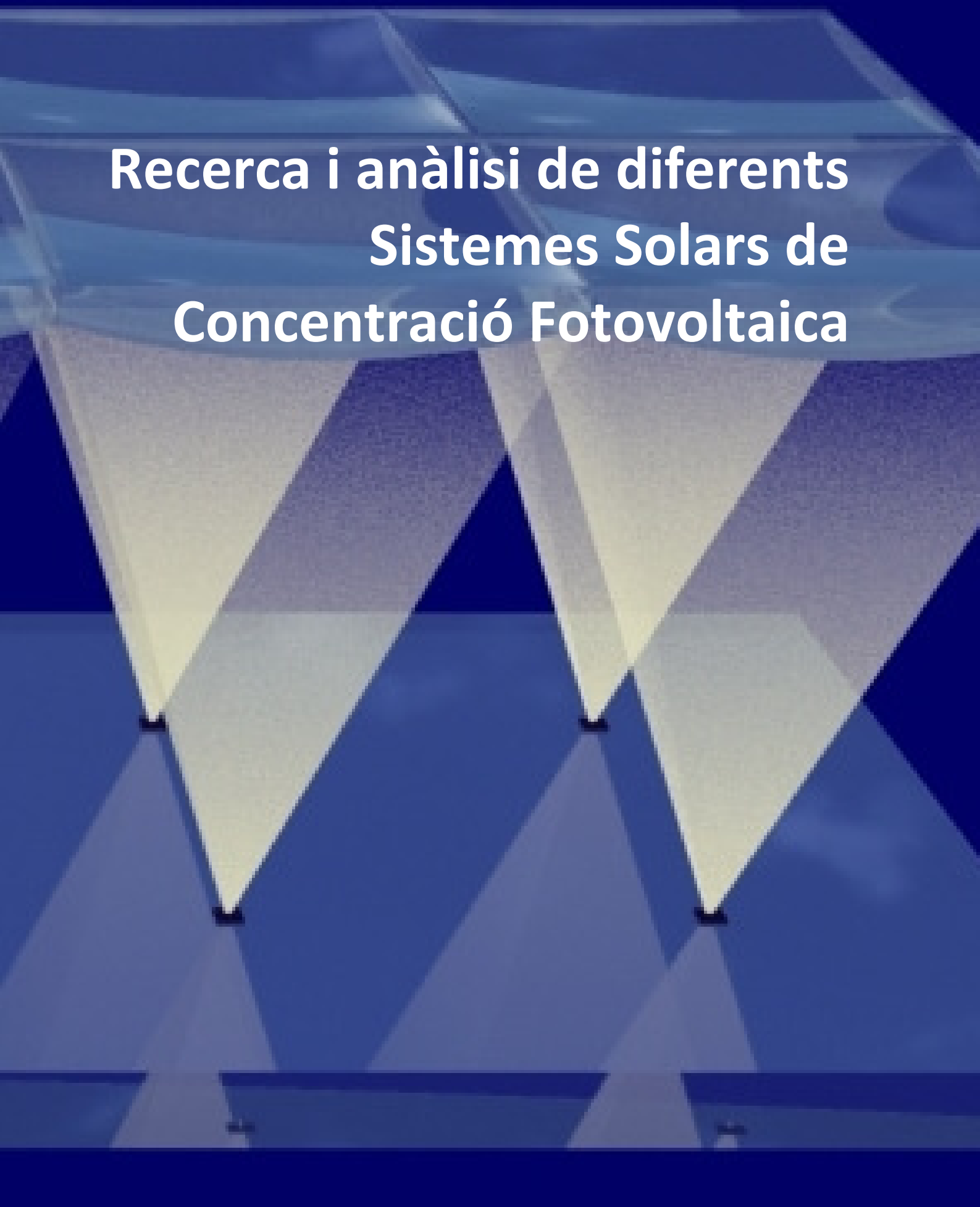


Treball de Recerca 2011-2012

**Recerca i anàlisi de diferents
Sistemes Solars de
Concentració Fotovoltaica**



RESUM

En la primera part del treball experimental s'estudien diferents Sistemes Solars bàsics de Concentració, per obtenir vapor d'aigua que generi electricitat, concentrant la llum del sol, bé amb miralls, amb paràboles folrades de materials reflectants o amb una Lent Fresnel, Comprovada la dificultat d'obtenir-lo de forma suficient i continua, optem per produir directament electricitat amb la construcció d'un model de Baixa Concentració Fotovoltaica amb miralls i cèl·lules solars de silici monocristal·lí. A l'observar la importància de la refrigeració i, sobretot de l'efecte perjudicial de la temperatura sobre el rendiment elèctric de la cèl·lula i la degradació que provoca en la pròpia cèl·lula, després d'una laboriosa recerca s'aconsegueix adquirir una cèl·lula solar de triple unió de major eficiència i gran resistència a la temperatura, usada en l'indústria de l'espai i en sistemes d'Alta Concentració Fotovoltaica. Amb aquesta cèl·lula d'ArGa/Ge, es construeix i s'estudia un mòdul d'Alta Concentració Fotovoltaica, amb una lent Fresnel de 800x, un prisma òptic secundari, un sistema actiu de dissipació de calor per aire i aigua, i un sistema manual de seguiment del Sol de dos eixos.

D'altra banda, amb l'adquisició d'un mòdul M40 d'Alta Concentració Fotovoltaica de l'empresa Sol3g de 10 cèl·lules solars de triple unió i lents Fresnel de 400x, s'analitza el seu comportament, i es compara el seu rendiment amb els altres dos construïts, anteriorment així mateix, s'estudia la seva evolució i els projectes empresarials de futur en aquest camp.

Finalment, amb la visita de l'hort solar "Flix Solar S.L.", instal·lació solar fotovoltaica d'alta concentració composta per panells construïts amb 112 mòduls M40 de l'empresa Sol3g, amb lents Fresnel i cèl·lules solars triple unió com l'estudiat, que funcionen amb seguidors solars de dos eixos, s'ha pogut completar el treball, aconseguint la traçabilitat del sistema Fotovoltaic d'Alta Concentració (HCPV): des de la cèl·lula inicial mare, a la planta pilot d'un sistema unitari, passant per un mòdul de 10 cèl·lules, fins la gran instal·lació industrial de producció d'energia elèctrica.

INDEX

1. INTRODUCCIÓ.....	Pàg. 5
2. PRIMERA PART: ANTECEDENTS TEÒRICS.....	Pàg. 6
2.1. Situació actual de la energia.....	Pàg. 6
2.2. Energies renovables.....	Pàg. 6
2.2.1. Tipus d'energies renovables.	
2.3. El Sol.....	Pàg. 7
2.3.1. La radiació solar.	
2.4. L'energia solar.....	Pàg. 7
2.5. Transformació de la llum en energia.....	Pàg. 8
2.5.1. Efecte Fotoelèctric.	
2.5.2. Lleis de l'emissió fotoelèctrica.	
2.5.3. Fonaments tecnologia fotovoltaica del silici.	
2.6. Aplicacions de la energia solar.....	Pàg. 8
2.7. Les plaques solars.....	Pàg. 9
2.7.1. Tipus de plaques solars i materials.	
2.7.2. Paràmetres característics de les plaques solars.	
2.7.3. Eficàcia de diferents cèl·lules solars.	
2.8. Emissions de CO2.....	Pàg. 12
2.9. Horts solars.....	Pàg. 13
2.10. Avantatges i inconvenients de la energia solar.....	Pàg. 13
2.11. Tipus d'energia solar.....	Pàg. 13
2.11.1. L'energia solar fotovoltaica.	
2.11.1.1. Elements d'una instal·lació fotovoltaica endollada a la xarxa.	
2.11.1.2. Aplicacions de la tecnologia fotovoltaica de silici.	
2.11.2. L'energia solar tèrmica.	
2.11.3. Energia solar termoelèctrica.	
2.11.3.1. Col·lectors cilíndrics o parabòlics.	
2.11.3.2. Heliòstats i torre.	
2.11.3.2.1. Les torres solars.	
2.11.4. Energia solar fotovoltaica de concentració.	
2.11.4.1. Tipus de cèl·lules solars de concentració.	
2.11.4.2. Cèl·lules multi unió GaAs.	
2.11.4.3. Refrigeració en sistemes fotovoltaics de concentració.	
2.11.4.3.1. Refrigeració passiva.	
2.11.4.3.2. Refrigeració activa.	
2.11.4.4. Seguiment en els sistemes fotovoltaics de concentració.	
2.11.4.5. Esquema d'un sistema fotovoltaic de concentració.	
2.11.4.6. Energia solar fotovoltaica en funció de la concentració.	
2.11.4.6.1. Baixa concentració.	
2.11.4.6.2. Mitja concentració.	
2.11.4.6.3. Sistemes d'Alta concentració HCPV.	

2.11.4.7. Energia fotovoltaica de concentració en funció de la tècnica òptica.	
2.11.4.7.1. Òptica Reflexiva. Miralls parabòlics.	
2.11.4.7.2. Òptica Refractiva. Lents Fresnel.	
2.12. Sistemes de seguiment.....	Pàg. 19
2.12.1. Seguidor solar d'un eix.	
2.12.2. Seguidor solar de dos eixos.	
3. SEGONA PART: TREBALL DE RECERCA, EXPERIMENTAL I DE CAMP.	Pàg. 21
3.1. RESUM.....	Pàg. 21
3.2. PUNT 1: ESTUDI DE DIFERENTS SISTEMES SOLARS DE CONCENTRACIÓ BÀSICS.....	Pàg. 22
3.2.1. Miralls enfocant un recipient d'acer inoxidable ple d'aigua.	
3.2.2. Miralls enfocant un tub de coure ple d'aigua.	
3.2.3. Folrat d'una antena parabòlica amb paper alumini.	
3.2.4. Folrat d'una antena parabòlica amb paper efecte mirall.	
3.2.5. Amb una Lent Fresnel.	
3.2.6. Conclusions.	
3.3. PUNT 2:	
CONSTRUCCIÓ MÒDUL SOLAR DE BAIXA CONCENTRACIÓ FOTOVOLTAICA.....	Pàg. 25
3.3.1. Rendiment a l'enfocar dos miralls a dues cèl·lules solars fotovoltaïques.	
3.3.2. Refrigeració forçada amb aire de les cèl·lules solars.	
3.3.3. Rendiment sense i amb doble refrigeració en funció del nombre de miralls.	
3.3.3.1. Rendiment amb doble refrigeració augmentant el nombre de miralls.	
3.3.3.2. Rendiment sense refrigeració augmentant el nombre de miralls.	
3.3.3.3. Comparativa amb i sense refrigeració, del rendiment - nombre de miralls.	
3.3.3.4. Temperatura amb refrigeració i sense, segons nombre de miralls.	
3.3.3.5. Relació Temperatura-Rendiment, tot sistema de concentració i doble refrigeració.	
3.3.4. Comparativa entre els dos sistemes de refrigeració de les cèl·lules solars.	
3.3.4.1. Refrigeració forçada líquida.	
3.3.4.2. Refrigeració forçada per aire.	
3.3.4.3. Conclusions.	
3.4. CONCLUSIONS PUNT 1 I PUNT 2.....	Pàg. 29
3.5. PUNT 3. QUE SÓN I ADQUISICIÓ DE CÈL·LULES DE TRIPLEUNIÓ.....	Pàg. 30
3.5.1. Que són.	
3.5.2. Adquisició.	
3.5.3. Característiques tècniques de les cèl·lules EMCORE.	
3.5.3.1. Cèl·lula Fotovoltaica Base.	
3.5.3.2. Receptor Ensamblat Terrestre (Terrestrial Reciver Assembly)	
3.5.3.3. Plànols de EMCORE.	
3.5.3.3.1. Cèl·lula triple unió nº 609980 - Terrestrial Cell.	
3.5.3.3.2. Receptor Acoblat Terrestre nº 610592- Terrestrial Receiver Assembly.	
3.6. PUNT 4. CONSTRUCCIÓ I ESTUDI D'UN MÒDUL SOLAR D'ALTA CONCENTRACIÓ FOTOVOLTAICA (HCPV), D'UNA CÈL·LULA SOLAR DE TRIPLE UNIÓ.....	Pàg. 34
3.6.1. Materials.	
3.6.2. Mesures de protecció i seguretat.	
3.6.3. Incidències prèvies.	
3.6.4. Sistema de seguiment manual de dos eixos.	

- 3.6.5. Màxima Temperatura amb Lent Fresnel.
 - 3.6.6. Mòdul HCPV sense refrigeració. Rendiment i Temperatura.
 - 3.6.7. Mòdul HCPV amb refrigeració per aigua.
 - 3.6.7.1. Croquis mòdul.
 - 3.6.7.2. Sistema refrigeració.
 - 3.6.7.3. Estudi i resultats.
 - 3.6.7.3.1. Rendiment i temperatura.
 - 3.6.7.4. Comparativa amb i sense refrigeració per aigua.
 - 3.6.7.5. Conclusions.
 - 3.6.8. Mòdul HCPV amb refrigeració per aire.
 - 3.6.8.1. Sistema de refrigeració.
 - 3.6.8.2. Estudi i resultats.
 - 3.6.8.2.1. Rendiment i temperatura.
 - 3.6.8.3. Comparativa amb i sense refrigeració per aire.
 - 3.6.8.4. Conclusions.
- 3.7. PUNT 5. ADQUISICIÓ I ESTUDI D'UN MÒDUL SOLAR D'ALTA CONCENTRACIÓ FOTVOLTAICA (HCPV), DE 10 CÈL·LULES SOLARS DE TRIPLE UNIÓ..... Pàg. 39**
- 3.7.1. Antecedents de l'empresa Sol3g i el seu mòdul M40.
 - 3.7.2. Estudi dels elements constructius del mòdul M40.
 - 3.7.2.1. Les Cèl·lules solars.
 - 3.7.2.2. Les lents.
 - 3.7.2.3. Els prismes òptics.
 - 3.7.2.4. Concentrador.
 - 3.7.3. Dades tècniques Mòdul M40.
 - 3.7.4. Comprovar la eficàcia elèctrica d'un aparell preparat per fer electricitat.
 - 3.7.4.1. Conclusions.
 - 3.7.5. Efectes de la manca d'un sistema de seguiment solar de dos eixos.
 - 3.7.6. Problemes i evolució Mòdul M40.
 - 3.7.6.1. Mòdul de primera generació.
 - 3.7.6.2. Mòdul de segona generació.
 - 3.7.6.3. Mòdul de tercera generació M300.
 - 3.7.6.4. Mòduls similars d'altres empreses.
 - 3.7.7. Projectes de futur empresarial en concentració fotovoltaica.
- 3.8. COMPARATIVA EFICIÈNCIA MÒDULS ESTUDIATS..... Pàg. 46**
- 3.9. PUNT 6. VISITA DE L'HORT SOLAR "FLIX SOLAR S.L." Pàg. 47**
- 3.9.1. Antecedents de Flix Solar S.L..
 - 3.9.2. Visita parc solar Flix Solar S.L.
 - 3.9.3. Experiències de la visita.
- 4. CONCLUSIONS..... Pàg. 50**
- 5. AGRAÏMENTS..... Pàg. 50**
- 6. TERCERA PART: ANNEXOS**
- 6.1. BIBLIOGRAFIA.
 - 6.2. Annex A. Relacions comercials empreses.
 - 6.3. Annex B. Plànols cèl·lula solar EMCORE.
 - 6.4. Annex C. Patents mòduls solars fotovoltaics d'alta concentració.

1. INTRODUCCIÓ.

En una primera aproximació s'han estudiat diferents Sistemes Solars bàsics de Concentració, observant l'efecte de concentrar la llum del sol en un punt, per obtenir vapor d'aigua i produir electricitat. Com afecta al rendiment a l'augmentar la llum del sol al substituir miralls per una paràbola folrada de paper d'alumini o d'un material plàstic reflexiu tipus mirall nomenat "mylar", i com ho fa amb una lent Fresnel de 800 sols. En constatar la dificultat tècnica d'aconseguir vapor d'aigua de forma continua i suficient, que fes moure una turbina i produir electricitat, s'opta per obtenir directament electricitat construint un model de Baixa Concentració Fotovoltaica (CPV) per estudiar el rendiment elèctric de cèl·lules solars de silici monocristal·lí, a l'augmentar la incidència de la llum del Sol sobre ella amb miralls, comprovant la influència de diferents tipus de refrigeració.

Després de comprovar la baixada tant dràstica de rendiment de les cèl·lules solars de silici a l'augmentar la radiació solar sobre elles per causa de l'increment de la temperatura, fins provocar la seva degradació parcial i total, perdent part o tota la producció elèctrica que s'aconseguia, s'opta per cercar una cèl·lula solar que suporti més altes temperatures sense degradar-se. Després d'un intens treball de recerca d'informació, i de gestió comercial en el mercat solar mundial, primer s'aconsegueix adquirir una cèl·lula solar de triple unió de ArGa/Ge, com les utilitzades en satèl·lits espacials i en sistemes d'Alta Concentració Fotovoltaica HCPV, amb una eficiència elèctrica i una tolerància a la temperatura major, i en segon lloc construir i estudiar un mòdul unitari d'HCPV, format per una d'aquestes cèl·lules, amb una lent Fresnel de 800x com a sistema òptic primari de concentració de llum, un prisma de vidre com a òptica secundària, un sistema de dissipació de calor actiu per aire o aigua, i un sistema manual de doble eix com a seguidor solar.

Per altra banda, gràcies a la compra d'un mòdul M40 usat d'Alta Concentració Fotovoltaica (HCPV) de l'empresa catalana Sol3g, format per 10 cèl·lules solars de la mateixes característiques que el mòdul unitari construït en l'apartat anterior i lents Fresnel de 400x, puc ampliar l'estudi, comprovant com funcionen a escala industrial, els avantatges i inconvenients de la seva utilització, i poder comparar el rendiment dels tres mòduls fotovoltaics estudiats. Així mateix, amb una recerca bibliogràfica sobre la evolució d'aquests mòduls en els darrers anys, he pogut fer un seguiment de les innovacions i millores, recerca de patents, i projectes empresarials actuals i de futur en aquest camp.

Finalment, l'experiència de poder visitar l'Hort Solar de Flix, instal·lació Solar Fotovoltaica d'Alta Concentració HCPV amb els mateixos mòduls M40 de la empresa Sol3g, amb lents Fresnel i cèl·lules solars triple unió més gran del món en aquell moment, formant panells que funcionen amb seguidors solars de dos eixos, ha fet que les inicials pretensions sobre aquest treball s'hagin vist superades amb escreix, doncs he pogut seguir la traçabilitat del procés completa en totes les escales: des de l'adquisició de la cèl·lula solar a nivell laboratori, passant per la planta pilot unitària, pel mòdul de 10 cèl·lules, fins a la gran instal·lació industrial de producció d'energia elèctrica amb panells solars fotovoltaics d'alta concentració, construïts i funcionant amb la cèl·lula i el mateix model que l'estudiat en aquest treball.

2. PRIMERA PART: ANTECEDENTS TEÒRICS.

2.1. SITUACIÓ ACTUAL DE L'ENERGIA.

El món actual basa el seu creixement i desenvolupament en l'increment progressiu del consum d'energia, depenent d'una forma prioritària i majoritària dels combustibles fòssils (46% del petroli, 27% del carbó i 17% del gas), i només el restant 10% es degut a altres energies no fòssils. En els darrers anys, les concentracions de gasos per l'efecte hivernacle ha augmentat exponencialment per l'ús dels combustibles fòssils que genera el diòxid de carboni (CO₂) principal causant de l'efecte. La industrialització del primer món i després dels països asiàtics, la idea del creixement sense límits en un món limitat, l'ús de combustibles fòssils, i la desaparició de grans masses boscoses està reduint la capa d'ozó, fent que augmenti la temperatura global de la Terra. En uns moments en que ja s'està parlant de final de l'era del petroli i dels combustibles fòssils, comencen a introduir-se idees com l'ús racional, l'estalvi d'energia o la utilització d'altres energies alternatives, que poden ajudar favorablement al desenvolupament sostenible del planeta i permeten aconseguir alguns objectius marcats pels Protocol de Kyoto.

2.2. ENERGIES RENOVABLES.

Les energies renovables es basen en els cicles naturals de la naturalesa. Aquelles que es regeneren permanentment, son abundants, perdurables i, usades amb responsabilitat no destrueixen el medi ambient. L'increment d'aquestes energies renovables assegura la sostenibilitat del planeta a llarg termini reduint la emissió de diòxid de carboni a l'atmosfera i de retruc oferir oportunitats de desenvolupament social.

2.2.1 Tipus d'energies renovables.

- **Energia eòlica:** El vent conté energia cinètica degut a les masses d'aire en moviment, que es converteix en energia mecànica o elèctrica amb turbines produïda en aerogeneradors. És la que creix més ràpidament i podria arribar a cobrir el 12% de la electricitat mundial en 2020.
- **Energia hidroelèctrica:** Els salts i el moviment de l'aigua mou una turbina i transforma la energia mecànica en elèctrica. Es produïda a gran escala en els embassaments d'aigua dels rius, però també en petita escala en plantes en els propis cursos dels rius.
- **Biomassa:** Procedeix dels recursos biològics com son, la fusta, residus agrícoles o fems, i s'obté combustible energètic. Es una font d'energia usada en àmbits rurals i en zones en desenvolupament.
- **Geotèrmica:** S'obté aprofitant el calor de l'interior de la Terra, degut al gradient geotèrmia o d'altres. Pot ser com a complement en sistemes de calefacció.
- **Biogàs:** Es un gas combustible generat en medis naturals o forçats degut a les reaccions de biodegradació de la matèria orgànica per l'acció de microorganismes, i absència d'aire.
- **Energia solar:** La energia del Sol es transforma en electricitat gràcies a cèl·lules fotovoltaïques, aprofitant les propietats dels materials semiconductors. El material base és el silici, encara que avui ja s'estan fabricant amb molècules inorgàniques i orgàniques.

El consum primari d'energies renovables en Espanya (Ktep) és el següent:

	2001	2010
MINIHIDRÀULICA(<10 mw)	415	594
EÓLICA	623	1852
BIOMASA	3664	9465
BIOGÁS	114	150
BIOCARBURANTES	51	500
SOLAR FOTOVOLTAICA	2	19
SOLAR TÈRMICA	35	336
SOLAR TERMOELÈCTRICA	0	180
GEOTÈRMICA	8	3

Font: IDAE Instituto para la diversificación y ahorro de energia

2.3. EL SOL.

Té un diàmetre aproximat de 109 vegades el de la Terra i una massa és 300.000 vegades la de la Terra, la seva densitat mitjana és, doncs d'1,41 g/cm³. El seu equador és inclinat 7° 10,5' respecte a l'eclíptica, i l'acceleració de la gravetat a la fotosfera val 27,4 m/s². Com a estel pertany al tipus espectral G2, i la seva magnitud lluminosa aparent és de -26,7, mentre que l'absoluta és tan sols de 4,8. El Sol gira entorn d'ell mateix, però, atès que és constituït per una gran massa de gasos, les distintes regions no giren solidàriament, sinó que ho fan a velocitats diferents, que depenen de la latitud.

2.3.1 La radiació solar.

La radiació solar és el conjunt de radiacions electromagnètiques emeses pel Sol i que arriben a la superfície de la terra. Aquestes radiacions van des de l'infraroig fins a l'ultraviolat. La unitat pràctica que descriu la radiació solar és la irradiància, que és una unitat de potència per metre quadrat (w/m²). La radiació solar arriba a la Terra a través de l'atmosfera i és la font energètica de tots els processos naturals. El Sol és una font d'energia que permet la vida a la Terra, gràcies a ella la temperatura de la Terra es manté en uns valors estables i es produeixen tots els processos biològics necessaris.

2.4 L'ENERGIA SOLAR.

L'energia solar és la energia obtinguda directament del Sol i és deguda a la fusió de nuclis d'hidrogen, la qual cosa significa, i significa la transformació, d'uns 4 milions de tones de la seva massa en energia cada segon, (a aquest ritme se'n pot assegurar una durada de prop de 100 mil milions d'anys abans que no s'exhaureixi la reserva d'hidrogen). Per a la Terra, el Sol representa un focus energètic d'1,779×10¹¹ MW de potència, que l'home utilitza directament o indirectament. La radiació solar incident a la Terra pot aprofitar-se per la seva capacitat d'escalfar o amb dispositius òptics que concentrin la llum. La potència de la radiació varia en funció del moment del dia, l'estació de l'any, les condicions atmosfèriques i la latitud. En bones condicions es dona el valor de 1000 W/m², és el valor nomenat irradiància. De la radiació es pot aprofitar els components directa i difusa, o les dues. La radiació directa arriba del Sol sense reflexions o refraccions intermèdies, i pot concentrar-se pel seu us. La difusa és emesa per la boada celeste diürna amb fenòmens de reflexió i refracció solar, en núvols i d'altres elements atmosfèrics, aquesta no es pot concentrar.

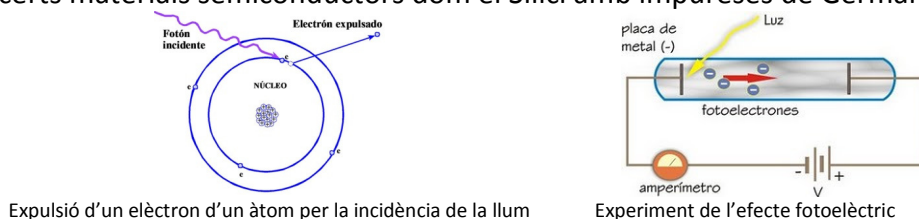
2.5 TRANSFORMACIÓ DE LA LLUM EN ENERGIA.

La transformació de la radiació solar en energia elèctrica es basa en les conseqüències de l'efecte fotoelèctric, que consisteix en l'emissió d'electrons per un material quan s'il·lumina amb radiació electromagnètica (llum visible o ultraviolada, en general).

- Fotoconductivitat: és l'augment de la conductivitat elèctrica de la matèria o en díodes provocada per la llum. Descoberta per Willoughby Smith en el seleni cap a la meitat del segle XIX.
- Efecte fotovoltaic: transformació parcial de l'energia lluminosa en energia elèctrica.

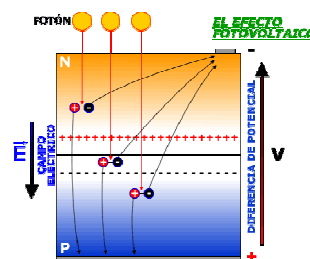
2.5.1 Efecte fotoelèctric.

Va ser descobert per Hertz en 1887, que va establir que els electrons d'una superfície metàl·lica poden escapar d'ella si adquireixen la energia suficient subministrada per una llum incident amb una longitud d'ona. En 1905 Einstein utilitzà el concepte de paquets d'energia nomenats fotons. Quan un fotó xoca amb un electró en la superfície del metall, el fotó pot transmetre la seva energia a l'electró, i es pot escapar de la superfície del metall. Els electrons alliberats fora del material poden ser conduïts per un circuit elèctric, on es poden mesurar en forma de corrent elèctric. Aquest efecte té importants aplicacions, sobretot fa possible obtenir llum elèctrica de la llum del Sol. Aquest efecte es va observar amb certs materials semiconductors com el Silici amb impureses de Germani.



2.5.2 Fonaments Tecnologia Fotovoltaica del Silici.

La font d'energia primària que s'utilitza és la radiació solar. Per aprofitar-la s'utilitza una propietat dels materials semiconductors com es el silici. En aquests materials, les càrregues elèctriques dels seus àtoms es polaritzen baix la incidència de la radiació solar. Aquesta polarització genera una diferència de potencial entre les càrregues d'una làmina. Al tancar el circuit, es genera una intensitat de corrent continua que posteriorment es transforma a corrent alterna per poder endollar-se a la xarxa.



Efecte fotoelèctric en semiconductors

2.6 APLICACIONS DE L'ENERGIA SOLAR.

Bàsicament, recollint de forma adequada la radiació solar, podem obtenir calor i llum, que podem convertir en electricitat. Quan parlem de radiació solar en realitat parlem de dos tipus d'energies aprofitables, la de la llum i la del calor que genera el Sol. El calor s'aprofita mitjançant els captadors o col·lectors tèrmics (aprofiten entre un 40% i un 60% de l'energia del Sol), i la llum que transformem en electricitat, a través dels anomenats mòduls fotovoltaics (aprofiten del 10% a 15% o 40% en el cas de la concentració fotovoltaica). Mitjançant la concentració de l'energia solar amb captadors parabòlics pot arribar-se a

temperatures superiors als 3000°C en els forns solars. Del calor recollit en els col·lectors, s'obté aigua calenta que dona calefacció i fins i tot refrigeració, perquè per obtenir fred cal disposar d'una «font càlida». En agricultura els assecadors agrícoles i els hivernacles solars que permeten obtenir majors collites en menys temps. Les cèl·lules solars, disposades en panells solars, produeixen electricitat en els satèl·lits espacials. Actualment es perfilen com la solució definitiva al problema del canvi climàtic, com a hereva dels combustibles fòssils. L'electricitat també pot ser emmagatzemada en acumuladors per a usar-se per la nit i altres tipus d'acumuladors com solucions de sals que mantenen la Tª i es produeix electricitat quan es necessita. Apart de l'autoconsum, també és possible injectar l'electricitat generada a la xarxa general.

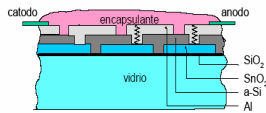
2.7 LES PLAQUES SOLARS.

Els panells fotovoltaics o plaques solars, estan formats per nombroses cel·les (cèl·lules fotovoltaïques) que converteixen la llum en electricitat. Aquestes cel·les depenen de l'efecte fotovoltaic per a transformar l'energia del Sol i fer que una corrent passi entre dues plaques amb càrregues elèctriques oposades. El problema més important amb els panells fotovoltaics era el seu cost, que ha anat disminuint. En canvi, el preu del silici utilitzat per a la major part dels panells està tendint a pujar. Això ha fet que els investigadors hagin obert varies línies de treball com: utilitzar altres materials (cèl·lules solars amb colorants), panells de silici més primers o de pel·lícula fina (thin film), o bé reduint-ne la quantitat amb concentradors òptics més barats. A mesura que s'augmenti la producció, els preus continuaran baixant en els pròxims anys. És una guerra oberta entre eficàcia i economia.

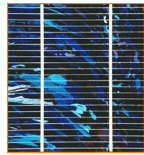
2.7.1 Tipus de plaques solars i materials.

Les plaques fotovoltaïques, d'acord al tipus materials que s'usen en la seva fabricació, es divideixen en:

- **Amorfes:** quan el silici no s'ha cristal·litzat.
- **Cèl·lules de silici monocristal·lí:** Són fabricades a partir d'un sol cristall de silici, donen un rendiment del 14% al 16% però el seu cost és elevat.
- **Cèl·lules de silici policristal·lí:** Estan fetes a partir de molts cristalls de silici. El seu rendiment és menor que el de les cèl·lules monocristal·lines, encara que el preu varia lleugerament respecte a les monocristal·lines i que baixen molt el rendiment en condicions de baixa lluminositat.
- **Cèl·lules tàndem:** Estan formades per la combinació de dos cèl·lules, tenen un rendiment més elevat que les anteriors, però el cost de producció és major degut a la superposició de dos cèl·lules.
- **Cèl·lules de capa prima (Thin Film):** Aquestes plaques estan preparades per captar la més llum difusa, a part de la llum directa. Les més utilitzades són les de silici amorf.
- **Cèl·lules multi unió:** Amb una gran eficiència, preparades per aplicacions especials com és la concentració amb miralls o lents Fresnel. Treuen un rendiment de fins el 40%. Estan fetes per varies capes primes. El cost de producció és menor, ja que són de dimensions molt reduïdes perquè estan destinades a la concentració solar.



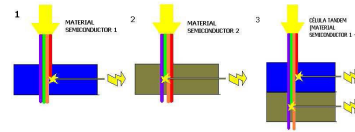
Silici amorf



Silici policristal·lí



Silici monocristal·lí



Cèl·lules tàndem

A continuació podem veure una taula amb els diferents tipus de cèl·lules on podem extreure les diferències de característiques i comportament.

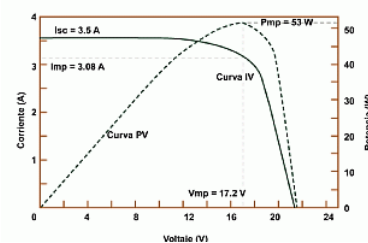
Cèl·lules i mòduls	Cristal·lina Fotovoltaica		Thin Film –Pel·lícula fina			Concentració Fotovoltaica (CPV)		
Mostra	 (credit: Sharp)		 (credit: sikod.com)			 (credit: SolFocus)		
Descripció	Wafer de silici cristal·lí		Semiconductor directament dipositat al vidre			Amb ajut de miralls parabòlics, llum enfocada en petita area, necessita menys material semiconductor.		
Eficàcia mòdul	Alta		Baixa			Alta, però amb ajut materials òptics		
Rendiment sota calor	Baixa molt a T ^a altes		60% més que silici cristal·lí .Bona opció climes càlids			Depèn del material usat		
Espai requerit per kw/p	Policristal·lí: 10/30 m2 funció espaiat cel·les Monocristal·lí: >8m2.		Laminat vidre-vidre: 25m2					
Quantitat material necessari	Polisilici: 8 g/W		CdTe: 0,22 g/W			A concentració de 500: 900 vegades menys		
Elecció panells	Només 2 tipus		Molts diferents tipus			Es necessita seguiment		
Degradació	No coneguda		Depèn calor i mataria. El silici amorf es pot perdre fins un 30% en primers 3/6 mesos. Son estables a partir de llavors.					
Llum directa o difusa	Directa preferible, però difusa també.		Les dues			Només llum directa. Amb difusa només luminescent concentrators .		
Subtipus	Mono cristal·lí	Poli cristal·lí	CdTe	CIGS	a-Si	Multi unió	Baixa concentració	Alta concentració
Material i riquesa	Puresa 99.999%	Puresa 99.999%	Sensible Baixa T ^a	Captura ampli espectre	Silici amorf	GaAs/CIS a-Si/mc-Si	Amb semiconductor cristal·lí	Amb multi unió GaInP/GaAs/Ge, o bé GaInP/GaAs amb >30% eficàcia
Impacte ambiental			Cd és altament tòxic.					
Eficiència (producció/ laboratori)	15-20 /25%	13-15/21%	10/16%	12/20%	7/10%	36/40%		Cèl·lula 35% Mòdul 24%
Empreses	Sunpower Solarworld Isafoton	Sharp Kyocera Q-Cells Suntech Yingli Evergreen	FirstSolar AvaSolar Calyxo	Solyndra Nanosolar GlobalSol Solibro	Unisolar Sontar	Spectrolab EMCore	Entech Solar Isafoton	SolFocus

Font: http://www.greenrhinoenergy.com/solar/technologies/pv_modules.php

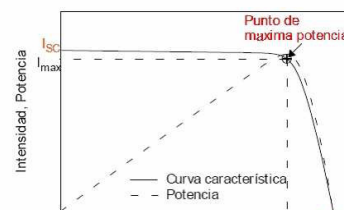
2.7.2 Paràmetres característics de les plaques solars.

Generalment en les característiques (datasheet) de les plaques apareixen les següents dades que determinen el comportament elèctric de l'element en unes condicions estàndard de mesura (STC): 1000 W/m² i una temperatura de 25°C.

- **Intensitat o corrent de curtcircuit (Isc):** És la màxima corrent generada pel mòdul solar i es mesura quan es connecta un circuit exterior a la cèl·lula amb resistència nul·la. La unitat és l'Amper. El seu valor depèn de l'àrea superficial i la radiació lluminosa.
- **Tensió de circuit obert (Voc):** Es el voltatge màxim que genera. La seva unitat és el Volti. Aquest voltatge es mesura quan no existeix un circuit connectat a la cèl·lula.
- **Potència màxima (Pmp):** Punt de funcionament en el que dona la màxima potència.
- **Corrent nominal y voltatge nominal (Imp y Vmp):** La corrent i el voltatge en el punt de màxima potència (Imp y Vmp) corresponent a la corrent nominal i voltatge nominal del mòdul, respectivament.
- **Factor de forma (FF):** Expressa la raó entre el punt de màxima potència i el producte entre el voltatge i la corrent en curtcircuit. El comportament dels mòduls ve donat per les corbes de corrent contra voltatge (corba I-V) o potència contra voltatge (corba P-V). La corba de potència se genera multiplicant la corrent i el voltatge en cada punt de la corba I-V. Amb condicions estàndards, cada mòdul té una corba I-V (o P-V) característica. Quan s'opera lluny del punt de màxima potència, la potència que lliura es redueix significativament.

