



All for dreams

Energy Storage ed Efficienza Energetica

Giordano Torri, Claudio Brocca, Enrico Gatti
Nidec-ASI - Milano
www.nidec-asi.com

7a Giornata sull'efficienza energetica nelle industrie.
Milano, 23 Aprile 2015

- Autoconsumo di energia prodotta: incentivato secondo le regole del V conto energia. In particolare, costituisce un impulso all'uso di sistemi di accumulo abbinati ad impianti di generazione rinnovabile.
- I SEU (Sistemi Efficienti di Utenza) sono sistemi alimentati da impianti da fonte rinnovabili o di cogenerazione ad alto rendimento con potenza fino a 20 MWe, gestiti da un solo produttore anche diverso dal cliente finale, direttamente connessi tramite un collegamento privato all'unità di consumo e realizzati all'interno di un'area di proprietà del cliente stesso.
- Quali tecnologie servono per le tipologie introdotte di cliente-produttore-consumatore ?

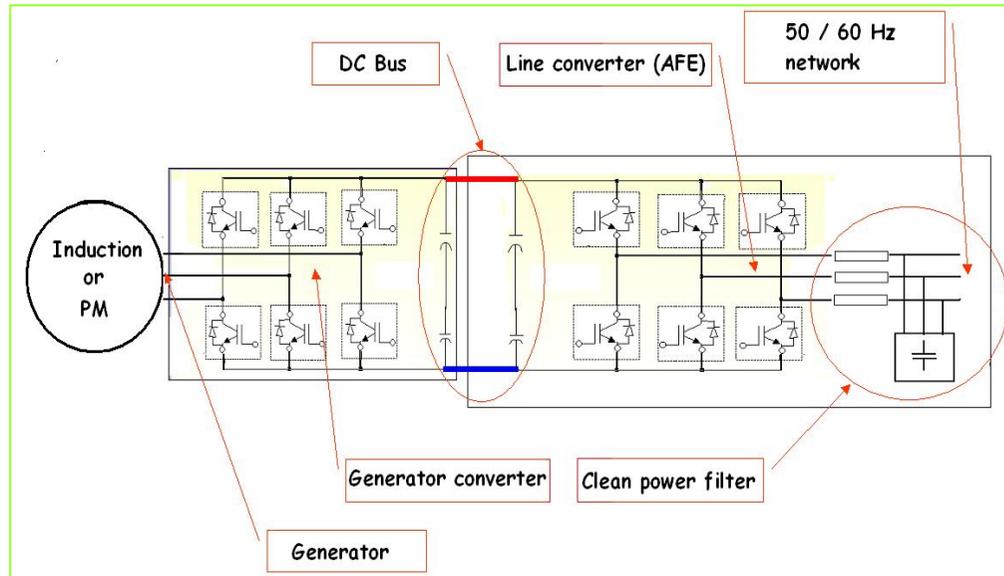
Quale energia rinnovabile ? Le seguenti sorgenti rinnovabili possono essere considerate tra le principali:

1. Fotovoltaico
2. Eolico
3. Mini-idro
4. Biomasse

Come gestire queste fonti di energia che per certi aspetti sono definite «non convenzionali» ?

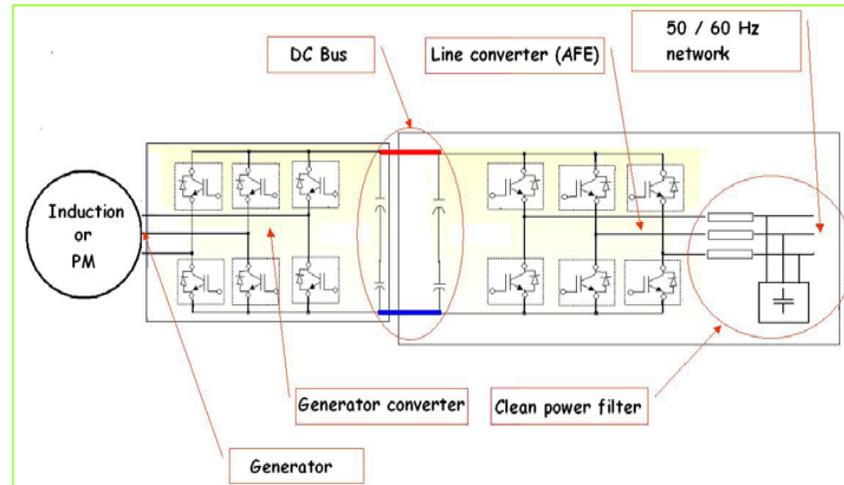
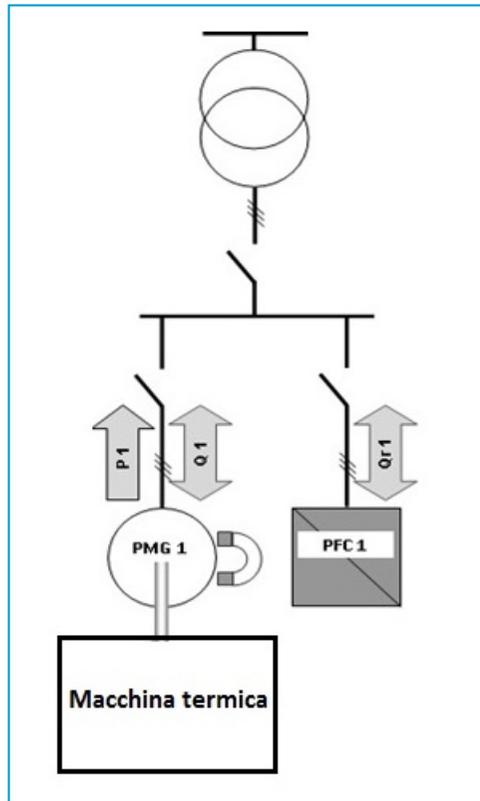
- Ieri la rete era considerata come un sistema di accumulo a capacità infinita.
- Oggi si parla di accumulo di energia con capacità limitata con apparecchiature disposte nello stesso posto dove si produce energia.
- Oggi si richiede l'integrazione di produzione e di carichi con il concetto della «micro-rete».

L'energia eolica è prodotta in maniera discontinua e non programmabile nell'arco della giornata.



Tipica configurazione: generatore a velocità variabile e convertitore di frequenza verso la rete.

Le potenze in gioco vanno da qualche kW a diversi MW per singola unità.



