

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

**Títol:** Plaques solars fotovoltaïques sensoritzades per habitatge unifamiliar

**Document:** 3. Plec de condicions

**Alumne:** Llorenç Fanals Batllori

**Tutor:** Miquel Rustullet Reñé

**Departament:** Enginyeria Elèctrica, Electrònica i Automàtica

**Àrea:** Enginyeria de Sistemes i Automàtica

**Convocatòria (mes/any):** novembre/2019

**ÍNDIX**

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | INTRODUCCIÓ . . . . .                          | 2  |
| 1.1 | Objecte del plec . . . . .                     | 2  |
| 1.2 | Documents contractuals i informatius . . . . . | 2  |
| 1.3 | Compatibilitat entre documents . . . . .       | 2  |
| 2   | DISPOSICIONS TÈCNIQUES . . . . .               | 3  |
| 2.1 | Reglaments . . . . .                           | 3  |
| 2.2 | Normes . . . . .                               | 4  |
| 3   | CONDICIONS TÈCNIQUES . . . . .                 | 7  |
| 3.1 | Seguretat i salut . . . . .                    | 7  |
| 3.2 | Materials . . . . .                            | 7  |
| 3.3 | Fabricació . . . . .                           | 8  |
| 3.4 | Muntatge i programació . . . . .               | 9  |
| 3.5 | Comprovació i posada en funcionament . . . . . | 9  |
| 4   | DISPOSICIONS GENERALS . . . . .                | 11 |
| 4.1 | Terminis d'execució . . . . .                  | 11 |
| 4.2 | Garantia . . . . .                             | 11 |
| 4.3 | Forma de pagament . . . . .                    | 11 |
| 4.4 | Disposicions legals . . . . .                  | 12 |

## **1. INTRODUCCIÓ**

El present document determina els requisits i les condicions a què estan subjectes la instal·lació fotovoltaica i la placa electrònica encarregada d'adquirir dades. Per l'execució del projecte s'ha de complir tot el que determina aquest document, en cas contrari el projectista no pot garantir un correcte funcionament i no es fa responsable dels accidents que puguin ocórrer.

### **1.1. Objecte del plec**

L'objectiu del document és detallar i recollir per escrit les condicions obligatòries a què estan sotmesos el personal instal·lador, el personal proveïdor, i, en general, qualsevol persona física o jurídica involucrada en el projecte. Si es compleix aquest document s'assegura un funcionament correcte.

### **1.2. Documents contractuals i informatius**

Tots els documents d'aquest projecte, que són Memòria, Plànols, Plec de condicions, Estat d'amidaments i Pressupost són contractuals.

### **1.3. Compatibilitat entre documents**

El projectista ha estat el més coherent possible en els documents del present projecte. En l'improbable cas de discrepància entre dos o més documents, l'ordre de prioritat a seguir és l'ordre en què s'ordenen els documents del projecte: Memòria, Plànols, Plec de condicions, Estat d'amidaments i Pressupost.

## 2. DISPOSICIONS TÈCNIQUES

En aquest capítol es detalla la legislació i normativa que cal complir per assegurar el correcte funcionament de la instal·lació fotovoltaica i de l'electrònica.

### 2.1. Reglaments

La legislació i reglamentació que cal complir s'exposa a continuació.

Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT) aprovat el 2 d'agost de 2002. Per aquest projecte és imprescindible consultar i complir la ITC-BT-40.

Reial Decret 244/2019 de 5 d'abril, el qual regula les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica.

Guia IDAE 021, que és la Guia Professional de Tramitació d'Autoconsum, novembre de 2019.

Reial Decret 1663/2000 de 29 de setembre, que tracta sobre la connexió d'instal·lacions fotovoltaïques a la xarxa de baixa tensió.

Resolució de 31 de maig de 2001 que estableix models de contracte tipus i models de factures per les instal·lacions solars fotovoltaïques connectades a la xarxa elèctrica.

Reial Decret 436/2004 de 12 de març que estableix la metodologia per a l'actualització del règim jurídic i econòmic de l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial.

Reial Decret 1955/2000 d'1 de desembre que regula el transport, distribució, comercialització, subministrament i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica.

Reial Decret 208/2005 de 25 de febrer que tracta sobre aparells elèctrics i electrònics i la gestió dels seus residus.

