsevol lloc dins la furgoneta. D'aquesta manera, amb l'objectiu de poder dur a terme el control dels elements amb el nostre telèfon, vam haver de trobar una tecnologia que ens permetés dur a terme aquesta comunicació entre l'arduino (el microcontrolador del sistema) i el dispositiu mòbil.

La tecnologia escollida per tal de dur a terme aquesta comunicació és la tecnologia Bluetooth, ja que la totalitat de telèfons incorporen aquesta tecnologia. El Bluetooth consisteix en una comunicació sense fils entre dispositius de curt abast. És una tecnologia econòmica i de baix consum, que ens permetrà una transmissió

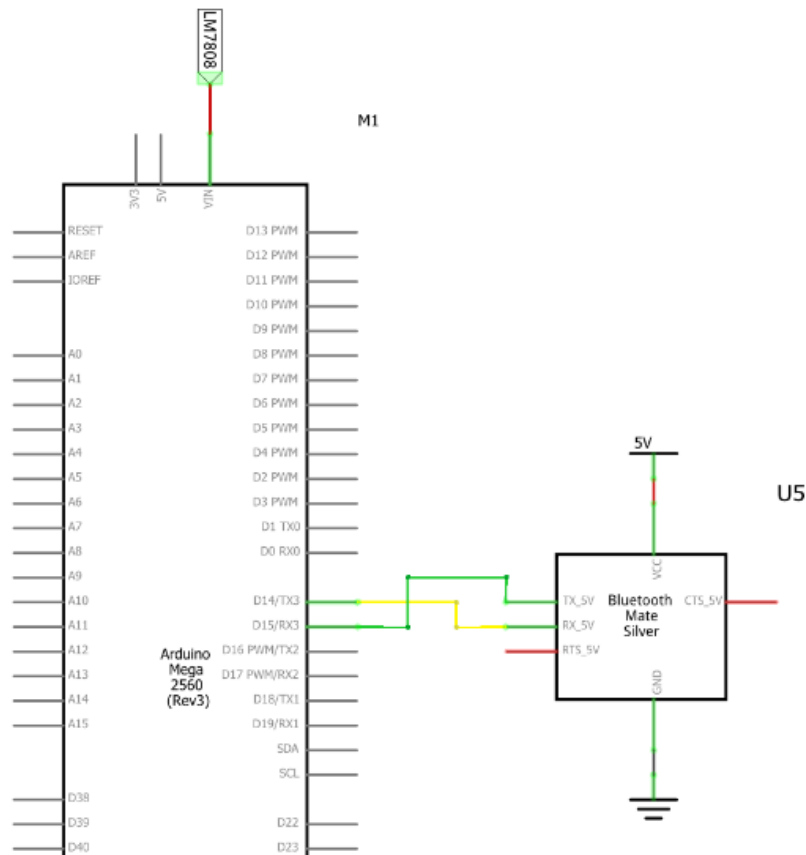


de dades per tal de poder rebre la informació procedent del arduino i enviar ordres de control des del telèfon. A més, ens evita la utilització de cablejat, ja que l'enllaç entre dispositius es duu a terme a través de radiofreqüència, en la banda ISM dels 2.4GHz.

El mòdul utilitzat per tal de poder – nos comunicar via Bluetooth amb l'aplicació mòbil serà el model HC-05.

#### 1.4.9.1. Esquema elèctric

Aquest mòdul disposa de 4 pins. Dos d'aquest ens serviran per tal d'alimentar al mòdul amb 5V i els altres dos seran els encarregats de la comunicació, pins (RX i TX). En el següent esquema, podem veure com s'ha de realitzar la connexió física d'aquest element:



Esquema 14. Connexions mòdul Bluetooth. Dispositiu HC-05. Pàgina 15 del document d'esquemes elèctrics.

### 1.4.10. Pressupost fase 3

A continuació, desglossem el cost del material per tal de realitzar la fase 3.

Codi	Descripció	Elements	Quantitat	Preu Unitat	Preu Total
<b>03.00</b>	<b>Microcontrolador</b>				
		Mega 2560	1	5,42	5,42
<b>03.01</b>	<b>Alimentació microcontrolador</b>				
		Regulador tensió LM7808	1	0,41	0,41
		Condensador 0,33uF	1	0,5	0,5
		Condensador 0,1uF	1	0,5	0,5
<b>03.02</b>	<b>Control de les fonts d'alimentació</b>				
		Resistència 4,7kΩ	3	14,57	43,71
		Resistència 47kΩ	3	0,01	0,03
		Transistor NPN	3	0,58	1,74
		Diode	3	0,18	0,54
		Relé	3	8,16	24,48
		Resistències divisor de tensió			
<b>03.03</b>	<b>Mesura temperatura i humitat</b>				
		Sensor DTH22	1	0,59	0,59
<b>03.04</b>	<b>Detector fuites de gas</b>				
		Protec 3 en 1	1	40	40
<b>03.05</b>	<b>Relotge RTC</b>				
		DS3231	1	1,12	1,12
<b>03.06</b>	<b>Localitzador GPS</b>				
		SIM 808	1	2,22	2,22
<b>03.07</b>	<b>Il·luminació</b>				
		Interruptor	1		0,3
		Resistència 220 Ω	1		0,01
		Resistència 10kΩ	1		0,01
		Transistor NPN	1		0,58
<b>03.08</b>	<b>Comunicació Bluetooth</b>				
		HC-05	1	2,31	2,31
	<b>Cost total Fase 3</b>				124,47

Taula 36. Pressupost de material per a la realització de la fase 3

### 1.5. Fase 4. Elements de control

Un cop explicats els elements que formaran part del projecte ja que hem cregut que resultarien útils i funcionals, arriba el moment d'escollir els elements de control de tots els dispositius explicats anteriorment. Aquest control, permetrà per una banda una visualització de la informació captada pels sensors i per l'altre ser capaç de governar i enviar les ordres a cada dispositiu. Així doncs, aquest control l'hem decidit realitzar de dues formes diferents, per tal que l'usuari pugui escollir la que li és més còmode en cada moment. D'aquesta manera, incorporarem una pantalla TFT amb panell resistiu que farà la funció de pantalla HMI i durem a terme el disseny d'una aplicació per a dispositius mòbils. Les funcionalitats i informació donada serà idèntica en totes dues aplicacions així que l'usuari podrà controlar elements com millor li convingui.

Relatem les funcions que l'usuari podrà dur a terme des de el sistema de control de la pantalla i l'aplicació del mòbil:

- Visualització de l'hora actual i l'activació d'alarmes sonores.
- Control del sistema de il·luminació, tant interior com exterior. Amb la possibilitat de poder marca horaris per l'encesa i apagada
- Optimització de la inclinació dels panells fotovoltaics.
- Visualització de la temperatura i humitat actual i les màximes i mínimes diàries.
- Obtenció de la posició GPS del mòdul.

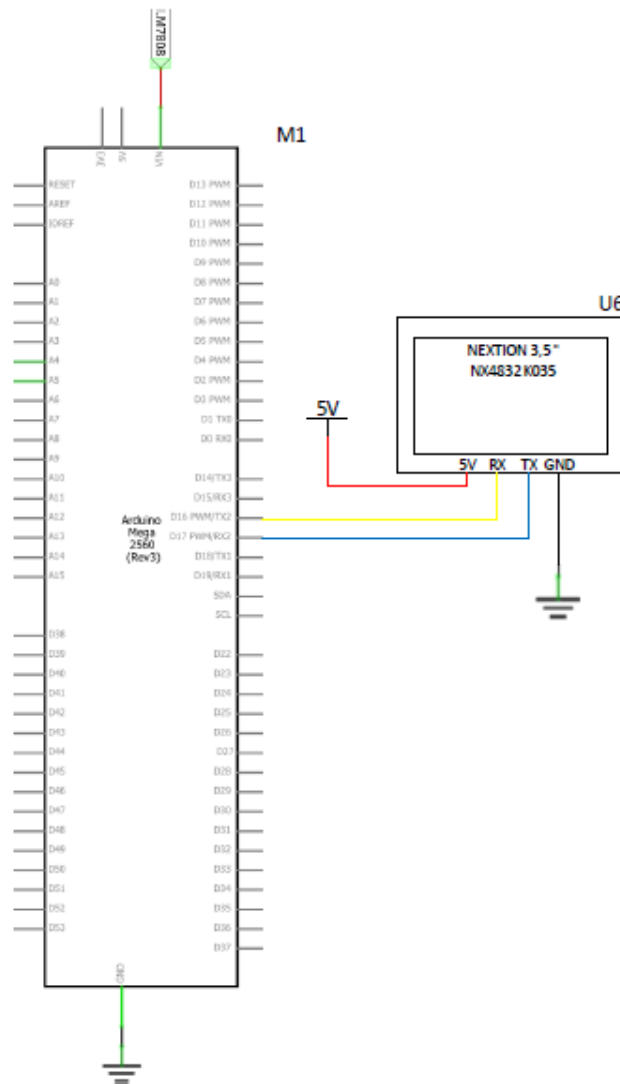
A continuació, expliquem totes dues tecnologies. Tant per la pantalla HMI i l'aplicació, buscarem desenvolupar un model intuïtiu i pràctic. Que sigui senzill d'utilitzar i que no es trobi saturat d'informació i amb elements difícils de trobar en els submenús. Així doncs, presentem l'estructura de cada una.

### **1.5.1. Panell HMI. Visualització informació i control**

Començarem explicant el panell de control que incorporarem en la part frontal del mòdul ComfortCamper. La pantalla escollida pe tal de visualitzar la informació és un pantalla de 3.5" de la marca Nextion, model NX4832K035. Podem trobar totes les seves característiques en el datasheet que trobarem en l'annex del projecte.

#### *1.5.1.1. Esquema elèctric*

Pel que fa a les connexions elèctriques, el cables vermell i negre seran els encarregats d'alimentació de la pantalla. El cables groc i blau seran els encarregats de la comunicació, utilitzant la comunicació sèrie UART. S'utilitzaran les connexions TX2 i RX2 del arduino, ports 16 i 17 respectivament.

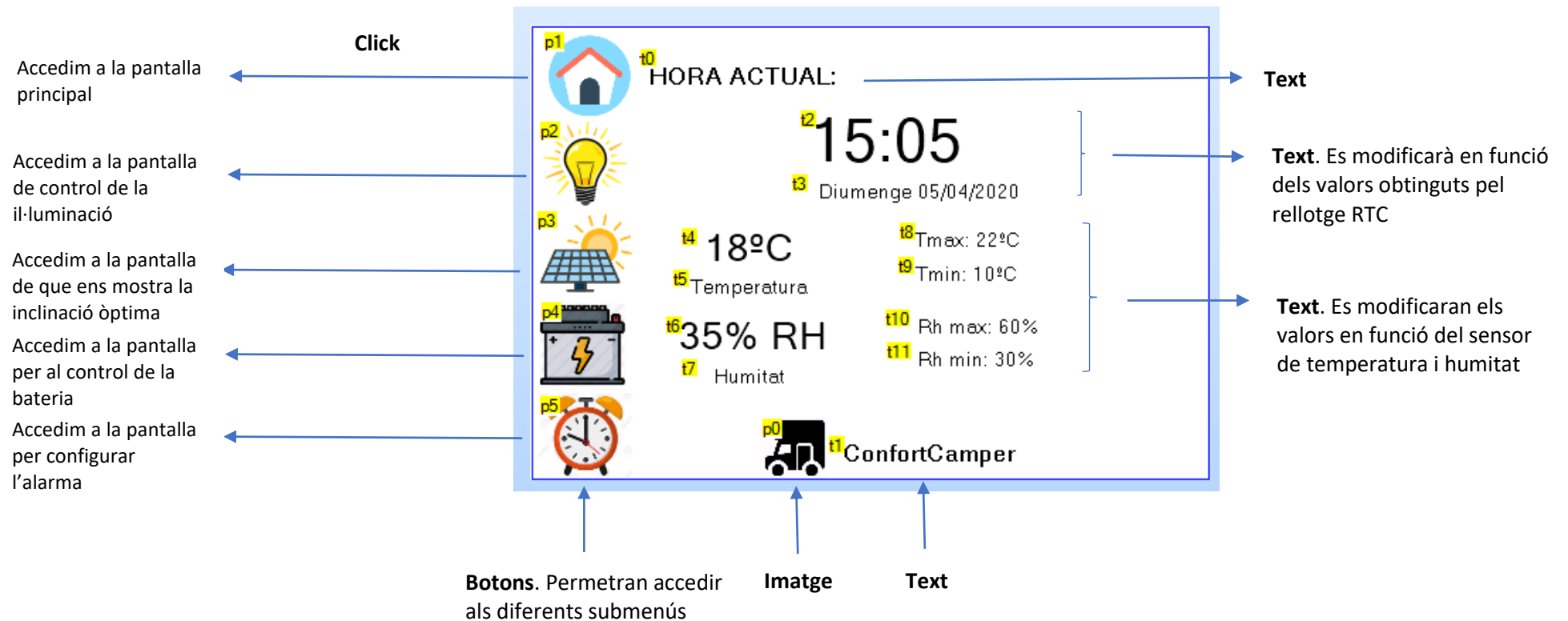


**Esquema 15. Connexió pantalla TFT Nexion amb el microcontrolador Mega 2560. Pàgina 17 del document d'esquemes elèctrics.**

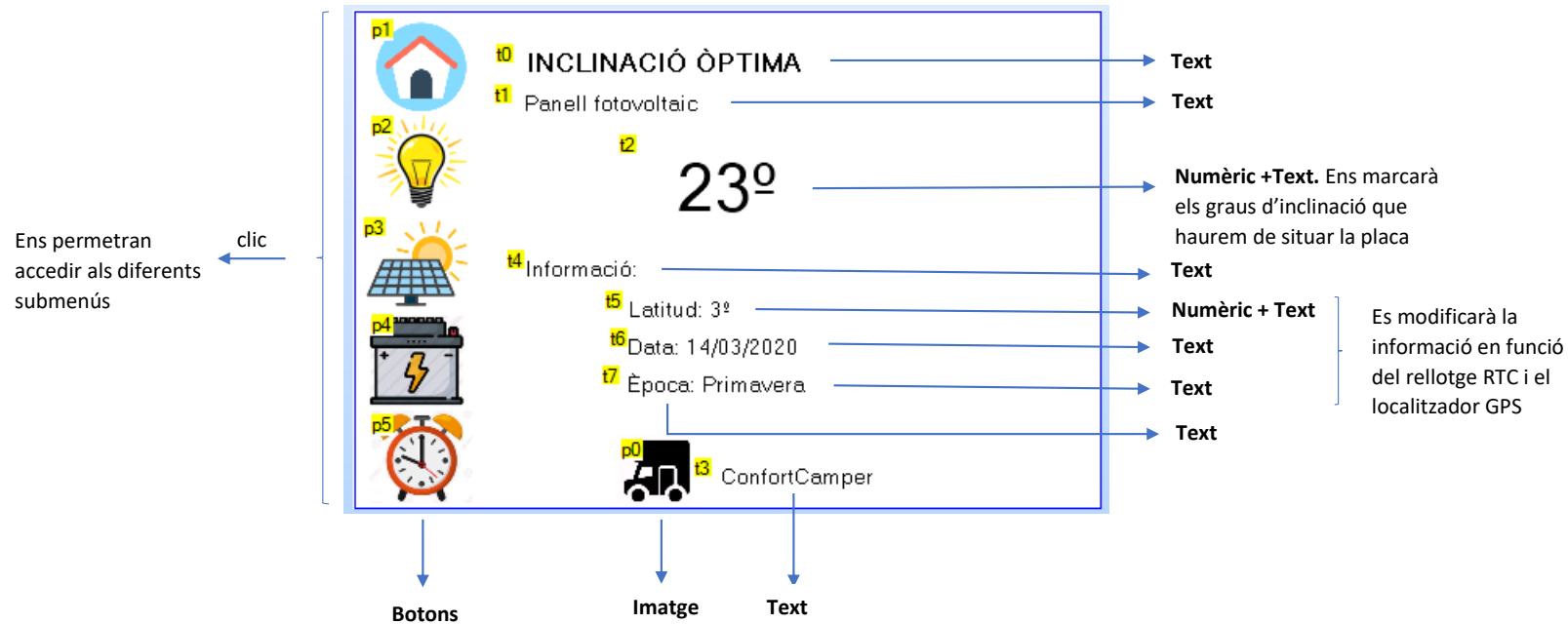
### 1.5.1.2. Disseny gràfic pantalla HMI

En les següents pàgines del projecte, hem desenvolupat cada un dels elements que formaran part de cada una de les pantalles de cada aplicació. Així doncs, hem descrit la funcionalitat de cada pantalla i la tasca de cada element que la incorporen. Pel que fa a les pantalles, al ser les mateixes en totes dues aplicacions, únicament les hem explicat en la pantalla HMI per tal de no repetir la informació.

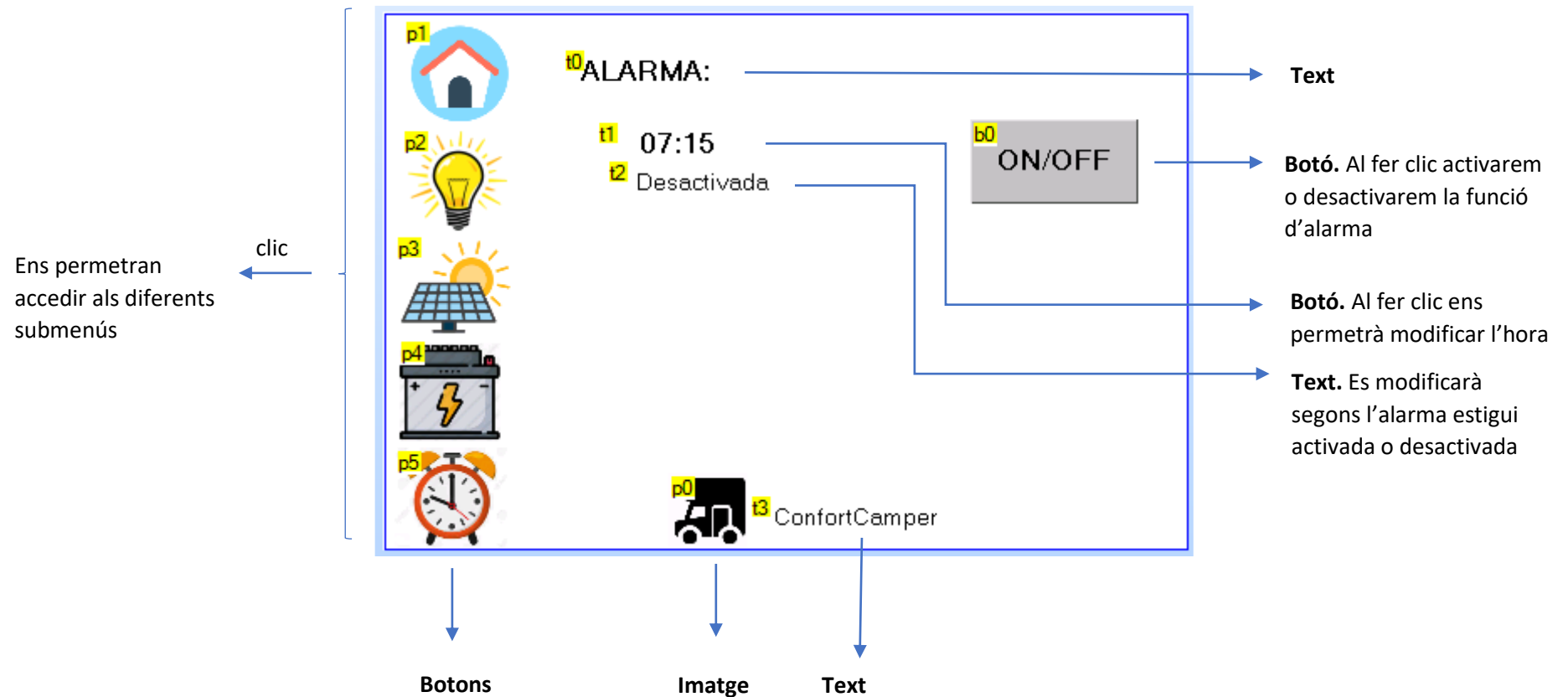
**PANTALLA PRINCIPAL:** La pantalla principal del sistema HMI ens permetrà visualitzar la informació de l'hora, el dia i les magnituds de temperatura i humitat. A la part esquerra de la pantalla, trobarem els diferents botons que ens permetran accedir a la resta de funcionalitats.