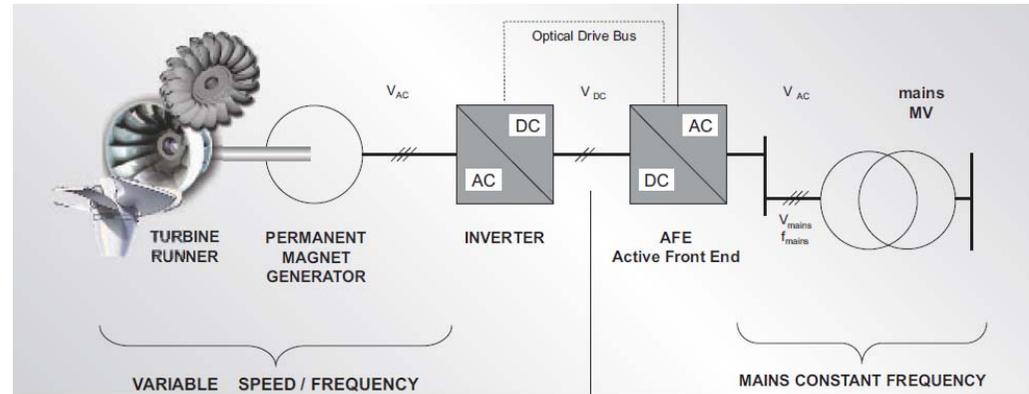
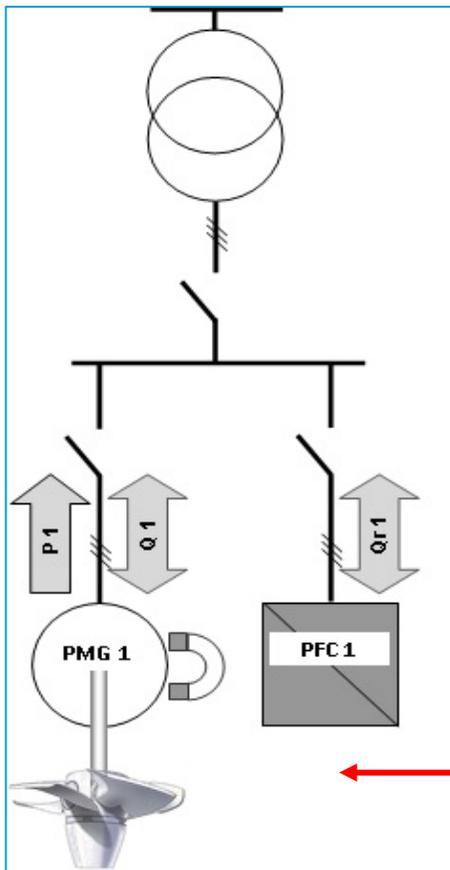
Due soluzioni possibili:

- Generatore elettrico a velocità fissa. Connessione diretta in rete con sistema di rifasamento

- Generatore a velocità variabile. Connessione in rete tramite convertitore di frequenza

Tipiche potenze da qualche centinaio ad alcune migliaia di kW

La Mini Idro: l'energia è prodotta in maniera continua. Può risentire dei cicli stagionali.



Soluzione con generatore a magneti permanenti.

A frequenza variabile con inverter.

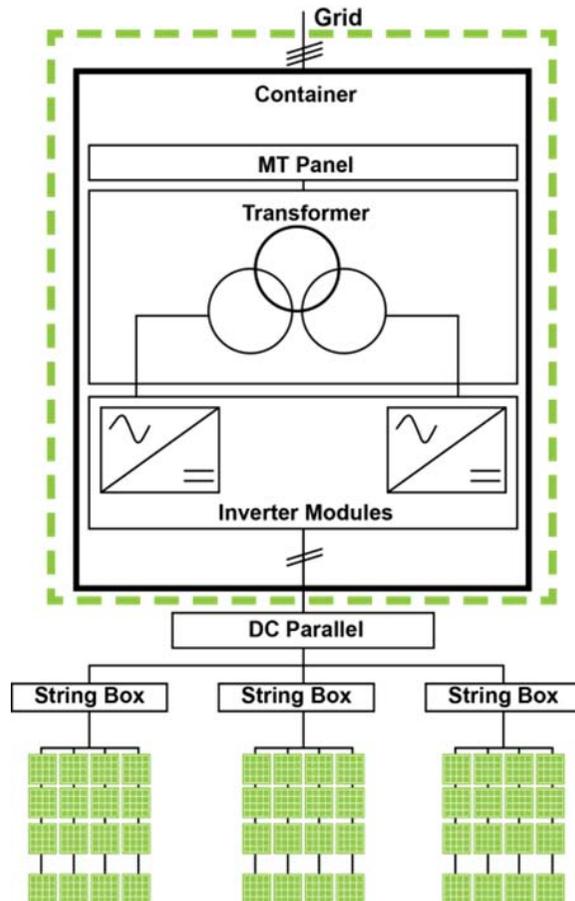
A frequenza fissa con sistema di compensazione del fattore di potenza.



Potenze tipicamente installate: da qualche decina di kW alcuni MW.

Installazioni su fiumi e canali.

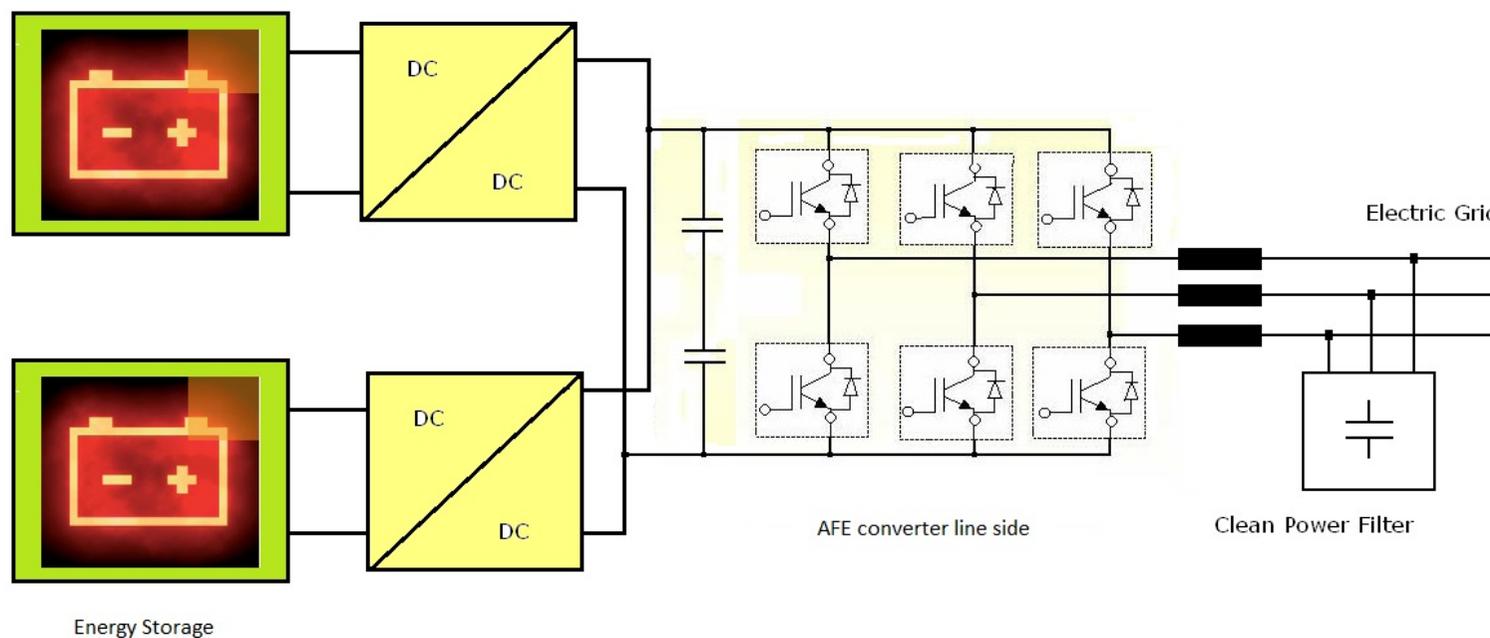
Il fotovoltaico: l'energia è prodotta in maniera non programmabile con variazioni sia nell'arco della giornata sia nell'arco delle stagioni.



