



EPS

Escola Politècnica

Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Enginyeria Tècn. Ind. Electrònica Ind. Pla 2002

Títol: Instal·lació d'energia fotovoltaica d'una casa de colònies

Document: 1. Memòria

Alumne: Isaac Arimany i Ventura

Director/Tutor: Albert Figueras i Coma

Departament: Electrònica, Informàtica i Automàtica

Àrea: ESA

Convocatòria (mes/any): setembre/2007

ÍNDEX

1.	PRESENTACIÓ.....	3
1.1	Antecedents	3
1.2	Objecte del projecte	3
1.3	Especificacions i abast.....	4
2.	GENERALITATS ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	5
2.1	Introducció	5
2.2	L' Efecte fotovoltaic.....	5
2.3	Radiació solar	5
2.4	Avantatges de l'ús de l'energia fotovoltaica.....	7
3.	INSTAL·LACIONS D'ENERGIA SOLAR CONECTADES A XARXA.....	8
3.1	Introducció	8
3.2	Generalitats sistemes fotovoltaics connectats a xarxa	8
3.3	Elements que configuren una instal·lació connectada a xarxa	9
3.3.1	Panells fotovoltaics	9
3.3.2	Inversor	11
4.	INSTAL·LACIÓ D'ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PER CONECTAR A XARXA A LA CASA DE COLÒNIES.....	13
4.1	Emplaçament.....	13
4.2	Distribució de la casa de colònies.....	13
4.2.1	Planta segona	13
4.2.2	Planta primera.....	13
4.2.3	Planta baixa	14
4.2.4	Planta soterrani	14
4.3	Necessitats elèctriques	14
4.4	Solució solar fotovoltaica adoptada	14
4.4.1	Panells solars.....	14
4.4.2	Inversor	16
4.4.3	Seguidor solar.....	18
4.4.4	Cablejat.....	26
4.4.5	Conductors de presa de terra	27
4.4.6	Proteccions.....	28
5.	SISTEMA D'ALIMENTACIÓ ININTERRUMPUT (SAI) MODE FOTOVOLTAIC.....	29
5.1	Introducció a les instal·lacions fotovoltaïques aïllades.....	29
5.2	Instal·lació del SAI fotovoltaic de 2 kW	29

5.2.1	Panell solar	30
5.2.2	Regulador.....	30
5.2.3	Bateria.....	31
5.2.4	Inversor	33
5.2.5	Contactador de commutació	34
6.	ÉSTUDI ECONÒMIC DE LA INSTAL·LACIÓ CONNECTADA A XARXA	36
7.	TRÀMITS ADMINISTRATIUS PER A LA VENDA D'ENERGIA FOTOVOLTAICA A LA COMPANYIA ELÈCTRICA	37
7.1	Marc administratiu.....	37
7.2	Òrgans administratius i tràmits	37
7.3	Procediment administratiu per la connexió a xarxa	38
8.	RESUM DEL PRESSUPOST	39
9.	CONCLUSIONS	40
10.	RELACIÓ DE DOCUMENTS	41
11.	BIBLIOGRAFIA	42
A.	CÀLCULS.....	43
A.1	Càlcul de la previsió de càrrega	43
A.2	Càlcul de la instal·lació fotovoltaica per connexió a xarxa.....	47
A.2.1	Introducció.....	47
A.2.2	Càlcul del número de panells totals	47
A.2.3	Càlcul del número de panells en sèrie i en paral·lel.....	47
A.2.4	Característiques de la nostra instal·lació	48
A.3	Estudi del rendiment.....	49
A.3.1	Índex de radiació.....	49
A.3.2	Energia obtinguda per la nostra instal·lació fotovoltaica	50

1. PRESENTACIÓ

El present projecte, d'aplicar l'energia solar fotovoltaica a una casa de colònies, concretament a la casa de colònies de la Fundació Pere Tarrés de Llivia, és un projecte totalment teòric, però realitzat amb dades i valors de suficient credibilitat, per tal que en el cas de portar el projecte a la pràctica s'obtinguin els resultats esperats.

1.1 Antecedents

Actualment la majoria de fonts combustibles venen d'origen fòssil (petroli, gas natural), però l'inconvenient que presenten aquestes és que tenen una vida útil finita ja que s'acabaran. Cal doncs trobar una nova font d'energia. El sol, font il·limitada, pot ser una bona solució.

Les avantatges que ens proporciona la utilització del sol com a font d'energia podent anar tant de caràcter medioambiental, d'imatge com sobretot econòmic..

Des d'un punt de vista medioambiental, la utilització d'energies renovables com són, el vent, mareomotriu, o en el nostre cas la fotovoltaica, redueixen l'emissió de diòxid de carboni degut a que per l'obtenció d'energia no hi intervé la combustió. També la utilització d'energia renovable, fa que no es consumeixin les reserves de combustible fòssil.

Des d'un punt de vista d'imatge, actualment la utilització de tecnologia fotovoltaica, denota modernitat, l'ecologia actualment està de moda i la gent es consciència en la utilització d'aquestes.

Des d'un punt de vista econòmic, el més important, les instal·lacions d'energia fotovoltaica connectades a xarxa esdevenen inversions segures a llarg termini. Les companyies elèctriques estan obligades a comprar l'energia produïda. Cal remarcar que el preu del watt generat fotovoltaicament, és unes 4 vegades més car que el watt normal.

1.2 Objecte del projecte

Es pretén dissenyar una instal·lació d'energia solar fotovoltaica per generar energia elèctrica per vendre després a la companyia elèctrica.

La potència que es pretén generar, serà la que, segons una previsió de potència, consumeix, la casa de colònies, fent que aquesta sigui autosuficient.

L'electrificació s'aconseguirà mitjançant mòduls fotovoltaics. Per tal d'optimitzar el rendiment d'aquests és realitzarà un seguiment solar de dos eixos, governat per un autòmat programable.

Degut a que l'energia produïda es vendrà a la companyia elèctrica ens caldrà un sistema de recollida de dades per estudiar el rendiment que doni la instal·lació.

Aprofitant que es disposa d'un sistema de captació d'energia, es pretén crear un sistema ininterromput d'alimentació per alimentar una línia de 230 Volts amb una potència de 2 kW. La durada d'aquest equip d'alimentació es vol que sigui de 2 hores.

1.3 Especificacions i abast

Aquestes instal·lacions fotovoltaïques amb connexió a xarxa funcionen com a petites centrals elèctriques.

Per la decisió de quanta potència produir, per després vendre a la companyia, es pot partir de moltes idees inicials: pressupost que es vulgui destinar a la instal·lació, superfície que es vulgui destinar a la instal·lació o com es farà en el nostre projecte, d'una potencia prevista que es vulgui generar.

Per la nostra instal·lació fotovoltaica, per elegir quina potència elèctrica volem subministrar a la companyia, la nostre potència es basarà en un previsió de potència feta conjuntament amb el propietari de la casa de colònies.

El seguiment solar per part dels generadors fotovoltaïcs es farà a partir d'uns sensor lumínics i governat aquest per un autòmat programable.

Degut a que es tracta d'una inversió, el que es pretén amb aquesta instal·lació es guanyar diners. Per això es necessari poder monitoritzar el comportament d'aquesta instal·lació a través d'un pc. L'inversor que es triarà, permet l'opció que per mitjà d'un programa, es puguin aquestes dades ser transmeses a un PC i poder ser monitoritzades per aquest.

Per la emergència, es crearà una línia expressa per poder-hi penjar en ella els equips de consum que es creguin necessaris. La potència que s'ha escollit és de 2 kW i la durada d'aquesta és de 2 hores.

L'emmagatzematge d'energia per utilitzar-la en cas de ser necessària, es farà a partir de bateries.

2. GENERALITATS ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

2.1 Introducció

L'energia solar fotovoltaica és una energia neta, que utilitza una font il·limitada que és el sol i que a més és gratuïta. El seu inconvenient rau en com poder convertir d'una forma eficient aquesta energia del sol en energia elèctrica. Actualment el rendiment de les plaques fotovoltaïques està al voltant del 17 %.

La conversió directa de la radiació solar en energia elèctrica es produeix a la cèl·lules solars i es basa en l'efecte fotovoltaic.

2.2 L' Efecte fotovoltaic

Els sistemes fotovoltaics transformen l'energia radiant del sol en energia elèctrica. Aquest procés de transformació es produeix en un element semiconductor que s'anomena cèl·lula fotovoltaica. Quan la llum del sol incideix sobre una cèl·lula fotovoltaica, els fotons de la llum transmeten la seva energia a els electrons del semiconductor perquè així puguin circular dintre del sòlid. La tecnologia fotovoltaica aconsegueix que part d'aquests electrons surtin a l'exterior del material semiconductor generant-se així un corrent elèctric capaç de circular per un circuit extern.

Per fer possible la utilització de les cèl·lules fotovoltaïques, aquestes es presenten associades elèctricament entre elles i encapsulades en bloc anomenat panell o mòdul solar.

2.3 Radiació solar

Les condicions de funcionament d'un panell fotovoltaic depenen de variables externes. Depèn de la radiació solar i la temperatura de funcionament.

Per poder efectuar el disseny d'una instal·lació fotovoltaica necessitem saber la radiació del lloc a on irà situada. Per aquest motiu, ens cal disposar de les taules de radiació solar actualitzades. Qui s'encarrega de crear aquestes taules són els Instituts d'energia, que elaboren el que s'anomena Atlas de Radiació.



Figura 1. Mapa de radiació solar

Existeixen dues unitat que ens permeten dimensionar la superfície del nostre camp solar, les Hores Solar Pic i els Watt Pic.

Hores Solar Pic, (HSP):

Es defineix com la quantitat d'hores de sol amb una intensitat de radiació de 1000 W/m^2 que incideix sobre la superfície del panells solars. En les (HSP) és on apareix la diferència entre les instal·lacions fotovoltaïques fixes i les que tenen seguidor solar. Amb el seguidor solar augmenta el número d'hores d'aprofitament solar, normalment, un % més.

Watt Pic, (Wp):

Es defineix com la màxima potència que pot rebre un panell fotovoltaic i coincideix amb una intensitat de radiació constant de 1000 W/m^2 a una temperatura de $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

2.4 Avantatges de l'ús de l'energia fotovoltaica

Són sistemes modulars, això facilita la seva flexibilitat per adaptar-se a diferents tipus d'aplicacions i que a més, la seva instal·lació resulta relativament senzilla

Tenen una llarga duració. La vida útil d'una planta fotovoltaica la defineix la vida útil dels seus components, principalment el generador o mòdul fotovoltaic, que constitueix més del 50% del valor de la instal·lació. Els panells fotovoltaics tenen una vida útil de més de 40 anys. A part, els materials estan garantits a 25 anys. Els primers 10 anys, et garanteixen que els panells et rendiran una 90% mentre que els 15 restants un 85%.

