



Danilo Tarquini (Danilo Tarquini)

REGOLAZIONE DELLA TENSIONE

24 May 2006

Caratteristica "statica" di un regolatore di tensione

Gli aggettivi "statico", "astatico" e "compound" si riferiscono al meccanismo della regolazione della tensione.

In particolare sono tre differenti caratteristiche attribuibili ad un regolatore di tensione, da scegliere in funzione della tipologia di nodo in esame.

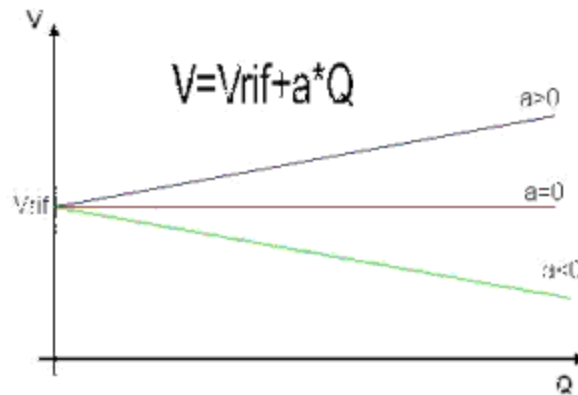
Il regolatore di tensione è applicato quasi esclusivamente a monitoraggio e controllo della tensione d'uscita dei gruppi di generazione, tramite azione sulla tensione di eccitazione degli stessi.

Si trovano applicati anche nei nodi di interconnessione (trasformatori con rapporto variabile) e ovunque sia richiesta la possibilità di regolare la tensione al variare delle condizioni di carico.

La caratteristica di regolazione lega tensione d'uscita con la potenza reattiva (ma non esclude di realizzare caratteristiche tensione-potenza attiva).

Senza dilungare la trattazione basta dire che la ragione del legame discende dalla stretta dipendenza della tensione stessa dai flussi di potenza reattiva (maggiore responsabile delle cadute di tensione in rete) [a tal proposito va detto che in un nodo la variazione di tensione, in p.u. della nominale, è pari alla variazione di potenza reattiva, in p.u. della potenza di cortocircuito al nodo].

Se sull'asse orizzontale si riporta l'andamento della Q e sul verticale quello della V si ha (detta V_{rif} la tensione di riferimento...es. 20kV in un nodo MT):



Le tre curve sono rispettivamente:

- 1) curva blu ($a > 0$): caratteristica compound.
- 2) curva rossa ($a = 0$): caratteristica astatica.
- 3) curva verde ($a < 0$): caratteristica statica.

Come è immediato osservare i tre andamenti sono concettualmente molto differenti; La caratteristica *astatica* fa in modo che la tensione si mantenga costante al variare delle condizioni di carico. Questa proprietà è indispensabile ad esempio in gruppi (o in genere nodi con regolatore) che alimentino direttamente un complesso di utenze a carattere fortemente variabile (una utenza industriale con un ben diversificato parco motori).

La caratteristica *compound* fa in modo che la tensione aumenti (secondo un coeff. determinato) all'aumentare del carico.

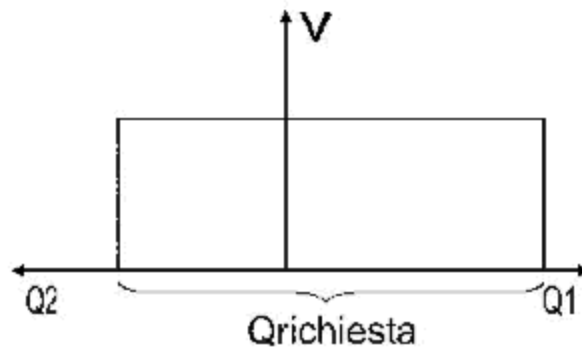
Questa trova quindi impiego in grosse centrali che alimentino la rete tramite linee di lunga distanza, la caratteristica fa in modo che l'incremento di tensione in partenza compensi tutte o parte delle cadute di tensione.

La caratteristica *statica*, è tale da far diminuire la tensione all'aumentare del carico (questo almeno se ne deduce dalla semplice analisi del grafico).

La ragione dell'utilizzo della caratteristica statica risiede nella possibilità di un corretto collegamento in parallelo di più gruppi, direttamente ai morsetti di generazione .

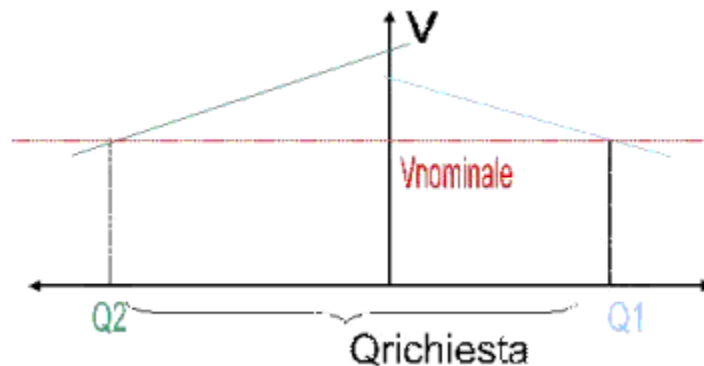
Se si collegano in parallelo dei generatori, nasce infatti la necessità di RIPARTIRE in maniera proporzionale alle rispettive potenze nominali il Reattivo che ciascuno è chiamato ad erogare.