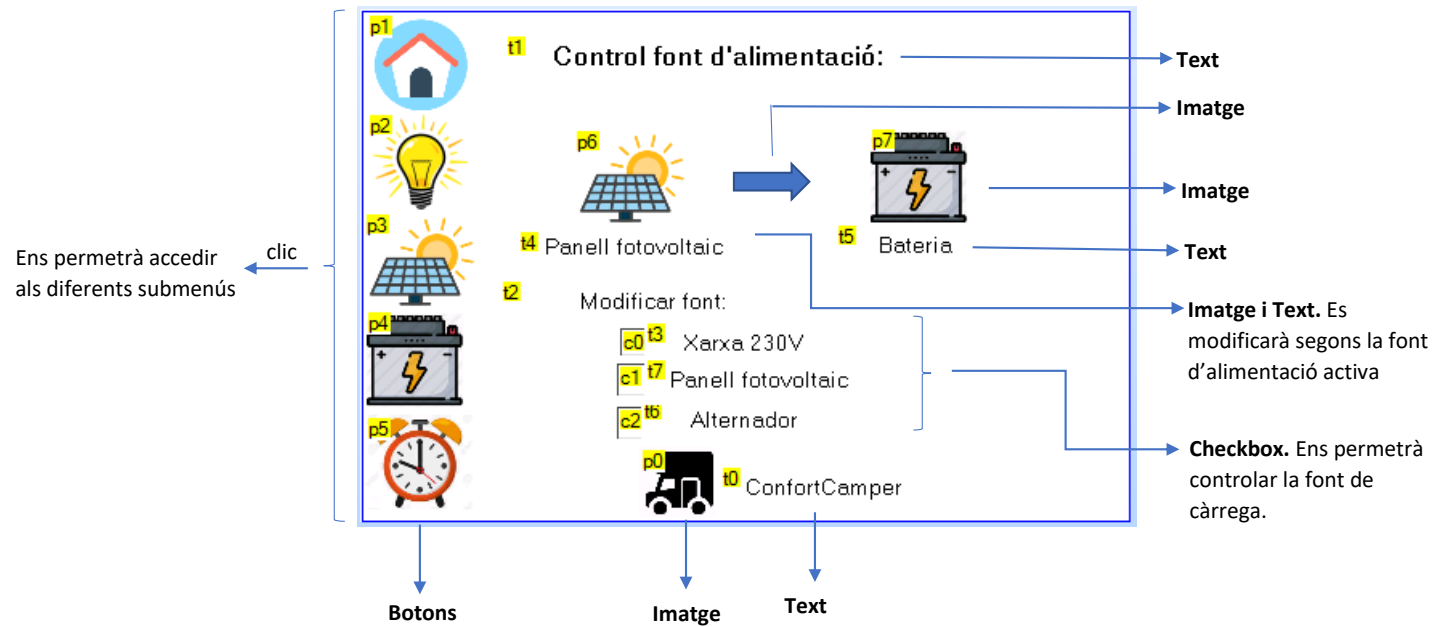
**PANTALLA PANELL FOTOVOLTAIC:** La funcionalitat d'aquesta pantalla serà mostrar al usuari la inclinació òptima de les placa solar per tal de poder captar la major quantitat d'energia solar i així optimitzar el sistema.



**PANTALLA ALARMA:** La pantalla destinada a l'alarma, ens permetrà activa o desactivar l'alarma i configurar la seva hora.

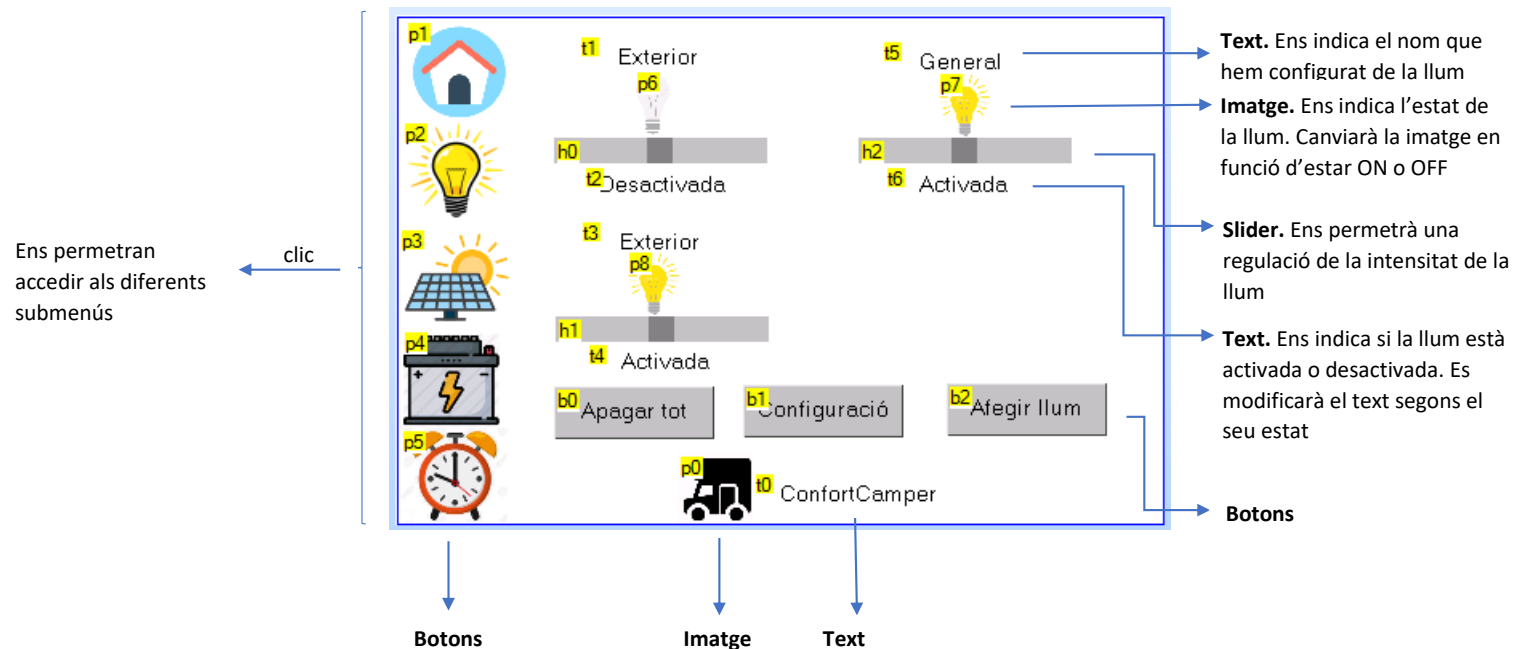


**PANTALLA CONTROL FONT D'ALIMENTACIÓ:** Aquesta pantalla ens permetrà escollir entre les tres fonts d'alimentació de la bateria i visualitzar quina és la font que està duent aquella acció.





**PANTALLA CONTROL IL·LUMINACIÓ:** Des de la següent pantalla realitzarem el control de llums, poden regular la seva intensitat, activar – les i desactivar – les. També ens permetrà afegir, eliminar o canviar el nom d'algun segons la nostra configuració.



**Botó Apagar tot:** al fer clic en aquest botó, s'apagaran totes les llums.

**Botó configuració:** al fer clic ens permetrà modificar el nom de les llums, dir si són regulables o eliminar – les.

**Botó afegir llum:** al fer clic ens permetrà afegir una nova llum. En la finestra emergent que ens sortirà haurem de posar el seu nom en un textbox i dir si és regulable a partir d'un checkbox.

## 1.5.2. Aplicació per a dispositius mòbils

Pel que fa a l'aplicació mòbil, gràcies al mòdul de Bluetooth HC-05 podrem realitzar la connexió amb la placa arduino i així realitzar el control del mateix. Serà útil i còmode per l'usuari incorporar aquesta aplicació, ja que podrà fer ús del mòdul ComfortCamper sense la necessitat d'estar al seu costat.

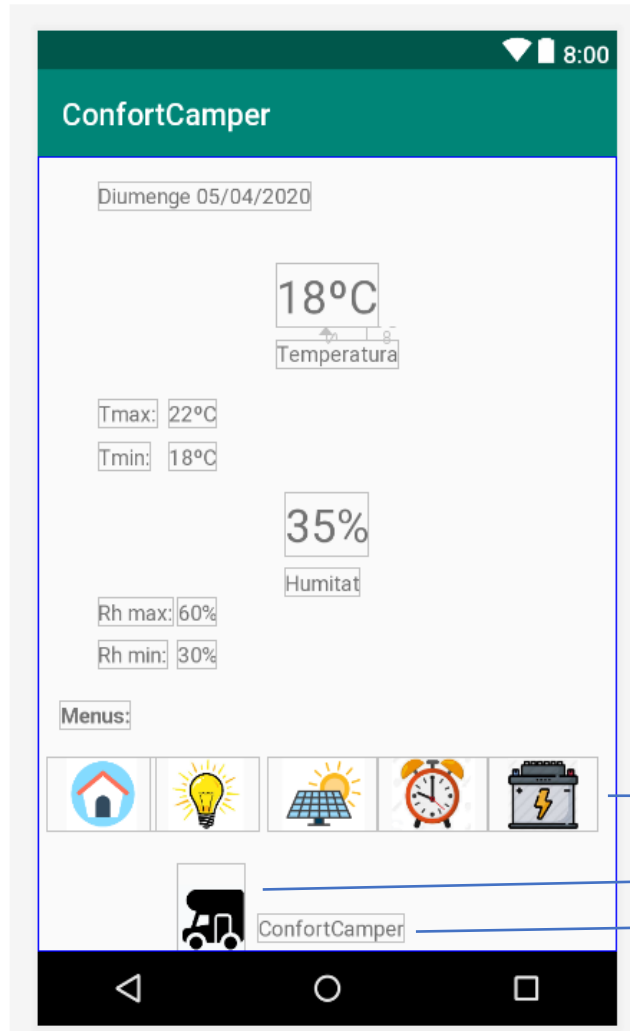
### 1.5.2.1. Disseny gràfic aplicació per a mòbil.

Per tal de dur a terme l'aplicació mòbil, en un primer moment es desenvoluparà amb el software AndriodStudio i serà únicament compatible per a telèfons Android.

Les explicacions de les funcionalitats de cada pantalla les trobem desglossades en el punt anterior, en el qual hem explicat cada pantalla. Pel que fa a l'aplicació android són exactament les mateixes. Si que hem explicat cada element que configurarà cada pantalla i la seva funcionalitat.

A continuació, presentem el disseny:

**PANTALLA PRINCIPAL:**



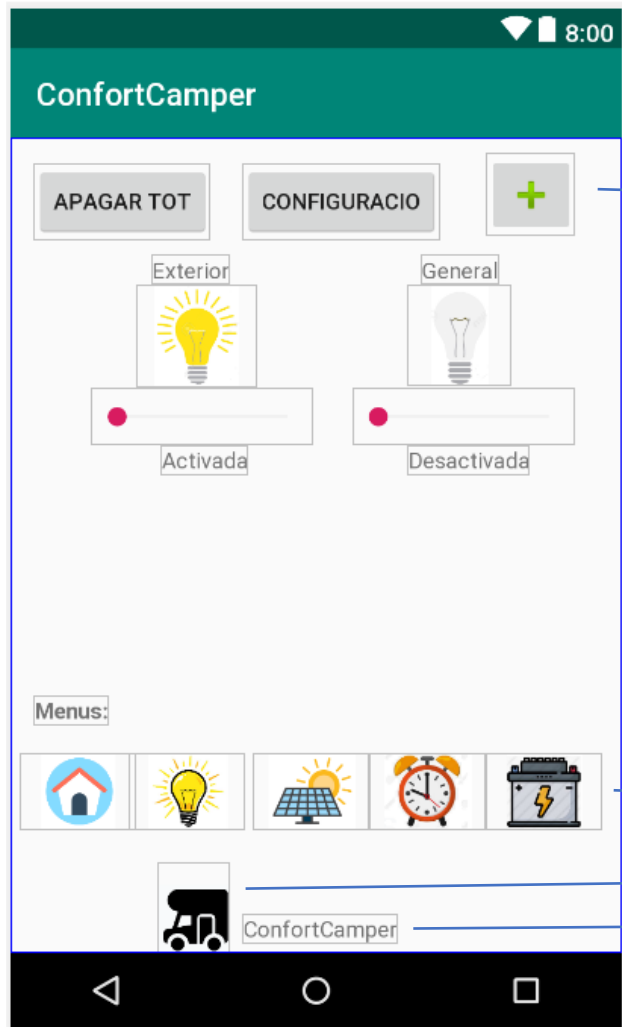
Textview

Botons. Al fer clic ens permetrà accedir als diferents submenús

Imatge

Textview

### PANTALLA D'IL·LUMINACIÓ:



Botons. Les funcions són les mateixes que en la pantalla HMI

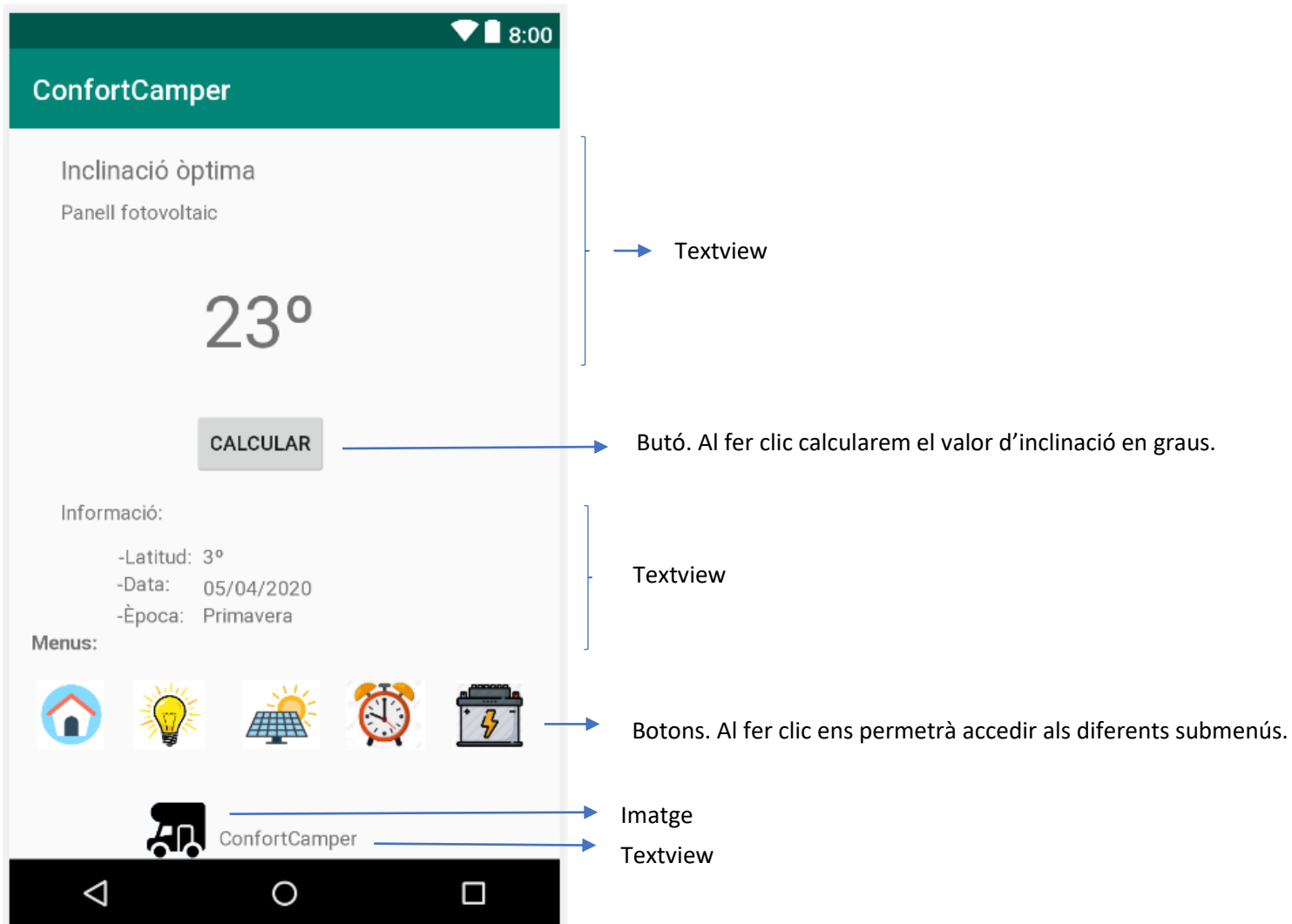
Gridview. La informació mostrada és la mateixa que a la pantalla HMI

Botons. Al fer clic ens permetrà accedir als diferents submenús.

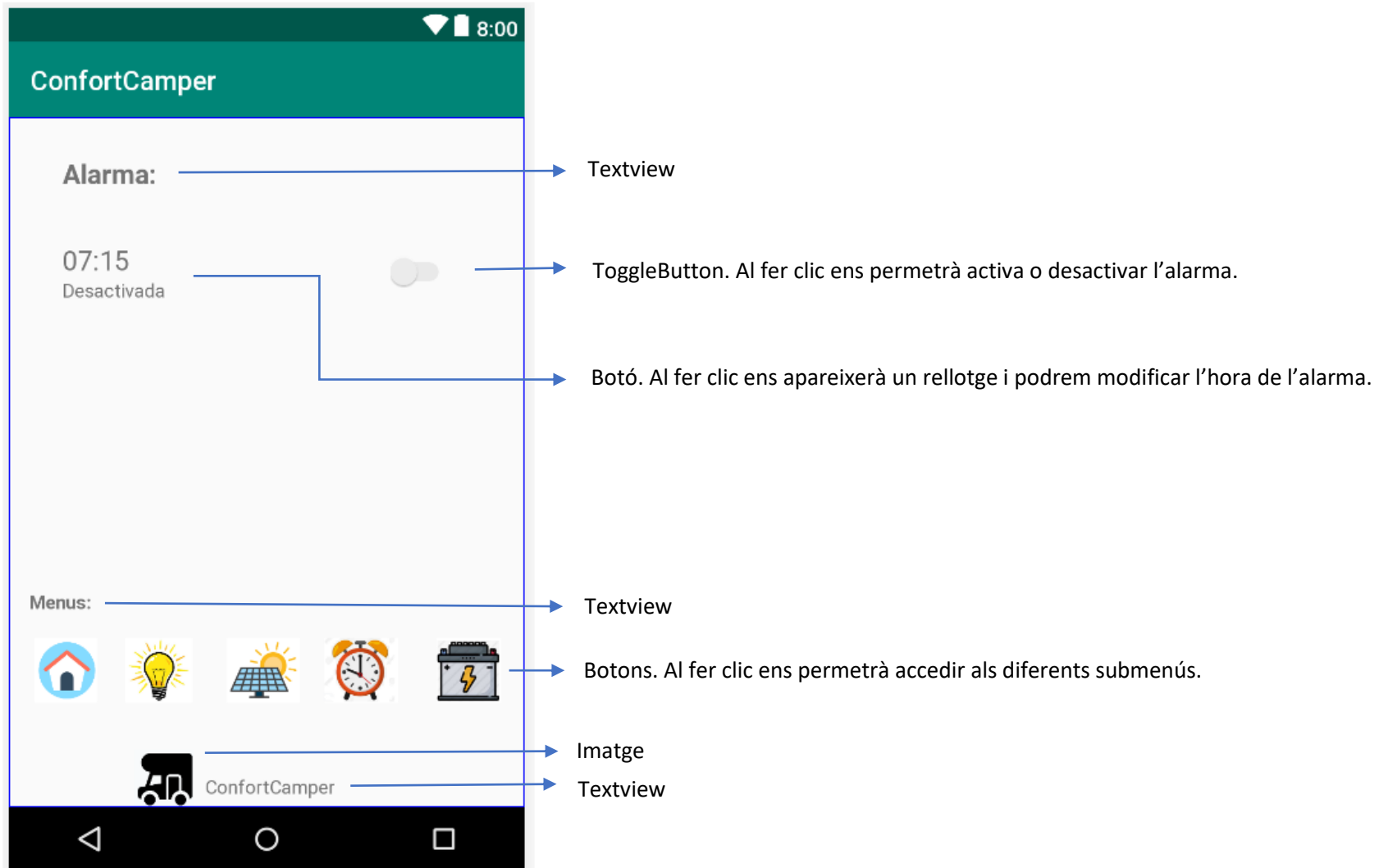
Imatge

Textview

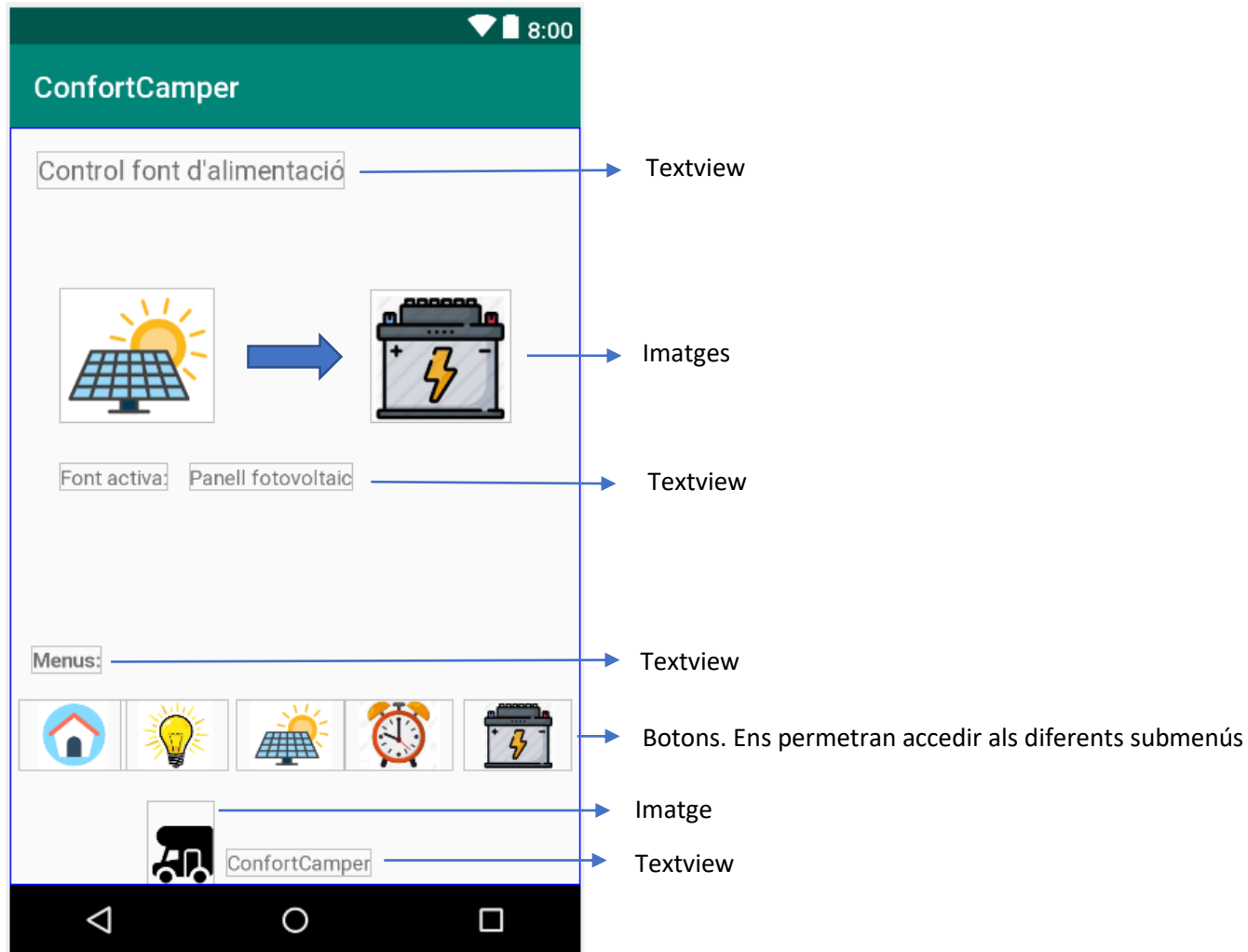
**PANTALLA PANELL FOTOVOLTAIC:**



**PANTALLA ALARMA:**



**PANTALLA BATERIA:**



## 1.6. Pressupost de material

En el següent apartat presentem els costos que es derivaran de material per tal de realitzar un mòdul ComfortCamper.