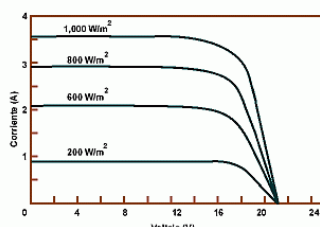


Corba IV y PV per un mòdul fotovoltaic típic a 1000 W/m² y 25 °C

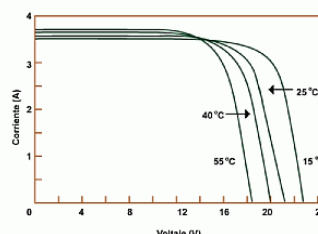


Corba característica d'una una cèl·lula fotovoltaica

- El funcionament del mòdul fotovoltaic es veu afectat per la intensitat de la radiació i la temperatura. Hi ha un augment proporcional de la corrent produïda amb l'augment de intensitat.
- Dependència de la corrent produïda en funció del voltatge per a diferents intensitats de radiació (a T^a constant de 25°C). En el gràfic de l'esquerra es veu l'efecte de la temperatura sobre la producció corrent del mòdul. La potència nominal es redueix al voltant de 0.5% per cada grau °C per damunt de 25°.
 - Dependència de la corrent produïda en funció del voltatge per a diferents temperatures d'operació (irradiància constant 1,000W/m²), gràfic de la dreta.



Corrent elèctrica en funció del voltatge a diferents intensitats

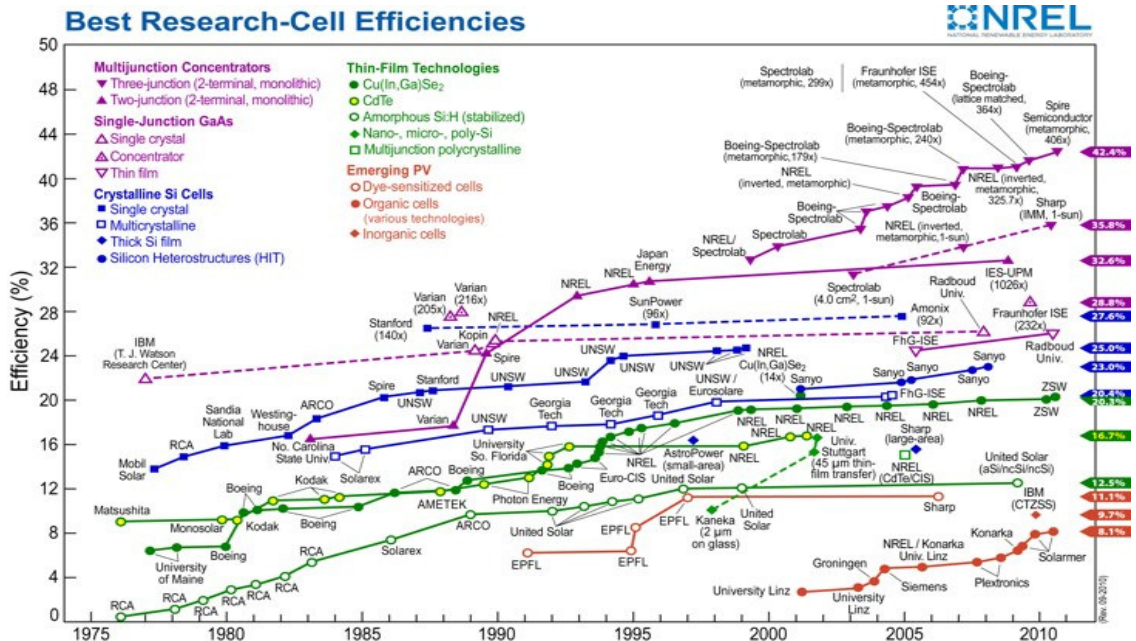


Corrent elèctrica en funció del voltatge a diferents temperatures

2.7.3 Eficàcia de diferents cèl·lules solars.

The National Renewable Energy Laboratory (NREL), localitzat a Golden (Colorado), és el laboratori nacional d'USA de referència per les energies renovables, de recerca i desenvolupament (I+D) i en eficiència energètica. <http://www.nrel.gov>. Aquest laboratori depenent del Departament d'Energia dels U.S.A., és l'encarregat de controlar els avenços

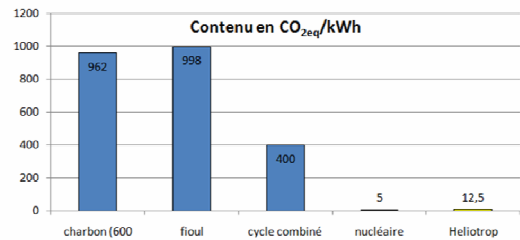
en la energia solar de cada tipus. En el següent gràfic es pot veure l'històric dels diferents avenços fins a setembre de 2010. Segons NREL, a abril de 2011 el record d'eficiència elèctrica havia arribat al **43,5%** en cèl·lules per CPV.



2.8 EMISSIONS DE CO₂.

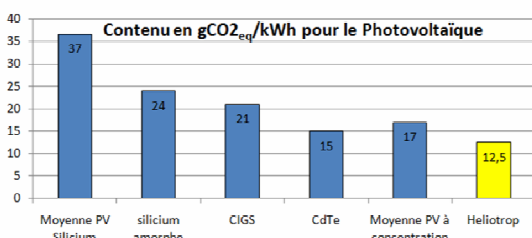
El resultat de l'anàlisi de les emissions de CO₂ de les diferents energies d'acord a Heliotrop constructor francès d'unitats HCPV, amb lents Fresnel i cèl·lules de triple unió, es la següent:

El balanç del carboni obtingut és de 12,5 g CO₂ eq/kWh de fuel o els 37 g del silici tradicional. Fer notar que en la nuclear no hi comptabilitzats el CO₂ de tota la cadena de l'urani des de la seva extracció, enriquiment, tractament de residus radioactius i deposició final. El resultat final seria llavors molt major, comparable al cycle combinat.

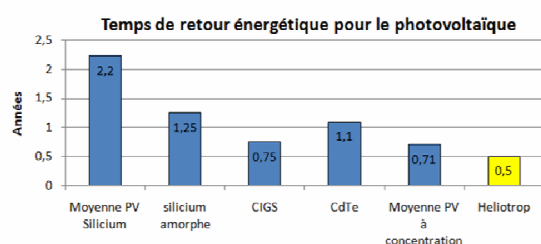


Contingut de CO₂ dels diferents tipus d'energia

En el següent gràfic de l'esquerra es pot veure que el contingut menor en CO₂ entre les diferents energies fotovoltaïques és la de concentració. En 6 mesos de funcionament, la alta concentració fotovoltaica recupera la energia total utilitzada en la seva fabricació (Temps de retorn energètic) enfront als 2,2 anys del silici tradicional, en el gràfic de la dreta. Per més detalls: <http://www.heliotrop.fr/2011/04/bilan-carbone-et-temps-de-retour-%C3%A9nerg%C3%A9tique.html>.



Contingut de CO₂ pels diferents tipus de cèl·lules solars



Temps de retorn en anys dels diferents tipus de cèl·lules solars

2.9 HORTS SOLARS.

Una horta solar és un espai on hi ha una gran instal·lació fotovoltaica on diferents titulars comparteixen infraestructures i serveis. Els costos es redueixen al compartir terreny i despeses generals fent que la rendibilitat augmenti. Com a càlcul aproximat, cal esmentar que amb una hectàrea d'horta solar es pot subministrar l'energia que consumeixen 100 famílies. S'estima que per a una instal·lació de 100 KW, la producció econòmica pot variar entre 72.000 i 86.000 euros, depenent de la radiació solar. La inversió es pot autofinçar amb els propis ingressos, entre 8 i 10 anys depenent de la càrrega financera. Solen contar amb diferents avantatges administratius i fiscals tendents a donar suport la implantació d'aquestes instal·lacions.

2.10 AVANTATGES I INCONVENIENTS DE L'ENERGIA SOLAR.

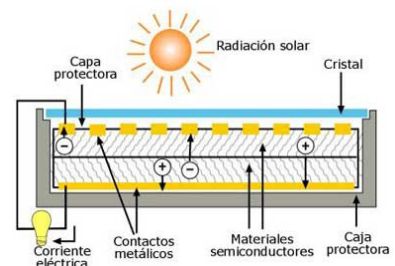
Avantatges	Inconvenients
<ul style="list-style-type: none"> • És neta i inesgotable. • Pot ser una energia socialitzada i individualitzada. • Redueix la dependència del petroli i d'altres energies més contaminants (tèrmiques i nuclears). • Es poden instal·lar a qualsevol lloc a on no hi arribi l'electricitat (zones apartades de la civilització). • No necessiten combustible per al seu funcionament. • És energia no contaminant. • El seu manteniment és molt simple i no requereix grans inversions de temps ni de diners. • La seva vida útil és molt llarga, de més de 30 anys sense que es mostri degradació. • Disminució de cost amb l'avenç de la tecnologia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Energia no gestionable. Per exemple durant la nit. • El nivell de radiació fluctua d'una zona a una altra i d'una estació de l'any a una altra. • Es requereixen grans extensions de terreny. • Requereix una gran inversió inicial. • Els llocs on hi ha major radiació, acostumen a ser llocs desèrtics i allunyats.

2.11 TIPUS D'ENERGIA SOLAR.

D'acord a la forma que s'obté la energia es pot dividir en tres apartats: fotovoltaica, tèrmica i termoelèctrica.

2.11.1 Energia solar fotovoltaica.

Es aquella que transforma els raigs solars directament amb electricitat, mitjançant una cèl·lula fotovoltaica, formada per dispositius semiconductors com el silici que, al rebre la radiació o llum solar, les carregues elèctriques dels seus àtoms es polaritzen i provoquen salts electrònics, generant una petita diferència de potencial en els seus extrems. Al tancar el circuit, es genera una intensitat de corrent continua que posteriorment es transforma a corrent altern. A major escala, el corrent elèctric que produeixen els panells fotovoltaics es pot transformar en corrent altern i injectar-se així en la xarxa.



Esquema funcionament cèl·lula fotovoltaica

Aquesta tecnologia usa la radiació solar tant difusa com directa, i encara que els rendiments siguin inferiors, permet posar plantes en zones climàtiques de baixa radiació directa. L'inconvenient és la influència negativa del calor sobre la generació, doncs a major calor menor producció. Les plantes usen milers de panells units de reduïda potència. El muntatge pot ser fix, o amb seguiment d'1 o 2 eixos, encara que sigui amb poca precisió.



2.11.1.1. Elements d'una instal·lació fotovoltaica endollada a la xarxa.

PANEL·L: Agrupació de cèl·lules fotovoltaïques connectades entre si.

INVERSOR DC/AC: Transforma la corrent continua generada al panell a corrent alterna.

COMPTADOR: Comptabilitza la potència connectada a la xarxa de Distribució.

2.11.1.2. Aplicacions de la tecnologia fotovoltaica de silici.

Estructures FIXES	Estructures MOVILS
<p>Aplicacions de la tecnologia FV de silici. Orientació SUD Angle segons la latitud No hi ha posició òptima respecte al Sol Menor producció: 1250 kWhany/kWp Inversió mes baixa Manteniment escàs Configuració més estesa</p> 	<p>En general, permeten orientar la placa segons la posició del sol, augmentant la producció per m2 de placa Diversos sistemes i tecnologies de seguiment Aparició de parts mòbils a la instal·lació Increment d'inversió Major manteniment Les estructures mòbils són mes interessants a mesura que s'incrementa el preu de la placa</p> 

2.11.2 Energia solar tèrmica

L'energia solar tèrmica o energia termosolar consisteix en la transformació de l'energia del Sol per a produir energia calorífica, que pot ser utilitzada per a cuinar aliments o per a la producció d'aigua calenta pel consum d'aigua domèstic, ja sigui aigua calenta sanitària o per la calefacció. Addicionalment, pot fer-se servir per a alimentar un refrigerador, que es pot obtenir a partir de calor en lloc d'electricitat que produeix fred amb el qual es pot condicionar l'aire dels locals.

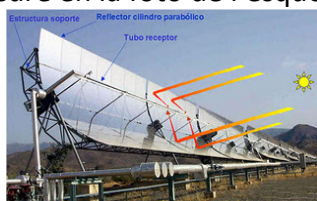
2.11.3 Energia solar termoelèctrica.

Una central termoelèctrica és una instal·lació en la qual, a partir del calor del Sol, es produeix la potència necessària per a moure un alternador o per a generar energia elèctrica com en una central tèrmica clàssica. És necessari concentrar la radiació solar perquè es puguin arribar a temperatures elevades, de 300 ° C fins a 1000 ° C, i obtenir així un rendiment acceptable en el cicle termodinàmic. La captació i concentració dels rajos solars es fa per mitjà de miralls amb orientació automàtica que apunten a una torre central on s'escalfa el fluid, o amb mecanismes més petits de geometria parabòlica. El conjunt de la superfície reflectant i el seu dispositiu d'orientació es denomina heliostat.

La radiació solar escalfa un fluït que seguidament produeix vapor, el qual fa moure una turbina i un generador. A l'alternador es genera corrent alterna que s'introdueix a la xarxa. La gran avantatge d'aquesta tecnologia és la seva gestionabilitat, la possibilitat d'emmagatzematge. En canvi s'ha de gestionar amb seguiment i per a ser rendible ha de ser de gran magnitud (molt més de 50 MW), son complexes tècnicament i només poden aprofitar la radiació directa, lo que limita la seva ubicació a zones geogràfiques de molta radiació directa.

2.11.3.1. Col·lectors cilíndrics o parabòlics.

Concentren la calor a un tub per on hi pot passar aigua o algun altre fluid tèrmic, com es pot veure en la foto de l'esquerra i l'esquema de la dreta.



Parts d'un col·lector



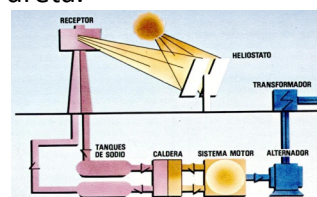
Esquema d'un col·lector

2.11.3.2. Heliòstats i torre.

Camps de miralls que apunten a un únic punt elevat (caldera), com podem veure en la foto de l'esquerra i l'esquema de funció de la dreta.



Camp de miralls i torre



Esquema de funció

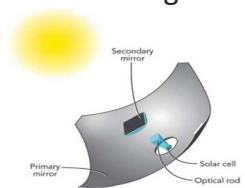
2.11.3.2.1. Les torres solars.

Una torre solar consisteix en una xemeneia molt alta i una gran superfície de cristall llis a la seva base. El Sol escalfa l'aire de la superfície de cristall, i aquest surt a gran velocitat per la xemeneia. En l'interior de la mateixa estan situats una sèrie de generadors i turbines elèctriques que produeixen electricitat neta i sense cap tipus de consum d'aigua. La superfície de cristall pot utilitzar-se parcialment com hivernacle. La instal·lació d'acumuladors de calor en la mateixa torre solar permet la generació nocturna d'electricitat.

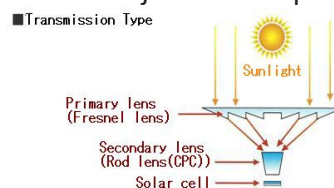
2.11.4 Energia solar fotovoltaica de concentració.

Es tracta de concentrar l'energia solar que arriba a una superfície sobre una altra superfície de molt reduïdes dimensions. Es basa amb la tecnologia òptica, altament desenvolupada. La radiació solar que incideix sobre una lent o un mirall es concentra sobre una superfície més petita. D'aquesta manera es redueix la quantitat de material fotosensible requerit. Per exemple: amb una concentració de 400 sols, es redueix 400 vegades la quantitat de material sol·licitat. A més, l'eficiència de la cèl·lula augmenta amb la concentració de la radiació. Els avantatges del sistema de concentració són doncs la seva alta eficiència, en

aquest cas superior al 30%, i la reducció de la superfície. Òbviament, una reducció del cost degut a que la quantitat de cèl·lula utilitzada per obtenir una potència igual és molt inferior a la que es requereix per un mòdul convencional. Els desavantatges més importants son: Només pot funcionar amb radiació directa, mai amb difusa. Això vol dir, a efectes pràctics, que només que hi hagi un núvol ja elimina completament la producció. A més, és imprescindible utilitzar sistemes de seguiment d'alta precisió. La més mínima desorientació representa una pèrdua notable de la potència de sortida. Fruit de la concentració, s'obtenen temperatures molt elevades que destruirien una cèl·lula convencional de silici. S'ha d'usar una cèl·lula especial d'Arseniür de Gal·li, semblant a les que s'utilitzen amb els satèl·lits artificials, que suporta les temperatures més elevades, però també s'han d'instal·lar sistemes de refrigeració passiva (radiadors) i en alguna ocasió sistemes actius com radiadors refrigerats per aire o cèl·lules de Peltier. La utilització de les cèl·lules de GaAs i sistemes actius de refrigeració, fa que el cost no sigui tant avantatjós com l'esperat.



Esquema concentrador fotovoltaic amb superfície reflectant



Esquema concentrador fotovoltaic amb lent Fresnel

2.11.4.1. Tipus de cèl·lules solars de concentració.

- **Cèl·lules de Silici:** La concentració permet reduir les dimensions i augmentar la seva eficiència. Eficiències fins el 26%.
- **Cèl·lules de semiconductors dels grups III-V de la taula periòdica (As, Ga, Ge...):** Amb Tècniques Multi unió: superposició de capes semiconductors. Aprofiten millor la radiació incident. Eficiència: 35-40%.

Les cèl·lules solars d'Arseniür de Gal·li (GaAs) son conegudes per l'alta eficiència de conversió, la resistència a les altes temperatures i el seu preu elevat. Són utilitzades en satèl·lits de la NASA i els cotxes solars.

2.11.4.2. Cèl·lules multi unió GaAs/Ge.

Les cèl·lules modernes d'Arseniür de Gal·li són cèl·lules multi unió. Tenen el record mundial de conversió elèctrica amb un 43,7% amb concentració en condicions d'un laboratori. Aquestes cèl·lules combinen GaAs amb altres semiconductors, incloent el germani (Ge). En el següent gràfic tenim la llista de les principals empreses fabricants.

Empreses Top-3	País	Comentaris
Emcore	USA	Ve del negoci espacial. Líder del mercat mundial en cèl·lules de triple unió espacials i terrestres.
Spectrolab	USA	Empresa Boeing, ve de la recerca espacial. En solar terrestre fa cèl·lules multi unió per CPV.
AzurSpace	Germany	Productes alta qualitat silici i GaAs cel·les per cpv
Altres empreses	País	Comentaris
Compound Solar Technology	Taiwan	Alta concentració. Lents Fresnel 600x . I cel·les GaAs.
Cyrium Technologies	Canada	Recerca
QuantaSol	UK	Cèl·lules multi unió en recerca.

Solapoint	Taiwan	Cèl·lules alta eficiència GaAs.
Solar Junction	USA	Cèl·lules alta eficiència GaAs en desenvolupament
Spire Solar	USA	Produeix línies de mòduls, cèl·lules i thin-film. Amb Spire Semiconductor desenvolupa cèl·lules d'alta eficiència de GaAs

2.11.4.3. Refrigeració en sistemes fotovoltaics de concentració.

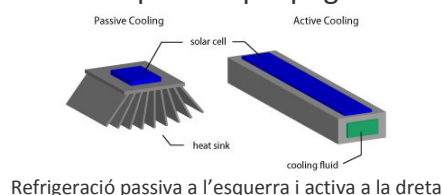
En aquests sistemes fotovoltaics de concentració, la cèl·lula és sotmesa a altes temperatures. La potència disminueix a raó d'un 4% / 10°C. per això és molt important la dissipació de el calor. La refrigeració es realitza per la part posterior del mòdul.

2.11.4.3.1. Refrigeració passiva.

La cèl·lula solar es posa en un substrat revestit de ceràmica d'alta conductivitat tèrmica. La ceràmica també proporciona aïllament elèctric. Una altra forma son models amb aletes d'alumini amb molta superfície de transferència de calor.

2.11.4.3.2. Refrigeració activa.

S'utilitzen fluids especials que puguin refredar la cèl·lula des de 100 a 1700°C.

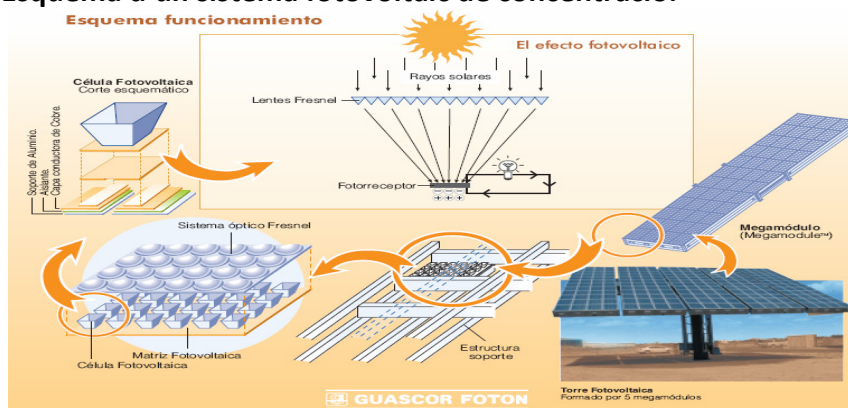


Cèl·lula solar refrigerada TRIGEN SOLAR

2.11.4.4. Sistemes de Seguiment en sistemes fotovoltaics de concentració.

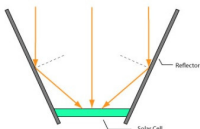

Els sistemes fotovoltaics de concentració només aprofiten la radiació solar directa i per tant es requereixen sistemes de seguiment del sol, molt precisos, en funció del tipus de sistema emprat, ampliat en el punt 2.12.

2.11.4.5. Esquema d'un sistema fotovoltaic de concentració.



2.11.4.6. Energia solar fotovoltaica en funció de la concentració.

La Energia solar fotovoltaica de concentració pot ser de varis tipus en funció de la seva capacitat de concentració. La concentració es mesura per Sols o vegades la llum del Sol (x). En la següent taula podem veure les diferències.

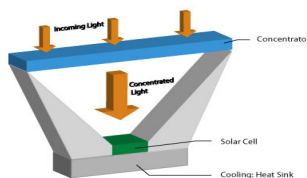
	Baixa concentració	Mitja concentració	Alta concentració (HCPV)
Graus de concentració	2 - 10	10 - 100	> 100
Seguidors	NO	Seguidor 1-eix	Seguidor doble eix
Refrigeració	NO	Refrigeració passiva	Refrigeració Activa
Material Fotovoltaic	Silici monocristal·lí alta qualitat		Cèl·lules Multi-unió
Exemples			
Situació	La planta més gran del món està a Sevilla (empreses Artesa, Isofoton i Solartec.)		La planta més gran de Catalunya està en Flix (empresa Flix Solar muntat per Sol3g)

2.11.4.6.1. Sistemes d'alta concentració (HCPV).

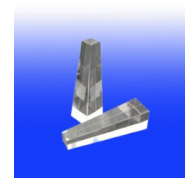
La tecnologia HCPV es fonamenta amb l'obtenció d'energia mitjançant la focalització de la llum solar a través d'unes lents especials sobre cèl·lules d'alta eficiència de conversió energètica. Aquest sistema permet obtenir una producció elevada d'energia elèctrica amb una superfície de superconductors molt inferior a la d'una placa solar convencional i per tant un menor cost. Amb la tecnologia fotovoltaica tradicional el 100% de la superfície del mòdul està coberta de material semiconductor, això fa que s'encareixi el producte considerablement. La tecnologia HCPV utilitza material semiconductor d'alta eficiència que cobreix una mínima part de la superfície del mòdul i així i tot, permet una producció de casi el doble d'energia obtinguda amb sistemes fotovoltaics convencionals.



Lent primària



Esquema d'una unitat HCPV



Lent secundària

Per aconseguir aquests resultats, s'ha de disposar d'un sistema òptic format per dos elements (lents). La lent primària (miralls o lent Fresnel) concentra la radiació i la lent secundària enfoca la radiació sobre la superfície de la cèl·lula. Que concentren la llum del sol centenars de vegades sobre una cèl·lula solar de triple unió que es troba adherida a un dissipador de calor. La cèl·lula solar transforma la llum del sol concentrada amb energia elèctrica amb una eficiència al voltant del 39%. Per tant, està adaptada per fer un ús més eficient de la llum del sol que arriba a la terra.

Característiques principals:

- Cèl·lules d'alt rendiment Eficiència fins 40%
- Seguiment 2 eixos alta precisió
- Concentració fins a 1000 sols
- Entrant en fase comercial, gran potencial de desenvolupament.

Avantatges:

- **Flexibilitat:** Apta per a plantes de tot tipus de potència, fins a varis MWp.
- **Escalabilitat:** Pot ser escalada a majors potencials amb gran facilitat i sense necessitat de desenvolupar nous sistemes ni procediments.

- **Eficiència:** Els coeficients de temperatura dels semiconductors utilitzats milloren els resultats en el camp de la tecnologia d'alta concentració.
- **Temps:** Durada de construcció i posta en marxa molt curta.
- **Sostenibilitat mediambiental:** Minimitza l'impacte mediambiental.
- **Economia de l'espai:** Requereixen menor terreny, es a dir el MW/m² es molt superior al de tecnologies més consolidades com el x-Si (silici mono i policristal·lí) o les "Thin Films" (tecnologia de capa prima)

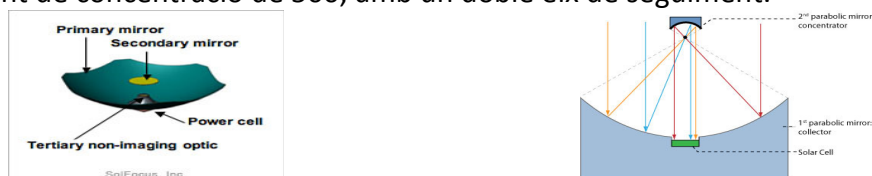
S'obtenen resultats òptims amb condicions específiques: **zones d'una alta irradiació solar directa i que assoleixen temperatures elevades**. Existeixen varies ubicacions apropiades per la instal·lació d'aquesta tecnologia i estan preferentment localitzades a: Austràlia, Nord i Sud d'Àfrica, Sud Oest d'Estats Units, Sud d'Europa, Orient Mig, Mongòlia i Xina.

2.11.4.7. Energia fotovoltaica de concentració en funció de la tècnica òptica.

L'energia solar fotovoltaica de concentració pot ser de varis tipus en funció de la seva tècnica òptica de concentració: Reflexiva i Refractiva.

2.11.4.7.1. Òptica Reflexiva. Miralls parabòlics.

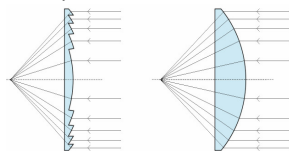
És aquell que el seu sistema òptic de concentració en focalitzar la llum sobre l'àrea de la cèl·lula, es fa a partir d'un mirall. Tota la llum entra en paral·lel i es reflecteix en el col·lector (primer mirall) a través d'un punt focal en el segon mirall. Aquest segon mirall, molt més petit, també parabòlic amb el mateix punt focal, reflecteix els rajos de llum a la meitat del primer mirall parabòlic per arribar a la cèl·lula solar. L'avantatge és que no requereixen lents òptiques. No obstant, les pèrdues es produeixen en els dos miralls. Hi ha empreses com SolFocus que han assolit un coeficient de concentració de 500, amb un doble eix de seguiment.



Esquemes d'òptica reflexiva

2.11.4.7.2. Òptica Refractiva. Lents Fresnel.

La lent de Fresnel es basa amb un disseny especial de gran obertura i distancia focal curta sense el pes i el volum que tindria una lent de disseny convencional de les mateixes característiques. Agustí Fresnel es va proposar disminuir el pes i el gruix d'una lent convencional, mantenint els radis de curvatura de les lents, separant-los amb anells circulars. El gruix de la lent en cada anell seria diferent, eliminant l'enorme gruix que tindria la lent si les seves superfícies fossin contínues. La superfície presentaria un aspecte escalonat. Les lents Fresnel s'utilitzen en lupes planes, llums, llums d'automòbil, indicadors de direcció, etc.



Esquema de concentració dels raigs en l'òptica



Foto lent Fresnel

2.12 SISTEMES DE SEGUIMENT.

Totes les formes d'energia solar fotovoltaica poden tenir sistemes de seguiment per a millorar la seva eficiència. En algunes formes com les de concentració són del tot imprescindibles per les seves característiques pròpies que fan que es perdi gran part de la energia si no el tenen.

2.12.1 Seguidor Solar d'un eix.

Fàcil d'instal·lar i de mantenir. Dona un 25% més de rendiment respecte als sistemes fixes.

Seguidor a un eix azimutal:

Gir Est-Oest



Seguidor a un eix zenital:

Gir vertical



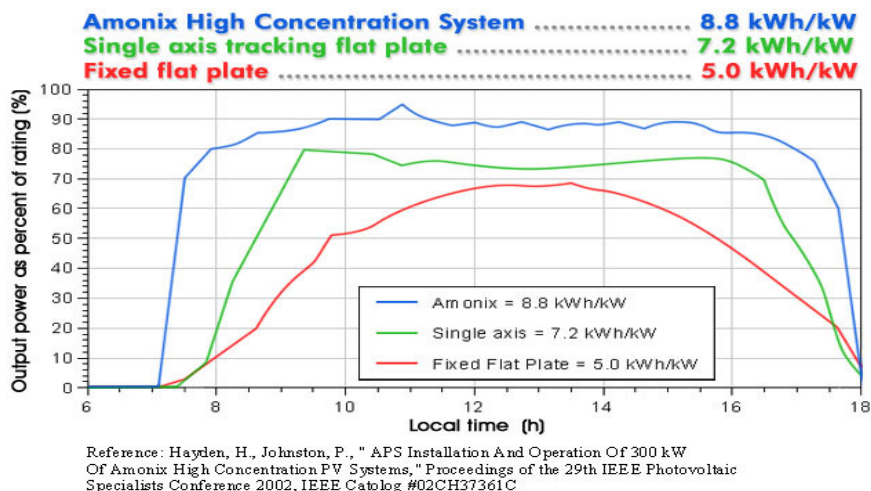
2.12.2 Seguidor de dos eixos

Gir azimutal més gir zenital. Permet obtenir una producció superior al 42% en comparació als sistemes fixes. L'eficiència dels seguidors a 2 eixos augmenten la capacitat d'absorció de la radiació solar. L'eficiència de la cèl·lula augmenta amb la concentració. L'ús de noves tècniques de fabricació de materials fotovoltaics permet un aprofitament del espectre solar major i per tant millora l'eficiència. En canvi, són més complexes i necessitat de doble terreny que el sistema fix (5.800 m² terreny/100kW).



Seguidors de dos eixos de Sol3g

Les diferències d'eficiència entre un sistema de seguiment fix, amb un eix i amb doble eix, es pot comprovar en la taula següent, amb sistemes i dades de l'empresa AMONIX.



Diferències d'eficiència entre el seguiment fix, amb un eix i amb doble eix, dels mòduls AMONIX.

3. SEGONA PART: TREBALL DE RECERCA, EXPERIMENTAL I DE CAMP.

3.1 RESUM.

- **PUNT 1:** En aquest treball com a introducció s'estudia el comportament de **diferents Sistemes Solars de Concentració bàsics per la obtenció de vapor i produir electricitat**, observant l'increment de rendiment que es produeix al substituir els miralls per una paràbola folrada de paper alumini o d'un material plàstic reflexiu tipus mirall nomenat "mylar". I quan usem una Lent Fresnel de 330 x330 mm. i 800 sols.
- **PUNT 2:** En una segona fase, amb la **construcció d'un model de Baixa Concentració Fotovoltaica**, he estudiat l'increment de rendiment elèctric en cèl·lules solars de silici monocristal·lí, a l'augmentar la incidència de llum sobre ella amb miralls, comprovant la influència de diferents tipus de refrigeració.
- **PUNT 3:** Després d'un exhaustiu treball de recerca en el mercat solar mundial, poder **aconseguir un receptor acoblat d'una cèl·lula solar de triple unió** de darrera generació, d'ArGa/Ge, utilitzades avui dia en sistemes d'Alta concentració fotovoltaica HCPV, amb una eficiència elèctrica molt superior i una major tolerància a la temperatura.
- **PUNT 4:** La **construcció i l'estudi d'un mòdul d'Alta Concentració Fotovoltaica amb una d'aquestes cèl·lules**, amb una lent Fresnel de 800x, com a sistema òptic primari de concentració de llum, un prisma òptic com a òptica secundària, un sistema de dissipació actiu de calor per refrigeració amb aigua o per aire, amb un sistema manual de seguiment del Sol de dos eixos, comprovant el seu grau d'eficàcia elèctrica.
- **PUNT 5:** Amb l'**adquisició d'un mòdul M40** de l'empresa catalana Sol3g, **d'Alta Concentració Fotovoltaica, de 10 cèl·lules solars de triple unió** de similars característiques, amb lent Fresnel de 400x i prisma òptic com a lent secundària, com una planta pilot, he pogut ampliar l'estudi comprovant la eficàcia elèctrica d'un aparell industrial preparat per fer electricitat, i veure els efectes de la manca d'un sistema seguidor solar de dos eixos. Així com comparar-lo amb el mòdul de Baixa Concentració del Punt 2 i amb el d'HCPV d'una sola cèl·lula del Punt 4. I cercant la informació en diferents mitjans he estudiat els problemes i mancances d'aquests mòduls, així com la evolució en els darrers anys amb les innovacions i millores, patents, darreres tendències i projectes de futur empresarials en aquest camp de la Alta Concentració Fotovoltaica (HCPV).
- **PUNT 6:** Per acabar, he tingut l'experiència de poder **visitar l'hort solar de Flix**, que precisament és la instal·lació solar fotovoltaica de concentració amb lents Fresnel i cèl·lules solars triple unió, que funcionen amb seguidors solars de dos eixos, més gran de Catalunya i d'Espanya en aquell moment, casualment muntat per la mateixa empresa Sol3g, amb panells solars integrats per mòduls M40, com els estudiats en el punt 5. Amb aquesta visita les meves inicials pretensions s'han vist superades amb escreix, ja que he pogut completar l'estudi amb tota la traçabilitat del procés des de la cèl·lula inicial mare, passant per la planta pilot d'un sistema unitari, a un mòdul més gran de 10 cèl·lules, fins arribar a la gran instal·lació industrial de producció d'energia elèctrica d'un Sistema Fotovoltaic d'Alta Concentració, amb la mateixa cèl·lula i model, que l'estudiat en aquest treball.

PUNT 1.

3.2 ESTUDI DE DIFERENTS SISTEMES SOLARS DE CONCENTRACIÓ BÀSICS.

Es tracta de generar electricitat a partir de la llum del Sol concentrada amb miralls, paràboles reflectants o lent Fresnel, que escalfin aigua per produir vapor que mogui una turbina i generi electricitat.

3.2.1 Miralls enfocant un recipient d'acer inoxidable ple d'aigua.

Posar 5 miralls que concentren la llum del Sol, enfocats a un recipient d'acer inoxidable obert i ple d'aigua, situat per damunt dels miralls per intentar que l'aigua s'evapori.

- **Materials:** 5 miralls, dipòsit d'acer inoxidable, aigua.
- **Conclusions:** Com que el recipient es d'acer inoxidable, reflexa gran part de la llum i l'aigua que hi ha al seu interior augmenta de temperatura però no s'evapora. **5 miralls no son suficients per a fer bullir l'aigua.** Com que el Sol varia la seva posició, el focus dels miralls també varien i he d'estar constantment movent-los i encarant-los cap al dipòsit. **Un dipòsit no és una bona opció**, encara que sigui negre i tancat, perquè hauria de disminuir la pressió al seu interior per poder obrir-lo i reomplir-lo i per tant s'atura la producció d'energia.
- **Solucions:** Pintar el recipient de color negre, **buscar una font de llum més potent i buscar una forma més fàcil per a orientar els miralls.**

3.2.2 Miralls enfocant un tub de coure ple d'aigua.

Posar 5 miralls que concentren la llum del Sol, enfocats a un tub de coure amb forma de dipòsit, soldat per les puntes amb un tubet d'entrada i un de sortida (també de coure). Injectar-hi aigua, fent-la passar lentament per dins del dipòsit.



Concentració solar amb miralls enfocant el tub de coure



Canonada d'aigua que alimenta el tub de coure

- **Materials:** 5 miralls, 1 tub de coure ample, 2 tubs de coure estrets, 1 manega, 1 clau de pas, 1 tub de plàstic.
- **Procediment:** Soldar els dos caps del tub de coure juntament amb els dos tubs petits amb vareta de plata. Enganxar el tub a una manega i d'aquesta a una aixeta.
- **Conclusions:** L'aigua no bull, però s'evapora molt lentament passades unes hores. 5 miralls son insuficients per a fer bullir l'aigua en poca estona (encara que la superfície de contacte sigui major i el dipòsit sigui menor). **Els miralls no son una bona opció perquè en necessitaria molts per a produir vapor d'aigua ràpidament.**
- **Solucions:** Buscar una font de llum més potent i més fàcil d'orientar.

3.2.3 Folrat d'una antena parabòlica amb paper alumini.

Folrar una antena parabòlica amb paper d'alumini, per concentrar els raigs solars que incideixen sobre ella cap a un mateix punt, fent coincidir el focus de la paràbola sobre el mateix tub de coure.



