

## **Regulacja napięcia na szynach generatorów**

We współczesnych elektrowniach wszystkie generatory wyposażone są w układy automatycznej regulacji wzbudzenia (napięcia) – ARN.

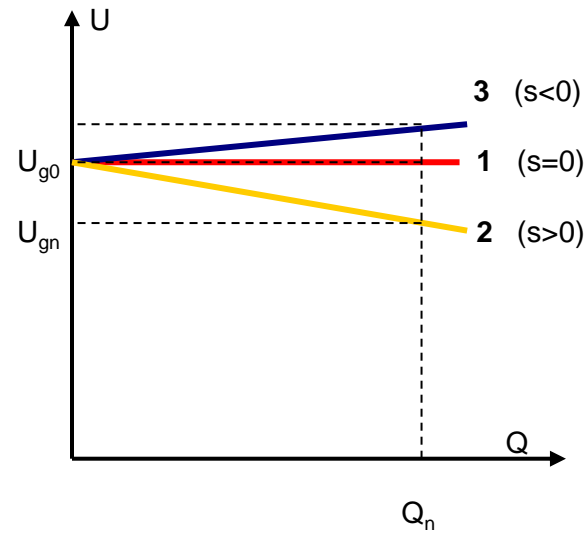
Napięcie generatora jest regulowane przez zmianę jego wzbudzenia. Źródła prądu wzbudzenia nazywamy wzbudnicami. Rozróżnia się dwa rodzaje wzbudnic: elektromaszynowe i prostownikowe.

Napięcie wzbudnicy prądu stałego jest regulowane przez zmianę jej prądu wzbudzenia. Zmianę tę uzyskuje się dwoma sposobami:

- 1) przez zmianę rezystancji w obwodzie wzbudzenia wzbudnicy,
- 2) przez wprowadzenie do obwodu wzbudzenia wzbudnicy dodatkowego uzwojenia zasilanego prądem stałym.

Regulatory napięcia mają swoje charakterystyki, będące zależnościami napięcia na zaciskach generatora od prądu biernego lub mocy biernej generatora. Przebieg takiej charakterystyki jest opisany statyzmem

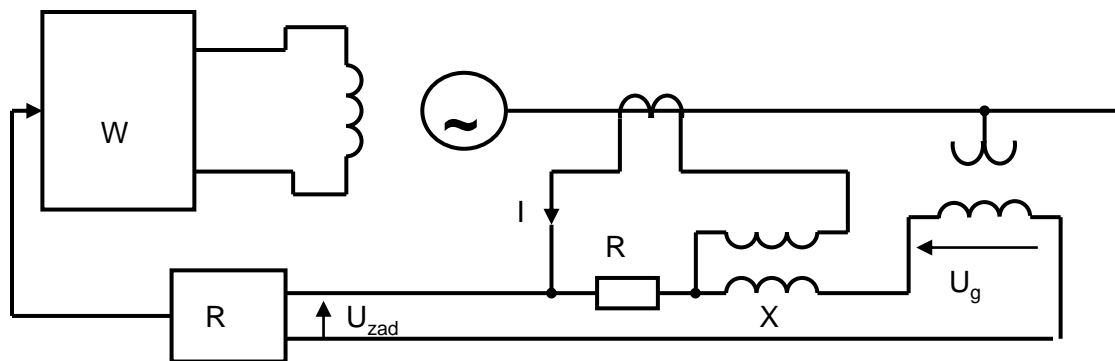
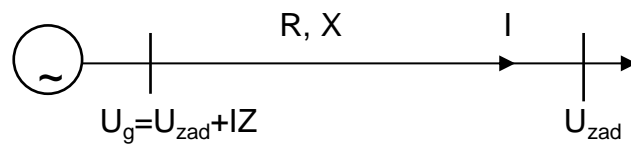
$$s = \frac{U_{g0} - U_{gn}}{Q_n}$$



1)  $s = 0$  – charakterystyka astatyczna

2)  $s > 0$  – charakterystyka statyczna

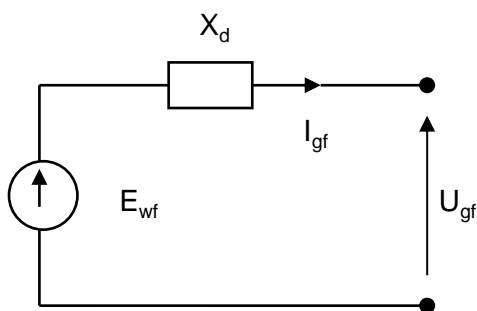
3)  $s < 0$  – charakterystyka antystatyczna



