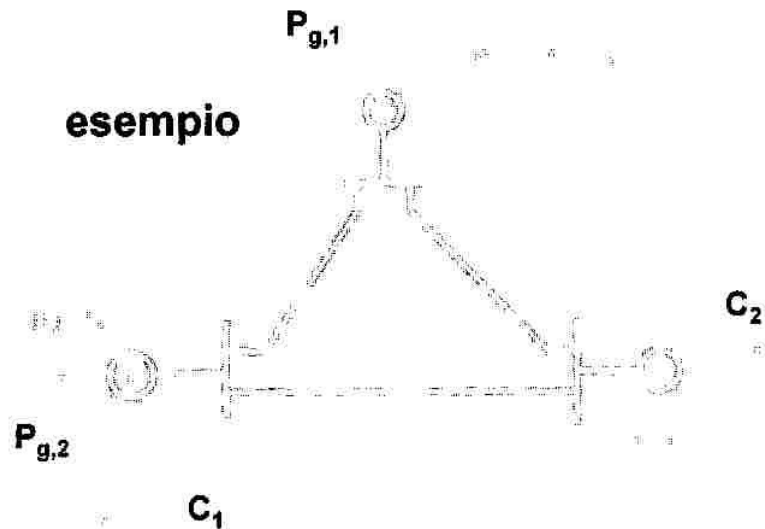
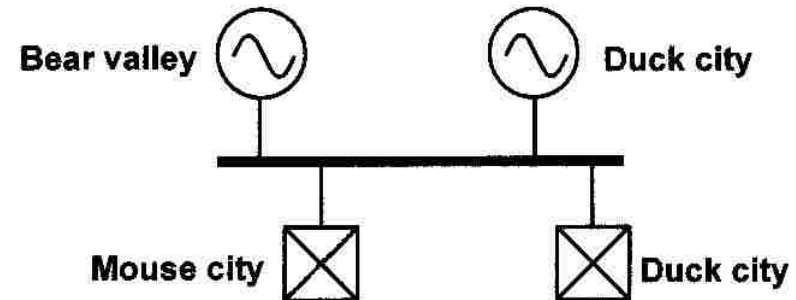


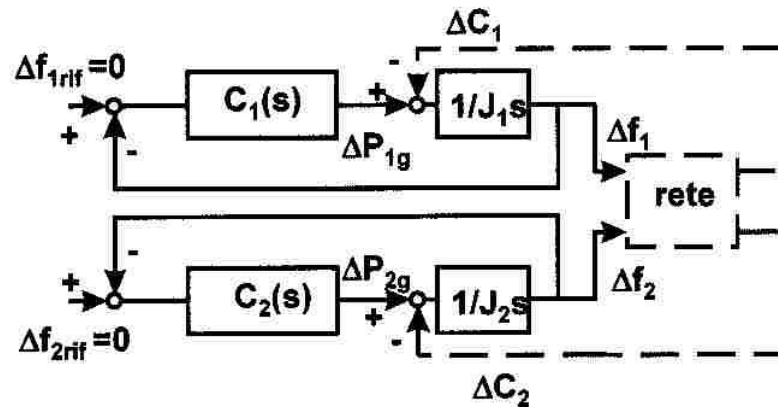
esempio



MODELLO "BUS BAR" DEL SISTEMA



STRUTTURA DEI REGOLATORI DI FREQUENZA



VARIAZIONI DEI VALORI DELLE GRANDEZZE f e P ALL'EQUILIBRIO IN CONDIZIONI DI REGIME

$$\Delta f_1 = \Delta f_2 = \Delta f$$

Frequenza unica nel sistema a regime

$$\Delta P_{1g} = C_1(0) \cdot \Delta f$$

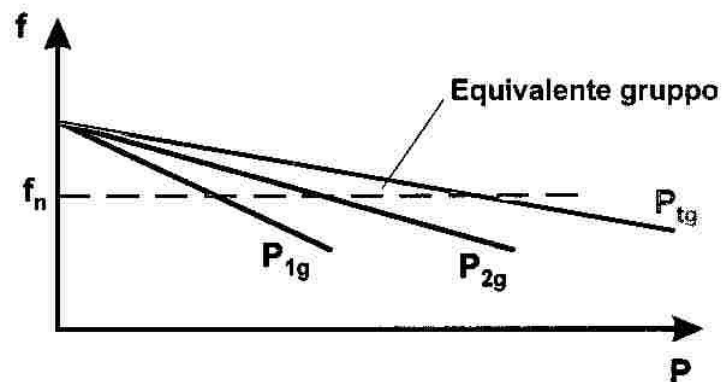
$$\Delta P_{2g} = C_2(0) \cdot \Delta f$$