Paràbola abans de folrar



Paràbola folrada amb paper alumini

- **Materials:** Paper d'alumini, antena parabòlica, cinta aïllant negra.
- **Conclusions:** Com que el paper d'alumini és molt prim, costa molt de pegar uniformement sobre la parabòlica. Això es veu reflectit als resultats de l'experiència, **no aconseguim concentrar els raigs solars sobre el mateix punt**. A part, la parabòlica que he utilitzat està una mica doblegada i per tant és impossible concentrar tots els raigs en un sol punt.
- **Solucions:** **Comprar un altre material una mica més rígid que el paper d'alumini**. Arreglar la parabòlica o aconseguir-ne una altra amb més bon estat.

3.2.4 Folrat d'una antena parabòlica amb paper efecte mirall.

Folrar una antena parabòlica amb paper efecte mirall nomenat "Mylar", que reflexa un 90% de tota la llum que li arriba, per concentrar la llum que incideix sobre ella cap a un mateix punt, fent coincidir el focus de la paràbola sobre el tub de coure del punt anterior.



Diferents etapes folrat paràbola amb paper reflectant efecte mirall

- **Materials:** Paper Mylar, regle, tisores i cola.
- **Procediment:** Tallar el paper Mylar a parts d'uns 10 cm d'ample. Encolar els trossos de paper, encolar la parabòlica i pegar-los amb cura. Finalment intentar treure les bombolles d'aire de cada tira de paper. Així successivament fins a acabar de folrar tota la parabòlica.
- **Conclusions:** A l'enfocar la parabòlica sobre el dipòsit s'observa que el focus no és un sol punt, és una mica més dispers degut a les irregularitats del paper (bombolles d'aire que s'han quedat al apegar-ho). La temperatura de la paret del dipòsit **puja fins els 220º C. però no és suficient per a evaporar l'aigua** del seu interior, encara que es pugui evaporar lentament amb temps, deixant l'aigua estancada.
- **Solucions:** **S'ha de tenir un sistema per fixar la paràbola i de seguiment del Sol**, atès que els moviments i el vent afecten a la Tª.

• Obtenció de la màxima Temperatura:

Enfocant la paràbola sobre la baina d'un termòmetre posat en el punt focal, per obtenir la màxima Tª hem arribat a 355ºC., com podem observar en les següents fotografies.



Màxima temperatura en la paràbola folrada amb paper reflectant sense fixació ni seguiment

- **Solucions:** **Cal tenir un sistema de fixació de la paràbola i un sistema de seguiment del sol o trobar una font de calor encara més potent.**

3.2.5 Amb una Lent Fresnel.

Concentrant els raigs solars en el punt focal d'una lent Fresnel on tenim situat el tub per on circula l'aigua, amb un sistema manual de seguiment del Sol.



Sistema manual de Seguiment del Sol Producció d'aigua calenta

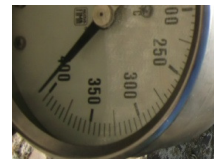
- **Materials:** Lent Fresnel de 330x330 mm i 800 sols, amb el punt focal situat a 330 mm. Sistema de fixació i de seguiment del Sol manual. Tub fix i canonada d'aigua corrent.
- **Procediment:** S'enfoca la lent Fresnel al Sol i es concentra la llum en un punt del tub situat al punt focal de la lent. Deixem uns minuts i obrim lentament la circulació de l'aigua que passa pel tub, observant si surt vapor d'aigua.
- **Conclusions:** A pesar de tenir més de 1000°C en el punt focal, només podem obtenir aigua calenta, en canvi no es suficient per a poder obtenir vapor d'aigua ni de forma constant, en el mes de desembre.
- **Solucions:** Potser a l'estiu i amb un sistema automàtic de seguiment del Sol obtindríem vapor d'aigua.

- **Obtenció de la màxima Temperatura:**

Sense sistema de fixació: Agafant la lent Fresnel amb les mans i dirigint-la cap a una sonda de termòmetre **obtenim més de 400°C**. Parem doncs te massa moviment i no es pot enfocar bé el punt a escalfar.



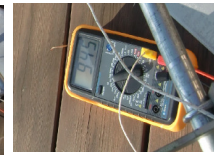
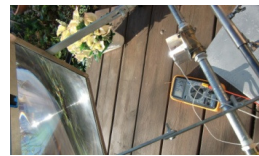
Sense sistema fixació i seguiment



Detall T^a

- **Solucions:** Cal tenir un sistema de fixació de la lent i de seguiment del Sol, per obtenir una bona i constant T^a.

Amb sistema de fixació: I un termòmetre digital d'escala major, puntualment arribem fins a 956°C. Observem que en moments que fa aire refrigera i fa baixar la T^a. **En un altre moment s'arriba a 1200°C.**



Detalls lectura T^a amb un sistema de fixació de la lent Fresnel

3.2.6 CONCLUSIONS.

En tots aquests experiments anteriors, tant amb miralls, com folrant una antena parabòlica amb paper d'alumini, com folrant-la amb paper especial efecte mirall, com amb l'ús d'una lent de Fresnel, es constata que:

1. En cada pas donat (miralls, parabòlica folrada paper alumini, parabòlica folrada amb paper efecte mirall, lent Fresnel), s'ha aconseguit una major Temperatura de treball.
2. Només amb la lent Fresnel, però amb les millors condicions de seguiment del Sol automàtic, tal vegada es podria arribar a fer vapor d'aigua de forma continua.
3. És imprescindible un sistema de fixació del concentrador de la llum del Sol i un sistema automàtic de seguiment del Sol, per mantenir l'enfocament constant al llarg del temps.

Al no poder disposar d'un sistema d'eixos motoritzat que garantitzi un seguiment permanent del Sol per poder mantenir l'enfocament i la producció continuada de vapor amb la lent Fresnel, el treball s'enfoca cap a la concentració fotovoltaica per producció directa d'electricitat.

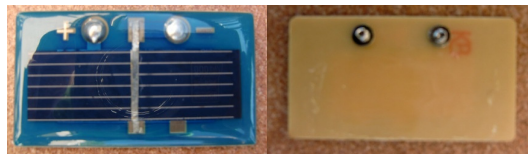
PUNT 2

3.3 CONSTRUCCIÓ D'UN MÒDUL SOLAR DE BAIXA CONCENTRACIÓ FOTOVOLTAICA.

Construcció d'un mòdul de Baixa Concentració Fotovoltaica (CPV) per estudiar el rendiment elèctric en cèl·lules solars de silici monocristal·lí, a l'augmentar la incidència de llum del Sol sobre ella a través de miralls, comprovant la influència de diferents tipus de refrigeració. Tenim 8 miralls de 60 x40 mm. tots iguals pegats a un angle metàl·lic i amb un segon angle aconseguim una ròtula per a pujar i baixar i poder enfocar a la torre. Els enganxem equidistantment entre ells damunt de la plataforma. La torre està formada pel mateix tub ample de coure dels anteriors experiments, on hem enganxat les dues cèl·lules i queda enganxada també a la plataforma tal com podem veure a les següents fotos.

Característiques de les cèl·lules solars:

- Cèl·lula de silici monocristal·lí de 0,5 V i 0,250 A, encapsulada recoberta amb una pel·lícula de resina epòxid per davant i darrera, segons dades recollides de la web www.opitec.es, on es va comprar.
- Superfície/cèl·lula – 15 x 50 mm. = 7.50 cm²



Cara anterior cèl·lula solar

Cara posterior cèl·lula solar

Detalls constructius del mòdul:



Materials per a fer la maqueta



Torre refrigerada per aigua



Tub de coure refrigerat per aigua amb la cèl·lula



Detall torre coberta amb refrigerador forçat d'aire

3.3.1 Rendiment a l'enfocar dos miralls a dues cèl·lules solars fotovoltaïques.

Dels 8 miralls totals del mòdul, enfoco dos al Sol i a les dues cèl·lules solars fotovoltaïques que estan fixades a la mateixa plataforma pegades al tub de coure, per comprovar l'increment de rendiment elèctric. El sistema de refrigeració és passiu i el forma el mateix tub de coure on estan pegades les dues cèl·lules solars.



Detall fixació miralls



Pegat cèl·lules solars a tub coure refrigerador

- **Materials:** 2 miralls, 2 cèl·lules solars fotovoltaïques.
- **Conclusions i problemes:** Després de fer la prova, s'observa que el voltatge que donen les cèl·lules augmenta en enfocar-li miralls. Però hi ha un inconvenient, que **augmenta molt la temperatura de les cèl·lules fins a comprovar visualment que es cremen.**
- **Solucions:** Trobar un mètode bo i eficaç de refrigeració forçada de la cèl·lula.

3.3.2 Refrigeració forçada amb aire de les cèl·lules solars.

Refrigerar les cèl·lules solars per aire forçat, amb un ventilador de refrigeració del processador d'un ordinador i així aconseguir mantenir la temperatura per davall dels 55-60°C, que és la màxima temperatura sense degradació.



Materials preparació refrigeració amb aire

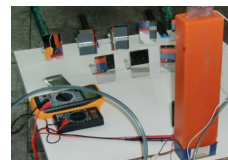


Plafó amb miralls, torre cèl·lules solars i ventilador per aire

- **Materials:** 2 miralls, 2 plaques solars fotovoltaïques i 1 ventilador de refrigeració per contacte del processador d'un ordinador.
- **Conclusions i problemes:** Aconsegueixo baixar uns graus la temperatura però no suficient com per a no fer-les malbé.
- **Solucions:** Trobar un mètode millor i més eficaç per refrigerar la cèl·lula

3.3.3 Rendiment sense i amb doble refrigeració en funció del nombre de miralls.

Comprovar l'increment de l'eficàcia elèctrica en funció del nombre de miralls que apunten les cèl·lules, sense refrigeració o utilitzant dos sistemes de refrigeració de les cèl·lules: líquida per aigua amb el tub de coure usat anteriorment i per aire amb un ventilador d'una font d'alimentació d'ordinador. Fent passar aigua pel tub de coure com a refrigeració líquida per contacte amb les cèl·lules i apart un ventilador d'una font d'alimentació. Faig una coberta de plàstic pel tub que ajudi a la refrigeració amb el ventilador.



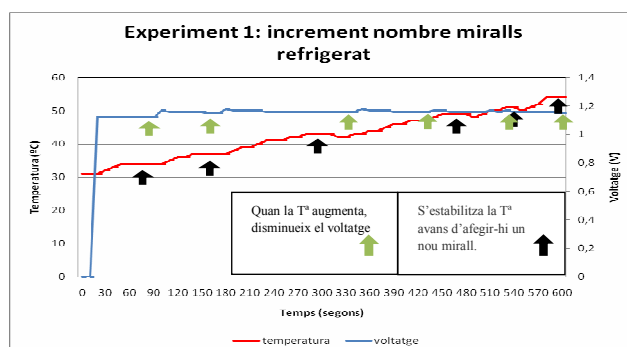
Sistema complet operant vistes diferents

- **Materials:** 8 miralls, 2 plaques solars fotovoltaïques, 1 caixa de plàstic, 1 ventilador de font d'alimentació, un tub de coure utilitzat a pràctiques anteriors.
- **Procediment:** Lligar el tub a una barra d'acer i enganxar la barra a una planxa de fusta. Fer 2 obertures a la caixa de plàstic, una per deixar entrar la llum i una altra per posar el ventilador. Enganxar els miralls amb cola sobre uns angles i aquests sobre una planxa de fusta. Finalment pegar les cèl·lules fotovoltaïques sobre el tub de coure.

3.3.3.1. Rendiment AMB DOBLE REFRIGERACIÓ, augmentant el nombre de miralls.

S'enfoquen els miralls un a un esperant a que s'estabilitzi la temperatura, per demostrar que quan s'enfoca cada mirall, augmentaria el rendiment, però amb l'inconvenient de la temperatura, que faria baixar el rendiment elèctric, a menys que la refrigeració funcioni perfectament.

En aquest gràfic es pot comprovar que quan enfoco un mirall, augmenta el voltatge i per tant el rendiment; però segons després, quan augmenta la temperatura de la cèl·lula, torna a baixar el voltatge i per tant disminueix el rendiment. I així successivament anant enfocant miralls a les cèl·lules. Això ens



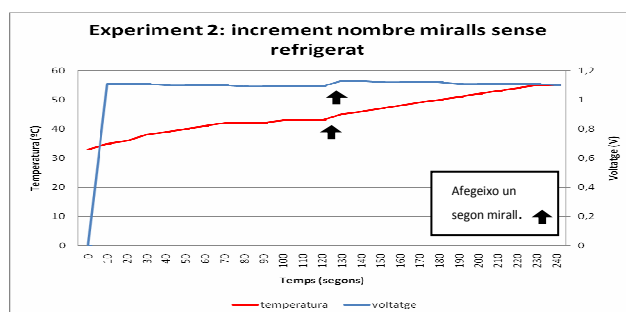
demostra què és possible augmentar el rendiment de les plaques fotovoltaïques proporcionant-los-hi més llum solar. Però també veiem què la temperatura fa disminuir el rendiment d'aquestes i necessitaria més bona refrigeració per a aprofitar el màxim potencial de les cèl·lules.

En aquesta gràfica també s'ha de tenir en compte que, hi ha estones que bufa el vent, això afecta a la temperatura, disminuint-la.

Després d'analitzar el gràfic, observo què on trec més rendiment és amb 3 i 4 miralls, això vol dir què la refrigeració que he utilitzat en aquesta maqueta és l'apropiada per a refrigerar amb 3 i 4 miralls, al mantenir la temperatura entre 41°C i 45°C i el voltatge entre 1,163V i 1,165V.

3.3.3.2. Rendiment SENSE REFRIGERACIÓ, augmentant el nombre de miralls.

En aquest gràfic es pot observar què el voltatge no puja d'1,12V i va baixant a mesura que puja la temperatura, excepte el moment en què li enfoco un altre mirall. L'augment de temperatura és més ràpid què en la gràfica anterior.

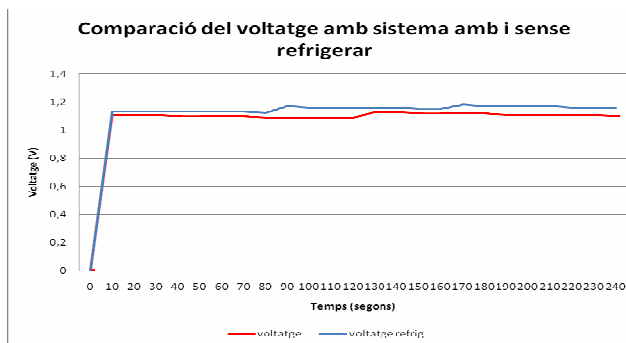


3.3.3.3. Comparativa amb i sense refrigeració, del rendiment - nombre de miralls.

Comparativa de l'eficàcia elèctrica amb i sense refrigeració, en funció del nombre de miralls que apunten les cèl·lules solars.

- Comparo les dos gràfiques en funció de l'augment de temperatura i així veure les diferències que hi ha amb refrigeració i sense:

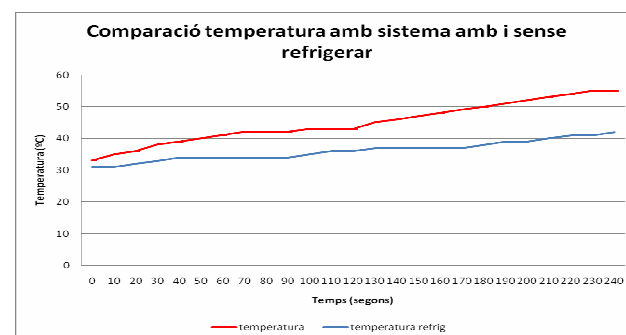
En aquest gràfic observem què hi ha un augment considerable del voltatge amb refrigeració respecte del voltatge sense refrigeració. Aquí també veiem, que la temperatura de les cèl·lules influeix molt en la seva producció d'electricitat, es a dir: el rendiment és funció inversa de la Temperatura.



3.3.3.4. Temperatura amb refrigeració i sense, segons nombre de miralls.

- Comparació de la temperatura amb i sense refrigeració, així com vaig enfocant miralls cap a les dues cèl·lules.

Després d'analitzar aquest gràfic, **confirmem què la temperatura augmenta molt més ràpid sense el sistema de refrigeració que amb ell.** Amb aquest experiment es veu què el



sistema de refrigeració és prou bo per disminuir la temperatura uns 15°C totals, al final de la pràctica.

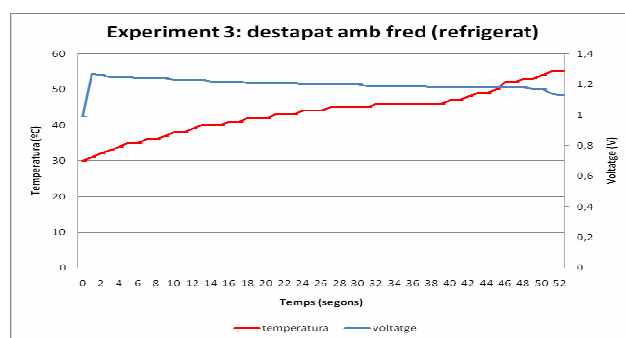
3.3.3.5. Relació temperatura - rendiment amb tot el sistema de concentració i doble refrigeració.

Relació entre Temperatura i l'eficiència elèctrica amb tot el sistema de concentració operatiu amb els 8 miralls enfocats i amb la doble refrigeració.

Enfocar els 8 miralls cap a les cel·les fotovoltaïques, seguidament tapar-ho tot amb un paraigua i quan la temperatura s'estabilitza a uns 30°C treure el paraigua de cop. En aquesta pràctica, vull comprovar què la temperatura afecta molt negativament sobre les cèl·lules ja sigui perquè fa baixar el rendiment, ja sigui perquè superada una certa temperatura es desgasten materialment.

Després de realitzar l'experiment, **podem afirmar que les altes temperatures són molt contraproduents sobre la producció d'electricitat.** Ja que quan comença a produir electricitat (treu el paraigua) arriba al màxim de producció, 1,27 V, i a mesura que augmenta la temperatura, **disminueix notablement la producció d'electricitat fins a 1,13V.**

El voltatge de les cèl·lules sense concentració amb miralls era d'1V i el màxim aconseguit instantàniament en les millors condicions és **d'1,27V**, el que representa un 27% de pèrdua.



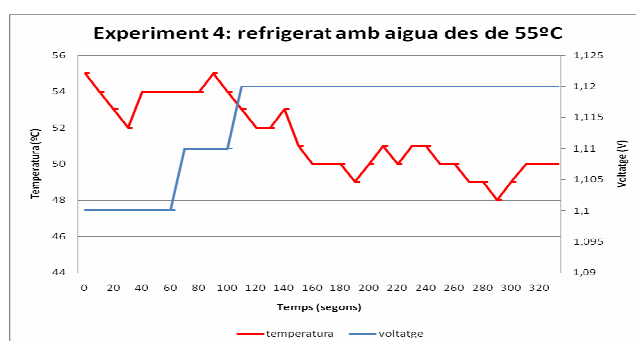
3.3.4 Comparativa entre els dos sistemes de refrigeració de les cèl·lules solars.

En aquesta pràctica vaig provar quin dels dos sistemes de refrigeració forçada: líquida per contacte o per aire, era el més eficaç.

3.3.4.1. Refrigeració forçada líquida.

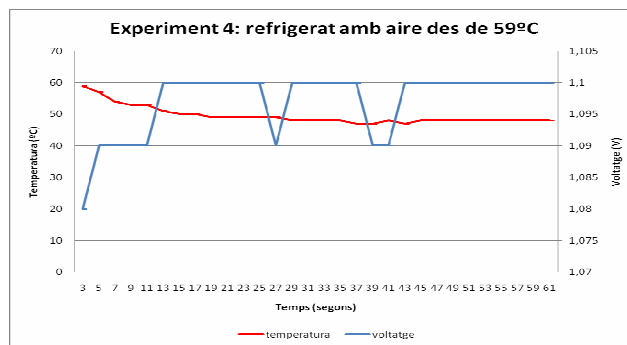
Refrigeració líquida per circulació forçada d'aigua per dins del tub de coure on estan pegades les dues cèl·lules solars, amb pressió de xarxa urbana (només obrint la vàlvula una mica i veient que la Tª de l'aigua a la sortida no varia respecte a la de l'entrada).

S'observa en el gràfic que amb 5 minuts s'aconsegueix baixar la temperatura 5°C, des de 55°C fins a 50°C, i el voltatge augmenta des d'1,1V a 1,12V, tot amb 320 s.



3.3.4.2. Refrigeració forçada per aire.

Refrigeració forçada per aire mitjançant el ventilador de la font d'alimentació descrit anteriorment. En aquesta gràfica es demostra que la refrigeració per aire forçat aconsegueix fer baixar la temperatura 10°C des de 59°C a 49°C, amb 61 s.



3.3.4.3. Conclusions.

1. Al comparar la gràfica de la refrigeració forçada líquida, amb la de la refrigeració forçada per aire, amb les mateixes condicions (mateixa temperatura i lluminositat) dona voltatges diferents. Això pot ser degut al desgast de les plaques fotovoltaïques, ja que entre un experiment i l'altre, n'he realitzat uns quants més.
2. **Comparant les dos gràfiques es veu que la refrigeració per aire en el nostre mòdul és més bona que la refrigeració líquida, ja que aconsegueix disminuir la temperatura més graus (10°C) amb menys temps (61s).**
3. Màxima potència assolida: $P = V \times I = 1,27 \text{ v} \times 0,25 \text{ A} = 0,3175 \text{ W}$. **La potència elèctrica aconseguida puntualment és de 0,3175 w.** Com que la Superfície és de: $15 \times 50 \text{ mm.} \times 2 \text{ cèl·lules} = 15 \text{ cm}^2$. **La potència respecte a la superfície és de: 0,021 W/cm²**

3.4 CONCLUSIONS PUNT 1 I PUNT 2.

- En el **PUNT 1** es constata que, a pesar d'aconseguir incrementar la Temperatura al passar de miralls com a concentradors de la llum del Sol, a una antena parabòlica folrada amb paper d'alumini, i folrant-la amb paper efecte mirall, **no podem arribar a fer vapor d'aigua de forma continua**, i només amb l'ús d'una potent lent de Fresnel es podria aconseguir, **és imprescindible un sistema de fixació del concentrador i un sistema de seguiment de la llum del Sol, per mantenir l'enfocament al llarg del temps.** Per aquesta raó es continua el treball enfocant-lo cap a la concentració fotovoltaica per producció d'energia elèctrica.
- En el **PUNT 2**, es comprova **la baixada tant dràstica de rendiment de les cèl·lules solars per efecte de l'increment de la temperatura a mesura que augmenta la radiació solar sobre elles,** produint-se la seva degradació parcial primer i total al final, de tal manera que **és perd una part o tota la producció d'energia elèctrica.**

Com a conseqüència de les conclusions dels PUNTS 1 i 2, es plantegen altres possibles alternatives per a salvaguardar l'estructura de les cèl·lules i a la vegada que permeti augmentar el seu rendiment elèctric, com:

1. Posar la cèl·lula dins d'un dipòsit al buit.
2. Incrementar la eficiència amb un sistema de refrigeració, utilitzar un material davant de la cèl·lula que deixi passar la llum però no la temperatura.
3. **Fer una tasca de recerca d'informació per conèixer quins son els sistemes tecnològics usats en l'actualitat en el camp de la concentració fotovoltaica i com a conseqüència, s'opta per aconseguir una cèl·lula solar més eficient que pugui treballar a més altes temperatures sense degradar-se.**

PUNT 3

3.5 QUÈ SON I ADQUISICIÓ DE CÈL·LULES DE TRIPLE UNIÓ.

Després d'efectuar un laboriós treball de recerca d'informació, he vist que hi ha molta investigació sobre aquest tema i precisament un dels camps cap a on es dirigeix avui el desenvolupament de la energia solar, es precisament cap al camp de l'Alta Concentració Fotovoltaica (HCPV), i que els avenços son constants, la informació és restringida i protegida amb patents, o patents protegides. El tipus de cèl·lules que s'utilitzen en l'actualitat són unes cèl·lules solars d'última generació, estudiades per uns pocs laboratoris de recerca tecnològics d'USA o Alemanya i fabricades per poques empreses en tot el món. Aquestes cèl·lules nomenades de triple unió, ja venen acoblades en una placa base amb altres components electrònics i, son les emprades en els satèl·lits de les missions espacials de la NASA, amb la incorporació de dos sistemes òptics: Una lent primària que concentra la radiació solar (miralls o lents Fresnel), i la lent secundària que enfoca la radiació dirigint-la cap a la superfície de la cèl·lula (prismes òptics), a més d'un bon sistema de refredament actiu de fluid amb un intercanviador de calor. Com veurem, el seu funcionament és complex i selectiu, i depèn de moltes altres condicionants, com son els seguidors de dos eixos per tenir dirigida la radiació en tot moment sobre la cèl·lula, al només funcionar amb llum directa. En les següents pàgines, explicaré que són i com he arribat a adquirir aquestes cèl·lules solars tant difícils d'aconseguir, així com els altres elements necessaris.

3.5.1 Què són.

L'Arseniür de Gal·li (GaAs) és un compost químic semiconductor, barreja de dos elements: el Gal·li (Ga) i l'arsènic (As). El Gal·li és un subproducte de l'obtenció de l'alumini i zenc. L'arseniür de gal·li per les cèl·lules solars s'ha desenvolupat de forma sinèrgica com arseniür de gal·li per díodes emissors de llum, els làsers i altres dispositius optoelectrònics. El cristall de silici monocristall i les cèl·lules de GaAs han estat en la carrera pel dispositiu de major eficiència fotovoltaica en els darrers temps. El 1989 les cèl·lules de silici experimental van aconseguir eficiències de gairebé el 23% sota la llum solar no concentrada; cèl·lules de GaAs experimentals han aconseguit eficiències de gairebé el 26% sota la llum no concentrada i 29% sota llum concentrada. Les cèl·lules en producció comercial poden donar una mitjana de fins a 20% d'eficiència. La seva alta eficiència i la seva resistència a la radiació també han fet favorits cèl·lules de GaAs per alimentar satèl·lits i altres naus espacials. L'arseniür de gal·li és molt adequat per al seu ús en cèl·lules solars d'alta eficiència, per diverses raons:

- El arsenur de gal·li té una capacitat d'absorció d'alta i requereix d'una cel·la de només unes poques micres de gruix per absorbir la llum solar. (Silici cristall requereix una cèl·lula de 100 microns o més de gruix.)
- A diferència de les cèl·lules de silici, les de GaAs són quasi insensibles a la calor. (especialment per a aplicacions de concentració.)
- Aliatges a partir de arsenur de gal·li amb alumini, fòsfor, l'antimoni o indi tenen característiques complementàries a les de arseniür de gal·li, el que permet una gran flexibilitat en el disseny de cèl·lules d'alta eficiència.
- Arsenur de gal·li és molt resistent al dany per radiació. Això, juntament amb la seva alta eficiència, fa el GaAs molt desitjable per a aplicacions a d'espai exterior.

- Les cèl·lules amb una base de GaAs poden tenir diverses capes de composicions lleugerament diferents que permeten a un dissenyador de la cèl·lula controlar la generació i captació d'electrons i buits.

3.5.2 Adquisició.

Després d'enviar e-mails i omplir formularis de la web, a totes les més importants empreses i/o laboratoris d'investigació d'aquest tipus de cèl·lules de tot el món, [Emcore](#), [Amonix](#), [Sandia National Laboratories](#), [Semprius](#), [Espectrolab](#), [Solfocus](#), [Sol3g](#), i d'altres. De tenir només una resposta de EMCORE però negativa, vaig iniciar una recerca per Internet i pels portals de compra venda nacional i només vaig obtenir resultats amb cèl·lules solars normals de silici amorf, mono o policristal·lí. Finalment vaig descobrir que aquestes cèl·lules s'usen ja acoblades en una placa ceràmica i altres mecanismes electrònics (díodes estabilitzadors protectors per impedir danys), el que es coneix com: **RECEIVER ASSEMBLY**.

Vaig començar a cercar en els portals internacionals e-bay, Alibaba, i d'altres, i vaig conèixer que algunes empreses xineses i de Taiwan fabricaven aquests tipus especials de cèl·lules, però els contactes eren dificultosos per ser un estudiant i no una empresa, que requeria una mostra, quan les mínimes ordres de compra eren de centenars d'unitats. La empresa EMVOLTEK m'oferia un mòdul de 30 cèl·lules acoblades per un import intocable de 1.231 € més 461,5 € de transport. PHOTONICS m'oferia una unitat per 1.191,7 €.

Finalment vaig poder contactar amb l'empresa francesa ECOMAX. El seu gerent em va dir que havia hagut de comprar a EMCORE una quantitat molt gran i l'havien forçat molt amb el preu. Li he comprat 2 cèl·lules i una lent Fresnel i m'ha donat molta informació sobre com solucionar molts problemes de funcionament d'aquest tipus de cèl·lules, atès la seva sofisticació i complexitat tècnica constructiva, així com degut també a la aplicació en sistemes de Alta Concentració Fotovoltaica, molt precisos i molt tècnics.

En els **Annexos** d'aquest treball hi ha part de les relacions comercials per e-mail amb algunes d'aquestes empreses.



Les dues cèl·lules EMCORE rebudes de ECOMAX

3.5.3 Característiques tècniques de les cèl·lules EMCORE.

Les cèl·lules aconseguides son fabricades per la primera empresa mundial espacial EMCORE i tenen les següents característiques, d'acord a la seva pròpia informació rebuda amb les cèl·lules i les que es pot trobar en la seva web.

3.5.3.1. Cèl·lula Fotovoltaica Base.

La cèl·lula fotovoltaica és comercialitzada en els laboratoris EMCORE per a sistemes d'Alta Concentració (HCPV).

CTJ Photovoltaic Cell



Rendiment del 39% d'Eficiència sota Il·luminació Concentrada.

Característiques:

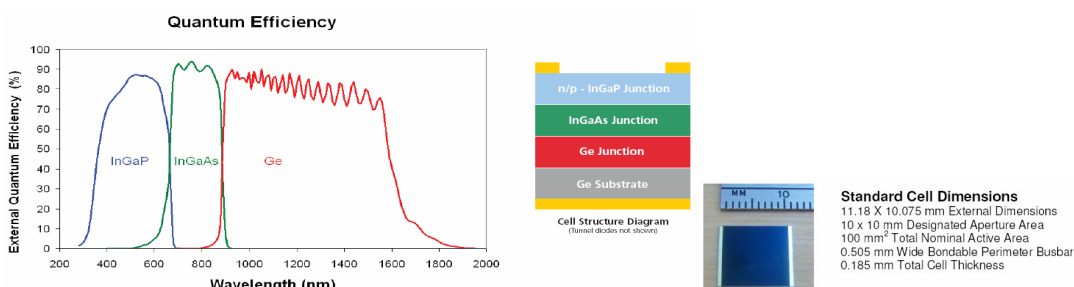
• Cèl·lules solars triple unió d'alta eficiència amb un substrat de Germani per aplicacions Fotovoltaiques d'Alta Concentració.	• Capa Antireflectora que dona baixa reflexió en tot el rang de longitud d'ona de 0.3 a 1.8µm.
• Caracteritzada per Aplicacions Solars Terrestres sota Il·luminació concentrada sobre 1500 sols	• 100% testat a 1000 Sols.
• Contactes soldables davant i darrera.	• Standard 1x1 cm ² (Designada obertura

	d'àrea).
<ul style="list-style-type: none"> • Atenció al client sobre mides específiques. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibles en configuracions especials de l'aplicació.
<ul style="list-style-type: none"> • Servei específic de disseny de la xarxa per optimitzar el rendiment en sistemes CPV. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponible en tota la oblea.

A continuació diferents gràfics que defineixen les característiques principals de la cèl·lula solar:

	1X Concentration	503X Concentration	1182X Concentration
Efficiency	31.4%	39.0%	36.3%
V _{oc}	2.605 V	3.193 V	3.251 V
J _{sc}	13.85 mA / cm ²	6.96 A/cm ²	16.37 A/cm ²
V _{mp}	2.33 V	2.84 V	2.68 V
J _{mp}	13.4 mA / cm ²	6.8 A/cm ²	16.04 A/cm ²
P _{mp}	31.4 mW / cm ²	19.3 W/cm ²	42.9 W/cm ²

Especificacions tècniques de la cèl·lula solar EMCORE a diferents concentracions solars

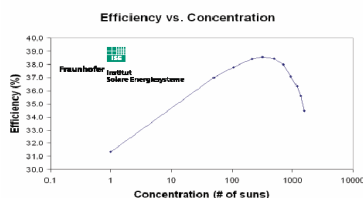


Eficiència elèctrica de les diferents capes que conformen la cèl·lula solar EMCORE

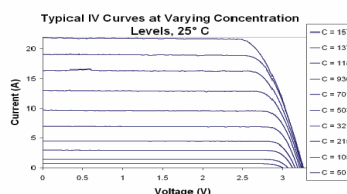
Mesures de la cèl·lula solar

Temperature Dependence at 800 Suns (20°C - 70°C)

$\Delta V_{oc} = -4 \text{ mV/}^\circ\text{C}$
$\Delta J_{sc} = 7.2 \text{ mA/}^\circ\text{C}$
$\Delta \text{efficiency} = -0.06\% \text{ (absolute)/}^\circ\text{C}$



Eficiència respecte a concentració solar



Corrent elèctric en funció del voltatge a diferents T^a.

3.5.3.2. Receptor Acoblat Terrestre (Terrestrial Receiver Assembly).

La cèl·lula fotovoltaica és acoblada en els laboratoris EMCORE i es comercialitza per a sistemes d'Alta Concentració (HCPV), amb el nom de **Receiver Assembly**.

CTJ Terrestrial Receiver Assembly



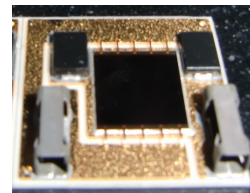
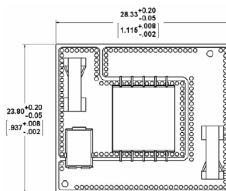
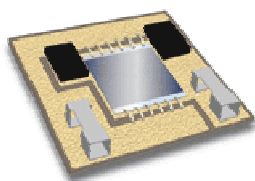
Rendiment del 39% d'Eficiència sota Il·luminació Concentrada

El receptor acoblat per a Alta Concentració Fotovoltaica HCPV terrestre de EMCORE, líders en la indústria de cèl·lules solars de triple unió CTJ, incorpora díodes de derivació de protecció i connectors elèctrics, sobre un substrat d'alta conductivitat tèrmica de ceràmica. El conjunt s'integra fàcilment en pràcticament qualsevol disseny del sistema i funciona com el motor fotovoltaic dels sistemes fotovoltaics de concentració. Poden ser de 10x10 mm o de 5.5x5.5 mm.

Característiques:

<ul style="list-style-type: none"> • El conjunt receptor acoblat de EMCORE utilitza 1 cm² de cèl·lula solar de Triple 	<ul style="list-style-type: none"> • Substrat ceràmic banyat, amb alta conductivitat tèrmica.
---	--

unió (CTJ) per a concentració.	
<ul style="list-style-type: none"> • Capsa plana metal·litzada elèctricament aïllada de la metal·lització de la part davantera. 	<ul style="list-style-type: none"> • La cèl·lula triple unió CTJ està interconnectada amb llaços de cinta d'or (Au).
<ul style="list-style-type: none"> • Alta velocitat de muntatge automatitzada amb baix cost de ma d'obra. 	

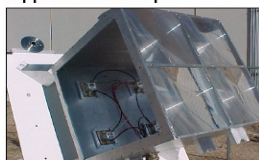


Fotografia de la cèl·lula acoblada web EMCORE, plànol i Foto cèl·lula EMCORE usada en aquest treball

Typical Efficiency	37%, 25°C, AM1.5
Cell Active Area	1.012 cm ²
Substrate	Direct-bond-copper, Al ₂ O ₃ substrate with Au/ Ni surface plating (copper thickness 0.3 mm Al ₂ O ₃ thickness 0.38 mm)
Bypass Diode	15A Schottky
Operating Temperature	-40°C to 100°C
Max Temperature	180°C

Diferents característiques de la cèl·lula solar EMCORE

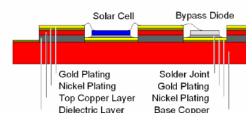
Application Example



On-Sun testing at EMCORE Photovoltaics at 520 Suns

Mòdul de 4 cèl·lules EMCORE a 520 sols de concentració solar

Challenges in CPV manufacture, example: cell assembly and heat spreader



Source: Fraunhofer ISE, 2007

Diferents capes en l'acoblament d'una cèl·lula solar triple unió EMCORE

3.5.3.3. Plànols de EMCORE.

3.5.3.3.1. Cèl·lula triple unió nº 609980 - Terrestrial Cell.

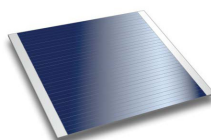


Foto pàgina web EMCORE

3.5.3.3.2. Receptor Acoblat Terrestre nº 610592- Terrestrial Receiver Assembly.

Diferències observades. Es veuen petites diferències sobretot en la foto del full de les especificacions de la web EMCORE en la que veiem que només hi ha un diode estabilitzador i els bornes estan en situacions diferents. Les cèl·lules rebudes son com la foto de la pàgina <http://www.emcore.com/>. En els **Annexos** d'aquest treball es troben tots els plànols originals de EMCORE que acompanyen a la compra d'aquesta cèl·lula.