Així doncs, en aquesta taula de pressupostos de material final, podrem observar els costos de material de cada fase i finalment el cost de material total.

	Activitat	Codi	Subtotal (euros)
FASE 1	Alimentació sistema	01.00	241,04
	Sortida a 230V AC	01.01	81,44
	Sortida 12V DC	01.02	2,4
	Sortida 5V DC	01.03	12,17
	Elements generals	01.04	19,23
		Subtotal Fase 1	
	Activitat	Codi	Subtotal
FASE 2	Sistema fotovoltaic	02.00	201,69
	Alimentació alternador vehicle	02.01	0,17
	Connexió xarxa elèctrica 230V 50Hz AC	02.02	14,74
	Regulador de càrrega MPPT sistema	02.03	90,38
		Subtotal Fase 2	
	Activitat	Codi	Subtotal
FASE 3	Microcontrolador	03.00	5,42
	Alimentació microcontrolador	03.01	1,41
	Control de les fonts d'alimentació	03.02	26,85
	Mesura temperatura i humitat	03.03	0,59
	Detector fuites de gas	03.04	40
	Rellotge RTC	03.05	1,12
	Localitzador GPS	03.06	2,22
	Il·luminació	03.07	0,9
	Comunicació Bluetooth	03.08	2,31
	Subtotal Fase 3		80,82
		<b>PEM TOTAL MÒDUL</b>	<b>744,08</b>

Taula 37. Pressupost de material



## Normativa i homologacions

Per tal de complir la normativa vigent, s'ha realitzat un estudi de les instruccions dels comitès pertinents i les normes establertes per tal de realitzar el mòdul ComfortCamper.

Hem realitzat una classificació entre les instal·lacions fixes que aniran al vehicle, i el resta d'elements que no seran fixes però que hauran de complir la normativa electrònica vigent.

- Instal·lacions fixes al vehicle:

Haurà d'estar subjecte a una homologació del vehicle i complir la normativa de la 5<sup>o</sup> Revisió del Manual de Reformas i la legislació vigent al Real Decret RD 720/2017, de 23 d'octubre.

La reforma haurà d'estar subjecte a un projecte tècnic per a la homologació i ser realitzat per un organisme amb el certificat tècnic competent, certificat de final d'obra. A més serà necessari un Informe de conformitat del fabricant, el certificat del taller que ha efectuat la reforma i el certificat de compliment de instal·lació de baixa tensió (RD 842/2002)

Finalment, seguint el Real Decret R.D.866/2010 el vehicle haurà de sotmetre's a la inspecció i obtenir el certificat de la Inspecció Tècnica de Vehicles (ITV).

- Instal·lacions electròniques:

Estaran subjectes pels competents organismes nacionals (AENOR i ANSI) i internacionals (ISO,IEC).

A continuació enumerem a la normativa que afecta:

- Normes bàsiques: EN 61000
- Normes genèriques: EN 50081 i EN 50082
- Normes de família de producte: EN 55011, EN55014, EN55015 i EN55022
- Normes de producte: EN 60669
- Referent a esquemes elèctrics, UNE – EN 60617.4 i UNE EN 60617.5
- Referent a components, normes: IEC 60062, IEC 60063 UNE 20531
- Referent al disseny del circuit imprès, IPC 221
- Referent a la fabricació, IPC 4101
- Referent a la compatibilitat electromagnètica: normes IEC 61000 – UNE - EN 61000
- Referent a la sostenibilitat mediambiental (RoHS i RAEE), R.D.208/2005 i Directiva 2012/19/CE



- Referent al marcat CE, directiva 93/68/EEC.

## Estudi del impacte mediambiental

En les següents línies analitzarem l'impacte mediambiental dels elements que configuren el mòdul ComfortCamper.

A nivell de l' Unió Europea, la gestió dels residus electrònics està regulada per la Directiva de Residus d' Aparells Elèctrics i Electrònics (RAEE).

Els components i elements instal·lats, tots disposen de la certificació europea pertinent. A més, al llarg del treball s'han buscat elements que presentessin un baix consum i un bon rendiment per tal de no desaprofitar l'energia. Pel que fa al reciclatge, tots els elements que formen part del mòdul ComfortCamper són reciclables gaire bé en la seva totalitat. De la bateria, podem reciclar gaire bé el 100% dels seus elements, de la placa solar al voltant del (85% i 90%) i pel que fa a la resta de dispositius electrònics que incorporen PCBs i altres elements podem reciclar un 70-90%.

Tots aquests elements, un cop finalitzada la seva vida operativa s'hauran de portar a un punt net o un eco parc, llocs on s'encarregaran del seu reciclatge.

Pel que fa a la utilització del mòdul, al disposar d'un sistema fotovoltaic per la generació elèctrica, hem fet el càlcul estimat del estalvi d'emissions de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera. Per realitzar aquest càlcul, hem utilitzat la Guia Pràctica per al càlcul d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH) document realitzat per l' Oficina Catalana del Canvi Climàtic.

Hem suposat un consum diari de 655Wh (valor de consum estimat que hem parlat en el punt 1.3.1.3.1 del treball), generant un consum anual de 238,075kWh/anuals. Aquesta xifra l'haurem de multiplicar per el factor d'emissió, també anomenat mix elèctric (g de CO<sub>2</sub>/kWh) que representa les emissions associades a la generació elèctrica. Per fer aquest càlcul, utilitzarem el valor de 321 g CO<sub>2</sub>/kWh que és el valor que recomana utilitzar l'OCCC (Oficina Catalana de Canvi Climàtic).

D'aquesta manera, l'estalvi d'emissions de CO<sub>2</sub> al utilitzar el mòdul ComfortCamper serà de 76kg de CO<sub>2</sub>/any.

## Planificació

Tot seguit hem elaborat dos diagrames de Gantt on podem observar en el primer diagrama, quina ha estat la planificació que s'ha seguit per l'elaboració del treball i en el segon diagrama podem veure els temps de planificació per tal de realitzar físicament el prototip del mòdul ComfortCamper que serà el nostre treball futur proposat.

Pel que fa a la planificació del treball, també mostrarem en el diagrama de Gantt aspectes que per falta de temps ens han quedat pendents de tractar, com ara la fase 5 d'assemblatge, els desenvolupament dels codis de programació, el càlcul de la secció de cablejat de les connexions de tots els elements del mòdul, que depenia de la fase 5 i l'estudi de l'estructura regulable de la subjecció del panell fotovoltaic.

També hem de dir, que a l'inici d'aquest treball al mes d'octubre del 2019, al compaginar feina i estudis no vam poder donar – li la dedicació pertinent al projecte i no va ser fins al mes de desembre del 2019 que vam tenir la disponibilitat per tal de compaginar la dedicació requerida en l'elaboració del treball i la vida laboral.

Pel que fa al diagrama de Gantt del nostre treball futur proposat, aquest inclou els temps de les parts que han quedat pendents del treball (desenvolupament de softwares, dissenys de les dues aplicacions i fase 5) a més de les tasques de realització del dissenys PCBs, la realització de la instal·lació i connexionat dels elements i finalment les proves de verificació del prototip.

A continuació, presentem tots dos diagrames:

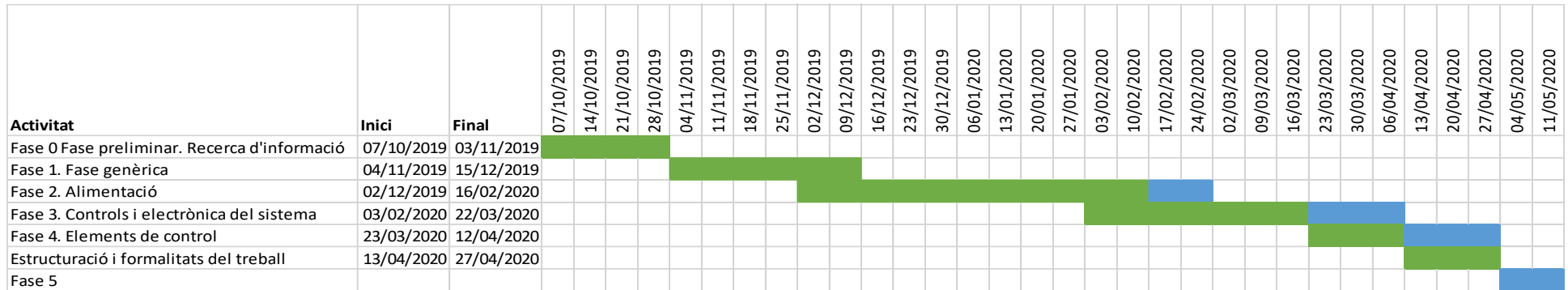


Figura 19. Diagrama de Gantt d'elaboració del projecte

Amb color verd podem observar les tasques completades. El color blau ens mostra el que ha quedat pendent per finalitzar cada tasca i la planificació que hauríem necessitat per tal de poder – la haver completat amb èxit.

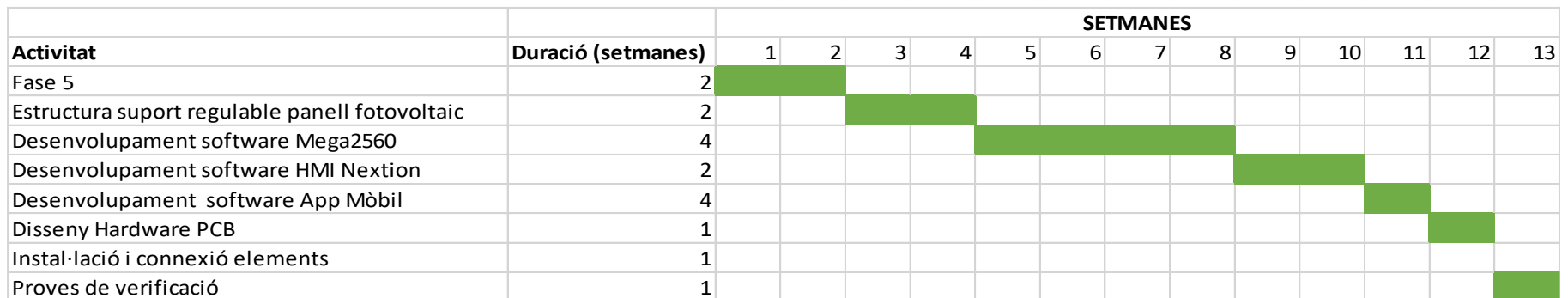


Figura 20. Diagrama de Gantt del treball futur proposat

## Conclusions

Podem concloure, que hem sigut capaços de dur a terme tots els punts que ens havíem marcat en l'abast inicial del projecte i que hem sigut capaços de fer un disseny teòric capaç de cobrir les necessitats a nivell tant elèctric com electrònic, sense deixar de costat les característiques marcades en un inici del projecte per tal de que el dispositiu que ens proposàvem dissenyar donés el millor servei a les persones que l'utilitzessin.

Estem molt satisfets amb la feina feta i en tot moment s'ha seguit una bona metodologia per tal de trobar la solució més encertada i que més convenia. S'han estudiat les necessitats que es requerien, amb l'ajuda de l'experiència obtinguda d'utilitzar un vehicle camper per viatjar i fer turisme, juntament amb l'experiència i els consells d'amistats que al igual que jo, utilitzen amb freqüència i gaudeixen d'aquesta forma de viatjar i moure's.

També hem de dir que per tal d'arribar a la primera versió real del prototip ComfortCamper, encara ha quedat feina pendent. D'aquestes tasques hem parlat d'elles a la planificació futura del projecte, però resumint la informació donada en l'apartat de planificació, el present projecte hauria de deixar el marc teòric on es troba actualment i començar agafar forma física, on estem segurs que sortiran altres problemàtiques i algun aspecte que no hem tingut en compte en el desenvolupament teòric, per molt esforç i ganes que li hem posat. Afegir, que aquest treball pràctic també haurà d'anar acompanyat d'un projecte d'homologació que permeti incorporar la placa solar i la pressa 230V AC al vehicle.

## Bibliografia

### Llocs web:

Sin Código postal [Consulta: 20 Desembre 2019]. Disponible a:  
<https://www.sincodigopostal.com/>

Auto C, Tipos de baterías para autocaravana o camper. [Consulta: 23 Desembre 2019]. Disponible a: <https://www.autocaravanas.es/tipos-de-baterias-para-la-autocaravana-o-camper-2018-453688/>

Acuestas.es [Consulta: 23 Desembre 2019]. Disponible a:  
<https://www.acuestas.es/>

Todosai2.0 [Consulta: 23 Desembre 2019]. Disponible a:  
<https://todosai.com/blog/baterias-tipos-y-usos-b50.html>

Concepto.de [Consulta: 23 Desembre 2019]. Disponible a:  
<https://www.concepto.de/bateria/>

Ultracell [Consulta: 28 Desembre 2019]. Disponible a: <http://www.ultracell.es/>

MppSolar [Consulta: 10 Gener 2020]. Disponible a:  
<https://www.mpptsolar.com/en/>

EcoSolar [Consulta: 11 Gener 2020]. Disponible a: <https://www.mpptsolar.com/en/>

Autosolar [Consulta: 15 Gener 2020]. Disponible a: <https://autosolar.es/>

Monosolar.blog [Consulta: 20 Gener 2020]. Disponible a:  
<https://www.monosolar.com/blog/>

Aficionados a la mecànica [Consulta: 1 Febrer 2020]. Disponible a:  
<http://www.aficionadosalamecanica.net/alternador-funcionam.htm>

Prometec [Consulta: 4 de Febrer del 2020]. Disponible a:  
<https://store.prometec.net/tutoriales/>

LuiLlamas [Consulta: 15 de Febrer del 2020]. Disponible a:  
<https://www.luisllamas.es/tutoriales-de-arduino/>

Inevitable.eu [Consulta: 20 de febrer del 2020]. Disponible a:  
<https://www.inventable.eu/controlar-rele-con-transistor/>

Nextion [Consulta: 5 de Març del 2020]. Disponible a: <https://nextion.tech/>



Lulukabaraka [Consulta: 20 de Març del 2020]. Disponible a:  
<https://www.lulukabaraka.com/>





**Llibres:**

Miguel Moro Vallina. Instalaciones solares fotovoltaicas. Madrid: Ediciones Parainfo, SA, 2010. ISBN: 978-84-9732-776-3.

Rashid, Muhammad, H. Electrónica de potencia. Mèxic: Pearson Educacion, 2015. ISBN: 978-607-32-3325-5.

Daniel W. Hart. Electrónica de potencia. Madrid: Prentice Hall, 1998.

Thomas L. Floyd, Electronics Fundamentals. Mèxic: Pearson Educacion, 2003.





Època: Estiu

European Commission

## Rendimiento de un sistema FV autónomo

**PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar**

<b>Datos proporcionados</b>		<b>Angulo de inclinación:</b>	25°
Latitud/Longitud:	48.516, 2.153	<b>Angulo de azimut</b>	0°
Horizonte:	Calculado	<b>Resultados de la simulación</b>	
Base de datos:	PVGIS-SARAH	Porcentaje días batería cargada:	92.86 %
FV Instalado:	400 Wp	Porcentaje días batería descargada:	0 %
Capacidad de la batería:	1920 Wh	Energía media no capturada:	937.57 Wh
Limitador de descarga:	50 %	Energía media que falta:	0 Wh
Consumo diario:	155 Wh		

**Producción energética estimada para un sistema FV autónomo:**

**Rendimiento de la batería para un sistema FV autónomo:**

**Perfil del horizonte:**

**Rendimiento medio mensual**

Mes	E_d	E_c	f_c	f_0
Enero	155.5	236.0	72.5	0.0
Febrero	155.5	445.7	90.2	0.0
Marzo	155.1	851.4	99.2	0.0
Abril	155.2	1240.0	100.0	0.0
Mayo	155.1	1253.9	100.0	0.0
Junio	155.2	1377.7	100.0	0.0
Julio	154.8	1410.5	100.0	0.0
Agosto	154.9	1283.0	100.0	0.0
Septiembre	154.8	1099.7	100.0	0.0
Octubre	154.8	643.2	97.3	0.0
Noviembre	154.5	334.5	86.1	0.0
Diciembre	154.4	254.1	69.3	0.0

E\_d: Producción energética media diaria (Wh/día).  
E\_c: Energía media diaria no capturada (Wh/día).  
f\_c: Porcentaje de días con la batería cargada completamente (%).  
f\_0: Porcentaje de días en los que la batería se descarga completamente (%).

**Probabilidad del estado de carga de la batería al final del día:**

Ca	Cb
50-55	0.0
55-60	0.0
60-65	0.0
65-70	0.0
70-75	0.0
75-80	0.0
80-85	0.0
85-90	1.0
90-95	12.0
95-100	87.0

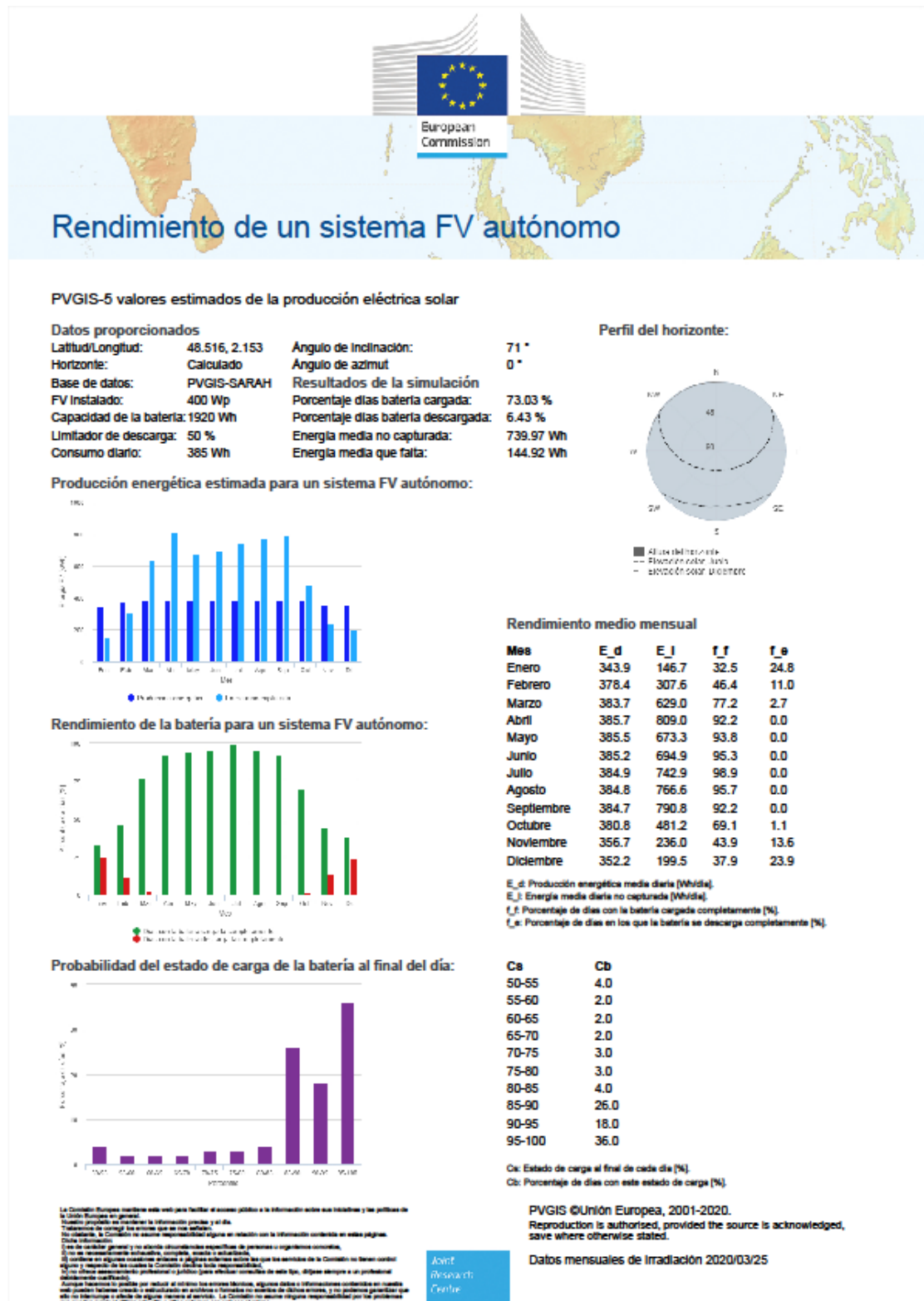
Ca: Estado de carga al final de cada día (%).  
Cb: Porcentaje de días con este estado de carga (%).