Ripartizione delle potenze di regolazione

$$\begin{aligned} \Delta P_g &= \Delta P_{1g} + \Delta P_{2g} = \\ &= [C_1(0) + C_2(0)] \cdot \Delta f \end{aligned}$$

Potenza regolante

CARETTERISTICA EQUIVALENTE f-P DI UN GRUPPO DI GENERATORI

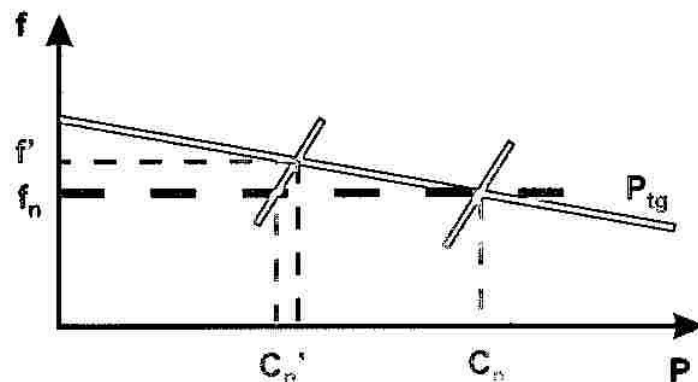


N.B. per costruire la caratteristica
si sommano le potenze a pari frequenza

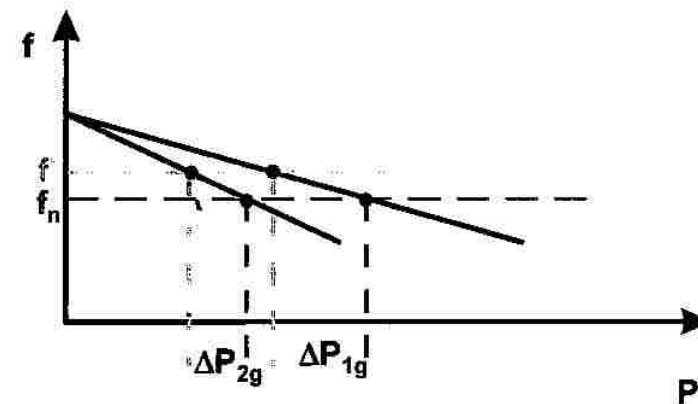
REGOLE PER IL CALCOLO DELLA VARIAZIONE DI FREQUENZA IN CONDIZIONI DI REGIME

- L'energia regolante di un complesso di generatori è pari alla somma delle energie regolanti.
- Il calcolo della variazione di frequenza dovuta ad una variazione del carico complessivo si effettua sulla caratteristica frequenza-potenza complessiva.
- Mediante le caratteristiche dei singoli generatori si calcola la ripartizione del carico tra essi.

CALCOLO DELLA VARIAZIONE DI FREQUENZA DOVUTA AD UNA VARIAZIONE DI CARICO



CALCOLO DELLA RIPARTIZIONE DELLE POTENZE



OSSERVAZIONI

- La variazione di frequenza è inversamente proporzionale all'energia regolante totale di rete.

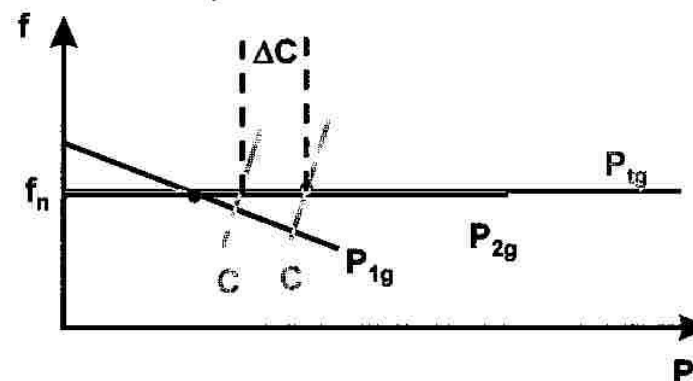
$$\Delta C_n = -(K_c + \sum K_{g,i}) \cdot \Delta f$$

- La variazione di potenza di ciascun generatore è direttamente proporzionale alla propria energia regolante.

$$\Delta P_i = -\frac{K_{g,i}}{K_c + \sum K_{g,i}} \cdot \Delta C_n$$

- Qualora si desidera mantenere costante la frequenza anche dopo il disturbo, in un sistema dotato solo di regolazione primaria (ossia solo di regolatori locali), allora almeno un generatore deve avere energia regolante infinita, ossia il suo regolatore deve avere un polo nell'origine.

