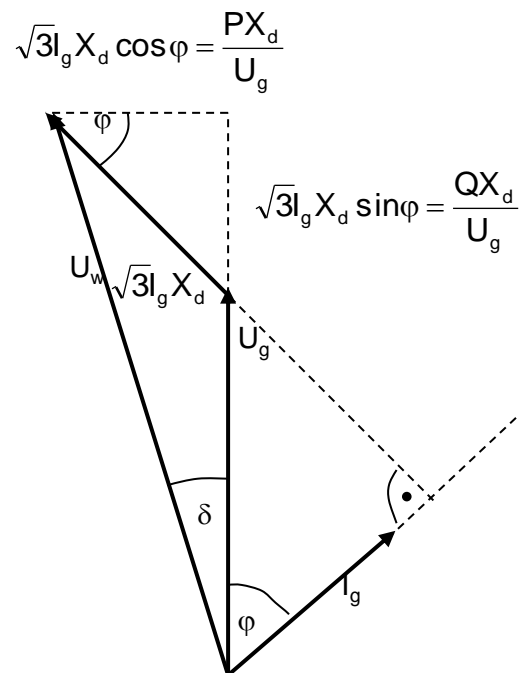
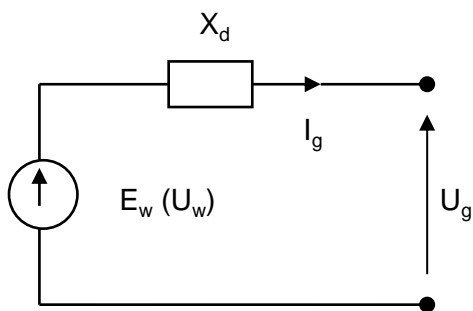


Zakres zmian i stromość narastania napięcia wzbudzenia



$$U_w^2 = \left(U_g + \frac{QX_d}{U_g} \right)^2 + \left(\frac{PX_d}{U_g} \right)^2$$

$$U_w = \sqrt{\left(U_g + \frac{QX_d}{U_g}\right)^2 + \left(\frac{PX_d}{U_g}\right)^2}$$

$$U_w \cong U_g + \frac{QX_d}{U_g} \quad \frac{PX_d}{U_g} \rightarrow 0 \quad \text{- z wykresu wektorowego}$$

Ze wzorów wynika, że napięcie wzbudzenia jest funkcją napięcia U_g i mocy P , Q . Zakres zmian napięcia w stanie ustalonym jest zdeterminowany dopuszczalnymi wartościami U_g , P , Q i jest on stosunkowo szeroki.

Przykład

Obliczyć stosunek napięcia wzbudzenia przy obciążeniu znamionowym i wirniku nagrzanym do temperatury 130°C do napięcia wzbudzenia przy biegu jałowym i temperaturze wirnika 20°C.

Dane: $U_g = 1$, $P = 0,8$, $Q = 0,6$, $X_d = 2,5$

Rozwiązanie:

$$U_{w(130,ozn)} = \sqrt{\left(U_g + \frac{QX_d}{U_g}\right)^2 + \left(\frac{PX_d}{U_g}\right)^2} = \sqrt{\left(1 + \frac{0,6 \cdot 2,5}{1}\right)^2 + \left(\frac{0,8 \cdot 2,5}{1}\right)^2} = 3,2$$

ozn – obciążenia znamionowe,
130 – temperatura wirnika.

$$U_{w(130,oj)} = 1 \quad (\text{bo } P, Q = 0)$$

oj – obciążenie jałowe

$$\frac{U_{w(130,ozn)}}{U_{w(130,oj)}} = \frac{3,2}{1} = 3,2$$

Stosunek $\frac{U_{w(130,ozn)}}{U_{w(20,oj)}}$ będzie większy ze względu na zmianę rezystancji wirnika przy zmianie temperatury.

$$R_{w(130)} = R_{w(20)} (1 + \alpha \Delta T)$$

α - temperaturowy współczynnik zmian rezystancji

$$R_{w(130)} = R_{w(20)} (1 + 0,004(130 - 20))$$

$$\frac{R_{w(130)}}{R_{w(20)}} = 1,36$$

$$\frac{U_{w(130,ozn)}}{U_{w(20,oj)}} = \frac{U_{w(130,ozn)}}{U_{w(130,oj)}} \cdot \frac{R_{w(130)}}{R_{w(20)}} = 3,2 \cdot 1,36 = 4,36$$

Napięcie wzbudzenia przy obciążeniu znamionowym i wirniku nagrzanym do temperatury 130⁰C może wzrosnąć 4,36 razy w porównaniu z napięciem wzbudzenia przy biegu jałowym i temperaturze wirnika 20⁰C.

