

# Università degli Studi di Pisa



## Corso di Laurea in Informatica

Anno Accademico 2005/2006

### Progetto

*Complementi di Gestione di Rete*

Definizione di un MIB per la gestione  
di un Impianto Fotovoltaico

Riccardo Dini 257330

# Indice

## ***1. Introduzione***

1.1 Introduzione al progetto .....	pag. 2
------------------------------------	--------

## ***2. Il Fotovoltaico***

2.1 La radiazione solare e l'effetto fotovoltaico .....	pag. 3
2.2 Tecnologia fotovoltaica .....	pag. 4
2.3 Impianti fotovoltaici .....	pag. 5
2.3.1 Funzionamento dell'impianto .....	pag. 6
2.3.2 Gestione dell'impianto .....	pag. 8

## ***3 Descrizione del MIB***

3.1 Descrizione degli oggetti .....	pag. 9
3.1 Descrizione delle soglie .....	pag. 11
3.2 Descrizione delle notifiche .....	pag. 11

## ***4 Definizione del MIB***

4.1 ISO Registration Tree .....	pag. 13
4.2 Implementazione .....	pag. 14

## ***5 Conclusioni***

5.1 Conclusioni finali .....	pag. 24
5.1 Sviluppi futuri .....	pag. 24

## ***6 Riferimenti***

6.1 Riferimenti .....	pag. 25
-----------------------	---------

# 1. Introduzione

## 1.1 *Introduzione al progetto*

Lo scopo di questo progetto è fornire un sistema di gestione per una centrale fotovoltaica tramite l'implementazione di un MIB SNMP. Il contesto in cui si pone è puramente didattico poiché esistono già sistemi di gestione efficienti e collaudati che forniscono maggiori servizi.

In questo testo verranno accennate alcune nozioni sul fotovoltaico (tralasciando in parte la fisica) e sui sistemi elettrici, poi verrà descritto un impianto fotovoltaico. Solo alla fine sarà descritto il MIB nelle sue funzionalità.

- *Perché questo progetto?*

Negli ultimi anni il problema energetico è diventato un argomento molto trattato. In questo contesto molte risorse sono spese nella ricerca di fonti energetiche alternative, l'energia solare è stata una delle prime fonti rinnovabili a essere studiata.

Personalmente ho scelto questo progetto perché è un argomento che conosco, poiché ho già avuto modo di scrivere relazioni sul fotovoltaico.

- *Concetti base*

Alcune parti del testo prevedono una conoscenza di base di concetti tipo tensione ai capi di un dispositivo, intensità di corrente, energia, potenza e campi elettrici; nozioni che vengono insegnate anche nel corso di Fisica

- *Note sul testo*

In alcune parti parlerò esplicitamente di radianza e di irraggiamento, le cose sono concettualmente diverse (la seconda dipende da temperatura, umidità e superficie) ma ai fini pratici il risultato non cambia: i raggi che investono le celle vengono trasformati in energia elettrica, è per questo che in alcuni casi userò i termini come se fossero sinonimi.

Altro dettaglio da specificare è la differenza tra potenza elettrica (il lavoro svolto da una carica elettrica in un campo elettrico nell'unità di tempo, ovvero la velocità di trasformazione dell'energia) e potenza fisica (lavoro svolto nell'unità di tempo –  $dL/dt$ ). In questo testo quando userò i termini "energia" e "potenza" mi riferirò sempre a quelle elettriche.

## 2. Il Fotovoltaico

### 2.1 *La radiazione solare e l'effetto fotovoltaico*

La radiazione solare è l'energia elettromagnetica emessa dai processi di fusione dell'idrogeno (in atomi di elio) contenuto nel sole. L'energia solare che in un anno, attraverso l'atmosfera, giunge sulla terra è solo circa 1/3 dell'energia totale intercettata dalla terra al di fuori dell'atmosfera. Di essa il 70% cade sui mari, tuttavia la rimanente energia (circa  $1,5 \times 10^{17}$  KW/h) che in un anno cade sulle terre emerse è pari ad alcune migliaia di volte il consumo totale energetico mondiale attuale. Il fine ultimo del fotovoltaico è catturare questa energia per poterla utilizzare.

L'**irraggiamento** (flusso solare o densità di potenza della radiazione solare) raccolto fuori dall'atmosfera su una superficie perpendicolare ai raggi solari è detta costante solare ed è pari a  $1353 \text{ W/m}^2$ , variabile durante l'anno del  $\pm 3\%$  a causa dell'ellitticità dell'orbita terrestre.

Il valore massimo misurato sulla superficie terrestre è di circa  $1000 \text{ W/m}^2$ , in condizioni ottimali di sole a mezzogiorno e giornata estiva serena.

La radiazione solare che raggiunge la superficie terrestre si distingue in **diretta** e **diffusa**. Mentre la radiazione diretta colpisce una qualsiasi superficie con un unico e ben preciso angolo d'incidenza, quella diffusa incide su tale superficie con vari angoli. Occorre ricordare che quando la radiazione diretta non può colpire una superficie a causa della presenza di un ostacolo, l'area ombreggiata non si trova completamente oscurata grazie al contributo della radiazione diffusa, dunque i dispositivi fotovoltaici possono operare anche in condizioni atmosferiche non ottimali.

Una superficie inclinata può ricevere la radiazione riflessa dal terreno o da specchi d'acqua o da altre superfici orizzontali, tale contributo è chiamato **effetto albedo**.

Le proporzioni di radiazione diretta, diffusa ed albedo ricevuta da una superficie dipendono da:

- **Condizioni meteorologiche**

infatti in una giornata nuvolosa la radiazione è pressoché totalmente diffusa; in una giornata serena con clima secco predomina invece la componente diretta, che può arrivare fino al 90% della radiazione totale

- **Inclinazione della superficie rispetto al piano orizzontale**

una superficie orizzontale riceve la massima radiazione diffusa e la minima riflessa, se non ci sono intorno oggetti a quota superiore a quella della superficie

- **Presenza di superfici riflettenti**

il contributo maggiore alla riflessione è dato dalle superfici chiare; così la radiazione riflessa aumenta in inverno per effetto della neve e diminuisce in estate per l'effetto di assorbimento dell'erba o del terreno

Al variare della località, inoltre, varia il rapporto fra la radiazione diffusa e quella totale e poiché all'aumentare dell'inclinazione della superficie di captazione diminuisce la componente diffusa e aumenta la componente riflessa, l'inclinazione che consente di massimizzare l'energia raccolta può essere differente da località a località. La posizione ottimale, in pratica, si ha quando la superficie delle celle fotovoltaiche è orientata verso sud con angolo d'inclinazione pari alla latitudine del sito: l'orientamento a sud infatti massimizza la radiazione solare captata ricevuta nella giornata e l'inclinazione pari alla latitudine rende minime le variazioni di energia solare captate dovute alla oscillazione di  $\pm 23.5^\circ$  della direzione dei raggi solari rispetto alla perpendicolare alla superficie di raccolta.

La conversione diretta dall'energia solare in energia elettrica utilizza il fenomeno fisico dell'interazione della radiazione luminosa con gli elettroni nei materiali semiconduttori, denominato **effetto fotovoltaico**.

