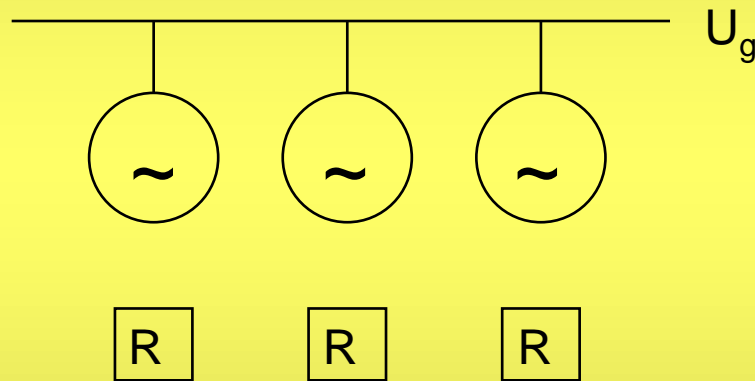
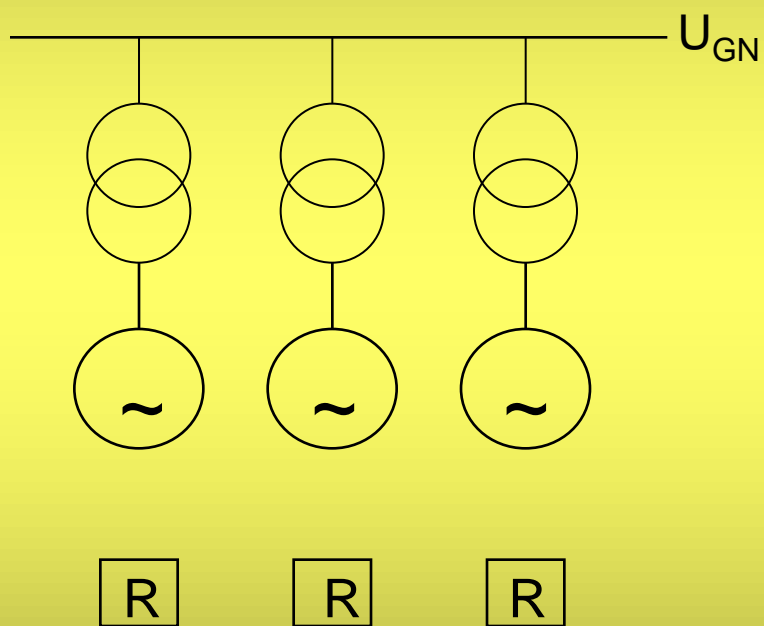


Rozdział obciążeń biernych między generatory pracujące równolegle

a) generatory są przyłączone do wspólnych szyn zbiorczych

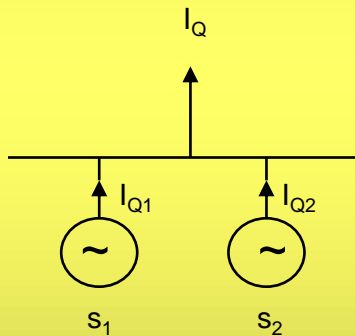


b) generatory pracują w blokach z transformatorami, przy czym zaciski górnego napięcia transformatorów są przyłączone do szyn górnego napięcia elektrowni

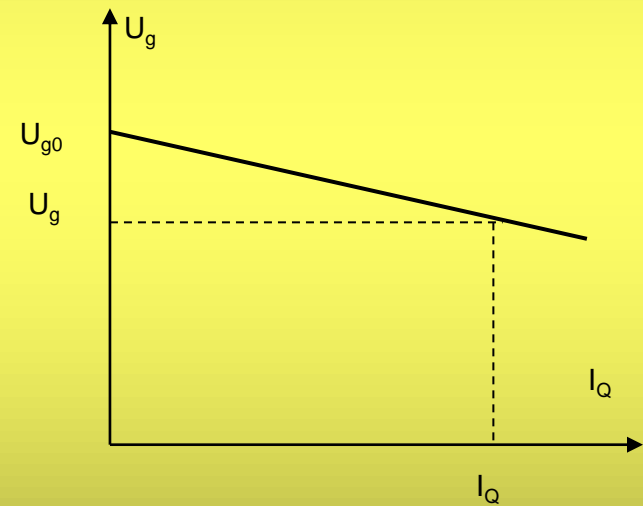


Przypadek a - generatory są przyłączone do wspólnych szyn zbiorczych

Zakładamy, że pracują dwa generatory, wyposażone w regulatory o statyzmach s_1, s_2 .



