



Ministero dello Sviluppo Economico
Direzione generale per la lotta alla contraffazione
Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

ATTESTATO DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE

N. 0001430077

Il presente brevetto viene concesso per l'invenzione della domanda sotto specificata:

num. domanda	anno	C.C.I.A.A.	data pres. domanda	classifica
000190	2015	ROMA	30/04/2015	F24J

TITOLARE/I UNIVERSITA' DEGLI STUDI MEDITERRANEA DI REGGIO CALABRIA
REGGIO CALABRIA

DOM. ELETT. UNIVERSITA' DEGLI STUDI MEDITERRANEA DI REGGIO CALABRIA

INDIRIZZO SALITA MELISSARI, FEO DI VITO
89124 REGGIO CALABRIA

TITOLO INSEGUITORE SOLARE FOTOVOLTAICO

INVENTORE/I CARBONE ROSARIO



Copia conforme all'originale digitalmente firmato
dal Responsabile del Servizio e conservato dall'UIBM

L'UFFICIALE ROGANTE
Rosalba Pedone

24 MAG 2019

Roma, 02/10/2018

IL DIRIGENTE
Dr.ssa Loredana Guglielmetti

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

Descrizione della domanda di brevetto per Invenzione Industriale dal titolo:

“Inseguitore Solare Fotovoltaico”

a nome di Università degli Studi *Mediterranea* di Reggio Calabria;

con sede in Reggio Calabria.

Inventore designato: Rosario Carbone.

* * * * *

Campo tecnico dell'invenzione

La presente invenzione è relativa ad un generatore fotovoltaico, più nello specifico ad un dispositivo che rientra nella casistica dei cosiddetti inseguitori solari fotovoltaici, e si inquadra nel settore della generazione di energia elettrica dal sole, grazie alle proprietà elettriche dei semiconduttori (fondamentalmente il silicio) opportunamente drogati che generano energia elettrica in corrente continua mediante la diretta esposizione degli stessi alla luce irradiata dal sole verso la superficie terrestre.

Più specificamente, l'ambito dell'invenzione è quello dei generatori fotovoltaici che sono caratterizzati da una esposizione che non è fissa rispetto al sole, in quanto ad essi viene conferita la possibilità di mutare continuamente la posizione di installazione per inseguire la posizione del sole, affinché i suoi raggi possano incidere perpendicolarmente sul generatore fotovoltaico, piuttosto che non secondo percorsi obliqui, meno efficienti.

Ulteriormente, l'ambito dell'invenzione può essere limitato a quello dei dispositivi che inseguono la posizione del sole nel corso di una giornata (da mattina a sera), attuando un inseguimento solare di tipo cosiddetto mono-assiale per cambiamento del loro orientamento (rotazione est-ovest intorno ad un asse), piuttosto che non bi-assiale, come nel caso dei generatori

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

fotovoltaici che cambiano, oltre al loro orientamento est-ovest, anche la loro inclinazione nord-sud, per compensare la variazione dell'altezza del sole rispetto all'orizzonte nel corso delle diverse stagioni dell'anno.

Arte nota

La cella fotovoltaica è l'elemento base nella costruzione di un modulo fotovoltaico, ma può venire anche impiegata singolarmente in usi specifici.

La versione più diffusa di cella fotovoltaica, quella in materiale cristallino, è costituita da una lamina di materiale semiconduttore, il più diffuso dei quali è il silicio, e si presenta in genere di colore nero o blu, di forma quadrata (o rettangolare) e con dimensioni variabili dai 4 ai 6 pollici. Analogamente al modulo, il rendimento della cella fotovoltaica si ottiene valutando il rapporto tra l'energia prodotta dalla cella e l'energia luminosa che investe l'intera sua superficie.

Il modulo fotovoltaico in silicio è costituito da un sandwich di materiali laminati e materiali accessori atti a rendere utilizzabile il laminato. Il laminato viene preparato tipicamente con i seguenti materiali:

- Vetro (i moduli costruiti in Italia abitualmente usano vetro da 4 mm di spessore)
- Copolimero Etilene-Vinil-Acetato- EVA (composto elastico utilizzato nei moduli fotovoltaici a protezione delle celle fotovoltaiche e come adesivo)
- Celle mono o policristalline di Silicio
- Backsheet o Tedlar (copertura di fondo)

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

Il vetro costituisce la base rigida su cui viene steso un sottile foglio di EVA.

Al di sopra dell'EVA vengono posizionate le celle rivolte con il lato fotosensibile verso il basso, poi viene steso un altro foglio di EVA e quindi un foglio di materiale plastico isolante (PET o similare) oppure un'altra lastra di vetro. Il vetro è a basso contenuto di ferro per garantire una maggiore trasparenza ai raggi solari ed è temperato. Un vetro di questo tipo lascia passare circa il 91,5% dell'irraggiamento ricevuto. Il multistrato così ottenuto viene assemblato in genere per pressofusione.

Dopo il procedimento di pressofusione, che trasforma l'EVA in mero collante, le terminazioni elettriche applicate in precedenza vengono chiuse in una morsettiera stagna generalmente fissata ad una superficie di sostegno posteriore, e il sandwich così ottenuto viene fissato ad una cornice in alluminio, che sarà utile al fissaggio del pannello così ottenuto alle strutture di sostegno atte a sostenerlo e orientarlo opportunamente verso il sole.

I moduli o pannelli fotovoltaici in silicio cristallino più comuni hanno dimensioni variabili da 0.5 m² a 2.0 m², con punte di 2.5 m² in esemplari per grandi impianti. Non vi è comunque particolare interesse a costruire moduli di grandi dimensioni, a causa delle grosse perdite di prestazioni che l'intero modulo subisce all'ombreggiamento (o malfunzionamento) di una sua singola cella.

Nei pannelli le celle fotovoltaiche vengono collegate elettricamente mediante *ribbon*, ovvero sottili nastri in materiale conduttore, in genere rame stagnato, in modo da costituire opportunamente serie e paralleli elettrici, in base alle esigenze del produttore.

I pannelli fotovoltaici sono a loro volta combinabili tra loro mediante serie o

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

paralleli elettrici a formare un campo fotovoltaico che può, secondo le esigenze, essere montato su strutture fisse o anche su strutture semoventi. Il silicio cristallino, infatti, risulta molto sensibile all'incidenza con cui la luce ne colpisce la superficie. Di conseguenza in alcuni casi risulta opportuno impiegare strutture, dette "inseguitori", che rilevano la posizione del sole e orientano il campo fotovoltaico di conseguenza.

Gli inseguitori più diffusi sono quelli a un grado di libertà, l'*azimuth* (o est-ovest). Per ottenere ciò una o più stringhe di pannelli vengono montate a bordo di una base rotante che ne permette l'incremento di produzione elettrica.

Gli inseguitori a *tilt* sono anch'essi ad un grado di libertà, ma nel senso verticale (nord-sud). In questo caso il campo fotovoltaico viene sollevato/abbassato verso l'orizzonte in modo che l'angolo rispetto al suolo sia ottimale per la posizione del sole. L'incremento di produzione risultante rispetto ad una soluzione fissa è comunque inferiore a quello degli inseguitori est-ovest.

Gli inseguitori più sofisticati sono quelli chiamati in gergo *girasoli*, ovvero inseguitori a due gradi di libertà. In questo caso entrambe le caratteristiche degli inseguitori poc'anzi citati vengono combinate per rinforzarsi a vicenda.

I generatori fotovoltaici dotati di sistemi capaci di attuare l'inseguimento solare, rispetto ai generatori fissi, promettono di incrementare l'energia elettrica annualmente generata tra il 30% ed il 40%, a parità di condizioni ambientali, atmosferiche e di superficie in silicio esposta al sole. L'incremento di energia elettrica annua generata si riduce a circa il 25%-30% se l'inseguimento solare viene eseguito con sistemi a variazione del solo

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

orientamento giornaliero est-ovest (inseguitori mono-assiali), nei quali l'angolo di inclinazione del generatore rispetto al piano orizzontale, viene lasciato inalterato nel corso dell'anno solare e, laddove possibile, fissato ad un valore mediamente ottimale, scelto in funzione della latitudine del sito di installazione (in Italia circa 30°).

Tuttavia, all'incremento positivo di energia annua generata, conseguono anche aspetti negativi, non di poco conto, che possono essere imputati ai generatori fotovoltaici dotati di sistemi di inseguimento solare. Tra essi si possono menzionare certamente, e non esaustivamente: i maggiori costi di acquisizione, di installazione e di manutenzione dei sistemi aggiuntivi di supporto, di comando e di controllo, deputati all'inseguimento solare; il consumo di energia dei servo-meccanismi di attuazione dell'inseguimento solare (fino al 5% di quella generata); la diminuzione dell'affidabilità e della disponibilità del generatore fotovoltaico, conseguenti alla risultante sua maggiore complessità; l'esposizione diretta dei componenti del sistema di inseguimento solare agli agenti atmosferici aggressivi (principalmente il vento e le atmosfere corrosive); l'impatto ambientale negativo (relativamente sia all'estetica del paesaggio e sia all'occupazione del suolo); la piena esposizione alla vista di malintenzionati che, anche in virtù della facile possibilità di avvicinamento ai siti di installazione, potrebbero essere indotti alla illecita sottrazione di materiali dal cospicuo valore commerciale.