Si capisce che se si collegano due gen. con caratteristica Astatica si ottiene la caratteristica:



E' evidente che esiste una indeterminazione sulla ripartizione della potenza reattiva, tale da non consentire la ripartizione proporzionale alle potenze nominali dei gruppi, ovvero uno dei due può trovarsi ad erogare quasi tutto il reattivo richiesto (ben oltre le effettive possibilità) e l'altro solo una piccola frazione della potenza nominale (o addirittura uno dei due erogherà tutto il reattivo richiesto dal carico più quello necessario all'altro generatore).

Se si conferiscono caratteristiche Statiche ai due regolatori il problema si risolve facilmente; si ha infatti:

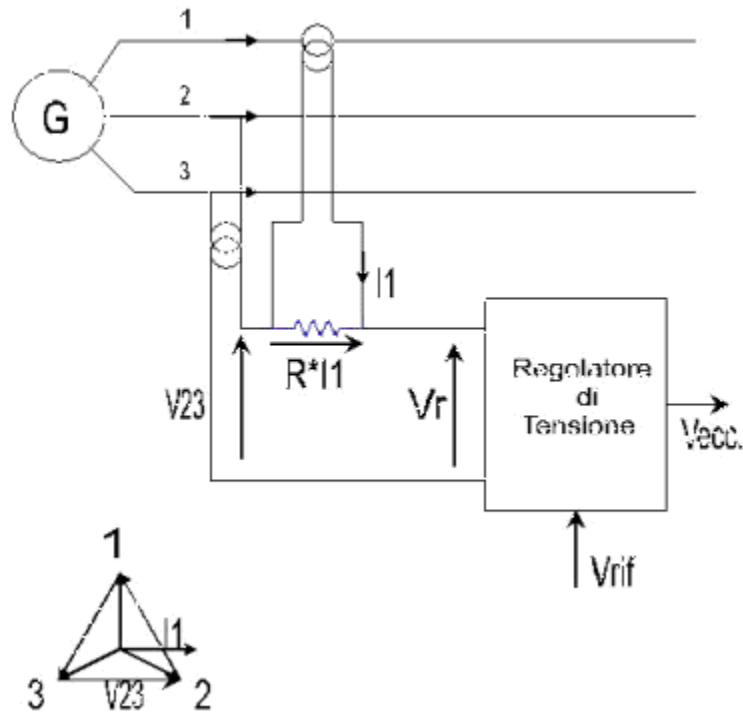


Si fa in modo che la caratteristica di destra (blu) e quella di sinistra (verde) siano tali da garantire che ,alla tensione di riferimento (rossa) le potenze erogate (Q_1 e Q_2) abbiano somma pari alla totale potenza richiesta e siano ciascuna proporzionali alle potenze nominali dei due gruppi (nell'esempio in figura si suppone che il gruppo di sinistra sia più grande di quello di destra ,gruppo che con caratteristica Astatica erogava invece minore potenza).

Si può infine analizzare la modalità di conferimento della caratteristica ad un regolatore.

Per ottenere la caratteristica astatica, vanno inviati al regolatore di tensione (stiamo parlando di un regolatore della tensione di eccitazione) due segnali:

- tramite un TA (trasformatore di corrente) un segnale proporzionale alla corrente sulla fase 1;
- tramite un TV , un segnale proporzionale alla tensione concatenata V23;



Supponendo il carico fortemente induttivo (per semplicità di ragionamento lo si considera puramente induttivo), si ha il diagramma della tensioni in figura, nel la corrente I1 è in quadratura in ritardo sulla tensione E1. Di conseguenza essa è in fase con la tensione concatenata V23, risultando in definitiva per la tensione Vr:

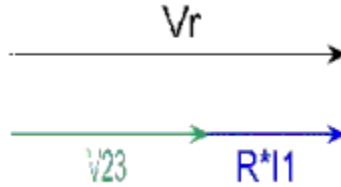
$$\mathbf{V_r} = \mathbf{V_{23}} + \mathbf{R \cdot I_1} \text{ (somma di grandezze in fase)}$$

Se si fissa una tensione di riferimento (V_{rif}) , l'azione di regolazione avviene in modo da MANTENERE $\mathbf{V_r} = \mathbf{V_{rif}}$.

Accade quindi che un incremento di carico (interpretabile con un aumento di corrente, quindi I1) fa sì che, per mantenere Vr costante al valore di riferimento, debba NECESSARIAMENTE diminuire V23;

questo si traduce con una tensione d'eccitazione minore ($V_{ecc.}$).

Il comportamento suesposto è evidenziato nel diagramma vettoriale seguente:



In definitiva si è ottenuta la voluta caratteristica Statica (V_{23} diminuisce all'aumentare del carico).

Se si vuole conferire caratteristica Compound basta INVERTIRE i morsetti del TA sulla resistenza (facendo divenire la caduta "negativa" rispetto a V_{23}).

Se inoltre si desiderasse regolare rispetto alla potenza attiva e non la reattiva occorrerebbe porre il TA collegato su un bipolo Reattivo (induttore, generalmente).

In conclusione c'è da dire che, se i gruppi sono posti in parallelo ai morsetti secondari dei rispettivi trasformatori, ad opera della reattanza di cortocircuito ciascuno di questi, si ottiene uno "statismo naturale", nel senso che il comportamento "statico" è intrinseco al collegamento (se, come è, la regolazione della tensione avviene nell'alternatore).