L'oggetto fisico in cui tale fenomeno avviene è la cella solare, la quale altro non è che un diodo a giunzione *pn* con la caratteristica essenziale di avere una superficie molto estesa (decine di  $\text{cm}^2$ ). La giunzione *pn*, in equilibrio in un semiconduttore, è costituita da una distribuzione non uniforme di *donatori* (atomi con eccedenza di elettroni di valenza – disponibili ad unirsi con altri) e *accettori* (atomi con lacune – elettroni “mancanti”). La zona a predominanza di donatori è detta *zona-n*, mentre quella a predominanza di accettori è detta *zona-p*, da qui la denotazione *pn*. Per motivi chimici gli ioni tendono a passare dalla zona-p alla zona-n. In queste condizioni si crea una regione (*zona di svuotamento*) in cui si ha predominanza di ioni immobili; si hanno condizioni locali ai singoli atomi di non neutralità e la distribuzione di carica degli ioni forma uno strato, detto di *carica spaziale*, con conseguente creazione di un campo elettrico. Il campo generato nella zona di svuotamento è diretto dalla zona-n alla zona-p e si oppone al flusso dei portatori mobili (elettroni liberi e lacune); a questo campo è associata una differenza di potenziale, detta *barriera di potenziale*. E' questa la condizione che determina la tensione a circuito aperto del diodo. Ponendo degli elettrodi (semplici contatti metallici) sulla superficie della cella si può infine utilizzare la barriera potenziale che è stata creata.

## 2.2 Tecnologia fotovoltaica

La conversione della radiazione solare in una corrente elettrica avviene nella **cella fotovoltaica**, un diodo *pn* a polarizzazione diretta costruito con un sottile strato di un materiale semiconduttore. Generalmente una cella fotovoltaica ha uno spessore che varia fra i 0,25 ai 0,35 mm ed ha una forma quadrata con una superficie pari a circa  $100 \text{ cm}^2$ .

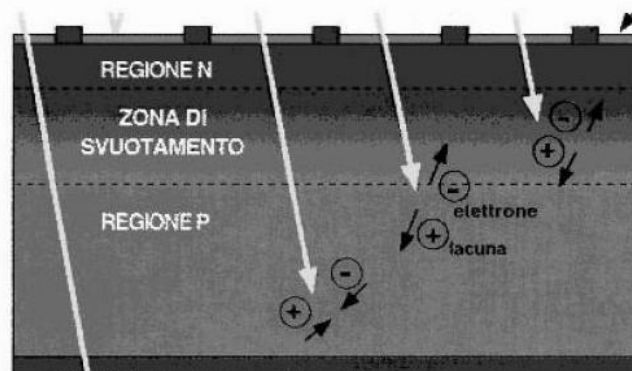


Fig. 1 – Sezione di una cella fotovoltaica

Per la realizzazione delle celle, il materiale attualmente più utilizzato è il silicio (adoperato dall'industria elettronica) il cui processo di fabbricazione presenta costi molto alti, non giustificati dal grado di purezza (ioni presenti non “di movimento”) richiesti dal fotovoltaico, che sono inferiori a quelli necessari in elettronica.

Altri materiali per la realizzazione delle celle solari sono:

- **Silicio Mono-cristallino:** Resa energetica fino 15 - 17 %
- **Silicio Poli-cristallino:** Resa energetica fino 12 - 14 %
- **Silicio Amorfo:** Resa energetica meno del 10 %
- **Altri materiali:** Arseniuro di gallio, diseleniuro di indio e rame, telliuro di cadmio

Attualmente il materiale più utilizzato è il silicio mono-cristallino che presenta prestazioni e durata nel tempo superiori a qualunque altro materiale usato per lo stesso scopo.

Le celle solari costituiscono un prodotto intermedio dell'industria fotovoltaica: forniscono valori di tensione e corrente limitati in rapporto a quelli normalmente richiesti dagli apparecchi utilizzatori,

sono inoltre estremamente fragili, elettricamente non isolate e prive di un supporto meccanico. Esse vengono quindi assemblate in modo opportuno a costituire un unico componente: **il modulo fotovoltaico**. Il modulo così costituito ha una potenza che varia fra i 50Wp ai 150Wp [Il Wp (Watt picco) esprime la potenza elettrica erogabile dal modulo in condizioni standard (STC) cioè Irraggiamento = 1000 W/m<sup>2</sup>; Temperatura = 25°C; Dimensione = 1,5m<sup>2</sup>] a seconda del tipo e dell'efficienza delle celle che lo compongono.

Le caratteristiche elettriche principali di un modulo fotovoltaico sono:

- **Potenza di Picco (Wp)** Potenza erogata dal modulo alle condizioni standard STC
- **Corrente nominale (A)** Corrente erogata dal modulo nel punto di lavoro
- **Tensione nominale (V)** Tensione di lavoro del modulo

Il **pannello fotovoltaico** è costituito dall'insieme dei moduli fotovoltaici opportunamente collegati in serie ed in parallelo in modo da realizzare le condizioni operative desiderate. Il generatore è formato da un insieme di pannelli. I pannelli fotovoltaici che realizzano il generatore, sono montati su una struttura meccanica in grado di sostenerli ed orientarli in modo da massimizzare l'irraggiamento solare. La quantità di energia prodotta da un generatore fotovoltaico varia nel corso dell'anno, in funzione del soleggiamento della località e della latitudine della stessa.

Per ciascuna applicazione il generatore dovrà essere dimensionato sulla base del:

- carico elettrico
- potenza di picco
- possibilità di collegamento alla rete elettrica o uso esclusivamente domestico
- latitudine ed irraggiamento medio annuo del sito
- specifiche elettriche del carico utilizzatore (singola abitazione o molte)

## 2.3 Impianti fotovoltaici

Un impianto fotovoltaico è un impianto per la produzione di energia elettrica. Le tipiche applicazioni di questo genere sono impianti per utenze collegati alla rete a bassa tensione, infatti non è raro trovare abitazioni con pannelli installati sul tetto (anche grazie ai recenti incentivi governativi) e vere centrali elettriche collegate alla rete a bassa tensione; quest'ultime dislocate soprattutto nel meridione.

I principali vantaggi delle centrali fotovoltaiche sono:

- Assenza di qualsiasi tipo di emissione inquinante
- Risparmio dei combustibili fossili
- Estrema affidabilità: non essendoci parti meccaniche ha rendimenti che superano il 90% e vita utile superiore ai 25 anni
- Bassi costi di manutenzione e gestione
- Modularità degli impianti: per aumentarne la potenza basta aggiungere nuovi moduli

Tutti questi vantaggi sono controbilanciati da tre svantaggi che ne limitano la diffusione:

- Variabilità ed aleatorietà della fonte energetica: dipende dall'irraggiamento solare
- Elevata superficie occupata rispetto all'energia prodotta
- Elevato costo di installazione

A:



B:



Fig. 2 – Alcuni esempi di impianti: A) fissi B) in grado di orientarsi

### 2.3.1 Funzionamento dell'impianto

I componenti di un impianto fotovoltaico sono:

- **Moduli fotovoltaici e strutture di sostegno**

I moduli sono i componenti basilari dell'impianto, ospitano le celle fotovoltaiche, che convertono l'energia solare incidente in energia elettrica continua. Il peso di ogni modulo è circa 18Kg.

I moduli, a blocchi, formano un pannello che è sostenuto da un'apposita struttura. Questa struttura ha il compito di inclinare i pannelli rispetto al piano orizzontale. Possono essere in acciaio zincato a caldo o in alluminio e vengono vincolati sulla superficie di installazione mediante degli ancoraggi.