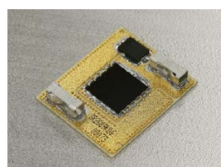


Foto Full especificacions web EMCORE

PUNT 4

3.6 CONSTRUCCIÓ I ESTUDI D'UN MÒDUL SOLAR D'ALTA CONCENTRACIÓ FOTOVOLTAICA (HCPV), D'UNA CÈL·LULA SOLAR DE TRIPLEUNIÓ.

Amb una de les dues cèl·lules acoblades (**Receiver Assembly**) de **EMCORE**, amb la lent Fresnel com a òptica primària, comprades a ECOMAX França, i el prisma òptic com a òptica secundària donada per l'empresa ATM Informàtica (subministradora del mòdul M40 de Sol3g), construeixo un mòdul unitari d'Alta concentració fotovoltaica HCPV, amb la Lent Fresnel de 800x com a òptica primària, un prisma òptic secundari, una cèl·lula solar Receiver Assembly EMCORE, un sistema de refrigeració actiu que podrà ser amb aigua o amb aire, i un sistema manual de seguiment del Sol.

3.6.1 Materials.

<ul style="list-style-type: none"> • Cèl·lula nº 610592 Terrestrial Receiver Assembly EMCORE. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lent Fresnel ECOMAX França de 800 x.
<ul style="list-style-type: none"> • Prisma Òptic ATM Informàtica provinent de Sol3g. 	<ul style="list-style-type: none"> • Xapes d'alumini i inoxidable.
<ul style="list-style-type: none"> • Peça en T de llautó. 	<ul style="list-style-type: none"> • Peça refrigerador processador d'alumini amb aletes.
<ul style="list-style-type: none"> • Tubs galvanitzats i aixetes de pas per aigua 	<ul style="list-style-type: none"> • Adhesiu especial de contacte.
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de refrigeració d'un processador. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tira en angle i passamans d'acer inoxidable.

3.6.2 Mesures de protecció i seguretat.

Es obligat l'ús d'ulleres de Sol per protegir els ulls en totes les experiències que es fan amb lents Fresnel, doncs aquestes lents actuen de lupa gegant i concentren molt la llum del sol i produeix cremades de la retina de l'ull.

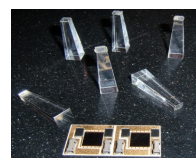
3.6.3 Incidències prèvies.

Abans d'iniciar la construcció i l'acoblament dels elements, i atès que el venedor de la lent Fresnel i de la cèl·lula solar ECOMAX te experiència, li faig unes consultes prèvies.

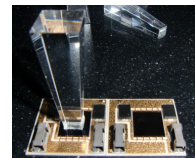
1. **Cèl·lules solars:** Ens ha lliurat dues d'enganxades entre si, doncs les fabriquen enganxades. Cal separar-les amb una lleugera pressió amb les mans.
2. **Cèl·lula solar-prisma òptic secundari:** La cèl·lula solar EMCORE es de 10 x10 mm (encara que la cèl·lula acoblada amb els díodes protectors –RECEIVER ASSEMBLY- es de 24,25x23,55 mm) i en canvi el prisma òptic secundari rebut d'ATM de Sol3g només te 5,5 x 5,5 mm, amb el que només podrem usar la meitat de la cèl·lula solar doncs únicament podrem concentrar els raigs solars en una superfície de 5,5 x 5,5 mm., **o bé invertir el prisma òptic.** Es pot veure en les fotos següents.

Segons ECOMAX el prisma òptic ha de ser de la mida

de tota la superfície de la cèl·lula, no usar el prisma de Sol3g i adquirir un bloc de vidre de 10x10x50 mm. Per aquesta raó faig e-mails a varies empreses de tot el món per Internet per cercar un prisma òptic secundari tronc piramidal de 10 x 10 mm de base



Les dues Cèl·lules solars i els prismes òptics rebuts

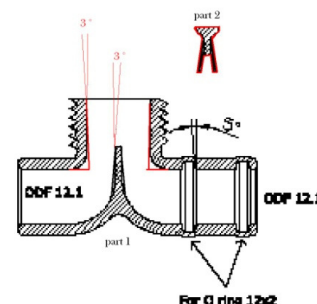


Prisma òptic ocupant la meitat de la cèl·lula

petita, o un prisma quadrangulars de 10x10 mm. de base. Els preus per una peça son intocables. Busco sense èxit en vidriers de la zona per tal d'aconseguir un bloc de vidre.

- Lent Fresnel de 800x:** Fent una consulta al venedor ECOMAX ens dona una informació molt valuosa: Sobre el punt focal ens diu que és a 330 mm. i a 320 mm. **tenim una àrea de llum de 10x10 mm. La superfície activa és de $0,333 \times 0,333 = 0,1089 \text{ m}^2$, encara que la eficiència és entre el 80 i 85%, o sigui que tindriem una superfície de $0,0871 \text{ m}^2$. Així que la màxima potencia amb cel net seria de 87 W (1000 w/m^2), que amb les pèrdues en la òptica secundària quedarà en 82-83 W. Com que la cèl·lula pot transformar en electricitat com a màxim el 35%, i el 65% necessita ser dissipat en calor, donarà un màxim de 29 W d'electricitat i 50W necessita ser dissipat en el sistema de refrigeració.**

- Refrigeració (Cooling):** Sobre la refrigeració ECOMAX opina que amb la seva experiència creu que pot anar bé la refrigeració amb aigua a baix flux de 6 l. per hora, doncs només cal dissipar 60 w. (*only 60 watts , 1 m3 of water is 1000 kw/h for 1° , we can accept 10° or 20° , so if inlet water is 25° and output is 35°, it will require a water flow of 6 liters per hours only*). També creu que pot anar bé una refrigeració passiva amb xapa d'alumini. Ell en una prova va passar aigua per l'interior d'una peça de coure en forma de T de 1/2", pegant amb cola la cèl·lula en la part del capçal.



Croquis peça de coure per refrigerar la cèl·lula solar amb aigua

- Seguiment (Tracking):** Serà necessari dotar al mòdul d'un sistema de 2 eixos encara que sigui molt bàsic per poder disposar de continuïtat en les lectures d'eficiència elèctrica.

3.6.4 Sistema de seguiment manual de dos eixos.

Faig construir un conjunt bàsic de dos eixos (foto 1) per fixar la llum a la cèl·lula i fer un seguiment manual del Sol. En la foto 2 podem veure el mòdul amb el sistema refrigerat, en aquest cas per aire (X), format per una base (1), un eix azimutal (2) i un eix zenital (3).



Foto1

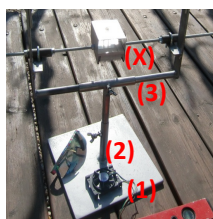


Foto2



Mòdul amb els dos sistemes de refrigeració



Mòdul enfocat amb sistema refrigeració per aire

3.6.5 Màxima Temperatura amb la Lent Fresnel.

Dirigim el punt focal de la lent Fresnel sobre la beina d'un termòmetre d'escala fins a 400°C, i al cap d'un temps veiem que s'arriba a sobrepassar el màxim de l'escala, per tant no sabem fins quin Tª pot arribar (foto 3). Amb un termòmetre digital veiem que la Tª arriba a 956°C però és variable en funció de l'aire que fa en cada moment que actua de refrigerant (foto 4). En algun moment s'ha arribat a 1200°C.



Foto 3

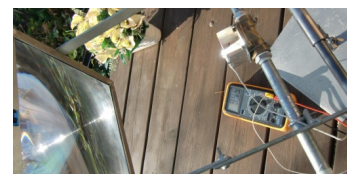


Foto4

3.6.6 Mòdul HCPV sense refrigeració. Rendiment i temperatura.

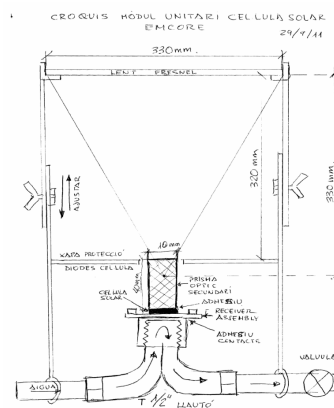
Es pot comprovar què en un principi, la cèl·lula treu un rendiment molt alt, d'uns 2,75 V a una temperatura de 65°C. Però a mesura que augmenta la temperatura, el rendiment va disminuint fins a arribar a 2,65 V a 85°C.

3.6.7 Mòdul HCPV refrigerat per aigua.

Fem una prova per concentrar tota la llum sobre un prisma òptic secundari però no podem aconseguir-ho, atès que el Sol de setembre al migdia ja no va vertical i s'ha d'inclinar la lent Fresnel i en canvi no podem inclinar manualment d'igual mode el prisma òptic. És imprescindible que la lent Fresnel i el prisma òptic estiguin subjectes conjuntament per tal que entre ells mantinguin sempre la perpendicularitat. És imprescindible construir doncs, un mòdul unitari amb tots els elements.

3.6.7.1. Croquis mòdul.

Es prepara el croquis per a construir el mòdul, dibuix del costat, on es pot veure en la part superior la lent Fresnel de 330 mm. amb el sistema manual mòbil d'ajustament del punt focal. Un prisma òptic secundari entre la lent i la cèl·lula solar i aquesta enganxada a una peça especial per l'interior de la qual es fa circular aigua.



3.6.7.2. Sistema de refrigeració.

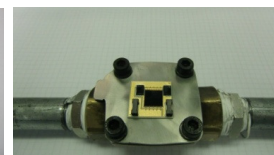
La refrigeració activa per circulació d'aigua es fa amb una peça de llautó. Pel seu interior l'aigua es obligada a circular



Part superior peça oberta



Sortida aigua



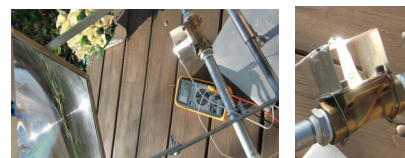
Tapa superior amb cèl·lula solar pegada

de baix cap a dalt forçant la conducció de l'aigua al tap superior. Tapant aquesta part amb una xapa metàl·lica conductora i pegant damunt seu la cèl·lula solar i sobre ella el **prisma òptic en posició contraria al normal**, per fer coincidir les mesures de la base de la cèl·lula (10 x 10 mm) amb la base del prisma de 5 x 5 mm i 10 x 10 mm.

3.6.7.3. Estudi i resultats.

Es tracta de veure la eficàcia elèctrica que podem treure, observant els problemes que poden anar sorgir: temperatura, refrigeració, seguiment del Sol.

Primer hem d'ajustar el mòdul construït per ajustar que el punt focal (330mm) de la lent Fresnel de 330 x 330 mm. enfoqui només la superfície del prisma òptic de 5,5 x 5,5 mm, que es troba a una distància de 325 mm. Comprovem que les superfícies siguin paral·leles.



Temperatura Màxima en el punt focal prisma òptic secundari i Detall cèl·lula il·luminada

- **Temperatures màximes:** Mesurades el 31 d'octubre de 2011 a les 13. S'obtenen 945°C. en el punt focal just en el prisma òptic secundari, i 369°C. en la cèl·lula solar.

3.6.7.3.1. Rendiment i temperatura.

En utilitzar refrigeració d'aigua, la temperatura mínima (60°C) i la temperatura màxima (75°C) son menors que sense utilitzar refrigeració i per tant, el rendiment de les cèl·lules és més elevat (2.77 V a 60°C) que a temperatures superiors.

3.6.7.4. Comparativa amb i sense refrigeració per aigua.

Temperatura (°C)	Voltatge (V) sense refrigeració	Voltatge (V) Amb refrigeració líquida
60		2.77
65	2.75	2.75
70	2.74	2.73
75	2.72	2.72
80	2.71	
85	2.65	

Les mesures han estat fetes el dia 22 de gener, quan el Sol va molt baix i les temperatures ambientals són molt baixes i ajuden a la refrigeració de la cèl·lula solar.

3.6.7.5. Conclusions.

1. **Amb la mateixa temperatura i superfície, aquestes cèl·lules, donen un rendiment molt superior respecte a les cèl·lules de silici monocristal·lí.**
2. **La cèl·lula refrigerada dona un lleuger augment de rendiment respecte a la cèl·lula no refrigerada, i amb la refrigeració les temperatures son menors.**
3. **Màxima Potència assolida: $P = V \times I = 2,77 \text{ v} \times 5,75 \text{ A} = 15,9 \text{ W}$.**

La potencia elèctrica aconseguida puntualment és de 15.9 w.

Com que la Superfície – 10 x 10 mm. x 1 cèl·lula = 1 cm²,

La potencia respecte a la superfície és de: 15.9 W/cm²

3.6.8 Mòdul HCPV refrigerat per aire.

Es tracta de veure, com en el cas anterior de la cèl·lula refrigerada per aigua, la eficàcia elèctrica que podem treure refrigerant-ho amb aire, observant els problemes que poden anar sorgir: temperatura, refrigeració, seguiment del Sol.

3.6.8.1. Sistema de refrigeració.

El sistema de refrigeració per aire es fa amb un aparell de refrigeració d'un processador d'ordinador format per un ventilador de 12V i 17A i un cos d'alumini de 65x75 mm amb 21 aletes. Veure detall (1) de Foto 5. Donem forma de U invertida (veure detall (2) de Foto 6) a una xapa d'alumini i l'enganxem a la peça d'alumini d'aletes, deixant un espai lliure de 35 mm. entre elles, fent un forat per on surt el prisma òptic, com a separador per tal d'evitar que la lent Fresnel cremi els díodes i resta de la cèl·lula al quedar desenfocada per manca de seguiment precís del Sol. Travessem la peça d'alumini amb una vareta

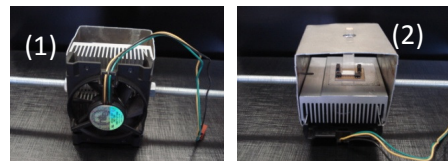


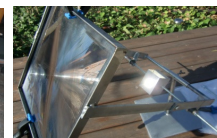
Foto 5

Foto 6

roscada on s'enganxa el marc que suporta la lent Fresnel. Peguem la cèl·lula solar damunt de la peça d'alumini i sobre ella **el prisma òptic en posició contrària al normal**, per fer coincidir les mesures de la base de la cèl·lula (10 x 10 mm) amb la base del prisma de 5 x 5 mm i 10 x 10 mm., enlloc d'esser 10 x 10 mm i 15 x 15 mm.



Muntatge i ajust

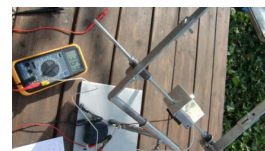


Mòdul ajustat i enfocant

3.6.8.2. Estudi i resultats.

Com en el mòdul anterior refrigerat per aigua, veurem la eficàcia elèctrica que es pot treure, observant els problemes que poden sorgir. Ajustant el punt focal i comprovant que les superfícies siguin paral·leles.

- **Temperatures màximes:** Mesurades el 31 d'octubre de 2011 a les 13 h. Com en el cas del mòdul refrigerat amb aigua, s'obtenen 945°C. en el punt focal just en el prisma òptic secundari, i 369°C. just en la cèl·lula solar.



Temperatura Màxima en la cèl·lula solar 369°C.

3.6.8.2.1. Rendiment i temperatura.

Aquest experiment ha servit per comprovar que en utilitzar refrigeració, la temperatura mínima (40°C) i la temperatura màxima (60°C) son menors que sense refrigeració i per tant, el rendiment de les cèl·lules és major (2.82 V a 40°C) que a temperatures més altes.

3.6.8.3. Comparativa amb i sense refrigeració per aire.

Temperatura (°C)	Voltatge (V) sense refrigeració	Voltatge (V) Amb refrigeració per aire
40		2.82
50		2.79
60		2.77
65	2.75	2.75
70	2.74	
75	2.72	
80	2.71	
85	2.65	

Les mesures han estat fetes el dia 28 de desembre, quan el Sol va molt baix i les temperatures ambientals són molt baixes i ajuden a la refrigeració de la cèl·lula solar.

3.6.8.4. Conclusions.

1. **Amb la mateixa temperatura i superfície, aquestes cèl·lules, donen un rendiment molt superior respecte a les cèl·lules de silici monocristal·lí.**
2. **La cèl·lula refrigerada dona un major rendiment respecte a la cèl·lula no refrigerada, ja que amb la refrigeració, les temperatures son menors.**
3. **Comparant els dos tipus de refrigeració, el mòdul refrigerat amb aire, dona un 2% més de rendiment que el refrigerat amb aigua.**
4. **Màxima Potència assolida: $P = V \times I = 2,82 \text{ v} \times 5,75 \text{ A} = 16,2 \text{ W}$.**
La potència elèctrica aconseguida puntualment és de 16.2 w.
 Com que la Superfície – 10 x 10 mm. x 1 cèl·lula = 1 cm²,
La potència respecte a la superfície és de: 16.2 W/cm².

PUNT 5

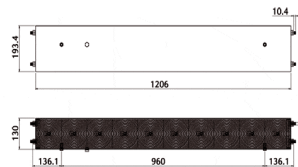
3.7 ADQUISICIÓ I ESTUDI D'UN MÒDUL SOLAR D'ALTA CONCENTRACIÓ FOTOVOLTAICA (HCPV) DE 10 CÈL·LULES SOLARS DE TRIPLE UNIÓ.

Adquisició d'un mòdul usat d'un sistema de concentració de 10 cèl·lules solars triple unió a l'empresa ATM Informàtica S.L., format per una òptica primària de lent Fresnel i un prisma òptic com a lent secundària, fabricat per l'empresa catalana **Sol3g amb el nom de M40**.

Es tracta d'adquirir un mòdul ensamblat per tenir una planta pilot, i poder estudiar els seus elements constructius, comprovant la eficàcia elèctrica d'un aparell preparat per fer electricitat, estudiar els efectes de la manca d'un sistema seguidor solar de dos eixos.

3.7.1 Antecedents de l'empresa Sol3g i el seu mòdul M40.

Sol3g era una empresa dedicada a la consultoria, investigació, desenvolupament i fabricació de sistemes solars concentració, basats en mòduls solars amb cèl·lules de triple unió, lents Fresnel amb òptiques anidòliques i sistemes de seguiment solar, situada al Parc Tecnològic de Cerdanyola del Vallés. Va iniciar la producció del **mòdul M40** a mitjans del 2006 a Terrassa. Va ser una de les primeres empreses del món en comercialitzar mòduls HCPV. Les cèl·lules que utilitzava Sol3g són **cèl·lules tàndem de triple unió** que com s'ha dit, resisteixen molt bé la concentració de la radiació amb una eficiència al voltant d'un 35%, molt superior al de les cèl·lules de silici tradicionals. Aquestes cèl·lules ofereixen una doble avantatge: Aprofiten millor l'espectre solar, obtenint major rendiment, i obtenen la seva major eficiència per a concentracions elevades (300 a 500 sols), aconseguint que la cèl·lula treballi a una T^a només 10 o 15 o per damunt de la T^a ambient. S'ha dissenyat un sistema òptic de 2 components que facilita una **concentració geomètrica de 476 sols** junt amb una elevada tolerància a la desviació. (El mòdul de EMCORE, GEN 3 CPV MODULE concentra 500 x, i el de ISOFOTON, GEN 2 arriba a 1000 x). Els mòduls s'acoblen entre ells per formar panells solars motoritzats amb sistemes informàtics de seguiment del sol. Concentrant la llum solar en una àrea molt més petita de cèl·lula solar, s'utilitza un volum de matèria prima molt inferior. La superfície de semiconductor es redueix unes 400 vegades respecte a un panell tradicional de silici amb el consegüent estalvi de cost. **Sol3g** va completar les següents instal·lacions.



Plànol mòdul



Etiqueta mòdul

Sanlúcar la Mayor (Sevilla) - Juliol del 2007	Manresa – 2008
Alcobendas (Madrid) - Setembre del 2007	Orense – 2008
Torregrossa (Lleida) - Setembre del 2007	Olocau del Rei (Castellón) – 2008
Catania (Sicília) - Octubre del 2007	Vallverd (Lleida) – 2008
València – 2008	Valladolid - 2008
Israel – 2008	Santa Pola (Alicante) - Setembre 2008
Oscà – 2008	Flix (Tarragona) - Setembre 2008

3.7.2 Estudi dels elements constructius del mòdul M40.

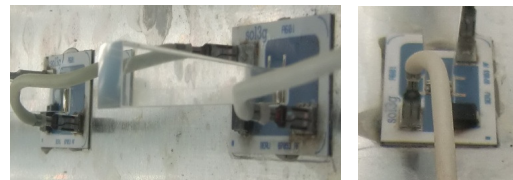
El dia 13 de setembre de 2011, després d'una acurada cerca per internet i participar en una subhasta en un portal de compres, finalment rebo el mòdul M40 de Sol3g, de l'empresa ATM Informàtica S.L., i comprovo que efectivament és de segona mà, però sembla estar en

bones condicions d'ús. No obstant es veu com si els díodes d'algunes cèl·lules acoblades estiguin envellits, so sé fins a quin punt funcionen correctament. Observar fotos següents.



Imatges mòdul M40 de Sol3g comprat

Així mateix es veuen marques de gotes d'aigua de condensació damunt de la base d'alumini del mòdul, el metacrilat dels capçals del mòdul es veuen escardats i es veu que els elements de metacrilat estan pegats entre ells i per tant és un mòdul hermètic i no accessible al seu interior per a reparar-lo.



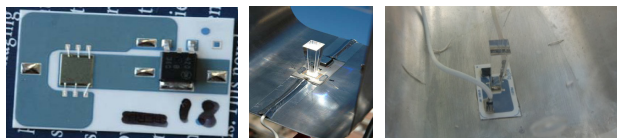
Detalls d'envelliment diferents parts de les cèl·lules solars del mòdul M40 comprat

És un mòdul format per 10 unitats d'alta concentració fotovoltaica, cada una amb una cèl·lula solar acoblada + una lent Fresnel + prisma òptic, sense cap sistema de refredament. Les 10 cèl·lules solars estan connectades entre si elèctricament en serie. Parlant amb l'empresa venedora, diuen que poden subministrar algunes cèl·lules més si es comprova que no funcionen correctament. Així mateix es brinden a enviar-me sense cost uns prismes òptics pel muntatge del mòdul unitari estudiat en el Punt 4.

3.7.2.1. Les cèl·lules solars.

Les cèl·lules del mòdul M40 rebut, son fabricades per l'empresa alemanya RWE Space Solar i Spectrolab, USA dedicades a la industria de l'espai.

Aquestes cèl·lules son cares, però molt útils pels sistemes d'alta concentració HCPV per tenir una superfície de cèl·lula molt petita. Son cèl·lules de triple unió, actualment formades per tres series de subcel·lulars connectades: GaInP, Ga As, and Ge, amb una superfície activa de 5.5x5.5 mm. Les mides totals incloent els bus bars son de 6.5x5.5 mm., amb un gruix de 0.15mm.



Vistes cèl·lula solar web Sol3g

Vista cèl·lula acoblada i prisma òptic del mòdul

3.7.2.2. Les lents.

Les lents de Fresnel del mòdul M40 rebut, són el P502 de 120 x 120 mm. d'obertura i distancia focal de 152 mm.. Proporcionen una concentració de 476x, a la practica 400x d'acord a Sol3g. Aquest sistema òptic obté una eficiència del voltant del 85%, una excel·lent uniformitat de sortida del flux, i un acceptable angle mitjà al voltant de 1,25 graus.

3.7.2.3. Prismes Òptics.

Estan combinats amb prismes S501 BK7 com elements òptics secundaris, fets amb avançades tècniques de modelat de vidre. Les mesures son de 5x5 mm. de base petita, 10x10 mm. de base gran i 40 mm d'alçada. L'òptica secundària li dóna tolerància a tot

el sistema òptic i homogeneïtza el flux i elimina les aberracions cromàtiques de la lent de Fresnel primària.

3.7.2.4. Concentrador.

Cada concentrador conté una lent Fresnel P502, una cèl·lula solar multi unió RWE de 5.5x5.5 mm, unida directament al prisma òptic S501 BK7, la cèl·lula està muntada en un substrat metal·litzat de ceràmica, que inclou un diode de derivació protector. Els concentradors son alineats en 10 unitats i estan englobats en una xapa d'alumini en forma d'U que te la funció de suportar la cèl·lula solar pegada directament a ella, i a la vegada fa de dissipador de calor, que dona una solució molt simple, eficient i econòmica. L'estructura d'alumini en forma d'U i la combinació de plàstic marc de les lents estan unides entre si mitjançant un component de segellat. Una vàlvula de compensació de la pressió iguala a la pressió d'aire interna i externa, sense permetre l'entrada d'aigua de l'exterior, (aquesta vàlvula no ve en el mòdul comprat).

3.7.3 Dades tècniques del mòdul M40.

Cada mòdul M40 te una eficiència de conversió combinada al voltant del 28% usant cèl·lules solars del 35%, donant prop de 40W en condicions estàndard de 1000W de irradiació normal directa i 25°C, el que fa fins a 192 W per mòdul de 5 unitats M40.

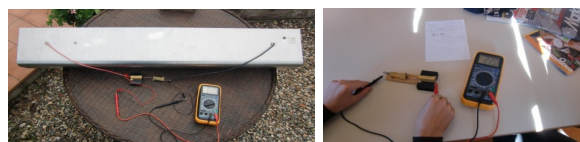
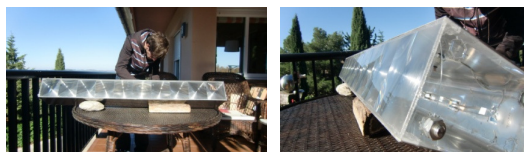
Nº de cèl·lules solars	10	Nº de Lents Fresnel	10
Eficiència teòrica:	32%	Eficiència del mòdul	24%
Tensió en circuit obert	29V	Intensitat màxima en curtcircuit	1.42A
Potència a 1000Wm ² DNI a 25°C	35W	Obertura solar	0.144 m ²
Dimensions (mm)	1206x130x194	Pes	2.7 Kg

	A	B	C
Eficiència cèl·lula	32%	31%	30%
Eficiència mòdul	24%	22%	20%
Voc	29 V	29 V	29 V
Isc	1,42 A	1,30 A	1,18 A
Vmpp	26 V	26 V	26 V
Impp	1,36 V	1,25 V	1,12 V

En conversa mantinguda amb el venedor del mòdul M40 (ATM Informàtica), la eficàcia teòrica dels mòduls o plaques solars, d'acord a les seves característiques tècniques, sempre son en condicions ideals i la eficàcia real és sempre menor, així en condicions normal, podem obtenir 24/26 V, 0.9/1 A. i entre 21 i 26 W de potencia.

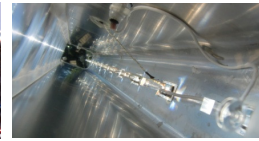
3.7.4 Comprovar la eficàcia elèctrica d'un aparell preparat per fer electricitat.

En un dia solejat del mes de desembre fem la comprovació de la eficàcia del mòdul orientant-lo cap al sol damunt d'una taula de jardí intentant encarant a la vegada les 10 lents de Fresnel amb cada un dels 10 prismes secundaries de les 10 cèl·lules solars del mòdul, com es veu en les següents fotos. Per tal de veure el funcionament d'aquest mòdul s'ha d'intercalar una resistència elèctrica d'uns 20 Ohms.

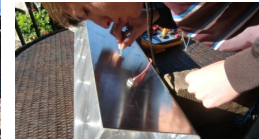
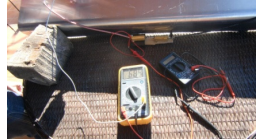


Sistema passiu de dissipació del calor per la carcassa d'alumini en U:

Al cap d'uns minuts es prenen diferents valors de la temperatura, tant en el prisma òptic secundari (684º), com damunt de la base de la cèl·lula solar (69º), com en l'exterior de la xapa d'alumini (24º), es comprova així la eficàcia del mòdul en dissipar tota la calor que s'acumula en



Temperatura en la cèl·lula-69ºC i Tª xapa exterior 24ºC (esquerra)



Tª prisma secundari- 684ºC

Inserint la sonda de Tª

Sonda damunt del prisma secundari

la concentració de la llum del Sol, observant com el prisma òptic secundari ja fa de gran dissipador baixant la Tª de 684º a 69º, que és la Tª que treballa la cèl·lula solar.

Quan tenim el mòdul ben alineat i enfocat al Sol es prenen les mesures elèctriques de voltatge de 21,5 V. i d'intensitat de 1,15 A., tal com es veu en les fotos següents:



Lectura del voltatge - 21,5V.

Lectura de d'intensitat - 1,15 A.

Amb aquests valors la resistència elèctrica

necessària seria de: $P = R \times I \times 2$, d'aquí $R = P / I \times 2 = 24,84 / 1,15 \times 2 = 18,8$ ohms.

Com hem dit a l'inici, hem posat dos resistències en sèrie, donant una suma de 22 ohms, suficient per treballar.

3.7.4.1. Conclusions

1. Amb la mateixa temperatura i superfície, aquestes cèl·lules, donen un rendiment molt superior respecte a les cèl·lules de silici monocristal·lí.

2. Potència màxima aconseguida: $P = V \times I = 21,5v \times 1,15A = 24,8$ W.

La potència elèctrica màxima aconseguida puntualment és de 24,8 w.

Com que la Superfície – 5.5 x 5.5 mm. x 10 cèl·lules = 3,025 cm²,

La potència respecte a la superfície és de: 8,2 W/cm².

3.7.5 Efectes de la manca d'un sistema de seguiment solar de dos eixos.

Aquests mòduls son de tot o res, i només recullen la llum directa del sol. És doncs, imprescindible que la llum del sol que es concentrada en les 10 lents Fresnel incideixi exactament damunt de la superfície de 10x10 mm. dels 10 prismes òptics secundaris situats damunt de les 10 cèl·lules solars, doncs si aquesta alineació no es produeix, no es possible cap producció elèctrica. Per aconseguir aquest seguiment de forma permanent durant tots els instants del dia, es imprescindible que aquests mòduls solars estiguin acoblats a un sistema de dos eixos motoritzats que segueixin de manera exacta i automàtica la trajectòria del Sol.

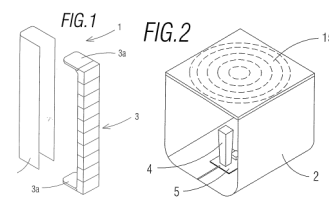
He provat d'alinejar les 10 unitats d'aquest mòdul sense cap sistema d'eixos ni seguidor solar i es fa molt difícil fer-ho, només s'aconsegueix durant un instant i al cap de pocs moments la llum del Sol deixa d'incidir damunt dels prismes òptics secundaris, fent-ho sobre la xapa d'alumini que tapa el mòdul, perdent tota la eficiència i podent ocasionar un deteriorament del mòdul, si la llum del Sol incideix directament sobre parts vitals de les cèl·lules solars acoblades, com és el diode elèctric estabilitzador.

3.7.6 Problemes i evolució mòdul M40.

3.7.6.1. Mòdul de primera generació.

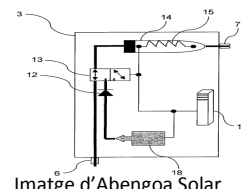
Després de 3 anys d'investigació Sol3g va iniciar la producció el gener de 2008 obrint una fàbrica a Terrassa per construir mòduls M40. A finals de 2009 per diversos problemes i la crisi del sector és adquirida majoritàriament per la sevillana Abengoa Solar, mantenint el centre d'I+D al Parc Tecnològic del Vallés, treballant en la segona generació d'aquests mòduls, per millorar les deficiències observades en el primer mòdul que es venia amb 5 anys de garantia. L'única patent de Sol3g de mòduls d'alta concentració és la **Patent WO/2006-114457** presentat el 16/3/2006. Veure patent a l'Annex. El mateix model que he rebut de la compra a ATM Informàtica (apartat 3.7.) i de l'hort solar Flix Solar, visita que s'explica en l'apartat 3.8.

El problema principal que tenen aquests mòduls de primera generació és el fet de tenir una estructura interna molt gran i l'aire interior sotmès a unes condicions climàtiques al ras durant anys, pot produir condensació generant humitat en l'interior i ocasionar dos problemes la oxidació dels elements de les cèl·lules i altres elements actius del sistema, i la condensació d'aigua en la superfície interna de les lents Fresnel impeding el pas de la llum i disminuint dràsticament el rendiment del sistema. Apart de ser construïts sense possibilitats de desmuntatge i tenir una estructura lateral de metacrilat fràgil. Com s'ha vist en el punt 3.7.2. La investigació s'afronta des de dues vessants a la vegada per a solucionar el problema de la humitat en aquest disseny afegint-hi una vàlvula estabilitzadora de pressions, i desenvolupant un nou mòdul que millori aquests aspectes sorgits.



Imatges patent WO/2006-114457 de Sol3g

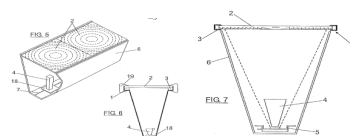
Es treballa en un deshumidificador i la injecció d'aire sec en els mòduls connectats entre ells, que es presenta a patentar el maig de 2009, amb la patent **WO/2010-128181**, però ja en nom d'Abengoa Solar. Veure patent a l'Annex.



Imatge d'Abengoa Solar

3.7.6.2. Mòdul de segona generació.

La segona generació de mòduls, es presentat el juny del mateix any 2010 la patent: **WO/ 2010-149813**, també d'Abengoa Solar, que preveu la resolució d'aquests inconvenients sorgits, fent-lo desmuntable però estanc i rígid. Veure patent a l'Annex.

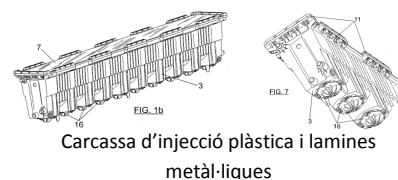


Imatges patent WO/ 2010-149813 d'Abengoa Solar

3.7.6.3. Mòdul de tercera generació M300.

El mes de setembre de 2010, Abengoa Solar presenta una tercera generació de mòduls (patent **WO 2011/036323**) on es millora notablement, a més d'afegir nous elements addicionals com: Carcassa d'injecció plàstica i lamines metàl·liques, amb juntes estanques i peces desmuntables. Peces de plàstic de subjecció de l'òptica secundària. Placa de protecció contra el desenfocament.

Dissipadors de calor passius en les tapes inferiors que sustenten el grup de la cèl·lula, també



Carcassa d'injecció plàstica i lamines metàl·liques

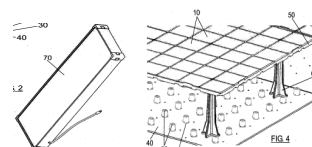
desmuntables. Cada mòdul proporciona 35 W a 25°. Aquest mòdul durant el 2011 s'està instal·lant en els parcs solars HCPV de "Solucar" Sevilla i Denver USA. Veure patent a l'Annex. Assegura que el rendiment és major i el cost de fabricació i d'instal·lació és menor, i un sistema de seguiment molt més precís, podent-se instal·lar segons diu en la seva promoció en teulades amb un impacte visual reduït.

http://www.abengoasolar.com/corp/export/sites/abengoasolar/resources/pdf/CPV_Brochure.pdf. **D'acord a les seves pròpies informacions, he pogut saber finalment que usen les mateixes cèl·lules solars i receptors acoblats que he pogut adquirir per desenvolupar aquest estudi en els punt 3.5.2. i 3.6., concretament la Cèl·lula nº 610592 Terrestrial Receiver Assembly EMCORE.** (veure pàg. 12 del doc: <http://www.lepten.ufsc.br/disciplinas/emc5489/workshop/pedro.pdf>). No he pogut esbrinar, en canvi, si aquest mòdul ha resolt definitivament els problemes dels anteriors.

3.7.6.4. Mòduls similars d'altres empreses.

Altres empreses espanyoles del sector han desenvolupat mòduls similars i participen en projectes europeus amb universitats i d'altres empreses:

- **ISOFOTON:** Patent **WO 2009/106648** presentada el 25/2/2008, "**PHOTOVOLTAIC CONCENTRATION MODULE AND DEVICE**", publicada el 3/9/2009, amb una cartera de patents reduïda, però de gran valor estratègic, no sempre utilitza patents per a protegir els seus drets tecnològics. Veure patent a l'Annex. Al novembre de 2010 es va presentar el mòdul de 6 cèl·lules GEN 2 de 83,6 W, surt al mercat a primers de 2011, amb cooperació amb la Universitat Politècnica de Madrid IES-UPM s'inspira amb cèl·lules d'alta eficiència tipus IIB2 i concentracions=1000.