No es requereix de gaire manteniment.

Ofereix una elevada fiabilitat. Les instal·lacions fotovoltaïques són d'una alta fiabilitat i disponibilitat operativa. Aquesta ronda a l'ordre del 95%.

No produeix cap tipus de contaminació ambiental, pel que contribueix a la reducció de l'emissió de contaminants.

Té un funcionament silenciós.

3. INSTAL·LACIONS D'ENERGIA SOLAR CONECTADES A XARXA

3.1 Introducció

Existeixen dos formes d'utilitzar l'energia elèctrica generada a partir de l'efecte fotovoltaic. Primerament trobem les instal·lacions aïllades de xarxa elèctrica, que són sistema en que l'energia generada s'emmagatzema en bateries per poder disposar del seu us quan sigui necessària. Acostumen a ser instal·lacions per equips en que no es pot disposar de corrent elèctrica. Els usos més comuns els trobem en il·luminació de carretera, boies marines que han d'enviar dades.

El segon cas és el de instal·lacions fotovoltaïques que l'energia generada es ven a la companyia elèctrica.

3.2 Generalitats sistemes fotovoltaïcs connectats a xarxa

Per poder portar a terme una instal·lació fotovoltaica connectada a xarxa primerament s'haurà de disposar d'una línia de distribució elèctrica propera amb capacitat per admetre la energia que produeixi la instal·lació fotovoltaica. La companyia elèctrica en el cas de que accepti la instal·lació, donarà el vist i plau al punt de connexió.

El consum d'electricitat és independent de l'energia generada pel panells fotovoltaïcs. L'usuari compra la electricitat que consumeix a la distribuïdora al preu establert i a més pot facturar els kWh generats a un preu superior.

En les instal·lacions connectades a xarxa, la mida de la instal·lació és independent al consum d'electricitat de l'edifici, el que simplifica en gran mesura el seu disseny.

3.3 Elements que configuren una instal·lació connectada a xarxa

Els elements que componen una instal·lació fotovoltaica són:

Panells fotovoltaics

Inversors

Comptadors

3.3.1 Panells fotovoltaics

Tal com s'ha esmentat en els punts anteriors de la memòria, els principals components dels sistemes solars fotovoltaics connectats a la xarxa són els mòduls fotovoltaics.

La matèria prima per a la fabricació de les cèl·lules fotovoltaiques més utilitzada actualment és el silici. El silici és el material més abundant a la Terra després de l'Oxigen, donat que la combinació dels dos forma el 60% de la capa de la Terra.

El silici utilitzat actualment en la fabricació de la cèl·lula que componen els mòduls fotovoltaics es presenta de tres formes diferents:

Silici monocristal·lí.

En aquest cas, el silici que compon les cèl·lules dels panells és un únic cristall. La xarxa cristal·lina és la mateixa per a tot el material i té molt poques imperfeccions. El procés de cristallització és complicat i costós tot i que és el que ens proporciona la major eficiència de conversió de llum en energia elèctrica.

Nivell d'eficiència, 13 – 15 %



Figura 2. Panell monocristal·lí

Silici policristal·lí.

El procés de cristallització no és tan acurat i la xarxa cristal·lina no és la mateixa per tot el material. Aquest procés és més barat que l'anterior però s'obtenen rendiments lleugerament inferiors.

Nivell d'eficiència, 11%

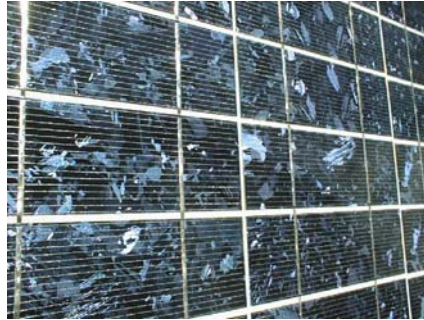


Figura 3. Panell policristal·lí

Silici amorf.

En el silici amorf no hi ha xarxa cristal·lina i s'obté un rendiment inferior als de la composició cristal·lina. Tot i que posseeix l'avantatge, a part del seu baix cost, la de ser un material molt més absorbent de llum, la qual cosa fa que es pugui utilitzar una capa més fina de material.

Nivell d'eficiència, 7 %

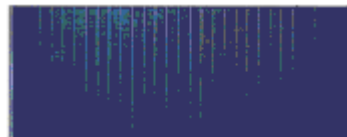


Figura 4. Panell amorf

Actualment també existeixen altres tecnologies o processos acceptables en rendiment no basades en el silici, que es troben en procés d'estudi o fabricant-se en petites plantes. Aquest és el cas del tel·luri de cadmi, arseniür de galí, cèl·lules bifacials...

Els panells solars fotovoltaics es poden exposar directament a la intempèrie ja que les parts elèctriques es troben aïllades de l'exterior. El vidre que protegeix les plaques fotovoltaiques està estudiat perquè aguantí situacions de clima extrem com pot ser una pedregada.

El pes d'una placa fotovoltaica és aproximadament d'uns 15 Kg/m².

3.3.2 Inversor

Els inversors converteixen l'energia elèctrica de corrent contínua produïda pels panells fotovoltaics en corrent alterna monofàsica i la injecten a cada una de les fases de la xarxa de subministrament elèctric.

La tensió generada per l'inversor és sinusoidal i s'obté mitjançant la tècnica de modulació d'ample de polsos. Un microcontrol·lor determina el tipus d'ona que es genera a partir d'una taula de valors disponible a la memòria auxiliar del sistema. D'aquesta manera es fa treballar als transistors Mosfets de potència a una freqüència de commutació de 20 kHz, amb el que s'aconsegueix una forma d'ona sinusoidal de molt baixa distorsió, menor de 1% i amb un contingut d'harmònics baix.

Donat que a la sortida dels inversors hi ha connectada la xarxa elèctrica, el sincronisme amb aquesta és una aspecte fundamental en el funcionament de l'inversor. El control principal el tracte d'una forma prioritària, realitzant un seguiment molt sensible a qualsevol canvi a la xarxa.

Per poder arrencar els inversors, s'ha d'esperar un temps fins que comencen a funcionar ja que s'han de sincronitzar amb la xarxa. Es necessari que estiguin connectats a xarxa per poder-ho fer.

Per aconseguir un millor rendiment de la instal·lació, el sistema de control dels inversors treballa detecten contínuament el punt de màxima potència de la característica tensió – corrent dels panells fotovoltaics. La situació d'aquest punt de màxima potència és variable, depèn de diversos factors medioambientals, com la variació en la radiació solar rebuda o per la variació de la temperatura dels panells.

A partir dels paràmetres de la xarxa elèctrica, de la situació del sincronisme i el seguiment del punt de màxima potència, els sistema de control principal de l'inversor comunica al generador de forma sinusoidal les accions a realitzar a cada moment.

Durant els períodes nocturns l'inversor resta parat vigilant els valors de tensió del bus de contínua del generador fotovoltaic. A l'alba, la tensió del generador fotovoltaic augmenta, la qual cosa posa en funcionament l'inversor que comença a injectar corrent a la xarxa sempre i quant la potència disponible en panells superi un valor mínim.

A continuació es detalla el comportament de l'inversor en front d'alguns casos especials.

Falla en la xarxa elèctrica, l'inversor es troba en la situació de circuit obert, en aquest cas l'inversor es desconnecta per complet i espera que es restableixi la tensió a la xarxa per iniciar de nou el seu funcionament.

Tensió fora de rang de treball acceptable, tant si és superior com inferior, l'inversor interromp el seu funcionament fins que aquesta tensió torni a trobar-se dins del rang admissible. A partir de 250 Vca l'equip redueix la potència a fi de no incrementar més aquesta tensió. Si tot i aquesta reducció de tensió sobrepassa 255 Vca, aquest es parerà.

Freqüència fora de límits, l'inversor es parerà immediatament ja que això indicaria que la xarxa és inestable o esta en mode illa.

En cas de temperatura elevada, l'inversor disposa d'un sistema de refrigeració per convecció. Està calculat per a un rang de temperatures similar al que hi pot haver a l'interior d'una vivenda. En el cas que la temperatura ambiental s'incrementi excessivament o accidentalment es tapin els canals de ventilació, l'equip seguirà funcionat però reduirà la potència de treball a fi de no sobrepassar internament els 75 °C. Tot i això si aquesta temperatura puja fins als 80°C, l'inversor es parerà.

En cas de tensió del generador fotovoltaic baixa, l'inversor no pot funcionar. És la situació en la que es troba durant la nit, en dies molt ennuvolats o si es desconnecta el generador solar.

Si la intensitat de generador fotovoltaic és insuficient els generadors fotovoltaics arriben a un nivell de tensió de treball a partir d'un valor de radiació solar molt baix. Quant l'inversor detecta que es disposa de tensió suficient per iniciar el funcionament, el sistema es posa en marxa sol·licitant potència al generador fotovoltaic. Si el generador no disposa de suficient potència degut a que la radiació solar es molt baixa, el valor d'intensitat mínima de funcionament no es verifica, això fa que es generi una ordre de parada de l'equip. Posteriorment l'inversor iniciarà un nou intent de connexió. Aquest procés s'anirà fent a intervals aproximadament de 3 min.

4. INSTAL·LACIÓ D'ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PER CONECTAR A XARXA A LA CASA DE COLÒNIES.

4.1 Emplaçament

La casa de colònies es troba situada a pocs quilòmetres del terme municipal de Llívia. Degut a que la situació com es troba orientada la casa permet unes condicions òptimes per una instal·lació solar fotovoltaica, la direcció ha optat per muntar una instal·lació d'aquestes característiques.

La orientació cara sud es troba completament lliure d'obstacles que puguin produir ombres, a part d'això, una gran esplanada permet la col·locació de seguidors solars fotovoltaics.

4.2 Distribució de la casa de colònies

4.2.1 Planta segona

La planta segona està destinada exclusivament per a allotjament. En aquesta planta hi ha distribuïts 6 dormitoris que disposen de lavabo cada una. El lavabo està format per una dutxa, un lavabo i una pica.

L'aforament d'aquesta planta és de 40 clients.

L'accés a aquesta segona planta es pot fer a partir de l'ascensor, que serà la forma més comú, o per mitjà de dues escales que venen de la primera planta.

