



LEDs Divulga

organizzato da

LEDs - L'Energia Degli Studenti

LA RETE GLOBALE DEL FUTURO

L'HVDC che connette il mondo

2016/17

Approfondimento a cura di:

Francesco Borgognoni

Alessandro Braggion

Marco Cervi

LEDs – L'Energia Degli Studenti

Associazione di studenti di Ingegneria dell'Energia, Energia Elettrica
ed Energetica dell'Università degli Studi di Padova

Let's build a global power grid

Articolo originale pubblicato da Clark W. Gellings su IEEE Spectrum il 28 Luglio 2015

In questi anni ha assunto grande rilevanza in ambito accademico il concetto di “smart grid” (rete intelligente), spesso sovrapposto – sia a ragione, che a torto – a quello di “[microgrid](#)” (rete autosufficiente). L’avvento della [generazione distribuita](#) tramite fonti rinnovabili (RES) ha infatti costretto gli ingegneri a ripensare completamente il modello della rete elettrica, immaginando un futuro in cui ogni centro abitato e polo industriale consumeranno l’energia da loro stessi prodotta a livello locale, in modo sostenibile e pienamente efficiente. Ciò significherebbe, tradotto in termini pratici, suddividere le reti nazionali in piccole unità autonome, ciascuna dotata di un proprio sistema di generazione da pochi MW (ad esempio un “parco” fotovoltaico costituito dalla totalità dei pannelli installati sugli edifici) gestito in modo “smart” da una serie di sensori e strumenti informatici, che monitorano istante per istante ogni componente ([Internet of Things](#)).

Ovviamente questo modello presuppone che sia possibile sfruttare le rinnovabili in qualunque punto del pianeta, ma sappiamo, invece, che purtroppo non è così. Il grosso problema delle RES è che si tratta di fonti intermittenti, non programmabili, non uniformemente distribuite sul territorio e spesso situate lontano dai luoghi in cui la loro energia è effettivamente richiesta. Inoltre, in mancanza di efficienti ed economici sistemi di accumulo, settorializzare la rete elettrica rende estremamente più difficile il bilanciamento puntuale della produzione e dei consumi. Appare dunque evidente come per essere “smart” non sia sufficiente diventare “micro”.

Ed è per questo che da qualche tempo è tornata in auge l’idea diametralmente opposta: allargare, oltre che rimpicciolire. Pensando in grande, gli ingegneri hanno valutato quali vantaggi deriverebbero dalla costruzione di una rete di dimensioni eccezionali, mai raggiunte prima, ovvero di una “super grid”, in grado di interconnettere fra loro ben cinque continenti. Questo tipo di collegamento consentirebbe il pareggio, istante per istante, tra produzione e consumi: qualora in un certo punto del globo vi fosse un picco di produzione, l’energia in eccesso potrebbe essere spacciata a migliaia di chilometri di distanza, per essere utilizzata in un luogo in cui le fonti locali non sono in quel momento sufficienti a soddisfare la domanda. E viceversa.

Per realizzare un sistema di trasmissione che copra distanze così grandi, è necessario agire su due fronti: prima cosa, alzare la tensione; secondo, passare dalla corrente alternata a quella continua. È evidente, infatti, come i più grossi limiti all’estensione di una linea siano le dissipazioni di potenza (sia attiva che reattiva) e le conseguenti cadute di tensione. Ma un sistema in HVDC (High Voltage Direct Current) permetterebbe, a parità di potenza, di ridurre in modo sostanziale:

- le perdite attive (la resistenza di un conduttore è infatti sensibilmente maggiore in AC, a causa dell’effetto pelle e dell’effetto di prossimità);
- le perdite reattive legate ai campi magnetici ed elettrici;
- la sezione dei conduttori (sempre perché in DC non sussiste l’effetto pelle), almeno per quelli monometallici (per i bimetallici l’anima d’acciaio ha funzione strutturale, non può essere dunque eliminata);
- la distanza di isolamento nelle linee aeree (e quindi la superficie occupata dagli elettrodotti) e lo spessore del dielettrico nei cavi;
- la temperatura di esercizio (con conseguente aumento di portata);
- i problemi di stato del neutro sui livelli di tensione più alti;

- altre questioni relative all'utilizzo di trasformatori, alla perdita di passo tra sistemi interconnessi, alle reattanze di compensazione, all'effetto Ferranti, allo smaltimento del calore, all'inquinamento elettromagnetico, ecc.

Nonostante gli indiscutibili vantaggi, l'HVDC presenta ancora diversi problemi che rendono tale sistema poco flessibile per la maggior parte delle applicazioni e che ne hanno impedito la diffusione per tutto il corso del '900. Brevemente si può dire che l'HVDC richiede:

- 1) un percorso di ritorno che chiuda il circuito (tale percorso può essere realizzato con un apposito conduttore, oppure, ove possibile, sfruttando il terreno o il mare);
- 2) l'installazione di complessi convertitori AC/DC e DC/AC agli estremi di ciascuna linea, per consentire l'allacciamento alle reti di trasmissione e distribuzione preesistenti (in alternata); ulteriore elettronica di potenza è necessaria per variare il livello di tensione, in quanto i tradizionali trasformatori non funzionano in continua;
- 3) la progettazione di interruttori DC in grado di rispondere, in pochi millisecondi, a correnti dell'ordine delle decine di kA;
- 4) l'utilizzo di conduttori, isolatori e altri dispositivi, che possano sopportare tensioni superiori agli 800 kV mantenendo basse le perdite.