La Comisión Europea mantiene este sitio para facilitar el acceso público a la información sobre sus actividades y las políticas de la Unión Europea en general. Cuando proceda se mostrará la información precisa y el día. La Comisión de control los datos que se han realizado. No obstante, la Comisión no asume responsabilidad alguna en relación con la información contenida en estas páginas. Datos estadísticos: Este es un resumen general y no incluye circunstancias específicas de personas o organizaciones concretas. El uso de información estadística, completa o parcialmente, se permite en algunos casos, siempre y cuando se acredite que los servicios de la Comisión no serán controlados ni perjudicados de ninguna manera. La Comisión no asume responsabilidad alguna por el uso de esta información. Siempre se permite el uso de esta información para fines de investigación, siempre y cuando se acredite que los servicios de la Comisión no serán controlados ni perjudicados de ninguna manera. La Comisión no asume responsabilidad alguna por el uso de esta información. Siempre se permite el uso de esta información para fines de investigación, siempre y cuando se acredite que los servicios de la Comisión no serán controlados ni perjudicados de ninguna manera. La Comisión no asume responsabilidad alguna por el uso de esta información.

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2020.  
Reproduction is authorized, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.  
Datos mensuales de Irradiación 2020/03/25

## A.1.2. Consum mitjà

Època: Hivern



Època: Primavera – Tardor

## Rendimiento de un sistema FV autónomo

**PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar**

<b>Datos proporcionados</b>			
Lattitud/Longitud:	48.516, 2.153	Angulo de inclinación:	48 °
Horizonte:	Calculado	Angulo de azimut:	0 °
Base de datos:	PVGIS-SARAH	Resultados de la simulación	
FV Instalado:	400 Wp	Porcentaje dias bateria cargada:	75.09 %
Capacidad de la bateria:	1920 Wh	Porcentaje dias bateria descargada:	6.05 %
Limitador de descarga:	50 %	Energia media no capturada:	870.99 Wh
Consumo diario:	385 Wh	Energia media que falta:	137.01 Wh

**Perfil del horizonte:**

**Producción energética estimada para un sistema FV autónomo:**

Mes	E_d	E_I	f_c	f_d
Enero	348.3	122.5	30.4	23.5
Febrero	382.0	304.1	50.9	9.2
Marzo	384.3	691.4	83.1	2.1
Abril	385.7	991.5	96.4	0.0
Mayo	385.4	918.6	96.5	0.0
Junio	385.2	992.9	97.8	0.0
Julio	384.8	1034.3	99.2	0.0
Agosto	384.8	986.8	96.5	0.0
Septiembre	384.7	909.8	95.0	0.0
Octubre	381.4	503.3	73.7	0.8
Noviembre	359.4	218.0	44.4	12.2
Diciembre	353.5	160.9	36.3	24.5

**Rendimiento de la batería para un sistema FV autónomo:**

**Probabilidad del estado de carga de la batería al final del día:**

Cs	Cb
50-55	4.0
55-60	2.0
60-65	2.0
65-70	2.0
70-75	3.0
75-80	3.0
80-85	4.0
85-90	25.0
90-95	18.0
95-100	37.0

La Comisión Europea garantiza esta web para facilitar el acceso público a la información sobre sus actividades y las políticas de la Unión Europea en general. Nuestro propósito es facilitar la información precisa y al día. Toda información de esta web es de carácter informativo y no constituye asesoramiento. La Comisión no asume responsabilidad alguna en relación con la información contenida en estas páginas. Datos informáticos: Este es un carácter general y no abarca circunstancias específicas de personas o organismos concretos. Si no se mencionan circunstancias concretas, consulte a su entidad. Si contiene en algunos momentos datos o figuras obtenidas de terceros que los servicios de la Comisión no tienen control alguno y respecto de los cuales la Comisión asume toda responsabilidad. Si no tiene asesoramiento profesional o jurídico. Para efectos de esta ley, dígame siempre a un profesional debidamente cualificado. Aunque tenemos la política por reducir al máximo los errores humanos, algunos datos e informaciones contenidas en nuestra web pueden tenerse erróneas o actualizadas en períodos o formatos no previstos de dichos errores, y no podemos garantizar que este no interrumpe o afecta de alguna manera al servicio. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por los problemas que pueden surgir al utilizar esta web o otros servicios con enlaces al mismo.

AVIC Research Centre

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2020. Reproduction is authorized, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated. Datos mensuales de irradiación 2020/03/25



Època: Estiu

## Rendimiento de un sistema FV autónomo

**PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar**

<b>Datos proporcionados</b>			
Latitud/Longitud:	48.516, 2.153	Angulo de inclinación:	25°
Horizonte:	Calculado	Angulo de azimut:	0°
Base de datos:	PVGIS-SARAH	Resultados de la simulación	
FV instalado:	400 Wp	Porcentaje días batería cargada:	72.64 %
Capacidad de la batería:	1920 Wh	Porcentaje días batería descargada:	7.89 %
Limitador de descarga:	50 %	Energía media no capturada:	896.47 Wh
Consumo diario:	385 Wh	Energía media que falta:	132.36 Wh

**Producción energética estimada para un sistema FV autónomo:**

**Perfil del horizonte:**

**Rendimiento de la batería para un sistema FV autónomo:**

**Rendimiento medio mensual**

Mes	E_d	E_c	f_c	f_d
Enero	340.2	51.3	19.2	33.1
Febrero	382.5	218.8	45.8	9.5
Marzo	385.1	621.4	84.7	1.3
Abril	385.6	1009.5	96.9	0.0
Mayo	385.3	1023.7	97.6	0.0
Junio	385.2	1147.7	98.1	0.0
Julio	384.8	1180.5	99.5	0.0
Agosto	384.8	1053.1	97.6	0.0
Septiembre	384.7	869.8	96.4	0.0
Octubre	381.6	416.4	74.2	0.8
Noviembre	354.7	134.3	36.4	15.0
Diciembre	339.4	69.2	24.5	34.4

E\_d: Producción energética media diaria [Wh/día].  
E\_c: Energía media diaria no capturada [Wh/día].  
f\_c: Porcentaje de días con la batería cargada completamente [%].  
f\_d: Porcentaje de días en los que la batería se descarga completamente [%].

**Probabilidad del estado de carga de la batería al final del día:**

Cs	Cb
50-55	6.0
55-60	2.0
60-65	2.0
65-70	2.0
70-75	3.0
75-80	3.0
80-85	3.0
85-90	23.0
90-95	18.0
95-100	37.0

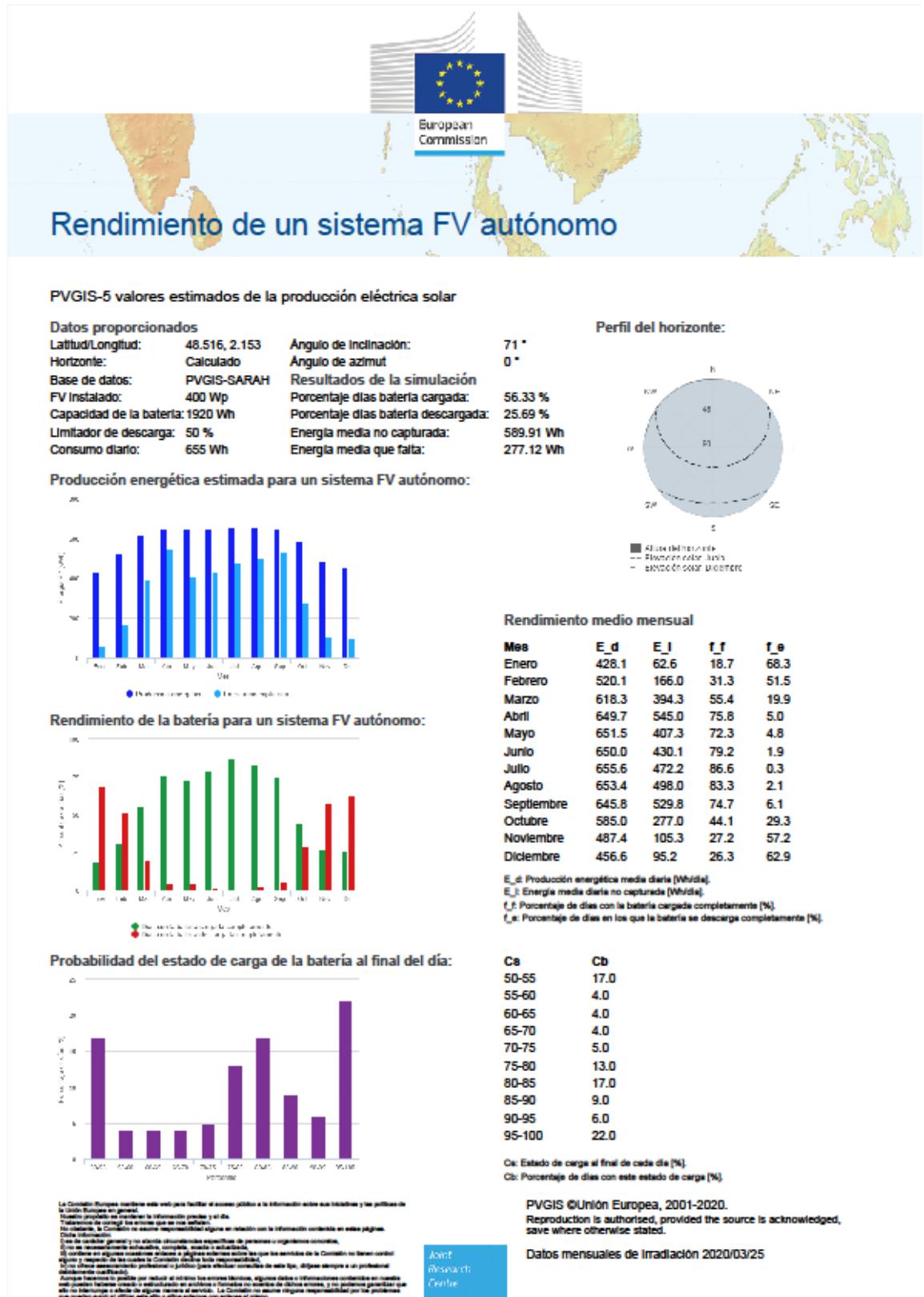
Cs: Estado de carga al final de cada día [%].  
Cb: Porcentaje de días con este estado de carga [%].

La Comisión Europea mantiene este web para facilitar el acceso público a la información sobre sus iniciativas y las políticas de la Unión Europea en general. Nuestro propósito es presentar la información precisa y al día. Traducción de un texto original en español. No obstante, la Comisión no asume responsabilidad alguna en relación con la información contenida en estas páginas. Datos estadísticos. Datos de carácter general y no abarca circunstancias específicas de personas o organizaciones concretas. Si contiene en algunos casos nombres o algunas referencias sobre las que las entidades de la Comisión no tienen control sobre el contenido de las cuentas de Comercio electrónico. Este sitio proporciona información profesional o jurídica que requiere verificación de este tipo, siempre siempre a un profesional independiente cualificado. Aunque tenemos la intención de reducir al máximo los errores humanos, algunas datos e informaciones contenidas en nuestro sitio pueden estar erróneas o actualizadas sin aviso. Si usted encuentra algún error, o si necesita garantizar que este sitio no interfiere o afecta de alguna manera al servicio, la Comisión no asume ninguna responsabilidad por los problemas que pueden surgir al utilizar este sitio o otros sistemas con enlaces al mismo.

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2020.  
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.  
Datos mensuales de irradiación 2020/03/25

### A.1.3. Consum alt

Època: Hivern





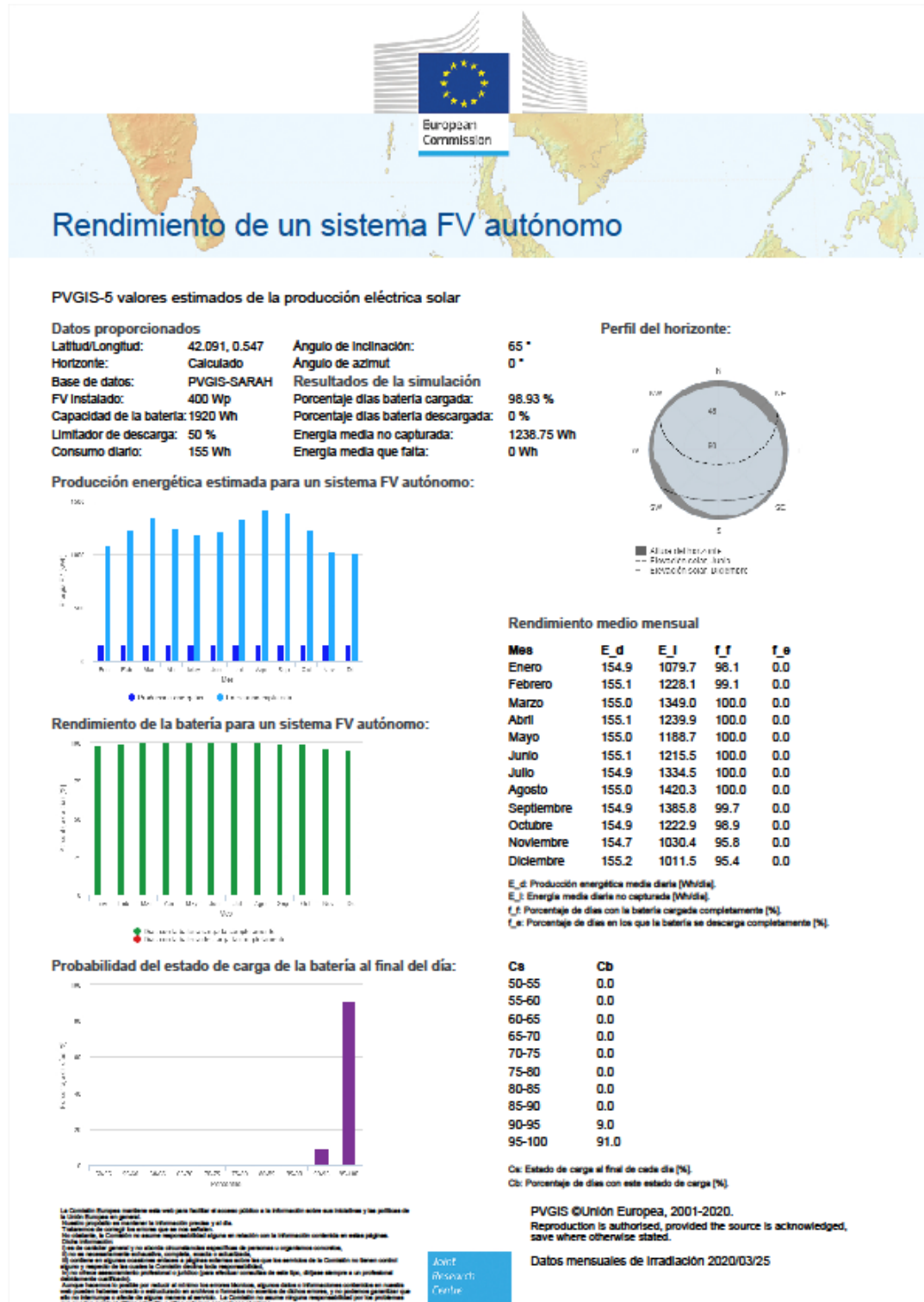




## A.2. Resultats zona mitjana insolació

### A.2.1. Baix consum

Època: Hivern



Època: Primavera i tardor

European Commission

## Rendimiento de un sistema FV autónomo

**PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar**

<b>Datos proporcionados</b>			
Latitud/Longitud:	42.091, 0.547	Angulo de inclinación:	42°
Horizonte:	Calculado	Angulo de azimut:	0°
Base de datos:	PVGIS-SARAH	<b>Resultados de la simulación</b>	
FV Instalado:	400 Wp	Porcentaje dias bateria cargada:	99.22 %
Capacidad de la bateria:	1920 Wh	Porcentaje dias bateria descargada:	0 %
Limitador de descarga:	50 %	Energia media no capturada:	1367.64 Wh
Consumo diario:	155 Wh	Energia media que falta:	0 Wh

**Producción energética estimada para un sistema FV autónomo:**

■ Producción energética (kWh) ■ Energía consumida (kWh)

**Perfil del horizonte:**

■ Albedo del horizonte  
--- Radiación difusa  
- - - Radiación solar directa

Mes	E_d	E_c	f_c	f_0
Enero	154.9	984.4	98.4	0.0
Febrero	155.1	1191.2	99.7	0.0
Marzo	155.0	1420.0	100.0	0.0
Abril	155.1	1445.5	100.0	0.0
Mayo	155.0	1509.9	100.0	0.0
Junio	155.1	1613.8	100.0	0.0
Julio	154.9	1753.4	100.0	0.0
Agosto	155.0	1724.4	100.0	0.0
Septiembre	154.9	1526.0	100.0	0.0
Octubre	154.9	1232.3	99.5	0.0
Noviembre	154.7	966.8	97.2	0.0
Diciembre	155.2	907.6	96.0	0.0

E\_d: Producción energética media diaria (Wh/día).  
E\_c: Energía media diaria no capturada (Wh/día).  
f\_c: Porcentaje de días con la batería cargada completamente (%).  
f\_0: Porcentaje de días en los que la batería se descarga completamente (%).

**Rendimiento de la batería para un sistema FV autónomo:**

■ SOC media al inicio de la batería (%)  
■ SOC media al final de la batería (%)

Cs	Cb
50-55	0.0
55-60	0.0
60-65	0.0
65-70	0.0
70-75	0.0
75-80	0.0
80-85	0.0
85-90	0.0
90-95	8.0
95-100	92.0

Cs: Estado de carga al final de cada día (%).  
Cb: Porcentaje de días con este estado de carga (%).

**Probabilidad del estado de carga de la batería al final del día:**

La Comisión Europea mantiene este sitio para facilitar el acceso público a la información sobre sus iniciativas y las políticas de la Unión Europea en general. No se pretende ni se garantiza la exactitud de la información presentada en este sitio. La Comisión no asume responsabilidad alguna en relación con la información contenida en estas páginas. Datos estadísticos: general y no están actualizados específicamente de personas o organizaciones concretas. El uso de información actualizada, completa, exacta y actualizada. El contenido en algunas ocasiones puede ser pagado o no pagado, pero los servicios de la Comisión no tienen control alguno y respecto de los cuales la Comisión no tiene responsabilidad. El uso de información profesional o jurídica para efectos comerciales de este tipo, debe ser siempre a un profesional debidamente acreditado. Aunque tenemos la intención por reducir al máximo los errores humanos, algunos datos e informaciones contenidas en nuestro sitio pueden haberse creado o actualizado en cualquier momento o haberse actualizado en otros sitios, y no podemos garantizar que estos datos sean correctos en cualquier momento. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por los problemas que pueden surgir al utilizar este sitio o datos extraídos con enlaces al internet.