4.2.2 Planta primera

La utilitat principal de la primera planta és també per allotjament de clients, tot i que en una de les dependències hi ha ubicat el despatx de direcció. En aquesta segona planta també hi ha 6 dormitoris tot i que aquests són d'unes dimensions un pèl menors que les de la segona planta. En aquesta planta hi ha ubicats 6 lavabos que, igual que a la segona planta, estan formats per una dutxa, un lavabo i una pica.

L'aforament d'aquesta planta és de 34 clients.

L'accés a aquesta segona planta es pot fer a partir de l'ascensor, que serà la forma més comú, o per mitjà de dues escales que venen de la planta baixa.

4.2.3 Planta baixa

A la planta baixa s'hi troben ubicats els serveis comuns. Hi ha la cuina, que al tractar-se d'un alberg i no tenir servei de restaurant aliè per a persones no residents, no serà de grans dimensions. Aquesta cuina disposa de connexió a la xarxa de gas Natural. A la cuina hi ha un petit rebost a on s'hi desaran els aliments que s'utilitzaran a la setmana.

En aquesta primera planta hi ha el menjador que té una capacitat màxima de 30 persones per torn.

Uns lavabos d'homes i uns altres de dones també tenen lloc a aquesta segona planta. La recepció es troba situada just davant de la porta d'entrada que a través d'aquesta arriba a un pati exterior.

La sala d'estar també es troba situada en aquesta planta baixa

4.2.4 Planta soterrani

Aquesta planta té ús de bugaderia. En ella s'hi troben les dependències de la rentadora, l'assecadora i l'habitació per planxar. Un magatzem també té lloc a aquest soterrani. Aquestes dependències són accés restringit i només i podran accedir el personal de servei i el personal de direcció.

L'accés a aquesta planta soterrani es pot fer a partir de l'ascensor o d'unes escales.

4.3 Necessitats elèctriques

Degut a que la tipologia d'aquest tipus de connexions a xarxa permet escollir la quantitat d'energia que es vol produir, s'ha optat per produir l'energia que consumeix la instal·lació. En l'ANNEX A, hi ha l'estudi energètic de la casa de colònies. Segons la previsió de potència, la casa de colònies consumeix una potència de 27,76 kW. Per fer els nostres càlculs arrodonirem a 30 kW. Així podrem dividir els captadors solar en 3 generadors de 10 kW.

4.4 Solució solar fotovoltaica adoptada

4.4.1 Panells solars

En la elecció del panell solar, ha primat la idea de utilitzar un panell que donés els màxims Wp per poder així reduir el nombre de panells a utilitzar. La reducció del nombre de panells fa que l'àrea de captació solar sigui menor fent que el consum dels motors dels seguidor solar siguin menors. Això fa que es redueixin els consums .

El panell solar que hem optat per elegir és BP 7185. Aquest panell és un mòdul de la Gamma Saturno Sèrie 7 i utilitza tecnologia monocristal·lí

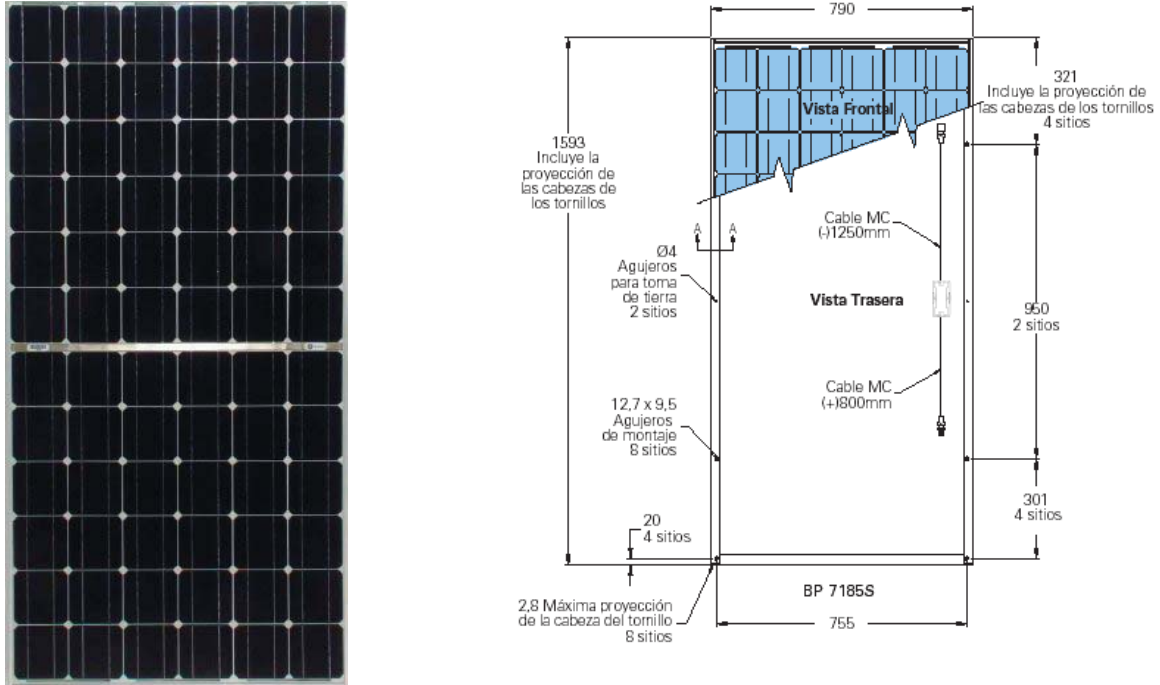


Figura 5. Panell BP 7185

Les característiques principals d'aquest panell són

Potència nominal : 185 Wp

Tolerància: 0 al 2,5%

Voltatge nominal: 24 V

Voltatge a 0 °: 45 V

Voltatge a 75 °C : 38 V

Longitud horitzontal: 0,8 m

Longitud vertical: 1,6 m

Superfície: 1,3 m²

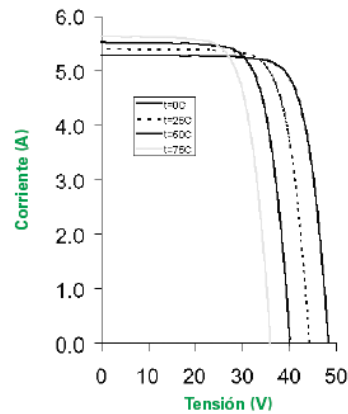


Figura 6. Corbes I-V

Les característiques constructives són:

Cèl·lules solars. Està compost per 72 cèl·lules (125mm x 125mm) connectades en sèrie i configurades geomètricament en una matriu de 6 x 12.

díodes. Els díodes permeten eliminar la cèl·lula en cas d'obra evitant així que disminueixi la producció de la resta de cèl·lules en sèrie. Aquests díodes es troben cada 12 cèl·lules.

Construcció. Al davant, hi ha cristall de 3 mm d'alta transmissibilitat. Suporta les inclemències del temps. Darrera, cristall encapsulant.

Com hem dit anteriorment, la nostra configuració de panells estarà dividida en 3 conjunts.

Característiques del generador fotovoltaic de 10kW

Número total de panells: 56

Número de panells en sèrie: 14

Numero de paral·lels: 4

Longitud horitzontal del generador: 11,2 m

Longitud vertical del generador: 6,4 m

Superfície del generador: 71,68 m²

Potència del generador: 10,36 kWp

4.4.2 Inversor

Degut a que d'instal·lació està constituïda per 3 conjunts de generadors fotovoltaics de 10 kWp de potència, per la nostra instal·lació ens caldran 3 inversors.

L'inversor escollit es el model Sun 10 de la marca Ingecon.

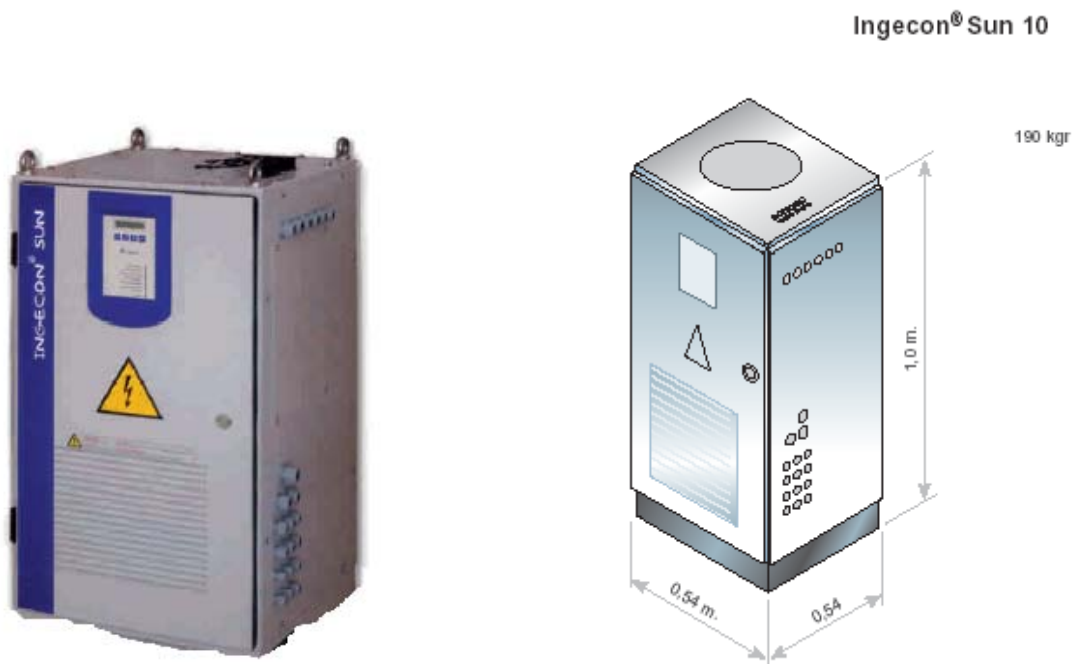


Figura 7. Inversor Igecon Sun 10

Les característiques tècniques d'aquest inversor són:

Característiques d'entrada :

Rang de tensió MPP : 330 a 750 V

Intensitat màxima : 32 A

Característiques de sortida :

Potència nominal : 9,9 kW

Màxima potència de sortida: 11 kW

Tensió de sortida: 400 V trifàsic

Freqüència de sortida: 50 Hz

Cosinus de Phi: Seleccionable de 0,9 a 1

Rendiment: >94%

S'ha optat per aquest inversor ja que s'adequa a les nostres necessitats tècniques de potència i rang de treball, però sobretot ja que es pot comunicar a un PC via port RS-485.

A part, l'empresa Igecon disposa d'un software, l'Igecon Sun Controler, que aprofitant aquesta comunicació amb el PC, permet la visualització de tots els paràmetres de funcionament.