I sostegni, in alcuni casi, possono anche correggere l'inclinazione per massimizzare l'irraggiamento anche nei mesi invernali (cioè quando cambia l'angolo di incidenza dei raggi solari) e, per lo stesso scopo, modificare l'orientamento durante le ore del giorno. Tipicamente questo tipo di sostegno è auto-alimentato, cioè usa la stessa energia prodotta dalla centrale e permette di aumentare il carico di circa il 7% in condizioni ottimali, ma fa diminuire le performance in caso contrario.

In questo progetto verrà considerato questo tipo di struttura.

- **Inverter**

L'inverter (da non confondere col trasformatore, che è il suo esatto contrario) è un dispositivo essenziale per il funzionamento del generatore, poiché consente di trasformare la corrente continua prodotta dai moduli in corrente alternata a 50Hz. Questo è necessario perché la rete funziona a corrente alternata (più economica da trasportare e risente meno di interferenze).

A:



B:



Fig. 3 – A) Un classico inverter B) Un insieme di inverter per gestire la centrale

Un inverter (trifase, in questo caso) è fornito di un dispositivo di sicurezza che lo blocca nel caso si generi un corrente troppo alta (il comune “salvavita” delle abitazioni).

Esistono vari tipi di inverter che hanno un numero di ingressi che può variare; in questo progetto, per semplicità, considererò che ogni inverter abbia un solo ingresso.

- **Contatori**

Questi apparati sono installati sulle linee elettriche e misurano l’energia che li attraversa. Tipicamente ne vengono utilizzati due: un Contatore per conteggiare l’energia prodotta dall’impianto e un Misuratore per controllare l’energia immessa nella rete.

- **Batterie e regolatore di carica** (opzionali)

Le batterie servono ad accumulare l’energia in eccesso per rilasciarla quando i moduli non ne forniscono abbastanza, vengono usate soprattutto nei piccoli impianti domestici per alimentare le abitazioni durante le ore notturne. Il regolatore di carica è un apparecchio elettronico che regola la ricarica e la scarica delle batterie. Il suo compito è di interrompere la ricarica ad accumulatore pieno.

Poiché le batterie, con relativo regolatore, vengono usate solo nelle abitazioni in questo progetto non verranno considerate.

- **Altri oggetti**

Per completare l’impianto mancano ancora un termometro, un rilevatore di umidità e un misuratore della radianza solare, che influenzeranno l’orientamento del pannello. Quadri elettrici, cavi di collegamento, interruttori e ulteriori dispositivi di sicurezza (allarmi vari) sono i componenti che completano l’impianto.

In questo progetto verrà considerata la presenza di tutti i rilevatori e un solo allarme generico.

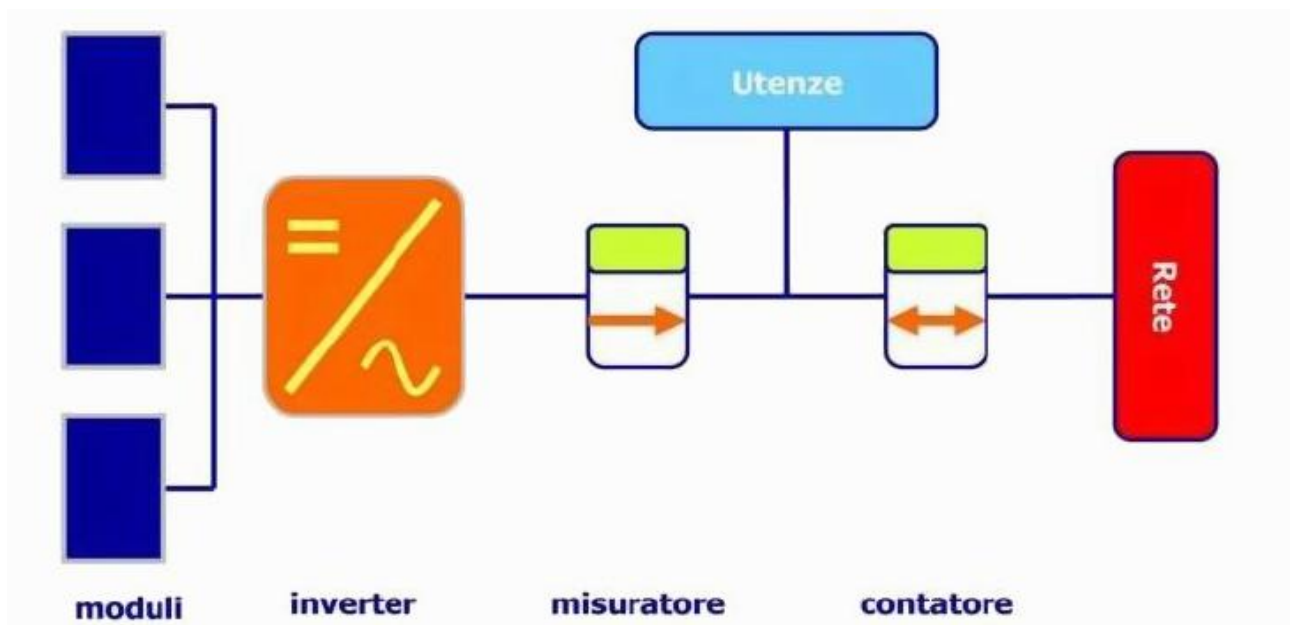


Fig. 4 – Schema generale di un impianto fotovoltaico



## 2.3.2 Gestione dell'impianto

Lo schema dell'architettura dell'impianto è la seguente:

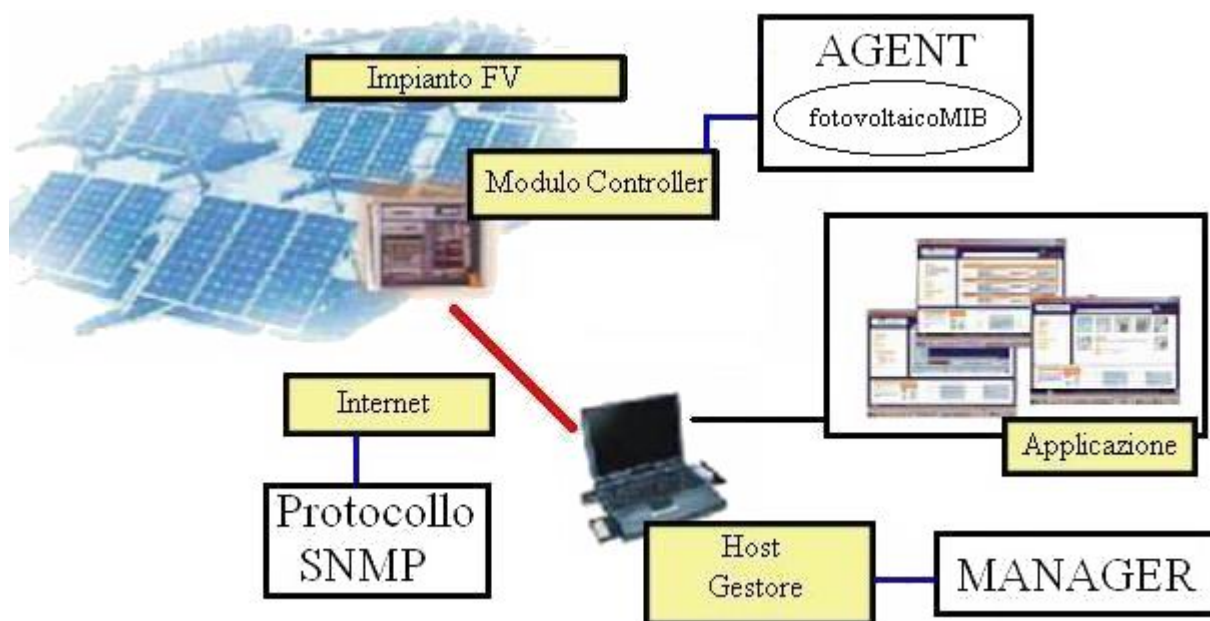


Fig. 5 – Architettura del sistema di gestione

- **Modulo Controller**

Tutti i sensori dell'impianto *fotovoltaico* vengono collegati al *modulo controller* (disponibile sul mercato al costo di qualche centinaia di euro). Il software implementato al suo interno funziona da AGENT dell'applicazione. Il MIB fotovoltaico è implementato al suo interno. Il compito del *modulo controller* è quello di ricevere le richieste mandate dall' *host gestore* per farle eseguire, trasmettendo le appropriate risposte e di informarlo dei cambi di stato delle risorse attraverso le notifiche.