I problemi anzi esposti sono certamente molto più consistenti nei sistemi ad inseguimento solare di tipo bi-assiale che, peraltro, promettono, rispetto agli inseguitori mono-assiali incrementi di generazione di energia annua che, essendo generalmente dell'ordine del 10%, non risultano in grado di

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

giustificare i conseguenti maggiori oneri.

Nell'ambito dei generatori fotovoltaici ad inseguimento solare di tipo mono-assiale, numerose sono le proposte tecniche che mirano a ridurre la consistenza dei problemi sopra evidenziati. Alcune sono rivolte alla individuazione di materiali con i quali costruire i supporti ad inseguimento solare, al contempo robusti, economici e, soprattutto, resistenti rispetto alle atmosfere corrosive. Altre sono rivolte alla individuazione di soluzioni finalizzate alla riduzione dei costi dei servo-meccanismi deputati alla rotazione contemporanea di un numero molto elevato di moduli fotovoltaici.

Tuttavia, a nostro parere, molti problemi rimangono irrisolti e costituiscono, ancora oggi, un forte limite alla diffusione su larga scala dei generatori fotovoltaici ad inseguimento solare.

Infatti, i convenzionali sistemi di inseguimento solare, anche quelli di tipo mono-assiale, vengono ancora concepiti come speciali sistemi di supporto “aggiuntivi”, su cui installare elementi del generatore fotovoltaico (i moduli fotovoltaici) convenzionali e pre-costruiti per poter essere impiegati anche in altre applicazioni senza inseguimento solare. Inoltre, i convenzionali sistemi di inseguimento solare sono ancora concepiti e costruiti per installazioni a terra o su tetti piani o spioventi, seguendo, così, logiche di piena esposizione al paesaggio ed agli agenti atmosferici. Il risultato non può che essere quello dell'ottenimento di generatori fotovoltaici molto costosi; ingombranti e dal forte impatto paesaggistico (quindi, diffusamente “malvisti”); costruiti con pesanti parti da mettere in rotazione (quindi dispendiosi); pienamente esposti agli agenti atmosferici (perciò, inaffidabili e bisognosi di frequenti interventi di manutenzione); facilmente soggetti a furti (perciò, bisognosi, di costosi

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

sistemi di video-sorveglianza e di allarme).

Tra le problematiche che, più di altre, impediscono agli inseguitori solari di affermarsi, vanno certamente ricordate: i maggiori costi di costruzione ed installazione, imputabili alla necessità di prevedere complessi, quanto ingombranti, sistemi aggiuntivi, esclusivamente deputati alla funzione dell'inseguimento solare, su cui posare generatori fotovoltaici di tipo convenzionale, quali i moduli fotovoltaici dell'arte nota; l'inaffidabilità e l'aumentata necessità di manutenzione ordinaria e straordinaria dei predetti sistemi di inseguimento solare, che discende sia dalla loro complessità che dalla diretta disposizione degli stessi agli agenti atmosferici aggressivi; le perdite aggiuntive di energia causate dalla implementazione dell'inseguimento solare mediante sistemi significativamente dissipativi e di potenza non trascurabile, stante le masse notevoli che sono chiamati a mettere in rotazione; l'impatto negativo sull'ambiente, in particolare l'occupazione di suolo, e sull'estetica del paesaggio naturale.

Il tipo di inseguitore solare che si propone è del tipo detto mono-assiale o a variazione del solo orientamento est-ovest del generatore fotovoltaico, nel corso di ogni giornata. Sono ben noti, infatti, i limiti degli inseguitori di tipo bi-assiale, anche a fronte della intrinsecamente ridotta percentuale di incremento dell'energia elettrica annua generata (non più del 10%), con l'aggiuntiva variazione nel corso di un anno solare anche della inclinazione (o "angolo di tilt") del generatore fotovoltaico.

Sommario dell'invenzione

Costituisce oggetto dell'invenzione la messa a punto di un dispositivo per la

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

generazione fotovoltaica dotato di un sistema di inseguimento solare di tipo mono-assiale con variazione del solo orientamento, per rotazione da est ad ovest, intorno ad un asse. Gli elementi costitutivi principali del generatore fotovoltaico dell'invenzione sono:

- quelli che nel seguito verranno chiamati mini-moduli (A);
- quella che nel seguito verrà chiamata copertura trasparente (B), entro la quale sono installati i predetti mini-moduli (A).

Il generatore fotovoltaico ad inseguimento solare comprende ulteriormente: un sistema di implementazione della logica di rotazione, un servomeccanismo di attuazione della rotazione dei mini-moduli ed un sistema di interblocco meccanico tra i mini-moduli per ottenere la loro rotazione simultanea d'insieme; questi ultimi apparati potranno essere di vario tipo e tecnologia e, in quanto alla portata del tecnico del ramo, saranno descritti solo sommariamente per completezza di esposizione dell'invenzione.

Ulteriori oggetti risulteranno evidenti dalla descrizione dettagliata dell'invenzione.

Breve descrizione delle Figure

Le peculiarità e gli aspetti innovativi del generatore fotovoltaico proposto vengono dettagliati anche mediante disegni esplicativi, riportati in altrettante figure, in cui:

- la figura 1 illustra schematicamente in prospettiva i particolari costitutivi dello speciale supporto allungato (1), privo di proprio vetro di copertura, sul quale vanno incollate le lamine fotovoltaiche (7) di tipo commerciale, per esempio in silicio mono o poli cristallino, per realizzare il cosiddetto mini-

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

modulo (A);

- la figura 2 fornisce schematicamente in prospettiva una vista di insieme di un mini-modulo (A), così come ottenuto dopo l'incollaggio delle lamine fotovoltaiche (7) sul supporto allungato (1) di cui alla figura 1, essendo stato il supporto (1) costruito "su misura" in modo che le celle fotovoltaiche (7) ne ricoprano interamente la sua superficie piana esposta al sole;

- la figura 3 illustra schematicamente in prospettiva la generica copertura trasparente (B) entro la quale installare i mini-moduli (A) della figura 2, essendo previsto che la copertura trasparente (B) debba essere totalmente integrata in un generico manufatto edilizio, come meglio specificato più avanti;

- la figura 4 fornisce, schematicamente in prospettiva, una vista di insieme di una copertura trasparente (B) con dentro installati una pluralità di mini-moduli (A);

- la figura 5 è una foto di un primo prototipo di generatore con relativi mini-moduli già realizzati e posati in opera;

- la figura 5A è il particolare cerchiato di figura 5;

- la figura 6 è relativa ad una copertura trasparente (B) più grande e perciò fornita, oltre che delle pareti laterali esterne di cui alla figura 4, anche di aggiuntive spallette laterali intermedie (8);

- la figura 6A è una vista schematica in prospettiva di una copertura trasparente (B) più grande, con una pluralità di mini-moduli (A) in essa installati;

- la figura 6B è la vista frontale di figura 6A, con evidenziata la possibilità d'installazione di un generico ed unico sistema di interblocco (13) dei mini-

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

moduli (A) e di un unico servomeccanismo (12) preposto alla loro rotazione simultanea;

- la figura 6C illustra schematicamente i particolari di connessione delle terminazioni (3) dei supporti (1), ivi compresi i relativi cuscinetti (5) che alloggiati nelle sedi (9) ricavate nelle spallette laterali (8) ricevono, per innesto nei loro assi passanti e cavi (6), le predette terminazioni (3) dei mini-moduli (A).

Descrizione dettagliata dell'invenzione

Così come per i generatori fotovoltaici convenzionali già in essere, l'elemento fondamentale del generatore fotovoltaico, che qui si descrive, rimane la cosiddetta cella fotovoltaica, tipicamente consistente in una sottilissima lamina di materiale semiconduttore (nel nostro caso in silicio mono/pollicristallino) opportunamente drogato, generalmente di forma quadrata con dimensioni max intorno ai 6x6 pollici. Altrettanto convenzionalmente, il generatore fotovoltaico è costituito, nella sua configurazione complessiva, da un congruo numero di lamine fotovoltaiche, collegate tra loro elettricamente in serie e/o in parallelo in modo da ottenere la potenza elettrica desiderata.

Diversamente dall'arte nota, il dispositivo dell'invenzione è caratterizzato da una diversa modalità di costruzione del generatore fotovoltaico complessivo e per i materiali, del tutto diversi da quelli utilizzati nell'arte nota, per la realizzazione degli speciali supporti (1) delle lamine fotovoltaiche (7).

Le lamine fotovoltaiche, infatti, non sono assiate tra loro in modo tradizionale, così da costituire, prima, un modulo fotovoltaico convenzionale (tipicamente dotato di proprio vetro di copertura e relative cornici di

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

contenimento e, quindi, molto pesante, costituito da 60 o anche 72 lamine fotovoltaiche da 6x6 pollici elettricamente in serie tra loro, di lunghezza pari a circa 2 metri e larghezza pari a circa 1 metro e con peso complessivo di oltre 20 Kg) e poi il generatore fotovoltaico complessivo, per collegamento in serie e/o in parallelo, di più moduli.