Les característiques d'aquest software són:

Té una configuració individual per a cadascun dels equips

Controla diferents plantes generadores des d'un sol PC

Captura i arxiva en disc el registre històric de dades

Representa les dades en forma de taules o gràfics

Variable	Valor	Unidades
Energía total entregada a la Red (Etot)	59	kWh
Tiempo total en estado operativo (T.op)	15	horas
Número total de conexiones a la Red (N#conex)	15	
Número total de errores	0	
Estado de las alarmas (Alarma Inv)	0x0	
Estado de funcionamiento interno (Estado)	0xDEFD	
Tensión de los paneles solares (Vsolar)	258	Voltios DC
Corriente de los paneles solares (Isolar)	21.27	Amperios DC
Potencia de los paneles solares	5487.66	Wattios
Tension de bus	400	Voltios DC

Ingecon® Sun :	1	Lecturas Realizadas:	1	20/2/2002
Nº Serie:	05K000000R01	Lecturas Correctas:	1	17:20:16
Código Firmware:	AAP1009#	Lecturas Erróneas:		
Transmisión:	OK			

Figura 8. Pantalla del Sun Controler

4.4.3 Seguidor solar

Els seguidors solars són aquelles estructures metàl·liques on van muntats els mòduls fotovoltaics, aquesta estructura és una estructura mòbil la qual busca sempre la màxima radiació solar incident possible. Aquesta radiació solar incident és màxima quan la posició de la superfície de captació es perpendicular amb la inclinació dels raigs solars, la inclinació dels raigs solars canvia segons l'estació de l'any i l'hora del dia que és. Per

exemple la inclinació dels raigs solars al hivern són molt inclinats segons l'eix horitzontal i cap al mig dia és quan la inclinació dels raigs es màxima. En canvi a l'estiu la inclinació dels raigs solars s'apropa a l'eix horitzontal i a meitats del dia és quan la inclinació dels raigs solars és mínima. Per tan amb els seguidors solars aprofitem molt més radiació solar incident que no pas en estructures fixes, i això porta a que la producció d'energia elèctrica sigui major. També la despesa econòmica en aquest tipus d'estructures és més gran que no pas en estructures fixes. Els seguidors que utilitzarem són seguidors de doble eix ja que aconseguim una orientació exactament perpendicular als raigs solars durant tot el dia i amb això una major producció d'energia elèctrica. Aquests seguidors utilitzen el sistema de programació horària, els quals són programables i introdueixen la posició solar durant tot l'any. Són els més utilitzats per la seva fiabilitat, baix cost, i el seu reduït manteniment.



Figura 9. Estructura seguidor solar

Les característiques d'aquest seguidor solar són:

Motor per moviment giratori: 1 kW trifàsic

Pistó pneumàtic, amb compressor incorporat, per al posicionament vertical regulat a partir d'una electrovàlvula de doble efecte.

Estructura en acer galvanitzat en calent

Llargades: altura: 6 metres, longitud: 12 metres

Angle d'inclinació regulable: 0° - 60°

Angle de gir: 300°

Velocitat màxima del vent: 90km/h

Els sensors de posició que durà el seguidor solar seran de tipus inductiu degut a que aquest es trobaran a la intempèrie. Els detectors inductius no tenen problemes de pols ni brutícia.

Els sensors que hi haurà són :

Sensor inductiu extrem màxim esquerra

Sensor inductiu extrem màxim dret

Sensor inductiu posició inicial dia

Sensor inductiu posició final dia

Sensor inductiu posició superior pistó pneumàtic

Sensor inductiu posició inferior pistó pneumàtic

Quan la força del vent sigui superior als 85 Km/h els panells fotovoltaics s'han de posar en posició plana. La força del vent la podrem obtenir a partir d'un anemòmetre digital que ens enviarà impulsos.

Per la posició correcte del sol utilitzarem LDR que són sensors lumínics. Situat a la part superior, inferior, dreta i esquerra, obtindrem les regències de llum.

Amb les LDR comparem la diferència de potencial que reben les quatre cèl·lules situades en sentits oposats i un pel més inclinades. Les LDR ofereixen una resistència variable depenent de la quantitat de llum que hi incideix, estan connectades en sèrie i un voltatge de 12 V. A partir de les dades obtingudes entre els dos sensors, es poden obtenir tres valors diferents:

Voltatge a l'entrada analògica entre 5 i 7 V, significat que les LDR estan reben la mateixa quantitat de llum, la qual cosa significa que les plaques es troben situades perpendiculars al sol, orientació correcte.

Voltatge a l'entrada analògica inferior a 5 V, significat que el sol es troba a un extrem i que cal encarar-se

Voltatge superior a 7 V, significat que el sol es troba situat a l'altre extrem.

Els dos divisors de tensió ens entraran a 2 entrades analògiques.

Un polsador d'emergència situat prop del seguidor, ens aturarà el funcionament en el cas que actuem sobre d'ell en percebre una falla d'importància elevada.

Els actuadors que utilitzarem per al seguidor seran el motor elèctric trifàsic de gir, que el farem moure de dretes a esquerres i els pistons pneumàtic.

Com a pre-activadors, en el cas del motor utilitzarem dos contactes de contactors i pels pistons, dues electrovàlvules de doble efecte.

Per les característiques d'aquest seguidor solar, el dispositiu a utilitzar per aquesta aplicació serà un PLC. El PLC que més bona relació qualitat preu i que satisfà les nostres necessitats serà el Moeller Easy 621 DC TC.



Figura 10. Moeller 621 DC TC

Les característiques tècniques que han fet que ens decidíssim per aquest autòmat són :

Voltatge d'alimentació : 24 V (a través de font d'alimentació)

Potència de dissipació : 3 W

Entrada digitals : 12

Entrades analògiques: 2

Sortides digitals: 6 (sortida relé)

Relotge temps real : Si

Possibilitat connexió diferents mòduls via bus

Element compacte

Pantalla LCD per poder modificar diferents paràmetres i visualitzar-los

4.4.3.1 Programa de l'autòmat

El conjunt d'entrades i sortides de l'autòmat seran:

ENTRADES ANALÒGIQUES	SÍMBOL
Cèl·lules fotovoltaiques horitzontals	CFH
Cèl·lules fotovoltaiques verticals	CFV

Taula 1. Entrades analògiques

ENTRADES DIGITALS	SÍMBOL
Relotge digital autòmat	HORA
Temporitzador cicle escan sol	TM
Sensor inductiu final de dia	SIF
Sensor inductiu inici dia	SII
Sensor inductiu dalt	SID
Sensor inductiu baix	SIB
Sensor inductiu extrem dret	SIED
Sensor inductiu extrem esquerra	SIEE
Anamòmetre digital	AD
Polsador d'emergència	PE

Taula 2. Entrades digitals autòmat

SORTIDES	SÍMBOL
Motor gira a dretes	MD
Motor gira a esquerres	ME
Pistó pneumàtic puja	PP
Pistó pneumàtic baixa	PB
Llum emergència	LLE

Taula 3. Sortides autòmat

Amb aquestes entrades i sortides, s'ha creat els següent Grafset per l'autòmat.