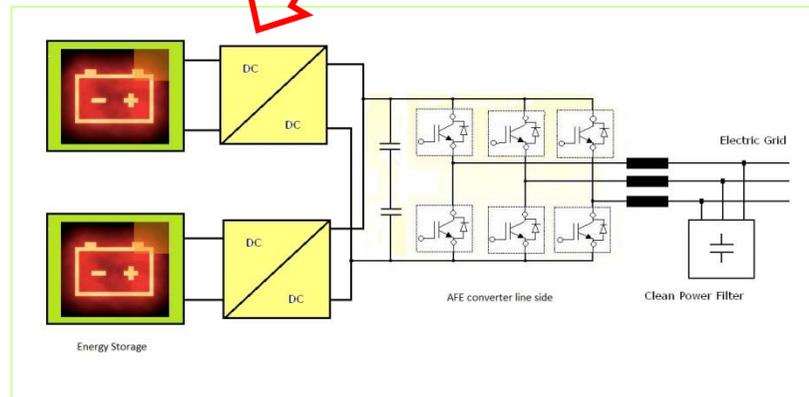
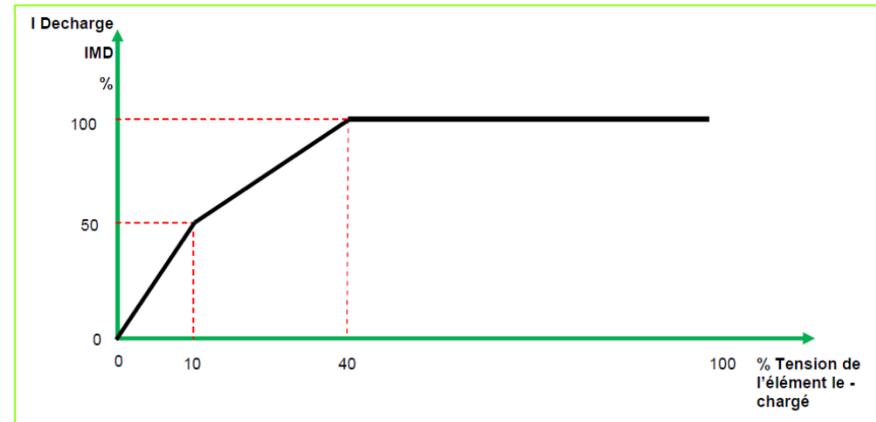
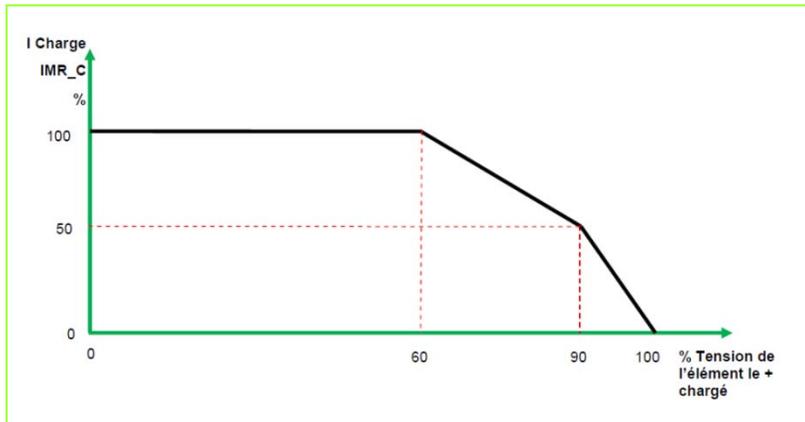
Installazioni da qualche kW a diversi MW per unità di conversione.

Il sistema di accumulo di energia con batterie elettrochimiche (EES).

Per la connessione di batterie elettrochimiche alla rete elettrica si fa riferimento nel seguito allo schema qui sotto riportato. Si utilizza un sistema a doppio stadio che prevede un inverter munito di filtro clean power lato rete, ed uno stadio dc/dc interposto tra i gruppi di batterie e dc link dell'inverter, quale regolatore di carica/scarica. Le batterie sono dotate di un proprio BMS (Battery Management System) che comunica col sistema di controllo dell'inverter. Quest'ultimo comunica poi con i sistemi di controllo e supervisione dei gestori di rete.

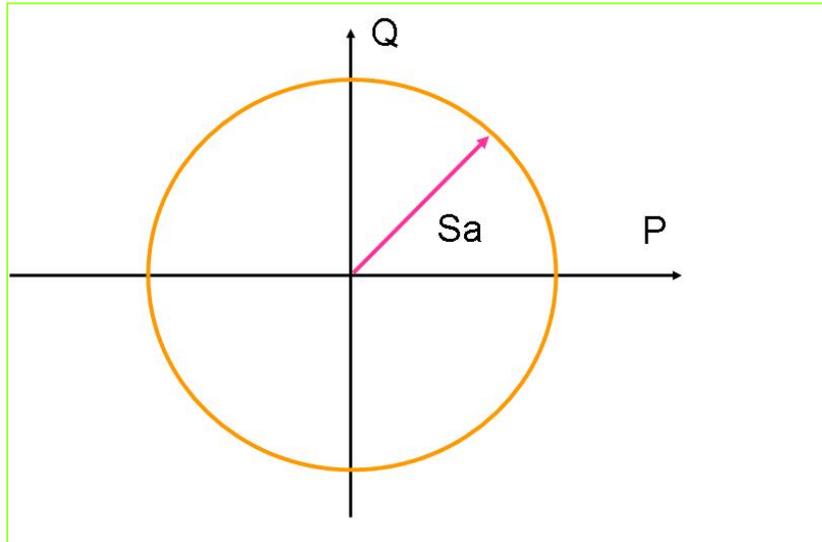


Il sistema di accumulo di energia con batterie elettrochimiche (EES).

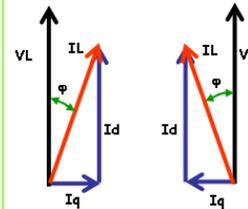


La carica e la scarica delle batterie sono controllate per gruppi separati tramite dc/dc converter. Qui sopra alcune tipiche curve di carica e scarica.

Il sistema di accumulo di energia con batterie elettrochimiche (EES).