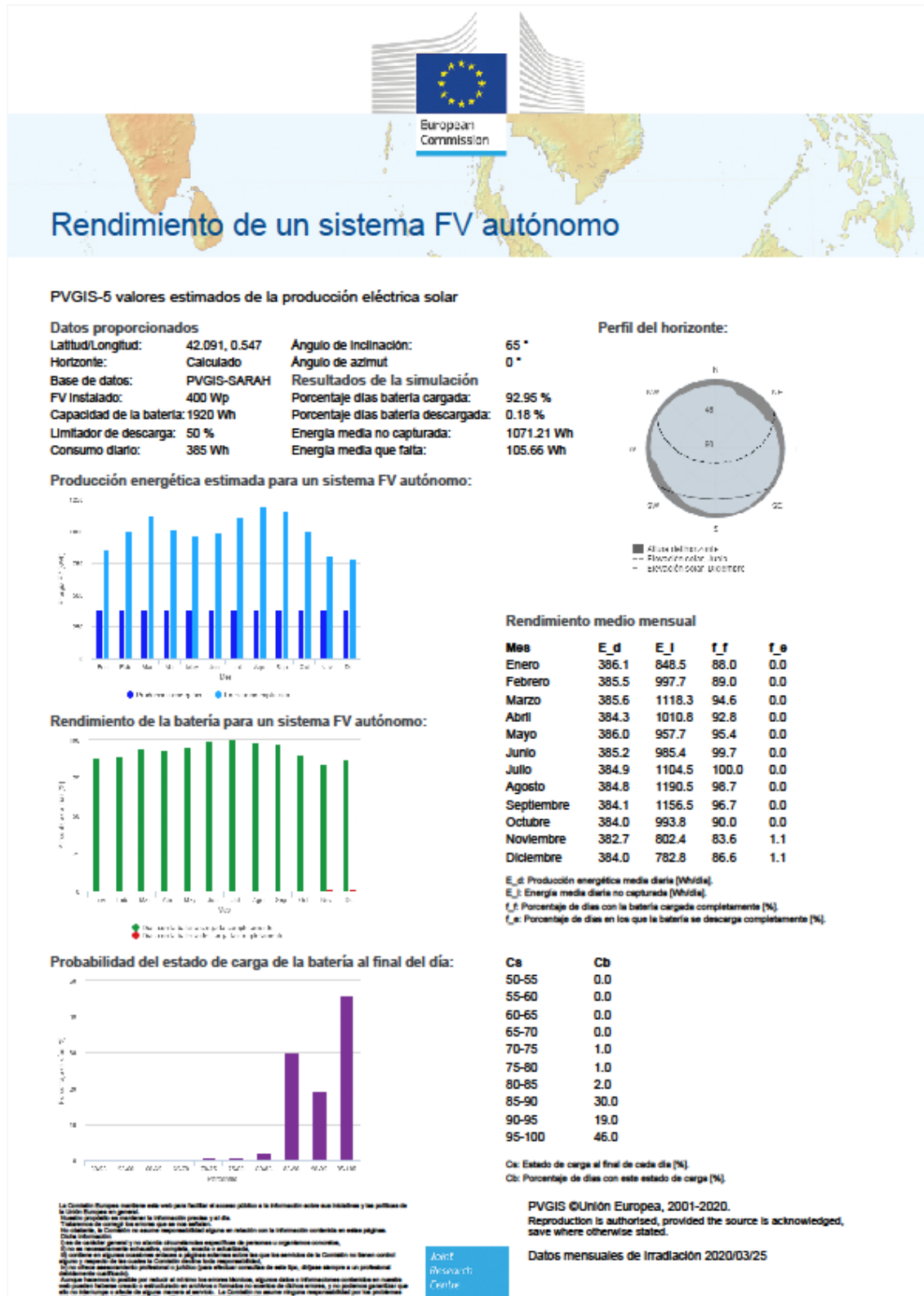
PVGIS ©Unión Europea, 2001-2020.  
Reproduction is authorized, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.  
Datos mensuales de Irradiación 2020/03/25





## A.2.2. Consum mitjà

Època: Hivern



Època: Primavera i tardor

European Commission

## Rendimiento de un sistema FV autónomo

**PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar**

<b>Datos proporcionados</b>		<b>Perfil del horizonte:</b>	
Latitud/Longitud:	42.091, 0.547	Angulo de inclinación:	42°
Horizonte:	Calculado	Angulo de azimut:	0°
Base de datos:	PVGIS-SARAH	<b>Resultados de la simulación</b>	
FV Instalado:	400 Wp	Porcentaje días batería cargada:	93.77 %
Capacidad de la batería:	1920 Wh	Porcentaje días batería descargada:	0.09 %
Limitador de descarga:	50 %	Energía media no capturada:	1202.06 Wh
Consumo diario:	385 Wh	Energía media que falta:	140.3 Wh

**Producción energética estimada para un sistema FV autónomo:**

■ Producción energética (kWh) ■ Consumo energético (kWh)

**Rendimiento medio mensual**

Mes	E_d	E_c	f_c	f_0
Enero	386.2	753.1	88.3	0.0
Febrero	385.3	961.0	90.5	0.0
Marzo	385.5	1189.5	96.2	0.0
Abril	384.9	1215.7	95.3	0.0
Mayo	385.4	1279.5	96.5	0.0
Junio	385.2	1383.8	99.7	0.0
Julio	384.9	1523.4	100.0	0.0
Agosto	384.8	1494.6	98.9	0.0
Septiembre	384.4	1296.5	96.1	0.0
Octubre	384.0	1003.2	91.4	0.0
Noviembre	383.2	738.3	83.6	0.3
Diciembre	384.2	678.6	86.6	0.8

E\_d: Producción energética media diaria (Wh/día).  
E\_c: Energía media diaria no capturada (Wh/día).  
f\_c: Porcentaje de días con la batería cargada completamente (%).  
f\_0: Porcentaje de días en los que la batería se descarga completamente (%).

**Rendimiento de la batería para un sistema FV autónomo:**

■ Rendimiento de la batería (%)

**Probabilidad del estado de carga de la batería al final del día:**

<b>Ca</b>	<b>Cb</b>
50-55	0.0
55-60	0.0
60-65	0.0
65-70	0.0
70-75	0.0
75-80	1.0
80-85	2.0
85-90	30.0
90-95	19.0
95-100	47.0

Ca: Estado de carga al final de cada día (%).  
Cb: Porcentaje de días con este estado de carga (%).

La Comisión Europea mantiene este sitio para facilitar el acceso público a la información sobre sus actividades y las políticas de la Unión Europea en general. Cuando proceda se mostrará la información precisa y el día. La Comisión de control los datos que se han facilitado. No obstante, la Comisión no asume responsabilidad alguna en relación con la información contenida en estas páginas. Datos estadísticos: Este es un informe general y no incluye circunstancias específicas de personas o organizaciones concretas. El uso de información estadística, completa o parcial, es responsabilidad del usuario. El contenido de algunas estadísticas puede ser diferente al que se publica en otros sitios web que los servicios de la Comisión no tienen control alguno y respecto de los cuales la Comisión no tiene responsabilidad. Este informe es un informe general y no incluye circunstancias específicas de personas o organizaciones concretas. Aunque tenemos la intención de facilitar al público los datos estadísticos, algunos datos e información contenidos en nuestro sitio pueden ser de carácter confidencial o estar sujetos a derechos de propiedad intelectual, y no podemos garantizar que estos datos sean exactos o estén actualizados. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por las pérdidas que puedan surgir al utilizar este sitio o datos extraídos de este sitio.

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2020.  
Reproduction is authorized, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.  
Datos mensuales de Irradiación 2020/03/25

Època: Estiu

European Commission

## Rendimiento de un sistema FV autónomo

**PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar**

<b>Datos proporcionados</b>		<b>Angulo de inclinación:</b>	19 °
Latitud/Longitud:	42.091, 0.547	<b>Angulo de azimut</b>	0 °
Horizonte:	Calculado	<b>Resultados de la simulación</b>	
Base de datos:	PVGIS-SARAH	Porcentaje dias bateria cargada:	93.73 %
FV Instalado:	400 Wp	Porcentaje dias bateria descargada:	0.14 %
Capacidad de la bateria:	1920 Wh	Energia media no capturada:	1139.36 Wh
Limitador de descarga:	50 %	Energia media que falta:	104.8 Wh
Consumo diario:	385 Wh		

**Producción energética estimada para un sistema FV autónomo:**

■ Producción energética (kWh) ■ Energía consumida (kWh)

**Perfil del horizonte:**

■ Albedo del horizonte  
 --- Elevación sobre el horizonte  
 - Producción solar promedio

Mes	E_d	E_c	f_c	f_0
Enero	386.3	498.6	86.7	0.0
Febrero	385.6	740.1	91.4	0.0
Marzo	385.4	1054.2	96.2	0.0
Abril	385.2	1223.8	95.8	0.0
Mayo	385.1	1409.7	97.8	0.0
Junio	385.2	1587.2	99.7	0.0
Julio	384.8	1723.2	100.0	0.0
Agosto	384.8	1565.4	99.2	0.0
Septiembre	384.4	1218.3	98.3	0.0
Octubre	384.0	828.5	91.4	0.0
Noviembre	381.9	523.1	83.3	0.3
Diciembre	384.9	424.2	84.7	1.3

E\_d: Producción energética media diaria (Wh/día).  
 E\_c: Energía media diaria no capturada (Wh/día).  
 f\_c: Porcentaje de días con la batería cargada completamente (%).  
 f\_0: Porcentaje de días en los que la batería se descarga completamente (%).

**Rendimiento de la batería para un sistema FV autónomo:**

■ Rendimiento de la batería (%)

Ca	Cb
50-55	0.0
55-60	0.0
60-65	0.0
65-70	0.0
70-75	1.0
75-80	1.0
80-85	2.0
85-90	29.0
90-95	20.0
95-100	47.0

Ca: Estado de carga al final de cada día (%).  
 Cb: Porcentaje de días con este estado de carga (%).

**Probabilidad del estado de carga de la batería al final del día:**

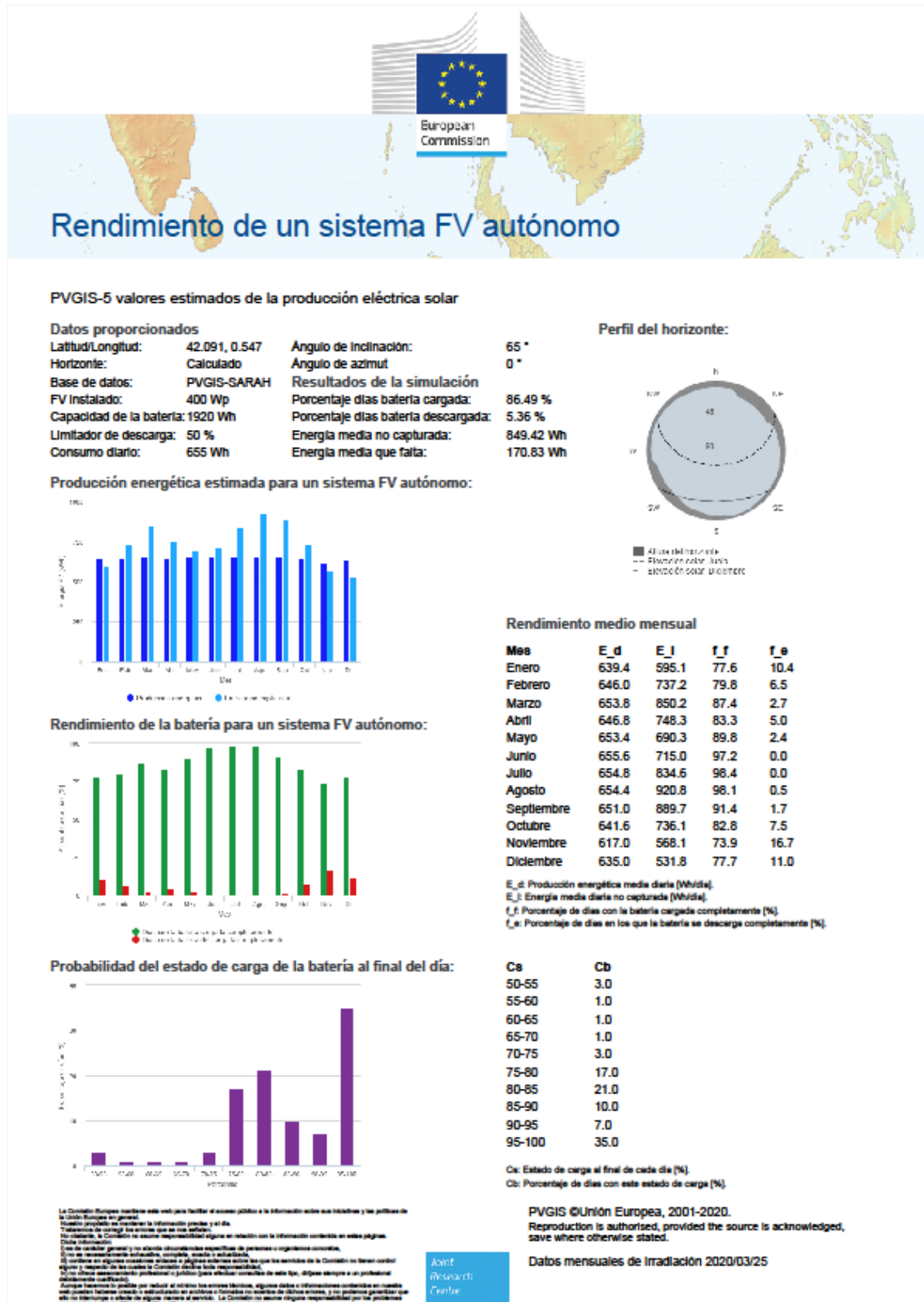
La Comisión Europea mantiene este sitio para facilitar el acceso público a la información sobre sus actividades y las políticas de la Unión Europea en general. Cuando proceda se mostrará la información precisa y el idioma. La Comisión no asume responsabilidad alguna en relación con la información contenida en estas páginas. Datos estadísticos: El uso de estadísticas generales y no estadísticas estadísticas específicas de personas o organizaciones concretas. El uso de estadísticas estadísticas, completas, exactas y actualizadas. El contenido en algunas estadísticas estadísticas y páginas estadísticas sobre las que los servicios de la Comisión no tienen control alguno y respecto de las cuales la Comisión no tiene responsabilidad. El uso de datos estadísticos estadísticos y estadísticas estadísticas de este tipo, el cual siempre es un profesional debidamente acreditado. Aunque tenemos la intención de reducir al mínimo los errores humanos, algunos datos e informaciones contenidas en nuestro sitio pueden tenerse erróneas o equivocadas en cualquier momento o ser incorrectas o incompletas, y no podemos garantizar que estos datos sean exactos o estén actualizados en cualquier momento. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por los problemas que pueden surgir al utilizar este sitio o datos extraídos con errores o errores.

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2020.  
 Reproduction is authorized, provided the source is acknowledged,  
 save where otherwise stated.  
 Datos mensuales de Irradiación 2020/03/25

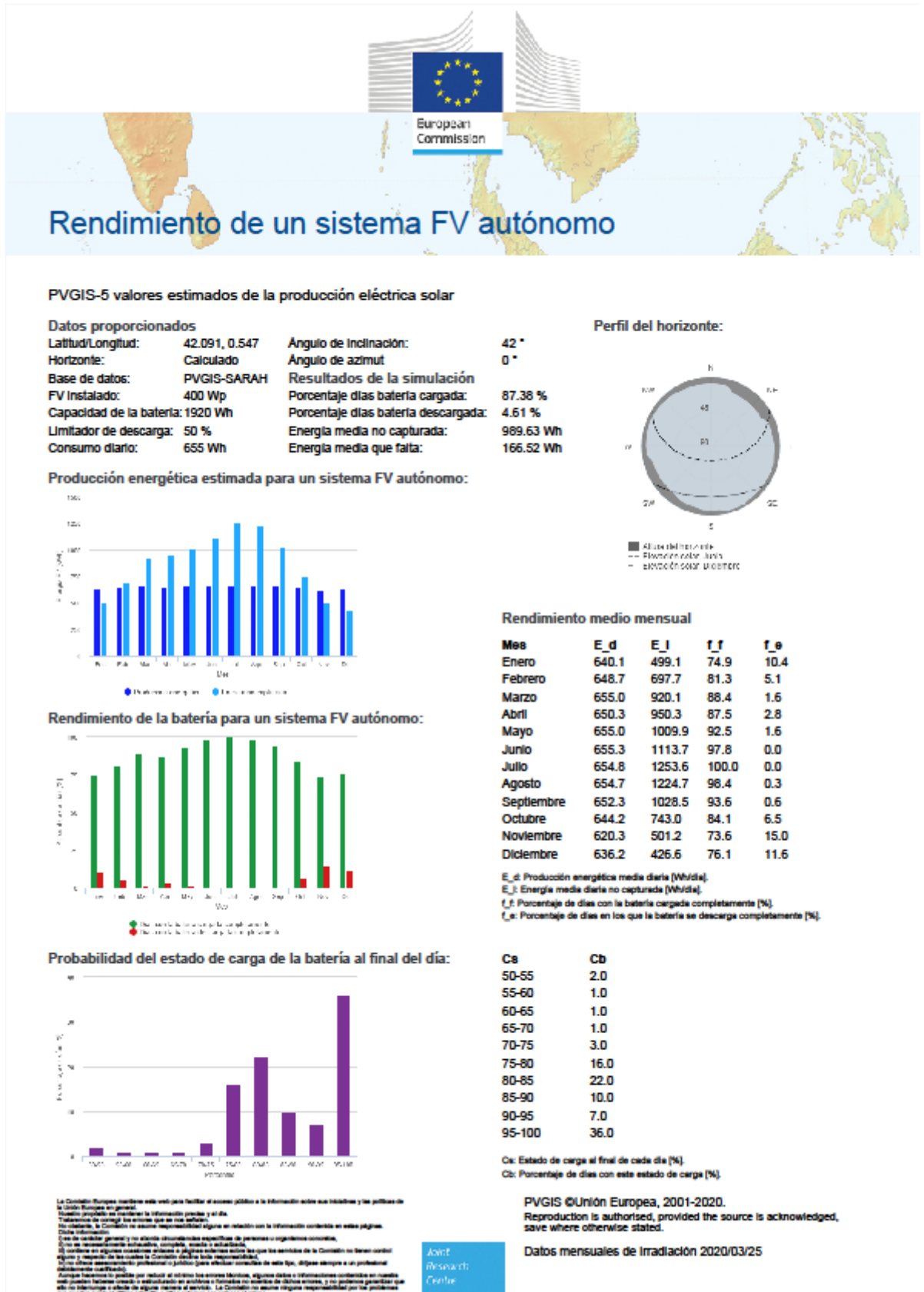


### A.2.3. Consum alt

Època: Hivern



Època: Primavera i tardor



Època: Estiu

European Commission

## Rendimiento de un sistema FV autónomo

**PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar**

<b>Datos proporcionados</b>		<b>Angulo de inclinación:</b>	19 °
Latitud/Longitud:	42.091, 0.547	<b>Angulo de azimut</b>	0 °
Horizonte:	Calculado	<b>Resultados de la simulación</b>	
Base de datos:	PVGIS-SARAH	Porcentaje días batería cargada:	84.65 %
FV Instalado:	400 Wp	Porcentaje días batería descargada:	5.13 %
Capacidad de la batería:	1920 Wh	Energía media no capturada:	952.89 Wh
Limitador de descarga:	50 %	Energía media que falta:	171.76 Wh
Consumo diario:	655 Wh		

**Perfil del horizonte:**

**Producción energética estimada para un sistema FV autónomo:**

Mes	E_d	E_c	f_c	f_0
Enero	632.4	252.5	65.9	14.7
Febrero	649.9	475.8	78.0	5.4
Marzo	655.4	784.2	88.2	1.6
Abril	651.4	957.6	87.8	1.9
Mayo	655.6	1139.2	93.8	0.8
Junio	655.3	1317.2	98.1	0.0
Julio	654.9	1453.2	100.0	0.0
Agosto	654.6	1295.7	98.7	0.0
Septiembre	652.6	950.1	93.9	0.6
Octubre	644.1	568.4	82.5	6.5
Noviembre	616.9	288.1	66.4	16.1
Diciembre	630.5	178.7	62.4	14.0

**Rendimiento de la batería para un sistema FV autónomo:**

**Probabilidad del estado de carga de la batería al final del día:**

Cs	Cb
50-55	3.0
55-60	1.0
60-65	2.0
65-70	2.0
70-75	3.0
75-80	15.0
80-85	22.0
85-90	10.0
90-95	8.0
95-100	35.0

