



EdmondDantes

REGOLAZIONE DELLA TENSIONE E PRODUZIONE DI POTENZA REATTIVA

31 July 2011

Cenni sul rifasamento

Con il termine **rifasamento** si indica qualsiasi provvedimento inteso ad aumentare il fattore di potenza di un dato carico in un dato punto della rete, allo scopo di **ridurre**, a **pari potenza attiva** trasportata, il valore della **corrente** che circola sulla rete. Come è noto, il valore del fattore di potenza è legato a quello della potenza reattiva assorbita dal carico e viene definito dalla relazione

$$\cos \varphi = \cos \arctan \frac{Q}{P}$$

nella quale si indica con **Q** e **P** rispettivamente la potenza reattiva e la potenza attiva assorbite dal carico e con φ l'angolo fra i fasori corrente e tensione. Rifasare, dunque, significa diminuire l'angolo φ , cioè diminuire, fino eventualmente ad annullare, la potenza reattiva Q che attraversa una determinata sezione della rete. Nel caso particolare di rendere nulla la potenza reattiva, il rifasamento è detto totale ($\cos \varphi = 1$).

Il rifasamento non modifica né la potenza attiva né la potenza reattiva assorbite dal carico. L'effetto dell'installazione di una batteria di condensatori di potenza ΔQ_C , dunque, si risente a monte del punto di installazione. In particolare, se P_0 e Q_0 sono rispettivamente la potenza attiva e reattiva induttiva che transitano nella sezione O della linea elettrica, a seguito dell'installazione della potenza ΔQ_C le potenze transitanti nella medesima sezione diventano:

$$P'_0 = P_0$$

$$Q'_0 = Q_0 - \Delta Q_C$$

Si precisa, ancora una volta, che i vantaggi del rifasamento si risentono

esclusivamente a monte del punto di installazione della batteria di condensatori. Pertanto, a monte della sezione O, a causa della riduzione della potenza reattiva transitante, si hanno i seguenti vantaggi:

- riduzione delle perdite di energia;
- maggiore capacità di trasporto per quelle linee in cui tale capacità è limitata dal limite termico;
- riduzione della caduta di tensione e conseguentemente miglioramento del servizio;
- maggiore capacità di trasporto per quelle linee per cui tale capacità è limitata dalla caduta di tensione.

In genere, quando si parla di rifasamento si pensa immediatamente ai primi due vantaggi.

Regolazione della tensione

Per una linea di trasmissione, però, il rifasamento ha anche profonde conseguenze sulla *regolazione della tensione* nei diversi nodi del sistema di potenza e sulla capacità di trasporto (non di natura termica) della linea elettrica. A prescindere dai vincoli di natura termica, ogni linea elettrica presenta una massima potenza trasportabile, superata la quale si perde la condizione di sincronismo fra le sbarre a monte e a valle della stessa. Trascurando le perdite, la *capacità di trasporto della linea o limite di stabilità statica della linea* vale

$$P_{2X} = \frac{E_1 E_2}{Z_C \sin \theta_2}$$

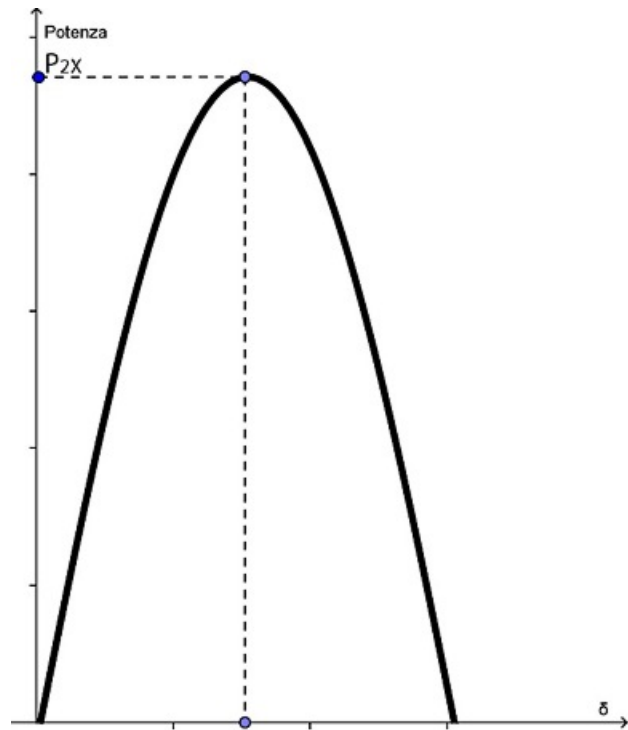
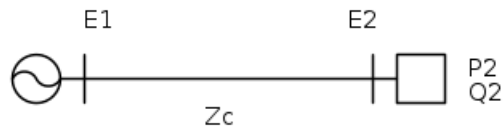
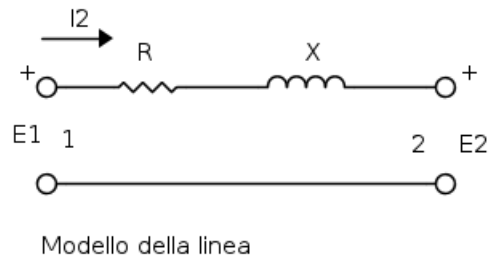


Grafico potenza

nella quale si indica con

- Z_C l'impedenza caratteristica della linea di trasmissione;
- θ_2 l'angolo complesso della linea di trasmissione;
- E_1 e E_2 le tensioni a monte e a valle della linea.