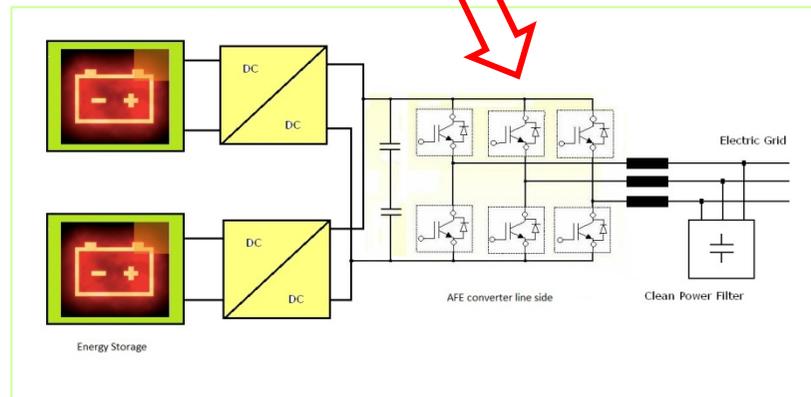
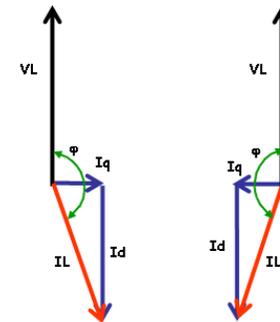


The AFE inverter absorbs energy from the grid with a lagging power factor (left) or leading power factor (right)



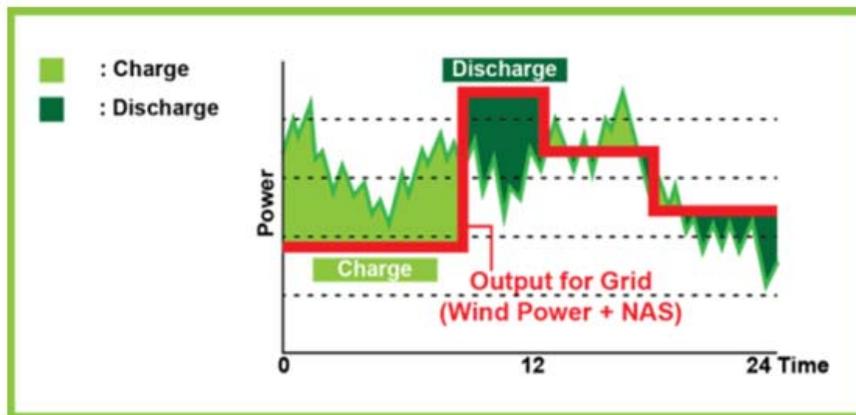
Legend:
VL = Phase Voltage
IL = Line Current
Id = Active Current
Iq = Reactive Current

The AFE inverter generates energy to the grid with a lagging power factor (left) or leading power factor (right)



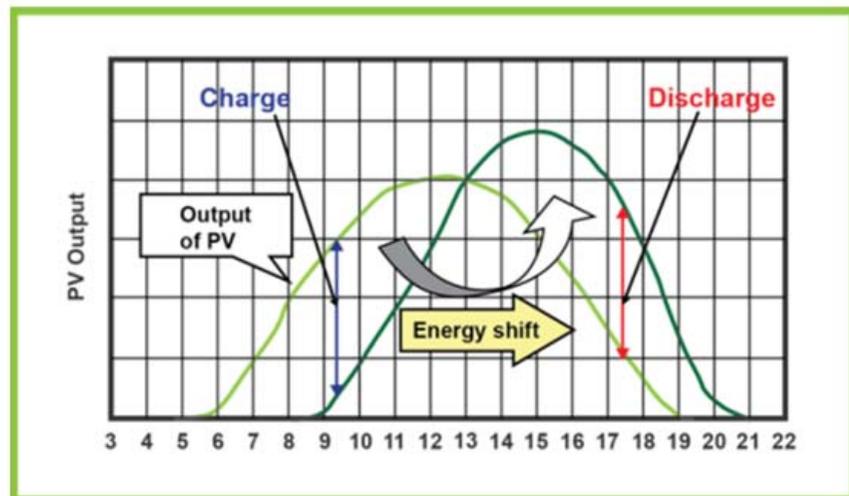
Il convertitore AFE funziona su 4 quadranti di un piano P-Q. Il limite di funzionamento è stabilito dal cerchio di raggio S_a , la massima potenza apparente disponibile dall'inverter.

Power Balancing



Power balancing:
compensating the random
production of energy from
wind and sun in real time

Time Shifting



Time shifting / peak
shaving: the system
can store the energy
when the load of the
grid is weak and it can
inject energy during
the peak hours.

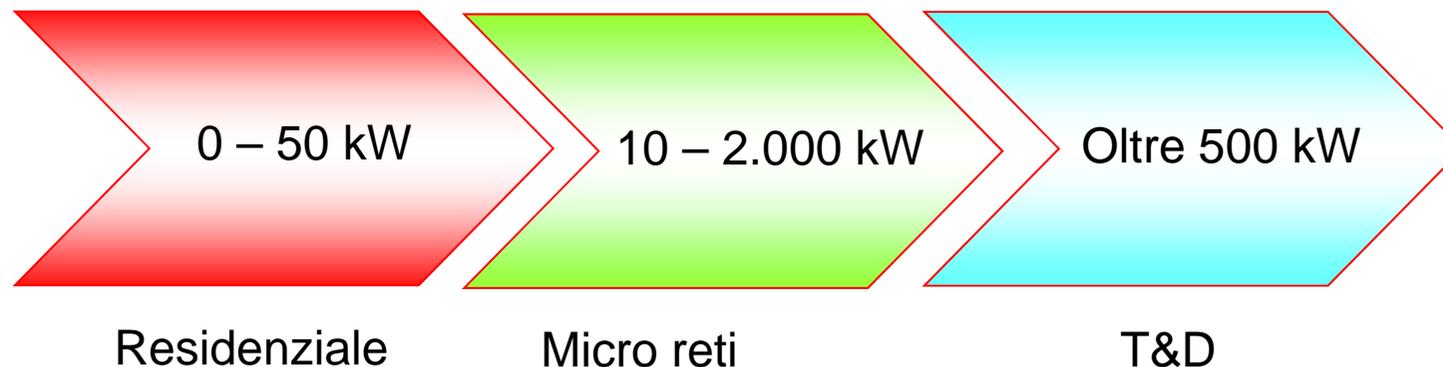
L' EES è un sistema scalabile

Il sistema di accumulo basato su batterie elettrochimiche offre l'importante vantaggio della "scalabilità" in termini di potenza.

Il campo di applicazione è quindi molto ampio e va da frazioni di kW/kWh a decine di MW/MWh.

L'ambito della Trasmissione e Distribuzione richiede oggi sistemi da centinaia/migliaia di kW/kWh.

La scalabilità dei EES con tecnologia elettrochimica si presta bene in ambiti non identificabili strettamente come Trasmissione e Distribuzione dell'energia nel senso comune del termine: tra questi spiccano sia le micro reti sia le applicazioni domestiche e residenziali.



Come integrare i componenti nella Smart Micro Grid per l'efficienza energetica.