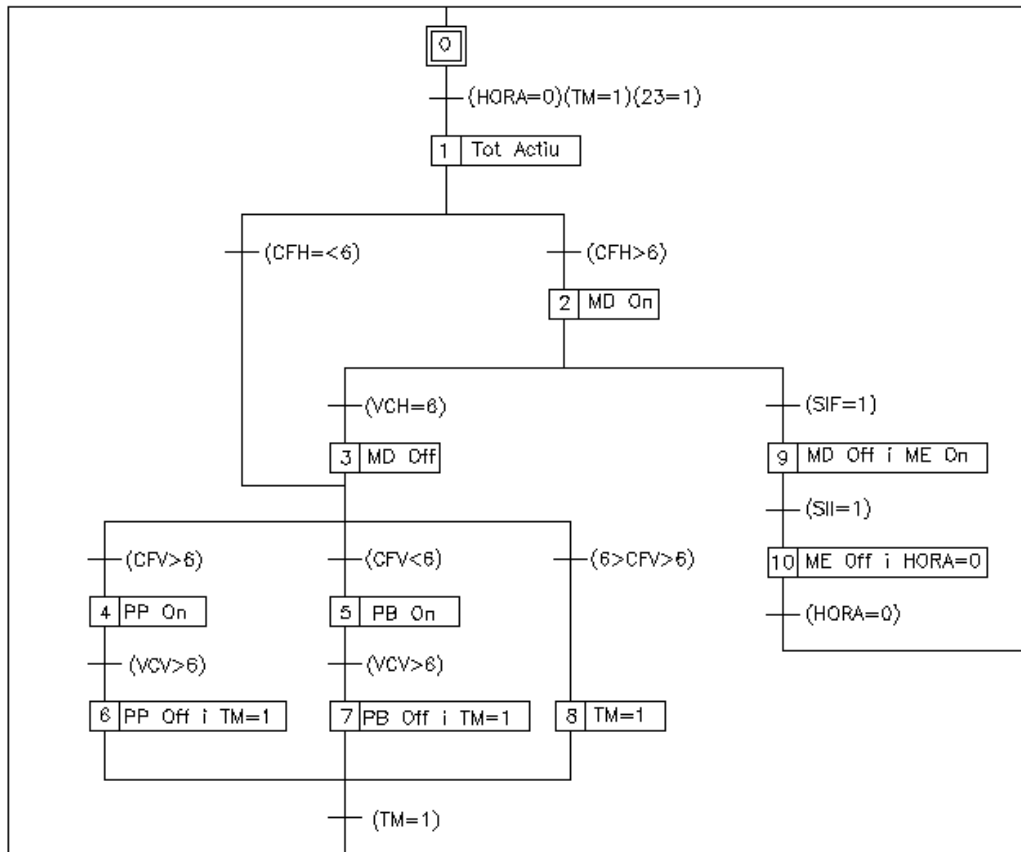


Figura 11. Grafset del funcionament normal

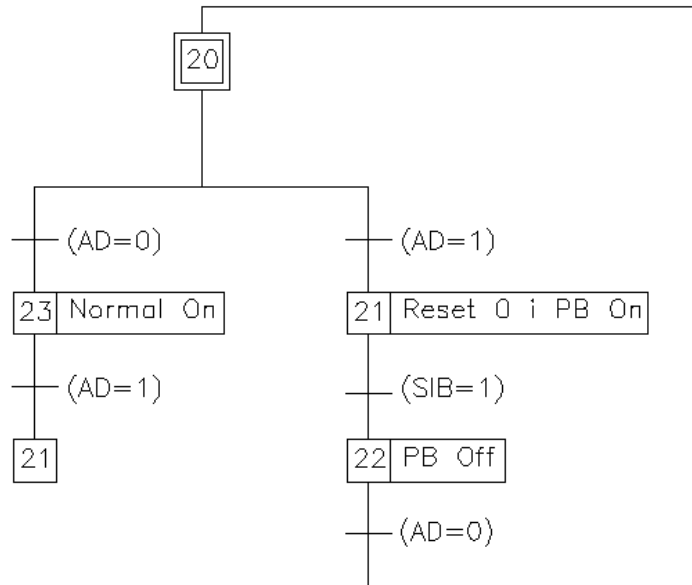


Figura 12. Grafet de funcionament en vent extrem

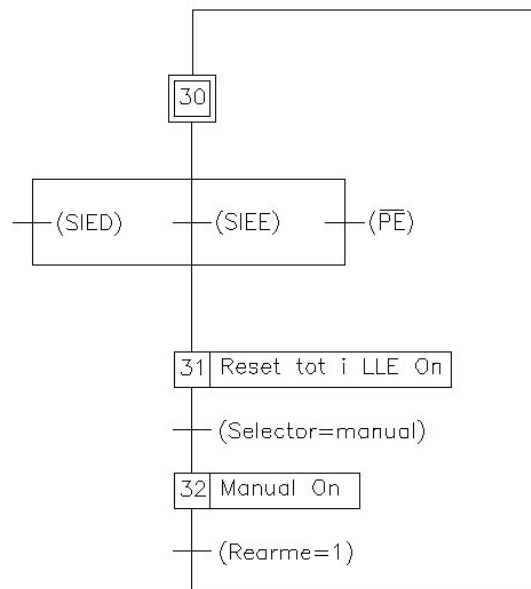


Figura 13. Grafet parada d'emergència

Quan el rellotge digital que porta incorporat l'autòmat marca la hora que nosaltres hem programat com a inici, s'inicia l'activitat en els mòduls fotovoltaics i aquesta acaba quan el sensor inductiu que hi ha situat a l'extrem dret detecta que s'hi ha arribat.

Es disposa d'un timer que el tenim programat a 10 minuts que serà el nostre cicle d'escaneig de la posició del sol. Quan el timer indica que han passat els 10 minuts, l'autòmat escanejarà l'entrada analògica corresponent al divisor de tensió que formen les dues cel·lules fotovoltaiques horitzontals. Si aquesta entrada es superior a 6 volts, significa que el sol està situat més a la dreta de la nostra situació actual. Així que s'activarà la sortida que fa anar el motor cap a la dreta fins que a l'entrada analògica hi hagin exactament 6 volts, la qual cosa significa que els panells estan situats perpendiculars al sol. Si mentre es mou a la dreta arribem al sensor inductiu, automàticament situarem el panell fotovoltaic a la posició d'inici de dia. En el cas que encara no s'hi hagués arribat, aniríem a verificar si la posició vertical és la correcta. Per fer-ho, ho faríem d'igual forma que hem fet amb la posició horitzontal, miraríem si al divisor de tensió corresponent a les cel·lules fotovoltaiques verticals hi tenim una tensió de 6 volts. En cas que sigui superior, donaríem ordre al pistó pneumàtic que pugés fins que a l'entrada analògica hi hagués un voltatge de 6 volts, i en cas que fos inferior, donaríem ordres de baixar fins que el voltatge fos de 6 volts.

Un cop fet el posicionament vertical, activem el timer a 10 minuts, que un cop aquest arribi a 0, tornaríem a fer el cicle de posicionaments.

Aquesta estructura explicada és la principal, tot i que depèn de dues altres que són les parades d'emergència i el funcionament en el cas de vent excessiu.

En el cas que l'anemòmetre digital detecti que sobre passem un nivell de vent determinat, automàticament dona ordre al pistó pneumàtic de situar-se el més baix possible, fent que el generador fotovoltaic quedi completament horitzontal per reduir el màxim la força del vent.

Un altre cas importat són els funcionaments d'emergència. En tenim dos casos diferents. Un primer cas es donaria en el moment que l'usuari premés el polsador de parada d'emergència, en aquest cas, els actuadors es pararien automàticament ja que això significa que el comportament del sistema no és l'adequat. Els segon cas de parada d'emergència es donaria quan per raons no desitjades el generador fotovoltaic no detecti el sensor inductiu de final de dia o d'inici. Això es detecta ja que després d'aquests s'ha

col·locat un sensor inductiu a l'extrem que pararia tota la instal·lació en el cas que detectés alguna anomalia.

4.4.4 Cablejat

Dimensionat dels conductors de la instal·lació.

Realitzarem els càlculs de les seccions de cada tipus de conductors. En aquesta tipus d'instal·lació només hi haurà dos tipus de conductors: els que aniran des dels mòduls captadors fins als inversors i els que aniran des dels inversors fins a cada una de les fases de la xarxa general de baixa tensió.

Els noms que els hi assignarem a cada un dels dos tipus seran els següents:

Línia captadora (LC).

Línia distribució (LD).

Les seccions del conductors es calcularan de la forma següent tot considerant la conductivitat del material com a 56 (coure):

$$Secció = \frac{2 \times P \times L}{\eta \times V \times \Delta V} \quad (\text{Eq.1})$$

4.4.4.1 Línia captadora (LC)

Tipus de circuit : monofàsic

Potència màxima : 10,35 kW

Tensió màxima : 750 V

$$I = \frac{P_{\text{màx}}}{V_{\text{màx}}} \quad (\text{Eq.2})$$

Intensitat de línia = 13,8 A

Longitud màxima = 65 m

Caiguda de tensió admissible segons reglament (no pot superar el 1 % de la tensió màxima): 7,5 V

Secció resultant : 4,25 mm²

Per tant tindrà una secció : 6 mm². Degut a que aquest conductor anirà en mànega de PVC, la intensitat màxima del cable serà de 32 A.

4.4.4.2 Línia distribució (LD1) :

Tipus de circuit : trifàsic

Factor de potència $\cos \varphi = 1$

Potència màxima : 10 kW

Tensió màxima : 230 V (ac)

Intensitat de línia = 25 A

Longitud màxima = 30 m

Caiguda de tensió admissible segons reglament (no pot superar el 1 % de la tensió màxima): 2,30 V

$$Secció = \frac{2 \times P \times L}{\eta \times V \times \Delta V} \quad (\text{Eq.3})$$

Per tant la secció serà de 4,32 mm²

Per tant tindrà una secció : 6 mm². Degut a que aquest conductor anirà en mànega de PVC, la intensitat màxima del cable serà de 32 A.

4.4.5 Conductors de presa de terra

La connexió de toma a terra de la instal·lació la realitzarem tenint en compte la instrucció tècnica complementària ITC-BT 18 del REBT. Pels diferents tipus de conductors tindrem les següents seccions del conductors de toma a terra:

Línia captadors = 10 mm²

Línia distribució = 6 mm²

Simultàniament, també es disposarà un conductor connectat a tots aquells elements metàl·lics que són o puguin arribar a ser susceptibles de generar massa amb una secció de 4 mm². Així doncs, la connexió de toma a terra final serà d'un conductor de coure aïllat amb una secció de 16 mm² cap a on desembocaran tots els conductors de toma de terra anteriors, i que s'unirà a la línia principal de toma de terra de la instal·lació de consum de l'empresa en qüestió. En tots els punts de la instal·lació, la resistència del sistema de posta a terra, garantirà que cap massa pot donar contactes superiors a 50 V.

4.4.6 Proteccions.

Els elements de protecció que disposarem en la instal·lació dependran directament de les condicions de funcionament i de les característiques pròpies de cada conductor. Tot i així, totes i cada una d'elles haurà de complir el plec de condicions elèctric que compona aquest projecte, en el que s'estableixen les seves propietats així com el nivell de seguretat que han de complir les caixes que els continguin. Els elements de protecció aquí anomenats i que utilitzarem en la instal·lació són de la casa comercial MERLIN GERIN.

4.4.6.1 Línia captadora (LC)

Fusible a la desconexió: disposarem un fusible de 30 A i 800 V per a protegir tant el conductor com l'inversor en front de possibles sobrecàrregues ja que la corrent màxima de entrada de l'inversor és de 32 A, en front de situacions de sobrecàrrega.

4.4.6.2 Línia distribució (LD)

Magnetotèrmic automàtic bipolar: per a protegir aquest tipus de conductors de possibles casos de sobreintensitats, disposarem un magnetotèrmic de la gamma industrial de tipus bipolar de 32 A per a garantir un nivell de seguretat mínima .

Interruptor diferencial: tal i com s'especifica en el reglament electrotècnic, aquest element haurà de ser de màxima sensibilitat (30 mA) i amb un temps màxim a desconexió en cas de contacte indirecte de 0,02 segons. També haurà de garantir que en l'hipotètic cas en que aquest contacte indirecte es produís, la tensió màxima circulant no sobrepassi els 50 V. D'acord al tipus de funcionament d'aquest tipus de conducció, aquest element haurà de ser amb un calibratge de 25 A.

5. SISTEMA D'ALIMENTACIÓ ININTERRUMPUT (SAI) MODE FOTOVOLTAIC

5.1 Introducció a les instal·lacions fotovoltaïques aïllades.

Una instal·lació d'energia solar fotovoltaica aïllada permet l'aprofitament de l'energia solar per a la producció d'electricitat en llocs a on no hi arriba la xarxa elèctrica convencional. En el nostre cas, el que farem serà utilitzar aquesta idea per crear un sistema d'alimentació ininterromput. A diferència dels SAI convencionals, a on l'autonomia d'aquest no passa dels 8 minuts, és que el nostre sistema tindrà una autonomia per 2 hores.

A diferència de l'energia en el cas d'aïllada respecte a la connectada a xarxa és que l'energia solar incident sobre els mòduls fotovoltaïcs és transformada en energia elèctrica per efecte fotoelèctric, i posteriorment emmagatzemada en unes bateries fins al moment del seu consum. El consum d'energia elèctrica pot realitzar-se tant en corrent continu com en corrent altern, segons es desitgi. Per realitzar el consum d'energia elèctrica en corrent altern només és necessari afegir un element a la instal·lació bàsica que consisteix en un inversor o convertidor de corrent continu en corrent altern.

Una instal·lació fotovoltaica, en absència de radiació solar i de demanda d'energia per a consum, es troba aturada. Si en aquest estat alguna càrrega de consum entra en funcionament, les bateries s'encarreguen de satisfer la demanda d'energia. L'energia proporcionada per les bateries és en corrent continu i l'inversor és el dispositiu que s'encarrega de convertir-la a corrent altern (50 Hz) i d'eleva la seva tensió a 230 V. En situació de sol i demanda d'energia per a consum, aquesta demanda se satisfà directament de l'energia produïda pel camp fotovoltaic, i en les ocasions en les quals la demanda supera la producció fotovoltaica, aquesta se satisfà també a partir de l'energia emmagatzemada a les bateries. Mentre hi hagi radiació solar, l'energia elèctrica generada pel camp fotovoltaic continuarà sent emmagatzemada a les bateries.