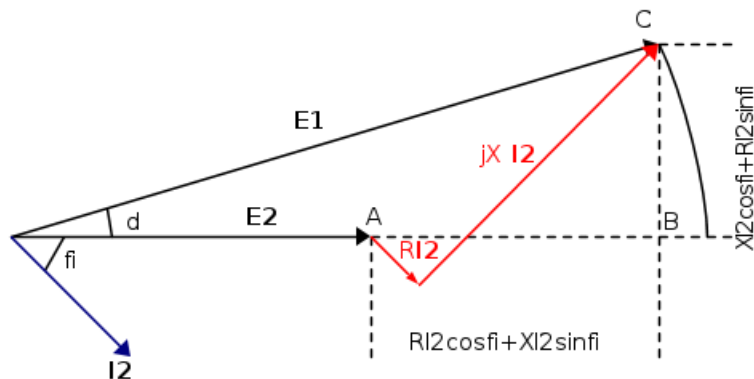
Se la configurazione di rete non varia e la tensione a monte rimane costante (ipotesi accettabile, considerando le operazioni di regolazione della tensione), il limite di stabilità dipende esclusivamente dal valore di E_2 . Vediamo come possiamo mantenere costante la tensione E_2 , a pari carico. Le variazioni di potenza reattiva influenzano essenzialmente le ampiezze delle tensioni. Si consideri, a tal proposito, una linea elettrica di impedenza $\dot{Z} = R + jX$ (longitudinale) e di cui si possa trascurare l'ammettenza trasversale, chiusa su un carico P_2, Q_2 .



La variazione di tensione, con buona approssimazione, vale

$$E_1 - E_2 = \overline{AB} \cong RI_2 \cos \varphi + XI_2 \sin \varphi =$$

$$= \frac{(RI_2 \cos \varphi + XI_2 \sin \varphi) E_2}{E_2} = \frac{RP_2 + XQ_2}{E_2} \quad (1)$$



In una linea di trasmissione $R \ll X$, pertanto, in condizioni di regime permanente, la differenza fra i moduli delle tensioni alle porte 1 e 2 dipende dal flusso di potenza reattiva transitante nella linea, e la relazione 1 diventa

$$E_1 - E_2 = \frac{RP_2 + XQ_2}{E_2} \simeq \frac{XQ_2}{E_2}$$

Tale condizione è tanto più vera quanto più piccolo è il rapporto R/X.

Tale fatto ci permette di individuare un canale di regolazione della tensione Q-V, prevalentemente elettrico. Regolando la potenza reattiva che transita nella linea, possiamo regolare la tensione.

Considerazioni finali

La produzione di energia reattiva in loco permette, dunque, di contenere entro limiti prefissati le fluttuazioni di tensione nei diversi nodi della rete di trasmissione. Esistono, comunque, altri mezzi di **regolazione attivi o passivi** in grado di controllare, in modo più efficace, la potenza reattiva prodotta o consumata dal sistema di potenza. Tra i mezzi di *regolazione attiva* troviamo:

- generatori sincroni;
- compensatori sincroni;
- compensatori statici;
- trasformatori e autotrasformatori;
- booster di regolazione.

Invece, tra i mezzi di *regolazione passiva* troviamo:

- reattori di compensazione;
- condensatori.

Alcuni elementi di regolazione, come i condensatori, possono essere inseriti sia *derivazione* che in *serie* alla linea. Nel caso di inserzione in derivazione, si parla di **compensazione shunt**. Oggi, comunque, trovano grande diffusione i compensatori statici, più versatili rispetto ai banchi di condensatori in parallelo. Se i condensatori vengono inseriti in serie alla linea, si parla, invece, di **compensazione serie**. A pari corrente, il condensatore è in grado di ridurre la caduta di tensione sulla linea, come se la linea fosse più corta. Anche in questo caso, però, trovano una maggiore applicazioni le soluzioni di tipo elettronico.

Riferimenti

- Vincenzo Cataliotti, *Impianti elettrici. Vol. II*, Flaccovio Editore.
- Antonio Paolucci, *Lezioni di trasmissione dell'energia elettrica*, CLEUP Editore.

- Faletti Noverino, Chizzolini Paolo, *Trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica*, Pàtron Editore.

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Edmondantes:il-rifasamento-e-la-regolazione-della-tensione>"