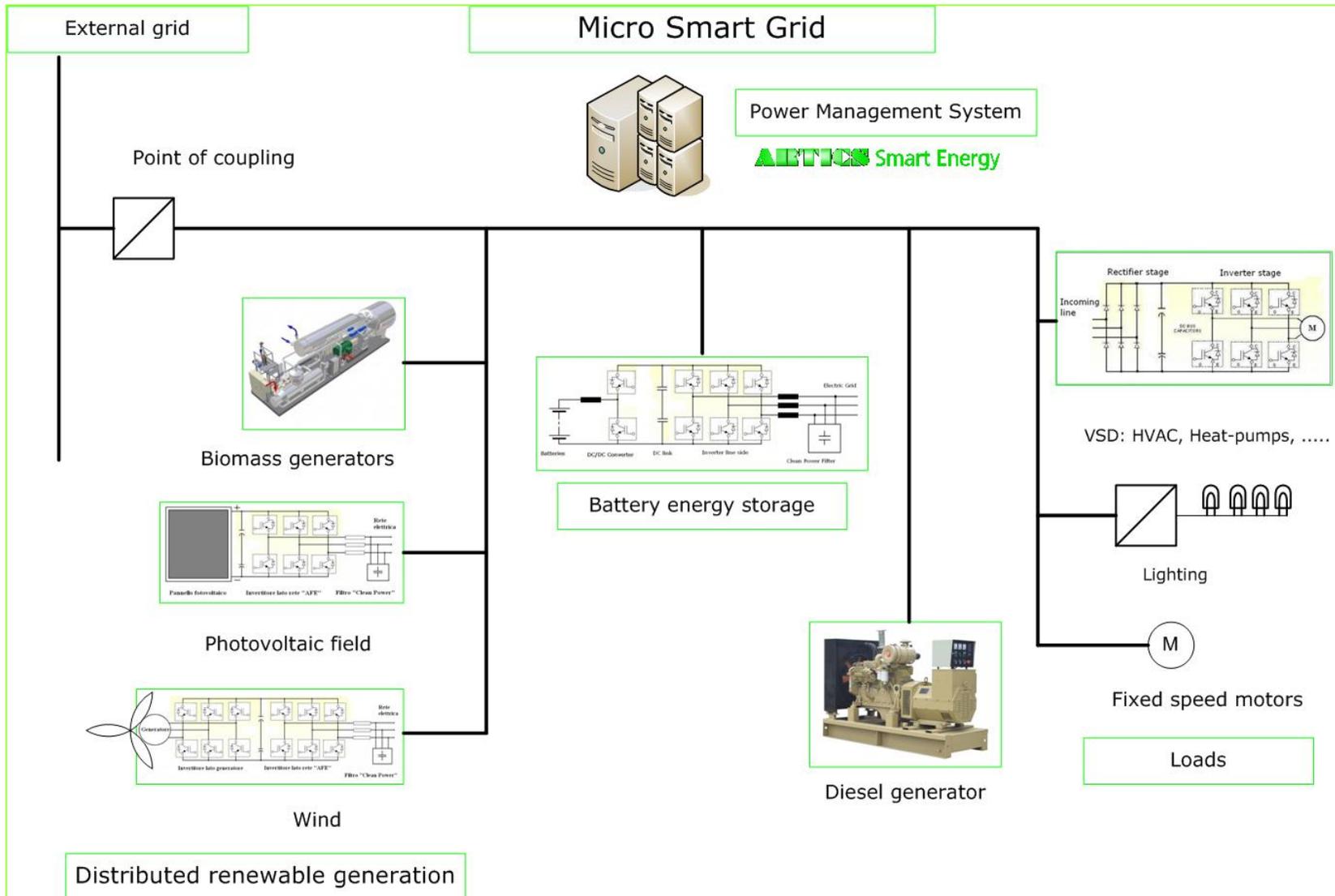
Integrare e gestire i componenti di generazione e di utilizzo dell'energia in un unico contesto consente di rendere più efficiente l'utilizzo dell'energia.

Una rete isolata o una parte di rete esistente può essere una micro rete.

Due elementi caratteristici:

- possedere una capacità di autoproduzione significativa rispetto al suo consumo.
- disporre di un sistema di controllo e di monitoraggio (Power Management System – PMS) sia della produzione che dei carichi.

La Smart Micro Grid: schema di riferimento.



Smart Micro Grid: caso di rete isolata.

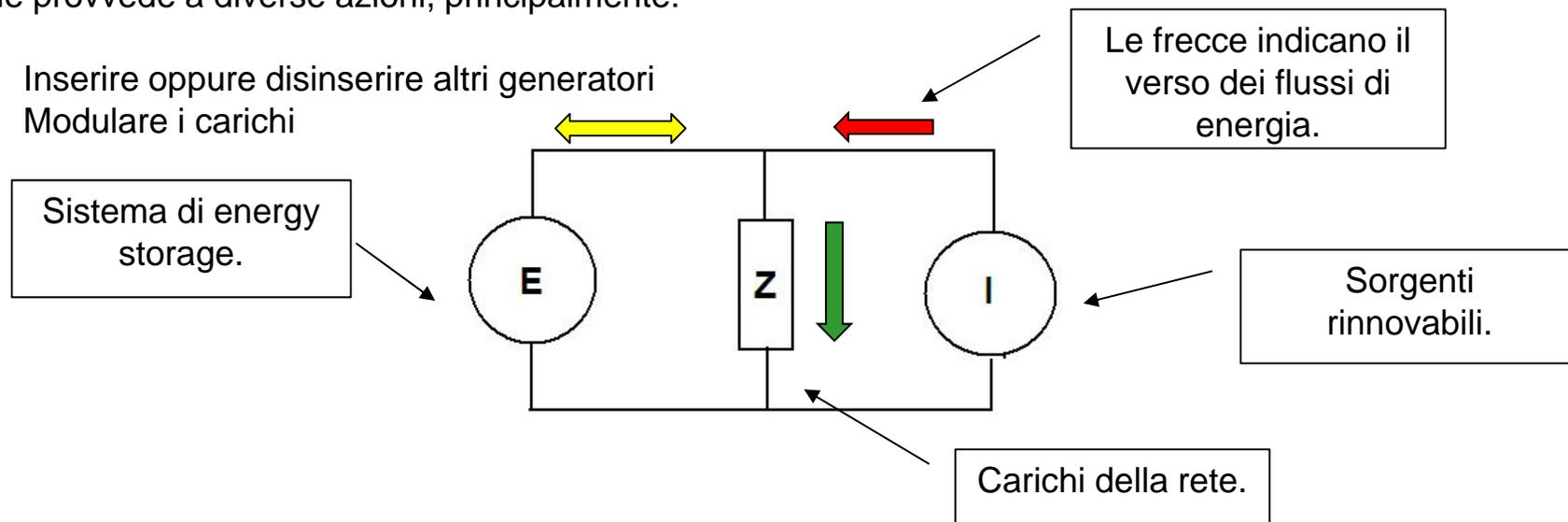
Nel caso più semplice la micro rete, sconsnessa dalla rete principale, sarà alimentata solo da sorgenti di energia interne sia rinnovabili sia convenzionali.

Possiamo identificare il sistema EES come un generatore di tensione a frequenza costante, mentre gli altri generatori possono essere considerati come generatori di corrente.

