

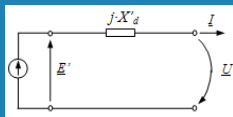
STABILITATEA SI CONTROLUL SISTEMELOR ELECTROENERGETICE

Stabilitatea tranzitorie

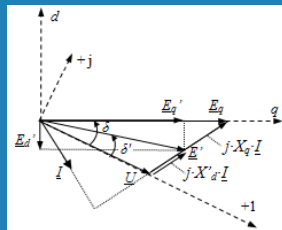
Definitie

Stabilitatea tranzitorie, denumită uneori și *stabilitate dinamică* sau *stabilitate la mari perturbații*, reprezintă capacitatea sistemului sau a unui generator sincron de a-și menține funcționarea stabilă în urma unei perturbații de mare amploare, cum ar fi scurtcircuitele în rețea, variațiile bruște ale sarcinii, pierderea unor grupuri generatoare, deconectarea unor circuite de linii electrice sau, în general, modificarea configurației rețelei. În urma unei asemenea perturbații mărimile de stare ale sistemului variază în limite largi, iar menținerea stabilității conduce, de regulă, la un punct de funcționare delimitat net de cel anterior perturbației.

Reprezentarea GS in studiile de stabilitate tranzitorie

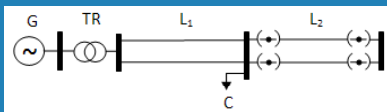


$$P_e = \frac{E' \cdot U}{X'_d} \sin \delta'$$



Stabilitatea tranzitorie a sistemului simplu

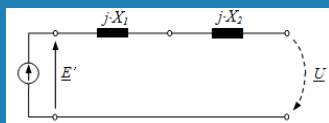
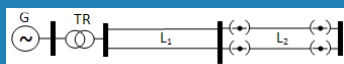
Stabilitatea tranzitorie a sistemului simplu



Se consideră cazul unui cuplaj complex între un generator sincron G și barele unui sistem de putere infinită, format dintr-un transformator TR și două linii dublu-circuit L_1 și L_2 , care se întâlnesc într-o stație de conexiuni intermediară, din care se alimentează și consumatorul C. În schemele echivalente toate elementele de circuit se vor considera numai prin reactanțe.

Cele 3 regimuri caracteritice

Regimul normal de funcționare anterior perturbației, identificat prin indicele RN.

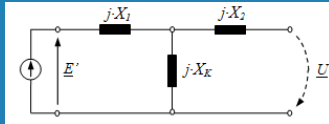
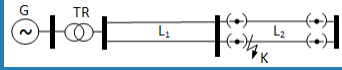


$$X_1 = X'_d + X_T + X_{L1}$$

$$X_2 = X_{L2}$$

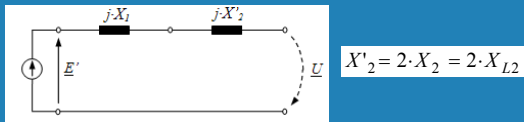
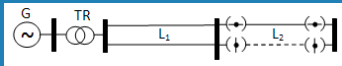
Cele 3 regimuri caracteritice

Regimul perturbat, denumit și *regim de defect* sau *regim de avarie*, care se menține pe durata perturbației (scurtcircuitului), identificat prin indicele RP.



Cele 3 regimuri caracteritice

Regimul post-perturbație, denumit și *regim post-avarie*, caracterizat prin condițiile de funcționare după izolarea perturbației, identificat prin indicele RpP.