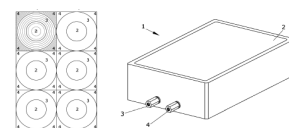


Imatges Patent WO 2009/106648 Isofoton



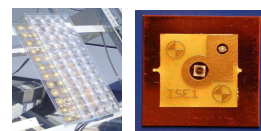
Imatges mòdul GEN 2

- **CONCENTRACION SOLAR LA MANCHA:** Patent **WO 2009/063102** presentada el 13/11/2007, "**SEMI-VENTILATED CONCENTRATION PHOTOVOLTAIC SOLAR POWER ENERGY**", publicada el 22/5/2009, amb mòdul de 6 lents ventilat que evita les condensacions i humitats amb unes vàlvules d'aire antiretorn. I la patent **WO 2008/152176** presentada l'11/6/2008, "**OPTICAL SYSTEM FOR CAPTURE AND CONCENTRATION OF SOLAR ENERGY**", publicada el 18/9/2008, amb un sistema òptic de concentració de la llum més uniforme que permet cèl·lules solars més grans. Veure patent a l'Annex.



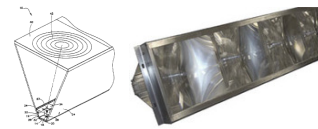
Imatges mòdul GEN 2

- **CONCENTRIX SOLAR:** Empresa alemanya. Mòdul d'alta concentració nomenat FLATCON, patent **WO 2007/093422** presentada inicialment el 17/2/2007 "**PHOTOVOLTAIC CONCENTRATOR MODULE WITH MULTIFUNCTION FRAME**", i publicada el 23/8/2007. Amb Abengoa Solar va instal·lar alguns camps solars des del 2008. A finals de 2009 va ser adquirida per la francesa **SOITEC** que desenvolupa els seus mòduls amb l'alemanya Fraunhofer. També patenta deshumidificadors pel problema de la humitat. Veure patent a l'Annex. I la patent US 2011/0186129 presentada el 30/7/2009. "**PHOTOVOLTAIC APPARATUS FOR DIRECT CONVERSION OF SOLAR ENERGY TO ELECTRICAL ENERGY**", publicada el 4/8/2011.



Imatges Concentric Solar

- **Mòdul OPEL INC.:** Empresa americana amb un mòdul d'alta concentració patent **US 7.807.920** presentada inicialment el 30/10/ 2007 amb el nom de "**Concentrated Solar Photovoltaic Module**". La seu a Europa està a Bèlgica i subministra panells solars **Mk-I** a l'empresa espanyola **BETASOL**.



Imatges mòdul OPEL INC.

3.7.7 Projectes de futur empresarial en concentració fotovoltaica.

Els treballs de les empreses continuen en aquest àmbit i el mes de setembre de 2011, es va signar la continuació del projecte **SIGMASOLES**, amb l'**Instituto de Sistemas Fotovoltaicos de Concentració (ISFOC)**, com a coordinador del Proyecto Singular Estratégico (PSE) "**SigmaSoles, La innovación en concentración fotovoltaica en España**". El MICINN ha finançat aquesta primera iniciativa mundial de recolzament a la indústria de concentració fotovoltaica de CPV. Aquest Consorci del PSE SigmaSoles s'ha constituït amb la participació de les empreses d' **Abengoa Solar, Altran, BSQ Solar, Guascor, Ingeteam, ISFOC, Isofotón, LPI, Sener, Soldaduras Avanzadas**, i com a centres tecnològics Teknia, Cener y Cidetec, INTA com organisme públic d'investigació i la Universidad de Castilla La Mancha, la Universidad de Jaén y la Universidad Politécnica de Madrid. Aquest projecte amb referència PSE-440000-2009-8, s'ha desenvolupat els darrers 4 anys dins del Pla Nacional d'Investigació Científica, Desenvolupament i Innovació Tecnològica 2008-2011, i va estar cofinançat pel Fons Europeu de Desenvolupament Regional (FEDER), d'acord al Reglament (CE) nº 1828/2006 de la Comissió, de 8 de desembre de 2006 y al Reglamento (CE) nº 1083/2006 del Consejo, de 11 de julio de 2006. El projecte ha comptat amb un pressupost de 4.421.200€ pels anys 2009 i 2010. Enguany 2001 ha estat incorporat a una ampliació per tres anys més amb projectes INNPACTO.

Els objectius del projecte son múltiples y si engloben diversos aspectes industrials, de mercat i de desenvolupament d'aquesta tecnologia. Una de les àrees de treball és el **SIGMAMODULOS** se centra en el desenvolupament de cèl·lules solars d'alta eficiència i nous conceptes òptics que donaran lloc a mòduls de concentració altament competitius i eficients.

Per tant, el camí continua i empreses com **ISOFOTON, ISFOC i ABENGOA SOLAR** que ja tenien mòduls patentats però amb certes deficiències a nivell industrial, s'ajunten per aconseguir millorar els mòduls i eliminar les deficiències observades i fer-lo altament competitiu per introduir-lo definitivament al mercat mundial de la HCPV.

Les conclusions de present i de futur les tenim en la "Propuesta de un Marco Regulatorio para la Concentració Fotovoltaica en España 2010-2020" de gener de 2010 va promoure ISFOC i d'altres. <http://www.isfoc.com/reportcpv/20100217.pdf>.

3.8 COMPARATIVA EFICIÈNCIA MÒDULS ESTUDIATS.

- **Mòdul CPV amb 2 cèl·lules de silici monocristal·lí i concentració de miralls:**

Superfície – 15 x 50 mm. x 2 cèl·lules = 15 cm²

Màxima eficiència amb una bona refrigeració – 1.27 V.

Rendiment – 0.085 V/cm²

Potència elèctrica màxima per superfície – 0.085 V/cm² x 0.25 A = 0.021 W/cm²

- **Mòdul HCPV de 10 cèl·lules Sol3g mòdul M40 amb concentració de 400x:**

Superfície – 5,5 x 5,5 mm. x 10 cèl·lules = 3,025 cm²

Màxima eficiència obtinguda amb refrigeració passiva– 21.5 V.

Rendiment – 7.11 V/cm²

Potència elèctrica màxima per superfície – 7.11 V/cm² x 1.15 A = 8,2 W/cm²

- **Mòdul HCPV d'una cèl·lula triple unió EMCORE amb concentració de 800x:**

Superfície – 10 x 10 mm. x 1 cèl·lula = 1 cm²

Màxima eficiència obtinguda amb refrigeració activa – 2.82 V.

Rendiment – 2.82 V/cm²

Potència elèctrica màxima per superfície – 2.82 V/cm² x 5.75 A = 16.2 W/cm²

Conclusions:

Les cèl·lules triple unió EMCORE amb concentració de 800x:

Respecte a la eficiència son:

- **2 vegades més eficients per unitat de superfície que les de Sol3g amb concentració de 400x., i**
- **770 vegades més eficients per unitat de superfície, que les de silici monocristal·lí amb concentració de miralls.**

Respecte a la superfície necessiten:

- **2 vegades menys de superfície de cèl·lula solar que les de Sol3g amb 400x., i**
- **770 vegades menys que les de silici monocristal·lí amb miralls.**

Recordar que aquesta comparativa entre els tres mòduls, està feta sense sistema de seguiment, i les dades aconseguides son puntuals enfocant els mòduls manualment al Sol. Al cap de breus moments els mòduls deixen d'estar enfocats i els valors baixen molt, encara que en el tercer cas del mòdul HCPV d'una cèl·lula triple unió amb concentració de 800 x, disposem d'un sistema de seguiment manual i l'enfocament resulta quelcom més fàcil.

PUNT 6

3.9 VISITA A L'HORT SOLAR "FLIX SOLAR S.L."

L'any 2007 quan es va construir era el més gran del món. Avui continua sent el més gran de Catalunya i un dels més grans de l'Estat amb **800 kW** (AC), està construït amb panells formats per mòduls M40, de l'empresa Sol3g, del mateix tipus que l'adquirit per aquest treball i estudiat en el punt 5, que utilitza la tecnologia HCPV amb cèl·lules de triple unió.

3.9.1 Antecedents de Flix Solar S.L.

La instal·lació forma part d'un complex solar de 15 MWh a l'any, situat a la finca Devesa de 40 Ha. de Flix (Tarragona), promocionat pel client-promotor Flix Solar S.L. La part desenvolupada per Sol3g, compta amb 240 seguidors de doble eix de la marca FEINA SC16, dissenyats especialment per a suportar la tecnologia FVAC. FEINA és una empresa de Sant Martí de Torroella, participada amb un 19% per Opel Inc USA, que fabrica i desenvolupa seguidors solars de concentració des del 1998, essent una de les 10 empreses del món amb més potencia instal·lada. Cada seguidor alberga 112 mòduls Sol3g M40, utilitzant un inversor SMA SB3300.

La instal·lació dona 916 kWp (DC) de potència pic, resultat de la suma de la potència nominal dels 26.880 mòduls de concentració en total en condicions estàndard de radiació (1.000 W/m² de DNI y 25°C de temperatura de cèl·lula), que correspon a una potència nominal de 800 kW.



Vistes generals parc solar HCPV

Cada mòdul té una ràtio de concentració geomètrica de 476 sols. La cèl·lula de triple unió garanteix una eficiència notablement superior respecte a las cèl·lules convencionals de silici degut a la capacitat de convertir en energia elèctrica la major part de l'espectre solar incident. Sumat a l'amplificació de la intensitat de la radiació causada pel sistema de concentració òptica, l'ús d'aquesta cèl·lula incrementa considerablement l'estalvi de material semiconductor i permet arribar a una eficiència del voltant del 35%. La eficiència del mòdul arriba al 24%.

Els resultats dels mesuraments confirmen les dades aconseguides als anàlisis de laboratori, amb una eficiència del 24% per als mòduls M40. Els sistemes solars tenen unes pèrdues de capacitat de producció de corrent, respecte als mòduls que els componen, per diverses causes: pèrdua per mismatch de corrent, pèrdues angulars, pèrdues espectrals, pèrdues de cablejat. Que l'eficiència dels sistemes s'acosti a l'eficiència dels mòduls és un resultat molt significatiu, que demostra el bon funcionament dels sistemes S4000. Aquests resultats tenen una rellevància notable si es considera que les mesures s'han pres en condicions normals de funcionament. Aquesta consideració es tradueix amb un probable creixement de l'eficiència mitja en els mesos d'estiu quan es podran aconseguir els resultats de laboratori.

3.9.2 Visita parc solar Flix Solar S.L.

Després de varies trucades telefòniques i e-mails, finalment el Gerent de l'empresa Flix Solar S.L., em confirma la visita a Flix. Després d'unes setmanes de mal temps o temps ennuvolat i d'anular la visita en varies ocasions, es fixa la visita pel dia 16 de novembre de 2011 a les 15h30'.

3.9.3 Experiències de la visita.

L'enginyer industrial, cap de l'empresa de manteniment nGn Protecnia Serveis Integrals S.L., m'explica les característiques i el funcionament de l'hort solar.

L'instal·lació d'alta concentració de Flix és d'uns 800 KW nominals. El parc està dividit amb 8 plantes de 100KW nominals cada una. Hi ha 2 centres de transformació d'electricitat, un per cada 4 plantes.

Els components d'una instal·lació d'alta concentració són: Mòdul, Inversor i el Seguidor (Imprescindible per a l'alta concentració).

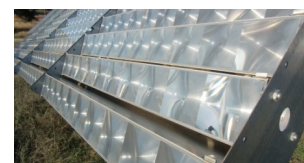


Vista general parc solar



Vista general panell solar

- Els mòduls són els M40 de Sol3g disposen d'unes vàlvules per a prevenir la condensació al seu interior. Els components del costat de la cèl·lula no es poden cremar en cas de que la lent es desvii ja que les lents no són suficientment potents com per a cremar-los. Els semiconductors augmenten el seu rendiment amb l'augment de temperatura, però els metalls és al revés, amb l'augment de temperatura es tornen aïllants fins que s'estableix un dielèctric (aïllants totalment).



Detall panell solar amb mòduls

A la dreta fotos de les xapes identificatives de diferents models del Mòdul M40 de Sol3g de primera generació instal·lats en l'hort solar de Flix. El del centre correspon al mòdul comprat explicat en el punt 5.



Les cèl·lules estan formades pels dos tipus de materials però els efectes dels metalls predominen envers als semiconductors, això vol dir que amb l'augment de temperatura es perjudica el rendiment de la cèl·lula. Les condicions òptimes de funcionament són d'uns 1000W per m² i a 25°C (mesures de laboratori). Sistema fotovoltaic d'alta concentració (superiors a 300 sols). 1 Sol és la relació geomètrica entre la superfície de captació i la superfície de la cèl·lula, aquesta ha de ser superior a 300. Els mòduls de Flix són d'uns 350 sols.

Els prismes són de (Bor-silicat) i serveix per a tornar a concentrar els raigs concentrats per la lent. Elements dopants (N, P i N) Gal·li, Indi i Arseni. Serveixen per a tenir més càrregues negatives (N) o positives (P). La suma de totes les cèl·lules d'un seguidor dona 500V aprox. amb i 1A aprox. amb CC.

- L'inversor SMA SB3300 és l'encarregat de convertir la corrent continua produïda pels mòduls a corrent altern (230V). Els inversors de cada seguidor són de 3,5KW.



Detalls pantalla inversor i inversor amb quadre elèctric

- El seguidor solar és de la marca FEINA SC16, és de 20m² i està motoritzat a 2 eixos, un al pla azimutal (seguiment del Sol d'est a oest), foto 7, i l'altre al pla zenital (l'alçada del sol respecte a l'horitzó), foto 8.



Seguidor solar doble eix

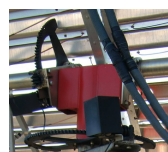


Foto 7



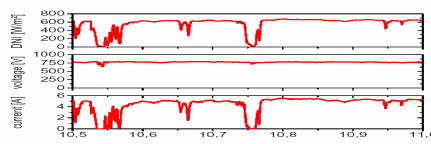
Foto 8

El PLC o autòmat programable pot funcionar de dos maneres: Amb bucle obert o amb bucle tancat. Amb bucle tancat el PLC utilitza unes taules astronòmiques (per cada

minut de cada dia de cada any et diu la posició del sol als dos eixos). En bucle obert a través d'un sensor de lluminositat. Quan funciona amb el sensor de lluminositat i aquesta disminueix, es posa amb bucle tancat ja que la lluminositat no és suficient ja sigui per culpa dels núvols o altres efectes meteorològics. El sensor de lluminositat consta de tres resistències foto lluminoses (LDR) posades amb estrella. El PLC ha d'equilibrar els 3 valors de les 3 resistències i així aconseguir el punt de màxima lluminositat.

El seguiment és PMP (Punt de màxima potència), el seguidor busca el punt de màxima potència jugant amb tensions i intensitats. En aquest cas cada 7 s. calcula els possibles valors entre tensió i intensitat i juga amb aquestes per aconseguir la màxima potència. Tots els seguidors "dormen" en posició de defensa per les nits (de cara al cel).

MPP tracking in CPV systems



Gràfiques integrades d'un seguidor de punt de màxima potència (PMP)



Vista panell en posició de defensa Vista caseta estació transformadora

Tota la energia produïda va a parar a una caseta tancada, que és l'estació que transforma l'electricitat i s'envia a la xarxa elèctrica.

L'electricitat generada per les cèl·lules fotovoltaïques arriba al centre de transformació. Hi ha un interruptor general per cada planta, seguidament passa per uns mesuradors/transformadors d'intensitat i es connecten al mesurador, que registra l'energia produïda. Mitjançant un mòdem d'alta velocitat, ENDESA es connecta al sistema i registra i controlen les mesures fetes.



PLC General

Detall

Dins d'aquesta caseta estan els transformadors que són els de baixa tensió, mitja i els d'alta tensió. La part de baixa tensió (270V) (cables de coure). De la baixa tensió es passa a mitja tensió mitjançant un transformador. La part de la mitja tensió (25KV) (cables d'alumini).



Interruptors generals

Quadres d'entrada baixa tensió

Transformador alta tensió

Aquests mesuradors són bidireccionals, compten per una banda l'energia que produeix la planta i per l'altra banda, l'energia que es consumeix, en aquest cas es consumeix per la nit però amb molt poca quantitat.

La monitorització de la producció està controlada per un PLC mestre o general i serveix, a part per a enviar, mitjançant gprs, les ordres i informació a cada un dels PLC's de cada seguidor. També serveix per posar els seguidors en posició de defensa, basant-se per exemple amb una determinada velocitat del vent. Després ha de passar un temps determinat per a que es tornin a posar en posició normal (per seguretat).

Hi ha "Data Loggers" que registren informació de la producció d'energia de cada seguidor i envia les dades al centre de control mitjançant fibra òptica. I unes cabines de protecció (interruptors generals de seguretat) que serveixen per a tallar el pas de corrent elèctrica per a fer manteniment o reparacions.



Data Loggers

Mòdem de transmissió de dades

4. CONCLUSIONS.

Encara que cada un dels apartats que s'han desenvolupat en aquest treball de recerca: *Estudi de diferents sistemes solars de concentració bàsics, Construcció i estudi d'un mòdul solar de Baixa Concentració Fotovoltaica, Construcció i estudi d'un mòdul solar d'Alta Concentració Fotovoltaica d'una cèl·lula solar de triple unió, Adquisició i estudi d'un mòdul solar d'Alta Concentració Fotovoltaica de 10 cèl·lules solars de triple unió i la Visita a l'hort solar "Flix Solar s.l."*, cadascun d'ells per separat tenen la entitat suficient per si sols per a ser objecte d'un treball de recerca, com s'ha vist a l'acabar el treball. Tal vegada potser de forma massa ambiciosa, però necessària i imprescindible, les conclusions obtingudes al finalitzar cada apartat portaven de manera obligada a desenvolupar el punt següent. Així ha estat com, sense saber massa bé que suposava iniciar cada nou apartat i quina extensió podria ocupar tant en temps, proves i text després un cop s'ha anat omplint de contingut, s'ha vist que s'hagués pogut aprofundir molt més en cada un d'ells, però que això suposava superar amb escreix l'abast del present treball, de per si ja prou extens.

Pel que fa pròpiament a les conclusions de la part experimental del treball, cal remarcar les millores d'eficiència elèctrica que s'han aconseguit en cada nou pas donat, al poder aconseguir cèl·lules solars de triple unió i materials tecnològicament molt avançats, així com informació contrastada que ha permès construir i fer funcionar mòduls d'HCPV.

I de la visita a l'Hort Solar destacar que en aquest camp de l'Alta Concentració Fotovoltaica s'ha comprovat que efectivament és del tot imprescindible la utilització d'un sistema de seguiment solar automàtic i fiable per aconseguir que la gran eficiència puntual obtinguda, sigui permanent durant totes les hores de Sol. I ja que el sistema és molt sensible i funciona en termes de "tot o res", la gran importància que té que el lloc geogràfic on s'ubiqui, sigui una zona d'una alta irradiació solar directa, per tant lliure de boires a l'hivern i que assoleixi elevades temperatures, per a fer rendible el sobrecost d'aquest tipus d'instal·lacions respecte a les tradicionals.

5. AGRAÏMENTS.

Al Professor de Tecnologia, per la seva ajuda en la orientació inicial del treball.

Al meu germà, Enginyer Superior en Informàtica, per la seva continuada predisposició en els processos experimentals realitzats i per la seva aportació en els càlculs del treball.

Al Sr. Oriol Avinyò, Enginyer Electronic, pel material facilitat i l'aclariment dels dubtes en el procés dels càlculs.

Al Gerent de l'empresa ECOMAX, proveïdor de dos cèl·lules solars de triple unió i una lent Fresnel, per les seves facilitats i consells tècnics sobre el funcionament dels mòduls HCPV.

Al Gerent de l'empresa ATM Informàtica S.L., proveïdor del mòdul M40 de Sol3g, per la seva col·laboració, facilitant-me més prismes òptics secundaris i interès pel treball.

A l'empresa Flix Solar S.L, per les facilitats en la programació de la visita al parc solar i de manera especial a l'Enginyer i cap de manteniment per les seves explicacions.

Al meu pare, Llicenciat en Ciències Químiques, per la aportació d'idees sobre l'enfocament i el desenvolupament del treball i en la correcció tècnica.

A la Tutora d'aquest treball, pel seu interès general i en particular per acompanyar-me durant la visita a l'Hort Solar de Flix i seguiment de tot el treball.

Treball de Recerca 2011-2012

**Recerca i anàlisi de diferents
Sistemes Solars de
Concentració Fotovoltaica**

Annexos

RESUM

En la primera part del treball experimental s'estudien diferents Sistemes Solars bàsics de Concentració, per obtenir vapor d'aigua que generi electricitat, concentrant la llum del sol, bé amb miralls, amb paràboles folrades de materials reflectants o amb una Lent Fresnel, Comprovada la dificultat d'obtenir-lo de forma suficient i continua, optem per produir directament electricitat amb la construcció d'un model de Baixa Concentració Fotovoltaica amb miralls i cèl·lules solars de silici monocristal·lí. A l'observar la importància de la refrigeració i, sobretot de l'efecte perjudicial de la temperatura sobre el rendiment elèctric de la cèl·lula i la degradació que provoca en la pròpia cèl·lula, després d'una laboriosa recerca s'aconsegueix adquirir una cèl·lula solar de triple unió de major eficiència i gran resistència a la temperatura, usada en l'indústria de l'espai i en sistemes d'Alta Concentració Fotovoltaica. Amb aquesta cèl·lula d'ArGa/Ge, es construeix i s'estudia un mòdul d'Alta Concentració Fotovoltaica, amb una lent Fresnel de 800x, un prisma òptic secundari, un sistema actiu de dissipació de calor per aire i aigua, i un sistema manual de seguiment del Sol de dos eixos.

D'altra banda, amb l'adquisició d'un mòdul M40 d'Alta Concentració Fotovoltaica de l'empresa Sol3g de 10 cèl·lules solars de triple unió i lents Fresnel de 400x, s'analitza el seu comportament, i es compara el seu rendiment amb els altres dos construïts, anteriorment així mateix, s'estudia la seva evolució i els projectes empresarials de futur en aquest camp.

Finalment, amb la visita de l'hort solar "Flix Solar S.L.", instal·lació solar fotovoltaica d'alta concentració composta per panells construïts amb 112 mòduls M40 de l'empresa Sol3g, amb lents Fresnel i cèl·lules solars triple unió com l'estudiat, que funcionen amb seguidors solars de dos eixos, s'ha pogut completar el treball, aconseguint la traçabilitat del sistema Fotovoltaic d'Alta Concentració (HCPV): des de la cèl·lula inicial mare, a la planta pilot d'un sistema unitari, passant per un mòdul de 10 cèl·lules, fins la gran instal·lació industrial de producció d'energia elèctrica.

INDEX

1. INTRODUCCIÓ.....	Pàg. 5
2. PRIMERA PART: ANTECEDENTS TEÒRICS.....	Pàg. 6
2.1. Situació actual de la energia.....	Pàg. 6
2.2. Energies renovables.....	Pàg. 6
2.2.1. Tipus d'energies renovables.	
2.3. El Sol.....	Pàg. 7
2.3.1. La radiació solar.	
2.4. L'energia solar.....	Pàg. 7
2.5. Transformació de la llum en energia.....	Pàg. 8
2.5.1. Efecte Fotoelèctric.	
2.5.2. Lleis de l'emissió fotoelèctrica.	
2.5.3. Fonaments tecnologia fotovoltaica del silici.	
2.6. Aplicacions de la energia solar.....	Pàg. 8
2.7. Les plaques solars.....	Pàg. 9
2.7.1. Tipus de plaques solars i materials.	
2.7.2. Paràmetres característics de les plaques solars.	
2.7.3. Eficàcia de diferents cèl·lules solars.	
2.8. Emissions de CO₂.....	Pàg. 12
2.9. Horts solars.....	Pàg. 13
2.10. Avantatges i inconvenients de la energia solar.....	Pàg. 13
2.11. Tipus d'energia solar.....	Pàg. 13
2.11.1. L'energia solar fotovoltaica.	
2.11.1.1. Elements d'una instal·lació fotovoltaica endollada a la xarxa.	
2.11.1.2. Aplicacions de la tecnologia fotovoltaica de silici.	
2.11.2. L'energia solar tèrmica.	
2.11.3. Energia solar termoelèctrica.	
2.11.3.1. Col·lectors cilíndrics o parabòlics.	
2.11.3.2. Heliòstats i torre.	
2.11.3.2.1. Les torres solars.	
2.11.4. Energia solar fotovoltaica de concentració.	
2.11.4.1. Tipus de cèl·lules solars de concentració.	
2.11.4.2. Cèl·lules multi unió GaAs.	
2.11.4.3. Refrigeració en sistemes fotovoltaics de concentració.	
2.11.4.3.1. Refrigeració passiva.	
2.11.4.3.2. Refrigeració activa.	
2.11.4.4. Seguiment en els sistemes fotovoltaics de concentració.	
2.11.4.5. Esquema d'un sistema fotovoltaic de concentració.	
2.11.4.6. Energia solar fotovoltaica en funció de la concentració.	
2.11.4.6.1. Baixa concentració.	
2.11.4.6.2. Mitja concentració.	
2.11.4.6.3. Sistemes d'Alta concentració HCPV.	

2.11.4.7. Energia fotovoltaica de concentració en funció de la tècnica òptica.	
2.11.4.7.1. Òptica Reflexiva. Miralls parabòlics.	
2.11.4.7.2. Òptica Refractiva. Lents Fresnel.	
2.12. Sistemes de seguiment.....	Pàg. 19
2.12.1. Seguidor solar d'un eix.	
2.12.2. Seguidor solar de dos eixos.	
3. SEGONA PART: TREBALL DE RECERCA, EXPERIMENTAL I DE CAMP.	Pàg. 21
3.1. RESUM.....	Pàg. 21
3.2. PUNT 1: ESTUDI DE DIFERENTS SISTEMES SOLARS DE CONCENTRACIÓ BÀSICS.....	Pàg. 22
3.2.1. Miralls enfocant un recipient d'acer inoxidable ple d'aigua.	
3.2.2. Miralls enfocant un tub de coure ple d'aigua.	
3.2.3. Folrat d'una antena parabòlica amb paper alumini.	
3.2.4. Folrat d'una antena parabòlica amb paper efecte mirall.	
3.2.5. Amb una Lent Fresnel.	
3.2.6. Conclusions.	
3.3. PUNT 2:	
CONSTRUCCIÓ MÒDUL SOLAR DE BAIXA CONCENTRACIÓ FOTOVOLTAICA.....	Pàg. 25
3.3.1. Rendiment a l'enfocar dos miralls a dues cèl·lules solars fotovoltaïques.	
3.3.2. Refrigeració forçada amb aire de les cèl·lules solars.	
3.3.3. Rendiment sense i amb doble refrigeració en funció del nombre de miralls.	
3.3.3.1. Rendiment amb doble refrigeració augmentant el nombre de miralls.	
3.3.3.2. Rendiment sense refrigeració augmentant el nombre de miralls.	
3.3.3.3. Comparativa amb i sense refrigeració, del rendiment - nombre de miralls.	
3.3.3.4. Temperatura amb refrigeració i sense, segons nombre de miralls.	
3.3.3.5. Relació Temperatura-Rendiment, tot sistema de concentració i doble refrigeració.	
3.3.4. Comparativa entre els dos sistemes de refrigeració de les cèl·lules solars.	
3.3.4.1. Refrigeració forçada líquida.	
3.3.4.2. Refrigeració forçada per aire.	
3.3.4.3. Conclusions.	
3.4. CONCLUSIONS PUNT 1 I PUNT 2.....	Pàg. 29
3.5. PUNT 3. QUE SÓN I ADQUISICIÓ DE CÈL·LULES DE TRIPLEUNIÓ.....	Pàg. 30
3.5.1. Que són.	
3.5.2. Adquisició.	
3.5.3. Característiques tècniques de les cèl·lules EMCORE.	
3.5.3.1. Cèl·lula Fotovoltaica Base.	
3.5.3.2. Receptor Ensamblat Terrestre (Terrestrial Reciver Assembly)	
3.5.3.3. Plànols de EMCORE.	
3.5.3.3.1. Cèl·lula triple unió nº 609980 - Terrestrial Cell.	
3.5.3.3.2. Receptor Acoblat Terrestre nº 610592- Terrestrial Receiver Assembly.	
3.6. PUNT 4. CONSTRUCCIÓ I ESTUDI D'UN MÒDUL SOLAR D'ALTA CONCENTRACIÓ FOTOVOLTAICA (HCPV), D'UNA CÈL·LULA SOLAR DE TRIPLE UNIÓ.....	Pàg. 34
3.6.1. Materials.	
3.6.2. Mesures de protecció i seguretat.	
3.6.3. Incidències prèvies.	
3.6.4. Sistema de seguiment manual de dos eixos.	

3.6.5.	Màxima Temperatura amb Lent Fresnel.	
3.6.6.	Mòdul HCPV sense refrigeració. Rendiment i Temperatura.	
3.6.7.	Mòdul HCPV amb refrigeració per aigua.	
3.6.7.1.	Croquis mòdul.	
3.6.7.2.	Sistema refrigeració.	
3.6.7.3.	Estudi i resultats.	
3.6.7.3.1.	Rendiment i temperatura.	
3.6.7.4.	Comparativa amb i sense refrigeració per aigua.	
3.6.7.5.	Conclusions.	
3.6.8.	Mòdul HCPV amb refrigeració per aire.	
3.6.8.1.	Sistema de refrigeració.	
3.6.8.2.	Estudi i resultats.	
3.6.8.2.1.	Rendiment i temperatura.	
3.6.8.3.	Comparativa amb i sense refrigeració per aire.	
3.6.8.4.	Conclusions.	
3.7.	PUNT 5. ADQUISICIÓ I ESTUDI D'UN MÒDUL SOLAR D'ALTA CONCENTRACIÓ FOTVOLTAICA (HCPV), DE 10 CÈL·LULES SOLARS DE TRIPLE UNIÓ.....	Pàg. 39
3.7.1.	Antecedents de l'empresa Sol3g i el seu mòdul M40.	
3.7.2.	Estudi dels elements constructius del mòdul M40.	
3.7.2.1.	Les Cèl·lules solars.	
3.7.2.2.	Les lents.	
3.7.2.3.	Els prismes òptics.	
3.7.2.4.	Concentrador.	
3.7.3.	Dades tècniques Mòdul M40.	
3.7.4.	Comprovar la eficàcia elèctrica d'un aparell preparat per fer electricitat.	
3.7.4.1.	Conclusions.	
3.7.5.	Efectes de la manca d'un sistema de seguiment solar de dos eixos.	
3.7.6.	Problemes i evolució Mòdul M40.	
3.7.6.1.	Mòdul de primera generació.	
3.7.6.2.	Mòdul de segona generació.	
3.7.6.3.	Mòdul de tercera generació M300.	
3.7.6.4.	Mòduls similars d'altres empreses.	
3.7.7.	Projectes de futur empresarial en concentració fotovoltaica.	
3.8.	COMPARATIVA EFICIÈNCIA MÒDULS ESTUDIATS.....	Pàg. 46
3.9.	PUNT 6. VISITA DE L'HORT SOLAR "FLIX SOLAR S.L."	Pàg. 47
3.9.1.	Antecedents de Flix Solar S.L..	
3.9.2.	Visita parc solar Flix Solar S.L.	
3.9.3.	Experiències de la visita.	
4.	CONCLUSIONS.....	Pàg. 50
5.	AGRAÏMENTS.....	Pàg. 50
6.	TERCERA PART: ANNEXOS	
6.1.	BIBLIOGRAFIA.	
6.2.	Annex A. Relacions comercials empreses.	
6.3.	Annex B. Plànols cèl·lula solar EMCORE.	
6.4.	Annex C. Patents mòduls solars fotovoltaics d'alta concentració.	

TERCERA PART:

ANNEXOS

6. TERCERA PART: ANNEXOS.

6.1 BIBLIOGRAFIA.

- www.ise.fhg.de
- www.ies.upm.es
- www.ene1.portici.enea.it
- www.ioffe.rssi.ru
- www.zsw-bw.de
- www.amonix.com
- www.concentrix-solar.de
- <http://www.inspira.es>
- www.isofoton.com
- www.rwe.com/en/
- www.solucar.es
- www.sol3g.com
- <http://www.sol3g.com/eng/m40.html>
- www.whitfieldsolar.com
- www.solarsystems.com.au
- www.energyinnovations.com
- www.entechsolar.com
- www.emcore.com
- www.jxcrystals.com
- www.micropv.com
- <http://www.isfoc.es/>
- <http://www.abengoasolar.com/>
- <http://bsqsolar.com/index.php>

Plàstic efecte mirall mylar

- http://www.complascbn.com/plasticos_prod.asp?id_sub=2
- <http://www.lermontplastics.es/docs/tarifasEspejos.pdf>
- <http://www.metacrilat.com/?menu=materiales&accio=ver&material=15>
- <http://www.azurscenic.com/plasticos/>
- http://www.peroni.com/lang_ES/prodotti.php?idCat=248
- http://www.peroni.com/lang_ES/scheda.php?id=52710&idCat=248
- http://www.peroni.com/lang_ES/scheda.php?id=52054&idCat=248
- <http://www.professionalplastics.com/professionalplastics/content/MylarDDataSheet.doc>
- <http://www.professionalplastics.com/professionalplastics/content/MylarADataSheet.doc>

Comprar lent Fresnel.

- <http://www.iogserver.com/fresnelx/index.htm>
- http://www.fresnelfactory.com/index.php?dispatch=products.view&product_id=29841
- <http://www.isuzuglass.com/products/fresnel.html>

Diferents tipus d'obtenció solar

- http://www.greenrhinoenergy.com/solar/technologies/pv_concentration.php

Silici amorf per les altes T^a

- <http://www.electan.com/catalog/panel-solar-12v-p-2908.html>

Cèl·lules solars que aguanten la T^a (BP MSX01F)

- http://es.farnell.com/jsp/search/browse.jsp?N=2011+203727&Ns=P_PRICE_FARNELL_ES%7C0&Ntk=gensearch&Ntt=solar&Nx=mode+matchallpartial&D=*solar*

Botiga cèl·lules solars

- http://fadisel.es/solar-fadisol/celula-solar-encapsulada/cargador-solar-bateria-coche-12-v-1-1w-c-0142_r_426_1693.aspx

Cèl·lules solars

- <http://www.ariston.es/esp/MarcasPDFs.aspx>
- http://www.futurlec.com/Solar_Cell.shtml?gclid=Cl-oxd78taoCFQMfAod7jsT4w

Catàleg de les cèl·lules solars per CPV.