Diversamente, le lamine fotovoltaiche (7) del dispositivo secondo la nostra invenzione (che, preferibilmente, sono di tipo convenzionale e commerciale) sono assiemate per singole righe, incollandole su uno speciale supporto (1) allungato e piano, realizzato in forma di semplice striscia rettangolare di lunghezza, larghezza, spessore e lavorazione opportunamente determinate, in funzione proprio delle dimensioni delle lamine fotovoltaiche che si intendono utilizzare. Il predetto supporto allungato (1) è realizzato quindi "su misura", con materiali che devono essere leggerissimi, ma sufficientemente rigidi, atermici, elettricamente non conduttivi e molto economici, come è, ad esempio e preferibilmente, il polistirene espanso a bassa densità. Il predetto supporto allungato (1) costituisce, di fatto, l'apposita struttura di sostegno sulla cui superficie (piana) esposta al sole vanno incollate le convenzionali lamine fotovoltaiche (7), senza un proprio vetro di copertura, per costruire il cosiddetto "mini-modulo" (A) secondo l'invenzione. Come nei moduli convenzionali, le lamine fotovoltaiche alloggiare su un singolo supporto, sono collegate elettricamente in serie fra loro e, prima di essere incollate sul supporto del mini-modulo, vengono protette dagli agenti aggressivi, o incapsulandole tra due sottili fogli di materiale plastico, tipicamente per pressofusione tra due fogli di EVA o, quale alternativa più semplice e più economica, verniciandole con apposite resine siliconiche già ampiamente

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

disponibili in commercio.

Diversamente dai moduli fotovoltaici convenzionali, i mini-moduli (A) dell'invenzione, assiemando i quali si ottiene il generatore fotovoltaico complessivo, hanno piccole dimensioni essendo, preferibilmente, realizzati con una sola fila di poche lamine fotovoltaiche (7) incollate sul supporto allungato (1). Il predetto supporto (1), grazie alla scelta di specifici materiali ed alle modalità costruttive, è inoltre particolarmente innovativo rispetto all'arte nota, possedendo le seguenti evidenti peculiarità: (i) è molto economico, (ii) è leggerissimo ed allo stesso tempo sufficientemente rigido e meccanicamente resistente, (iii) è stabile nei confronti delle aggressioni degli agenti atmosferici, (iv) è privo di pesanti e costose cornici metalliche e di vetri di copertura. Il predetto supporto allungato (1) ha, inoltre, una superficie esposta al sole che è piana ed è - intrinsecamente - dotato (per la modalità di costruzione adottata) di un asse longitudinale centrale (2) (semplicemente consistente nel suo ispessimento longitudinale centrale), essendo tale asse longitudinale (2) fondamentale per poter garantire la rotazione del mini-modulo (A) anche grazie alle sue terminazioni d'asse (3). Queste ultime, poi, vanno innestate negli speciali assi passanti e cavi (6) di cui sono dotati gli speciali cuscinetti (5) secondo l'invenzione. Successivamente, ciascun mini-modulo (A) può essere installato entro la copertura trasparente (B) semplicemente alloggiando i predetti cuscinetti (5) entro le apposite sedi (9) ricavate nelle apposite spallette laterali (8) della stessa copertura trasparente (B). L'utilizzo di un generico sistema di interblocco (13) tra tutte le file affiancate di mini-moduli (A) alloggiati entro la stessa copertura trasparente (B), consentirà ad un unico servomeccanismo (12) - di tipo generico ma che

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

sarà, in ogni caso, di consistenza e potenza elettrica certamente trascurabili, grazie al peso irrisorio della totalità di mini-moduli (A) - di porre in rotazione tutti i mini-moduli (A) del generatore, per realizzare l'inseguimento solare, garantendo una esposizione delle lamine fotovoltaiche (7) sempre perpendicolare ai raggi solari, nel corso di una intera giornata. Tutto ciò, evidentemente, senza che debbano essere posti (inultimente) in rotazione anche ulteriori componenti (presenti, invece, nei generatori fotovoltaici dell'arte nota) tipicamente molto pesanti, ingombranti e per nulla produttivi, quali sono ad esempio i vetri di copertura delle lamine fotovoltaiche (di per se, leggerissime), le cornici metalliche esterne dei moduli ed anche i supporti metallici preposti all'inseguimento solare sui quali sono tipicamente installati i moduli fotovoltaici convenzionali.

Inoltre, essendo i mini-moduli (A) secondo l'invenzione installati dentro la copertura trasparente (B) - praticamente "sotto-vetro" - essi possono eseguire l'inseguimento solare entro un ambiente completamente protetto dagli agenti atmosferici (principalmente vento ed atmosfere chimicamente aggressive) che, quindi, non possono interferire negativamente con il funzionamento dell'inseguitore solare, come invece accade nel caso dei sistemi fotovoltaici ad inseguimento solare convenzionali non dotati di copertura trasparente protettiva.

Da quanto sopra esposto discende che la presente invenzione propone la realizzazione di un generatore fotovoltaico dotato di inseguitore solare mono-assiale che si differenzia da quelli già presenti nell'arte nota, fondamentalmente, per le seguenti peculiarità:

- l'irrisorietà del peso degli speciali supporti (1), quindi anche della

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

massa e del momento di inerzia complessivi dei mini-moduli (A) da far ruotare per conseguire l'inseguimento solare;

- l'irrisorietà del costo di realizzazione degli speciali supporti (1) e, quindi, anche dei mini-moduli (A);
- l'irrisorietà della consistenza e della potenza, e quindi anche dei costi e degli ingombri, degli apparati aggiuntivi necessari per garantire la rotazione dei mini-moduli (A);
- la grande affidabilità complessiva del generatore fotovoltaico ad inseguimento solare, data la protezione totale di tutti i suoi componenti (mini-moduli, celle fotovoltaiche, sistemi per il cablaggio elettrico e meccanico dei mini-moduli, servomeccanismi e relativi controllori, ecc.) dagli agenti atmosferici disturbanti e/o aggressivi;
- la massimizzazione dell'energia elettrica annua generata, a parità di condizioni ambientali e di lamine fotovoltaiche esposte al sole;
- la possibilità di installazione di un siffatto generatore fotovoltaico per integrazione - e non per aggiunta - in un generico manufatto edilizio, quale può essere ad esempio un tetto spiovente, un terrazzo, una tettoia, una pensilina, e simili;

ed infine, ma non meno rilevante:

- l'effetto complessivo di "semitrasparenza" alla luce solare del generatore fotovoltaico, quando integrato nel manufatto edilizio secondo l'invenzione.

L'invenzione si prefigge, quindi, l'obiettivo primario di conseguire, per opportuna scelta dei materiali costitutivi e della modalità di costruzione del generatore, tutti i vantaggi degli inseguitori solari fotovoltaici dell'arte nota,

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

superando, al contempo, le maggiori problematiche connesse con il loro utilizzo (come sopra evidenziato), in modo tale che risulti garantito sin dall'inizio l'indispensabile *trade off* tra i costi iniziali di investimento e il relativo *payback time*.

E' ben evidente che “cuore” dell'invenzione sono i cosiddetti mini-moduli (A). Sebbene la loro costruzione sia, primariamente, fondata sull'impiego di celle fotovoltaiche del tutto convenzionali (nella fattispecie, semplici lamine di tipo commerciale in silicio mono e/o poli cristallino), essi si differenziano moltissimo dai ben noti e diffusi moduli fotovoltaici dell'arte nota, soprattutto per le modalità di assemblaggio delle predette celle fotovoltaiche sullo speciale supporto allungato (1).

Innanzitutto il mini-modulo (A) è costituito da una singola fila di lamine fotovoltaiche (7), collegate elettricamente in serie; essendo il numero di lamine (7) con cui costruire un singolo mini-modulo un parametro di progetto NON fisso e/o determinante ai fini della massimizzazione della produttività del generatore; esso dipende, infatti, dalle dimensioni fisiche (quindi anche dalla potenza elettrica) delle lamine fotovoltaiche di tipo commerciale che si intendono usare per la costruzione dei mini-moduli (A). Tuttavia, va sottolineato il fatto che, per problematiche relative alla successiva posa in opera dei mini-moduli (A) e per ragioni di ottimizzazione delle prestazioni meccaniche degli speciali supporti (1), la lunghezza massima del generico mini-modulo (A) è preferibilmente compresa entro i 100 cm, in modo che per la costruzione dei supporti (1) sia sufficiente usare strisce di polistirene espanso (anch'esse di tipo commerciale e molto economiche) di spessore compreso tra 1 e 3 cm al massimo.

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

Del tutto nuovo, rispetto ai moduli convenzionali, è quindi il supporto allungato e piano (1) del mini-modulo (A), sulla cui superficie piana esposta al sole vengono incollate le lamine fotovoltaiche (7).

La figura 1 illustra in dettaglio il predetto supporto (1). Come già accennato, il materiale che, preferibilmente, si propone di utilizzare per la realizzazione del supporto (1) è il polistirene espanso a bassa densità. È, infatti, fondamentale che tale supporto sia al contempo economico, leggero, rigido e resistente dal punto di vista meccanico, inalterabile nel tempo, resistente a forti variazioni di temperatura, facilmente formabile, per esempio, a caldo ed elettricamente non conduttivo. Ci sembra che il predetto polistirene abbia tutte le citate caratteristiche, fermo restando che anche altri materiali con caratteristiche e prestazioni analoghe (soprattutto, quella del peso e del costo irrisori) possono essere presi in considerazione.

La figura 1 evidenzia anche come, in fase di costruzione, nel supporto (1) è proposto che vengano praticate delle aperture (4), in forma di finestre di areazione e di ulteriore alleggerimento che, senza inficiare la necessaria robustezza meccanica del supporto, sono in grado minimizzarne il peso e, al contempo, di favorire lo smaltimento dell'eccesso di calore generato sulle celle fotovoltaiche sia per effetto della loro esposizione al sole e sia per effetto elettrico (effetto Joule), così mantenendo la temperatura delle celle stesse, ma anche del supporto, entro limiti ammissibili e di funzionamento ottimale, anche in assenza di appositi sistemi di raffreddamento.

