Smart grid: funzionalità e infrastrutture

Francesco Benzi, Gianpietro Granelli, Mario Montagna

Dipartimento di Ingegneria Elettrica
Università di Pavia

Cos’è una smart grid

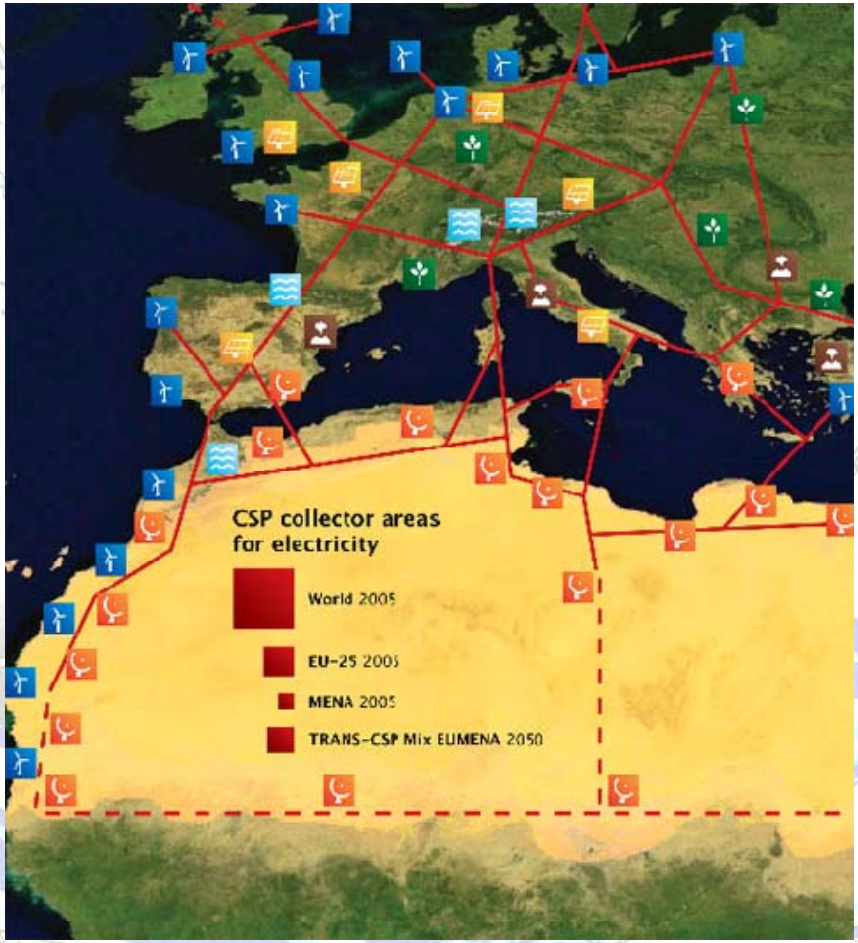
- E’ una rete bidirezionale:
  - in grado di gestire flussi di potenza verso l’utente, ma anche nel senso opposto
- E’ una rete intelligente:
  - costituisce una piattaforma di calcolo distribuito di grandi potenzialità
  - si ottiene sovrapponendo una rete informatica di comunicazione alla tradizionale rete di potenza

Smart grid: gli obiettivi

- Favorire l’integrazione della generazione da fonti rinnovabili
- Rendere la rete e il servizio di fornitura dell’energia più affidabile
- Consentire all’utente un migliore controllo in termini di gestione (anche economica) del suo carico elettrico

Scenari futuri per la rete

- Club di Roma: iniziativa DESERTEC
- Sfruttamento del deserto del Sahara per fornire energia a Europa Nord Africa e Medio Oriente (mediante linee in continua)
- Problemi finanziari e di instabilità sociale



Scenari futuri per la generazione

- “Combined Power Plant” (Kombicraftwerk):
  - Combinare più impianti a fonte rinnovabile per migliorare la disponibilità
  - Esempio: gen. eolico + fotovoltaico + mini idro + biomassa = affidabilità paragonabile a quella di una centrale termica convenzionale

Gestione dei carichi

- Una Smart Grid deve favorire la gestione ottimale del carico (demand-side management) …
- … sfruttando informazioni elaborate dal contatore dell'energia
- Esempi: ricarica di batterie, gestione frigoriferi e condizio-natori d'aria

Smart grid per il controllo in emergenza

- Obiettivo:
  - individuare tempestivamente la formazione delle isole separate della rete
  - interrompere la “reazione a catena” degenerativa che porta al black-out
  - favorire una rapida risincronizzazione della rete elettrica a partire dalle isole in cui è rimasta attiva della generazione

Il “grande black-out”