$$s = \frac{U_{g0} - U_g}{I_Q}$$



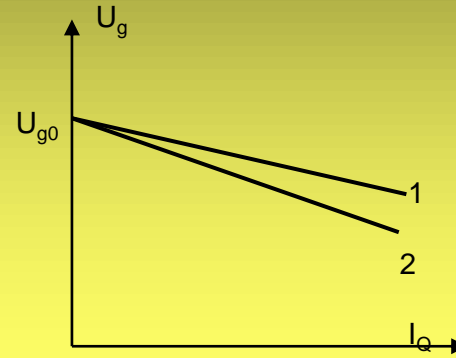
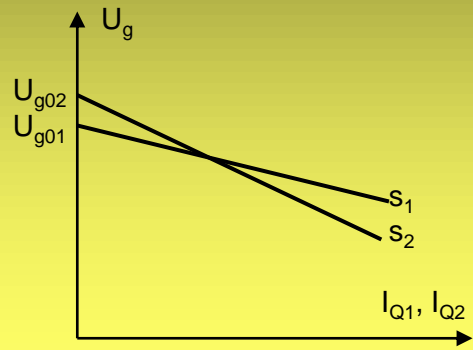
Statyzm w jednostkach względnych, w odniesieniu do napięcia i prądu znamionowego jest równy

$$s_* = \frac{\frac{U_{g0} - U_g}{U_n}}{\frac{I_Q}{I_n}} = \frac{U_{g0} - U_g}{I_Q} \cdot \frac{I_n}{U_n} = s \frac{I_n}{U_n}$$

Jeśli jako prąd odniesienia wybierze się znamionowy prąd bierny I_{Qn} i jednocześnie przy I_{Qn} napięcie jest równe wartości znamionowej U_{gn} , to

$$s_* = \frac{U_{g0} - U_{gn}}{U_{gn}} \cdot \frac{I_{Qn}}{I_{Qn}} = \Delta U_{g^*}$$

Przy takim założeniu, względny statyzm regulacji jest równy względnemu spadkowi napięcia przy zwiększaniu prądu obciążenia od zera do I_{Qn} .



Na podstawie definicji statyzmu, można napisać równania charakterystyk regulacji dla poszczególnych generatorów

$$U_{g1} = U_{g01} - s_1 I_{Q1}$$

$$U_{g2} = U_{g02} - s_2 I_{Q2}$$

Generatory są przyłączone do tych samych szyn zbiorczych i dlatego

$$U_{g1} = U_{g2} = U_g$$

Z równań na U_{g1} i U_{g2} można wyznaczyć prądy bierne

$$I_{Q1} = \frac{U_{g01} - U_{g1}}{s_1} = \frac{U_{g01} - U_g}{s_1}$$

$$I_{Q2} = \frac{U_{g02} - U_{g2}}{s_2} = \frac{U_{g02} - U_g}{s_2}$$

Takie same wzory można otrzymać w jednostkach względnych.

Sumując stronami równania na prądy bierne, otrzymuje się

$$I_{Q1} + I_{Q2} = \frac{U_{g01}}{s_1} + \frac{U_{g02}}{s_2} - U_g \left(\frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_2} \right)$$

Podstawiając $I_Q = I_{Q1} + I_{Q2}$ oraz dzieląc powyższe równanie przez $\left(\frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_2} \right)$, otrzymuje się

$$U_g = \frac{\frac{U_{g01}}{s_1} + \frac{U_{g02}}{s_2}}{\frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_2}} - \frac{I_Q}{\frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_2}}$$

Równanie to jest równaniem wypadkowej charakterystyki, którą otrzymuje się przez sumowanie charakterystyk poszczególnych generatorów wzdłuż osi rzędnych. Jest ona również charakterystyką statyczną.