- http://www.e-guasch.com/onlinedocs/catalogue/shortforms/IXYS_shortform.pdf

Cèl·lules solars IXYS a Barcelona també dissipadors de calor

- http://www.ixys.com/contact_us/reps_distributors.asp
- <http://www.eurocomposant.fr/fr/Opto-electronique-Capteurs/Cellules-Solaires>

Refredament cèl·lules solars

- <http://www.hormigasolar.com/ibm-enfria-las-celdas-solares/>
- <http://www.entechsolar.com/page.php?sid=9#nul>

Explicació i fabrica celes fotovoltaiques concentració que aguanten la temperatura amb fresnel

- <http://www.solarkuantica.com/images/documentos/Absolicon/presentaci%F3nabsoliconx10.pdf>

Cèl·lules multi unió i empreses que les fan

- <http://www.nrel.gov/docs/fy08osti/43331.pdf>
- http://www.greenrhinoenergy.com/solar/industry/ind_06_cpv_cells.php
- http://www.unenergy.org/pdf%20documents/X3e_32171301.pdf

Empresa que fabrica cèl·lules triple unió

- <http://www.envoltek.com/d270558146.htm>

EMCORE- NASA 2008

- <http://seekingalpha.com/article/79261-shining-light-on-emcore>

Distribuïdors mundials de materials electrònics i cèl·lules

- <http://es.farnell.com/>
- <http://es.rs-online.com/web/>

Microcèl·lules solars

- [http://www.clare.com/home/pdfs.nsf/www/CPC1822.pdf/\\$file/CPC1822.pdf](http://www.clare.com/home/pdfs.nsf/www/CPC1822.pdf/$file/CPC1822.pdf)

CPV

- <http://asia.stanford.edu/us-atmc/wordpress/wp-content/uploads/2010/12/ee402s-hartsoch-05212009.pdf>
- http://www.unenergy.org/index.php?p=1_180_CPV---Concentrated-PV

Refrigeradors per CPV

<http://www.tetech.com/?gclid=CPCQ096e3qoCFVQLfAodWBQR9w>

Concentradors CPV en Taiwan

http://www.taicrystal.com/file/Solar_Energy_forum.pdf

Refredar les cèl·lules solars amb concentradors

http://www.greenrhinoenergy.com/solar/technologies/pv_concentration.php

Que son les cèl·lules d'arseniür de gal·li

http://www.solarpedia.es/index.php/C%C3%A9lula_solar

Cèl·lules d'Arseniür de Gal·li (GaAs)

<http://www.revolucionenergetica.info/2009/09/asi-funciona-una-celula-solar-de.html>

Compra cèl·lula solar CIS Indi-Gal·li

<http://www.generador-electrico.com/tienda/index.php?cPath=48>

<http://www.siliconsolar.com/3-v-4-v-flexible-solar-panels.html>

<http://www.ecodirect.com/Thin-Film-Solar-Panels-s/220.htm>

Cèl·lules trijunction de AsGa que s'usen molt petites i damunt la lent de fresnel

http://www.emcore.com/solar_photovoltaics/terrestrial_solar_cells_and_receivers

Venda de triple unió

<http://www.idsu.com/ProductLiterature/CPV-promo-sheet.pdf>

Venda de cèl·lules solars triple unió

<http://solmodule.com/>

<http://energiashop.com/energiashop/product.php?productid=172&cat=9&page=1>

Treball refrigeració cèl·lules solars

http://drum.lib.umd.edu/bitstream/1903/8974/1/Kermani_umd_0117N_10019.pdf

Acoblar cèl·lules triple unió (Asambly Receiver)

http://www.physics.usyd.edu.au/app/solar/research/syracuse/pdf/19thEUPVSEC_8AV_3_15.pdf

http://www.sensortest.de/ausstellerbereich/upload/mnpdf/en/Interplex_Photosensor_PackagePDF.pdf

Com es construeix un receiver assembly per a CPV

http://thor.inemi.org/webdownload/newsroom/Presentations/EnergyWS_Oct2010/Sherif.pdf

<http://www.moraassociates.com/publications/0903%20Concentrated%20Solar%20Power.pdf>

http://oa.upm.es/1466/1/MARISA_CASTRO_DELGADO_A.pdf

El mòdul M40 de l'hort solar de Flix

http://www.sunvalue.gr/blocks/images/InProductsManagment/files/Sol3g_HCPV_M40_en.pdf

http://www.pttrenenergy.upc.edu/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=190&Itemid=35

<http://www.sol3g.com/cat/tecnologia.html>

Isofoton empresa española solar

<http://www.isofoton.com/productos-modulos-alta-concentracion.html>

Empresa española solar

<http://www.zytech.es/viewall.asp?bigid=54&smallid=84>

Institut cel·les solars de concentració a Castellà

<http://www.isfoc.es/>

Cèl·lules solars que ja no necessiten concentradors

<http://www.technologyreview.com/energy/24504/?mod=related>

http://photovoltaics.sandia.gov/docs/PVFSCGallium_Arsenide_Solar_Cells.htm

<http://www.technologyreview.com/computing/25363/>

<http://solar.calfinder.com/library/solar-electricity/cells/cell-materials/gallium-arsenide>

<http://abitabout.com/Multijunction+photovoltaic+cell>

Reguladors seguidors de potencia màxima (mppt)

<http://www.soltermia.org/FVCAT0207.pdf>

<http://www.morningstarcorp.com/en/support/library/SSMPPT.IOM.ES.01.pdf>

<http://www.solfocus.com/es/downloads/industry/SolFocus-CPV-Primer.pdf>

Informació general

http://www.uca.es/catedra/eon/actividadescatedra/jornadas_catedra/ijornadascatedraendesa2007/7-generacionelectricamedianteenergiasolarfotovoltaica.pdf

<http://www.arqui.com/arquienda/documentos/articulos/d672-01.pdf>

<http://www.revolucionenergetica.info/2009/07/principios-y-tipos-de-plantas-solares-i.html>

http://www.greenrhinoenergy.com/solar/industry/ind_06_cpv_modules.php

Informació general Sobretot l'Annex B de 10.95 Mb

<http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/12192>

Espanya es el primer del mon en aquestes cèl·lules de concentració

[http://www.energias-](http://www.energias-renovables.com/energias/renovables/index/pag/fotovoltaica/colleft//colright/fotovoltaica/tip/articulo/pagid/15891/botid/21)

[renovables.com/energias/renovables/index/pag/fotovoltaica/colleft//colright/fotovoltaica/tip/articulo/pagid/15891/botid/21](http://www.energias-renovables.com/energias/renovables/index/pag/fotovoltaica/colleft//colright/fotovoltaica/tip/articulo/pagid/15891/botid/21)

[/](#)

6.2 ANNEX A. RELACIONS COMERCIALS EMPRESES.

6.2.1 CÈL·LULES SOLARS.

E-MAILS EMPRESA: ENERGIPOWER.

E-mail presentació i petició de producte.

----- Forwarded message -----

From: <xxxxxxxxx@hotmail.com>

Date: 2011/8/12

Subject: EnergiaPower: User filled in Contact Us form!

I am very interested in knowing the prices of terrestrial solar cells 3, 5 and 6 junction, as well as solar concentrator photovoltaics Solmodule-S, to decide to buy one or the other or both. Would be very grateful I could send prices considering that I live in Catalunya (Spain) and would buy one of each. Waiting for your reply,

Yours truly,

Rxxxx Jxxxx

IES xxxxxxxxxxxx -Spain

Resposta a petició de producte

Dear Mr. Jxxxxx,

thanks for your Inquiry to EnergiaPower about Alpha Energy Systems.

Are you interested about them as Distributor, Installer, Manufacturer, or Final User?

Where are you located exactly? Spain or US ?

Alpha Energy Products are managed from Europe, not US.

I will provide you with more Information as soon as received your reply.

Look forward to reading from you.

Kind Regards,

Luke Light

Marketing Assistant

Alpha Space & Power

<http://alphaspacepower.com>

Alpha Group

Tel.: +1 425 671 4880 Fax: +1 501 665 8370 marketing3@alphaspacepower.com 2011/8/12 EnergiaPower Sales LNB 2

Resposta per part meva

2011/8/13 Rxxxxx Jxxxx xxxxxxxx@hotmail.com

Mr. Light,

Thanks for your prompt response.

Answer questions.

I am an end user.

Sorry for the error of my previous mail, I live in Spain.

So I look forward to your information in order to buy what I want for my personal use.

Thanks again.

Rxxxxx Jxxxxx

Informació enviada per energiapower

Dear Mr. Jxxxxx,

We hold International Courses about all Alpha Energy Systems.

Following an introduction to our unique and most advanced Solar, Energy, Fuel, Propulsion, Nano Systems.

Prices are for Distributors, Companies eligible for Distributorship, or Attendees of our International Courses.

All of them are already in large scale manufacturing and we are setting up a very broad and thorough Distribution Network worldwide.

Energy & Solar Systems

We provide you with more information that will let you well understand how Alpha Solar and Energy Systems offer unique advantages, best performances and lowest costs worldwide. They produce an amount of Energy that it is absolutely the highest.

For example, you need 5 Solar Panels 100W to produce the same Energy of 1 SolModule 100W.

Alpha offers the most advanced, most powerful, unique and lowest cost per Watt Energy and Solar Systems as result of a very long time development and manufacturing effort in accordance with the largest plan approved to Alpha in 1999-2001 for 44GW of Space and Terrestrial Solar and Energy Systems that received outstanding acknowledgments.

Alpha's SolModule, Solar Nano Layers, Solar Nano Antennas are the unique solar systems ever available worldwide to continuously produce Energy 24h/24h, night and day, in all weatherconditionsthanks to their capability to capture the whole light spectrum, visible and not visible, included UV and IR that alone accounts most of solar radiation. They are the most efficient, most powerful, lowest cost per Watt Solar Systems.

<http://solmodule.com/>

SolModule is the unique solar system ever available worldwide to integrate a micro 2-axis continuous automatic sun tracking system that works also when night, rainy or cloudy in order to gather most of IR in addition to available visible light.

Moreover, SolModule is the unique solar system ever available worldwide "All-In-One", "Plug-and-Play" that integrates a micro Inverter with double selectable output, DC (3-12V), AC (100-240V, 50-60Hz) and a regulator-synchronizer in order to supply energy to grid systems.

SolModule can be connected in parallel to all additional required SolModule up to many MW and it is the best suited for stand alone applications up to large solar plants.

SolModule Terrestrial systems: 100W, 500W, 1kW, 3kW, 6kW.

SolModule Space (inflatable and rigidizable) systems: 1kW, 3kW, 5kW, 10kW, 20kW, 40kW.

SolModule 100W produces an average of 1800W hours (1.8kW hours) daily.

SolModule 500W produces an average of 9000W hours (9kW hours) daily.

SolModule 1kW produces an average of 18000W hours (18kW hours) daily.

SolModule 3kW produces an average of 54000W hours (54kW hours) daily.

SolModule 6kW produces an average of 108000W hours (108kW hours) daily.

SolModule introductory prices:

100W C: less than 10 \$149, more than 10 \$99

500W C: less than 10 \$749, more than 10 \$499

1kW C: less than 10 \$1,549, more than 10 \$990

3kW C: less than 10 \$4,699, more than 10 \$2,990

6kW C: less than 10 \$9,399, more than 10 \$5,990

SolModule and 24H Energy Systems have been expressly designed to be connected as modules in parallel in order to increase the required Wattage (Amperage) from 100W up to many MW.

There are more Alpha products that received huge requests worldwide and would offer you enormous sales capabilities in addition to the powerful and unique SolModule, Solar Nano Layers, Solar Nano Antennas.

24H Energy Systems:

24H Energy Systems are the new Family of Revolutionary Energy Systems that produce energy 24h/24h, night and day, in all weather conditions without requiring anything else, nor any battery for storage. They are available as modular units from 100W up to 6kW. They produce the same maximum energy output 24h/24h. For example, 100W model produces 2400 Whours per day, 1000W produces 24000 Whours per day in all conditions.

24H Energy System 100W produces an average of 2400W hours (2.4kW hours) daily.

24H Energy System 500W produces an average of 12000W hours (12kW hours) daily.

24H Energy System 1kW produces an average of 24000W hours (24kW hours) daily.

24H Energy System 3kW produces an average of 72000W hours (72kW hours) daily.

24H Energy System 6kW produces an average of 144000W hours (108kW hours) daily.

24H Energy Systems introductory prices:

100W: less than 10 \$199, more than 10 \$149

500W: less than 10 \$799, more than 10 \$549

1kW: less than 10 \$1,599, more than 10 \$1090

3kW: less than 10 \$4,749, more than 10 \$3,090

6kW: less than 10 \$9,449, more than 10 \$6,090

<http://nanoenergia.com/>

http://alphaspacepower.com/root/technology/tech_index.asp

http://alphaspacepower.com/root/technology/tech_index.asp

International Courses and Presentations

are held every week about each one of Alpha's unique and most advanced products, systems, technologies.

Look forward to reading from you.

Kind Regards,

Luke Light

Marketing Assistant

Alpha Space & Power <http://alphaspacepower.com>

Alpha Group Tel.: +1 425 671 4880 Fax: +1 501 665 8370 marketing3@alphaspacepower.com

Resposta per part meva

2011/8/14 Rxxxxx Jxxxx xxxxxxx@hotmail.com

Mr. Light,

I have successfully received their information about their products and I am very grateful.

I am 18 years old, I'm student and my interest in this product because I am preparing my final thesis research cycle studies, dedicated to new advances in solar energy concentration.

I see that your company is a pioneer in this field, so I contacted you, then try to get a multijunction solar cells by coupling it with a Fresnel lens and check the increase in performance, or purchase your Solmodule-S 75 W. Could you give me the address of its distributors to buy it?.

Thanks for everything.

Rxxxxx Jxxxx

Resposta de Energiapower

Dear Mr. xxxxx,

right now we only deliver to Manufacturing Partners in Quantities for Large Installations.

Look forward to reading from you.

Kind Regards,
Luke Light
Marketing Assistant
Alpha Space & Power
<http://alphaspacepower.com> Alpha Group
Tel.: +1 425 671 4880 Fax: +1 501 665 8370 marketing3@alphaspacepower.com

E-MAILS EMPRESA: ENVOLTEK

From: Rxxxx Jxxxx[mailto:xxxxxxx@hotmail.com]
Sent: Thursday, August 18, 2011 1:52 AM
To: info@envoltek.com
Subject: Solar cell triple junction

MR. I am a student, prepare the final thesis of study, and I am interested in the products you manufacture. They could provide me the price of products:
ESR D055-0001 , ESR D100-0001 , ESM15-90a HCPV module.
Thanks for your attention,
Rxxxx Jxxxx
Institut Ensenyament Secundari xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx Spain

Resposta ENVOLTEK

From: wzhong@envoltek.com
To: xxxxxxx@hotmail.com
Subject: RE: Solar cell triple junction
Date: Thu, 18 Aug 2011 06:57:34 +0800
Hi Jxxxx,
What is the quantity you are looking for?
For the receiver assembly, the minimum volume is 25 pieces. For CPV module you can buy one and open it to see how we construct the product.
Thanks,
Wei Zhong, Ph. D
President & CEO
Tel: (86) 311-83933071 (China) 1 (609) 454-0017 (US) Cell: (86) 18631188862 (China) www.envoltek.com

Resposta meva.

From: Rxxxx Jxxxx [mailto:xxxxxxx@hotmail.com]
Sent: Thursday, August 18, 2011 5:55 PM
To: wzhong@envoltek.com
Subject: RE: Solar cell triple junction
Hi Mr. Zhong.
Thanks for your quick response.
It is a good proposal that we made, but depends on the price of the module. Could you tell me when it bought a unit of CPV module?
And how much do 25 pieces of receiver assembly?
According to the price to buy a module product or the other 25.
Other questions:
How many solar cell receiver assembly and Fresnel lens consists of the CPV module
Can you tell me the prices to Spain?
Waiting for your answers to me to decide,
sincerely,
Rxxxx Jxxxx
Institut Ensenyament Secundari xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx Spain

Resposta ENVOLTEK.

Dear xxxxxxxxxxx,
This is Jianguang Zhang working in Sales Dept. of Envoltek.
We now have a two-in-one design for ESM055-0001 CPV module as attached picture. There are 30pcs of receivers in this module. Price for one set of this module is **USD1600**.
Weight: 35kg
Dimensions: 120*90*30cm
Shipping fee : USD600.
Best regards,
Jianguang Zhang
HebeiEnvoltek Electronics Technology Co., Ltd

Tel: 86 311 83933104/05/06/07-8807 Fax:86 311-83933074 Mobile: 15075155169

Addr : No.21Changsheng Street, Luquan Development Zone, Shijiazhuang 050200, Hebei, China

<http://www.envoltek.com>

E-MAILS EMPRESA: GUASCH

De: Rxxxxx Jxxxx[mailto:xxxxxx@hotmail.com]

Enviado el: sábado, 20 de agosto de 2011 16:59

Para: comercial@e-guasch.com

Asunto: Comprar Celulesolars triple unió IXYS

Senyors,

He vist que son els representants de IXYS corporation. En la seva web he vist que tenen celules solars concretament:

CPC1822, 4V Output Solar Cell, o la XOD17-04B: IXOLAR™ High Efficiency Solar Cells.

Estic fent el treball de recerca final de cicle sobre **concentradores CPV amb optica de lentfresnel i celulesolars del tipusGaAs/Ge triplejunction** que donen un 35% d'eficiencia. Voldria adquirir una d'aquestes celules per completar la tesid'estudi.

Hempodrien informar si aquestes celules de IXYS corporation son d'aquest tipus? Podrien comprar-ne com a particular?.

Els hi estaria molt agraït per la seva informació,

Atentament,

Rxxxxx Jxxx

Institut d'Ensenyament Secundari

xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx Spain.

Resposta GUASCH.

Bon dia Rxxxxx,

Aquesta referencia ja no la fabriquen.

Ho sento

Carlos Bausà

Director Comercial

Rectificadores Guasch, S.A.

c.bausa@e-guasch.com

Telf. 933098891 Fax. 933001841 Móvil 670392342

Faig una trucada telefónica i parlo amb el senyor Bausà. M'informa d'unes empreses que on les podria trovar (Farnel i RS) i que faci la gestió a traves d'aquestes empreses directament, doncs és possible que les tinguin, perquè amb IXYS tenen problemes de subministrament.

Entro a la web de Farnel i al no trobar res, faig una trucada i em diuen que tampoc les tenen. Abandono momentaniament aquesta linia de recerca.

E-MAILS EMPRESA: ECOMAX

Hem poso en contacte amb ECOMAX a través del portal ALIBABÀ i no em queda constancia.

La seva resposta és:

Resposta ECOMAX.

Dear xxxxxx,

hello dear , i go in spain next monday in barcelone , are you near ?

before sell you that , it can be beter we chat on msn , my msn is ecomax1@hotmail.fr

i can sell one cell and less , but you will need a secondary optic too , i can explain all you want , for one cell and lens shipped to spain , i can sell you at 30 eur all include if you want ,

my mail is ecomax1@free.fr

regards

claude

Resposta meva.

De : Rxxxxx

Date : 08/31/11 09:29:13

A : ecomax1@free.fr

Sujet : Acheter cellule triplejunction

M. xxxxxx.

Merci pour votre réponse rapide.

Je vis à 150 km de Barcelone et je ne peux pas venir le lundi, mais le bureau de la société où mon père travaille, est sur la rue xxxxxxxx, xx (dans le centre de Barcelone), où vous pourrez quitter la cellule et la lentille de Fresnel, tout heure du jour, et ils vont vous payer. Au contraire, si vous ne pouviez pas aller à ce bureau, je voudrais essayer d'avoir à quelqu'un de venir sur le site que vous dites. Celui que vous préférez.

J'appartiens à aucune organisation. Je suis un étudiant préparant la thèse finale du cycle, sur l'efficacité des cellules solaires dans des conditions différentes, et ont constaté que ces cellules triplejunction sont plus efficaces avec lentille de Fresnel en optique primaire, mais bien comme vous dites également besoin d'une optique secondaire avec un petit prisme optique à l'avant de la cellule.

J'ai cherché sur internet pour toute les monde, et ne trouve que les modules ont presque industrielle avec 6, 10 ou 30 cellules (avec ses optiques primaires et secondaires), mais très cher à l'achat et blindés (comme Sol3g) de 15 W ou 30 W, ou 70W. Mais j'ai veu monter un kit complet **d'une seule** cellule solaire triplejunction avec leur produits, mais je n'ai pas le système optique secondaire.

J'accepte le prix quevous m'avez offert de 30 € pour la cellule et la lentille de Fresnel, et **j'aimerais connaître votre opinion sur où acheter les optiques secondaires et le système de refroidissement, sinécessaire pour éviter la surchauffe que réduit le rendement électrique, ou s'ha destruction.**

(Car si j'ai des problèmes dans les tests avec une cellule, je vais vousachetezdeux cellules et unelentille de Fresnel).

En attente de votre réponse et vos conseils.

Cordialement,

Rxxxxx Jxxxx

Resposta ECOMAX

bonjour, je suis enchanté de voir la qualité de votre français, je vois que vous avez déjà bien étudié le sujet, cela serait bien d'échanger en direct par téléphone ou chat msn,

je vous ferais part de mes propres expériences et problèmes rencontrés pour mettre au point un système, les problèmes sont de différentes natures, refroidissement, optimisation optique et régularité du flux sur la cellule, optimisation de la charge électrique pour tirer le meilleur de la cellule, aussi sur le long termes, les problèmes de solarisation des optiques liés au UV

je peux vous expédier la cellule et la lentille de fresnel sans problème,

je connais les difficultés pour ce procurer en échantillon ce type de matériel car moi même j'ai eu du mal à acheter chez EMCORE, et j'ai pu seulement car j'ai été en contact depuis 2006 avec eux et que mon mail était dans leur base de données

je doit être lundi prochain entre 12 h 30 et 13 h Jardins del Doctor Robert, 08010, **Barcelone**, Catalogne, Espagne

je dois y aller chercher des climatiseurs, je ne vais pas souvent en Espagne

salutations

Claude xxxx

msn ecomax1@hotmail.fr

Resposta ECOMAX.

Je viens de regarder, l'endroit où je vais est à 6 minutes du bureau de votre père !! un miracle!

donc cela sera facile, vous voulez 2 cellules et une lentille?, je peux faire 45 €,

salutations

Claude

Resposta meva.

Bonjour,

Mon français est quasi-totalité de Google Translator. Excusez-moi, mais ne parle pas le langage français.

Je pense qu'il est préférable de faire nos contacts dans l'écriture: par e-mail, ou chat.

Dites-moi l'adresse exacte de Barcelona, donc les Jardins del Dr. Robert n'est pas une rue, sont unes jardins dans le centre de la **Place de Tetuan**, afin que mon père pourrait faire venir le lundi une personne du bureau à recevoir le paquet avec ces produits.

En résumé, **je vais vous acheter deux cellules et une lentille de Fresnel. Dites-moi s'il vous plaît, quel sera le prix total?**

À 18h je serai disponible pour le chat

Rxxxxx Jxxxx

Ensuite, vous pouvez laisser les produits dans le bureau de la rue xxxxxxxx xx, 3 °?. La société est appelée xxxxxx S.A.

Efectivement, **je vais vous acheter deux cellules et une lentille de Fresnel. Le prix est OK - 45€ eur-**

Merci par votre attention,

Rxxx Jxxxx

Resposta ECOMAX.

je vais aller livrer les 2 cellules et la lentille, votre nom est Jxxxxxx ??

salutations

Claude

Resposta meva.

Bonjour,

Mon père s'appelle Josep Lluís. Quand vous allez en bureau (xxxxxxxxxx), mon père ne sera pas là, demandez par Montse, elle est bien informée de tout. Librez les deux cellules et la lentille de Fresnel et elle vous donnera le montant. Mon français est quasi-totalité de Google Translator. Excusez-moi, mais ne parlez pas français. Je pense qu'il est préférable de faire nos contacts dans l'écriture: par e-mail, ou chat.

est beaucoup plus facile à comprendre.

Je vous serais reconnaissant si vous pouviez me répondre à quelques questions:

- Sachant que ce type de CPV nécessite un suivi très précis du soleil: Comment je peux faire fonctionner la cellule minimalement?
- Peut-elle fonctionner sans optique secondaire? Si elle est essentielle, vous savez où je peux l'acheter-la?
- Peut-elle fonctionner sans refroidissement sans être gâchée par l'excès de chaleur? Si elle est essentielle, vous savez où je peux l'acheter-la?

Surtout: Pouvez-vous me dire le modèle et les caractéristiques techniques de la cellule et de la lentille Fresnel?

Enfin, voyez, j'ai beaucoup de questions et de l'ignorance de ma part.

En vous remerciant par avance pour vos réponses,

Cordialement,

Rxxxxx Jxxx

Resposta ECOMAX.

hello, i will answer in English if it's better for you,

i think run without fine tracking is very difficult, you can make a plastic or wood box and make a basic 2 axes system, you can make an adjustable focal box, one box inside another one, like that you can adjust, i have made that system in the past, you can try without secondary optics, but take care, if the sun goes around the cell on diodes, it will break, secondary optics is made top made a harmonious repartition of sun array on all surface, take care, at this level of concentration, the temperature at focal can reach 1500°C, (i can fuse ceramic !!!)

you need cool, no choice, you can use passive cooling like aluminium sheets, you need glue the cell with, one lens is 333 x 333 so near 100 W of sun, optical efficiency is near 85%, so 85 watt, cell can transform 34% with good electric charge (tracking), so near 50 to 60 watts need be dissipated,

for secondary optics, i have made so in China as samples, it's expensive at prototype stage, some use a basic block of glasses of 10 x 10 x 40 mm, i used transparent silicone to glue on cell, but if weight and torque is high, it can destroy cell, some also made mechanical assembly

i hope i am helpless

Claude

Resposta meva.

Hi.

I am very grateful for your interesting information.

As you have said in your explanations, I'm afraid that the two cells that will buy from you, broken by heat, before completing the experiments. For this reason, I would buy from you a third cell, as you come to Barcelona.

Do you think that we will require two basic axes system to run the cell only for a few minutes to check the electrical efficiency?

What is the maximum temperature can work these cells?

Do you know the focal distance and the other technical characteristics of Fresnel lens?

I see that these cells are very sensitive and I'll have more problems making it work.

If you have no problem, I will make you more questions later.

Have a nice trip to Barcelona.

Remember that the address is: xxxxxxxxxxx SA, Rxxxxxxx, xx, 3º, Barcelona. Ask you by Montse

Best regards,

Rxxxxx Jxxxx.

Resposta ECOMAX.

hello, i prepare my travel and i leave here at 6 h tomorrow morning (i go to Lyon)

, i prepared 2 cells but i can take a 3 st, to get the maximum efficiency, it's not so simple, because you need adjust the electric charge under the cell (can use variable resistance named varistance) to get the better ration volts /amp, like in all PV system, search on web what is MPPT (maximum power point tracking), the cell are not so fragile, but the diodes around are !! if you adjust with hands, you need put tinted glasses !! at 850 suns under blue sky, it will burn your eyes if look in direct !!

you know, you can take 2 cells for now, and if need more later, i can send using basic letter at low ship cost, i think it's better for your budget! when i will come back of that trip, we can try open MSN and chat, i will show you how i made a easy and efficient water cooling

i will be out the 3 next days, so i can't reply to mail

i take with me 3 cells and 1 lens , tell to the man need collect you fin la choice , 2 cells + one lens is 45 , 3 cells + one lens will be 65 eur ,
see you
claude

Resposta meva.

Hi,
In the office of my father, are waiting for you. I told them I would go there in the morning.
Do you know what time you go there?
Rxxx Jxxxx

Resposta ECOMAX.

hello ,
yesterday , i not had time to go to the office , in fact , we was lost in barcelone search the adress ' carer del doctor robert " we was at first a place del doctor robert , after find a "calie del doctor robert at 6 km , and only in that plce , one man saw montmelon !! teh woman told me it was in barcelon !! was in fact in montmelon !! and we have finished in that place near 14 h , it was too late for me return back in barcelon (30 km) and i was scare the office was closed and open again at 16 h only i wanted return home before 22h
i can send you by post if you want , and you can pay by paypal ,
very sorry for that
Claude

Resposta meva.

I'm very sorry for all you're greats problems to find the adress. Tell me what's the totally cost with the transport and I'll pay you by paypal.
Thaks you for all your time and dedication.
Rxxxx Jxxxx

Resposta ECOMAX.

hello, total for ship + paypal fees is 75 eur (3 cells + 1 lens)
, my address paypal is ecomax1@free.fr
send me also ship adress
i wait news
Claude

Resposta meva.

Hello, finally I'll need 2 cells + 1 lens. According with you, it will cost me 60€?
I will pay you to that adress in play pal: ecomax1@free.fr
Thanks for all
Rxxxxxxx

Resposta ECOMAX.

yes , i need open the pack to reduce the number , but no problem
i can
i wait news and adress
Claude

Resposta meva.

Mr, Rouet.
My Father has sent you the money by paypal with the number: Id. de transacci3n: XXXXXXXXXX
My adress is xxxxxxxxxx
Best regards,
Rxxxxx

Resposta ECOMAX.

hello, post say you will have in middle of next week
take care when you open , the cells are in a little pack under orange stick is on one face
regards
claude

6.2.2 OPTICA SECUNDARIA

E-MAILS EMPRESA: IDEAR OPTICS

MR.

I am interested to buy the minimum amount of solar power prism for high-efficiency solar cell.

Could you tell me how many pieces minimum I buy?

What would the total price, including those sent to Spain?

What are the dimensions of this prism optic?.

Waiting for your answers,

Sincerely

Rxxxxx Jxxxxx

Resposta IDEAR.

Date: Mon, 5 Sep 2011 09:49:37 +0800

From: lisa@idearoptics.com

To: xxxxxxxx@hotmail.com

Subject: Concerning solar power prism

Dear Mr. Rxxxxx Jxxxx.

Thank you for your inquiry.

Do you have a drawing or detail specifications?

The minimum order should be confirmed as the dimensions.

Waiting for your response and I will give you a quotations as soon as I confirm the details you required.

Lisa

Resposta meva.

发件人 : Rxxxxx Jxxxx

发送时间 : 2011-09-05 16:02:44

收件人 : lisa@idearoptics.com

主题 : RE: Concerning solar power prism

Dear Lisa.

I use one solar cell of 10 x 10 mm and a fresnel lens of 333 x 333 mm.

I need one basic prism block of glasses of 10 x 10 x 40 mm, or one pyramid trunk, as you have on your website (according to the prism, the drawing below), with the standard

measures (sizes) that you make (considering that the little base has made 10 x 10 and height 40 mm. I do not know what size to make the bigger base . It could measure 20x20 mm, or the standard that you make).

Quote you both options

Waiting for your answers,

Sincerely

Rxxxxx Jxxxx

Resposta IDEAR.

Date: Tue, 6 Sep 2011 13:57:44 +0800

From: lisa@idearoptics.com

To: xxxxxxxx@hotmail.com

Subject: Re: RE: Concerning solar power prism

Hi,

Rxxxx Jxxxx.

thank you for your inquiry.

Now we have 19*19/10*10 with height 31mm. Is it acceptable?

The sample cost should be 15USD/PCS.

If you order more than 1000pcs, the cost should be around 5usd/pcs.

The freight cost via DHL is 30USD for 0.5kg.

Please feel free to contact with me if any other problems.

2011-09-06

Yours sincerely Lisa

IdearopticsCo.,Ltd <http://www.idearoptics.com/>

Add : NO.3 Qianjin street, Changchun 130012, Jilin, China

Tel : 86-431-89561660 Fax : 86-431-85529168

MSN:idearoptics@hotmail.com

Skype:Idearoptics QQ:83839912

Resposta meva.

发件人 : Rxxxx Jxxxx

发送时间 : 2011-09-10 18:21:37

收件人 : lisa@idearoptics.com

主题 : RE: Concerning solar power prism

Hi Lisa.

The measurements of optical prism are correct.

You tell me:

How do I pay you?

When days is to receive the package?

Waiting for your answers,

Sincerely

Rxxxxx Jxxxxx

Resposta IDEAR.

Hi,Rxxxxx Jxxxxx,

how many pieces would you plan to order?

Now our company is enclosed for Chinese Mid-autumn Day.

The business will resume Sep 14th,so I can send it to you after confirming your payment.

Our payment information is as following:

BENEFICIARY : LV ZHONGQIU

BENEFICIARY'S A/C NO : 1588 1391 xxxx

BANK NAME:BANK OF CHINA,JILIN BRANCH QIAN JIN STREET SUB-BRANCH

BBK'S ADD: NO.2426 QIANJIN STREET,CHANGCHUN CITY CHINA

BANK SWIFT CODE:xxxxxxxxxxxx

Or you can transfer it to our boss via Western union bank:

BENEFICIARY NAME :IV ZHONGQIU

ADDRESS:NO.3 Qianjin street,Changchun 130012,Jilin,China

I would like to make a forma PI to you when you confirming the quantity.

2011-09-11

Yours sincerely Lisa

IdearopticsCo.,Ltd <http://www.idearoptics.com/>

Add : NO.3 Qianjin street,Changchun 130012,Jilin,China

Tel : 86-431-89561660

Fax : 86-431-85529168

MSN:idearoptics@hotmail.com

Skype:Idearoptics

QQ:83839912

Resposta meva.

发送时间 : 2011-09-16 14:58:06

收件人 : lisa@idearoptics.com

主题 : RE: Concerning solar power prism

As I said, I just need one piece of optical prism, to test if it goes well. I understand that the price for one sample is: 15 US\$.

But for only one piece,

Can you send the piece, by letter in regular mail?. The cost will be much smaller.

Can you tell me the cost to do so by sending this form?.

Thanks in advance for all your attention and dedication.

Best regards,

Rxxxxx Jxxxxx

Resposta IDEAR.

Date: Fri, 16 Sep 2011 22:00:50 +0800

From: lisa@idearoptics.com

To: xxxxxx@hotmail.com

Subject: Re: RE: Concerning solar power prism

Hi,I am sorry we never send the samples via mail.

I think the delivery time is very long and couldn't track the information in time. If the mail losing, they are not responsible for it.

2011-09-16

Yours sincerely Lisa

Idearoptics Co., Ltd <http://www.idearoptics.com/>

Add : NO.3 Qianjin street, Changchun 130012, Jilin, China

Tel : 86-431-89561660 Fax : 86-431-85529168

MSN:idearoptics@hotmail.com

Skype:Idearoptics, QQ:83839912

E-MAILS EMPRESA: ALAUD OPTICAL

Dear Shirley Lu,

Mr.

I am interested to buy the minimum quantity of your solar power prism for high-efficiency solar cell.

Could you tell me how many pieces minimum I buy?

What would the total price, including those sent to Spain?

What are the dimensions of this prism optic?.

Waiting for your answers,

Sincerely

Rxxxx Jxxx

Resposta ALAUD.

From: shirley@alauddoptical.com

To: xxxxxx@hotmail.com

Subject: Re: [xxxxx@hotmail.com] I'm interested in your product

Date: Mon, 5 Sep 2011 16:59:57 +0800

Dear Roland,

Thanks for your inquiry about our solar power prism.

Could you please let us know if you have the requirement of the specification for the prism, such as dimension, coating, and so on?

Best regards

Shirley Lu

Alaud Optical (Xiamen) Co., Ltd. Xiamen Alaud Optical Co., Ltd.

New Add: No.1 Xiangyue Rd, Torch New & Hi-Tech Industrial Zone, Xiang'an, Xiamen 361101, Fujian, China

Web site: www.alauddoptical.com

Tel: 86-592-5770718 & 5975749 ext.811 Fax: 86-592-5770768 Mobile phone: 86-18950151367

E-mail: shirley@alauddoptical.com

MSN:shirley@alauddoptical.com

Skype:ivyhbz03

Resposta meva.

From: xxxxxx@hotmail.com

To: shirley@alauddoptical.com

Subject: RE: [xxxxx@hotmail.com] I'm interested in your product

Date: Mon, 5 Sep 2011 12:50:32 +0200

Dear Shirley,

I use one solar cell of 10 x 10 mm and a fresnel lens of 333 x 333 mm.

I need one basic prism block of glasses of 10 x 10 x 40 mm, or one pyramid trunk, as you have on your website (according to the drawing below), with the standard measures (sizes) that you make (considering that the little base has made 10 x 10 and prism height 40 mm. I do not know what size to make the bigger base -It could measure 20x20 mm, or the standard that you make-).

Quote you both options

Solar Power Prism

Waiting for your answers,

Sincerely

Rxxxx Jxxx

Resposta meva.

From: Rxxxx Jxxxx

Sent: Thursday, September 08, 2011 10:16 PM

To: shirley@alauddoptical.com

Subject: I'm interested in your product

Dear Shirley.

Since I have received no response, I ask again for:

Could you tell me how many pieces minimum I buy?

What would the total price, including those sent to Spain?

What are the dimensions of this prism optic?.

Especificacions prism:

I need one basic prism block of glasses of 10 x 10 x 40 mm,

or one pyramid trunk, as you have on your website with the standard measures (sizes) that you make (10 x 10/ 20 x 20 and height 40 mm.).or the standard that you make-).

Waiting for your quick reply,

Your,

Rxxxxx Jxxxxx

Resposta ALAUD.

Dear Rxxxxxx,

Sorry for my late reply.

We have one prism which spec. is bottom 9x9, top 19x19, height 39.8mm, which is close to your spec.

The price is US \$2.00/pc, FOB Xiamen and MOQ is 5000 pcs.

Our payment terms is 100% T/T in advance.

Please kindly check and come back to us at your earliest.

Best regards

Shirley Lu

Alaud Optical (Xiamen) Co., Ltd.

Xiamen Alaud Optical Co., Ltd.

New Add: No.1 Xiangyue Rd, Torch New & Hi-Tech Industrial Zone, Xiang'an, Xiamen 361101, Fujian, China

Web site: www.alaudoptical.com

Tel: 86-592-5770718 & 5975749 ext.811

Fax: 86-592-5770768 Mobile phone: 86-18950151367 E-mail: shirley@alaudoptical.com

MSN:shirley@alaudoptical.com

Skype:ivyhbz03

Resposta ALAUD.

From: shirley@alaudoptical.com

To: xxxxxx@hotmail.com

Subject: Re: I'm interested in your product

Date: Wed, 28 Sep 2011 17:15:46 +0800

Dear Roland,

Thanks for your feedback.

Sorry for the wrong information in the website.

Could you please let us know your quantity demand?

Best regards

Shirley Lu

Alaud Optical (Xiamen) Co., Ltd.

Xiamen Alaud Optical Co., Ltd.

New Add: No.1 Xiangyue Rd, Torch New & Hi-Tech Industrial Zone, Xiang'an, Xiamen 361101, Fujian, China

Web site: www.alaudoptical.com

Tel: 86-592-5770718 & 5975749 ext.811

Fax: 86-592-5770768

Mobile phone: 86-18950151367 E-mail: shirley@alaudoptical.com

MSN:shirley@alaudoptical.com, Skype:ivyhbz03

Resposta meva.

From: Rxxxxxxxxx

Sent: Tuesday, September 27, 2011 7:08 PM

To: shirley@alaudoptical.com

Subject: RE: I'm interested in your product

Dear Shirley,

Sorry but I do not understand.

I have known for site: Alibaba. In this site says that the Minimum Order Quantity is 10 Pieces. See:

http://www.alibaba.com/product-gs/246672997/Solar_Power_Prism.html

Why ask me 1000 pieces in your mail?. Can you explain my this question?