CASO DI UN SISTEMA CON UN GENERATORE A ENERGIA REGOLANTE INFINITA



OSSERVAZIONI

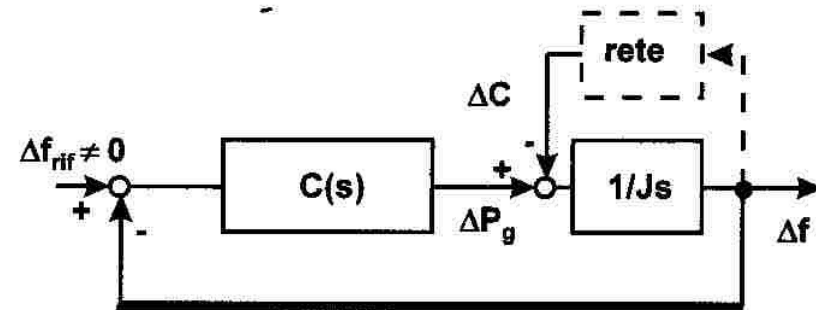
- Nel caso in esame, una volta esaurita la dinamica del sistema, la frequenza non cambia e quindi rimane invariata la potenza dei generatori con energia regolante finita e tutta la variazione di carico viene assorbita dal generatore ad energia regolante "infinita".
- I generatori con energia regolante finita partecipano alla presa di carico solo durante la dinamica immediatamente successiva al disturbo ma non a regime raggiunto.
- Se più di un generatore ha un regolatore con un polo nell'origine allora è ancora assicurata la costanza della frequenza a transitorio esaurito, ma non è definita la ripartizione del carico tra i generatori a energia regolante infinita; questa dipende dalla dinamica con cui agiscono i diversi regolatori. In generale i generatori con regolatori più veloci si accolleranno la maggior parte della variazione di carico.

OSSERVAZIONE

- In un sistema di grandi dimensioni non è possibile affidare la regolazione della frequenza ad un unico generatore pur dotandolo di "energia regolante" infinita, sia perchè i suoi limiti in potenza non sarebbero in grado di fare fronte alle variazioni di carico sia per motivi di economicità del modo di generare la potenza richiesta.
- Si utilizza quindi un altro tipo di regolazione

LA REGOLAZIONE SECONDARIA

EFFETTO DI UN SEGNALE DI RIFERIMENTO NON NULO DI REGOLAZIONE SECONDARIA

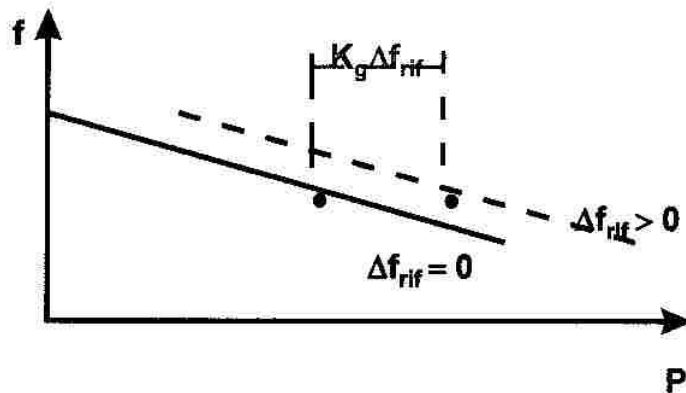


In condizioni di regime vale:

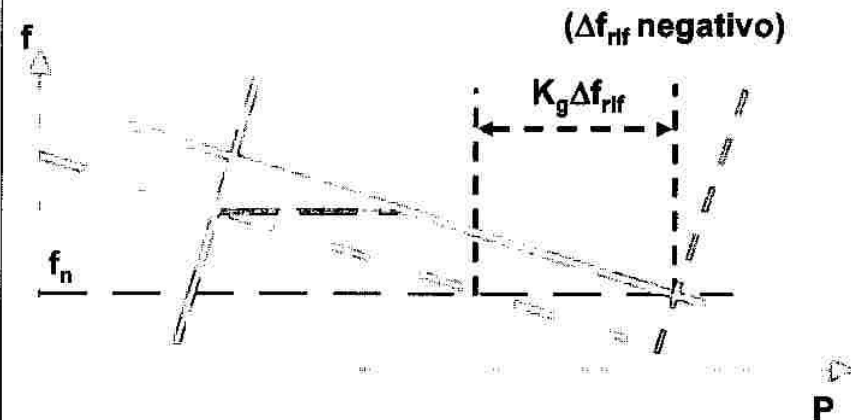
$$\Delta P_g = -C(0) \cdot \Delta f + C(0) \cdot \Delta f_{rif}$$