5.2 Instal·lació del SAI fotovoltaic de 2 kW

Degut a que ja disposem d'una instal·lació fotovoltaica, tot i que connectada a xarxa, ens aprofitarem de que ja tenim captadors solars doncs per alimentar una bateria, perquè, en el cas de que, ens falli la alimentació general, puguem tenir una línia de 230 V per poder alimentar els aparells que en el seu moment sigui necessaris. La potència que hem estimat

necessària és de 2 kW de potència i es calcularà perquè la durada d'aquest subministrament sigui de com a mínim de 2 hores.

Els components d'aquesta instal·lació fotovoltaica d'emergència seran:

Panells solars

Regulador

Bateria

Inversor

Contactador de commutació

5.2.1 Panell solar

Per aquesta instal·lació d'emergència, utilitzarem els panells que tenim a un dels grups generadors de 10 kW per a la producció d'energia per a vendre a la xarxa. Degut a que la potència d'emergència serà tan sols de 2 kW, no utilitzarem tots els panells, sinó que n'utilitzarem menys.

Per la nostra instal·lació de 2 kW necessitem 7 panells. El que farem serà punxar en una de les cadenes de 14 panells que tenim en sèrie per la meitat.

5.2.2 Regulador

L'energia surt de les plaques en forma de corrent continu passant pel regulador, que té la funció de protegir els acumuladors contra la sobrecàrrega i la descàrrega excessiva. En cas de sobrecàrrega, posa les plaques en curtcircuit i talla el pas de corrent cap als acumuladors. En cas de descàrrega excessiva, avisa al consumidor mitjançant una alarma (que indica que la tensió dels acumuladors comença a baixar per sota dels nivells de seguretat) o bé talla el subministrament si el consum continua sense que hi hagi prou càrrega. Últimament estan sortint altres reguladors més avançats que fan altres funcions: seleccionar el tipus de càrrega que s'ha de fer a les bateries (càrrega a fons o bé carrega en flotació) i el voltatge que s'ha de mantenir en funció de la temperatura, fer el seguiment del punt de màxima potència, etc. El subsistema de regulació no solament permet aprofitar al màxim l'energia subministrada per les plaques, sinó que a més és essencial per a garantir una bona protecció i utilització de les bateries.

El model del regulador s'escull en funció de la intensitat, degut a que nosaltres tenim 7 plaques de 5,1 A cada una, això vol dir que el nostre regulador ha de poder suportar una intensitat de 36 A.

El regulador que satisfà les nostres necessitats és de casa Steca el model Tarom 245.



Figura 14. Regulador Steca Tarom 245

Les característiques tècniques que han fet que ens decidíssim per aquest model són:

Tensió del sistema: 12/24 V

Màxima intensitat de curtcircuit a l'entrada del mòdul: 45 A

Màxima intensitat de sortida del consumidor: 45 A

5.2.3 Bateria.

Com que les hores del dia en què les plaques fotovoltaïques generen electricitat corresponen al període de consum més baix i en canvi a la nit, quan no es produeix electricitat, sol haver-hi el consum més elevat, cal acumular-la. Les bateries són una manera força eficient de fer-ho. Els tipus de bateries més emprades en instal·lacions fotovoltaïques són les de plom-àcid, encara que en algunes aplicacions molt específiques s'utilitzen a vegades les de níquel-cadmí (Ni-Cd), més cares que les primeres.

La capacitat de la bateria (o quantitat de corrent que es pot extreure d'una bateria totalment carregada, fins assolir la seva descàrrega total) es mesura en amper-hora (Ah), i es troba condicionada per la temperatura i, sobretot, pel règim de descàrrega. Per aquest motiu, per expressar la capacitat nominal d'una bateria se n'ha d'especificar el temps (hores que es fa durar la descàrrega).

Per saber la quantitat d'energia (kWh) que pot contenir la bateria cal multiplicar la capacitat en Ah per la tensió nominal (V) a que treballa la bateria.

Dels tipus de bateries existents, els sistemes fotovoltaïcs utilitzen majoritàriament bateries de tipus estacionari, de plom-àcid sense calci i amb baix contingut d'antimoni i seleni.

Aquestes bateries ofereixen actualment el màxim nivell de prestacions pel mínim cost. El vas de les bateries sol ser transparent o translúcid (imprescindible per al manteniment del nivell d'electròlisi) i amb capacitat d'electròlit sobrera, per reduir la freqüència de la reposició d'aigua. També tenen un espai suficient per al dipòsit de sediments, per sota les plaques.

Aquestes bateries es diferencien clarament de les d'encesa (bateries de vehicles) que aguanten pocs cicles i disposen de poca matèria activa, i de les de tracció, que si bé admeten cicles de descàrrega profunds i freqüents, consumeixen més aigua i necessiten més manteniment.

Per seleccionar un model de bateria cal tenir en compte la seva capacitat per a un temps de descàrrega fixat, així com la seva durada estimada de vida, mesurada en cicles.

El cicles d'una bateria s'entenen com el nombre de vegades que una bateria segueix un procés de descàrrega i de càrrega. Com més nombrosos siguin aquests cicles i com més intensos, més repercuteixen negativament sobre la capacitat real de la bateria.

De la forma següent en traurem quin serà el nostre nivell de Ah.

$$CBateria = \frac{Ed}{Usistema} \times R \times F \times V \quad (\text{Eq.3})$$

Següent:

CBateria = Capacitat de la bateria

Ed = Energia consumida al dia, 4 kW

Usistema = Tensió del sistema, 12 V

R= Autonomia del sistema, 2 hores, 2/12 parts de dia

F= Pèrdues del sistema, 20%

V = Profunditat de descàrrega, 50%

D'aquí en traquem que la nostra bateria necessitat tindrà una capacitat de 80 Ah.

La bateria que satisfà les nostres necessitats és el model DRYFIT Solar 84, de la casa Sonnenschin.



Figura 15 . Bateria Sonnenschein Dryfit

Les característiques de funcionament d'aquesta bateria són:

Capacitat (Ah, 100h): 85 A

Voltatge de funcionament: 12 V

Nº de cicles de descàrrega: 1000

Profunditat màxima de descàrrega: 80 %

5.2.4 Inversor

El funcionament d'aquest inversor és exactament el mateix que s'havia descrit en l'apartat d'instal·lacions connectades a xarxa. La diferència entre un i altre es troba en la potència que ha de suportar i al voltatge en alterna al qual es vol transformar el voltatge en contínua que rebem.

En el cas d'aquesta instal·lació de emergència la potència que ha de suportar és de 2 kW i volem que el voltatge de sortida sigui de 230 V.

Per les necessitats de treball, l'inversor que utilitzarem serà el model Phenix 12/2500 de la casa Victron.



Figura 16. Inversor Victron Phoenix

Les principals característiques tècniques d'aquest inversor són :

Potència : 2500 W

Tensió de bateria : 12 V

Voltatge de sortida: 230 amb tolerància del 2 %

Freqüència de sortida: 50 Hz amb tolerància del 0,05 %

Forma d'ona sinusoidal pura a la sortida

Rendiment: 95 %

5.2.5 Contactor de commutació

Aquest és l'element més importat per disposar d'un sistema d'emergència que en el cas de que falli el subministrament elèctric, aquest es restableixi immediatament. De tots els aparells que es vol tindrà sempre connectat a xarxa, l'ordinador és el que més ens preocupa de que no li falli mai la corrent. El motiu pel qual el tancament ha de ser immediat és perquè si el client està treballant amb ell, una falta d'alimentació podria fer que es perdés un volum considerable de dades amb la qual cosa es poden perdre ordres de reserva o de reprovionament.

Degut a que l'ordinador té una font d'alimentació, formada entre d'altres components per condensadors, aquest en el cas de falla de subministrament, no s'apaga automàticament sinó que tarda un petit període. Aquest interval es troba entre 50 i 60 ms. Aquest petit període és el que ens dona temps a poder fer la connexió al sistema d'alimentació d'emergència.

Per fer la commutació, utilitzarem un sistema no electrònic, sinó que utilitzarem un contactor. El contactor estarà alimentat a la xarxa d'alimentació principal, així, mentre hi ha corrent, la bobina d'aquest es manté alimentada, però quan hi ha una falla la bobina deixa d'estar alimentada i els contactes que estaven en NO passen a estar tancats. Aprofitat aquest funcionament, fem la commutació.

El contactor que utilitzarem és el LC1 – K1201 (M7)



Figura 17. Contactor LC1 – K1201

Les característiques tècniques d'aquest contactor són :

Temps d'operació :

Pas de NO a NC : 15 – 25 ms

Pas de NC a NO : 5 – 15 ms

Voltatges de treball : 230/400 V

Potència màxima : 3 kW

Nº cicles d'operació : 3600

6. ÉSTUDI ECONÒMIC DE LA INSTAL·LACIÓ CONNECTADA A XARXA

Al projecte s'hi descriuen dues instal·lacions una dedicada exclusivament a treure rendiment econòmic, la connectada a xarxa, i una altra a donar cobertura en cas de necessitats energètiques.

L'estudi econòmic es farà a la instal·lació fotovoltaica connectada a xarxa ja que és aquesta la que té un perfil més d'inversió.

A continuació es presenten tres formes d'amortitzament de la instal·lació fotovoltaica connectada a xarxa. Degut a que l'inversió inicial és de 200.0000 euros, s'haurà de demanar un préstec al banc. En aquest estudi, hi ha descrites quatre formes diferents de fer-ho, depenent dels anys a que voldré retornar el préstec.

ANYS DE DEVOLUCIÓ	QUOTA BANC MENSUAL	QUOTA BANC ANUAL	BENEFICI BRUT INSTAL·LACIÓ	BENEFICI NET INSTAL·LACIÓ
10	2.227,38	26.728,56	20.434,00	-6.294,56
15	1.660,67	19.928,04	20.434,00	505,96
20	1.385,91	16.630,92	20.434,00	3.803,08
25	1.227,64	14.731,68	20.434,00	5.702,32

Taula 4. Balanç estudi econòmic

El càlcul està basat en un interès del 5%.