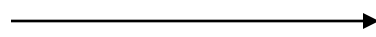
Zakres zmian napięcia wzbudzenia w stanie ustalonym nie jest wystarczający dla stanów nieustalonych w procesie regulacji napięcia.

Założmy, że generator jest obciążony mocą Q_1 przy napięciu U_g i że w pewnej chwili obciążenie bierne generatora zmienia się skokowo do wartości Q_2 . Skokowej zmianie obciążenia biernego odpowiada skokowa zmiana napięcia wzbudzenia do wartości niezbędnej do utrzymania napięcia U_g .

Przy zmianie obciążenia biernego z wartości Q_1 do wartości Q_2 , napięcie na zaciskach generatora obniży się

$$\Delta U_g = \frac{Q_2 - Q_1}{U_g} X_d$$

$$U_w \cong U_g + \frac{QX_d}{U_g}$$

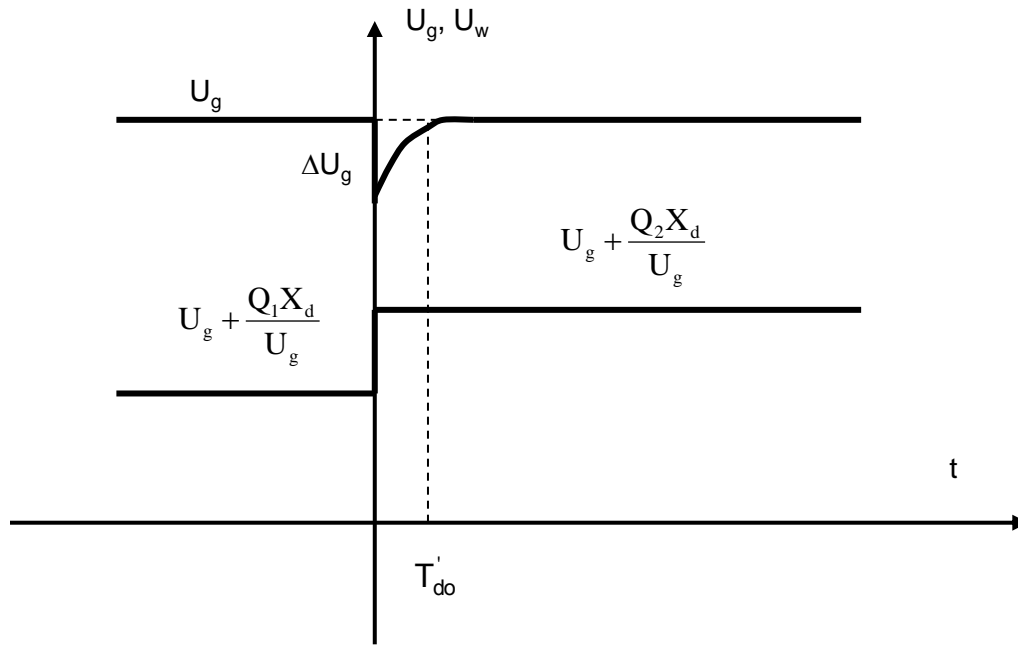


$$U_w \cong U_{g1} + \frac{Q_1 X_d}{U_{g1}}$$

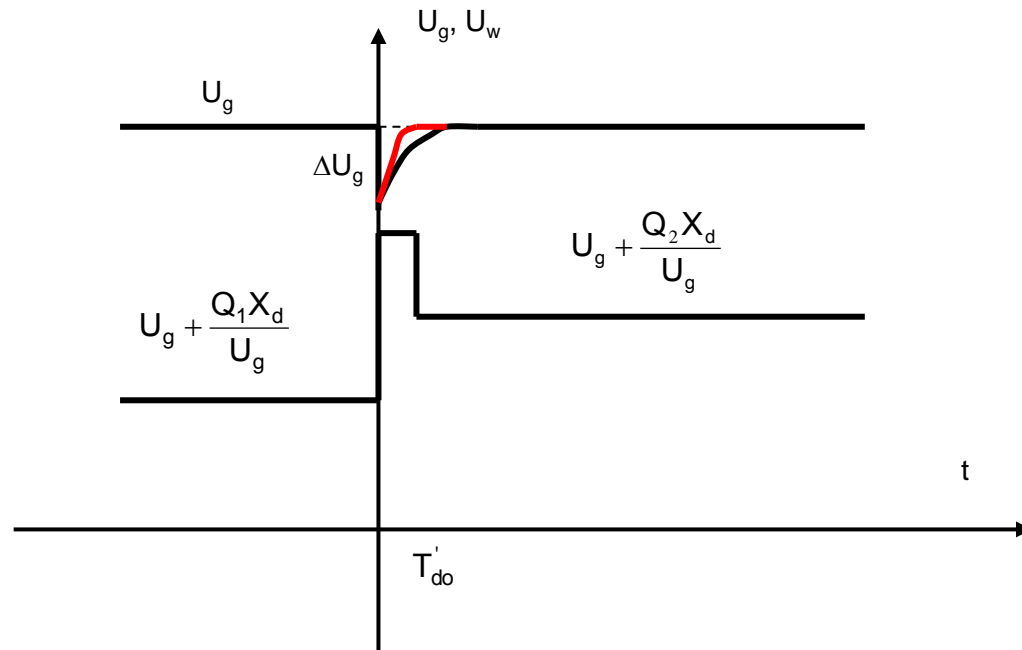
$$U_w \cong U_{g2} + \frac{Q_2 X_d}{U_{g2}}$$

$$U_{g1} + \frac{Q_1 X_d}{U_{g1}} = U_{g2} + \frac{Q_2 X_d}{U_{g2}}$$

$$\Delta U_g = U_{g1} - U_{g2} = \frac{Q_2 - Q_1}{U_g} X_d$$



Stała czasowa jest stosunkowo duża, więc regulacja napięcia przy zmianach napięcia wzbudzenia bez przesterowania przebiegałaby bardzo powoli. W celu przyspieszenia tego procesu konieczne jest zastosowanie tzw. przesterowania napięcia wzbudzenia U_w .



Zdolność przesterowania napięcia wzbudzenia w górę określa tzw. pułap napięcia wzbudzenia (współczynnik forsowania napięcia wzbudzenia). Definiuje się go jako stosunek maksymalnego napięcia wzbudzenia do znamionowego napięcia wzbudzenia.