Pierwszy składnik wzoru

$$U_{g0wyp} = \frac{\frac{U_{g01}}{s_1} + \frac{U_{g02}}{s_2}}{\frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_2}}$$

jest napięciem wypadkowym przy $I_Q = 0$

W drugim składniku występuje statyzm wypadkowy

$$s_{\text{wyp}} = \frac{1}{\frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_2}}$$

Napięcie na zaciskach generatorów można opisać równaniem

$$U_g = U_{g0\text{wyp}} - s_{\text{wyp}} I_Q$$

Aby określić rozkład obciążeń biernych między poszczególne generatory pracujące równolegle, ostatnie równanie na U_g uwzględnia się we wzorach na I_{Q1} i I_{Q2}

$$I_{Q1} = \frac{U_{g01} - U_{g0wyp} + s_{wyp} I_Q}{s_1}$$

$$I_{Q2} = \frac{U_{g02} - U_{g0wyp} + s_{wyp} I_Q}{s_2}$$

a stąd

$$I_{Q1} = \frac{U_{g01} - U_{g0wyp}}{s_1} + \frac{s_{wyp}}{s_1} I_Q$$

$$I_{Q2} = \frac{U_{g02} - U_{g0wyp}}{s_2} + \frac{s_{wyp}}{s_2} I_Q$$

Jeśli , to pierwsze składniki we wzorach na I_{Q1} i I_{Q2} są równe zero i wtedy

$$I_{Q1} = \frac{S_{wyp}}{S_1} I_Q$$

$$I_{Q2} = \frac{S_{wyp}}{S_2} I_Q$$

Wzory na I_{Q1} i I_{Q2} określają, w jaki sposób obciążenie bierno rozkłada się między pracujące równolegle generatory, przyłączone bezpośrednio do jednych szyn zbiorczych, przy danym obciążeniu biernym

$$I_Q = I_{Q1} + I_{Q2}$$

Teraz zakładamy, że nastąpił sumaryczny przyrost obciążenia biernego ΔI_Q . Należy określić, jak rozłoży się ten przyrost między współpracujące generatory.

W przypadku pracującego jednego generatora, napięcie na zaciskach tego generatora U_g jest równe

$$U_g = U_{g0} - sI_Q$$

Przy obciążeniu $I_Q^{(1)}$ napięcie jest równe

$$U_g^{(1)} = U_{g0} - sI_Q^{(1)}$$

a przy obciążeniu $I_Q^{(2)} > I_Q^{(1)}$

$$U_g^{(2)} = U_{g0} - sI_Q^{(2)}$$

Odejmując stronami powyższe równania, otrzymujemy

$$U_g^{(2)} - U_g^{(1)} = -s(I_Q^{(2)} - I_Q^{(1)})$$

Oznaczamy

$\Delta I_Q = I_Q^{(2)} - I_Q^{(1)}$ - przyrost obciążenia biernego,

$\Delta U_g = U_g^{(1)} - U_g^{(2)}$ - spadek napięcia pod wpływem przyrostu obciążenia.

Wtedy

$$\Delta U_g = -s\Delta I_Q$$

W przypadku równoległej pracy dwóch generatorów, zmiany napięcia, wynikające ze zmiany obciążenia biernego, na zaciskach generatorów muszą być jednakowe, czyli

$$\Delta U_g = -s_1 \Delta I_{Q1}$$

$$\Delta U_g = -s_2 \Delta I_{Q2}$$

Przyrosty obciążenia poszczególnych generatorów są więc równe

$$\Delta I_{Q1} = \frac{\Delta U_g}{s_1}$$

$$\Delta I_{Q2} = \frac{\Delta U_g}{s_2}$$

Sumując powyższe równania stronami, otrzymuje się

$$\Delta I_{Q1} + \Delta I_{Q2} = \Delta U_g \left(\frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_2} \right)$$

Ponieważ $\Delta I_Q = \Delta I_{Q1} + \Delta I_{Q2}$ oraz $s_{\text{wyp}} = \frac{1}{\frac{1}{s_1} + \frac{1}{s_2}}$,

to

$$\Delta I_Q = \frac{\Delta U_g}{s_{\text{wyp}}}$$

Jeśli równania na ΔI_{Q1} i ΔI_{Q2} podzieli się przez równanie na ΔI_Q , to otrzymamy

$$\Delta I_{Q1} = \frac{s_{\text{wyp}}}{s_1} \Delta I_Q \qquad \Delta I_{Q2} = \frac{s_{\text{wyp}}}{s_2} \Delta I_Q$$

Ze wzorów na przyrosty obciążeń biernych poszczególnych generatorów wynika, że są one odwrotnie proporcjonalne do statyzmów tych generatorów.