- **Host Gestore**

Il MANAGER è il client in esecuzione sull' *host* collegato al modulo controller ed ha tutte le responsabilità (SNMP è centralizzato), poiché esercita il controllo. Il suo compito è mandare le richieste a seconda dei comandi immessi dall'operatore attraverso l'interfaccia dell'apposita *applicazione* e di ricevere i messaggi provenienti dal *modulo controller* per passarli al programma giusto, per poterli gestire.

- **Internet**

Link sul quale passano le PDU di SNMP. Può essere il cavo di una LAN o anche un collegamento Wireless.

## 3. Descrizione del MIB

### 3.1 *Descrizione degli oggetti*

In seguito è riportata una descrizione delle variabili che descrivono gli oggetti che compongono l'impianto:

- ***moduloTable***  
E' la tabella che contiene informazioni sullo stato dei moduli.
- ***moduloEntry***  
Rappresenta una riga della tabella *moduloTable*. Ogni riga è così definita:
  - idModulo*** [read-write]  
Un identificatore univoco per quel modulo. La variabile è accessibile anche in scrittura per poterlo modificare.
  - potenzaMod*** [read-only]  
Indica la potenza prodotta dal modulo, misurata con un wattmetro ed espressa in Kw.
  - correnteMod*** [read-only]  
Indica l'intensità di corrente generata dal modulo, misurata con un amperometro collegato in serie. Viene espressa in Ampere.
  - tensioneMod*** [read-only]  
Indica la tensione generata ai capi del modulo, misurata con un tensiometro collegato in parallelo al modulo. Viene espressa in Volt.
  - numeroCelle*** [read-write]  
Contiene il numero di celle fotovoltaiche che costituiscono il modulo. La variabile è accessibile anche in scrittura poiché la quantità varia a seconda del modello di modulo. L'utilità di questa variabile è apprezzabile solo confrontando i valori di corrente prodotta tra i moduli che hanno lo stesso numero di celle.
  - collegamento*** [read-only]  
I moduli vengono collegati ad un pannello. Questa variabile contiene l'identificatore del pannello al quale il modulo è fissato.
  - statoModulo*** [read-only]  
Contiene il valore 0 se un modulo è considerato non funzionante correttamente, mentre contiene 1 se tutto sembra funzionare.
- ***pannelloTable***  
E' la tabella che contiene informazioni sullo stato del pannello. Un pannello può contenere un numero variabile di moduli a seconda delle sue dimensioni. Notaresche dal pannello non si possono ricavare i moduli connessi (il contrario è invece possibile), questo perché non ha importanza rilevante, se c'è un guasto al modulo allora sapere dove si trova è importante, ma se si guasta un pannello non serve controllare i singoli moduli
- ***pannelloEntry***  
Rappresenta una riga della tabella *pannelloTable*. Ogni riga è così definita:
  - idPannello*** [read-write]  
Un identificatore univoco per il pannello. La variabile è accessibile anche in scrittura per poterlo modificare.
  - StatoPannello*** [read-only]  
Contiene il valore 0 se l'intero pannello non produce energia elettrica, 1 in caso contrario. Poiché l'energia prodotta da tutti i moduli del pannello è trasportata in un cavo, basta tenere sotto controllo la corrente che attraversa il cavo.
  - numeroModuli*** [read-write]

Indica il numero di moduli fissati al pannello. Poiché questo valore dipende dalle dimensioni del pannello la variabile è accessibile anche in scrittura, per poter cambiare il valore in caso di aggiornamento delle meccaniche.

***inclinazione*** [read-only]

Il pannello è in grado di inclinarsi per massimizzare l'irraggiamento. Questo valore esprime, in gradi, il valore dell'inclinazione indicando con 0 la posizione perpendicolare al terreno.

***orientamento*** [read-only]

Analogo al caso precedente, ma stavolta indica l'orientamento indicando con 0 la posizione SUD.

***movimento*** [read-only]

Indica se il pannello è in movimento (1) o se è fermo (0).

- ***temperatura*** [read-only]

Contiene il valore della temperatura ambiente misurata dal termometro. Questo valore servirà per calcolare l'irraggiamento minimo.

- ***Umidità*** [read-only]

Contiene il valore dell'umidità espresso in percentuale. Anche questo valore influenzerà il calcolo dell'irraggiamento minimo.

- ***latitudineSito*** [read-only]

Indica la latitudine del sito, essenziale per l'inclinazione iniziale dei pannelli e per il calcolo della soglia *irraggiamentoMin*.

- ***irraggiamento*** [read-only]

Indica il valore dell'irraggiamento misurato da un'apposita cella sensore. Notare che lo strumento non misura l'irraggiamento effettivo per ogni pannello ma un irraggiamento medio del luogo.

- ***inverterTable***

E' la tabella che contiene informazioni sullo stato dell'inverter. Ogni inverter è collegato ad un modulo. Notare che un inverter non misura la tensione perché è in uscita da un modulo abbiamo tra i 10 -16V, mentre la tensione della rete è fissa a 220V, dunque non servono misurazioni, se nn per rilevare guasti.

- ***inverterEntry***

Rappresenta una riga della tabella *inverterTable*. Ogni riga è così definita:

***idInverter*** [read-write]

Un identificatore univoco per l'inverter. La variabile è accessibile anche in scrittura per poterlo modificare.

***modelloInverter*** [read-write]

Una stringa che contiene il nome del modello dell'inverter. Dal modello dipendono le soglie dell'inverter.

***statoInverter*** [read-only]

Indica se l'inverter è funzionante (1) o no (0). Per saperlo basta misurare la tensione ai suoi capi. Se è assente allora è rotto.

***potenzaInv*** [read-only]

Contiene il valore della potenza dell'inverter, misurata da un wattmetro ed espressa in Kw.

***correnteInv*** [read-only]

Contiene il valore della corrente misurata da un amperometro ed espressa in Ampere.

***ingresso*** [read-write]

Indica l'identificatore del modulo collegato all'inverter, è accessibile anche in scrittura per poterlo modificare in caso di sostituzione.

- ***statoMisuratore*** [read-only]

Indica il valore dell'energia che esce dall'impianto misurata dal semplicissimo contatore. E' espressa in KW/h.

- ***statoContatore*** [read-only]

Analogo al precedente ma misura l'energia effettivamente immessa nella rete, poiché abitazioni vicine e lo stesso impianto possono consumarne una parte.

- **statoAllarme** [read-only]

Contiene il valore 0 se l'allarme non è attivato, mentre contiene il valore 1 se scatta l'allarme.

