



Zeno Martini (admin)

## D.C. VS A.C.

10 May 2008

Articolo n° 35 su 36 del corso "[DR plus](#)". Vai all'[indice](#) del corso.

Paragrafi dell'articolo:

### **Una partita interessante**

"La tensione che utilizziamo è alternata. Poi la si converte in continua con AC adapter per svariati apparecchi. Come mai non ci viene fornita una tensione già continua?". E' una domanda che arriva nel forum e che avvia interessanti discussioni. Penso perciò utile riassumere alcune informazioni sulla trasmissione di energia elettrica in continua con le osservazioni di carattere tecnico e storico esposte dai conduttori del forum di EP anche al fine di raccogliere ulteriori commenti e notizie.

A questa discussione hanno partecipato, oltre a chi sta scrivendo:

- [Mario\\_Maggi](#)
- [6367](#)
- [NRG Power](#)

Un po' di Storia

Più di un secolo fa, Edison combatteva perché la distribuzione di energia elettrica fosse in continua. Nella Storia della tecnologia si parla di "guerra delle correnti" per indicare quella contesa, tecnologica e commerciale, che fra fine 800 e inizi del 900 si ebbe negli Stati Uniti, fra distribuzione in cc e distribuzione in ca.

La prima sostenuta da Edison, la seconda da Tesla e Westinghouse.

Edison, per avvalorare la sua tesi, si rifaceva alla maggior pericolosità della corrente alternata.

La prima sedia elettrica fu inventata a scopo propagandistico da un collaboratore di Edison, e si tentò di coniare la parola "westinghousing" per indicare la folgorazione elettrica. Non solo: organizzò l'esecuzione pubblica di una elefantessa da circo per dimostrare la pericolosità della corrente alternata.

Tuttavia, le sempre maggiori richieste di energia elettrica per l'industria, la necessità di utilizzare come fonte primaria l'energia idroelettrica distante dal luogo di utilizzo di energia, gli incendi causati dal surriscaldamento dei cavi, resero evidente che l'unica strada praticabile era quella della corrente alternata. Grazie al trasformatore, inventato in Francia ma studiato e migliorato da Galileo Ferraris, si poteva alzare la tensione, portare l'energia a grande distanza con piccole perdite e poi riabbassarla alla tensione di utilizzo, con molta efficacia. Tesla portò questi concetti dall'Europa negli Stati Uniti, e furono subito recepiti dall'industriale Westinghouse. Dopo qualche anno di contesa, anche la Edison (che poi diventò General Electric) dovette passare alla corrente alternata (**6367**)

Edison perse dunque la sua battaglia e per la distribuzione dell'energia elettrica si è affermata la corrente alternata. Macchina fondamentale da questo punto di vista è il trasformatore che permette di variare "facilmente" il valore della tensione. Il trasformatore funziona in corrente alternata. La A.C. ha dunque i pregi che la D.C. non ha. E' però vero anche il viceversa. Le innumerevoli apparecchiature elettroniche che utilizziamo necessitano della continua. Ma i motori ad induzione funzionano e funzioneranno sempre in alternata. Nell'industria la fanno da padroni perché sono i più semplici e robusti. Anche le macchine sincrone, che producono l'energia elettrica nelle centrali, hanno meno problemi dei generatori a corrente continua. Se si utilizzasse la continua, ammesso di avere dispositivi di potenza per elevare ed abbassare la tensione con la stessa facilità consentita dai trasformatori, si dovrebbe riconvertire la continua in alternata per far funzionare i motori. Si può obiettare che per regolare la velocità degli asincroni occorre ora convertire la A.C. in D.C. quindi la D.C. in A.C. e che la regolazione di velocità si diffonde sempre più. Se arrivasse la continua si risparmierebbe un passaggio.

Si possono trovare molti pro e molti contro per entrambe. Ma la storia della tecnica elettrica ha portato all'affermazione dell'alternata e se è ancora l'alternata ad arrivare nelle abitazioni e nelle industrie, significa che è stato ed è tuttora più facile la distribuzione di energia elettrica secondo questa modalità. Non è stata una scelta casuale e sciocca. Il tempo può ovviamente cambiare le cose, ma non saranno di certo

tempi brevi vista la complessità del sistema realizzato e tuttora funzionante nella produzione dell'energia elettrica. Lo scenario più probabile è la coesistenza dei due sistemi con un incremento della distribuzione in continua.

Le realizzazioni in DC

Allo stato attuale la c.c. non ha rivali nella trasmissione ad alta tensione ([HVDC](#)) in particolari condizioni come:

- distanze elevate (considera che linee in c.a. diventano sconvenienti ed irrealizzabili se si superano 800-600km in corda o 50km in cavo)
- trasmissione in acqua (ad es. tra Sardegna-Italia, tra l'altro ne stanno realizzando un altro in questi anni)

Il pregio della c.c. è di essere facilmente controllabile e gestibile essendo un sistema più stabile, tant'è che è adottata interfacciare sistemi in c.a. asincroni con diversa frequenza o fase (come avviene tra Brasile ed Argentina od in Giappone).

La trasmissione in c.c. poi ha inoltre un ridotto impatto ambientale. Gli elettrodotti sono molto meno invasivi a parità di potenza trasmessa (anche fino ad 1/4 dello spazio necessario). E' possibile trasmettere in cavo anche su lunghe distanze (cosa problematica in c.a.); non vi sono i temuti problemi di elettrosmog a causa di un'induzione magnetica stazionaria (nella realtà non è proprio esattamente così a causa di correnti armoniche comunque limitabili con filtri).