$$k_{fU} = \frac{U_w^M}{U_{wn}}$$

Analogicznie określa się współczynnik forsowania prądu wzbudzenia

$$k_{fI} = \frac{I_w^M}{I_{wn}}$$

Przyjęcie warunku $k_{fU} < k_{fI}$ pozwala na oszczędniejsze wymiarowanie źródła wzbudzenia.

Wymiary źródła wzbudzenia i związany z tym koszt są określone przez tzw. moc wymiarową źródła

$$P_{\text{wym}} = U_w^M I_{\text{wterm}}^M$$

U_w^M - maksymalne dopuszczalne napięcie wzbudzenia,

I_{wterm}^M - dopuszczalny największy prąd wzbudzenia w czasie forsowania wzbudzenia.

Ze względu na konieczność utrzymania stabilności systemu elektroenergetycznego, dopuszczalne czasy forsowania wzbudzenia powinny wynosić od kilku do kilkunastu sekund, w zależności od przyjętego w danym systemie rozwiązania automatyki zabezpieczeń generatora.

Dla klasycznych wzbudnic elektromaszynowych, ze względu na ich dużą bezwładność cieplną, przeciążenie o kilkadziesiąt procent w ciągu kilkadziesiąt sekund nie wymaga zwiększonego przekroju uzwojeń wirnika i dla takich wzbudnic

$$P_{\text{wym}} = U_w^M I_{\text{wn}}$$

W prostownikowych układach wzbudzenia, w których cieplna stała czasowa jest mała, kilkadziesiątosekundowe przeciążenie jest właściwie dla nich stanem ustalonym. Elementy takiego układu muszą być zatem wymiarowane następująco

$$P_{\text{wym}} = U_w^M I_w^M$$