## 3.2 Descrizione delle soglie

Vengono adesso fornite le descrizioni delle soglie:

- **irraggiamentoMin** [read-write]

Indica il valore minimo dell'irraggiamento. Se l'irraggiamento misurato è al disotto della soglia dovranno essere mossi i pannelli secondo il criterio stabilito. L'irraggiamento minimo dipenderà dalle condizioni atmosferiche e dal periodo dell'anno, per questo saranno associate ad esso apposite tabelle, motivo per il quale la variabile è accessibile anche in scrittura.

Notare che non esiste una soglia per l'irraggiamento massimo, poiché lo scopo è massimizzarlo.

- **potenzaModMin** [read-write]

Indica la potenza minima desiderata dal modulo. Se non è rispettata la soglia andranno mossi i pannelli. Non esiste una soglia massima poiché la potenza generata ha un limite fisico nella stessa cella fotovoltaica, il problema della potenza eccessiva va trattato per l'inverter.

La potenza generata da un modulo dipende dal materiale con cui sono costruite le celle, per questo motivo è possibile modificare il valore.

- **correnteModMin** [read-write]

Indica la corrente minima desiderata per i moduli. Valgono le spiegazioni fornite precedentemente.

- **tensioneModMin** [read-only]

Indica la tensione minima desiderata per i moduli. Poiché un cella produce tra i 10 e i 16V, se la tensione misurata è al disotto della soglia può solo significare che alcuni elettrodi sono danneggiati. I volt in uscita non dipendono dalla cella per questo motivo la variabile è accessibile solo in lettura.

- **invPotMax** [read-write]

Valore della potenza nominale dell'inverter. Questo valore dipende dal modello, per questo motivo è accessibile anche in scrittura. Naturalmente la potenza nominale è leggermente inferiore alla potenza massima, altrimenti quando si riceve la trap il dispositivo è già bruciato.

- **invCorrMax** [read-write]

Valore della corrente nominale dell'inverter. Questo valore dipende dal modello, per questo motivo è accessibile anche in scrittura. Anche in questo caso la corrente nominale è leggermente inferiore a quella massima effettiva.

- **consumoMax** [read-write]

Indica il valore massimo che può essere assorbito dallo stesso impianto e dalle abitazioni limitrofe. Naturalmente questo valore cambia a seconda delle ore del giorno (di notte i consumi diminuiscono) e anche dalle stagioni, motivo per il quale la variabile può essere modificata.

## 3.3 Descrizione delle notifiche

Parte importante del progetto sono le notifiche, ecco la loro descrizione:

- **moduloDownTrap**

Questa notifica viene inviata se il lo stato del modulo cambia da attivo (1) a inattivo (0). Poiché il modulo è sempre in funzione lo stato cambierà solo quando c'è un guasto.

La notifica conterrà il nuovo stato e l'identificatore del modulo.

- **moduloUpTrap**

Questa notifica è l'opposto della precedente, infatti viene mandata quando lo stato torna attivo dopo un guasto. Viene usata per verificare se il modulo è stato aggiustato e rimontato correttamente.

- ***panMoveTrap***

Questa notifica viene inviata se il pannello si mette in movimento, sia per l'inclinazione che per l'orientazione. Se in seguito alla richiesta di movimento non si riceve questa trap il pannello è danneggiato. Il messaggio contiene lo stato del movimento e l'id del pannello.

- ***panStopTrap***

Questa notifica viene inviata quando il pannello passa da uno stato di movimento ad uno di inerzia. Il messaggio conterrà il nuovo stato del movimento, l'id del pannello e la nuova posizione.

- ***invDownTrap***

E' la notifica che viene inviata quando l'inverter risulta guasto, cioè quando lo stato passa da 0 a 1. Il messaggio contiene l'identificatore dell'inverter e lo stato.

- ***invUpTrap***

Analoga alla precedente, ma notifica la messa in funzione dell'inverte. Utile per controllare che il nuovo dispositivo sia stato installato correttamente.

- ***irragMinTrap***

Questa è la notifica più importante. Viene mandata se l'irraggiamento misurato è al disotto della soglia fissata. In questo caso si dovranno muovere i pannelli. Il messaggio contiene i due valori dell'irraggiamento.

- ***modPotenzaTrap***

Questa trap viene spedita quando la potenza fornita dal modulo non è considerata sufficiente, può accedere nel caso di malfunzionamento o di scarso irraggiamento. Il messaggio contiene l'id del modulo, la potenza misurata e quella di soglia.

- ***modCorrenteTrap***

Analoga alla precedente, ma considera la corrente. Il messaggio è formato dall'id del modulo, dalla soglia e dal valore misurato.

- ***modTensioneTrap***

Questa trap è leggermente diversa dalle precedenti. Se la si riceve allora gli elettrodi del modulo sono danneggiati, dunque il modulo non fornisce abbastanza tensione. Il messaggio è formato dall'identificatore e dai due valori interessati.

- ***invPotenzaTrap***

Messaggio mandato se la potenza generata dall'inverter è superiore alla soglia, questo implica che i moduli stanno generando troppa energia che l'inverter non riesce a gestire. Questa è una trap che non si vorrebbe mai vedere arrivare. Se arriva allora il sistema è stato progettato male, la cosa migliore da fare è cambiare gli inverter, intanto, per evitare danni, è bene muovere i pannelli in modo da diminuire l'irraggiamento. Il messaggio contiene id dell'inverter, potenza misurata e la sua soglia.

- ***invCorrenteTrap***

Analogo al precedente, con tutte le conseguenze, ma stavolta a misura interessata è l'intensità di corrente. Poiché la tensione dei moduli è pressoché costante, se arriva questa trap arriva anche la *invPotenzaTrap*.

- ***alarmTrap***

Notifica inviata nel caso lo stato dell'allarme generico passi da 0 (inattivo) ad uno attivo. Questo messaggio indica che genere di allarme è scattato. Il messaggio è formato dallo stato.

- ***panDownTrap***

Questa notifica viene inviata ogniqualvolta un pannello risulta danneggiato, dunque il suo stato passa da 1 a 0. Il messaggio contiene l'identificatore e lo stato.

- ***panUpTrap***

Notifica opposta alla precedente, inviata quando un pannello aggiustato.

- *altoConsumo*

Questa notifica viene inviata quando la differenza tra l'energia in uscita dalla centrale e l'energia in ingresso alla rete è al disotto della soglia. Se il valore supera la soglia è possibile che ci siano dissipazioni lungo il tragitto (causati da danni agli apparati) oppure gli utenti stanno consumando troppa energia, altra causa può essere che la centrale non fornisce ne abbastanza.

## 4. Definizione del MIB

### 4.1 *ISO Registration Tree*

L'albero di registrazione ISO è qui riportato in forma testuale con la lista degli Object Identifier:

..

...