FOB Price: [Get Latest Price](#)

Port: Xiamen

Minimum Order Quantity: 10 Piece/Pieces

Supply Ability: 50000 Piece/Pieces per Month

Payment Terms: T/T, Western Union

Custom Order: [Place Order](#)

Thanks in advance for your information, and for your time.

Best regards,

Rxxxxxx Jxxxxx

E-MAILS EMPRESA: EDMUND OPTICS

From: xxxxx@hotmail.com [mailto:xxxxxxx@hotmail.com]

Sent: 10 September 2011 11:19

To: Euro Sales

Subject: Edmund Optics: General Inquiry: Spain Inquiry

Country: Spain

First Name: Rxxxxxxx

Last Name: Jxxxx Cxxxx

Title: student

Company: x

Phone:

Email Address: xxxxxxxx@hotmail.com

Comments: Mr. I am interested to buy one optical prism (pyramid trunk) as a secondary optics for a high concentration of solar cells with Fresnel lens. some approximate sizes of 20x20-based big / small base 10x10 mm and 40 mm high Can you tell me if you make, and what price to Spain Rxxxxx Jxxxx, IES xxxxxxxx- Spain

Referring Page URL: <http://www.edmundoptics.com/products/new-products.cfm>

Resposta EDMUND.

Estimado Rxxxx,

Gracias por contactar Edmund Optics. Para poder considerar productos hechos a la medida. Necesitamos un pedido mínimo de 100 piezas. Para ver nuestros prismas por favor haga click en el siguiente link:

<http://www.edmundoptics.com/products/browse.cfm?categoryid=38>

Si tiene alguna pregunta adicional por favor no dude en contactarme.

Saludos cordiales / Kind regards,

Fabiana Moreno

Ingeniera de Aplicación

Edmund Optics | Spain

Telephone: +44 1904 691 469 (New# +44 1904 788600) Fax: +44 1904 691 569 (New# +44 1904 788610)

Email: fabianam@edmundoptics.es Website & Online Catalog: <http://www.edmundoptics.es>

New Address

Edmund Optics Ltd,

1 Opus Avenue, Nether Poppleton, York, YO26 6BL, UK

A company registered in England and Wales No. 3666365

Meet us at

Opto October 4-6 Paris-Pte de Versailles (Hall 7.3/ K57)

Vision November 8-10 Stuttgart (Hall 4/A15)

ExpoLaser November 17-19 Piacenza

E-MAILS EMPRESA: TOWEROPTICAL

From: XXXXX@hotmail.com

To: sales@toweroptical.com

Subject: buy a prism glass

Date: Tue, 27 Sep 2011 09:53:59 +0200

Mr.

I am interested in buying a quadrangular prism glass of 10 x 10 mm and a height of 50 mm., for an experiment of high concentration photovoltaic HCPV, which serves to concentrate the light from a Fresnel lens and sent to a solar cell.

It could also be a pyramid trunk with a small base 10x10 mm, a large base of 15x15 mm. and a height of 40 mm.

Can you tell me the price for a one unit, with transport to Spain?
I just need a one only unit.
Yours truly,
Rxxxx Jxxxx
xxxxxxx Spain

E-MAILS EMPRESA: PHOTOPTECH

From: XXXXXi@hotmail.com
To: contact@phototech.com
Subject: Buy a prism glass
Date: Tue, 27 Sep 2011 09:57:01 +0200
Mr.

I am interested in buying a quadrangular prism glass of 10 x 10 mm and a height of 50 mm., for an experiment of high concentration photovoltaic HCPV, which serves to concentrate the light from a Fresnel lens and sent to a solar cell. It could also be a pyramid trunk with a small base 10x10 mm, a large base of 15x15 mm. and a height of 40 mm. Can you tell me the price for a one unit, with transport to Spain?
I just need a one only unit.
Sincerely,
Rxxxxxx Jxxxx
IES xxxxxxxx -Spain

E-MAILS EMPRESA: KNIGHOPTICAL

From: XXXXXX@hotmail.com
To: info@knightoptical.co.uk
Subject: Buy a prism solar cell
Date: Tue, 27 Sep 2011 11:30:54 +0200
Mr.

I am interested in buying a quadrangular prism glass of 10 x 10 mm and a height of 50 mm., for an experiment of high concentration photovoltaic HCPV, which serves to concentrate the light from a Fresnel lens and sent to a solar cell. (see attachment)
It could also be a pyramid trunk with a small base 10x10 mm, a large base of 15x15 mm. and a height of 40 mm. Do you have this type of prism? Can you tell me the price for a one unit, with transport to Spain?
I just need a one only unit.
Yours,
Rxxxx Jxxxxxx
IES xxxxxxxxxxxSpain

E-MAILS EMPRESA: ELECTROOP

From: XXXXXX@hotmail.com
To: electroop@electroop.es
Subject: Comprar prisma optico celulas solares
Date: Tue, 27 Sep 2011 11:50:25 +0200
Señores,

Estoy interesado en comprar un prisma de cristal para un experimento de Alta concentracion Fotovoltaica HCPV. que se pone entre una Lente Fresnel i una celula solar (como puede ver en el archivo adjunto).
El prisma puede ser:

- Un tronco piramidal de 10x10mm de base pequeña, 15x15 mm de base grande y una altura de 40 mm.
- O también podría ser un prisma cuadrangular de 10 x10 mm y una altura de 50 mm.

Puede servirme este producto y cotizarme precio por una unidad?.

Atentamente les saluda,
Rxxxxxx Jxxxx
IES xxxxxxxxxxx -Spain

E-MAILS EMPRESA : IBERLASER

From: XXXXX@hotmail.com
To: pgonzalez@iberlaser.com
Subject: Comprar prisma de cristal
Date: Tue, 27 Sep 2011 10:25:19 +0200
Sra.

Estoy interesado en comprar un pequeño prisma de cristal para un experimento de Alta concentracion Fotovoltaica HCPV. que se pone entre una Lente Fresnel i una celula solar (como puede ver en el archivo adjunto).
El prisma puede ser:

- un tronco piramidal de 10x10mm de base pequeña, 15x15 mm de base grande y una altura de 40 mm.
- O también podría ser un prisma cuadrangular de 10 x10 mm y una altura de 50 mm.

Puede servirme este producto y cotizarme precio por una unidad?.

Atentamente la saluda,

Rxxxxx Jxxxxx

IES xxxxxxxxxxx Spain.

E-MAILS EMPRESA: STANDA

From: Rxxxxx [mailto:xxxxxx@hotmail.com]

Sent: Tuesday, September 27, 2011 1:08 PM

To: sales@standa.lt

Subject: Buy a prism optic solar cell

Mr.

I am interested in buying a quadrangular prism glass of 10 x 10 mm and a height of 50 mm., for an experiment of high concentration photovoltaic HCPV, which serves to concentrate the light from a Fresnel lens and sent to a solar cell. (see attachment)

It could also be a pyramid trunk with a small base 10x10 mm, a large base of 15x15 mm. and a height of 40 mm.

Do you have this type of prism?.

Can you tell me the price for a one unit, with transport to Spain?

I just need a one only unit.

Yours truly,

Rxxxxx Jxxxxx

xxxxxxxxxxSpain

Resposta STANDA.

From: vytautas.j@standa.lt

To: XXXXXX@hotmail.com

Subject: RE: Buy a prism optic solar cell

Date: Mon, 3 Oct 2011 13:04:49 +0300

Dear Mr. Jxxxxx,

Thank you for your e-mail and inquiry sent. From your description I can see that the sides of the prism should be polished as well. What is the acceptable surface quality (Scratch / Dig) on the sides?

Looking forward to hearing from you.

Sincerely Yours,

Vytautas Jankauskis

Sales Engineer

STANDA - manufacturer of Opto-Mechanical equipment

for research, industry and education.

Mailing address:

STANDA P.O. box 377 Phone: +370-5-2651474

03012 Vilnius Fax: +370-5-2651483

Lithuania E-mail: sales@standa.lt <http://www.standa.lt>

E-MAILS EMPRESA: GREENLIGHT SL.

From: info@greenlightsl.com

To: xxxxxxi@hotmail.com

Subject: prisma piramidal para concentración solar

Date: Thu, 29 Sep 2011 14:11:21 +0200

Buenos días Rxxxxxxx

gracias por contactar con Greenlight Solutions. Tenemos una amplia experiencia en el desarrollo y fabricación de este tipo de prismas. De hecho, hemos fabricado amplias series de unos exactamente iguales a estos. Quizá tengamos aún en nuestro stock. En ese caso, te enviaríamos el precio para 1 unidad. En caso de no quedar más unidades, el pedido mínimo sería de 10-20 unidades probablemente.

En breve te comentamos.

Atentamente

Luz Perez

Optical, Opto-mechanical and Piezo Supply

m. +34 651 366 309

GREENLIGHT SOLUTIONS S.L.

San Bernardo 20-1, 28015 Madrid, Spain

t. +34 915235047 - f. +34 915323132

mailto: l.perez@greenlightsl.com

web: www.greenlightsl.com, skype: l.perez

Resposta meva.

-----Mensaje original-----

De: Rxxxxx Jxxx [mailto:xxxx@hotmail.com]

Enviado el: martes, 27 de septiembre de 2011 12:06

Para: info@greenlightsl.com

Asunto:

Señores,

Estoy interesado en comprar un prisma de cristal para un experimento de Alta concentracion Fotovoltaica HCPV. que se pone entre una Lente Fresnel i una celula solar (como puede ver en el archivo adjunto).

El prisma puede ser:

- Un tronco piramidal de 10x10mm de base pequeña, 15x15 mm de base grande y una altura de 40 mm.
- O también podría ser un prisma cuadrangular de 10 x10 mm y una altura de 50 mm.

Puede servirme este producto y cotizarme precio por una unidad?.

Atentamente les saluda,

Rxxxxx Jxxxx

Institut Ensenyament Secundari xxxxxxxxxxxxxxxx

Resposta meva.

From: xxxxi@hotmail.com

To: info@greenlightsl.com

Subject: RE: prisma piramidal para concentración solar

Date: Fri, 30 Sep 2011 17:16:00 +0200

Buenos tardes Luz.

Esto si que son buenas noticias.

En realidad llevo 2 meses detrás de un prisma de este tipo, con contactos por todo el mundo. El problema ha sido el pedido mínimo por una elevadísima cantidad i un alto precio de transporte (desde China o Usa).

Espero sus noticias al respecto.

Hablamos cuando sepa si les queda algún resto de stock i concretamos.

Un saludo,

Rxxxxxx

Resposta meva.

De: Rxxxxxx Jxxxx [mailto:xxxxi@hotmail.com]

Enviado el: miércoles, 05 de octubre de 2011 8:49

Para: info@greenlightsl.com; l.perez@greenlightsl.com

Asunto: RE: prisma piramidal para concentración solar

Buenos días Luz.

Como te dije en mi anterior mail, gràcias por tus noticias (no sabes lo difícil que me ha sido encontrarlo por todo el mundo. Llevo dos meses buscandolo).

Siento ser pesado, però te agradecería mucho que te acuerdes de mirar si tienes algun rincon de stock, y pasarme el precio por 1 prisma optico, o de la mínima cantidad en caso que no tengas stock.

A ver si me lo puedes mandar pronto para completar el experimento que hacemos con unas celulas solares especiales i una lente FresNel. Solo nos falta el prisma.

Gràcias de nuevo por todo,

Cordialmente,

Rxxxx Jxxxxx

Resposta GREENLIGHT S.L.

From: info@greenlightsl.com

To: xxxxxxx@hotmail.com

Subject: RE: prisma piramidal para concentración solar

Date: Thu, 6 Oct 2011 11:18:28 +0200

Disculpa Rxxxxxx te podremos responder a esto la semana que viene, porque la persona que lo lleva está de viaje. En principio, parece ser que los de stock que nos quedan ya solo son los que tienen alguna pequeña no conformidad de fabricación, como pequeñas lascas en los biseles, por lo que entendemos que no te van a valer.

Un saludo cordial

Luz Pérez

Optical, Opto-mechanical and Piezo Supply

m. +34 651 366 309 **GREENLIGHT SOLUTIONS S.L.**

San Bernardo 20-1, 28015 Madrid, Spain

t. +34 915235047 - f. +34 915323132

mailto: l.perez@greenlightsl.com

web: www.greenlightsl.com

skype: l.perez

Resposta meva.

From: xxxxxxxx@hotmail.com
To: info@greenlightsl.com
Subject: RE: prisma piramidal para concentraci3n solar
Date: Thu, 6 Oct 2011 17:16:47 +0200
Buenas tardes Luz.

Como solo se trata de un experimento prèvio, nos vale un prisma de las medidas que te dije (10x10 base peque1a/15x15 base grande/40 mm altura), aunque no tenga las aristas perfectas siempre que no sean las lascas demasiado visibles y grandes. Si despu3s de hacer las pruebas vieramos demasiadas perdidas o otros problemas ya hablaríamos para que nos fabricárais un pedido m3nimo.

Segun el precio de estas que teneis ligeramente da1adas, podrias mandarme 2 o 3, para escoger la mejor.

Gracias por tu atenci3n,

saludos,

Rxxxxxxx

Resposta GREENLIGHT S.L.

From: info@greenlightsl.com
To: xxxxxxxx@hotmail.com
Subject: RE: prisma piramidal para concentraci3n solar
Date: Mon, 24 Oct 2011 11:53:05 +0200
Buenos d3as Rxxxxxxx

disculpa del retraso en responderte. Desafortunadamente no podemos suministrarte prismas ya que los que nos quedan son apenas media docena que quedan para pruebas y gestiones internas de la empresa.

Como te coment3, nosotros podemos suministrar estas piezas a medida para pedidos m3nimos de 20 unidades.

Si lo deseas, podemos enviarte un presupuesto

Atentamente

Luz P3rez

Optical, Opto-mechanical and Piezo Supply

m. +34 651 366 309

GREENLIGHT SOLUTIONS S.L.

San Bernardo 20-1, 28015 Madrid, Spain

t. +34 915235047 - f. +34 915323132

mailto: l.perez@greenlightsl.com

web: www.greenlightsl.com, skype: l.perez

Resposta meva.

From: xxxxxxxx@hotmail.com
To: info@greenlightsl.com
Subject: RE: prisma piramidal para concentraci3n solar
Date: Mon, 24 Oct 2011 12:08:04 +0200
Buenos d3as de nuevo Luz.

De acuerdo.

Puedes hacerme un presupuesto para 20 unidades, m3s gastos de envio?.

Atentamente,

Rxxxxxxx

E-MAILS EMPRESA: WTS-PHOTONICS.

From: feedback@service.alibaba.com

To: sam@wts-photonics.com ; sales@wts-photonics.com

Sent: Monday, October 24, 2011 2:53 PM

Subject: [xxxxx@hotmail.com]Inquiry from WTS roof, dove, wedge, tapered, right angle and penta optical prisms

Mr.

I am interested in buying a pyramid trunk glass, fiberglass or plastic, with a small base 10x10 mm, a large base of 15x15 mm. and a height of 40 mm., for an experiment of high concentration photovoltaic HCPV, which serves to concentrate the light from a Fresnel lens and sent to a solar cell.

Do you have this type of prism?.Can you tell me the price for a one unit, or for minimum order (10 pieces) with transport to Spain?

I just need a one only unit.

Yours truly,

Rxxxxx Jxxxxx

IES xxxxxxxxxxxxxxxx-Spain-

Resposta PHOTONICS

From: sales@wts-photonics.com

To: xxxxxxx@hotmail.com

Subject: Re: [xxxxxxx@hotmail.com]

Inquiry from WTS roof, dove, wedge, tapered, right angle and penta optical prisms

Date: Mon, 24 Oct 2011 15:03:41 +0800

Dear Mr. Rxxxx Jxxxx,

Good morning. About the tempered light pipe we could make well. We offer some small dimension for our other clients.

Please help checked attached drawing whether it meet your requirement. Thank you.

If it is OK for you, we will offer our quotation for you. For such tempered prisms, for small quantity the price will be high.

For all the surface need polished and there need many polishing run.

Please help checked the drawing at first.

I also send our company catalog to you. Hope it could help you know more about our company. If you find some other optics components we could offer and meanwhile you require, please also feel free to contact us.

Waiting for your reply. Wish you had a nice and wonderful day.

Best Regards and Best Wishes,

Mark

[WTS Photonics CO., Ltd](#)

[ADD: 28H HuaSheng building No.528 , North Liuyi RD.,Fuzhou 350011,China](#)

[TEL: +86-591-83626970](#)

[FAX: +86-591-83623921](#)

[E-mail: sales@wts-photonics.com](mailto:sales@wts-photonics.com)

[Web Site: www.wts-photonics.com](http://www.wts-photonics.com)

Resposta meva.

From: Rxxxx Jxxxx

To: sales@wts-photonics.com

Sent: Monday, October 24, 2011 3:32 PM

Subject: RE: [xxxxxxx@hotmail.com]Inquiry from WTS roof, dove, wedge, tapered, right angle and penta optical prisms
Goog afternoon Mark.

The dimensions of the attached drawing are OK.

Can you give me the price for the minimum number of pieces, with transport to Spain?

As I said before, I just need one or two pieces.

Best regards,

Rxxxx Jxxxx

Resposta PHOTONICS

From: sales@wts-photonics.com

To: xxxxxxx@hotmail.com

Subject: Re: [xxxxxxx@hotmail.com]Inquiry from WTS roof, dove, wedge, tapered, right angle and penta optical prisms

Date: Mon, 24 Oct 2011 17:40:19 +0800

Dear Mr. Rxxx Jxxxx,

Good day. Thank you for help checked the drawing.

Our engineers calculated the cost. The tooling cost is about USD1140, the total manufacture cost for 1~10pcs is about USD370. The shipping cost to Spain is USD38.

So the total cost for 1~10pcs is 1140+370+38=1548USD.

The delivery time is about 6 weeks.

After you checked the quotation, if you have any question, please let us know.

Sincerely hope we could offer them for you.

Waiting for your reply. Wish you had a nice and wonderful day.

Best Regards and Best Wishes,

Mark

[WTS Photonics CO., Ltd](#)

[ADD: 28H HuaSheng building No.528 , North Liuyi RD.,Fuzhou 350011,China](#)

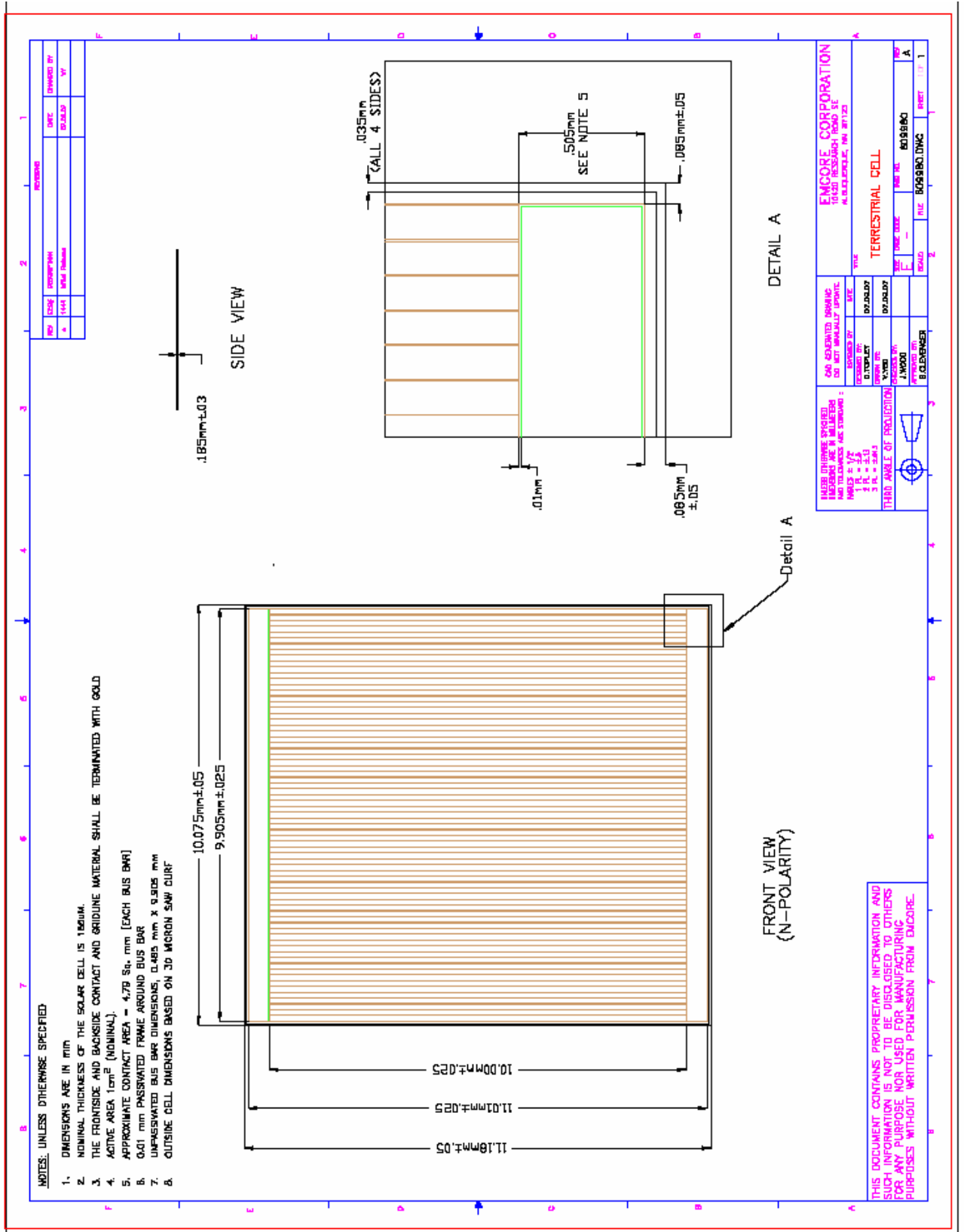
[TEL: +86-591-83626970 FAX: +86-591-83623921](#)

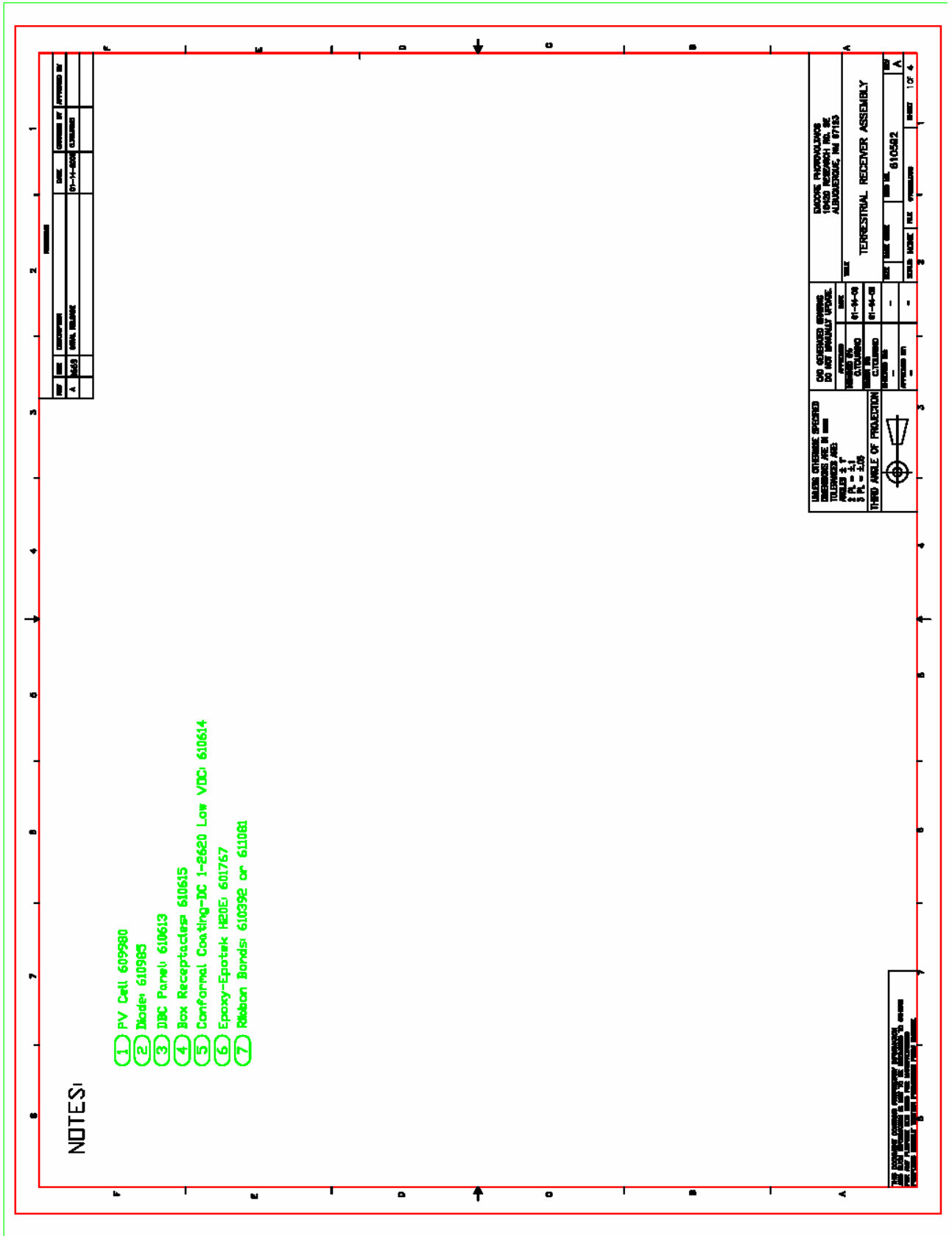
[E-mail: sales@wts-photonics.com](mailto:sales@wts-photonics.com)

[Web Site: www.wts-photonics.com](http://www.wts-photonics.com)

6.3 ANNEX B. PLÀNOLS CÈL.LULA SOLAR 2 “EMCORE”.

Plànols d’EMCORE adjuntats amb les cèl·lules solars EMCORE adquirides a ECOMAX França.



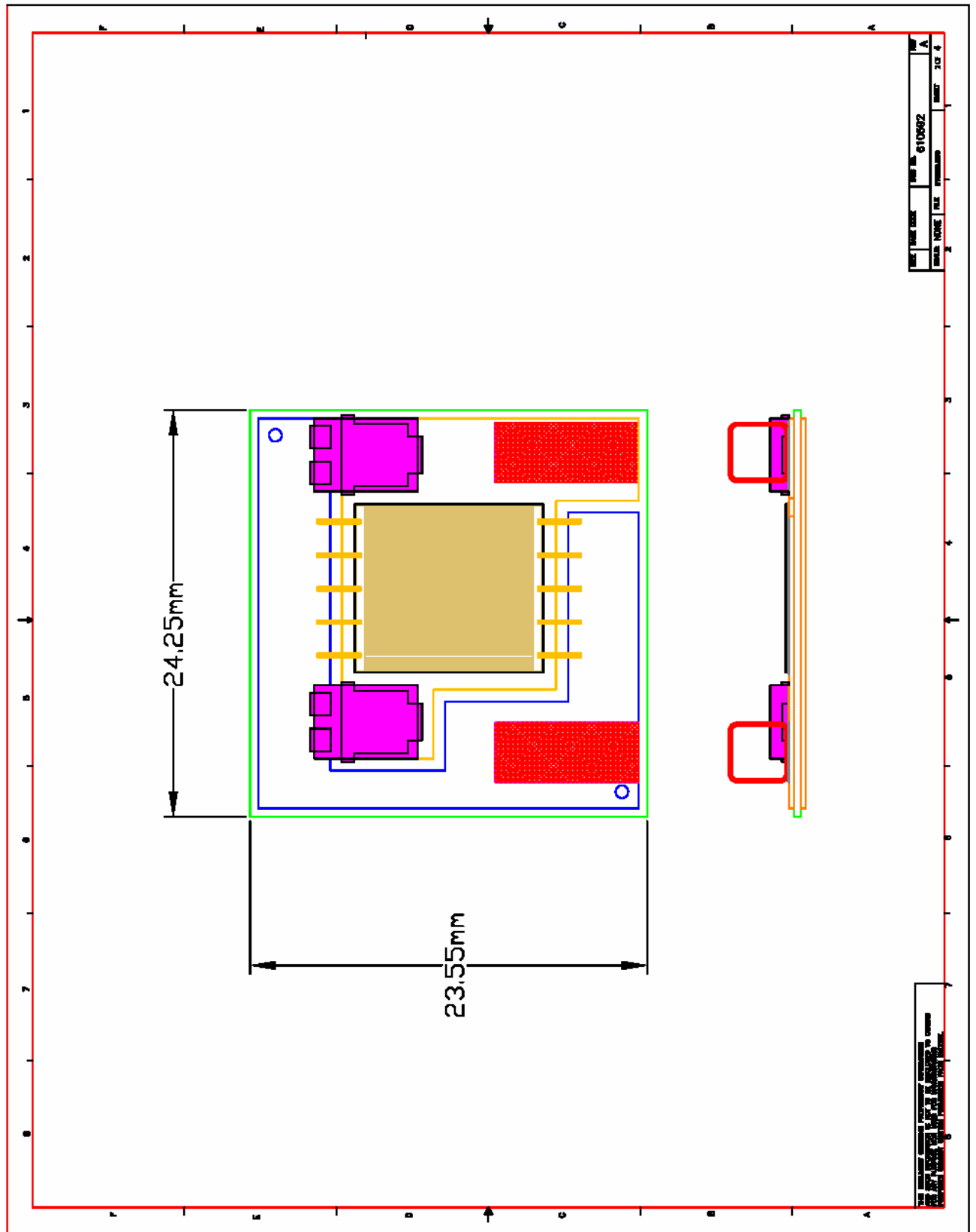


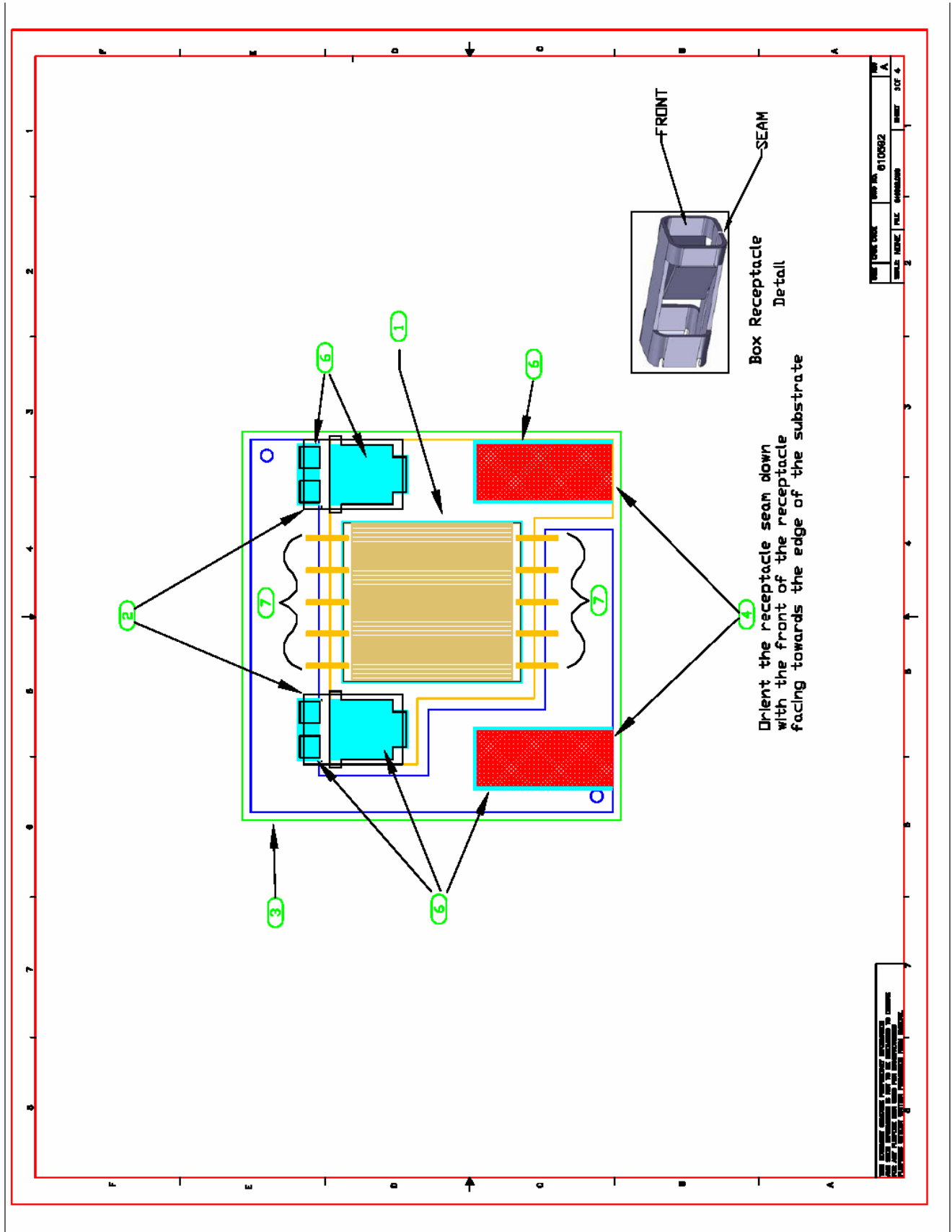
REV	DATE	DESCRIPTION	DATE	DESIGNED BY
1	01-14-08	INITIAL RELEASE		

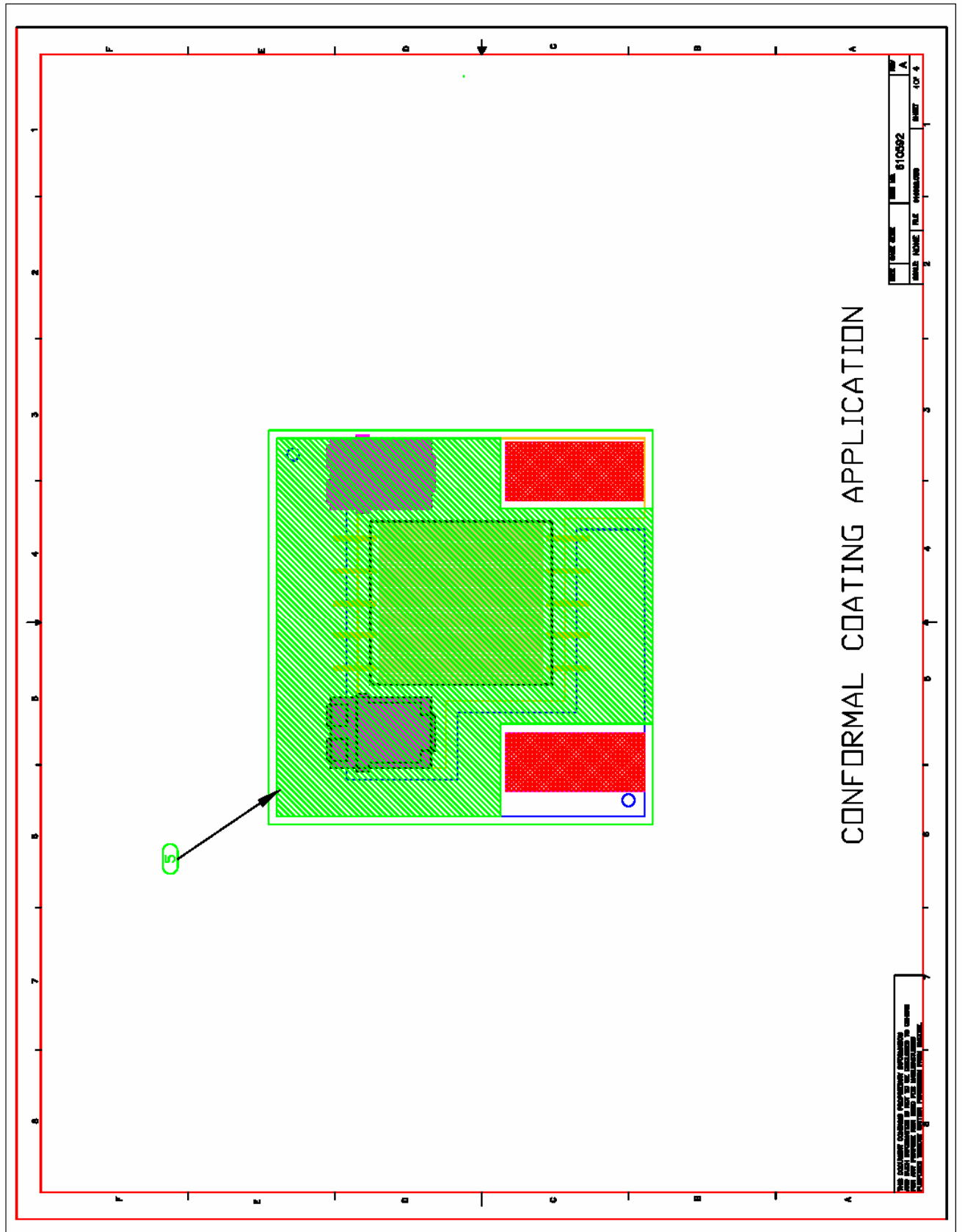
REV	DATE	DESCRIPTION	DATE	APPROVED BY

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED DIMENSIONS ARE IN INCHES DIMENSIONS IN PARETHESIS ARE MILLIMETERS 3/16" = 1.5 3/32" = 0.09375	CAD GENERATED DRAWING DO NOT MANUALLY UPDATE. APPROVED BY: [Signature] DATE: 01-14-08 CHECKED BY: [Signature] DATE: 01-14-08	DODDREY PHOTOVOLTAICS 19430 RIVERDALE RD. ALBANY, IN 47115
THIRD ANGLE OF PROJECTION 	TERRESTRIAL RECEIVER ASSEMBLY DRAWING NO. [Blank] APPROVED BY: [Signature] DATE: 01-14-08	DODDREY PHOTOVOLTAICS 19430 RIVERDALE RD. ALBANY, IN 47115

THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF DODDREY PHOTOVOLTAICS. IT IS TO BE USED FOR THE PROJECT AND SITE SPECIFICALLY IDENTIFIED. IT IS NOT TO BE REPRODUCED OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, ELECTRONIC OR MECHANICAL, INCLUDING PHOTOCOPYING, RECORDING, OR BY ANY INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM.