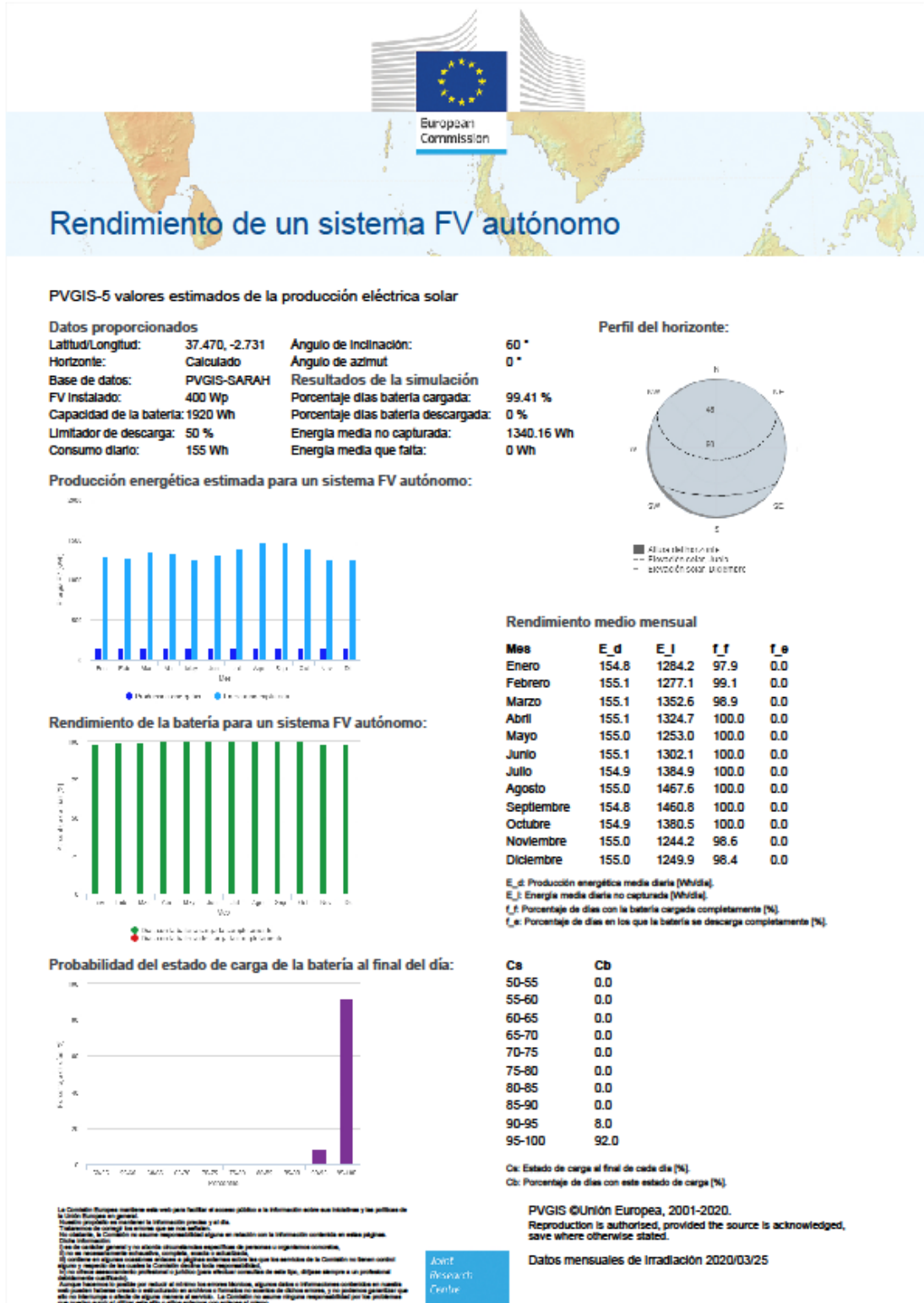
El Comité Europeo mantiene este sitio para facilitar el acceso público a la información sobre sus actividades y las políticas de la Unión Europea en general. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad. Reservados todos los derechos que no estén expresamente permitidos. La Comisión no asume responsabilidad alguna en relación con la información contenida en estas páginas. Datos estadísticos: C: en el estado general y no incluye circunstancias específicas de personas o organizaciones concretas. D: en el momento de actualización, completa, exacta y actualizada. E: contiene en algunos momentos errores y páginas ocultas sobre las que los servicios de la Comisión no tienen control alguno y respecto de las cuales la Comisión no tiene responsabilidad. F: no ofrece asesoramiento profesional ni jurídico para efectos vinculados de este tipo. G: para siempre a un profesional debidamente cualificado. Aunque Internet le permite por internet al público los datos estadísticos, algunos datos e informaciones contenidas en Internet solo pueden ser accesibles mediante el uso de un navegador o software de otros usuarios, y no podemos garantizar que estos se encuentren o actualicen de alguna manera al servicio. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por los problemas que puedan surgir al utilizar este sitio o datos extraídos con anterioridad al mismo.

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2020.  
 Reproduction is authorized, provided the source is acknowledged,  
 save where otherwise stated.  
 Datos mensuales de Irradiación 2020/03/25

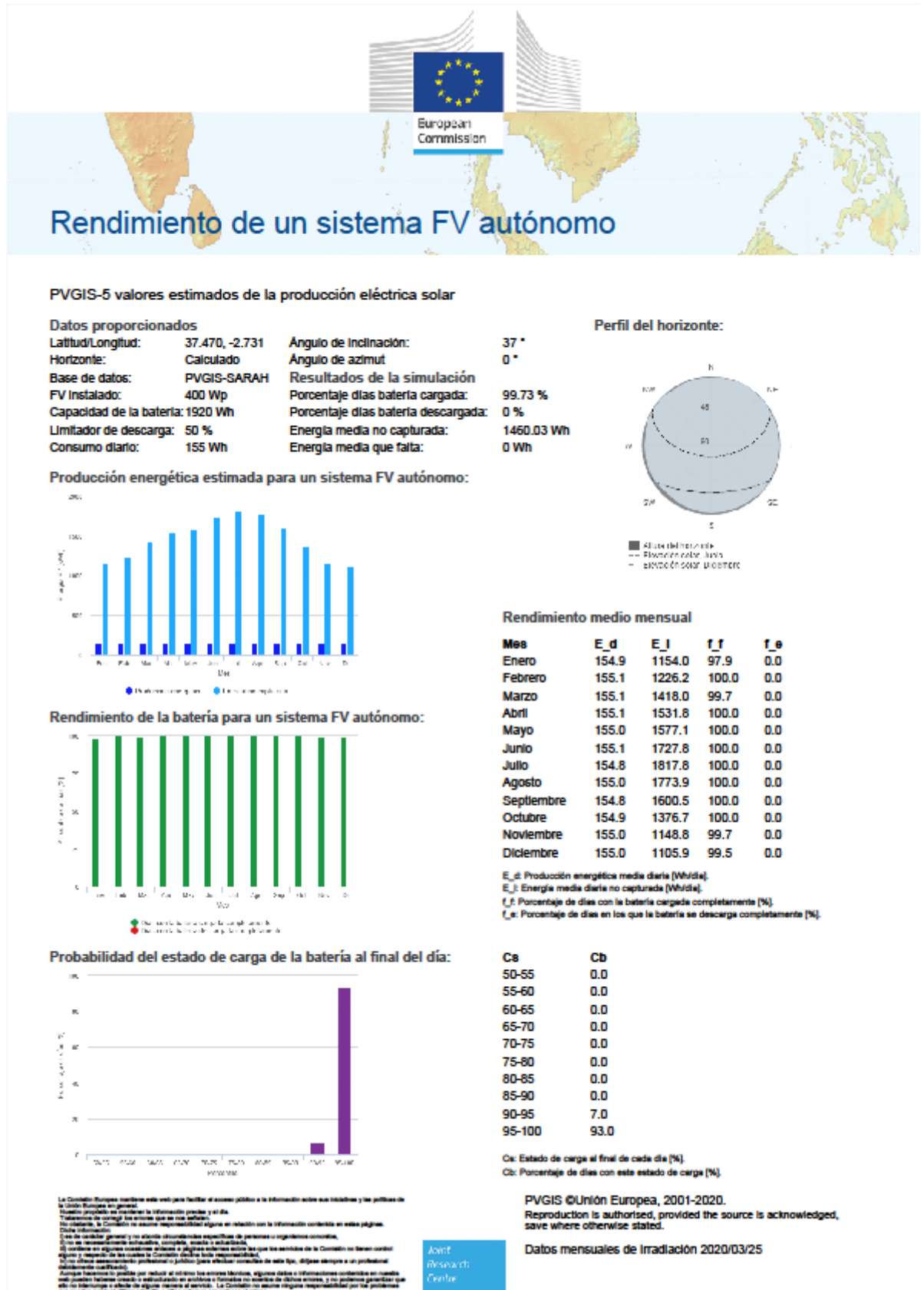
### A.3. Resultats zona alta insolació

#### A.3.1. Baix consum

Època: Hivern



Època: Primavera i tardor





Època: Estiu

European Commission

## Rendimiento de un sistema FV autónomo

**PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar**

<b>Datos proporcionados</b>			
Latitud/Longitud:	37.470, -2.731	Angulo de inclinación:	14°
Horizonte:	Calculado	Angulo de azimut:	0°
Base de datos:	PVGIS-SARAH	<b>Resultados de la simulación</b>	
FV Instalado:	400 Wp	Porcentaje días batería cargada:	99.7 %
Capacidad de la batería:	1920 Wh	Porcentaje días batería descargada:	0 %
Limitador de descarga:	50 %	Energía media no capturada:	1383.93 Wh
Consumo diario:	155 Wh	Energía media que falta:	0 Wh

**Producción energética estimada para un sistema FV autónomo:**

■ Producción energética    ■ Energía consumida

**Perfil del horizonte:**

■ Albedo del horizonte  
 --- Elevación sobre el mar  
 - Producción solar promedio

Mes	E_d	E_c	f_c	f_0
Enero	154.9	842.6	97.3	0.0
Febrero	155.1	991.5	100.0	0.0
Marzo	155.1	1282.2	100.0	0.0
Abril	155.1	1536.7	100.0	0.0
Mayo	155.0	1710.9	100.0	0.0
Junio	155.2	1953.6	100.0	0.0
Julio	154.8	2026.1	100.0	0.0
Agosto	155.0	1844.5	100.0	0.0
Septiembre	154.8	1513.8	100.0	0.0
Octubre	154.9	1170.8	100.0	0.0
Noviembre	155.0	876.7	99.7	0.0
Diciembre	155.0	786.9	99.5	0.0

E\_d: Producción energética media diaria (Wh/día).  
E\_c: Energía media diaria no capturada (Wh/día).  
f\_c: Porcentaje de días con la batería cargada completamente (%).  
f\_0: Porcentaje de días en los que la batería se descarga completamente (%).

**Rendimiento de la batería para un sistema FV autónomo:**

■ SOC al inicio de la carga diaria  
■ SOC al final de la carga diaria

Cs	Cb
50-55	0.0
55-60	0.0
60-65	0.0
65-70	0.0
70-75	0.0
75-80	0.0
80-85	0.0
85-90	0.0
90-95	7.0
95-100	93.0

Cs: Estado de carga al final de cada día (%).  
Cb: Porcentaje de días con este estado de carga (%).

**Probabilidad del estado de carga de la batería al final del día:**

La Comisión Europea mantiene este sitio para facilitar el acceso público a la información sobre sus actividades y las políticas de la Unión Europea en general. Cuando proceda se mostrará la información precisa y el día. La Comisión de control los datos que se han facilitado. No obstante, la Comisión no asume responsabilidad alguna en relación con la información contenida en estas páginas. Datos estadísticos. Este es un sitio general y no ofrece circunstancias específicas de personas o organizaciones concretas. El uso de información actualizada, completa, exacta y actualizada. El contenido en algunas ocasiones puede ser pagado o no pagado. Los servicios de la Comisión no tienen control alguno y respecto de los cuales la Comisión no tiene responsabilidad. El uso de información profesional o jurídica para efectos comerciales de este tipo, debe ser siempre a un profesional debidamente acreditado. Aunque tenemos la intención de facilitar al público los datos estadísticos, algunos datos e informaciones contenidas en nuestro sitio pueden ser de carácter confidencial o de otro tipo de datos sensibles, y no podemos garantizar que estos datos sean confidenciales o de otro tipo de datos sensibles. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por las pérdidas que puedan surgir al utilizar este sitio o datos extraídos con anterioridad al mismo.

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2020.  
Reproduction is authorized, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.  
Datos mensuales de Irradiación 2020/03/25

### A.3.2. Consum mitjà

Època: Hivern

European Commission

## Rendimiento de un sistema FV autónomo

**PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar**

<b>Datos proporcionados</b>		<b>Angulo de inclinación:</b>	60 °
Lattitud/Longitud:	37.470, -2.731	<b>Angulo de azimut:</b>	0 °
Horizonte:	Calculado	<b>Resultados de la simulación</b>	
Base de datos:	PVGIS-SARAH	Porcentaje días batería cargada:	95.6 %
FV Instalado:	400 Wp	Porcentaje días batería descargada:	0.23 %
Capacidad de la batería:	1920 Wh	Energía media no capturada:	1153.26 Wh
Limitador de descarga:	50 %	Energía media que falta:	105.23 Wh
Consumo diario:	385 Wh		

**Producción energética estimada para un sistema FV autónomo:**

**Perfil del horizonte:**

■ Altura del horizonte  
— Elevación solar límite  
— Elevación solar inferior

Mes	E <sub>d</sub>	E <sub>J</sub>	f <sub>J</sub>	f <sub>e</sub>
Enero	382.2	1056.9	92.0	1.9
Febrero	383.6	1048.6	89.9	0.6
Marzo	386.1	1121.5	93.5	0.0
Abril	385.0	1094.7	98.3	0.0
Mayo	385.3	1022.8	97.8	0.0
Junio	385.1	1072.1	100.0	0.0
Julio	384.9	1154.9	100.0	0.0
Agosto	384.9	1237.8	100.0	0.0
Septiembre	383.1	1232.6	97.2	0.0
Octubre	386.1	1149.3	94.3	0.0
Noviembre	383.3	1015.8	90.0	0.3
Diciembre	386.8	1018.2	93.5	0.0

**Rendimiento de la batería para un sistema FV autónomo:**

Cs	Cb
50-55	0.0
55-60	0.0
60-65	0.0
65-70	0.0
70-75	0.0
75-80	1.0
80-85	1.0
85-90	30.0
90-95	20.0
95-100	47.0

Cs: Estado de carga al final de cada día (%)  
 Cb: Porcentaje de días con este estado de carga (%)

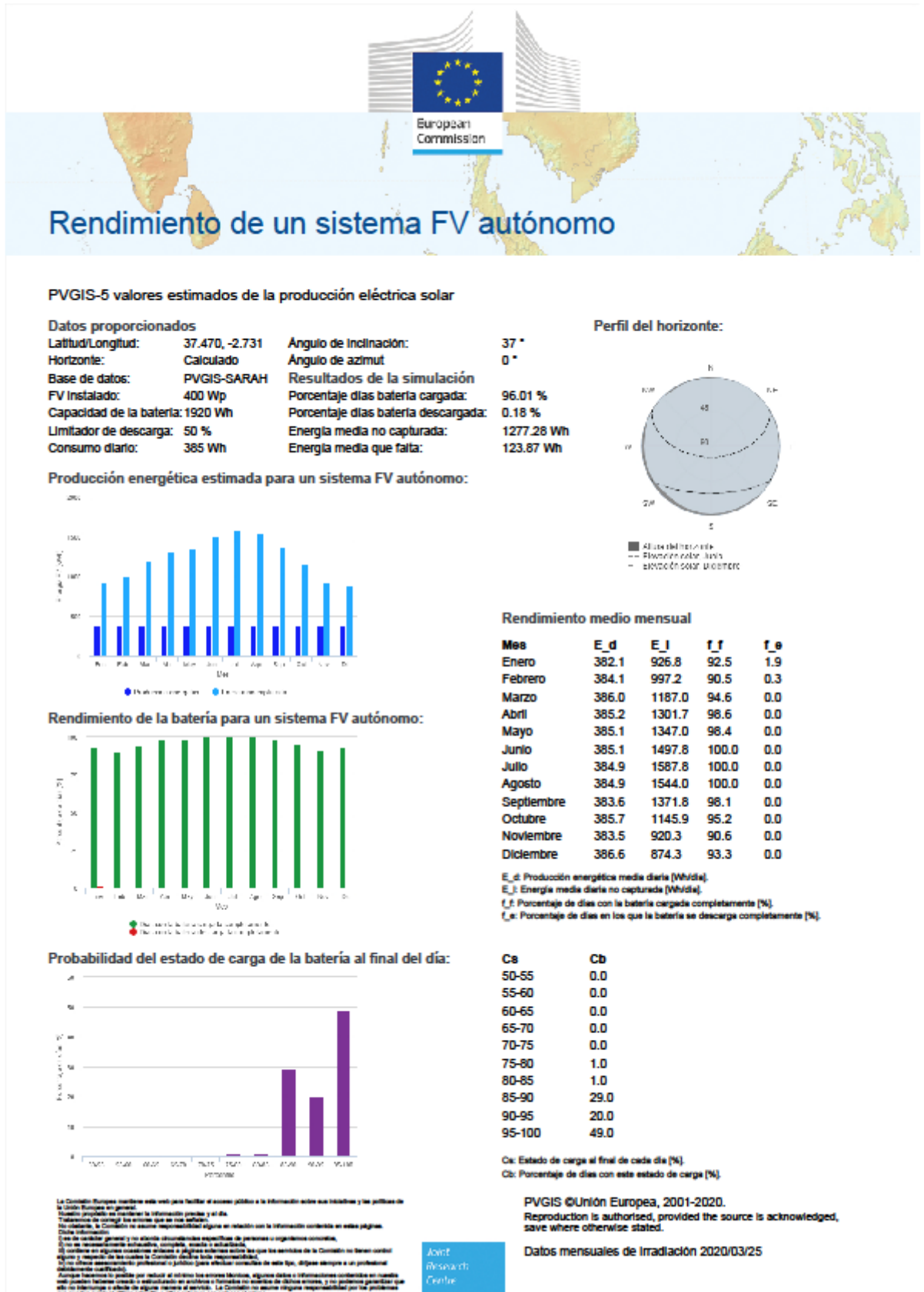
**Probabilidad del estado de carga de la batería al final del día:**

**Datos mensuales de irradiación 2020/03/25**

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2020.  
 Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

La Comisión Europea mediante este web para facilitar al acceso público a la información sobre sus actividades y las políticas de la Unión Europea en general. Nuestro propósito es maximizar la información producida y el acceso. Toda información de carácter confidencial o reservado quedará excluida de esta página. No obstante, la Comisión no asume responsabilidad alguna en relación con la información contenida en estas páginas. Datos estadísticos. Este es un resumen general y no ofrece recomendaciones específicas de personas o organizaciones concretas. No se garantiza la exactitud, actualidad, integridad o exhaustividad. El contenido en algunas secciones podría ser de naturaleza técnica y los datos de la Comisión no deben considerarse un asesoramiento profesional o jurídico. Para obtener más información, consulte el sitio web de la Comisión. Toda información contenida en esta página es de carácter informativo y no debe considerarse un asesoramiento profesional o jurídico. La Comisión no asume responsabilidad alguna en relación con la información contenida en esta página. La Comisión no asume responsabilidad alguna en relación con la información contenida en esta página. La Comisión no asume responsabilidad alguna en relación con la información contenida en esta página. La Comisión no asume responsabilidad alguna en relación con la información contenida en esta página.

Època: Primavera i tardor





Època: Estiu

European Commission

## Rendimiento de un sistema FV autónomo

**PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar**

<b>Datos proporcionados</b>		<b>Angulo de inclinación:</b>	14 °
Latitud/Longitud:	37.470, -2.731	<b>Angulo de azimut</b>	0 °
Horizonte:	Calculado	<b>Resultados de la simulación</b>	
Base de datos:	PVGIS-SARAH	Porcentaje días batería cargada:	95.8 %
FV Instalado:	400 Wp	Porcentaje días batería descargada:	0.18 %
Capacidad de la batería:	1920 Wh	Energía media no capturada:	1200.52 Wh
Limitador de descarga:	50 %	Energía media que falta:	147.18 Wh
Consumo diario:	385 Wh		

**Perfil del horizonte:**

**Producción energética estimada para un sistema FV autónomo:**

Mes	E_d	E_c	f_c	f_0
Enero	381.3	616.1	90.7	1.9
Febrero	384.5	762.1	90.5	0.3
Marzo	386.0	1051.3	95.2	0.0
Abril	385.3	1306.5	99.2	0.0
Mayo	385.0	1480.9	99.2	0.0
Junio	385.1	1723.7	100.0	0.0
Julio	384.9	1796.1	100.0	0.0
Agosto	385.0	1614.6	100.0	0.0
Septiembre	383.7	1285.0	98.3	0.0
Octubre	385.5	940.2	95.2	0.0
Noviembre	383.4	648.2	90.0	0.0
Diciembre	386.6	555.3	91.1	0.0

**Rendimiento de la batería para un sistema FV autónomo:**

**Probabilidad del estado de carga de la batería al final del día:**

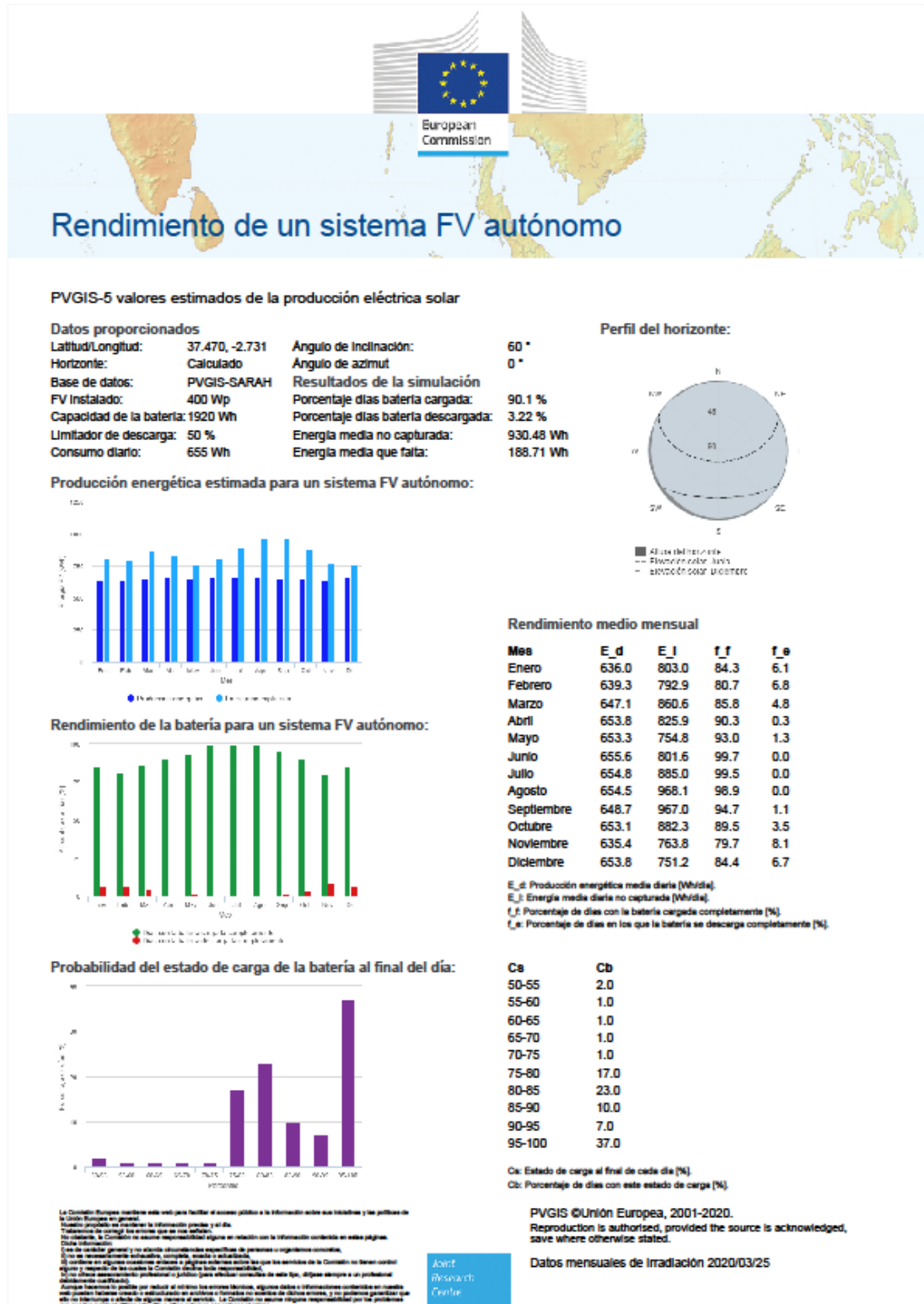
Cs	Cb
50-55	0.0
55-60	0.0
60-65	0.0
65-70	0.0
70-75	0.0
75-80	1.0
80-85	1.0
85-90	29.0
90-95	21.0
95-100	48.0

La Comisión Europea mantiene este sitio para facilitar el acceso público a la información sobre sus actividades y las políticas de la Unión Europea en general. No se garantiza la exactitud de la información presentada en este sitio. La Comisión no asume responsabilidad alguna en relación con la información contenida en estas páginas.