In condizioni di normale operatività (generatori termici non connessi) lo scambio di potenza attiva tra le sorgenti rinnovabili, i carichi ed il sistema EES è automatico, finché non si va contro i limiti della batteria stessa (carica massima, carica minima, corrente in eccesso al valore limite)

Quando si incorrono nei limiti di prestazione di batteria interviene il sistema di supervisione e di controllo che provvede a diverse azioni, principalmente:

- Inserire oppure disinserire altri generatori
- Modulare i carichi



Smart Micro Grid: caso di rete isolata.

Produrre energia per piccole comunità, in alternativa alle fonti convenzionali.

E' il caso delle isole oppure di zone non servite da adeguate infrastrutture di trasmissione dell'energia.

La soluzione si presta a ridurre i consumi di generatori termici, con conseguente risparmio di combustibile e costi di trasporto.

Minore inquinamento soprattutto in aree che richiedono grande attenzione all'ambiente.

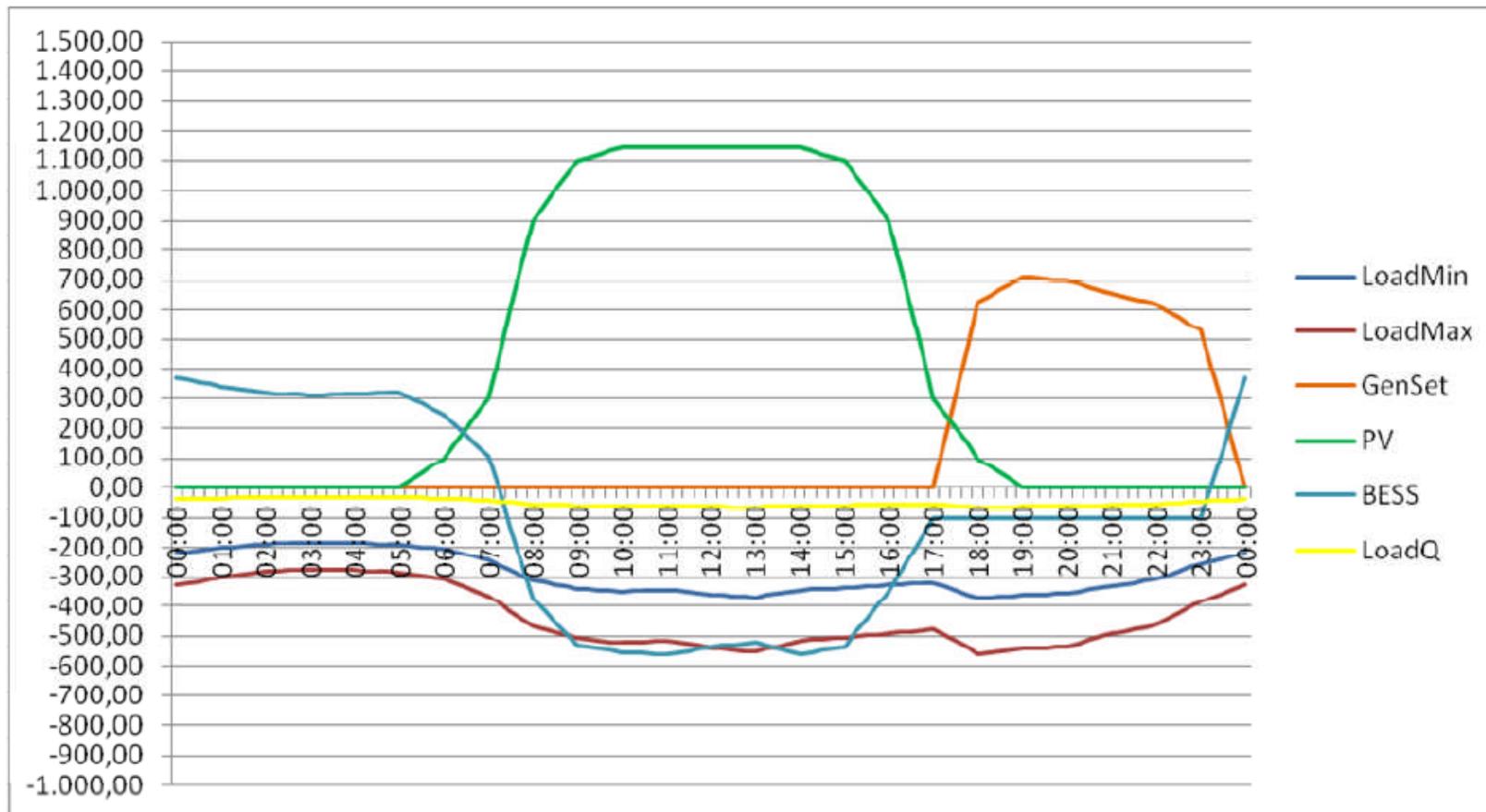
Le regolazioni primarie di tensione e di frequenza sono affidate ai sistemi di generazione e di storage mentre le regolazione secondarie sono affidate al sistema di supervisione e di controllo della Smart Micro Grid.

In questo caso assumiamo che la produzione di energia sia principalmente da fonte rinnovabile integrata con sistema di accumulo.

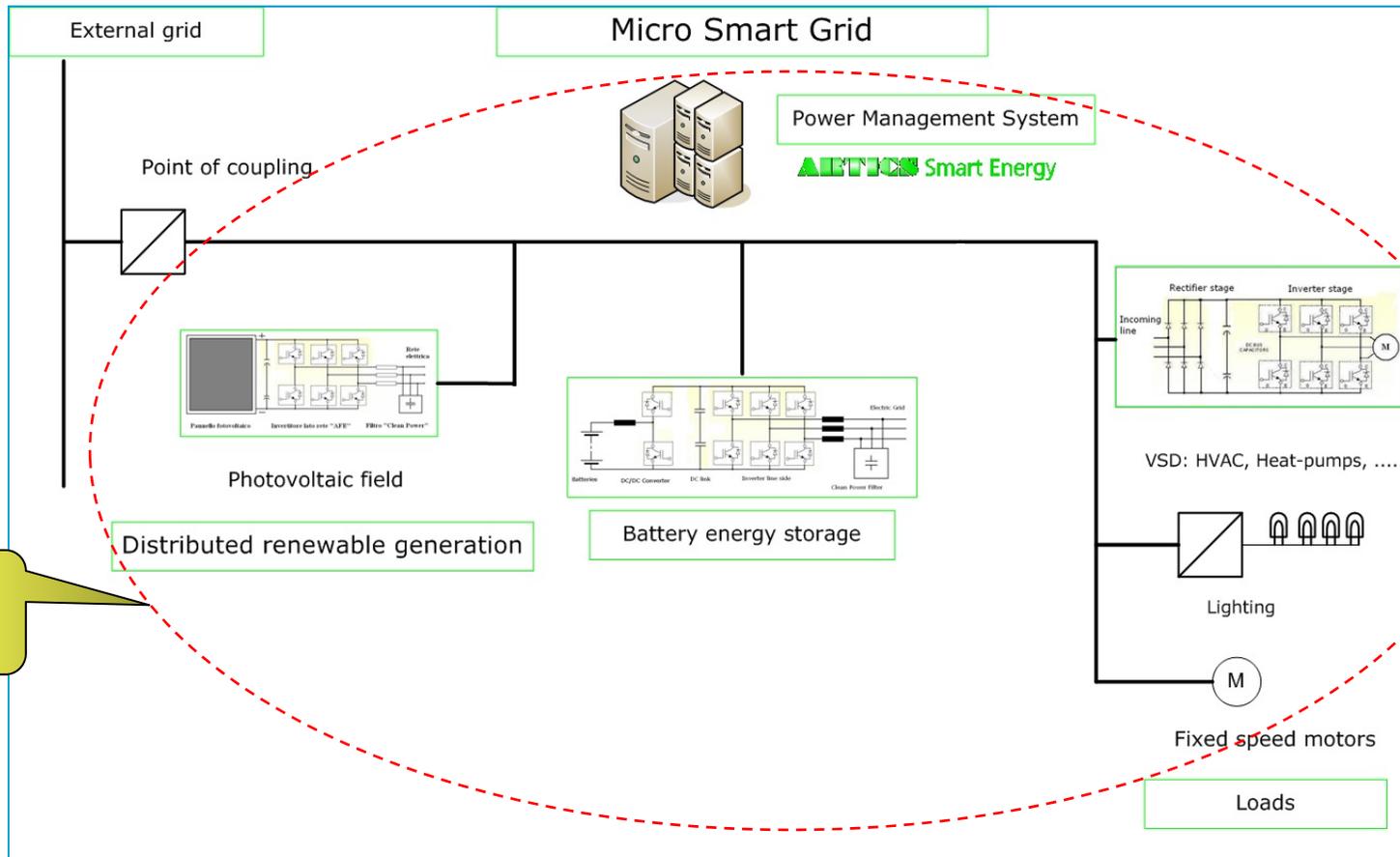
In condizioni di emergenza si attiva un generatore diesel oppure, se attivabile, la connessione con una rete esterna.