7. TRÀMITS ADMINISTRATIUS PER A LA VENDA D'ENERGIA FOTOVOLTAICA A LA COMPANYIA ELÈCTRICA

7.1 Marc administratiu

El Reial Decret 1663/2000 de 29 de setembre, sobre connexió d'instal·lacions fotovoltaïques a la xarxa de baixa tensió, que estableix les condicions administratives i tècniques bàsiques complementa el Reial Decret 2818/98, de 23 de desembre, sobre producció d'energia elèctrica per instal·lacions proveïdes per recursos o fonts d'energies renovables, residus i cogeneració. Aquestes dues normes configuren el marc legal per a la connexió a xarxa d'instal·lacions fotovoltaïques.

A part d'aquests Reials Decrets, tota instal·lació fotovoltaica per connexió a xarxa, ja d'estar subjecta a la resolució DGPEM 31-5-2001 sobre el model de contracte, facturació i esquema de la instal·lació.

Una instal·lació ha de portar un informe CNE 4-3-2004 sobre agrupacions d'instal·lacions en el cas que la potència a instal·lar sigui inferior a 5kW i en el cas que sigui superior a aquesta potència però inferior a 100 kW, l'informe seria el CNE 19-5-2005.

Com a tota instal·lació elèctrica aquesta ha d'estar sota les normes del Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió així com el d'alta en el cas que la potència així ho demanes.

7.2 Òrgans administratius i tràmits

L'Ajuntament de la població a on irà la instal·lació

Llicència d'obres

Empresa Elèctrica Distribuïdora

Connexió a xarxa: sol·licitud d'un punt de connexió, sol·licitud de connexió de proves i solitud de punt de connexió definitiu.

Contracte de compra venda: sol·licitud de la firma del contracte

Òrgan Competent (Direcció Provincial o General d'indústria de la Comunitat Autònoma)

Legalització de la instal·lació: autorització administrativa prèvia, certificat de instal·lació elèctrica, acte de posada en servei

Règim Especial: inscripció provisional i definitiva en el Registre de instal·lacions Productores en Règim Especial.

7.3 Procediment administratiu per la connexió a xarxa

Els tràmits per a la connexió a la xarxa s'inicien quan el titular sol·licita de l'administració autonòmica d'energia inscriure la instal·lació fotovoltaica en el Registre Especial de Producció Elèctrica. Aquest pas és previ per a després dirigir-se a l'empresa distribuïdora d'electricitat a què pertany l'usuari i sol·licitar el punt i condicions tècniques de connexió, aportant l'informe de la instal·lació.

Un mes després, l'empresa distribuïdora notifica al sol·licitant la seva proposta sobre el punt i condicions de connexió

En cas de discrepància, l'Administració competent resoldrà en un termini màxim de tres mesos des que li fos sol·licitada la seva intervenció.

El titular de la instal·lació i l'empresa distribuïdora subscriuen un contracte pel qual es regeixen les relacions tècniques i econòmiques entre ambdós. L'empresa distribuïdora té l'obligació de subscriure el contracte en el termini d'un mes des de la sol·licitud per part del titular. Qualsevol discrepància, serà resolta per l'Administració competent en el termini màxim d'un mes des que li fos sol·licitada la seva intervenció.

Una vegada realitzada la instal·lació, subscrit el contracte i tramitat el butlletí de superació de les proves de la instal·lació (realitzades per l'instal·lador autoritzat), el titular podrà sol·licitar la connexió a la xarxa a l'empresa distribuïdora.

L'empresa distribuïdora podrà verificar tots aquells elements que afectin a la regularitat i seguretat de subministrament, pel que podrà cobrar al titular els drets previstos en la normativa vigent (en l'actualitat, no hi ha res establert per a les instal·lacions fotovoltaïques i a la pràctica algunes empreses elèctriques no cobren gens per la verificació, i d'altres, reclamen poder cobrar el mateix preu que es cobra a les instal·lacions de cogeneració.

Al cap d'un mes de la sol·licitud de connexió, si l'empresa distribuïdora no oposa objeccions, el titular podrà efectuar la connexió amb la xarxa de distribució.

En cas de disconformitat, l'Administració competent realitzarà les inspeccions precises i resoldrà en un termini màxim d'un mes des que li fos sol·licitada la seva intervenció.

8. RESUM DEL PRESSUPOST

El present projecte compost per l'instal·lació d'energia fotovoltaica a xarxa amb seguidor solar governat per un autòmat programable, un sistema d'adquisició de dades per visualitzar el rendiment de la instal·lació, l'estudi econòmic d'aquesta i un sistema d'alimentació ininterromput puja a la quantitat de cent setanta quatre mil vint-i-tres euros amb trenta dos cèntims d'euro sense IVA.

9. CONCLUSIONS

Els objectius d'aquest projecte eren el disseny d'una instal·lació fotovoltaica connectada a xarxa que fos capaç de produir la mateixa quantitat d'energia que consumeix la casa de colònies a on es troba ubicada. A més, es volia que la instal·lació fos amb seguidors solars ja que així es millora el seu rendiment. Amb l'autòmat utilitzat aconseguim aquest seguiment.

Degut a que es tracte d'una inversió, es volia poder monitoritzar els paràmetres elèctrics ja que una falla en el sistema comporta una pèrdua de guanys. Un software associat a l'inversor ens garanteix aquesta monitorització.

A més tenim un sistema ininterromput de 2 kW de potència a 230 V. A partir d'una bateria carregada a través d'un inversor. Aquesta bateria donarà alimentació quan hi hagi una falla en el subministrament general. Al tractar-se d'una casa de colònies la opció a tindre corrent en cas de falla és molt interessant en el suposat cas de necessitar-la per una emergència.

La legislació actual, afavoreix el consum d'energies renovables obligant a les companyies elèctriques a comprar tota la energia generada, en un termini no inferior a 25 anys, a un preu molt més elevat que no pas l'energia que ells subministren. Això ha fet que invertir en energia fotovoltaica hagi esdevingut una inversió.

A part de les avantatges econòmiques, l'ús d'energies renovables, i en aquest cas la energia fotovoltaica, reduïm les emissions de contaminants a l'atmosfera i al mateix temps dona una excel·lent imatge davant els clients.

Isaac Arimany i Ventura

Enginyer Tècnic Industrial especialitat Electrònica Industrial

Bescanó, 10 de juny de 2007

10. RELACIÓ DE DOCUMENTS

Aquest projecte consta de 5 documents:

El primer correspon a la memòria i és a on s'explica el funcionament de l'energia fotovoltaica i les instal·lacions que la utilitzen

El segon document consisteix en els plànols

El tercer document és el plec de condicions que especifiquen la correcta aplicació del projecte.

El quart document és l'estat d'amidaments, que és a on es quantifica el material necessari per a realitzar les diferents fases del projecte.

El cinquè i últim document és el pressupost que ens indica el preu de referència per a l'execució de l'obra.

11. BIBLIOGRAFIA

AMIDATA S.A RS Online. (<http://amidata.es/cgi-bin/home>, 15 de maig de 2007)

BP SOLAR. (<http://www.bp.com/modularhome.do?categoryId=4310>, 19 de maig de 2007)

COLEGI D'ENGINYERS TÈCNICS DE GIRONA. Curs d'energia fotovoltaica, càlcul i disseny. Girona. 2007

MINISTERI D'INDUSTRIA I ENERGIA. Reglament electrotècnic de baixa tensió i instruccions tècniques complementàries. Ministeri d'Indústria i Energia. Madrid. 2002

SCHNEIDER ELECTRIC. Manual teòric – pràctic d'Instal·lacions en baixa tensió. Barcelona. 2004

WAGNER-SOLAR. (<http://www.wagner-solar.com/wagnerES/SS/07/index.php?navid=89>, 29 de maig de 2007)

A. CÀLCULS

A.1 Càlcul de la previsió de càrrega

Per fer la previsió s'ha fet desglossant l'edifici per cada una de les plantes. Aquest edifici consta de 2 plantes de habitacions, una que és el hall, la cuina, el menjador i una sala d'estar i per acabar una planta soterrani a on hi podem trobar la bugaderia.

Aquest edifici té una connexió a la xarxa de Gas Natural, amb el que fa que tingui la calefacció no elèctrica. A la cuina, s'ha intentat que la majoria d'aparells funcionin a gas natural. El fet que la calefacció no sigui per resistències elèctriques i que el forn també no sigui elèctric, rebaixa considerablement el consum elèctric.

Degut a que es tracta d'una instal·lació singular, la previsió de llum es farà individualment per aquesta instal·lació. Tant les potències estimades com els coeficients de simultaneïtats utilitzats, han estat consensuats depenent de les hores de funcionament que el propietari ha estimat.

Per fer la previsió de llums, s'ha fet una previsió de quins serien els possibles punts de llum. A la planta podem trobar diferents potències de bombetes, al bany, la potència serà molt més superior que la que ens podem trobar a les habitacions. Com que és una previsió, pot ser que al final hi ha un número més elevat de punts de llum. Veient totes aquestes variables s'ha decidit fer una mitjana per a tots els punts de llum. S'ha estimat que es deixarà previst 100 W per punt de llum.

Degut a que no tots els punts de llum funcionaran a la vegada, s'ha aplicat un factor de simultaneïtat. Aquest valor és estimat i degut a que es tracta d'un establiment hotelier i que els clients solen ser descuidats amb l'estalvi energètic, s'ha escollit alt. El coeficient de simultaneïtat escollit pels punts de llum és de 0,9.

Per la previsió de potència dels endolls, degut a que es tracta d'un establiment hotelier i que els aparells a endollar variaran segons la clientela que vingui, s'ha escollit una potència fixa per les dues plantes d'habitacions. La potència escollida ha estat de 2,2 kW de potència per planta.

La potència de la planta baixa, a part de la previsió dels punts de llum i de la potència que es preveu per els endolls, s'ha hagut de tenir en compte la potència que es preveu pels electrodomèstics de la cuina.

A la cuina, s'han tingut en compte els electrodomèstics que disposen d'una presa de corrent fixa ja que els que no els cal, ja es tenen en compte en la previsió de potència pel endolls. Els electrodomèstics seran, el forn, microones, el rentaplats, el frigorífic i la nevera. Degut a que la utilització d'aquests no serà simultània, s'hi ha aplicat un coeficient de simultaneïtat de 0,85.

A planta soterrani s'hi troba la bugaderia. Aquesta bugaderia al tenir que rentar força sovint degut a que es tracta d'un establiment hotelier tindrà els electrodomèstics de força potència. En aquesta bugaderia hi haurà una rentadora, una assecadora i una planxa. Degut a que no hi haurà simultaneïtat en l'ús dels electrodomèstics s'hi ha aplicat un factor de simultaneïtat de 0,8. A banda de la potència dels electrodomèstics, s'ha previst una potència per la il·luminació i per la línia d'endolls.