Nella figura 1 viene ancora evidenziata l'intrinseca presenza nel supporto del mini-modulo di un asse centrale di rotazione (2) sulle estremità del quale possono essere facilmente innestate le relative terminazioni (3). È proprio

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

ruotando intorno all'asse longitudinale (2) del supporto (1) che il mini-modulo (A), una volta posato in opera, può variare il suo orientamento giornaliero, potendo così inseguire le variazioni della posizione del sole e massimizzando l'energia elettrica giornalmente generata. Il predetto asse (2) è - di fatto - realizzato in forma di semplice ispessimento centrale e longitudinale del supporto allungato, già nella fase di formazione dello stesso supporto.

Grande importanza, per la funzione che esse svolgono nella fase di posa in opera dei mini-moduli (A) entro la copertura trasparente (B), hanno le terminazioni (3) del predetto asse di rotazione (2). Entrambe le terminazioni (3) sono realizzabili in forma di semplici "tondini" di plastica leggera e hanno dimensioni tali da poter essere facilmente installate (per semplice innesto) negli appositi asse passanti e cavi (6) di cui sono forniti i cuscinetti (5) che, a loro volta, sono alloggiati entro apposite sedi (9) ricavate nelle spallette laterali (8) della copertura trasparente (B). Visti l'estrema lentezza della rotazione necessaria per conseguire l'inseguimento solare giornaliero, l'estrema leggerezza dei mini-moduli (A) da porre in rotazione e l'assenza di effetti di torsione disturbanti dovute ad esempio al vento, o alla ruggine, pure i predetti cuscinetti possono essere di tipo molto economico perché realizzabili con materiali plastici auto-lubrificanti e di lunghissima durata.

La figura 2 mostra il supporto allungato (1) sulla cui superficie piana esposta al sole sono incollate le lamine fotovoltaiche (7).

Con particolare riferimento alla figura 3, si noti che il mini-modulo (A) può essere facilmente installato nella relativa copertura trasparente (B), dotata di apposite spallette (8) opportunamente dotate di sedi (9), atte ad alloggiare i

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

cuscinetti (5) nel cui asse passante e cavo (6) vengono innestate e fissate le terminazioni (3) dei mini-moduli (A).

Come si evince dalle figure 1, 2 e 6, l'asse passante (6) dei cuscinetti (5) è conformato in modo che vi si possano alloggiare, per semplice innesto e bloccaggio, le terminazioni (3) dei supporti allungati (1) ed è lungo abbastanza da oltrepassare lo spessore delle spallette laterali (8) della copertura trasparente (B) in modo da poter collegare fra loro le terminazioni (3) di diversi mini-moduli (A) della stessa fila. Si noti che, grazie a questa soluzione, tutti i mini-moduli appartenenti ad una stessa fila risultano interbloccati tra loro, in modo da poter ruotare concordemente ed simultaneamente intorno al medesimo asse di rotazione. Nel caso della prima spalletta, i mini-moduli sono innestati sull'asse del cuscinetto, ovviamente, solo a cominciare dalla sua parte interna; gli assi dei cuscinetti sporgenti dal lato esterno della spalletta sono invece usati per innestare in essi sia il sistema meccanico di interblocco (13) di tutti i mini-moduli appartenenti a file diverse che il servomeccanismo (12) preposto alla rotazione di tutti mini-moduli (A), cosicché gli stessi possano ruotare tutti simultaneamente. Come già specificato in premessa, la logica per ottenere l'inseguimento solare, così come pure il servomeccanismo (12) preposto alla rotazione dei moduli ed il sistema per l'interblocco meccanico (13) degli stessi possono essere di vario tipo e tecnologia (per esempio a pulegge e cinghie o a tapparella o altro); tuttavia una loro prima realizzazione può essere, ad esempio, quella messa in opera nel prototipo di figura 5.

La figura 3 illustra una generica copertura trasparente (A) comprendente spallette laterali (8) e di fondo o di tenuta (10). In una realizzazione

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

alternativa, non mostrata, le spallette (8) possono essere collegate tra loro utilizzando al posto delle spallette di fondo (10) elementi strutturali preesistenti delle strutture edilizie su cui installare il generatore fotovoltaico.

Anche la copertura trasparente (B), ferme restando le necessarie caratteristiche fondamentali di alta trasparenza ai raggi solari, può essere realizzata con modalità e tecniche diverse a seconda delle esigenze funzionali di resistenza meccanica (per esempio allo sfondamento od al calpestio) e/o di isolamento termico (può trattarsi di vetro semplice, vetrocamera, o altro).

La figura 4 mostra una vista di insieme di una generica copertura trasparente (B), da intendersi integrata in un generico manufatto edilizio, in cui è alloggiata una pluralità di mini-moduli, che sono montati, su file diverse (affiancate e, tra loro, distanziate) utilizzando le spallette laterali (8) in modo che possano ruotare. La copertura trasparente (B) può essere fornita (ma pure no) di una parete di fondo e questa parete di fondo, se presente, deve essere pure essa - vantaggiosamente - trasparente, ad esempio in plastica o in vetro.

La figura 5 è una foto di un primo prototipo del generatore; esso è privo della parete di fondo ed ospita 6 mini-moduli rotanti identici, ognuno dei quali realizzato impiegando 6 celle fotovoltaiche in silicio policristallino da 4 Wp di potenza di picco ciascuna e dalle dimensioni di circa 6x6 pollici. La figura evidenzia come i 6 mini-moduli sono stati installati entro la copertura trasparente per file affiancate e distanziate; sono stati inoltre interbloccati meccanicamente tra loro con un sistema (13) che in questo caso è del tipo a tapparella, in modo che, una volta che il servomeccanismo (12) avrà messo in rotazione un singolo mini-modulo, tutti gli altri possano compiere, simultaneamente, la sua stessa rotazione, ciascuno intorno al loro asse

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

longitudinale (inseguimento solare).

I vantaggi di un dispositivo generatore fotovoltaico ad inseguimento solare (mono-assiale) secondo l'invenzione rispetto ad un generatore convenzionale dello stesso tipo sono appresso descritti.

A differenza dei moduli fotovoltaici convenzionali, ciascuno dei mini-moduli dell'invenzione non è dotato né di cornici metalliche né di vetro di copertura (tutti materiali costosi e, inevitabilmente, di peso significativo). Infatti, secondo l'invenzione viene previsto un unico vetro di copertura per la copertura trasparente (B) che alloggia (e ripara) una pluralità di mini-moduli (A). Per dare una primissima idea di quanto si possa risparmiare in peso da mettere in rotazione, si pensi che un convenzionale modulo fotovoltaico di quelli in commercio, nella formazione convenzionale da 60 celle fotovoltaiche da 6x6 pollici e potenza complessiva di circa 250 Wp pesa all'incirca 20 kg, mentre il peso stimato per posare in opera lo stesso numero di celle fotovoltaiche dell'invenzione sui relativi supporti speciali (1) è di circa 1 kg.

Inoltre, differentemente dai generatori ad inseguimento di tipo convenzionale, che sono ottenuti posando in opera normali moduli fotovoltaici su sistemi aggiuntivi deputati alla movimentazione degli stessi, dando luogo a sistemi complessivamente ingombranti e pienamente esposti agli agenti atmosferici aggressivi e disturbanti, i mini-moduli dell'invenzione, posati in opera entro la copertura trasparente, risultano completamente al riparo dal vento, oltre che da ogni altro agente atmosferico disturbante (comprese le atmosfere corrosive). Nessun disturbo ambientale può, quindi, inficiare il buon funzionamento del sistema elettromeccanico deputato alla rotazione dei mini-

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

moduli (sistema che può essere di vario tipo, oltre che piccolo, economico ed anche di piccolissima potenza). Esso stesso può essere infatti facilmente alloggiato all'interno della copertura trasparente (B) risultando così, pure lui, intrinsecamente protetto.

Un ulteriore vantaggio dell'invenzione risiede nel fatto che la copertura trasparente (B) è progettata per essere parte integrante e/o sostituire elementi architettonici di manufatti edilizi, potendo sostituire o essere parte integrante di una parete esterna di un edificio, o un tetto piano (terrazzo) o - meglio ancora - una falda inclinata (e preferibilmente rivolta a sud) di un tetto o di una pensilina esterna e simili. Ne consegue che un'altra rilevante peculiarità dell'invenzione è quella della totale integrazione (materiale ed architettonica) della copertura trasparente (B) e, quindi, del generatore fotovoltaico secondo l'invenzione, nel manufatto edilizio cui è destinata, con impatto sul paesaggio e sull'ambiente minimo o nullo, contrariamente a quanto accade per i generatori ad inseguimento convenzionali che, posati a terra o su tetto o su pali, costituiscono sempre e comunque un forte e negativo impatto paesaggistico ed ambientale.

Un altro vantaggio risiede nel fatto che i componenti del dispositivo dell'invenzione sono intrinsecamente "custoditi" nella copertura trasparente, per cui non suscitano l'interesse di eventuali malintenzionati, attratti dall'idea di trafugare facilmente (ed illecitamente) materiali di indubbio valore economico.