$$\Delta P_g = -K_g \cdot \Delta f + K_g \cdot \Delta f_{rif}$$

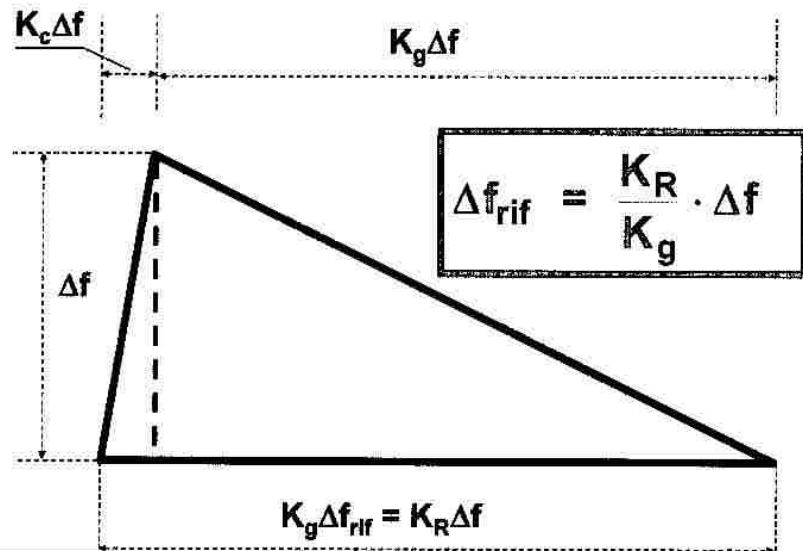
EFFETTO DI UN SEGNALE DI RIFERIMENTO NON NULO DI REGOLAZIONE SECONDARIA



EFFETTO DELLA VARIAZIONE DEL SEGNALE DI RIFERIMENTO DEL REGOLATORE DI FREQUENZA IN UN SISTEMA ISOLATO

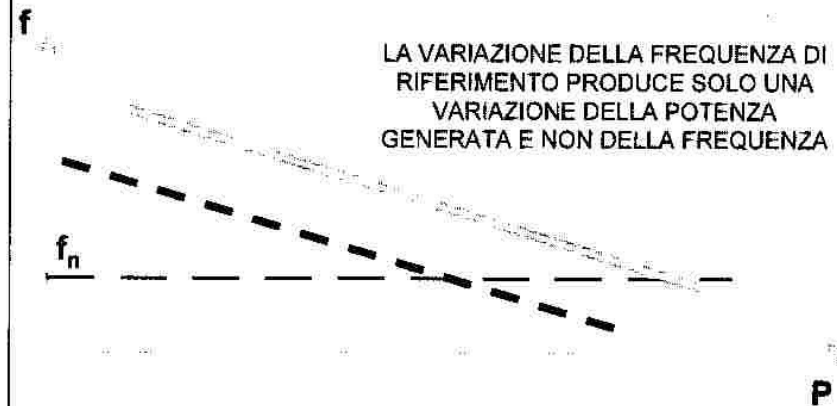


VARIAZIONE DEL RIFERIMENTO CHE ANNULLA LA VARIAZIONE DI FREQUENZA



Generatore chiuso su rete prevalente

(potenza infinita, frequenza costante, energia regolante del carico infinita)