Gli ingegneri hanno lavorato per decenni per soddisfare le specifiche, ma finora non hanno ottenuto risultati soddisfacenti. Infatti, i convertitori oggi in uso (detti [VSC](#) – voltage-source converters – basati sui transistor IGBT – insulated-gate bipolar transistors) sono dispositivi piuttosto costosi e non esenti da perdite, mentre gli interruttori non raggiungono ancora le prestazioni desiderate. Inoltre, l'idea di utilizzare cavi superconduttori per aumentare l'efficienza della rete sembra ancora lontana dall'essere economicamente e tecnicamente praticabile. Si stima dunque che – ad oggi – una linea HVDC risulti conveniente soltanto quando il collegamento richiesto superi i 500 km di lunghezza.

Un'altra enorme difficoltà che i progettisti dovranno affrontare sarà quella di uniformare, a livello internazionale, gli standard elettrici e costruttivi, nonché i protocolli e le misure di sicurezza. Ricordiamo infatti che: paese che vai, frequenza e tensione che trovi. Sarà anche necessario stabilire come la nuova rete dovrà essere amministrata (o, meglio, *da chi* verrà amministrata), nonché ideare un sistema per un'efficace gestione dei flussi di dati e di potenza.

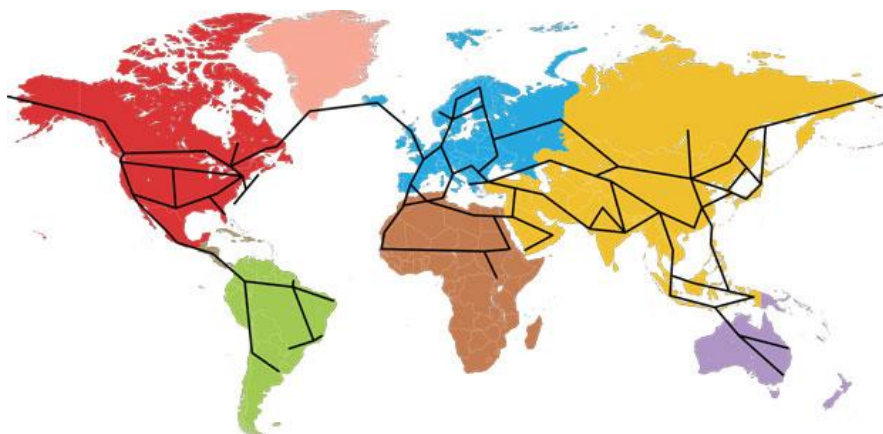
Al di là delle varie questioni tecniche, che prima o poi verranno sicuramente risolte, i problemi più grossi, che tarpano le ali a chi sogna la super grid globale, sono di tipo squisitamente politico ed economico. È evidente infatti come un'impresa così colossale, che coinvolge centinaia di paesi e popolazioni, distribuiti su cinque continenti, dovrà essere necessariamente preceduta da un'infinità di trattative a livello internazionale, affinché gli interessi di tutti vengano tutelati.

Ma qualora anche un accordo venisse raggiunto, ciò non decreterebbe dicerto fine degli impedimenti: la storia recente ci insegna, infatti, che non sempre i governi mantengono gli impegni che essi stessi hanno sottoscritto, specie quando si tratta di concedere investimenti all'esterno dei propri confini nazionali (vedi i [finanziamenti](#) per la lotta contro il cambiamento climatico). La sfida dunque sarà riuscire a smuovere enormi capitali pubblici ed attrarre poi investitori privati, per coordinarli in seguito tramite un apposito ente sovranazionale.

Per dare un'idea delle dimensioni dell'investimento che potrebbe essere necessario: [è stato stimato](#) che un singolo cavo sottomarino per HVDC a 800 kV, per 3 GW di potenza trasmessa, arriverebbe a costare attorno agli 1,5 milioni di dollari al km, mentre le cabine di conversione circa 300 milioni ciascuna.

Non tutto è fermo però. In [Cina](#) sono già operative diverse linee U-HVAC (tra cui la linea U-HV [più lunga](#) al mondo) e HVDC, che trasmettono attraverso il paese l'energia prodotta dal sole e dal vento (a nord) e dall'idroelettrico (a sud), e si prevede che nei prossimi 20 anni verranno investiti 4000 miliardi di dollari per rivoluzionare il sistema elettrico nazionale.

Anche in [Europa](#) il progetto di una rete comune sta facendo qualche passo avanti. Mentre la [Germania](#) spegne le sue centrali nucleari, le fonti rinnovabili sono in grossa crescita: costruendo un sistema strategico di linee HVDC, sarebbe possibile connettere il continente (dove la densità di popolazione e la produzione industriale sono maggiori) ai vasti parchi eolici del nord e a quelli fotovoltaici delle zone mediterranee.



A quel punto si potrebbe pensare anche di collegare l'UE con altri Stati extracomunitari limitrofi, come la Scozia, l'Islanda, il Marocco e gli altri paesi nordafricani, la Turchia, la Russia, il Kazakistan, ecc.

Più difficile sarà realizzare progetti simili in continenti più grandi, ove i rapporti diplomatici sono più tesi, anche se sono già state avanzate proposte di collegamenti tra Nord America e Sud America, Asia e Europa, India e Cina, Australia e Sud-Est Asiatico.

Articolo originale: <http://spectrum.ieee.org/energy/the-smarter-grid/lets-build-a-global-power-grid>

Per approfondire:

- <http://www.power-technology.com/features/featurethe-worlds-longest-power-transmission-lines-4167964/>
- <http://www.qualenergia.it/articoli/20160224-smart-e-super-grid-accordo-italia giappone-le-reti-elettriche-del-futuro>
- COP22, dichiarazione di Marrakech con impegni per il clima (Ansa.it) <https://goo.gl/L1P3PA>