Private (4)

**FotovoltaicoMIB** (21) :

- **fvObject** (1)

1.1 moduloTable

1.1.1 moduloEntry

1.1.1.1 idModulo

1.1.1.2 potenzaMod

1.1.1.3 correnteMod

1.1.1.4 tensioneMod

1.1.1.5 numeroCelle

1.1.1.6 collegamento

1.1.1.7 statoModulo

1.2 pannelloTable

1.2.1 pannelloEntry

1.2.1.1 idPannello

1.2.1.2 statoPannello

1.2.1.3 numeroModuli

1.2.1.4 inclinazione

1.2.1.5 orientamento

1.2.1.6 movimento

1.3 temperatura

1.4 umidita

1.5 latitudineSito

1.6 irraggiamento

1.7 inverterTable

1.7.1 invertEntry

1.7.1.1 idInverter

1.7.1.2 modelloInverter

1.7.1.3 statoInverter

1.7.1.4 potenzaInv

1.7.1.5 correnteInv

### 1.7.1.6 ingresso

1.8 statoMisuratore

1.9 statoContatto

1.10 statoAllarme

#### - **fvThreshold** (2)

2.1 irraggiamentoMin

2.2 potenzaModMin

2.3 correnteModMin

2.4 tensioneModMin

2.5 invPotMax

2.6 invCorrMax

2.7 consumoMax

#### - **fvTrap** (3)

3.1 moduloDownTrap

3.2 moduloUpTrap

3.3 panMoveTrap

3.4 panStopTrap

3.5 invDownTrap

3.6 invUpTrap

3.7 irragMinTrap

3.8 modPotenzaTrap

3.9 modCorrenteTrap

3.10 modTensioneTrap

3.11 invPotenzaTrap

3.12 invCorrenteTrap

3.13 allarmTrap

3.14 panDownTrap

3.15 panUpTrap

3.16 altoConsumo

## 4.2 Implementazione

Poiché le spiegazioni necessarie sono fornite precedentemente [Cap. 3], il campo DESCRIPTION conterrà solo le informazioni minime. Gli oggetti del MIB sono descritti tramite il linguaggio ASN.1 (Abstract Syntax Notification One), definito in SMI.

Il MIB SNMP è stato così implementato:

```
FOTOVOLTAICO-MIB DEFINITIONS ::= BEGIN
IMPORTS
MODULE-IDENTITY, NOTIFICATION-TYPE, OBJECT-TYPE,
private, Unsigned32, Integer32, Gauge32          FROM SNMPv2-SMI
DisplayString                                     FROM SNMPv2-TC;

fotovoltaicoMIB      MODULE-IDENTITY
    LAST-UPDATED      "200605211033Z"
    ORGANIZATION      "Universita' degli studi di Pisa"
    CONTACT-INFO      "Riccardo Dini mat: 257330
                        dini@cli.di.unipi.it
                        Pisa, Italia."
```

```

DESCRIPTION      "MIB per la gestione di un impianto fotovoltaico"
REVISION         "200605211033Z"
DESCRIPTION      ""
 ::= {private 21}

```

```

fvObject OBJECT IDENTIFIER ::= {fotovoltaicoMIB 1}
fvThreshold OBJECT IDENTIFIER ::= {fotovoltaicoMIB 2}
fvTrap OBJECT IDENTIFIER ::= {fotovoltaicoMIB 3}

```

-- OBJECT DEFINITION

```

moduloTable OBJECT-TYPE
SYNTAX      SEQUENCE OF ModuloEntry
MAX-ACCESS  not-accessible
STATUS      current
DESCRIPTION "Descrizione dello stato del modulo FV"
 ::= {fvObject 1}

```

```

moduloEntry OBJECT-TYPE
SYNTAX      ModuloEntry
MAX-ACCESS  not-accessible
STATUS      current
DESCRIPTION "Contiene lo stato della singola cella"
INDEX       {idModulo}
 ::= {moduloTable 1}

```

```

ModuloEntry ::= SEQUENCE {
idModulo      Unsigned32,
potenzaMod    Integer32,
correnteMod   Integer32,
tensioneMod   Integer32,
numeroCelle   Unsigned32,
collegamento Unsigned32,
statoModulo   Integer32
}

```

```

idModulo OBJECT-TYPE
SYNTAX      Unsigned32
MAX-ACCESS  read-write
STATUS      current
DESCRIPTION "Contiene un valore per identificare in modo univoco
il modulo"
 ::= {moduloEntry 1}

```

```

potenzaMod OBJECT-TYPE
SYNTAX      Integer32
MAX-ACCESS  read-only
STATUS      current
DESCRIPTION "Contiene il valore dei KiloWatt prodotti dall'intero modulo"
 ::= {moduloEntry 2}

```



**correnteMod** OBJECT-TYPE  
 SYNTAX Integer32  
 MAX-ACCESS read-only  
 STATUS current  
 DESCRIPTION "Contiene il valore degli Ampere prodotti dall'intero modulo"  
 ::= { moduloEntry 3 }

**tensioneMod** OBJECT-TYPE  
 SYNTAX Integer32  
 MAX-ACCESS read-only  
 STATUS current  
 DESCRIPTION "Contiene il valore dei Volt prodotti dall'intero modulo"  
 ::= { moduloEntry 4 }

**numeroCelle** OBJECT-TYPE  
 SYNTAX Unsigned32  
 MAX-ACCESS read-write  
 STATUS current  
 DESCRIPTION "Indica il numero di celle fotovoltaiche che compongono il modulo"  
 ::= { moduloEntry 5 }

**collegamento** OBJECT-TYPE  
 SYNTAX Unsigned32  
 MAX-ACCESS read-only  
 STATUS current  
 DESCRIPTION "Contiene l'id del pannello a cui e' collegato"  
 ::= { moduloEntry 6 }

**statoModulo** OBJECT-TYPE  
 SYNTAX Integer32(0..1)  
 MAX-ACCESS read-only  
 STATUS current  
 DESCRIPTION "Indica se il modulo e' attivo (1) o meno (0)"  
 ::= { moduloEntry 7 }

**pannelloTable** OBJECT-TYPE  
 SYNTAX SEQUENCE OF PannelloEntry  
 MAX-ACCESS not-accessible  
 STATUS current  
 DESCRIPTION "Descrizione dello stato del pannello"  
 ::= { fvObject 2 }

**pannelloEntry** OBJECT-TYPE  
 SYNTAX PannelloEntry  
 MAX-ACCESS not-accessible  
 STATUS current  
 DESCRIPTION "Contiene lo stato del singolo pannello"  
 INDEX { idPannello }  
 ::= { pannelloTable 1 }

```

PannelloEntry ::= SEQUENCE      {
                                idPannello    Unsigned32,
                                statoPannello Integer32,
                                numeroModuli  Integer32,
                                inclinazione  Integer32,
                                orientamento Integer32,
                                movimento    Integer32
                                }

idPannello  OBJECT-TYPE
SYNTAX      Unsigned32
MAX-ACCESS  read-write
STATUS      current
DESCRIPTION "Contiene l'identificatore del pannello"
 ::= { pannelloEntry 1 }

statoPannello OBJECT-TYPE
SYNTAX      Integer32(0..1)
MAX-ACCESS  read-only
STATUS      current
DESCRIPTION "Indica se il pannello e' attivo (1) o no (0)."
 ::= { pannelloEntry 2 }

numeroModuli OBJECT-TYPE
SYNTAX      Integer32
MAX-ACCESS  read-write
STATUS      current
DESCRIPTION "Indica il numero di moduli collegati al pannello."
 ::= { pannelloEntry 3 }

inclinazione OBJECT-TYPE
SYNTAX      Integer32(0..359)
MAX-ACCESS  read-only
STATUS      current
DESCRIPTION "Indica l'inclinazione del modulo espressa in gradi dove 0
             equivale alla posizione perpendicolare al terreno"
 ::= { pannelloEntry 4 }

orientamento OBJECT-TYPE
SYNTAX      Integer32(0..359)
MAX-ACCESS  read-only
STATUS      current
DESCRIPTION "Indica l'orientamento del modulo in gradi, con 0 uguale a
             SUD"
 ::= { pannelloEntry 5 }

movimento OBJECT-TYPE
SYNTAX      Integer32(0..1)
MAX-ACCESS  read-only
STATUS      current
DESCRIPTION "Indica se il pannello e' in movimento (1) o se e' fermo (0)"