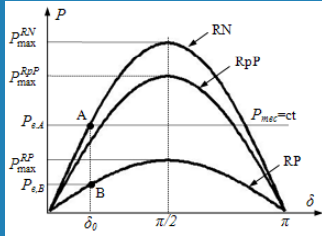
Reactanța sistemului X_{Σ}

Corespunzător celor trei regimuri caracteristice analizate, reactanța sistemului X_{Σ} măsurată la bornele sursei de t.e.m. asociată generatorului sincron (reactanța X_{Σ} include și reactanța tranzitorie longitudinală a generatorului, X'_{d}):

RN	$X_{\Sigma} = X_{RN} = X_1 + X_2 = X_1 + X_2$
RP	$X_{\Sigma} = X_{RP} = X_1 + X_2 + \frac{X_1 \cdot X_2}{X_K} = X_1 + X_2 + \frac{X_1}{X_K} \cdot X_2$
RpP	$X_{\Sigma} = X_{RpP} = X_1 + 2 \cdot X_2 = X_1 + X_2 + X_2$

$$X_{RN} < X_{RpP} < X_{RP}$$

Caracteristicile de putere ale GS

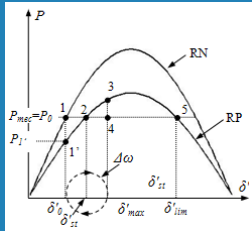


$$P = \frac{E' \cdot U}{X_{\Sigma}} \sin \delta'$$

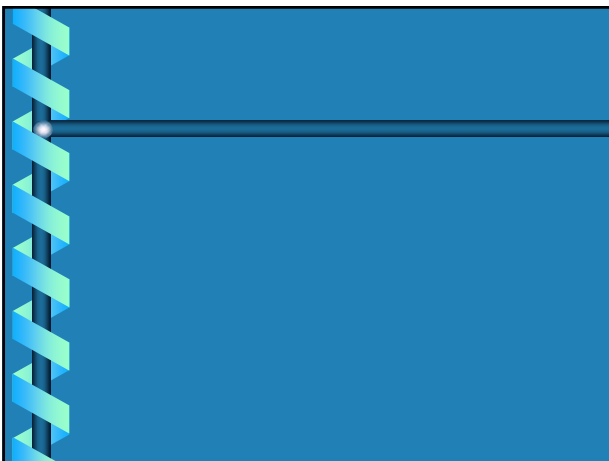
$$P_{\max}^{RP} < P_{\max}^{RpP} < P_{\max}^{RN}$$

Analiza dinamicii tranzitorii

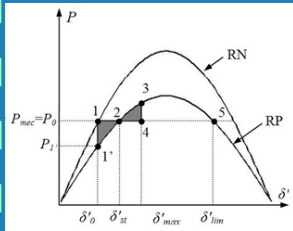
Se consideră că la momentul t_f are loc o perturbație care conduce la o nouă valoare a reactanței sistemului, X_{RP} , mai mare decât reactanța din regimul normal ($X_{RP} > X_{RN}$).



$$P_{\max}^{RP} = \frac{E' \cdot U}{X_{RP}} < \frac{E' \cdot U}{X_{RN}} = P_{\max}^{RN}$$



Legea arilor



$$\int_{\delta'_0}^{\delta'_{max}} \Delta P \cdot d\delta' = 0$$

$$\int_{\delta'_0}^{\delta'_{st}} \Delta P \cdot d\delta' + \int_{\delta'_{st}}^{\delta'_{max}} \Delta P \cdot d\delta' = 0$$

$$A_{1-1'-2} - A_{2-3-4} = 0$$

Legea arilor

$$A_{1-1'-2} - A_{2-3-4} = 0$$

Această relație mai este cunoscută sub denumirea de *legea arilor*, care afirmă:

- Condiția de funcționare stabilă a sistemului simplu este ca aria maximă de frânare să fie cel puțin egală cu aria de accelerare: unde $A_{fr}^{max} = A_{2-3-5-4-2}$ este aria de frânare maximă pentru care unghiul δ' atinge valoarea limită δ'_{lim} .
- De asemenea, în procesul oscilatoriu care rezultă în urma unei perturbații mari, unghiul maxim de oscilație δ'_{max} rezultă din condiția egalității ariei de frânare cu aria de accelerare.