Infine, con riferimento al problema del possibile ombreggiamento che, nel corso della rotazione giornaliera, ogni "fila" di generatori rotanti può provocare su un'altra fila installata a fianco ad essa, le figure 4, 5 e 6A-6C

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

evidenziano chiaramente che i singoli mini-moduli sono installati entro le casseforme in maniera da risultare sufficientemente distanziati gli uni dagli altri, al fine di evitare che, nel corso della rotazione dei mini-moduli essi si ombreggino reciprocamente, con danno immediato sulla produttività del generatore. Questa problematica, nel caso dei generatori ad inseguimento solare mono-assiale di tipo convenzionale si traduce - unicamente e negativamente - in una maggiore occupazione di suolo (o comunque di spazio) e, in modo equivalente, in una riduzione di potenza elettrica installabile per unità di superficie a disposizione.

Una caratteristica connessa con la problematica sopra esposta, nell'ambito della presente invenzione comporta - al contrario - ulteriori e vantaggiosi risvolti positivi, connessi con il fatto che, nel caso in cui la copertura trasparente (B) venga realizzata senza una parete di fondo o comunque con una parete di fondo trasparente, il generatore secondo l'invenzione risulta complessivamente semitrasparente ai raggi solari.

Ciò conferisce al generatore fotovoltaico, un potenziale estetico proficuamente sfruttabile nella realizzazione delle opere edilizie.

Il lasciar filtrare la luce solare oltre il generatore e dentro il manufatto che lo ospita può, infatti, essere impiegato tanto per ottenere piacevoli effetti estetici e/o giochi di illuminamento naturale e decorativo (si pensi, ad esempio, alla hall di un albergo, od al corridoio di un centro commerciale o di una sala espositiva, alla copertura di un capannone industriale e simili) quanto per ridurre i consumi di elettricità dei sistemi di illuminamento artificiale e/o di riscaldamento degli ambienti (si pensi, ad esempio, ad una serra agricola), che risulterebbero certamente più bui e/o più freddi in assenza del generatore

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

semi-trasparente secondo l'invenzione. Questo aspetto può incidere anche sulla definizione delle dimensioni (e quindi sulla progettazione) della copertura trasparente (B); l'entità della distanza tra i mini-moduli (A) dentro la copertura, infatti, dipende dai valori min/max dell'angolo di rotazione dei mini-moduli stessi e questo, a sua volta, dipende dall'altezza delle spallette laterali (8) della stessa copertura. Più le spallette laterali (8) sono alte, maggiore è l'angolo di rotazione consentito ai mini-moduli (A), maggiore è la distanza (11) tra i mini-moduli, maggiore è l'incremento di produttività del generatore e, infine, maggiore è l'effetto di semitrasparenza del generatore stesso. Questi parametri costruttivi, alla portata dell'esperto del ramo, costituiscono un ulteriore vantaggio in termini di adeguamento alle esigenze dell'utilizzatore.

Esempi

La figura 5 è, di fatto, una foto di un prototipo di generatore secondo l'invenzione con dentro installati 6 mini-moduli (A) del tipo descritto, ognuno realizzato con 6 lamine fotovoltaiche in silicio policristallino, aventi ciascuna dimensioni 6x6 pollici e potenza elettrica di picco di 4 Wp. Il generatore fotovoltaico così realizzato è altresì dotato di interblocco meccanico (13) dei 6 mini-moduli installati su 6 file distinte affiancate e distanziate e di un piccolo servomeccanismo (12), attuatore *in primis* della rotazione di un solo mini-modulo ma, conseguentemente, di tutti gli altri. Le spallette laterali (8) sono realizzate in legno spesso circa 2.5 cm e sono alte 10 cm; sono anche predisposte per la copertura con un vetro da 3 mm di spessore. Ne consegue un angolo massimo di rotazione rispetto all'orizzontale di 33.5° e, per evitare

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

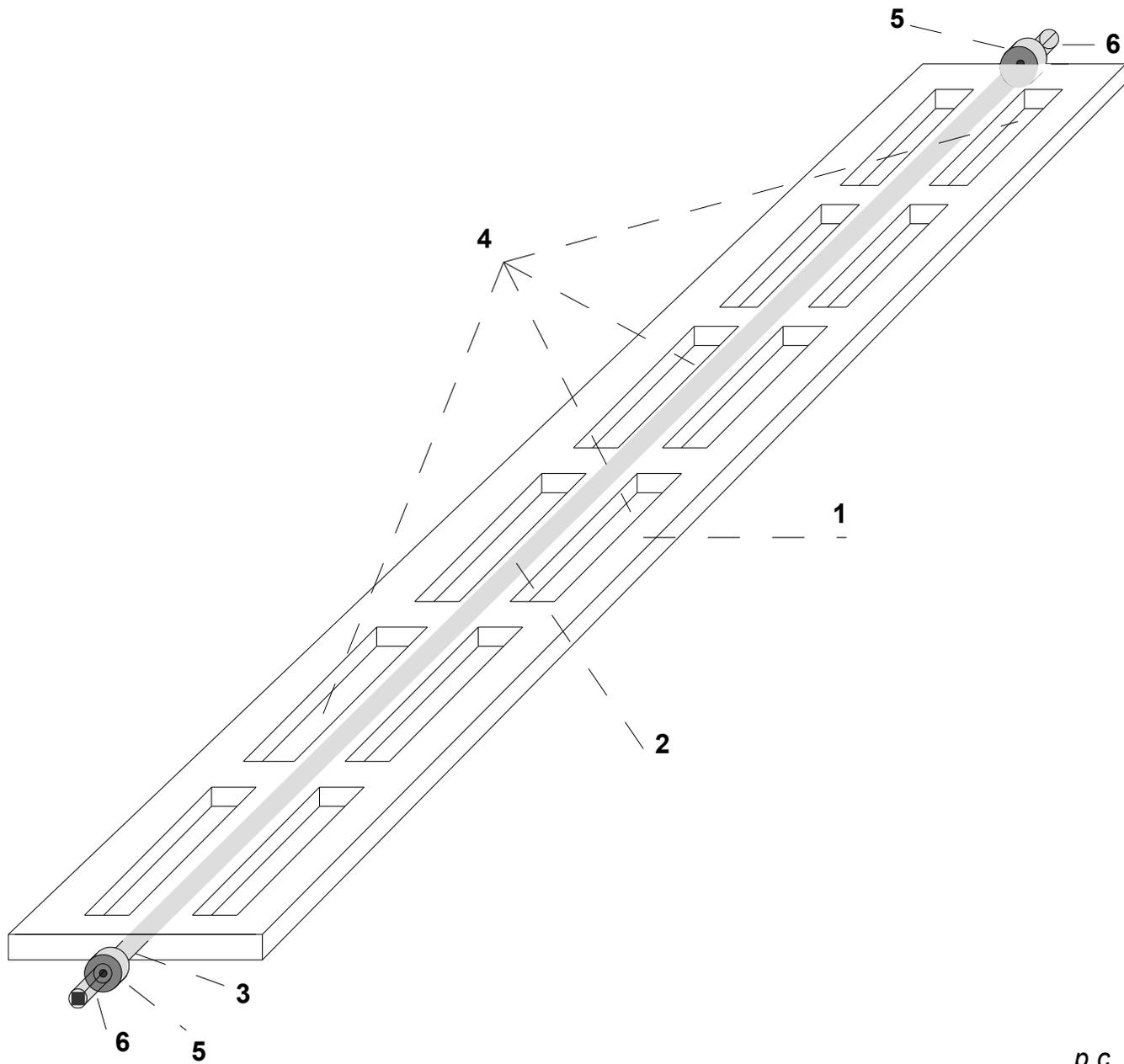
l'ombreggiamento reciproco fra i mini-moduli durante la loro rotazione, una inter-distanza (11) tra gli assi di rotazione dei mini-moduli affiancati di almeno 19.2 cm, con un “*spazio vuoto*” tra i mini-moduli nella posizione orizzontale (angolo di rotazione nullo) almeno pari a 4.2 cm. Essendo queste le principali caratteristiche costruttive del prototipo di generatore realizzato, abbiamo operato numerose esposizioni al sole dello stesso, in diversi giorni ed in diverse ore della stessa giornata, ed abbiamo, altresì, operato numerose misure di generazione di potenza (su carico fisso e pari ad 1.6 Ohm) per confronto, cioè sia con i mini-moduli esposti perpendicolarmente ai raggi solari che con i con mini-moduli esposti al sole (sempre) con angolo di rotazione nullo (per emulare la posizione fissa dei moduli convenzionali, non dotati di inseguitore solare); l'angolo di tilt della cassaforma, invece, è stato mantenuto fisso (inseguitore mono-assiale) e pari a 30°. I risultati delle sperimentazioni sul campo del nostro prototipo hanno confermato pienamente quanto già abbondantemente rilevato nella letteratura specializzata e noto, e cioè che, nelle prime ore della giornata e poi dal tardo pomeriggio (ovviamente, gli orari dipendono dalle stagioni dell'anno), l'incremento di potenza generata da un generatore fotovoltaico con inseguitore solare mono-assiale rispetto ad un generatore fisso, a parità di altre condizioni, raggiunge valori grandissimi (incrementi anche del 300 %); per mero esempio, in una giornata di ottobre, alle ore 9.00 di mattina abbiamo registrato una generazione di soli 15.5 W di potenza da parte del generatore con i mini-moduli orientati secondo il piano orizzontale (generatore fisso) mentre abbiamo registrato una potenza pari a ben 54 W semplicemente orientando i mini-moduli in modo che risultassero tutti perpendicolari ai raggi

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

solari; simili rapporti abbiamo ottenuto anche a partire dalle ore 16.00 in poi. Ovviamente, nelle ore centrali della giornata il divario di potenza generata si riduce tantissimo fino a diventare nullo (pari prestazioni tra generatore fisso e generatore con inseguitore) a mezzogiorno. Conclusivamente, rimane valido il dato, ormai ben noto ed acclarato, di un potenziale incremento dell'energia totale annualmente generata, conseguibile con un inseguitore sola di tipo mono-assiale, di circa il 30%.