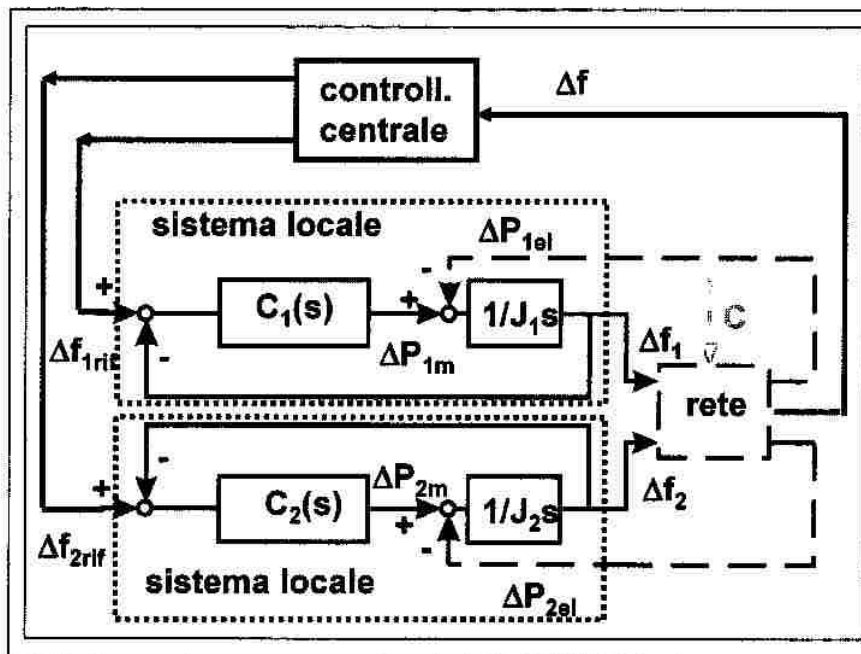


Generatore chiuso su carico indipendente dalla frequenza (energia regolante del carico nulla).

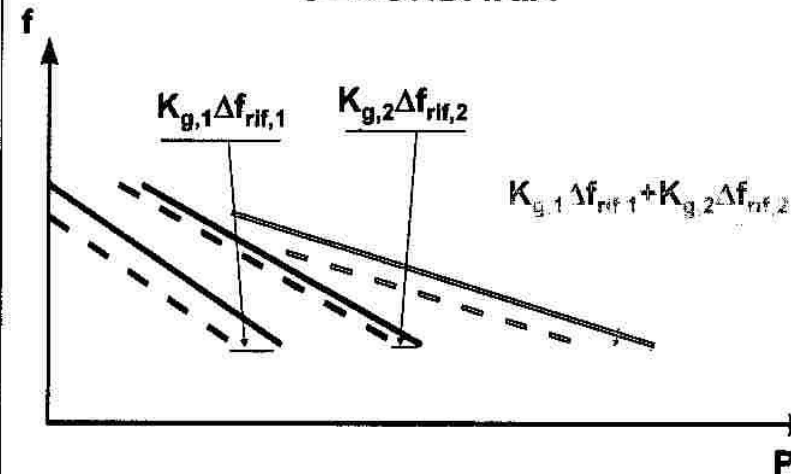


LA REGOLAZIONE DELLA FREQUENZA IN UNA RETE CON PIU' GENERATORI

- E' affidata ad un regolatore centrale che sulla base di una misura della frequenza di rete ripartisce la potenza da generare tra le diverse centrali secondo criteri predeterminati (ad esempio un criterio di ottimo economico).