Degut a que és un edifici amb quatre plantes, es fa necessari la previsió de potència per un ascensor. Aquest ascensor no serà de molta potència ja que no són moltes les plantes ni moltes les persones que l'utilitzaran a la vegada. Per l'ascensor s'ha optat per la previsió d'un ascensor de 5 kW de potència. Aquesta potència ja inclou la il·luminació del fossar.

Sumades totes les potències previstes, s'hi ha aplicat un últim coeficient de simultaneïtat, en aquest cas general, a part de la simultaneïtat aplicada per la utilització puntual, els diferents grups de potència no aniran a la vegada. El coeficient de simultaneïtat general aplicat a aquest edifici és de 0,8.

Un cop aplicats els coeficients de simultaneïtats i sumades les potència que se'n deriven d'elles, ens dona que la nostra casa de colònies tindrà una potència prevista de 27,760 kW de potència.

Per fer els càlculs de l'instal·lació d'energia solar fotovoltaica la potència que voldrem obtenir serà de 30 kW de potència. Aquest arrodoniment, en permetrà facilitar-nos molt els càlculs i poder dividir la instal·lació en 3 generadors fotovoltaics de 10 kW cada un.

PLANTA SEGONA	24 punts de llum (100W)	2.400,00	W
	Índex simultaneïtat	<u>0,90</u>	
		2.160,00	W
	Endolls	2.200,00	W
		4.360,00	W

Taula 5. Potència planta segona

PLANTA PRIMERA	25 punts de llum (100W)	2.500,00	W
	Índex simultaneïtat	<u>0,90</u>	
		2.250,00	W
	Endolls	2.200,00	W
		4.450,00	W

Taula 6. Potència planta primera

PLANTA BAIXA	31 punts de llum (100W)	3.100,00	W
	Índex simultaneïtat	<u>0,90</u>	
		2.790,00	W
	Forn	3.500,00	W
	Microones	1.500,00	W
	Nevera	1.000,00	W
	Frigorífic	<u>800,00</u>	W
		6.800,00	W
	Índex simultaneïtat	<u>0,85</u>	
		5.780,00	W
	Endolls	2.200,00	W
		10.770,00	W

Taula 7. Potència planta baixa

PLANTA SÒTAN	8 punts de llum (100W)	800,00	W
	Índex simultaneïtat	<u>0,90</u>	
		720,00	W
	Rentadora	3.500,00	W
	Secadora	3.500,00	W
	Planxa	<u>2.000,00</u>	W
		9.000,00	W
	Índex simultaneïtat	<u>0,80</u>	
		7.200,00	W
	Endolls	2.200,00	W
		10.120,00	W

Taula 8. Potència planta soterrani

GENERAL	Ascensor	5.000,00	W
----------------	----------	----------	---

Taula 9. Potència equips generals

TOTAL	Planta segona	4.360,00	W
	Planta primera	4.450,00	W
	Planta baixa	10.770,00	W
	Planta soterrani	10.120,00	W
	General	5.000,00	W
		<u>34.700,00</u>	W
	Índex simultaneïtat	0,80	
		27.760,00	W

Taula 10: Potència planta segona

A.2 Càlcul de la instal·lació fotovoltaica per connexió a xarxa

A.2.1 Introducció

La instal·lació solar fotovoltaica que es vol fer es de 30 kW de potència. Degut a que fer un panells per aquesta potència és inviable, s'ha optat per dividir la instal·lació en 3 blocs de panells solars de 10 kW de potència cada un.

Com que els tres conjunts seran idèntics, es farà el càlcul per un sol i en acabat es triplicaran els resultats obtinguts.

A.2.2 Càlcul del número de panells totals

La potència a obtenir és de 10 kW. Com que utilitzem panells solars BP 7185 que dona una potencia de 185 W per mòdul, obtenim que:

Necessitem 54 panells fotovoltaics com a mínim.

A.2.3 Càlcul del número de panells en sèrie i en paral·lel

La col·locació d'aquest 54 panells, no es pot fer aleatòriament, sinó que hem de seguir una estructura que faci que l'inversor escollit, treballi dins dels seus paràmetres de funcionament. L'inversor escollit, l'Igecon Sun 10, té un rang de treball que van de 330 a 750 V. Aquesta variació de voltatge s'obté depenent del voltatge que estigui subministrant el panell. El rang de voltatges del panell van de 35 volts quant treballa a una temperatura de 70°C i de 48 volts quant treballa a una temperatura de 0°C.

Com que els voltatges dels panells en sèrie es sumen, hem de mirar que quan treballem en les condicions que els panells donen el menor voltatge aquest sigui més gran de 330 volts perquè l'inversor comenci a generar i que quan treballem en les condicions que els panells noten el màxim voltatge, aquest no superi 750 volts que és el màxim voltatge admissible de l'inversor.

El número de panells ens sèrie que en les pitjors condicions, superen els 330 V són 10 panells.

El número de panells en sèrie que en les millors condicions no superen els 750 V són 15 panells.

Sabent aquest valors, hem d'elegir el número que més ens convingui depenent de les nostres necessitats de disseny. En el nostre cas, utilitzarem una configuració de 14 panells en sèrie.

Un cop elegida la configuració en sèrie, només ens caldrà anar agafant tantes sèries en paral·lel necessitem com per obtenir el nombre de panells calculats.

En els nostre cas agafarem 4 cadenes de 14 panells en sèrie.

A.2.4 Característiques de la nostra instal·lació

En total tindrem un muntatge compost per

Número total de panells : 56

Número de panells en sèrie: 14

Número de cadenes en paral·lel: 4

Potència obtinguda: 10,35 kW

A.3 Estudi del rendiment

A.3.1 Índex de radiació

Com s'ha comentat anteriorment a la Memòria, en el capítol 2.1.6 que fa referència a Radiació Solar, existeix l'Atlas de radiació solar. Aquest és una eina útil per saber els índex de radiació que disposarem a la zona a on tenim previst posar la nostra instal·lació fotovoltaica. La següent taula ens mostra mes per mes quin serà el nostre índex de radiació. Aquest valors indiquen la quantitat d'energia elèctrica en kWh podríem arribar a produir amb un captador solar de 1 m² i per dia.

Aquest índex de radiació varien depenent de quin tipus sigui la instal·lació a la que estan referenciada. En el nostre cas, que és una instal·lació de doble eix, aquests índex són els màxims que podem assolir, a partir d'aquest, anirien disminuint en funció del sistema de captació que s'utilitzi. Darrera del sistema de seguiment sobre dos eixos vindria el sistema de seguiment sobre d'un sol eix, darrera d'aquest vindrien els sistemes fixos a on la inclinació de 35° seria la més productiva i a mesura que ens anéssim separant d'aquesta, el nivell de captació també ho faria.

	kWh/m²*dia	kWh/m²*mes
Gener	3,61	111,94
Febrer	6,91	193,35
Març	7,27	225,43
Abril	7,87	236,18
Maig	8,42	261,06
Juny	9,32	279,55
Juliol	9,59	297,38
Agost	8,59	266,22
Setembre	7,34	220,61
Octubre	6,08	188,55
Novembre	3,41	102,36
Desembre	3,13	65,94
TOTAL ANUAL		2.448,57

Taula 11. Índex radiació anual

A.3.2 Energia obtinguda per la nostra instal·lació fotovoltaica

La nostra instal·lació fotovoltaica al cap de l'any rebrà una radiació solar corresponent a 2.448,57 kWh/m² any.

El nostre captador solar esta compost per 3 generadors solar, formats per un conjunt de 56 panells fotovoltaics cada un. Les característiques que ens ajudaran a l'estudi del rendiment de la instal·lació són:

Rendiment panell: 14,7%

Longitud horitzontal: 0,8 m

Longitud vertical: 1,6 m

Superfície d'un panell: 1,28 m²

Això fa que tinguem una superfície per generador de 71,68 m²

Degut a que com hem dit, la nostra instal·lació disposa de 3 generadors. La superfície total serà de 215,04 m².

Un cop sabem la superfície total de la nostra instal·lació ja només ens cal transformar els kWh/ m² en kWh.

La nostra instal·lació tindrà 526.540,49 kWh any.

Degut a que el panell fotovoltaic té un rendiment, no podrem aprofitat aquests 526.540,49 kWh. La qualitat de la placa es veu en aquest rendiment, en el nostre cas aquest rendiment és del 14,7%. Aplicant aquest rendiment als kWh rebuts ens queda 77.401,45 kWh any.

Degut a que aquesta instal·lació estarà regulada per un inversor, que la corrent anirà a través de fils i aquest tindran unes pèrdues per l'efecte Joule, aquesta potència que ens donen els panells també tindrà més pèrdues. Les pèrdues ens vindran donades per:

Pèrdues per tolerància respecta als valors nominal: 45 %

Pèrdues per pols i brutícia al panell: 25 %

Pèrdues per ombres: 20 %

Pèrdues a la part de contínua: 35 %

Pèrdues en el seguidor: 15 %

Pèrdues a l'inversor: 25 %

Pèrdues als cables: 17 %

Aquestes pèrdues són estimades, degut això, s'estima que el rendiment entre els panells i la connexió a xarxa és del 60 %.

Aquest rendiment, aplicat a la energia que ja teníem a la sortida dels panells fa que la energia generada final de la nostra instal·lació sigui de 46.440,87 kWh any.

A continuació es mostra un quadre resum dels rendiments que tindrem mensuals.

	kWh rebuts	kWh sortida panell rendiment = 14,7%	kWh enviats a xarxa rendiment = 60%
Gener	24.071,58	3.538,52	2.123,11
Febrer	41.577,98	6.111,96	3.667,18
Març	48.476,47	7.126,04	4.275,62
Abril	50.788,15	7.465,86	4.479,51
Maig	56.138,34	8.252,34	4.951,40
Juny	60.114,43	8.836,82	5.302,09
Juliol	63.948,60	9.400,44	5.640,27
Agost	57.247,95	8.415,45	5.049,27
Setembre	47.439,97	6.973,68	4.184,21
Octubre	40.545,79	5.960,23	3.576,14
Novembre	22.011,49	3.235,69	1.941,41
Desembre	14.179,74	2.084,42	1.250,65
TOTAL ANUAL	526.540,49	77.401,45	46.440,87

Taula 12. Rendiment instal·lació fotovoltaica

Actualment la companyia elèctrica està pagant el kWh d'energia fotovoltaica connectada a xarxa a un preu de 0,44 euros.

Degut a que nosaltres estimem tindrà una producció de 46.440,87 kWh, el benefici que ens aportarà aquesta instal·lació serà d'uns 20.433,98 euros anuals.