Smart Micro Grid: Pianificazione.

Il dimensionamento delle sorgenti di energia viene valutato in funzione dell'assorbimento dei carichi distribuendolo tra le varie fonti. Uno studio dell'andamento giornaliero dei carichi permette di ottimizzare la produzione di energia dalle varie sorgenti. Qui sotto un esempio con generatori tradizionali e sorgenti rinnovabili, unitamente ad elementi di accumulo.



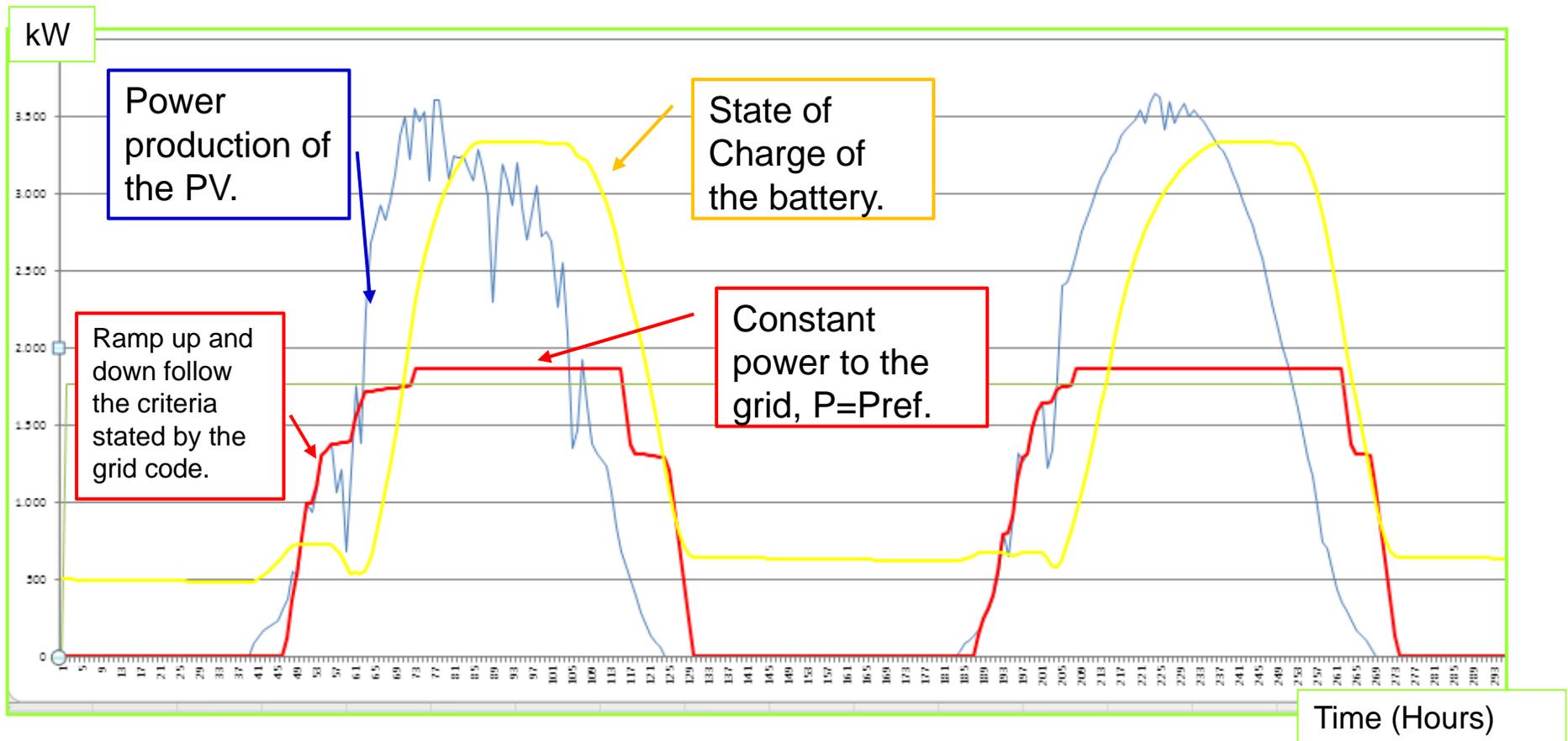
Smart Micro Grid: caso con solo fotovoltaico ed EES



Concetto di SEU

Questo schema è una semplificazione del caso di micro rete. La presenza di un ESS consente di trasformare un generatore fotovoltaico (per sua natura non programmabile) in un sistema programmabile. In tal caso il sistema PV+EES può essere anche comandato secondo un «Profilo di Potenza» programmabile «per il giorno dopo».