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2020.  
 Reproduction is authorized, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.  
 Datos mensuales de Irradiación 2020/03/25

### A.3.3. Consum alt

Època: Hivern



Època: Primavera i tardor

European Commission

## Rendimiento de un sistema FV autónomo

**PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar**

<b>Datos proporcionados</b>		<b>Angulo de inclinación:</b>	37 °
Latitud/Longitud:	37.470, -2.731	<b>Angulo de azimut</b>	0 °
Horizonte:	Calculado	<b>Resultados de la simulación</b>	
Base de datos:	PVGIS-SARAH	Porcentaje dias bateria cargada:	90.83 %
FV Instalado:	400 Wp	Porcentaje dias bateria descargada:	2.74 %
Capacidad de la bateria:	1920 Wh	Energia media no capturada:	1058.25 Wh
Limitador de descarga:	50 %	Energia media que falta:	186.4 Wh
Consumo diario:	655 Wh		

**Producción energética estimada para un sistema FV autónomo:**

■ Producción simulada ■ Producción real

**Perfil del horizonte:**

■ Altimetría (m) --- Elevación sobre Júpiter --- Producción solar (W/m²)

Mes	E_d	E_c	f_c	f_e
Enero	636.7	672.1	83.5	5.9
Febrero	641.9	739.4	80.7	5.7
Marzo	649.4	923.6	87.1	4.6
Abril	654.4	1032.5	95.0	0.0
Mayo	655.0	1077.1	94.6	0.8
Junio	655.1	1227.8	100.0	0.0
Julio	654.9	1317.8	99.7	0.0
Agosto	654.6	1274.3	99.7	0.0
Septiembre	649.5	1105.8	95.3	0.6
Octubre	654.1	877.5	90.0	3.0
Noviembre	637.4	666.4	79.4	7.2
Diciembre	654.0	606.9	84.1	5.4

E\_d: Producción energética media diaria (Wh/día).  
E\_c: Energía media diaria no capturada (Wh/día).  
f\_c: Porcentaje de días con la batería cargada completamente (%).  
f\_e: Porcentaje de días en los que la batería se descarga completamente (%).

**Rendimiento de la batería para un sistema FV autónomo:**

■ Rendimiento de la batería (%)

Ca	Cb
50-55	2.0
55-60	1.0
60-65	1.0
65-70	1.0
70-75	1.0
75-80	16.0
80-85	22.0
85-90	12.0
90-95	6.0
95-100	38.0

Ca: Estado de carga al final de cada día (%).  
Cb: Porcentaje de días con este estado de carga (%).

**Probabilidad del estado de carga de la batería al final del día:**

La Comisión Europea mantiene este sitio para facilitar el acceso público a la información sobre sus actividades y las políticas de la Unión Europea en general. No se pretende ni se garantiza la exactitud de la información presentada en este sitio. La Comisión no asume responsabilidad alguna en relación con la información contenida en estas páginas. Datos estadísticos: El uso de estadísticas generales y no estadísticas estadísticas específicas de personas o organizaciones comerciales. El uso de estadísticas estadísticas, completas, exactas y actualizadas. El contenido en algunas estadísticas estadísticas y páginas estadísticas estadísticas que los servicios de la Comisión no tienen control alguno y respecto de las cuales la Comisión no tiene responsabilidad. El uso de datos estadísticos estadísticos y estadísticas estadísticas estadísticas de este tipo, el cual siempre es un profesional debidamente acreditado. Aunque Internet es un medio por el cual se ofrecen los datos estadísticos, algunos datos e informaciones contenidas en Internet solo pueden ser accesibles mediante el uso de un navegador de Internet o de un sistema de gestión de contenidos, y no podemos garantizar que estos datos sean accesibles de forma segura al servicio. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por los problemas que pueden surgir al utilizar este sitio o datos obtenidos con enlaces al mismo.

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2020.  
Reproduction is authorized, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.  
Datos mensuales de Irradiación 2020/03/25

Època: Estiu

European Commission

## Rendimiento de un sistema FV autónomo

**PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar**

<b>Datos proporcionados</b>		<b>Perfil del horizonte:</b>	
Latitud/Longitud:	37.470, -2.731	Angulo de inclinación:	14°
Horizonte:	Calculado	Angulo de azimut:	0°
Base de datos:	PVGIS-SARAH	<b>Resultados de la simulación</b>	
FV Instalado:	400 Wp	Porcentaje días batería cargada:	89.07 %
Capacidad de la batería:	1920 Wh	Porcentaje días batería descargada:	3.26 %
Limitador de descarga:	50 %	Energía media no capturada:	994.16 Wh
Consumo diario:	655 Wh	Energía media que falta:	172.7 Wh

**Producción energética estimada para un sistema FV autónomo:**

**Rendimiento de la batería para un sistema FV autónomo:**

**Probabilidad del estado de carga de la batería al final del día:**

**Rendimiento medio mensual**

Mes	E_d	E_c	f_c	f_0
Enero	634.1	363.3	77.6	7.2
Febrero	642.2	504.3	78.9	6.8
Marzo	650.2	787.0	87.4	4.3
Abril	654.8	1036.9	95.3	0.0
Mayo	655.1	1210.8	95.2	0.5
Junio	655.1	1453.7	100.0	0.0
Julio	654.9	1526.1	99.7	0.0
Agosto	654.8	1344.8	100.0	0.0
Septiembre	649.5	1019.2	95.3	0.6
Octubre	654.1	671.5	89.8	3.5
Noviembre	635.2	396.5	74.2	8.3
Diciembre	650.9	291.0	75.0	8.1

E\_d: Producción energética media diaria (Wh/día).  
E\_c: Energía media diaria no capturada (Wh/día).  
f\_c: Porcentaje de días con la batería cargada completamente (%).  
f\_0: Porcentaje de días en los que la batería se descarga completamente (%).

Ca	Cb
50-55	2.0
55-60	1.0
60-65	1.0
65-70	1.0
70-75	2.0
75-80	15.0
80-85	23.0
85-90	11.0
90-95	8.0
95-100	37.0

Ca: Estado de carga al final de cada día (%).  
Cb: Porcentaje de días con este estado de carga (%).

La Comisión Europea mantiene este sitio para facilitar el acceso público a la información sobre sus actividades y las políticas de la Unión Europea en general. No se garantiza la exactitud de la información presentada en este sitio. La Comisión no asume responsabilidad alguna en relación con la información contenida en estas páginas. Datos suministrados: Datos de radiación general y no incluye circunstancias específicas de personas o organizaciones concretas. El uso de información actualizada, completa, exacta y actualizada. El contenido en algunas ocasiones presenta a páginas externas sobre las que los servicios de la Comisión no tienen control alguno y respecto de las cuales la Comisión no tiene responsabilidad. El uso de información profesional o jurídica para efectos comerciales de este tipo, debe ser siempre a un profesional debidamente cualificado. Aunque Internet es posible por internet al mismo los enlaces funcionan, algunos datos e informaciones contenidos en nuestro sitio pueden haberse modificado o actualizado en cualquier momento y sin aviso de dicho cambio, y no podemos garantizar que estos enlaces sean correctos o efectivos en cualquier momento. La Comisión no asume ninguna responsabilidad por los problemas que puedan surgir al utilizar este sitio o datos extraídos con enlaces al mismo.

PVGIS ©Unión Europea, 2001-2020.  
Reproduction is authorized, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.  
Datos mensuales de Irradiación 2020/03/25

## Annex B. Disseny dels diagrames de codi de les aplicacions

---

### Annex B. Disseny dels diagrames de codi de les aplicacions

#### B.1. Control manual de les fonts d'alimentació del mòdul

En un primer moment, el codi de programa després de fer les lectures de tensió de les tres fonts utilitza una estructura condicional per saber si ens troba el mode automàtic activat o estem en mode manual. En cas de que la variable booleana "auto" tingui el valor de 1, es procedirà a realitzar la seqüència automàtica, sinó es realitzarà la seqüència manual.

El control manual de la font d'alimentació es realitza a partir de la pantalla HMI Nextion, així que un cop dins de la seqüència manual, llegim la variable que envia aquest dispositiu al microcontrolador i tornem a executar una estructura condicional, en la qual si la variable que envia la pantalla, "control" i la variable que utilitza l'arduino per tenir memòria del últim estat són la mateixa, la rutina finalitza i no es fa cap canvi. En cas de que sigui diferents la variable "control" i la variable "estat", es procedeix a esbrinar quin valor té la variable control. D'aquesta manera, tenim quatre possibles estats (0,1,2,3). Per cada estat primer es posaran a zero ("LOW") les sortides del arduino que hagin d'obrir el circuit i després es posarà a 1 ("HIGH") la sortida seleccionada. En cas del estat 0 el qual consisteix en no utilitzar cap font, s'obriran els contactes dels relés de tots tres circuits.

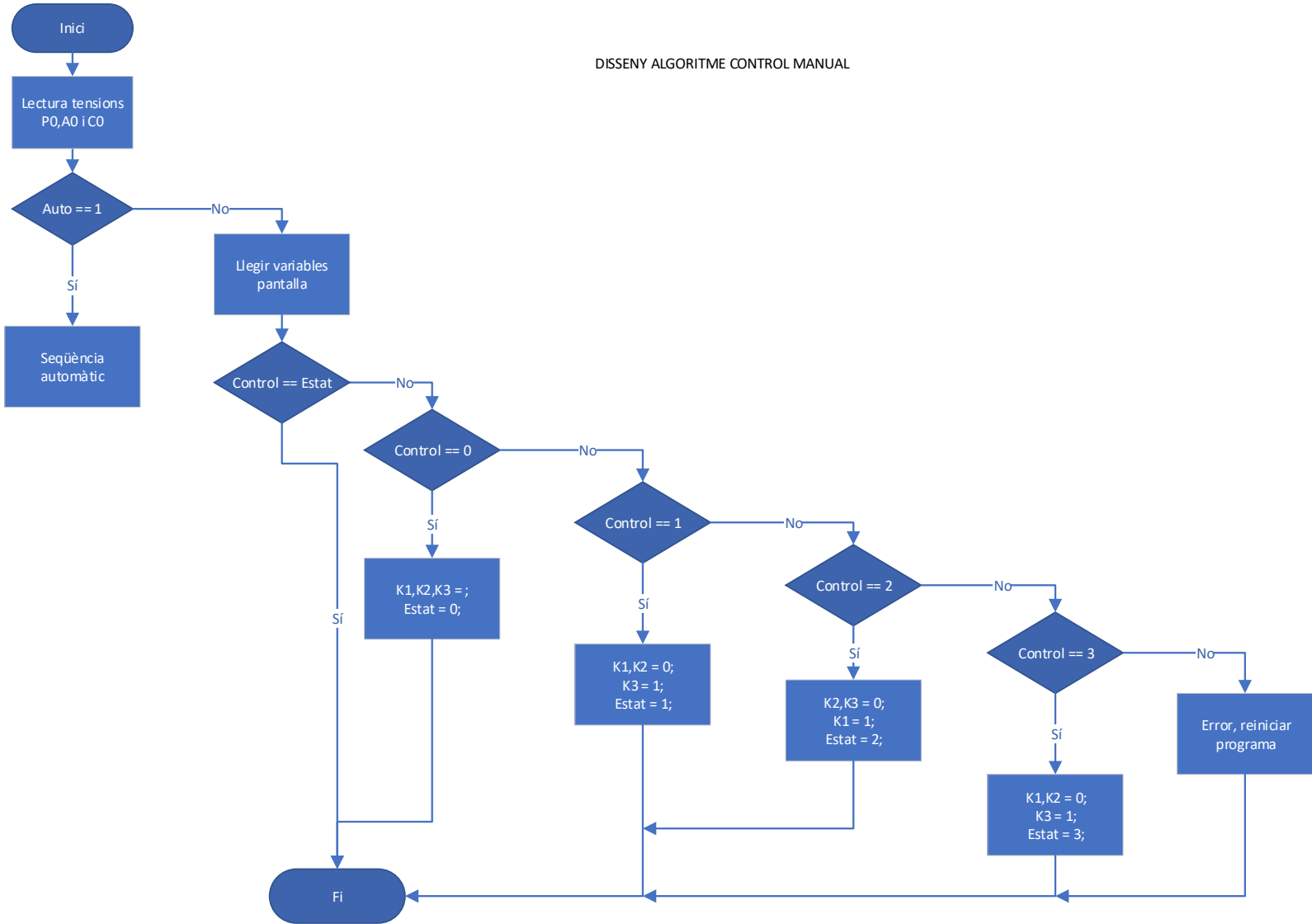
Finalment, en cas de que la variable control presenti un estat diferent als esmentats, es mostrarà un missatge d'error i es reiniciarà el programa, assignant el valor de 0 a les variables d'estat i control.

En la següent taula mostrem quina serà la font que es trobarà en funcionament amb la variable "control" i quins relés del circuit s'activaran o es desactivaran:

Estat variable control	Font activada	Estat contactes relés
Estat 0	Cap font, apagat	K1,K2,K3 = 0
Estat 1	Convertidor AC/DC	K1,K2=0, K3 = 1
Estat 2	Sistema fotovoltaic	K2,K3 = 0, K1 = 1
Estat 3	Alternador	K1,K2 = 0, K3 = 0

Taula 38. Possibles estats variable control

DISSENY ALGORITME CONTROL MANUAL





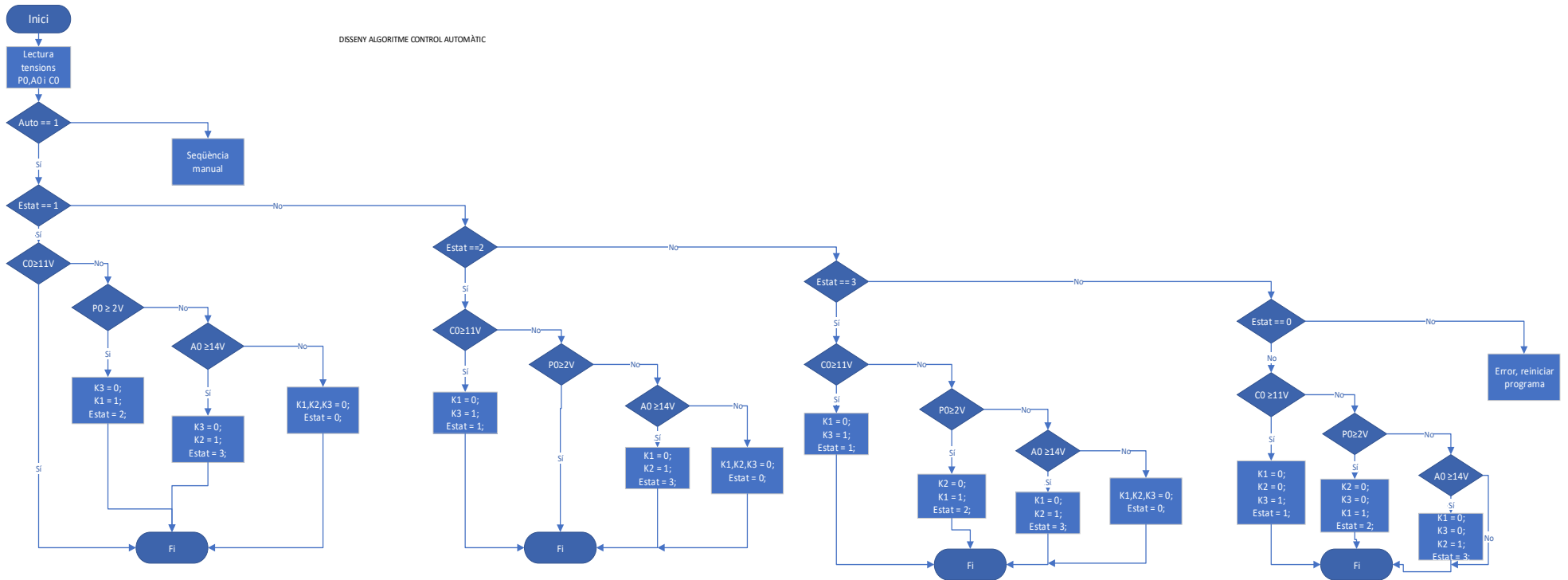
## B.2. Control automàtic de les fonts d'alimentació del mòdul

En primer lloc es realitzarà al igual que en el cas de la seqüència manual una lectura de les entrades analògiques de cada font, per tal de saber el voltatge que presenten i així poder saber si estan operatives o no.

A continuació, pel que fa a la seqüència de control automàtic, aquesta s'activarà quan la variable "auto" tingui el valor de 1. En cas que el seu valor sigui zero, es procedirà a realitzar la seqüència manual esmentada anteriorment.

Així doncs, es procedirà a comprovar el valor de la variable "estat" per tal de saber en quin mode de càrrega ens provem. Aquesta acció es realitzarà a través d'una estructura condicional. A l'interior d'aquesta estructura, trobem tres noves comparacions, les quals verifiquen si el voltatge que hem obtingut a l'inici del programa de la lectura és d'igual valor o superior al de treball de la font. Hem parlat d'aquests voltatges de treball a la fase 3 quan dissenyàvem el control de les fonts. En cas de que la lectura sigui igual o superior aquest llindar, finalitza el programa, en cas contrari, es procedeix a seguir fent comparacions amb la resta de fonts per tal de saber si alguna es troba operativa. En cas positiu, en primer lloc es desactiva el contacte del relé de la font anterior i seguidament s'activa el relé de la nova font activa. En cas de que cap font es trobi operativa, es desactivant tots els contactes dels relés.