Queste soluzioni sono adottate in molte parti del mondo, in particolare per grandi potenze. Un esempio è la centrale idroelettrica della famosa diga delle tre gole in Cina è connessa mediante sistemi in HVDC. Cominciano ad affermarsi anche su dimensioni relativamente ridotte: c'è ad esempio un impianto in funzione in Svezia, nell'isola di Gotland che collega il parco eolico della zona meridionale mediante un cavo da 70km, alcune piattaforme offshore sono alimentate in HVDC e diventerà un'opzione sempre più utilizzata in futuro.

Se Edison avesse avuto gli efficienti convertitori di tensione in continua che esistono oggi, forse le cose sarebbero andate diversamente, anche perché i primi esempi di sistemi elettrici sono in c.c. dalla generazione all'utilizzazione. La generazione era affidata a più dinamo connesse in serie per incrementare la tensione di trasmissione e richiedevano una costante manutenzione a causa del consumo delle spazzole. I primi "apparati di conversione c.c./c.c." erano a controllo per così dire manuale: semplici "batterie" alimentate in serie alla linea e successivamente scollegate dalla rete, e connesse in base alle necessità, con ovvi problemi di autonomia, affidabilità e sicurezza. (**NRGPower**)

I primi impianti ad alta tensione in corrente continua furono realizzati dall'ingegnere svizzero Renè Thury. Utilizzava convertitori meccanici realizzati tramite dinamo accoppiate. Il primo impianto nel 1889 a Firenze: 14kV e 630kW su una lunghezza di 120 km. Gli impianti Thury arrivarono sino a 100 kV e furono in esercizio sino agli anni '30 (**6367**)

Ecco una tabella con elencati alcuni significativi impianti ( da *Trasmissione dell'Energia Elettrica di Antonio Paolucci ed. Cleup 1998* )

IMPIANTO	anno	d (km)	P (MW)	U (kV)	tipo di raddrizzatore
<b>Manica (Francia-Gran Bretagna), 1° impianto</b>	1961	65 cavo	160	+/- 100	<a href="#">Mercurio</a>
<b>Sardegna-Corsica-Toscana (S. Dalmazio)</b>	1967	292 aerea 121 cavo	200	200	<a href="#">Mercurio</a>
<b>Pacific-Intertie (USA)</b>	1970	1352 aerea	1440	+/-400	<a href="#">Mercurio</a>
<b>Nelson River-Manitoba (Canada) 1° impianto</b>	1976	895 aerea	1620	+/-450	<a href="#">Mercurio</a>
<b>Underwood-Minneapolis (USA)</b>	1978	660 aerea	1000	+/-400	Tiristori
<b>Cabora Bassa-Apollo (Sud Africa)</b>	1979	1420 aerea	1920	+/- 533	Tiristori
<b>Manica (Francia-Gran Bretagna), 2° impianto</b>	1982	65 cavo	2000	+/-250	Tiristori
<b>Nord Kazakistan-Russia Centrale</b>	1985	2400 aerea	6000	+/-750	Tiristori

Due sono le configurazioni adottate. La prima sfrutta come ritorno il terreno (o il mare)

schemi

Contro e pro

Contro la corrente continua esistono ancora i seguenti argomenti:

- difficoltà (ovvero maggiore costo delle apparecchiature) per convertire la tensione, difficoltà soprattutto per gli apparecchi più piccoli ed economici; questo aspetto si ricollega alla criticità della eventuale scelta della tensione di distribuzione (se troppo bassa significa dover aumentare le sezioni del rame)
- maggiori difficoltà a interrompere i corto circuiti in continua (gli interruttori in continua o sono meno performanti o costano di più di quelli in alternata). E' ancora uno dei principali impedimenti alla realizzazione di vere e proprie reti.
- difficoltà a rilevare le correnti di dispersione tramite differenziali (i differenziali che sentono la continua sono molto più complicati)
- maggior logorio degli interruttori in generale, anche di comando, che con corrente continua tengono a logorarsi di più (6367)

A favore, oltre ai già accennati vantaggi nel campo della trasmissione su lunghe distanze di grandi potenze, si può tenere presente che, ad esempio:

- tutti i generatori fotovoltaici producono tensione continua.
- I generatori eolici di piccola potenza possono più facilmente erogare tensione continua.
- Le fuel cell producono corrente continua, e così pure i generatori brushless a frequenza variabile impiegati su fonti di energia alternativa (idraulica, microturbine, ecc.)

Col passare degli anni, aumentano i carichi elettrici domestici alimentati internamente a tensione continua (computer, TV, alimentatori vari, lampade a risparmio energetico, media center, condizionatori con inverter, ecc.).

Guardando avanti (5...10 anni?), credo che si possa proporre al mercato di realizzare un bus domestico a tensione continua che possa raccogliere:

- energia da generatori fotovoltaici
- energia da piccoli aerogeneratori
- eventuale energia dalla rete a 50 Hz, in caso di necessità
- sistemi di accumulo energetico centralizzato

Tale bus dovrà essere affiancato al normale impianto elettrico domestico, rispettando le normative IEC. Tutte le prese e le spine di questo bus saranno diverse dalle attuali, e saranno ovviamente polarizzate, ci vorranno prese e spine dedicate. La tensione del bus dovrà essere scelta con molta attenzione, forse andrà bene 42 V (tensione usata nell'automotive, quindi alta disponibilità di componenti per quella tensione) oppure 60 V o altra tensione.

L'uso di un bus a tensione continua con tensione simile a quella del generatore e del carico da comandare, permette la massima efficienza ed il minor costo. Sparirebbe così l'inverter nel fotovoltaico e nelle applicazioni dove non si richiede di mandare energia in rete.

Come si vede c'è molto lavoro da fare, anche per aziende produttrici, per progettisti e per installatori. (**Mario Maggi**)