```

```

        ::= { pannelloEntry 6 }

temperatura OBJECT-TYPE
SYNTAX      Integer32
MAX-ACCESS  read-only
STATUS      current
DESCRIPTION "Temperatura ambiente rilevata dal termometro in gradi
            centigradi"
        ::= { fvObject 3 }

umidita     OBJECT-TYPE
SYNTAX      Unsigned32(0..100)
MAX-ACCESS  read-only
STATUS      current
DESCRIPTION "Valore dell'umidita' misurato dal rilevatore, espresso in
            percentuale"
        ::= { fvObject 4 }

latitudineSito OBJECT-TYPE
SYNTAX      Integer32(0..90)
MAX-ACCESS  read-only
STATUS      current
DESCRIPTION "Latitudine del sito espressa in gradi N"
        ::= { fvObject 5 }

irraggiamento OBJECT-TYPE
SYNTAX      Integer32
MAX-ACCESS  read-only
STATUS      current
DESCRIPTION "Radianza rilevata"
        ::= { fvObject 6 }

inverterTable OBJECT-TYPE
SYNTAX      SEQUENCE OF InverterEntry
MAX-ACCESS  not-accessible
STATUS      current
DESCRIPTION "Descrizione delle informazioni sullo stato dell'inverter.
            L'inverter e' formato da vari inverter piu' piccoli."
        ::= { fvObject 7 }

inverterEntry OBJECT-TYPE
SYNTAX      InverterEntry
MAX-ACCESS  not-accessible
STATUS      current
DESCRIPTION "Contiene le variabili che forniscono le informazioni
            sull'inverter"
INDEX      { idInverter }
        ::= { inverterTable 1 }

InverterEntry ::= SEQUENCE {
            idInverter      Unsigned32,

```

		<pre> modelloInverter    DisplayString, statoInverter      Integer32, potenzaInv         Integer32, correnteInv        Integer32, ingresso           Unsigned32 } </pre>
idInverter	<pre> OBJECT-TYPE SYNTAX      Unsigned32 MAX-ACCESS  read-write STATUS      current DESCRIPTION "identifica univocamente l'inverter"  ::= { inverterEntry 1 } </pre>	
modelloInverter	<pre> OBJECT-TYPE SYNTAX      DisplayString MAX-ACCESS  read-only STATUS      current DESCRIPTION "informazioni sul modello dell'inverter"  ::= { inverterEntry 2 } </pre>	
statoInverter	<pre> OBJECT-TYPE SYNTAX      Integer32(0..1) MAX-ACCESS  read-only STATUS      current DESCRIPTION "Indica se l'inverter e' in funzionante (1) o danneggiato (0)"  ::= { inverterEntry 3 } </pre>	
potenzaInv	<pre> OBJECT-TYPE SYNTAX      Integer32 MAX-ACCESS  read-only STATUS      current DESCRIPTION "indica la potenza generata dall'inverter in KW"  ::= { inverterEntry 4 } </pre>	
correnteInv	<pre> OBJECT-TYPE SYNTAX      Integer32 MAX-ACCESS  read-only STATUS      current DESCRIPTION "Corrente che attraversa l'invertitore"  ::= { inverterEntry 5 } </pre>	
ingresso	<pre> OBJECT-TYPE SYNTAX      Unsigned32 MAX-ACCESS  read-write STATUS      current DESCRIPTION "indica l'id del pannello collegato all'inverter"  ::= { inverterEntry 6 } </pre>	
statoMisuratore	<pre> OBJECT-TYPE SYNTAX      Gauge32 </pre>	

```

MAX-ACCESS      read-only
STATUS          current
DESCRIPTION     "Indica l'energia (Joule) che esce effettivamente dall'impianto"
 ::= { fvObject 8}

statoContatore OBJECT-TYPE
SYNTAX          Gauge32
MAX-ACCESS      read-only
STATUS          current
DESCRIPTION     "Indica l'energia (Joule) immessa nella rete"
 ::= { fvObject 9}

statoAllarme   OBJECT-TYPE
SYNTAX          Integer32
MAX-ACCESS      read-only
STATUS          current
DESCRIPTION     "Indica se l'allarme generale e' attivato. Se e' 0 e spento
altrimenti indica il tipo di allarme"
 ::= { fvObject 10}

-- THRESHOLD DEFINITION

irraggiamentoMin OBJECT-TYPE
SYNTAX          Unsigned32
MAX-ACCESS      read-write
STATUS          current
DESCRIPTION     "irraggiamento minimo desiderato in W/m2. L'irraggiamento
minimo deve necessariamente cambiare a seconda della
stagione e dei parametri rilevati"
 ::= { fvThreshold 1}

potenzaModMin   OBJECT-TYPE
SYNTAX          Unsigned32
MAX-ACCESS      read-write
STATUS          current
DESCRIPTION     "Potenza minima richiesta ai moduli, misurata in Watt"
 ::= { fvThreshold 2}

correnteModMin  OBJECT-TYPE
SYNTAX          Unsigned32
MAX-ACCESS      read-write
STATUS          current
DESCRIPTION     "Corrente minima richiesta ai moduli, misurata in Ampere"
 ::= { fvThreshold 3}

tensioneModMin  OBJECT-TYPE
SYNTAX          Unsigned32
MAX-ACCESS      read-only
STATUS          current
DESCRIPTION     "Tensione minima richiesta ai moduli, misurata in Volt"

```

```

        ::= {fvThreshold 4}

invPotMax OBJECT-TYPE
    SYNTAX          Unsigned32
    MAX-ACCESS      read-write
    STATUS          current
    DESCRIPTION     "Potenza massima che l'inverter puo' gestire senza bruciare,
                    viene misurata i Watt. Corrisponde alla potenza nominale e
                    dipende dal modello"
    ::= {fvThreshold 5}

invCorrMax OBJECT-TYPE
    SYNTAX          Unsigned32
    MAX-ACCESS      read-write
    STATUS          current
    DESCRIPTION     "Corrente massima gestibile dall'inverter, oltre la quale il
                    flusso del campo elettrico blocca l'interruttore. Viene misurata
                    in Ampere"
    ::= {fvThreshold 6}

consumoMax OBJECT-TYPE
    SYNTAX          Integer32
    MAX-ACCESS      read-write
    STATUS          current
    DESCRIPTION     "Corrente massima che puo' essere assorbita dall'impianto e
                    dalle abitazioni ad esso collegate. "
    ::= {fvThreshold 7}

-- TRAP DEFINITION

moduloDownTrap NOTIFICATION-TYPE
    OBJECTS          {idModulo, statoModulo, collegamento}
    STATUS          current
    DESCRIPTION     "Questa notifica viene inviata se il lo stato del modulo cambia.
                    poiche' e' sempre attivo lo stato cambiera' solo quando c'e' un
                    guasto"
    ::= {fvTrap 1}

moduloUpTrap NOTIFICATION-TYPE
    OBJECTS          {idModulo, statoModulo, collegamento}
    STATUS          current
    DESCRIPTION     "Notifica che viene inviata quando il modulo diventa attivo"
    ::= {fvTrap 2}

panMoveTrap NOTIFICATION-TYPE
    OBJECTS          {idPannello, movimento}
    STATUS          current
    DESCRIPTION     "Notifica che viene inviata se il pannello inizia a muoversi"
    ::= {fvTrap 3}

panStopTrap NOTIFICATION-TYPE