6.4 ANNEX C. PATENTS MÒDULS SOLARS FOTOVOLTAICS D'ALTA CONCENTRACIÓ.

6.4.1 Mòdul de primera generació Sol3g.

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional
2 de Noviembre de 2006 (02.11.2006)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2006/114457 A1

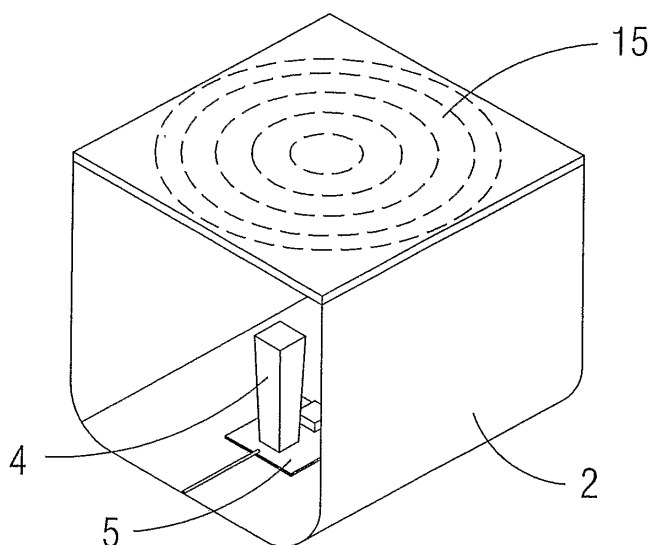
- | | |
|--|--|
| <p>(51) Clasificación Internacional de Patentes:
H01L 31/052 (2006.01) F24J 2/38 (2006.01)
H01L 31/042 (2006.01)</p> <p>(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2006/000130</p> <p>(22) Fecha de presentación internacional:
16 de Marzo de 2006 (16.03.2006)</p> <p>(25) Idioma de presentación: español</p> <p>(26) Idioma de publicación: español</p> <p>(30) Datos relativos a la prioridad:
P200501024 27 de Abril de 2005 (27.04.2005) ES</p> | <p>(71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US):
SOL3G, S.L. [ES/ES]; Ronda Can Fatjó, 9 Edif. C, Local AB, Parc Tecnològic Del Vallès, E-08290 Barcelona (ES).</p> <p>(72) Inventor; e</p> <p>(75) Inventor/Solicitante (para US solamente): PARDELL VILELLA, Ricard. [ES/ES]; C/Pintor Romero, 55, E-08197 Valldoreix, Barcelona (ES).</p> <p>(74) Mandatario: ISERN JARA, Jorge; Avda. Diagonal 463 bis 2º, E-08036 Barcelona (ES).</p> <p>(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ,</p> |
|--|--|

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: SUBMODULE FOR PHOTOVOLTAIC CONCENTRATION MODULES, PHOTOVOLTAIC CONCENTRATION MODULE, SOLAR POWER INSTALLATION, PACKING METHOD AND POSITION CALIBRATION METHOD FOR PHOTOVOLTAIC CONCENTRATION MODULES

(54) Título: SUBMÓDULO PARA MÓDULOS DE CONCENTRACIÓN FOTOVOLTAICA. MÓDULO DE CONCENTRACIÓN FOTOVOLTAICA, INSTALACIÓN DE ENERGÍA SOLAR, MÉTODO DE EMPAQUETADO Y PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE POSICIÓN PARA MÓDULOS DE CONCENTRACIÓN FOTOVOLTAICA

WO 2006/114457 A1



(57) Abstract: The invention relates to a photovoltaic concentration submodule (1) for photovoltaic concentration modules, including solar energy concentrators which are used to capture solar radiation and which comprise Fresnel lenses (15) and secondary optical elements. The inventive submodule is formed by a laminar body (2) comprising a central section and two essentially-perpendicular lateral flanges, such as to define an essentially U-shaped element which is made from aluminium. According to the invention, fixing means are used to fix photovoltaic cells to the central section, which are supplied to each of the concentrators. The aforementioned laminar body (2) serves as a support structure for the concentrators and as a heat-dissipating element for the photovoltaic cells. Moreover, the Fresnel lenses are disposed on a front mount (3) which is joined with the laminar body (2), said lenses being disposed in a row.

(57) Resumen: Submódulo (1) de concentración fotovoltaica para módulos de concentración fotovoltaica, que incluye concentradores de energía solar para la captación de la radiación solar y comprendiendo dichos concentradores lentes de Fresnel (15) y elementos ópticos secundarios, estando el submódulo formado por un cuerpo laminar (2) con un tramo central y dos aletas laterales sensiblemente

[Continúa en la página siguiente]

• **Deshumidificador mòdul de primera generació:**

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad
Intelectual
Oficina internacional



(10) Número de Publicación Internacional
WO 2010/128181 A1

(43) Fecha de publicación internacional
11 de noviembre de 2010 (11.11.2010)

PCT

(51) Clasificación Internacional de Patentes:
H01L 31/024 (2006.01) F24F 13/22 (2006.01)

[ES/ES]; Avenida de la Buhaira, 2, E-41018 - Sevilla (ES).

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2010/000193

(74) Mandatario: GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro María; Vitruvio, 23, E-28006 - Madrid (ES).

(22) Fecha de presentación internacional:
4 de mayo de 2010 (04.05.2010)

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:
P200901169 7 de mayo de 2009 (07.05.2009) ES

(71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US): ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A. [ES/ES]; Avenida de la Buhaira, 2, E-41018 - Sevilla (ES).

(72) Inventores; e

(75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): ROA FRESNO, Javier [ES/ES]; Avenida de la Buhaira, 2, E-41018 - Sevilla (ES). PAYAN RODRIGUEZ, Alvaro

(84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG,

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: PHOTOVOLTAIC MODULE DEHUMIDIFIER

(54) Título : DESHUMIDIFICADOR DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

WO 2010/128181 A1

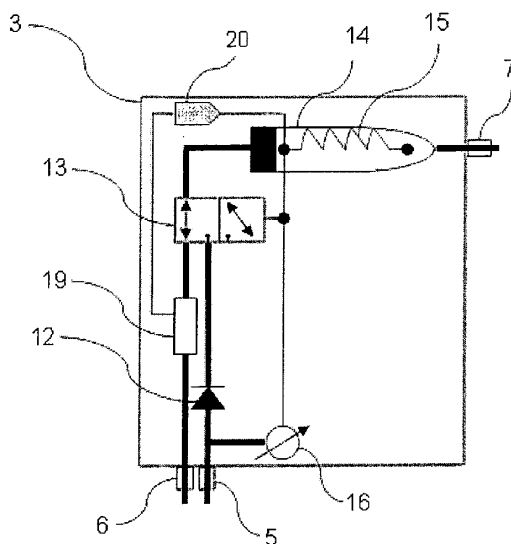


FIGURA 3

(57) Abstract: The invention relates to a dehumidifier for the photovoltaic modules of a series of photovoltaic concentrator modules, formed by a common air entry and exit passage which interconnects all of the modules and passes through a bed of moisture-absorbent material, with a regulatable electrical resistor installed therein. The circuit also includes a solenoid valve (13), a flow regulator (19), a non-return valve (12), a pressure regulator (16) and a timer relay (20). The method is based on the pressure differences inside the photovoltaic modules throughout the day and comprises two steps: drying the air as it passes through the bed of absorbent material before it enters the photovoltaic modules, and regenerating the drying system, either automatically or manually by connecting a compressor or fan.

(57) Resumen: Deshumidificador de módulos fotovoltaicos de una serie de módulos de concentración fotovoltaica formado por una vía común de entrada y salida de aire que comunica todos los módulos y que atraviesa un lecho de material absorbente de humedad, con una resistencia eléctrica regulable instalada en su interior. El circuito se completa con una electroválvula (13), un flujostato (19), una válvula antirretorno (12),

[Continúa en la página siguiente]

6.4.2 Mòdul de segona generació Abengoa Solar.

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad
Intelectual
Oficina internacional



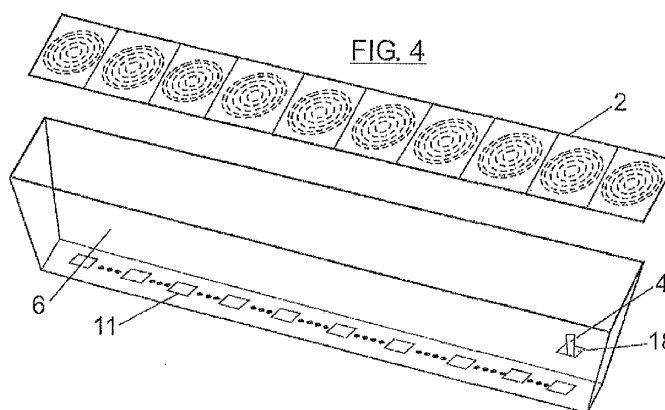
(10) Número de Publicación Internacional
WO 2010/149813 A1

(43) Fecha de publicación internacional
29 de diciembre de 2010 (29.12.2010)

- (51) Clasificación Internacional de Patentes:
H01L 31/052 (2006.01)
- (21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2010/070415
- (22) Fecha de presentación internacional:
22 de junio de 2010 (22.06.2010)
- (25) Idioma de presentación: español
- (26) Idioma de publicación: español
- (30) Datos relativos a la prioridad:
P200930336 22 de junio de 2009 (22.06.2009) ES
- (71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US): **ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES S.A.** [ES/ES]; Avda. de Buhaira, 2, E-41018 Sevilla (ES).
- (72) Inventores; e
- (75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): **CELAYA PRIETO, Fernando** [ES/ES]; Avda. de Buhaira 2, E-41018 Sevilla (ES). **DE DIOS PARDO, Antonio** [ES/ES]; Avda. de Buhaira 2, E-41018 Sevilla (ES). **MARTÍN MAROTO, Carlos** [ES/ES]; Avda. de Buhaira 2, E-41018 Sevilla (ES).
- (74) Mandatario: **Elzaburu Márquez, Alberto de;** c/ Miguel Angel Nº 21, 2º, E-28010 Madrid (ES).
- (81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Publicada:
— con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))

(54) Title: MODULE WITH A HIGH PHOTOVOLTAIC CONCENTRATION

(54) Título : MÓDULO DE ALTA CONCENTRACIÓN FOTOVOLTAICA.



(57) Abstract: The invention relates to a module with a high photovoltaic concentration, including a plurality of Fresnel concentrating lenses (2), serving as lenses concentrating solar radiation, which form a group or array arranged on a V-shaped structure (1) which reduces the amount of air contained therein, thus minimising the effects of moisture on the active elements of the system, joined by a sealed attachment means, the inside of the base of the system comprising a plurality of predetermined cavities (11), each of which houses a photovoltaic receiver (18) including at least one photovoltaic cell (5) on which a secondary optical element is placed (4) to improve the acceptance angle, thus multiplying the electric-power generation capacity of the photovoltaic cells (5) and the durability thereof, and includes side parts screwed to the structure, which minimise the torsion stress caused by attachment to the tracker.

(57) Resumen:

[Continúa en la página siguiente]

WO 2010/149813 A1

6.4.3 Mòdul de tercera generació Abengoa Solar M300.

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad
Intelectual
Oficina internacional



(10) Número de Publicación Internacional
WO 2011/036323 A1

(43) Fecha de publicación internacional
31 de marzo de 2011 (31.03.2011)

PCT

- | | |
|---|--|
| <p>(51) Clasificación Internacional de Patentes:
<i>H01L 31/042</i> (2006.01) <i>H01L 31/0203</i> (2006.01)
<i>H01L 31/048</i> (2006.01)</p> <p>(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2010/070595</p> <p>(22) Fecha de presentación internacional:
14 de septiembre de 2010 (14.09.2010)</p> <p>(25) Idioma de presentación: español</p> <p>(26) Idioma de publicación: español</p> <p>(30) Datos relativos a la prioridad:
P200930720
23 de septiembre de 2009 (23.09.2009) ES</p> <p>(71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US): ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A. [ES/ES]; Avenida de la Buhaira, 2, E-41018 Sevilla (ES).</p> | <p>(72) Inventores; e</p> <p>(75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): CELAYA PRIETO, Fernando [ES/ES]; Avda. de la Buhaira, No. 2, E-41018 Sevilla (ES). DE DIOS PARDO, Antonio [ES/ES]; Avda. de la Buhaira No. 2, E-41018 Sevilla (ES). MARTÍN MAROTO, Carlos [ES/ES]; Avda. de la Buhaira No. 2, E-41018 Sevilla (ES). PEÑA CONSUEGRA, Francisco David [ES/ES]; Avda. de la Buhaira No. 2, E-41018 Sevilla (ES).</p> <p>(74) Mandatarios: CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel et al.; C/Goya no. 11, E-28001 - Madrid (ES).</p> <p>(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,</p> |
|---|--|

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: HIGH-CONCENTRATION PHOTOVOLTAIC SOLAR MODULE

(54) Título : MÓDULO SOLAR FOTOVOLTAICO DE ALTA CONCENTRACIÓN

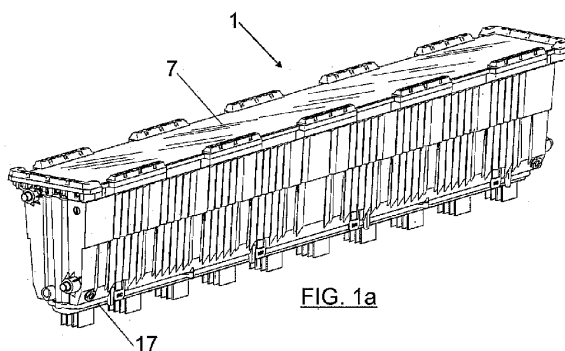


FIG. 1a

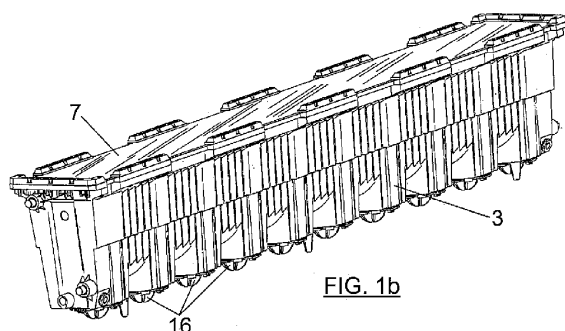


FIG. 1b

(57) Abstract: High-concentration photovoltaic solar module formed by a casing (1) that contains photovoltaic receivers (2) in the base (3) thereof, which are interconnected with one another, and in the upper part thereof has Fresnel concentrator lenses (7) in a plane parallel to that of the photovoltaic receivers (2), which close the casing in a leaktight manner, each of the Fresnel concentrator lenses (7) being arranged on one of said photovoltaic receivers (2). Furthermore, the module includes secondary optical elements (8), each arranged on the photovoltaic cell (5) of each photovoltaic receiver (2). The casing (1) is produced by injection-moulding of plastic and incorporates a plurality of cavities (9) in the base (3), each of said cavities housing a photovoltaic receiver (2), and a plurality of metal laminar elements (10) for interconnecting the photovoltaic receivers (2).

(57) Resumen: Módulo solar fotovoltaico de alta concentración, formado por una carcasa (1) que en su interior tiene receptores fotovoltaicos (2) en su base (3) interconectados entre sí, y en su parte superior

[Continúa en la página siguiente]

WO 2011/036323 A1

6.4.4 Mòdul ISOFOTON.

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
Oficina internacional



(10) Número de Publicación Internacional
WO 2009/106648 A1

(43) Fecha de publicación internacional
3 de septiembre de 2009 (03.09.2009)

PCT

- (51) Clasificación Internacional de Patentes: *H01L 31/052* (2006.01)
- (21) Número de la solicitud internacional: PCT/ES2008/000104
- (22) Fecha de presentación internacional: 25 de febrero de 2008 (25.02.2008)
- (25) Idioma de presentación: español
- (26) Idioma de publicación: español
- (71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US): **ISOFOTON** [ES/ES]; C/Severo Ochoa, 50, Parque Tecnológico de Andalucía, E-29590 Campanillas (Málaga) (ES).
- (72) Inventores; e
- (75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): **DIAZ LUQUE, Vicente** [ES/ES]; C/Severo Ochoa, 50, Parque Tecnológico de Andalucía, E-29590 Campanillas (Málaga) (ES). **CABRERA GODOY, Javier** [ES/ES]; C/Severo Ochoa, 50, Parque Tecnológico de Andalucía, E-29590 Campanillas (Málaga) (ES). **EXPOSITO CORRAL, David** [ES/ES]; C/Severo Ochoa, 50, Parque Tecnológico de Andalucía, E-29590 Campanillas (Málaga) (ES). **ALVARES RICO, José Luis** [ES/ES]; C/Severo Ochoa, 50, Parque Tecnológico de Andalucía, E-29590 Campanillas (Málaga) (ES).
- (74) Mandatarios: **CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel** et al.; C/O Clarke, Modet & Co., C/ Goya No. 11, E-28001 Madrid (ES).
- (81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: PHOTOVOLTAIC CONCENTRATION MODULE AND DEVICE

(54) Título: DISPOSITIVO Y MÓDULO FOTOVOLTAICO DE CONCENTRACION

(57) Abstract: The invention relates to a photovoltaic concentration module and device. The device includes: a primary lens (10) configured to concentrate incident solar radiation and to generate a first concentrated radiation; a solar cell (30) configured to collect the first concentrated radiation; and a substrate (40) enabling the electrical connection and thermal dissipation of the solar cell, whereby the solar cell (30) and the substrate (40) are electrically associated so as to form an electric power generation unit. The photovoltaic concentration module includes a series of the aforementioned devices.

(57) Resumen: Dispositivo y módulo fotovoltaico de concentración, teniendo el dispositivo: una lente primaria (10) configurada para concentrar radiación solar incidente y generar una primera radiación concentrada; una célula solar (30) configurada para recoger la primera radiación concentrada; un sustrato (40) para conexión eléctrica y disipación térmica de la célula solar; estando la célula solar (30) y el sustrato (40) asociados eléctricamente para formar una unidad de generación eléctrica. El módulo fotovoltaico de concentración tiene una serie de los dispositivos descritos.

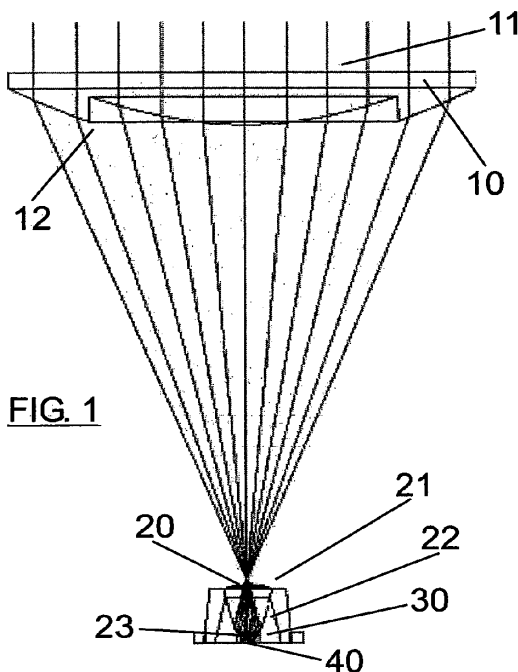


FIG. 1

WO 2009/106648 A1

6.4.5 Mòdul CONCENTRACION SOLAR LA MANCHA.

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional
22 de Mayo de 2009 (22.05.2009)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2009/063102 A1

- | | |
|---|--|
| <p>(51) Clasificación Internacional de Patentes:
<i>H01L 31/048</i> (2006.01)</p> <p>(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2007/070183</p> <p>(22) Fecha de presentación internacional:
13 de Noviembre de 2007 (13.11.2007)</p> <p>(25) Idioma de presentación: español</p> <p>(26) Idioma de publicación: español</p> <p>(71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US):
CONCENTRACIÓN SOLAR LA MANCHA, S.L. [ES/ES]; Polígono Industrial calle D, E-13200 Manzanares (ES).</p> <p>(72) Inventores; e</p> <p>(75) Inventores/Solicitantes (para US solamente):
TRINIDAD ARAGÓN, Miguel [ES/ES]; Polígono Industrial calle D, E-13200 Manzanares (ES). CÁMARA</p> | <p>ESTRELLA, José Carlos [ES/ES]; Polígono Industrial calle D, E-13200 Manzanares (ES).</p> <p>(74) Mandatario: ESTEBAN PEREZ-SERRANO, M^a Isabel; C/ Explanada, E-28040 Madrid (ES).</p> <p>(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.</p> <p>(84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,</p> |
|---|--|

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: SEMI-VENTILATED CONCENTRATION PHOTOVOLTAIC SOLAR POWER MODULE

(54) Título: MÓDULO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONCENTRACIÓN SEMI VENTILADO

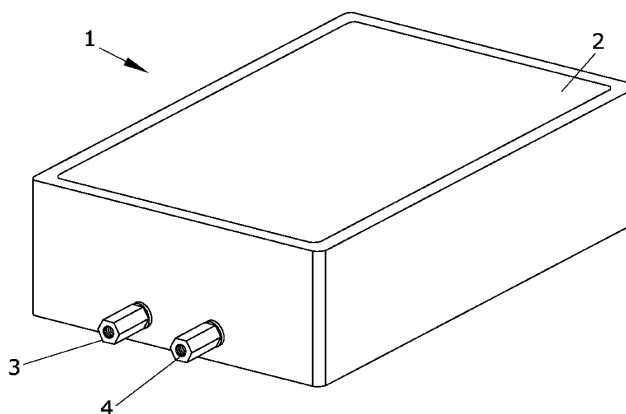


FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to a concentration solar power module including means for collecting and concentrating solar radiation in order to project the radiation onto photovoltaic cells and convert same into electricity, which module can take the form of a sealed casing or container having two calibrated non-return valves which allow air or gas to flow in opposing directions, thereby producing a semi-ventilated module that prevents the entry of water and dirt and, consequently, the formation of condensation, as well as internal overpressures and underpressures that could cause the container or casing to deform. As a result of the valves the internal and external pressures have suitable values owing to the fact that air can pass in one direction or the other through one or other of the non-return valves.

[Continúa en la página siguiente]

WO 2009/063102 A1

• Òptica mòdul CONCENTRACION SOLAR LA MANCHA.

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad
Intelectual
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional
18 de Diciembre de 2008 (18.12.2008)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2008/152176 A2

- (51) Clasificación Internacional de Patentes: [ES/ES]; Polígono Industrial calle D, E-13200 Manzanares (Ciudad Real) (ES).
F24J 2/08 (2006.01) *H01L 31/052* (2006.01)
- (21) Número de la solicitud internacional: (74) Mandatario: ESTEBAN PEREZ-SERRANO, M^a
Isabel; C/ Explanada 8, 4^o, E-28040 Madrid (ES).
PCT/ES2008/070113
- (22) Fecha de presentación internacional: (81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa,
para toda clase de protección nacional admisible): AE,
11 de Junio de 2008 (11.06.2008) AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PG, PH, PL, PT, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (25) Idioma de presentación: español
- (26) Idioma de publicación: español
- (30) Datos relativos a la prioridad: (84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa,
para toda clase de protección regional admisible): ARIPO
PCT/ES2007/070114 (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
RU, TJ, TM), europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).
- 12 de Junio de 2007 (12.06.2007) ES
- (71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US):
CONCENTRACIÓN SOLAR LA MANCHA, S.L.
[ES/ES]; Polígono Industrial calle D, E-13200 Manzanares
(Ciudad Real) (ES).
- (72) Inventores; e
- (75) Inventores/Solicitantes (para US solamente):
VÁZQUEZ MOLINÍ, Daniel [ES/ES]; Polígono Industrial calle D, E-13200 Manzanares (Ciudad Real) (ES).
BERNABEU MARTÍNEZ, Eusebio [ES/ES]; Polígono Industrial calle D, E-13200 Manzanares (Ciudad Real) (ES).
ÁLVAREZ FERNÁNDEZ-BALBUENA, Antonio
- Publicada:
— sin informe de búsqueda internacional, será publicada nuevamente cuando se reciba dicho informe

(54) Title: OPTICAL SYSTEM FOR CAPTURE AND CONCENTRATION OF SOLAR ENERGY

(54) Título: SISTEMA ÓPTICO PARA CAPTACIÓN Y CONCENTRACIÓN DE ENERGÍA SOLAR

(57) Abstract: Optical system intended to emit uniform solar radiation on all or part of a solar cell on which said radiation projects; for said purpose comprising various perspectives distributed in quadrants with respect to the centre of the cell, wherein each of these is at a predetermined distance from the optical axis of the system and a suitable focal distance, thereby achieving uniform and concentrated radiation over the surface of said cell, which makes possible the use of solar cells of greater sizes.

(57) Resumen: Sistema óptico que busca emitir una radiación solar uniforme sobre toda o parte de la superficie de una célula solar sobre la que proyecta dicha radiación, contando para ello con diferentes ópticas distribuidas en cuadrantes respecto del centro de la célula, donde cada una de ellas presenta una determinada distancia del eje óptico de la zona al eje del sistema y una distancia focal propia, logrando una radiación uniforme y concentrada sobre la superficie de dicha célula, lo que permite emplear células solares de mayores dimensiones.

WO 2008/152176 A2

6.4.6 Mòdul CONCENTRIX SOLAR.

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. August 2007 (23.08.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/093422 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 31/052 (2006.01)

GLASWERKE ARNOLD GMBH & CO. KG [DE/DE];
Alfred-Klingerle-Strasse 15, 73630 Remshalden (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/001326

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:

15. Februar 2007 (15.02.2007)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DIMROTH, Frank

[DE/DE]; Bauhöferstrasse 154, 79115 Freiburg (DE).
BETT, Andreas [DE/DE]; Haiierweg 25, 79114 Freiburg (DE).
SCHMIDT, Christoph [DE/DE]; Rudolf-Virchow-Strasse 9, 91710 Gunzenhausen (DE).
LERCHENMÜLLER, Hansjörg [DE/DE]; Vaubanallee 19, 79100 Freiburg (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2006 007 472.6

17. Februar 2006 (17.02.2006) DE

(74) Anwalt: PFENNING, MEINIG & PARTNER GBR;
Theresienhöhe 13, 80339 München (DE).

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Hansastrasse 27c, 80686 München (DE). CONCENTRIX SOLAR GMBH [DE/DE]; Emmy-Noether-Strasse 2, 79110 Freiburg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,

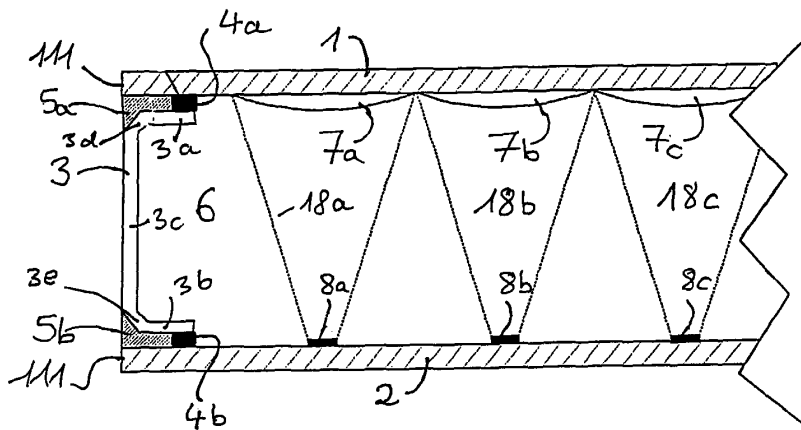
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2007/093422 A1

(54) Title: PHOTOVOLTAIC CONCENTRATOR MODULE WITH MULTIFUNCTION FRAME

(54) Bezeichnung: PHOTOVOLTAISCHES KONZENTRATORMODUL MIT MULTIFUNKTIONSRAHMEN



(57) Abstract: The invention relates to a photovoltaic concentrator or module with multifunction frame, and to a method for producing it. The concentrator module has a lens plate (1) and a base plate (2), between which circulates a frame (3). Circulating between the lens plate (1) and the frame (3) and/or the base plate (2) and the frame (3) are two sealing compositions (4) which differ with regard to their curing time and/or gas permeability.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein photovoltaisches Konzentratormodul mit Multifunktionsrahmen sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung. Das Konzentratormodul weist eine Linsen- (1) und eine Bodenplatte (2) auf, zwischen welchen ein Rahmen (3) umläuft. Zwischen der Linsenplatte (1) und dem Rahmen (3) und/oder der Bodenplatte (2) und dem Rahmen (3) laufen zwei Dichtmassen (4) um, welche sich bezüglich ihrer Aushärtezeit und/oder Gasdurchlässigkeit unterscheiden.

• Òptiques mòdul CONCENTRIX SOLAR.



US 20110186129A1

(19) **United States**

(12) **Patent Application Publication**
Gombert

(10) **Pub. No.: US 2011/0186129 A1**

(43) **Pub. Date: Aug. 4, 2011**

(54) **PHOTOVOLTAIC APPARATUS FOR DIRECT CONVERSION OF SOLAR ENERGY TO ELECTRICAL ENERGY**

(30) **Foreign Application Priority Data**

Jul. 30, 2008 (DE) 10 2008 035 575.5

(75) **Inventor: Andreas Gombert, Freiburg (DE)**

Publication Classification

(73) **Assignee: CONCENTRIX SOLAR GMBH, Freiburg (DE)**

(51) **Int. Cl.**
H01L 31/0232 (2006.01)
H01L 31/024 (2006.01)

(21) **Appl. No.: 13/056,634**

(52) **U.S. Cl. 136/259**

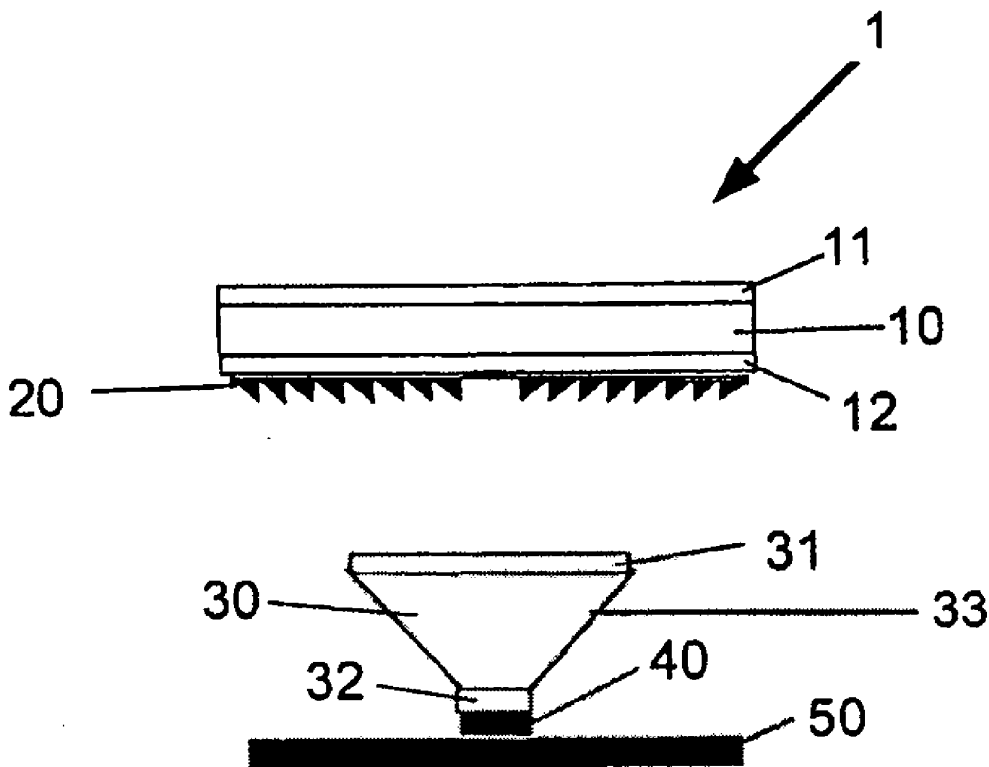
(22) **PCT Filed: Jul. 30, 2009**

(57) **ABSTRACT**

(86) **PCT No.: PCT/EP2009/005540**

§ 371 (c)(1),
(2), (4) **Date: Apr. 19, 2011**

A photovoltaic apparatus for directly converting solar energy into electrical energy. The apparatus can include a concentrator optics arrangement configured to reduce a transmission of the solar energy at wavelengths of less than or equal to about 350 nm by at least approximately 50%; at least one solar cell; and at least one heat sink.



6.4.7 Mòdul OPEL INC.



(12) **United States Patent**
Linke et al.

(10) **Patent No.:** US 7,807,920 B2
(45) **Date of Patent:** Oct. 5, 2010

(54) **CONCENTRATED SOLAR PHOTOVOLTAIC MODULE**

(75) Inventors: **Edward J. Linke**, Milford, CT (US);
Francisco A. Middleton, Sandy Hook, CT (US)

(73) Assignee: **Opel, Inc.**, Shelton, CT (US)

(*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 353 days.

(21) Appl. No.: **11/928,154**

(22) Filed: **Oct. 30, 2007**

(65) **Prior Publication Data**

US 2009/0107541 A1 Apr. 30, 2009

(51) **Int. Cl.**
H02N 6/00 (2006.01)
H01L 31/00 (2006.01)
H01L 31/042 (2006.01)

(52) **U.S. Cl.** **136/246**; 136/251; 136/259

(58) **Field of Classification Search** 136/243–244,
136/246, 251, 259

See application file for complete search history.

(56) **References Cited**

U.S. PATENT DOCUMENTS

2,951,222	A *	8/1960	Marie	.....	333/249
4,045,246	A	8/1977	Mlavsky et al.		
4,383,891	A *	5/1983	Clavier	.....	202/234
4,511,755	A	4/1985	Mori		
4,830,678	A	5/1989	Todorof et al.		
4,839,512	A *	6/1989	Speck	.....	250/231.1
5,118,361	A	6/1992	Fraas et al.		
5,460,659	A	10/1995	Krut		
5,505,789	A	4/1996	Fraas et al.		
5,714,012	A *	2/1998	Murata et al.	.....	136/247
5,990,415	A	11/1999	Green et al.		

6,020,554	A	2/2000	Kaminar et al.		
6,365,824	B1 *	4/2002	Nakazima et al.	.....	136/251
6,399,874	B1	6/2002	Olah		
6,483,093	B1	11/2002	Takemura et al.		
2002/0148497	A1	10/2002	Sasaoka et al.		
2004/0216734	A1	11/2004	Lawheed		
2007/0289622	A1 *	12/2007	Hecht	.....	136/246
2009/0260674	A1 *	10/2009	Linke	.....	136/246

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

WO WO2006/114457 11/2006

OTHER PUBLICATIONS

Sol3G HCPV Systems Technical Report, Ricard Pardell, Dec. 6, 2007, 35 pages.

Nonimaging Fresnel Lens Concentrator—The Prototype, Ralf Leutz, Akio Suzuki, Atsushi Akisawa and Takao Kasiwagi, May 1999.

* cited by examiner

Primary Examiner—Basia Ridley

Assistant Examiner—Lindsey Bernier

(74) Attorney, Agent, or Firm—Gordon & Jacobson, PC

(57) **ABSTRACT**

A solar photovoltaic module containing a housing that supports an array of photovoltaic cells and corresponding light guides. The housing includes a base member having a generally planar support surface and two side walls projecting from the support surface. Two side panels detachably connect to the side walls, and a top panel detachably connects to the side panels. The top panel includes a plurality of concentrating lenses that focus incident solar radiation into the inside of the housing towards the light guide. The light guides are disposed between the corresponding concentrating lenses and photovoltaic cells such that the concentrating lenses and light guides work together to direct light onto the photovoltaic cells. At least one retaining member interfaces to the light guides and applies a downward force that biases the respective light guides toward the corresponding photovoltaic cells.

26 Claims, 7 Drawing Sheets