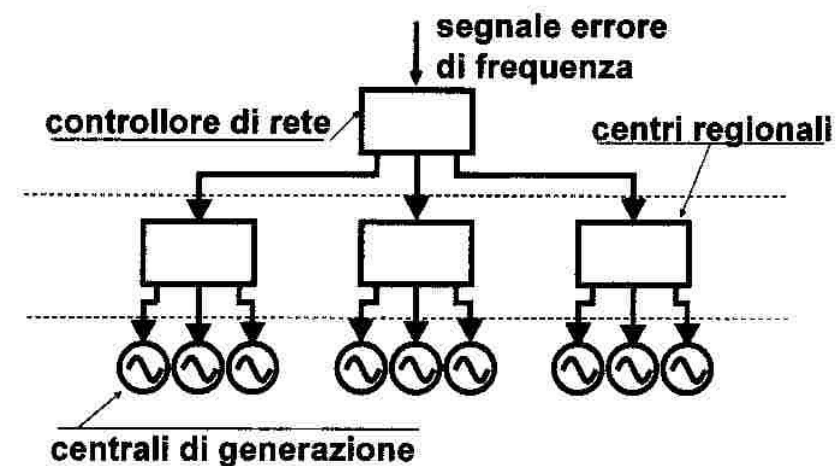
EFFETTI DELLA REGOLAZIONE SECONDARIA



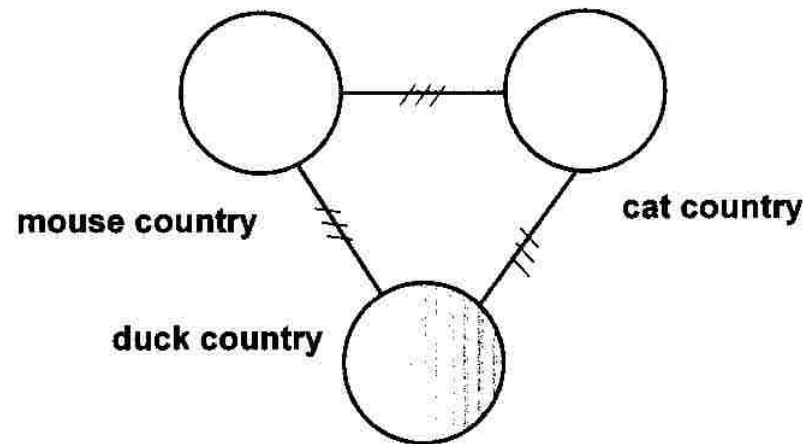
IL REGOLATORE CENTRALE PROVVUDE:

- alla ripartizione del carico tra i diversi generatori mediante segnali da inviare ai regolatori locali;
- all'aggiustamento della frequenza al valore nominale di esercizio mediante una azione integrale che incrementa (o decrementa) i segnali da inviare ai regolatori locali fino a che l'errore di frequenza non diventa nullo.

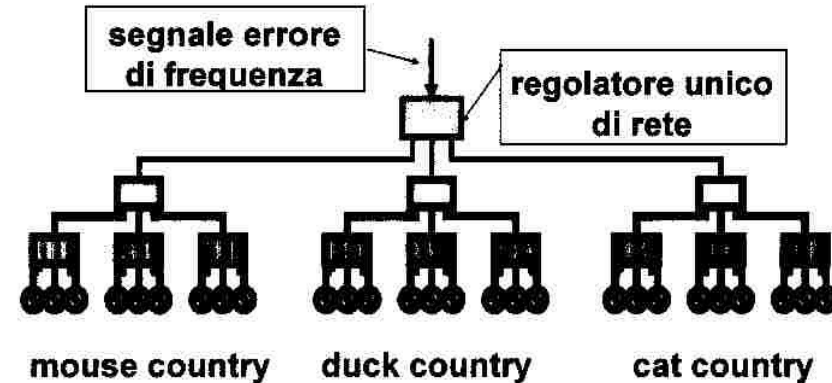
STRUTTURA DEL SISTEMA DI REGOLAZIONE DELLA POTENZA ATTIVA



REGOLAZIONE FREQUENZA POTENZA ATTIVA TRA PIU' AREE DI GENERAZIONE E CARICO TRA LORO INTERCONNESSE



LA REGOLAZIONE DELLA FREQUENZA IN TUTTE LE AREE
INTERCONNESSE PUO' ESSERE EFFETTUATA ATTRAVERSO
UN UNICO REGOLATORE DI RETE AL MASSIMO LIVELLO
GERARCHICO



A QUESTO TIPO DI SOLUZIONE SI OPPONGONO SPESSO RAGIONI CHE NON SONO DI ORDINE
TECNICO MA DI AUTONOMIA DELLE AZIENDE PRODUTTRICI DELLE SINGOLE AREE.

REGOLAZIONE FREQUENZA POTENZA ATTIVA TRA PIU' AREE DI GENERAZIONE E CARICO TRA LORO INTERCONNESSE

- Si preferisce procedere attraverso regolatori di area tra loro indipendenti ciascuno dei quali agisce con l'obiettivo: generazione e carico, nella propria area, siano in equilibrio, a meno di assorbimenti (o erogazioni) da (o verso) altre aree previsti da norme contrattuali.
- Occorre la conoscenza della potenza scambiata con le altre aree (ΔP_s)
- Una valutazione dell'ulteriore potenza necessaria ad equilibrare il carico dell'area interessata se la frequenza è diversa da quella nominale

CALCOLO DELLA POTENZA DA GENERARE IN UNA DETERMINATA AREA PER IL RIEQUILIBRIO POTENZA GENERATA-CARICO

- Assunta positiva la potenza ΔP_s se entrante e proveniente da altre aree, la produzione aggiuntiva di potenza dovrà essere:

$$\Delta P_g = \Delta P_s - K_R \cdot \Delta f$$

- deve essere ripartita secondo i criteri prestabiliti dal regolatore centrale tra i diversi generatori;
- Il regolatore centrale quindi invierà i segnali di regolazione secondaria alle diverse centrali.