Reial Decret 186/2016 de 6 de maig que regula la compatibilitat electromagnètica dels equips elèctrics i electrònics.

Reial Decret 187/2016 de 6 de maig que regula les exigències del material elèctric destinat a ser utilitzat en límits de tensió.

Reial Decret 188/2016 de 6 de maig que estableix els requisits per la comercialització, posada en funcionament i ús d'equips radioelèctrics. Regula el procediment d'avaluació de la conformitat, la vigilància del mercat i el règim sancionador dels equips de telecomunicació.

Llei 31/1995 de 8 de novembre sobre la prevenció de riscos laborals.

Reial Decret 1627/1997 de 24 d'octubre de 1997 sobre disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres.

Reial decret 486/1997 de 14 d'abril de 1997 sobre Disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball.

Reial decret 485/1997 de 14 d'abril de 1997 sobre disposicions mínimes en matèria de senyalització de seguretat i salut en el treball.

Reial decret 1215/1997 de 18 de juliol de 1997 sobre disposicions mínimes de seguretat i salut per a la utilització pels treballadors dels equips de treball.

Reial decret 773/1997 de 30 de maig de 1997 sobre disposicions mínimes de seguretat i salut relatives a la utilització pels treballadors d'equips de protecció individual.

## **2.2. Normes**

Són d'obligat compliment les normes que les anteriors lleis i reglaments citen. També ho són les que es mostren a continuació.

Norma UNEIX EN 61453 sobre assaig ultraviolat per a mòduls fotovoltaïcs.

Norma UNE-EN 50380 sobre informacions de les fitxes de característiques i de les plaques característiques dels mòduls fotovoltaïcs.

Norma UNEIX EN 60891 sobre el procediment de correcció amb la temperatura i la ir-

radiància característica I-V dels dispositius fotovoltaïcs de silici cristal·lí.

Norma UNEIX EN 60904 sobre dispositius fotovoltaïcs i els requisits pels mòduls solars de referència.

Norma UNEIX EN 61173 sobre protecció contra sobretensions dels sistemes fotovoltaïcs productors d'energia.

Norma UNEIX EN 61194 sobre paràmetres característics de sistemes fotovoltaïcs autònoms.

Norma UNEIX EN 61646:1997 sobre mòduls fotovoltaïcs de làmina prima per a aplicació terrestre.

Norma UNEIX EN 61277 sobre sistemes fotovoltaïcs terrestres generadors de potència.

Norma UNEIX EN 61727 sobre sistemes fotovoltaïcs i característiques de la interfície de connexió a la xarxa elèctrica.

Norma UNEIX EN 61721 sobre susceptibilitat d'un mòdul fotovoltaïc al dany per impacte accidental.

Norma UNEIX EN 61646:1997 sobre mòduls fotovoltaïcs de làmina prima per a aplicació terrestre.

Norma UNEIX EN 61683 sobre sistemes fotovoltaïcs i condicionadors de potència.

Norma UNEIX 206001 sobre mòduls fotovoltaïcs i criteris ecològics.

Norma UNEIX 61215 sobre mòduls fotovoltaïcs de silici cristal·lí per a aplicació terrestre.

Norma UNEIX EN 61701 sobre assaig de corrosió per boira salina de mòduls fotovoltaïcs.

Norma UNEIX EN 61724 sobre monitoratge de sistemes fotovoltaïcs.

Norma UNEIX EN 61725 sobre expressió analítica per als perfils solars diaris.

Norma UNEIX EN 61829 sobre camps fotovoltaïcs de silici cristal·lí, que tracta la mesura en el lloc de característiques I-V.

UNE-EN IEC 61204-3:2018 sobre fonts d'alimentació de baixa tensió amb sortida en corrent continu. La part 3 parla sobre compatibilitat electromagnètica.

UNE-EN 61508:2011 sobre seguretat funcional dels sistemes elèctrics i electrònics, siguin o no programables. La part 1 tracta sobre requisits generals, la 3 sobre requisits del software.

### 3. CONDICIONS TÈCNIQUES

El projectista demana que es compleixin les condicions tècniques referents a seguretat i salut, materials, fabricació, muntatge i programació i comprovació i posada en funcionament. Si es compleixen aquestes condicions el projectista preveu que tècnicament el projecte s'ha desenvolupat correctament i que es minimitzen els problemes que es puguin donar.