Smart Micro Grid: caso con solo fotovoltaico ed EES

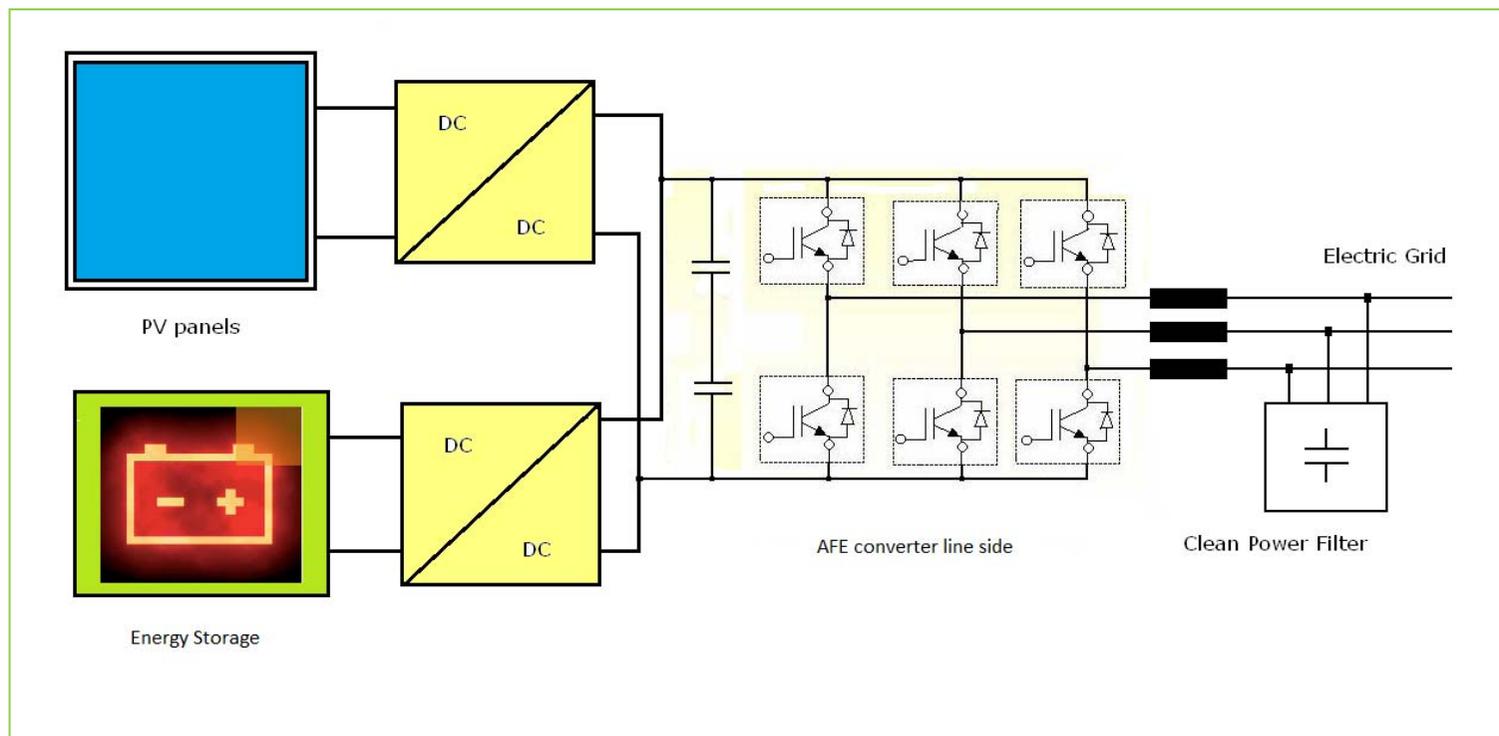


Il diagramma mostra come si possa programmare «per il giorno dopo» la potenza immessa in rete secondo un certo profilo, di solito a «Potenza Costante». Le batterie subiscono un ciclo di carica durante le ore nelle quali l'energia fotovoltaica è in eccesso e la rendono quando il sole decresce.

Smart Micro Grid: caso con solo fotovoltaico ed EES. Evoluzione.

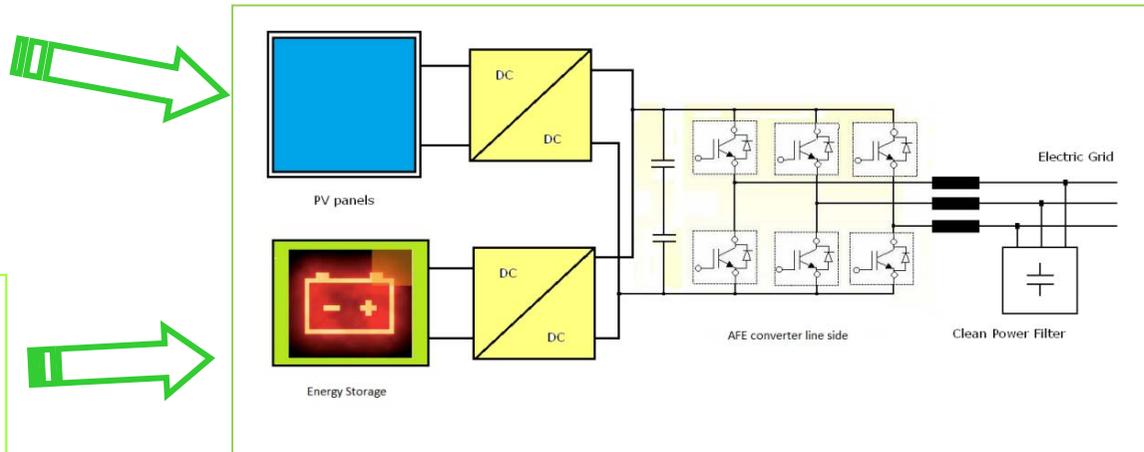
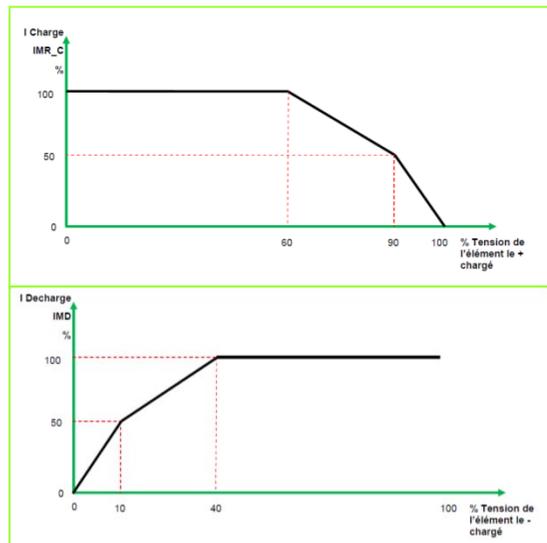
Una soluzione utile ad aumentare l'efficienza dei sistemi fotovoltaici associati ad elementi di accumulo consiste nell'usare la tecnica del collegamento tramite dc bus, con un unico inverter di collegamento alla rete in alternativa alla soluzione di avere il sistema fotovoltaico ed il sistema EES separati e tra loro connessi tramite la rete in ac.

Le batterie e l'impianto fotovoltaico sono connessi al dc bus tramite convertitori dc/dc.



Smart Micro Grid: caso con solo fotovoltaico ed EES. Evoluzione.

MPPT



I convertitori dc/dc che collegano il campo fotovoltaico al dc bus dell'inverter svolgono la funzionalità di MPPT.

I convertitori dc/dc che collegano le batterie al dc bus dell'inverter regolano la corrente di carica e di scarica, tenendo conto dei limiti delle batterie stesse in termini di SOC e di massima corrente.

Grazie per l'attenzione