Si noti che, per quanto sopra specificato, se ai fini della generazione di energia elettrica fosse stata utilizzata l'intera superficie utile esposta al sole del prototipo, ricoprendola interamente di celle fotovoltaiche fisse (non rotanti), sarebbe risultata possibile l'installazione di una potenza elettrica maggiore di quella del prototipo di circa il 28%; di conseguenza, sarebbe risultata possibile una produzione annua di energia elettrica ancora sensibilmente inferiore (-2%) di quella producibile con il prototipo di generatore ad inseguimento solare; per dipiù con costi di realizzazione sicuramente maggiori (imputabili al maggior impiego di lamine fotovoltaiche per superficie utile esposta al sole) e, soprattutto, senza i benefici aggiuntivi derivanti dagli effetti della complessiva semitrasparenza ai raggi solari del generatore fotovoltaico secondo l'invenzione.

*p.c. di Università degli Studi
"Mediterranea" di Reggio Calabria
prof. ing. Rosario Carbone*



FIGURAN. 1

*p.c. di Università degli Studi
"Mediterranea" di Reggio Calabria
prof. ing. Rosario Carbone*

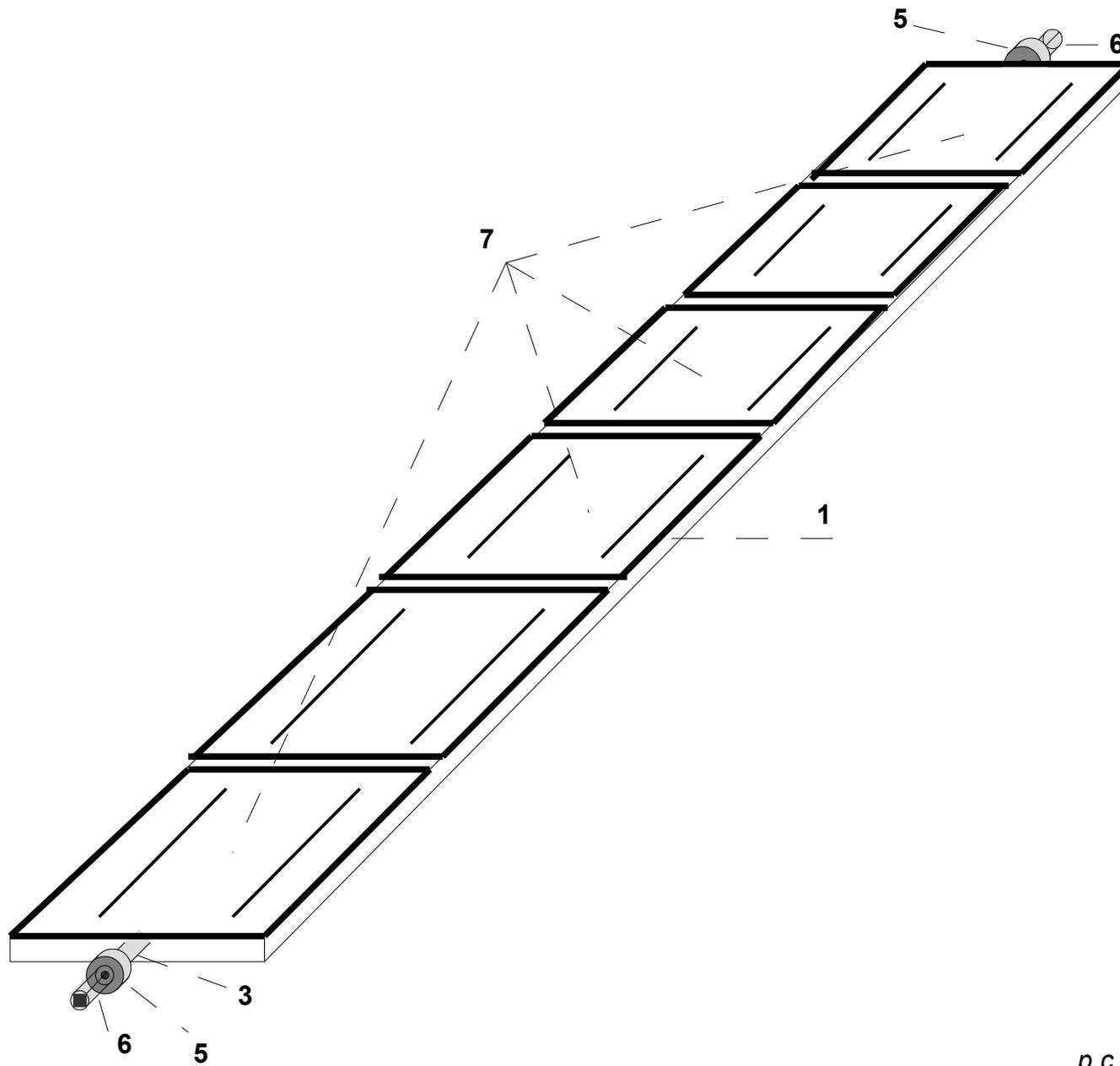


FIGURA N. 2

*p.c. di Università degli Studi
"Mediterranea" di Reggio Calabria
prof. ing. Rosario Carbone*

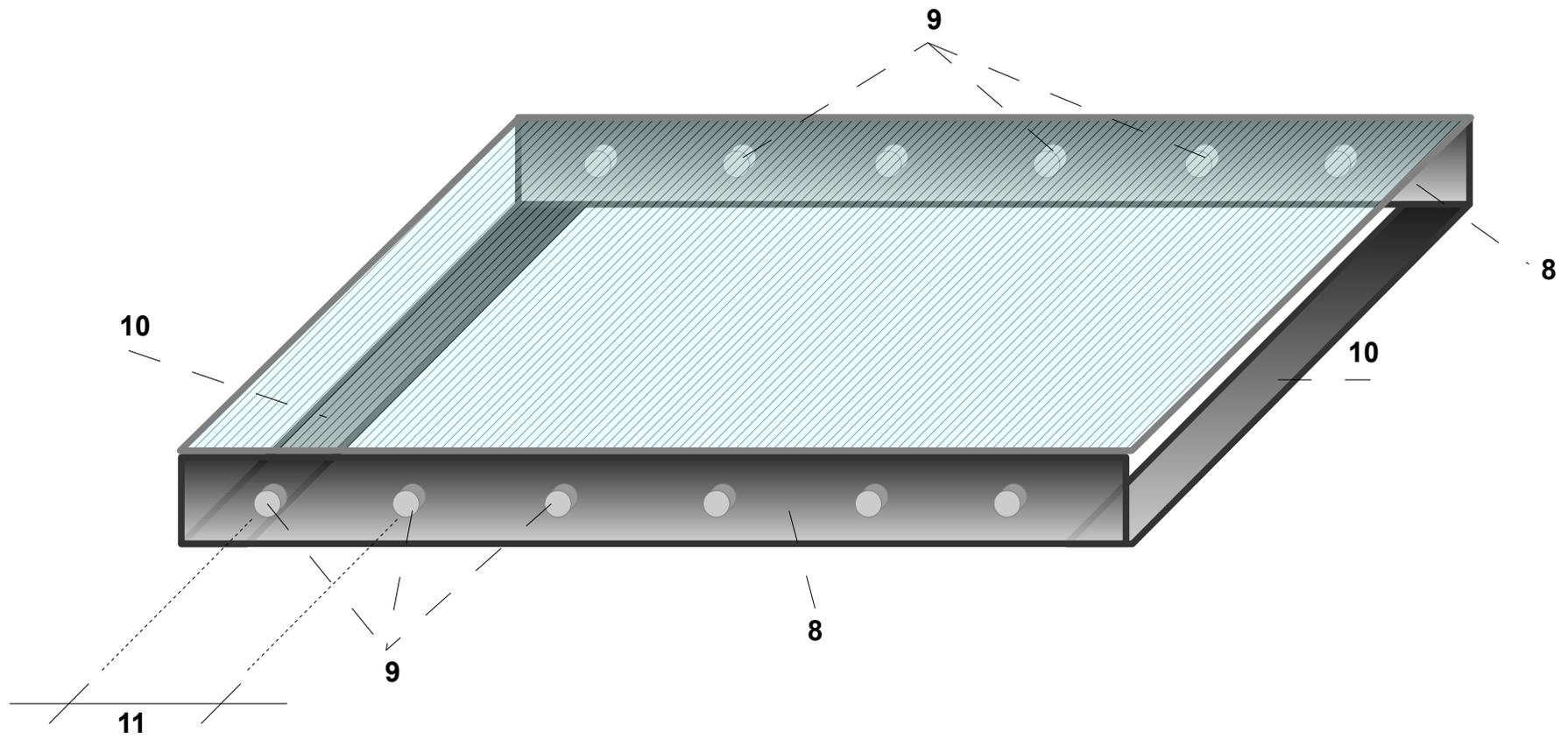


FIGURA N. 3

*p.c. di Università degli Studi
"Mediterranea" di Reggio Calabria
prof. ing. Rosario Carbone*