Aplicații ale legii arilor - unghiul maxim de oscilație δ'_{max}

$$\int_{\delta'_0}^{\delta'_{st}} \Delta P \cdot d\delta' + \int_{\delta'_{st}}^{\delta'_{max}} \Delta P \cdot d\delta' = 0$$

$$\int_{\delta'_0}^{\delta'_{st}} (P_0 - P_{max}^{RP} \cdot \sin \delta') \cdot d\delta' + \int_{\delta'_{st}}^{\delta'_{max}} (P_0 - P_{max}^{RP} \cdot \sin \delta') \cdot d\delta' = 0$$

$$\Leftrightarrow P_0 \cdot (\delta'_{st} - \delta'_0) + P_{max}^{RP} \cdot (\cos \delta'_{st} - \cos \delta'_0) + P_0 \cdot (\delta'_{max} - \delta'_{st}) + P_{max}^{RP} \cdot (\cos \delta'_{max} - \cos \delta'_{st}) = 0$$

$$\Leftrightarrow P_0 \cdot (\delta'_{max} - \delta'_0) + P_{max}^{RP} \cdot (\cos \delta'_{max} - \cos \delta'_0) = 0$$

Aplicatii ale legii arilor – limita de stabilitate tranzitorie

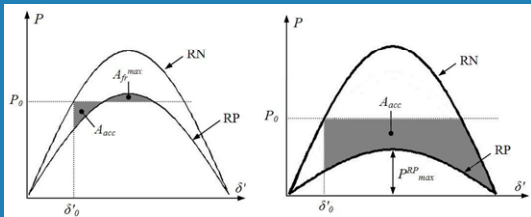
Limita de stabilitate tranzitorie - puterea maximă ce poate fi transmisă în regim normal, P_0^{max} , astfel încât în urma unei perturbații de un anumit tip și într-un anumit loc, să se păstreze stabilitatea tranzitorie a sistemului:

$$P_0^{max} = P_{max}^{RP} \cdot \frac{\cos \delta'_0 - \cos \delta'_{lim}}{\delta'_{lim} - \delta'_0}$$

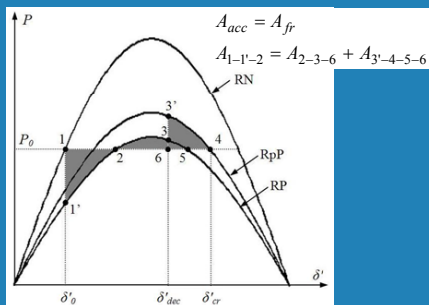
Rezerva de stabilitate tranzitorie - raportul dintre aria de frânare nefolosită (A_{3-4-5}) și aria de frânare maximă (A_{2-3-5}):

$$k_{rez} = \frac{A_{3-4-5}}{A_{2-3-5}}$$

Aplicatii ale legii arilor – limita de stabilitate tranzitorie



Aplicatii ale legii arilor – unghiul limita de deconectare



Aplicatii ale legii arilor – unghiul limita de deconectare

$$\int_{\delta'_0}^{\delta'_{dec}} (P_0 - P_{max}^{RP} \cdot \sin \delta') \cdot d\delta' + \int_{\delta'_{dec}}^{\delta'_{cr}} (P_0 - P_{max}^{RpP} \cdot \sin \delta') \cdot d\delta' = 0$$

unde:

$$\delta'_{cr} = \pi - \arcsin \left(\frac{P_0}{P_{max}^{RpP}} \right)$$

Prin prelucrari elementare se obtine:

$$\cos \delta'_{dec} = \frac{P_0 \cdot (\delta'_{cr} - \delta'_0) + P_{max}^{RpP} \cdot \cos \delta'_{cr} - P_{max}^{RP} \cdot \cos \delta'_0}{P_{max}^{RpP} - P_{max}^{RP}}$$

SFARSIT