#### 3.1. Seguretat i salut

És molt important assegurar unes bones condicions de seguretat en el treball i salut als treballadors involucrats en el projecte. Per això s'han de complir les lleis que s'indiquen a continuació en aquest apartat. En cas de no fer-ho l'autor del projecte s'eximeix de tota responsabilitat.

Es tindrà especialment en compte la Llei 31/1995 de 8 de novembre sobre la prevenció de riscos laborals. A l'apartat de Normes figuren altres normatives que també s'han de complir.

El Director d'obra podrà exigir al Contractista els documents que acreditin que el personal involucrat en la instal·lació ha formalitzat els tràmits necessaris amb la Seguretat Social.

El Director d'obra pot exigir el cessament de l'obra en qualsevol moment per tal de garantir la integritat física dels treballadors.

El personal que treballi en la instal·lació ha d'usar les mesures de protecció adequades per la feina que realitza, com per exemple usar guants, ulleres, casc... En moments de treballar amb equips sota tensió el personal usarà roba sense accessoris metàl·lics i evitaran utilitzar eines metàl·liques. El calçat serà aïllant.

El Contractista mantindrà en regla una pòlissa d'Assegurança que el protegeixi a ell i els seus empleats enfront tot tipus de responsabilitats.

#### 3.2. Materials

Els materials utilitzats per dur a terme la instal·lació fotovoltaica i per crear i instal·lar la placa electrònica estan detallats a l'Estat d'amidaments, document present en aquest projecte.



Tots els materials i equips estan homologats segons normes UNE o similars, i són vigents per la CE. Pel muntatge es té en compte el REBT.

El Contractista és responsable de la vigilància dels materials durant l'emmagatzematge i desenvolupament de la instal·lació.

El Contractista haurà de complir el que indiquin els plànols, que són de caràcter contractual. Si té dubtes haurà de consultar-los amb l'autor del projecte, i comunicar allò que no pugui fer.

Els components electrònics han d'estar en perfecte estat i en cas de detectar alguna anomalia s'ha de comunicar al proveïdor i aconseguir components electrònics en bon estat.

Les resistències tindran una tolerància màxima del 5% i els condensadors tindran una tolerància màxima del 20%. Les resistències han de poder dissipar la potència indicada pel fabricant en condicions de temperatura ambient. Els condensadors han de ser capaços de suportar la tensió que indica el fabricant.

El plàstic per la caixa impresa amb una impressora 3D serà PLA amb 0,75 mm de diàmetre i una tolerància de diàmetre màxima de 0,01 mm.

### 3.3. Fabricació

En cas de detectar anomalies en el material elèctric se n'informarà al proveïdor i es prendran les mesures adequades per tal de garantir que el material utilitzat és de primera qualitat.

El circuit imprès de les plaques electròniques es pot subcontractar. S'ha de garantir una tolerància màxima de pistes de 0,1 mm. Els diàmetres dels forats han de tenir el diàmetre indicat amb una tolerància màxima de 0,2 mm. S'ha de garantir que el circuit imprès sigui per les dues cares i les dimensions siguin les que s'indiquen al document Plànols.

Durant la fabricació de la caixa s'ha de garantir que la impressora 3D estigui plana en una superfície estàtica. La impressora ha de disposar de blocs antivibratoris. S'ha de realitzar la impressió 3D en un espai amb una temperatura no inferior a 20 graus centígrads i no superior a 28 graus centígrads. La base de la peça no ha d'aixecar-se i desenganxar-se de la

taula.

La impressió ha de donar lloc a una peça com la dissenyada, amb una tolerància de 0,2 mm com a màxim en tot cas. En cas de no complir amb l'indicat, s'ha de tornar a imprimir la peça.

### 3.4. Muntatge i programació

El muntatge dels panells solars fotovoltaïcs l'ha de fer personal qualificat i apte, amb experiència prèvies d'aquest tipus d'instal·lació. El personal ha de seguir les normes de seguretat i salut i ha de ser capaç d'entendre l'esquema unifilar que es troba al document Plànols per tal de col·locar els cables amb la secció necessària i les proteccions indicades. Els dispositius s'han de connectar després d'haver accionat l'IGA i no tenir tensió a la instal·lació.