```

OBJECTS {idPannello, movimento, inclinazione, orientamento}  
STATUS current  
DESCRIPTION "Notifica che viene inviata quando il pannello termina il movimento"  
::= {fvTrap 4}

invDownTrap NOTIFICATION-TYPE  
OBJECTS {idInverter, statoInverter}  
STATUS current  
DESCRIPTION "Notifica che viene inviata quando l'inverter risulta guasto."  
::= {fvTrap 5}

invUpTrap NOTIFICATION-TYPE  
OBJECTS {idInverter, statoInverter}  
STATUS current  
DESCRIPTION "Notifica che viene inviata quando l'inverter risulta funzionante, in pratica quando viene sostituito"  
::= {fvTrap 6}

irragMinTrap NOTIFICATION-TYPE  
OBJECTS {irraggiamentoMin, irraggiamento}  
STATUS current  
DESCRIPTION "Questa notifica viene inviata quando la radianza misurata e' inferiore della soglia minima, in questo caso l'azione corrispondente sara' muovere il pannello"  
::={fvTrap 7}

modPotenzaTrap NOTIFICATION-TYPE  
OBJECTS {idModulo, potenzaModMin, potenzaMod}  
STATUS current  
DESCRIPTION "Notifica che viene inviata quando un modulo non fornisce la potenza minima"  
::= {fvTrap 8}

modCorrenteTrap NOTIFICATION-TYPE  
OBJECTS {idModulo, correnteModMin, correnteMod}  
STATUS current  
DESCRIPTION "Notifica che viene inviata quando un modulo non fornisce la corrente minima, questo accade se l'irraggiamento non e' sufficiente o c'e' un guasto."  
::= {fvTrap 9}

modTensioneTrap NOTIFICATION-TYPE  
OBJECTS {idModulo, tensioneModMin, tensioneMod}  
STATUS current  
DESCRIPTION "Notifica che viene inviata quando un modulo non fornisce la tensione minima, questo puo' accadere solo se il semiconduttore e' danneggiato."  
::= {fvTrap 10}

invPotenzaTrap NOTIFICATION-TYPE

```

OBJECTS      {idInverter, invPotMax, potenzaInv}
STATUS      current
DESCRIPTION  "Notifica che viene inviata quando un inverter sta generando
troppa potenza, il rischio e' di bruciarlo."

 ::= {fvTrap 11}
invCorrenteTrap NOTIFICATION-TYPE
OBJECTS      {idInverter, invCorrMax, correnteInv}
STATUS      current
DESCRIPTION  "Notifica che viene inviata quando un inverter e' attraversato
da troppa corrente, il flusso del campo potrebbe far attivare il
dispositivo di sicurezza dell'inverter"

 ::= {fvTrap 12}

alarmTrap   NOTIFICATION-TYPE
OBJECTS      {statoAllarme}
STATUS      current
DESCRIPTION  "Notifica che viene inviata quando scatta l'allarme"
 ::= {fvTrap 13}

panDownTrap NOTIFICATION-TYPE
OBJECTS      {idPannello, statoPannello}
STATUS      current
DESCRIPTION  "Notifica che viene inviata quando il pannello smette di
funzionare"

 ::= {fvTrap 14}

panUpTrap   NOTIFICATION-TYPE
OBJECTS      {idPannello, statoPannello}
STATUS      current
DESCRIPTION  "Notifica che viene inviata quando il pannello torna in
funzione"

 ::= {fvTrap 15}

altoConsumo NOTIFICATION-TYPE
OBJECTS      {statoContatore, statoMisuratore, consumoMax}
STATUS      current
DESCRIPTION  "Notifica che viene inviata quando la differenza tra energia
prodotta e energia in uscita supera la sogli prefissata. "

 ::= {fvTrap 16}

END

```

*Nota:* il MIB è stato convalidato con livello di severità 3: 0 Errori, 0 Warnings.



## 5. Conclusioni

### 5.1 Conclusioni Finali

- **Il fotovoltaico**

Il fotovoltaico sta diventando sempre più diffuso tra le singole abitazioni, ma le grandi centrali sono rare, primo motivo fra tutti è il fatto che la quantità di energia prodotta è minore di una centrale classica, per avere la stessa energia avremmo la necessità di trovare un luogo adatto, perché un impianto del genere richiederebbe ettari ed ettari di terreno, con condizioni adatte.

In seguito è riportata una tabella che indica la produzione di energia con fonti rinnovabili, espressa in GW/h.

Fonti	1995	2000	2001	2002	2003	2004
Idroelettrico	37.781	44.205	46.810	39.519	36.674	42.744
Eolico	10	563	1.179	1.404	1.458	1.847
Fotovoltaico	13	16	16	18	23	27
Geotermoelettr.	3.436	4.705	4.507	4.662	5.341	5.437
Rifiuti urbani	168	804	1.259	1.428	1.812	2.277
Legna	116	537	644	1.052	1.648	2.190
Biogas	103	566	684	943	1.033	1.170
<b>Totale</b>	<b>41.627</b>	<b>51.396</b>	<b>55.100</b>	<b>49.097</b>	<b>47.989</b>	<b>55.692</b>

Fig. 6 – Produzione energia elettrica (aggiornata al 2005) [Fonte ENEA]

- **Il progetto**

Il progetto è stato sviluppato al fine di prendere confidenza con i MIB fornendo uno strumento semplice per la gestione di questi impianti. Poiché il fine ultimo di SNMP è la semplicità, il lavoro svolto ha tralasciato molti dettagli, comunque contiene le funzionalità basilari per la gestione di questi sistemi. Per questo può essere implementato e utilizzato, magari aggiungendo ulteriori funzionalità.

Sistemi simili esistono e sono stati implementati da compagnie private e dall' ENEL (telecontrollo) ma non utilizzano il protocollo SNMP.

### 5.2 Sviluppi futuri

Essendo un progetto molto semplificato esistono possibili e prossimi sviluppi quali:

- Una gestione più accurata dei dispositivi di sicurezza con relativi allarmi
- La possibilità di gestire anche le batterie e regolatori di carica in modo che funzioni anche per impianti domestici
- Possibilità di tenere conto di maggiori dati sulle condizioni atmosferiche
- Implementazione di Agent e Manager con possibilità di mandare notifiche importanti attraverso gli SMS direttamente ai gestori.

# 6. Riferimenti

## 6.1 Riferimenti

Ecco i riferimenti per questo progetto:

- **Siti web:**

- [1] Il sito di riferimento per il corso di SGR  
<http://luca.ntop.or>
- [2] Il sito dove convalidare il MIB  
<http://www.simpleweb.org/ietf/mibs/validate/>
- [3] Il sito dell'ENEL dove trovare informazioni sul fotovoltaico  
<http://www.enel.it>

- **Articoli:**

- [1] Impianti Fotovoltaici – ENEL (2006)
- [2] La tecnologia fotovoltaica – R. Gelletti CETA (2003)
- [3] Il fotovoltaico in Italia – R. Dini, M. Grotti (2001)

- **Libri:**

- [1] Manuale di elettrotecnica e telecomunicazioni – G. Biondo, E. Sacchi. Hoepli
- [2] Dispense del corso di SGR (parte I°) – J.Schönwälder - L.Deri