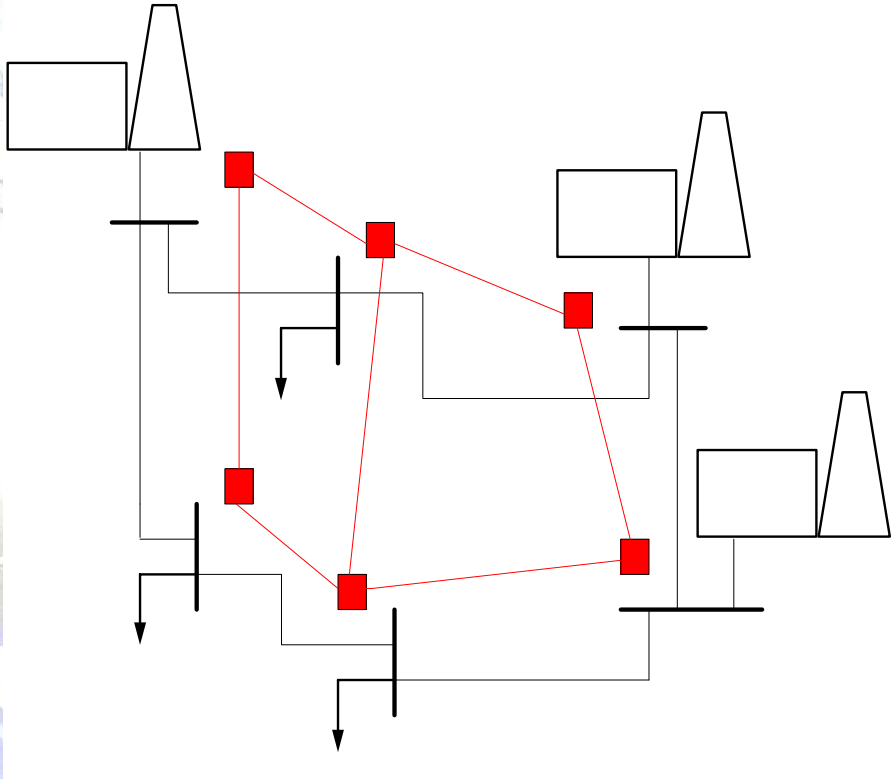
- New York City: 13 Luglio 1977
  - ore 20.00: il carico della città oscilla intorno ai 6000 MW; un temporale si sta avvicinando
  - ore 20.37: un fulmine colpisce una linea a doppia terna facendola aprire
  - ore 20.55: tutta la generazione disponibile è messa in servizio, un secondo fulmine colpisce una terza linea mettendola fuori servizio
  - ore 21.19: a causa della dilatazione termica un’altra linea va in corto circuito
  - ore 21.29: anche l’ultima linea di collegamento si apre, lasciando la città con un deficit di potenza di 1700 MW
  - ore 21.36: New York è completamente al buio

Le conseguenze

- Il ripristino del servizio è avvenuto nella tarda serata del giorno successivo. Nel frattempo:
  - 1616 saccheggi di negozi
  - 1037 interventi dei vigili del fuoco
  - 3776 arresti
  - 4000 persone evacuate dalla metropolitana
- Il sindaco Abe Beame non è stato più rieletto
- Nella primavera 1978 si è registrato nella zona di New York un picco del tasso di natalità

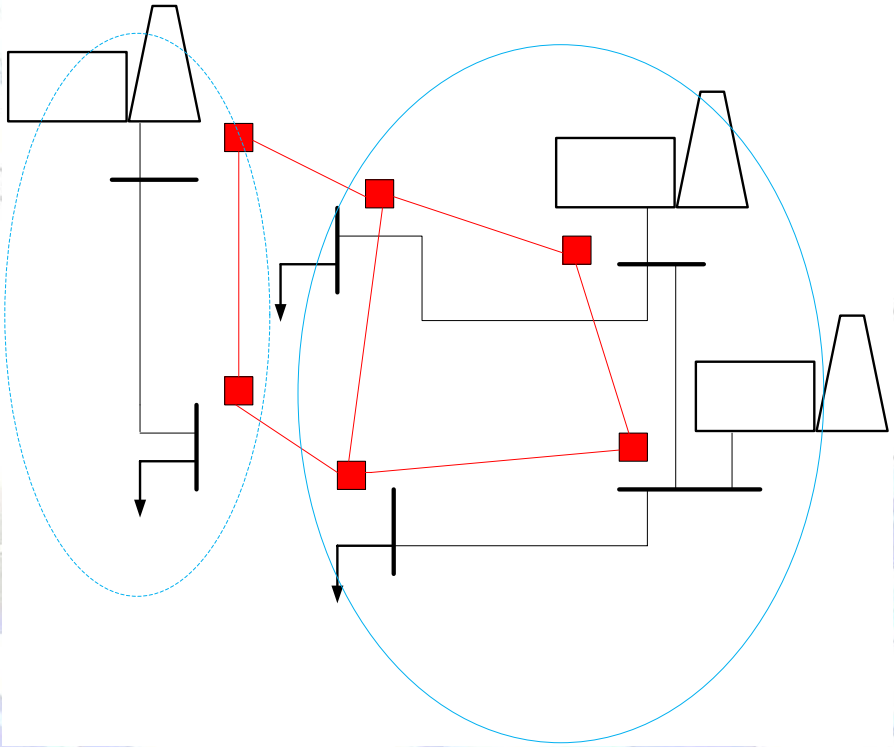
Smart grid per il controllo in emergenza