DISSENY ALGORITME CONTROL AUTOMÀTIC





### B.3. Obtenció i visualització magnituds de temperatura i humitat

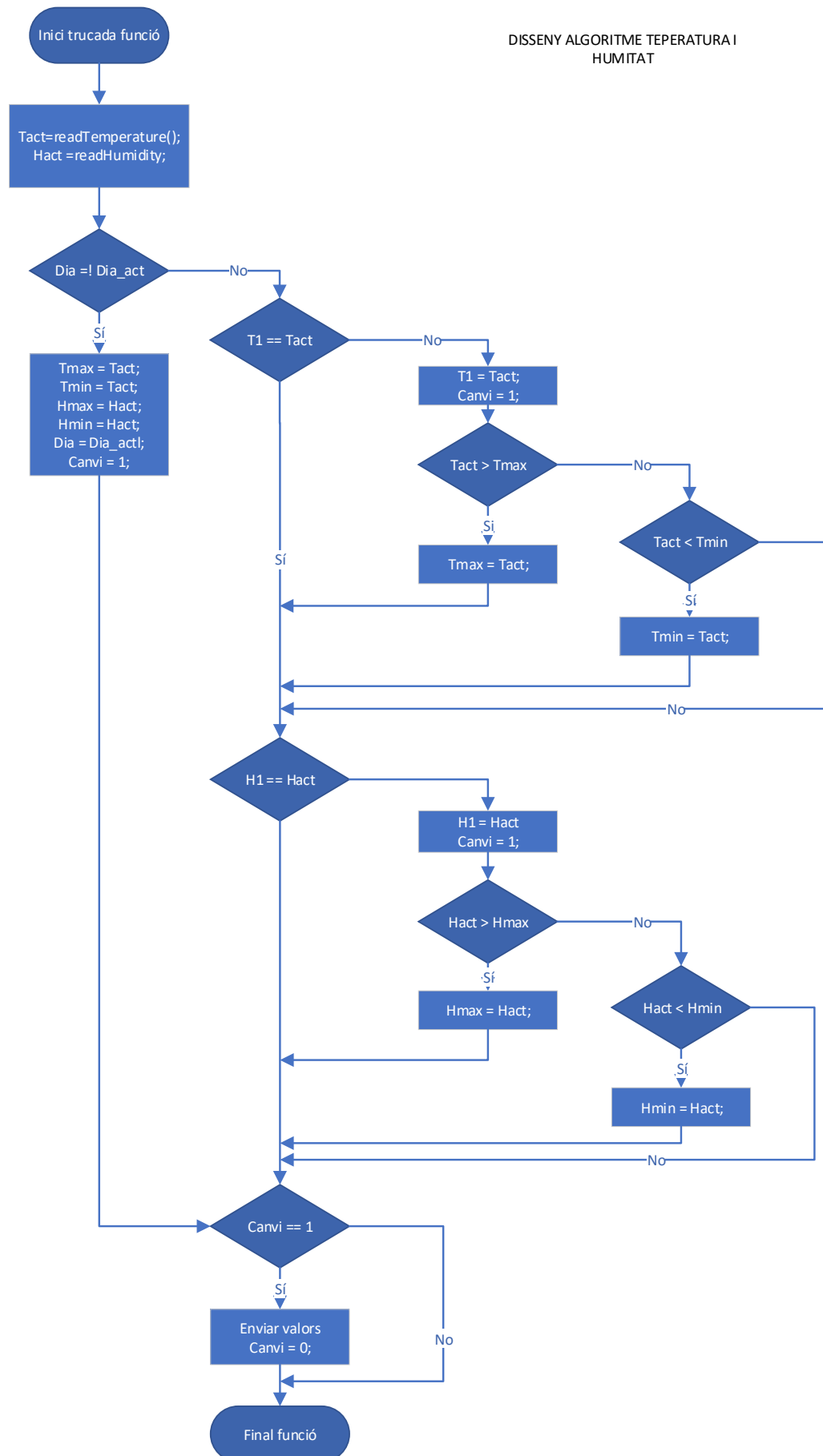
A l'inici d'aquesta seqüència, guardem en dos variables diferents els valors obtinguts del sensor DHT22. Aquestes dues variables són "Tact" per saber el valor de la temperatura i "Hact" per saber el valor de la humitat.

A continuació, es farà la lectura de variable "dia" proporcionada pel rellotge RTC. En cas que aquesta variable sigui diferent a la variable "dia\_act" voldrà dir que s'inicia un nou dia i que s'han de modificar els valors límits de temperatura i humitat, assignant el valor actual. En aquesta part també s'actualitzarà la variable "dia\_act" assignant el valor de "dia".

En cas que la variable "dia" i la variable "dia\_act" presentin el mateix valor, es farà la comparació de si la variable "t1" (variable on guardem el valor de la temperatura) és igual al valor de "tact". En cas de que siguin iguals, no es realitza cap acció i es realitza el valor de la variable "h1". Quan "t1" i "tact" són diferents, primer de tot s'assigna el valor de "tact" a "t1" i s'activa es posa a "1" la variable booleana "canvi", la qual enviarà la informació a la pantalla HMI i a l'aplicació de mòbil. Seguidament es comprova si la variable "tact" es superior o inferior a "tmax" i "tmin" respectivament, per que si és així modificar els seus valors. Un cop feta aquesta part del codi, es fan les mateixes accions amb els valors i variables d'humitat, per tal de modificar el valor actual, mínim o màxim si es dóna el cas.

Finalment, s'utilitza un altre estructura condicional per tal de saber si la variable "canvi" és igual a "1". Si és cert, s'enviaran els valors a la pantalla i a l'app i es finalitza la funció fins una nova trucada. En cas de que sigui fals, no es realitza l'acció d'enviar aquests valors i es finalitza la funció.

DISSENY ALGORITME TEMPERATURA I  
HUMITAT

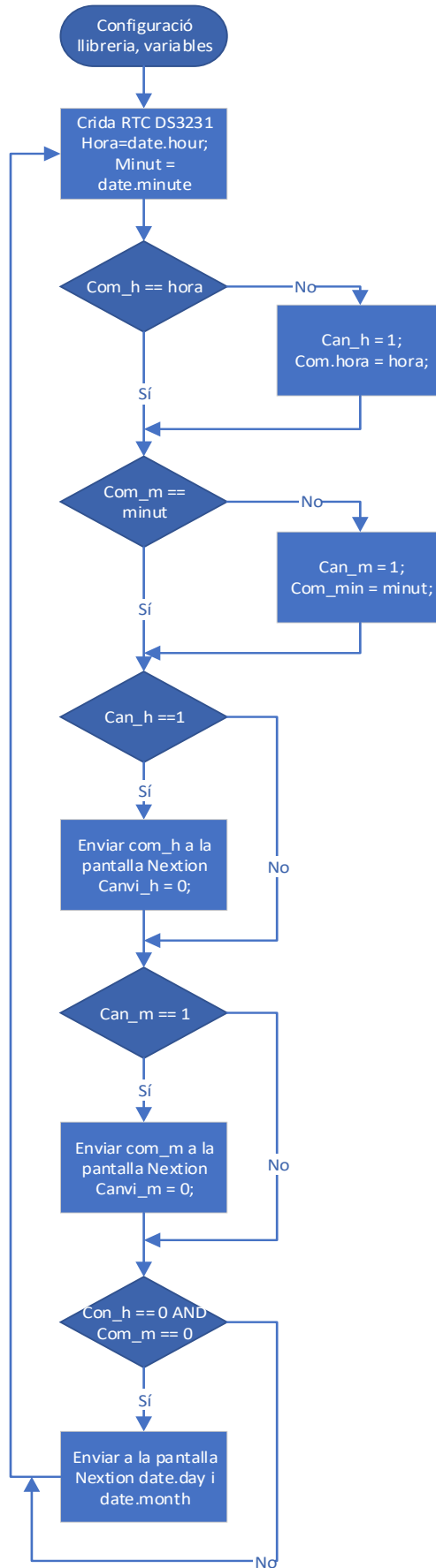


#### **B.4. Visualització del dia i hora**

L'algoritme que ens permetrà visualitzar el dia i l'hora s'inicia fent una crida al rellotge RTC DS3231 per tal d'obtenir i guardar en dues variables els valors de l'hora i els minuts. S'utilitzaran les variables "hora" i "minut". En cas de que aquests valors siguin diferents a les variables "com\_h" per les hores i "com\_min" pels minuts, s'enviarà el nou valor a la pantalla posant a "1" el valor de les variables "canvi\_m" i "canvi\_h" respectivament. En cas contrari, no es durà a terme aquesta acció.

Finalment, arribem a una estructura condicional per tal de si s'ha de canviar el dia i el mes. Si és així s'enviaran aquests paràmetres a la pantalla. En cas contrari no es durà a terme cap acció.

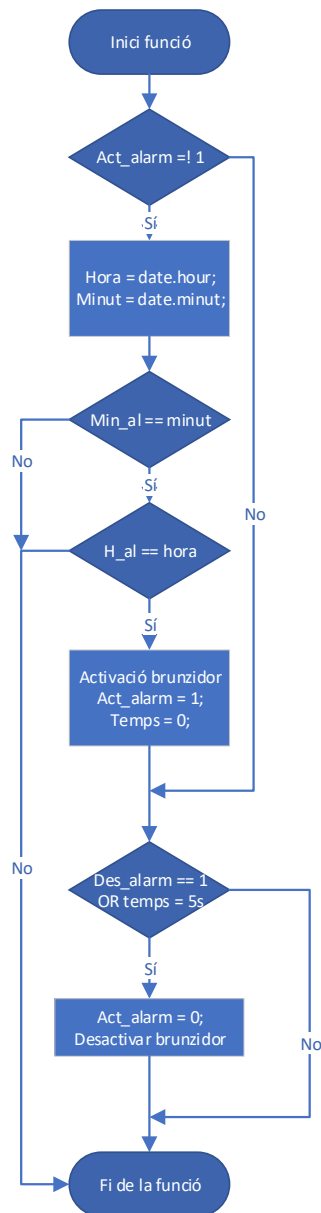
DISSENY ALGORITME HORARI PANTALLA  
NEXTION



## B.5. Configuració de l'alarma

Al inici d'aquesta seqüència, es verificarà amb una variable booleana si l'alarma sonora es troba activada, és a dir, sonant. Aquesta variable s'ha anomenat amb el nom de "act\_alarma". En cas de que "act\_alarma" sigui igual a 0 es llegirà els valors proporcionats pel rellotge RTC de hora i temps. Si aquests dos valors són iguals, llavors s'activarà la sortida del bronzidor i es posarà a "1" la variable "act\_alarma". També s'utilitzarà una variable per comptabilitzar el temps, en que en aquest moment es posarà a 0. Seguidament el programa comprova si s'ha polsat el botó de desactivar l'alarma, que ho sabre a partir de la variable booleana "des\_alarma" o si el valor de la variable temps ha arribat a 5s. Si és així, es desactiva el bronzidor i el valor de "act\_alarma" torna a ser 0 ("FALSE") i finalment es desactiva la funció.

DISSENY ALGORITME  
ALARMA SONORA



## B.6. Càlcul inclinació panell fotovoltaic

En la seqüència per realitzar el càlcul de la inclinació del panell fotovoltaic, el primer pas que es durà a terme es obtenir el valor de la latitud a partir del mòdul SIM 808. El següent pas consistirà en obtenir el valor de dia del any (valor de 1 a 365) gràcies al rellotge RTC DS3231. A continuació, es durà a terme el càlcul de la declinació, per el qual haurem d'utilitzar la següent fórmula:

$$\delta = 23.45 * \sin\left(\frac{284 + dia_{any}}{365}\right)$$

$$\delta = \text{declinació}$$

Seguidament, es realitzarà un nou càlcul, aquest cop de la inclinació. La fórmula a utilitzar és la següent:

$$\beta = \gamma - \delta$$

$$\beta = \text{inclinació}, \gamma = \text{latitud}, \delta = \text{declinació}$$

Un cop realitzat aquest càlcul, s'enviarà el valor a la pantalla HMI Nextion i a l'aplicació mòbil.

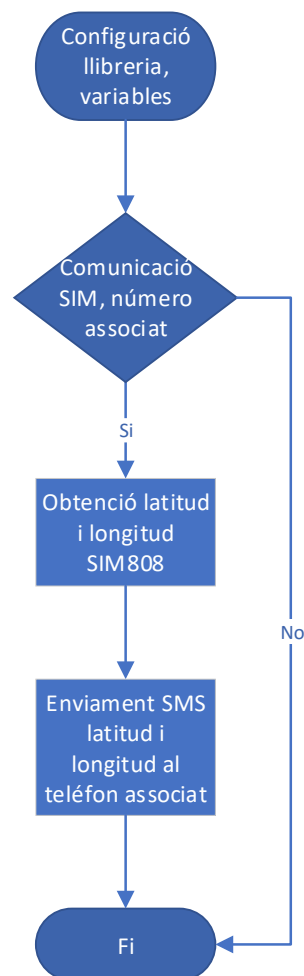
DISSENY ALGORITM CÀLCUL INCLINACIÓ PANELL  
FOTOVOLTAIC



## B.7. Obtenció localització GPS a través d'un missatge de text

El següent algoritme ens servirà per tal de saber la ubicació del mòdul ComfortCamper i així saber la localització del nostre vehicle.

Aquesta acció la realitzarem enviant un missatge de text SMS, a la targeta SIM que incorpora el mòdul SIM808. L'arduino disposarà del corresponent codi que sabrà el dispositiu mòbil que s'ha comunicat amb ell. D'aquesta manera, al rebre aquest missatge, haurà d'obtenir les coordenades de longitud i latitud. Un cop obtenides, el següent pas a seguir serà enviar – les a través d'un missatge de text al telèfon associat que ha enviat el missatge.



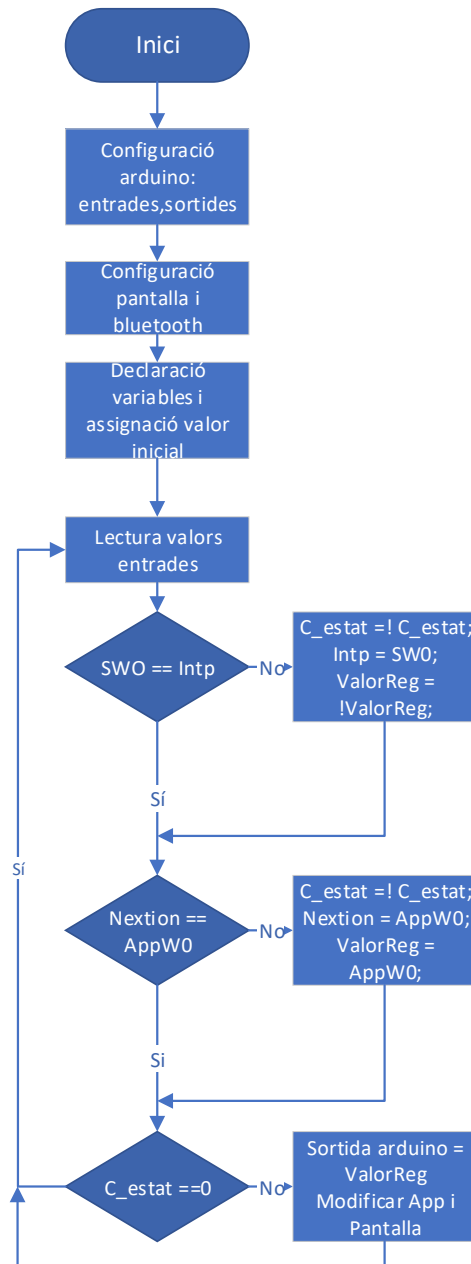


## B.8. Control de la il·luminació

L'algoritme destinat al control de la il·luminació tindrà la funció de llegir les entrades de la pantalla HMI, l'aplicació mòbil i dels interruptors físics que disposarà el mòdul. Així doncs, el primer pas serà realitzar la lectura d'aquestes entrades. Seguidament, comprovarem si hi ha algun canvi en aquest valors. Si és així, es modificarà el valor de la sortida en funció del nou paràmetre, en cas contrari no es durà a terme cap acció.

Aquest canvi que s'ha produït des de qualsevol control ho sabrem gràcies a la comparació de les lectures amb els valors anteriors, emmagatzemats en variables del programa. Quan no sigui iguals, una variable booleana anomenada "c\_estat" es posarà a 1 (TRUE). Quan això passi, apart de modificar la sortida on es troba connectada la il·luminació, es modificarà la informació que es pugui visualitzat en l'aplicació mòbil i la pantalla HMI. D'aquesta manera, haurem d'enviar els nous valors a tots dos dispositius.

ALGORITME PER EL CONTROL DE LA  
IL·LUMINACIÓ



## Annex C. Sèries de Resistències Elèctriques – Norma IEC

---

### Annex C. Taula amb els valors comercials de les resistències. E6 – E12 – E24 – E48

<b>E6</b>	1.0		1.5		2.2		3.3		4.7		6.8													
<b>E12</b>	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.8	5.6	6.8	8.2												
<b>E24</b>	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1
<b>E48</b>	1.0	1.05	1.10	1.15	1.21	1.27	1.33	1.40	1.47	1.54	1.62	1.69												
	1.78	1.87	1.96	2.05	2.15	2.26	2.37	2.49	2.61	2.74	2.87	3.01												
	3.16	3.32	3.48	3.65	3.83	4.02	4.22	4.42	4.64	4.87	5.11	5.36												
	5.62	5.90	6.19	6.49	6.81	7.15	7.50	7.87	8.25	8.66	9.09	9.53												

Taula 39. Valors comercials resistències. Sèries: E6 – E12 – E24 – E48.

- Tolerància sèries: E6 20%, E12 10%, E24 5% - E48 2%

## Annex D. Fitxes de característiques i datasheets

---

### Annex D. Fitxes de característiques i datasheets.

En la següents pàgina del annex trobareu el conjunt d'elements que formen el mòdul ComfortCamper. Hem realitzat un llistat amb cada un d'ells amb un enllaç on podem consultar les característiques, datasheets i manuals que facilita cada fabricant.

Llistem aquest conjunt d'elements i adjuntem cada un dels datasheets.

- Bateria UP-SP160. Enllaç: [https://www.upowerbatteries.com/up\\_sp.html](https://www.upowerbatteries.com/up_sp.html)
- Ondulador/Inversor 12VDC a 230V AC Bornay XPOWER 500  
Enllaç: [https://www.upowerbatteries.com/up\\_sp.html](https://www.upowerbatteries.com/up_sp.html)
- Convertidor 12V DC a 5VDC. Enllaç: <https://www.amazon.es/Convertidor-Transformador-alimentaci%C3%B3n-Transferencia-impermeable/dp/B01851KJH4>
- Panell fotovoltaic Jinko Cheetah HC. Enllaç: [https://comerciosolar.es/fichas/21039\\_ficha\\_tecnica.pdf](https://comerciosolar.es/fichas/21039_ficha_tecnica.pdf)
- Rectificador AC/DC Reprap ACDC 1220. Enllaç: [https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=S-240-12%20datasheet&qclid=CjwKCAjw4pT1BRBUEiwAm5QuRwN1\\_2YGk\\_Dphd-MRSjG4ETgyiqEuBv6pcR5s5V2iiucbN2ZY4RLNhoCq6QQAvD\\_BwE](https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=S-240-12%20datasheet&qclid=CjwKCAjw4pT1BRBUEiwAm5QuRwN1_2YGk_Dphd-MRSjG4ETgyiqEuBv6pcR5s5V2iiucbN2ZY4RLNhoCq6QQAvD_BwE)
- Regulador de càrrega MPPT Tracer 2210a. Enllaç: [http://www.solutronic.com.ar/instructivo/EpeverTracerA\\_Manual\\_espanol.pdf](http://www.solutronic.com.ar/instructivo/EpeverTracerA_Manual_espanol.pdf)
- Microcontrolador Arduino Mega 2560. Enllaç: <https://store.arduino.cc/arduino-mega-2560-rev3>
- Sensor temperatura i huitat DHT22. Enllaç: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>
- Detector fuites de gas Protec 3 en 1. Enllaç: <https://pplucaravan.com/alarmas/1270-detector-gas-3-en-1.html>
- Relotge RTC DS3231. Enllaç: [https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Ds3231%20datasheet&qclid=CjwKCAjw4pT1BRBUEiwAm5QuR79uNUEWSottwdhAOUMFG1EIq00Zv2f8BkmBecHw0RpUDgu66TVpshoCvmAQAvD\\_BwE](https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Ds3231%20datasheet&qclid=CjwKCAjw4pT1BRBUEiwAm5QuR79uNUEWSottwdhAOUMFG1EIq00Zv2f8BkmBecHw0RpUDgu66TVpshoCvmAQAvD_BwE)
- Mòdul GPS/GPRS SIM808. Enllaç: <https://www.robotshop.com/media/files/pdf/sim808-gps-module-datasheet.pdf>

- Mòdul Bluetooth, HC-05. Enllaç:  
<https://www.electronicastudio.com/docs/istd016A.pdf>
- Pantalla TFT Nextion model NX4832K035. Enllaç:  
<https://nextion.tech/datasheets/>
- Regulador de tensió lineal LM7808. Enllaç:  
[https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Lm7808%20datasheet&gclid=CjwKCAjw4pT1BRBUEiwAm5QuR2BKHGhVIQ7S7mp5luXJQ3uZ6Yt\\_vcaXI8oQkSXhsitl7AgvaYHX8BoC0FAQAvD\\_BwE](https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Lm7808%20datasheet&gclid=CjwKCAjw4pT1BRBUEiwAm5QuR2BKHGhVIQ7S7mp5luXJQ3uZ6Yt_vcaXI8oQkSXhsitl7AgvaYHX8BoC0FAQAvD_BwE)
- Diode 1N4007. Enllaç:  
[https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=1n4007%20datasheet&gclid=CjwKCAjw4pT1BRBUEiwAm5QuR0lqtXNqJ1H3FxlFrQg0oZ9VHzk1Lv4Ur25xlqOn40i03hcgDk6GBoCRaYQAvD\\_BwE](https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=1n4007%20datasheet&gclid=CjwKCAjw4pT1BRBUEiwAm5QuR0lqtXNqJ1H3FxlFrQg0oZ9VHzk1Lv4Ur25xlqOn40i03hcgDk6GBoCRaYQAvD_BwE)
- Transistor BC334. Enllaç:  
<https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=BC334>