13

FIGURA N. 5

*p.c. di Università degli Studi
"Mediterranea" di Reggio Calabria
prof. ing. Rosario Carbone*



FIG. 5A

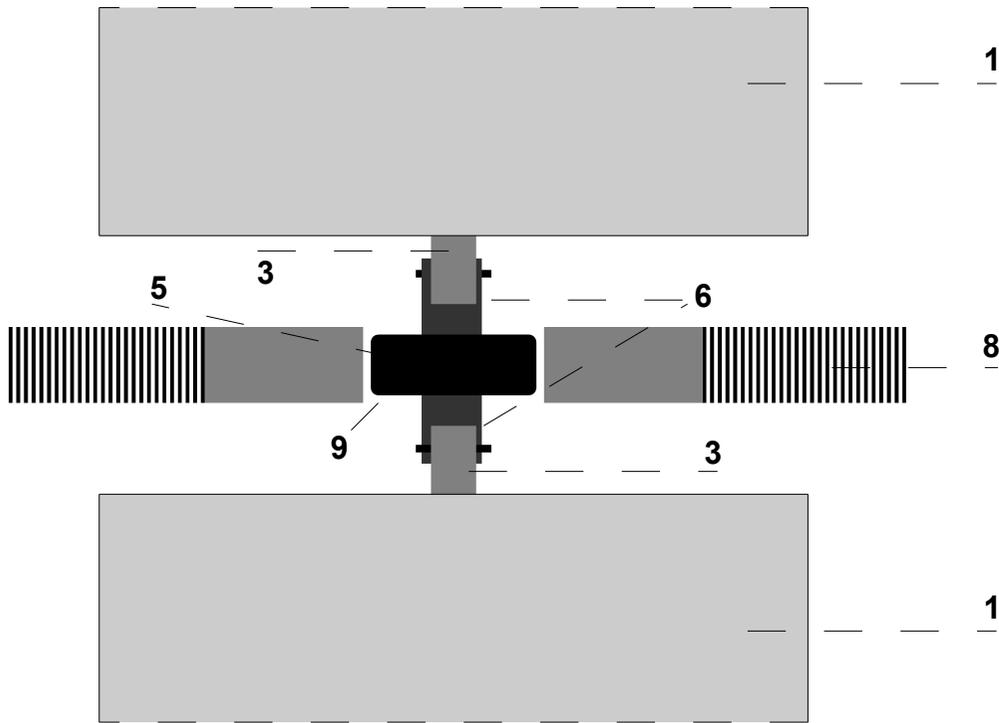
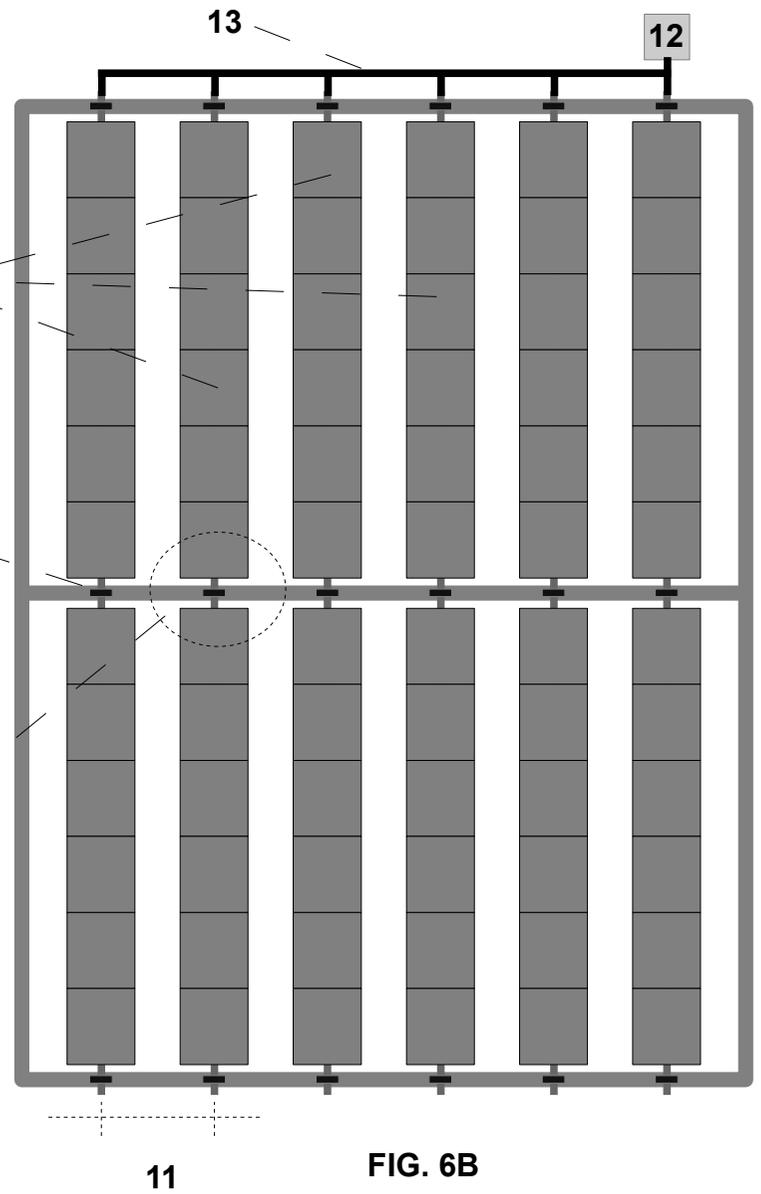
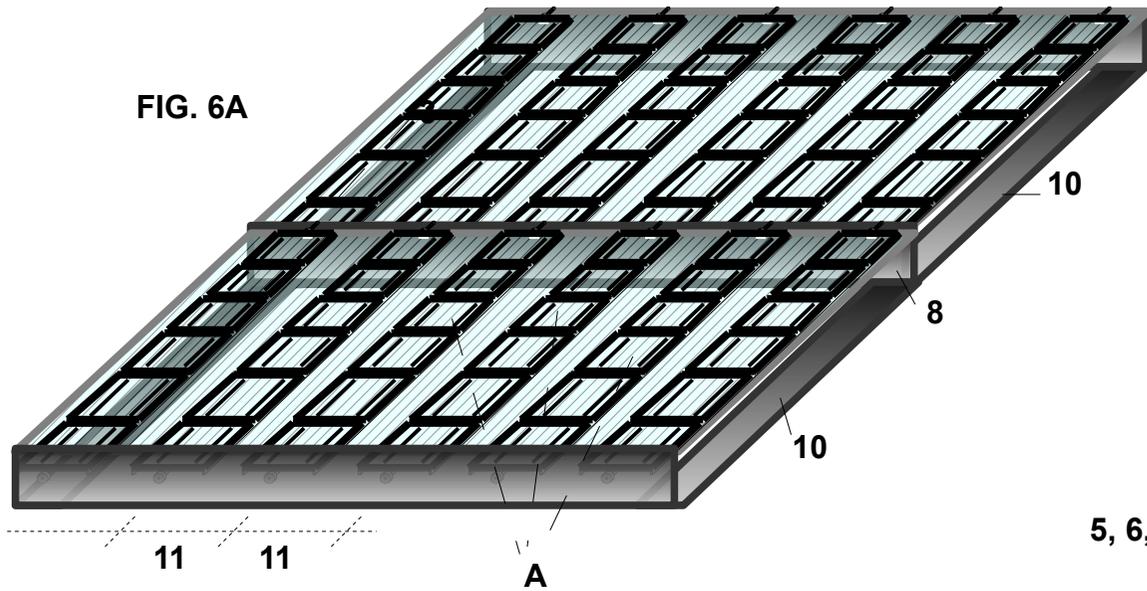


FIG. 6C

FIGURA N. 6

*p.c. di Università degli Studi
"Mediterranea" di Reggio Calabria
prof. ing. Rosario Carbone*

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

RIASSUNTO

L'invenzione è relativa ad un generatore fotovoltaico semi-trasparente alla luce solare incidente dotato di inseguitore solare di tipo mono-assiale con variazione dell'orientamento delle celle fotovoltaiche per rotazione da est a ovest intorno ad un asse. Il generatore dell'invenzione comprende almeno uno speciale mini-modulo (A) alloggiato dentro una cassaforma dotata di copertura trasparente (B) che è integrata in un manufatto edilizio. Ciascun mini-modulo (A) è privo di proprio vetro di copertura ed è costruito a partire da uno speciale supporto allungato (1) che ha piccolo spessore, superficie esposta al sole piana ed è realizzato in polistirene. Il supporto allungato (1) è altresì provvisto di terminazioni (3) per la rotazione lungo il proprio asse longitudinale (2) e sulla sua superficie piana affacciata al sole sono incollate lamine fotovoltaiche (7), preferibilmente in silicio mono o poli cristallino di tipo commerciale. Il supporto allungato (1) è anche costruito "su misura", in modo che una sola fila di un certo numero delle lamine fotovoltaiche (7) ne ricopra interamente la sua superficie esposta al sole, sia in larghezza che in lunghezza. Ulteriormente, il supporto allungato (1) è dotato di finestre di alleggerimento ed areazione (4), cosicché i mini-moduli (A) risultino leggerissimi, specie se confrontati, a parità di lamine fotovoltaiche (7), con i moduli dell'arte nota. La copertura trasparente (B) è fornita di pareti e spallette laterali (8), di sostegno dei mini-moduli (A), nelle quali sono ricavate apposite sedi (9) per l'alloggiamento di speciali cuscinetti (5) dotati di assi passanti cavi (6) nei quali sono innestate le terminazioni (3) dei mini-moduli (A) che, così, possono essere assemblati sia per unica fila che per file affiancate tra loro distanziate che possono ruotare simultaneamente, ognuna

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

intorno al proprio asse longitudinale, per inseguire i cambiamenti giornalieri della posizione del sole, così massimizzando la generazione di energia elettrica. La distanza tra le predette file affiancate di mini-moduli, oltre a garantire il non ombreggiamento reciproco dei mini-moduli (A) durante la loro rotazione, garantisce, altresì, il passaggio di parte della luce solare incidente sul generatore verso gli ambienti interni al manufatto edilizio in cui è integrata la cassaforma (B) che, durante il giorno, possono, così, essere illuminati di luce naturale; il livello desiderato di illuminazione naturale può essere conseguito regolando la predetta distanza tra le file affiancate di mini-moduli (A).