- Ora abbiamo due livelli di intelligenza:
  - sistema di protezione (distribuito, ma limitato)
  - centro di controllo (centralizzato, ma lento)
- E' possibile introdurre un livello intermedio costituito da processori di impianto collegati secondo la stessa topologia della rete



Controllo in emergenza: l'alternativa della smart grid

- I processori di stazione, operando in modo coordinato, avviano un programma di distacco carico e regolazione dei generatori, in tempi molto più rapidi di qualsiasi centro di controllo



Infrastrutture per la Grande rete
Il ruolo dei FACTS

- Il ruolo dei FACTS (Flexible AC Transmission Systems) diventerà sempre maggiore:
  - FACTS in derivazione (STATCOM e SVC) sono già in uso per la regolazione di tensione dei campi eolici
  - FACTS in serie (TSC e UPFC) per il controllo dei flussi di potenza nelle reti interconnesse

Infrastrutture per la Grande rete
Sistemi e standard di comunicazione

- Il mezzo fisico: il ruolo fondamentale di onde convogliate (PLC), sistemi wireless telefonici e in radiofrequenza
- Standard aperti e estendibili, applicabili alle caratteristiche di tre settori:
  - **il telecontrollo della rete di potenza**
  - **il sistema di misura dell'energia (smart metering)**
  - **la domotica e l'automazione di edificio**

Infrastrutture per la Grande rete
Sistemi e standard di comunicazione

- Standard per il telecontrollo delle reti di potenza:
  - **IEC 60870-5-101**
  - **DNP3 (Distributed Network Protocol)**
  - **IEC 61850**
  - **IEC 61968/61970 CIM/GID**

Infrastrutture per la Grande rete
Sistemi e standard di comunicazione

- Standard per i sistemi di misura:
  - **DLMS/COSEM (IEC 62056, EN 13757)**
  - **M-BUS (EN 1434-3, EN 13757)**
  - **MODBUS**

Infrastrutture per la Grande rete
Sistemi e standard di comunicazione

- Standard di comunicazione per edifici e domotica:
  - **Konnex (KNX, EN 50090)**
  - **LonTalk (EIA-709.1)**
  - **SCS (BTicino)**
  - **IEEE 802.15.4 e ZigBee**

Infrastrutture per la Grande rete
Sistemi e standard di comunicazione

- Il Mandato della Commissione Europea M/441 (2009)
  - Rivolto a CEN (Comité Européen de Normalisation), CENELEC (Comité Européen de Normalisation Électrotechnique) and ETSI (European Telecommunications Standards Institute) per lo sviluppo di un'architettura aperta per la comunicazione dei dati di misura, orientata a standard interoperabili

Infrastrutture per la Grande rete
Il ruolo dei contatori intelligenti

- Gli Smart Meters per l'energia (elettricità in primo luogo, ma anche calore, gas e acqua) sono punti di misura e nodi critici dell'intera Rete.
- Vantaggi immediati per le utilities
- Possibili vantaggi anche per gli utenti

Infrastrutture per la Grande rete
Aspetti normativi

- Le normative sono emanate generalmente dalle Autorità nazionali, che definiscono, per le diverse tipologie di contatori (in base alla potenza installata, alle applicazioni industriali o domestiche) le grandezze da misurare, con la rispettiva precisione e frequenza di lettura

Infrastrutture per la Grande rete
Aspetti tecnici per Smart Meters

- Lo standard di comunicazione: **aperto, flessibile, aggiornabile**
- L'architettura della rete: **il ruolo del contatore deve essere abbastanza autonomo**
- Il display di consumo: **accessibile all'utente, attraverso ripetitori, effettivamente interattivo**

Smart Grid

Prospettive

- I componenti e le tecnologie sono ampiamente disponibili
- Le infrastrutture e gli standard sono in fase realizzativa, ma ancora lontani da soluzioni definitive
- Il ruolo della ricerca accademica, industriale e degli enti politici e di certificazione