Zależność tę można uogólnić na większą liczbę współpracujących generatorów

$$S_{\text{wyp}} = \frac{1}{\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} + \dots + \frac{1}{S_N}}$$

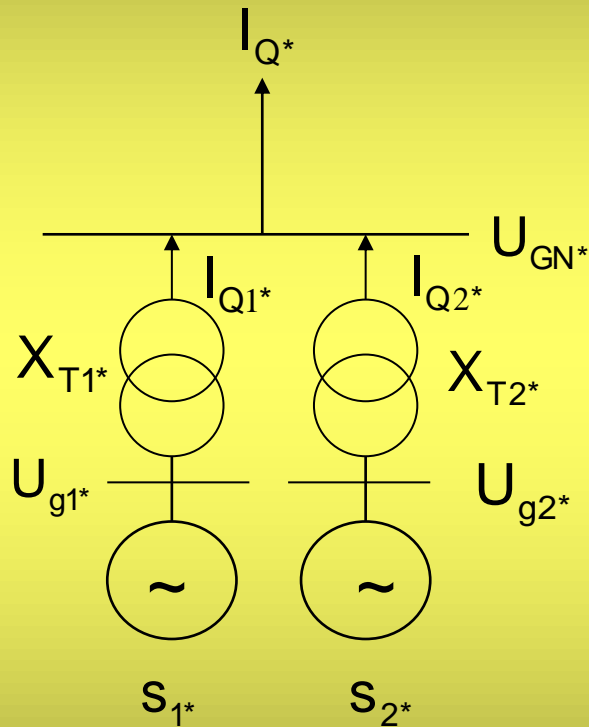
$$\Delta I_{Q1} = \frac{S_{\text{wyp}}}{S_1} \Delta I_Q$$

$$\Delta I_{Q2} = \frac{S_{\text{wyp}}}{S_2} \Delta I_Q$$

⋮

$$\Delta I_{QN} = \frac{S_{\text{wyp}}}{S_N} \Delta I_Q$$

Przypadek b - praca równoległa bloków generator – transformator



Napięcie na szynach zbiorczych jest równe

$$U_{GN^*} = U_{g1^*} - X_{T1^*} I_{Q1^*}$$

$$U_{GN^*} = U_{g2^*} - X_{T2^*} I_{Q2^*}$$

Korzystając z poprzednich zależności, można napisać

$$U_{g1^*} = U_{g01^*} - s_{1^*} I_{Q1^*} \quad U_{g2^*} = U_{g02^*} - s_{2^*} I_{Q2^*}$$

Stąd

$$U_{GN^*} = U_{g01^*} - (s_{1^*} + X_{T1^*}) I_{Q1^*} \quad U_{GN^*} = U_{g02^*} - (s_{2^*} + X_{T2^*}) I_{Q2^*}$$

Jeśli oznaczymy

$$s_{\Sigma 1^*} = s_{1^*} + X_{T1^*} \quad s_{\Sigma 2^*} = s_{2^*} + X_{T2^*}$$

to otrzymamy

$$U_{GN^*} = U_{g01^*} - s_{\Sigma 1^*} I_{Q1^*} \quad U_{GN^*} = U_{g02^*} - s_{\Sigma 2^*} I_{Q2^*}$$

Są to równania analogiczne do równań z przypadku a, dla charakterystyk regulacji poszczególnych generatorów.

Można więc podobnie wyznaczyć zależności na przyrosty obciążeń biernych poszczególnych bloków pracujących równolegle ΔI_{Q1} i ΔI_{Q2} przy założeniu, że sumaryczne obciążenie bloków wzrosło o $\Delta I_{Q^*} = \Delta I_{Q1^*} + \Delta I_{Q2^*}$.

$$\Delta I_{Q1^*} = \frac{S_{\Sigma \text{wyp}^*}}{S_{\Sigma 1^*}} \Delta I_{Q^*} \qquad \Delta I_{Q2^*} = \frac{S_{\Sigma \text{wyp}^*}}{S_{\Sigma 2^*}} \Delta I_{Q^*}$$

przy czym

$$S_{\Sigma \text{wyp}} = \frac{1}{\frac{1}{S_{\Sigma 1^*}} + \frac{1}{S_{\Sigma 2^*}}}$$

Ostatnie wzory można również uogólnić na większą liczbę generatorów.