*p.c. di Università degli Studi
"Mediterranea" di Reggio Calabria
prof. ing. Rosario Carbone*

CLAIMS

1. Photovoltaic generator with mono-axial solar tracker semitransparent to incident sunlight, consisting of one or more mini-modules (A), each one without a covering glass and built with photovoltaic sheets of mono or polycrystalline silicon of the common-type (7) glued on a special elongated support (1) characterized by a flat surface exposed to the sun and by a small thickness, being the special elongated support (1) entirely made of polystyrene and “custom-sized” so that a single photovoltaic sheet (7) covers it entirely in width while with more photovoltaic sheets (7) glued in succession on a single row one can obtain the mini-module (A) of the desired length, being the elongated support (1) provided with terminations (3) for rotation along its longitudinal central axis (2) and with large openings for lightening and ventilation (4) obtained on both sides of its longitudinal axis (2), where the mini-modules (A) are housed inside a formwork provided with a transparent cover (B) totally integrated into a building structure, according to rows placed side by side and spaced one from each other (11).

2. Generator according to claim 1, wherein, for a fixed total number of photovoltaic sheets (7), the maximum generation of electrical energy is ensured by the controlled daily rotation of the mini-modules (A) around their axis of rotation (2) normally placed in a north-south direction, while the level of semi-transparency of the generator can be adjusted by adjusting the distance (11) between the rows of the mini-modules placed side by side (A), the height of the side shoulders (8) of the formwork (B) and the maximum rotation angle of the mini-modules (A).

3. Generator according to any of claims 1-2, wherein the rotation of the

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

photovoltaic mini-modules (A) is obtained by means of a mechanical interlocking system (13) and servomechanisms (12) of very small power, installed inside the formwork provided with transparent cover (B).

4. Generator according to claim 3, wherein the mechanical interlocking system (13) is selected from a system of pulleys and belts or rolling shutters or articulated parallelograms.

5. Generator according to any one of claims 1-4, in which the formwork (B) comprises, in addition to the side shoulders (8), a bottom wall (10) consisting of spacers or planks of stiffening distanced from each other, or of transparent material such as for example plastics or glass.

6. Generator according to any of claims 1-5, wherein in the side shoulders (8) supporting the mini-modules (A) there are suitable seats (9) in which can be housed the bearings (5) which are made of self-lubricating plastic materials and are equipped with hollow axes (6) long enough to make them come out of the seats (9) obtained in the shoulders (8) and in which the ends (3) of the support (1) must be grafted and locked, so that it is possible to interconnect multiple mini-modules (A) for assembling them also in the form of a single row (FIGS. 6B and FIG. 6C).

7. Generator according to any of claims 1-6, comprising a plurality of formworks (B) connected one to each other.

8. Generator according to any of claims 1-7, in which, in correspondence with at least one lateral shoulder (8), the passing and hollow axes (6) of the bearings (5) can be connected one to each other, by means of an interlocking system (13) according to claim 4, so that all the rows of mini-modules (A) can rotate simultaneously, moved by a single servomechanism (12) of very

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

small power according to claim 3.

9. Generator according to any of claims 1-8, in which the shoulders (8) of a same formwork (B) are connected one to each other using, as a back wall, structural elements present in the building structures on which the generator is installed.

10. Building structures comprising the semi-transparent photovoltaic generator with solar tracker according to any of claims 1-9.

11. Building structures according to claim 10 chosen from: a greenhouse, the atrium or corridors of a shopping center, the atrium or corridors of a school, the atrium or corridors of a railway station, the atrium or corridors of a hospital, the lobby of a hotel, an exhibition hall, a gym, an indoor pool, an industrial warehouse, cantilever roof, a canopy, a residential building.

*p.c. di Università degli Studi
"Mediterranea" di Reggio Calabria
prof. ing. Rosario Carbone*

RIVENDICAZIONI

1. Generatore fotovoltaico ad inseguimento solare mono-assiale semitrasparente alla luce solare incidente, costituito da uno o più mini-moduli (A), ciascuno privo di vetro di copertura e costruito con lamine fotovoltaiche di silicio mono o poli cristallino di tipo comune (7) incollate su uno speciale supporto allungato (1) caratterizzato da una superficie esposta al sole piana e da piccolo spessore, essendo lo speciale supporto allungato (1) interamente realizzato in polistirene e dimensionato "su misura" in modo che una singola lamina fotovoltaica (7) lo ricopra interamente in larghezza mentre con più lamine fotovoltaiche (7) incollate in successione per singola fila si possa ottenere il mini-modulo (A) della lunghezza desiderata, essendo ancora il supporto allungato (1) provvisto di terminazioni (3) per la rotazione lungo il proprio asse centrale longitudinale (2) e di ampie "finestre" di alleggerimento ed areazione (4) ricavate su entrambi i lati del suo asse longitudinale (2), laddove i mini-moduli (A) sono alloggiati dentro una cassaforma dotata di copertura trasparente (B) totalmente integrata in un manufatto edilizio, secondo file affiancate distanziate tra loro (11).

2. Generatore secondo la rivendicazione 1, in cui, per un fissato numero complessivo di lamine fotovoltaiche (7), la massima generazione di energia elettrica è garantita mediante rotazione giornaliera controllata dei mini-moduli (A) intorno al loro asse di rotazione (2), normalmente posto in direzione nord-sud, mentre il livello di semitrasparenza del generatore è regolato regolando la distanza (11) tra le file affiancate dei mini-moduli (A), l'altezza delle spallette laterali (8) della cassaforma (B) ed il massimo angolo di rotazione dei mini-moduli (A).

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

3. Generatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-2, in cui la rotazione dei mini-moduli fotovoltaici (A) è attuata mediante un sistema meccanico di interblocco (13) e servomeccanismi (12) di piccolissima potenza, installati dentro la cassaforma dotata di copertura trasparente (B).

4. Generatore secondo la rivendicazione 3, in cui il sistema meccanico di interblocco (13) è scelto fra un sistema a pulegge e cinghie o a tapparella o a parallelogrammi articolati.

5. Generatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-4, in cui la cassaforma (B) comprende, oltre alle spallette laterali (8), una parete di fondo (10) costituita da distanziatori o listoni di irrigidimento tra loro distanziati, oppure da materiale trasparente come ad esempio plastiche o vetro.

6. Generatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-5, in cui nelle spallette laterali (8) di sostegno dei mini-moduli (A) sono realizzate apposite sedi (9) nelle quali possono essere alloggiati i cuscinetti (5) che sono realizzati con materiali plastici auto-lubrificanti e sono dotati di assi passanti cavi (6) di lunghezza sufficiente a farli fuoriuscire dalle sedi (9) ricavate nelle spallette (8) e nei quali vanno innestate e bloccate le terminazioni (3) del supporto (1), in modo da poter interconnettere tra loro più mini-moduli (A) per assemblarli anche in forma di unica fila (FIG. 6B e FIG. 6C).

7. Generatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-6, comprendente una pluralità di casseforme (B) connesse fra loro.

8. Generatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-7, in cui in corrispondenza di almeno una spalletta laterale (8) gli assi passanti e cavi (6) dei cuscinetti (5) sono tutti collegabili fra loro, mediante un sistema di interblocco (13) secondo la rivendicazione 4, cosicché tutte le file di mini-

DOMANDA DI BREVETTO N. RM2015A000190

moduli (A) possano ruotare simultaneamente, mosse da un unico servomeccanismo (12) di piccolissima potenza secondo la rivendicazione 3.

9. Generatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-8, in cui le spallette (8) di una stessa cassaforma (B) sono collegate tra loro utilizzando, come parete di fondo, elementi strutturali presenti nelle strutture edilizie su cui è installato il generatore.

10. Manufatti edilizi comprendenti il generatore fotovoltaico semitrasparente con inseguitore solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-9.

11. Manufatti edilizi secondo la rivendicazione 10 scelti fra: una serra agricola, l'atrio o i corridoi di un centro commerciale, l'atrio o i corridoi di una scuola, l'atrio o i corridoi di una stazione ferroviaria, l'atrio o i corridoi di un ospedale, la hall di un albergo, una sala espositiva, una palestra, una piscina coperta, un capannone industriale, una pensilina, una tettoia, un edificio residenziale.

*p.c. di Università degli Studi
"Mediterranea" di Reggio Calabria
prof. ing. Rosario Carbone*