El muntatge mecànic s'ha de fer amb el material que marca l'Estat d'amidaments i seguint les indicacions de Plànols. S'ha d'assegurar que es munta una estructura rígida que no es deteriори per l'acció del vent. L'orientació de les plaques solars ha de ser l'adequada.

El muntatge de la placa electrònica ha de desenvolupar-se per personal competent i amb experiència muntant components electrònics SMD. S'exigeix disposar d'algun tipus de lupa o microscopi per facilitar el muntatge i alhora assegurar unes bones soldadures. Una pistola d'aire calent pot facilitar el muntatge.

Els components s'han de situar a les posicions que indiquen els Plànols. Les soldadures s'han de realitzar de forma acurada i ràpida, ajudant-se de decapant. S'ha d'evitar escalfar directament els components durant més de 10 segons de forma contínua per evitar el deteriorament.

És d'especial importància no situar cap component ni element conductor prop de l'antena del mòdul ESP-12E, per tal d'evitar interferències i males comunicacions.

S'ha de programar el dispositiu amb el programa facilitat.

### 3.5. Comprovació i posada en funcionament

Abans de la posada en funcionament cal fer una revisió i comprovar amb un multímetre o similar que la placa electrònica estigui ben soldada. Hi ha d'haver tots els components. S'ha

de verificar que el mòdul és capaç de connectar-se a una xarxa Wi-Fi i que les lectures de tensió són correctes.

A la posada en funcionament un tècnic competent ha de revisar que les connexions entre les plaques solars siguin les correctes. Els panells solars, els díodes, les seccions dels cables i els dispositius de protecció i comandament han de ser els indicats en el projecte. S'ha de comprovar que les plaques lliuren energia i que la placa electrònica es comunica correctament amb la xarxa Wi-Fi de l'habitatge, així com que les seves lectures són correctes.

## **4. DISPOSICIONS GENERALS**

A continuació es detallen aspectes de l'execució i la posada en marxa del projecte. El projectista promet complir amb els terminis exposats sota certes condicions temporals i econòmiques. A més ofereix certa garantia.

### **4.1. Terminis d'execució**

El projectista es compromet amb què el muntatge dels panells solars, la seva instal·lació elèctrica i el seu quadre de proteccions, la realització del circuit imprès, el muntatge de la placa electrònica i la posada en funcionament es faran en un màxim de 15 dies laborables sempre i quan els distribuïdors compleixin amb el termini que marquen. El personal instal·lador ha de tenir accés a l'habitatge de 8:00 a 18:00 de dilluns a divendres.

Si els distribuïdors han entregat el material a temps i el projecte s'ha acabat al cap de més de 15 dies laborables es pagarà al client el 10% de l'import total del projecte un cop s'hagi acabat l'execució d'aquest.

### **4.2. Garantia**

La garantia del projecte és de 5 anys des de la data de posada en funcionament. Aquesta garantia cobreix la substitució dels panells fotovoltaics malmesos per causes alienes al propietari. Si el rendiment d'algun dels panells és de menys d'un 90% respecte l'inicial, se substituirà el panell en qüestió. Si algun element de protecció es malmet o es malmet la placa electrònica el projectista se'n fa responsable i resoldrà el problema cobrint els costos ell mateix.

Un cop passats els 5 anys el propietari assumeix tota la responsabilitat i qualsevol perjudici que pugui passar a la seva instal·lació no serà cobert per la garantia.

Els panells solars tenen més de 5 anys de garantia segons el fabricant. El client seguirà tenint la garantia del fabricant fins que hagi passat el termini que aquest indica.

### **4.3. Forma de pagament**

El pagament del projecte i la posada en funcionament l'efectuarà el client cap a l'autor del projecte mitjançant una transferència bancària. S'ha cobrat un 50% de l'import total del projecte abans de realitzar-lo. Un cop finalitzat el muntatge i instal·lació de les plaques solars

i la placa electrònica el client haurà d'efectuar un pagament del 25% de l'import total del projecte. El 25% restant es pagarà al projectista després de la posada en funcionament.

Tots els pagaments s'han d'efectuar amb un màxim de 48 hores respecte l'acabament d'aquella fase.

#### **4.4. Disposicions legals**

En cas de denúncia i d'haver d'anar a judici per desacords entre client, contractista i/o projectista s'anirà als Jutjats de Girona.

Llorenç Fanals Batllori

Graduat en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Girona, 25 de novembre de 2019.