R – regulator

W – układ wzbudzenia

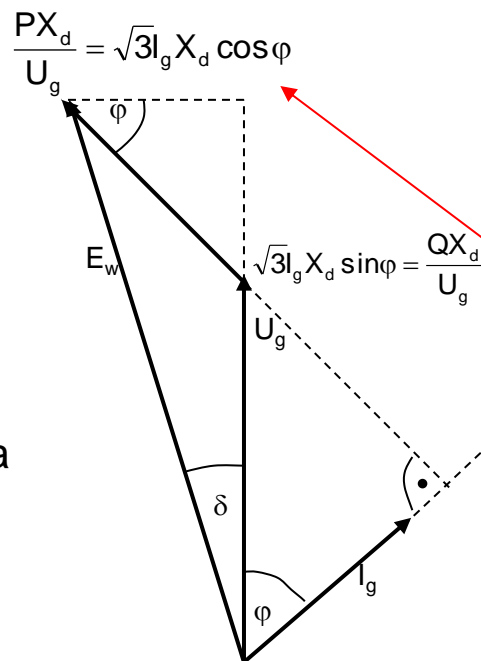
# Wielkości wejściowe i wyjściowe generatora synchronicznego jako obiektu regulacji



$X_d$  – reaktancja synchroniczna

$$E_w = k_1 U_w$$

$$E_w = k_2 I_w$$



$$P = \sqrt{3} I_g U_g \cos \varphi \quad / \cdot X_d$$

$$PX_d = \sqrt{3} I_g U_g X_d \cos \varphi$$

$$\frac{PX_d}{U_g} = \sqrt{3} I_g X_d \cos \varphi$$

$$Q = \sqrt{3} I_g U_g \sin \varphi \quad / \cdot X_d$$

$$\sqrt{3} I_g X_d \sin \varphi = \frac{QX_d}{U_g}$$

$$\frac{PX_d}{U_g} : E_w = \sin\delta \rightarrow E_w \sin\delta = \frac{PX_d}{U_g}$$

$$E_w \cos\delta = U_g + \frac{QX_d}{U_g}$$

Moc czynna i bierna wytwarzane przez generator są więc równe

$$P = \frac{E_w U_g}{X_d} \sin\delta$$

$$Q = \frac{E_w U_g}{X_d} \cos\delta - \frac{U_g^2}{X_d}$$

$$\cos \delta = \sqrt{1 - \sin^2 \delta} = \sqrt{1 - \left( \frac{PX_d}{E_w U_g} \right)^2}$$

$$Q = \pm \frac{E_w U_g}{X_d} \sqrt{1 - \left( \frac{PX_d}{E_w U_g} \right)^2} - \frac{U_g^2}{X_d}$$

$$Q = -\frac{U_g^2}{X_d} \pm \sqrt{\left( \frac{E_w U_g}{X_d} \right)^2 - P^2}$$

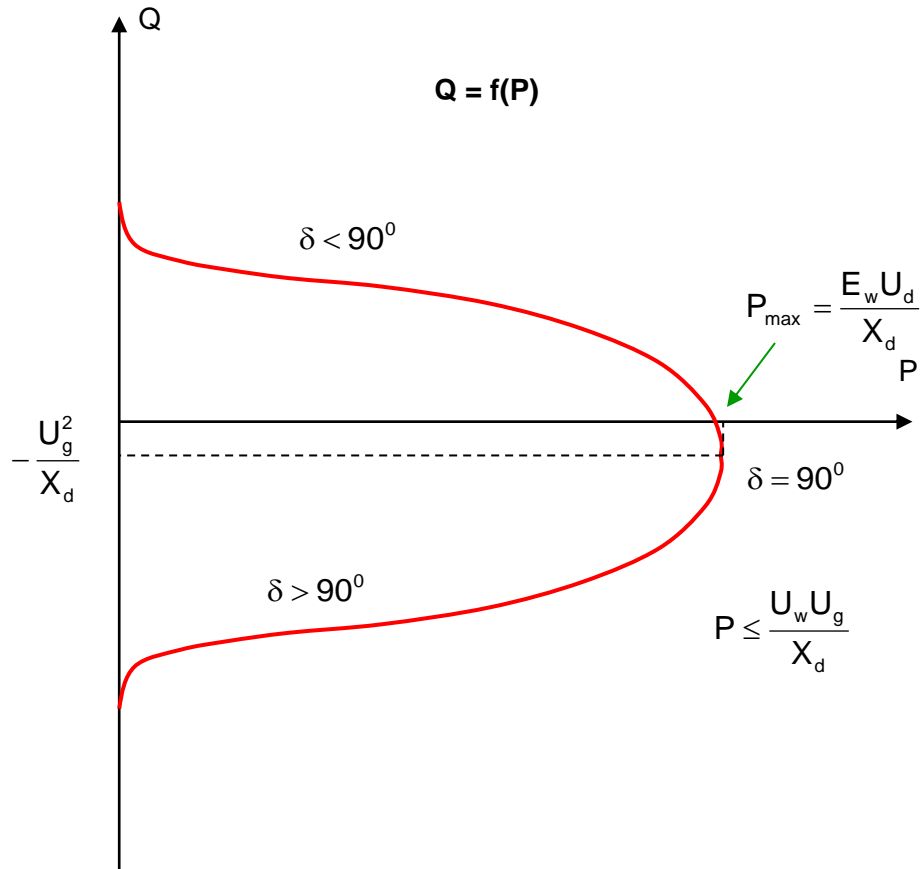
$$\left( \frac{E_w U_g}{X_d} \right)^2 - P^2 \geq 0$$

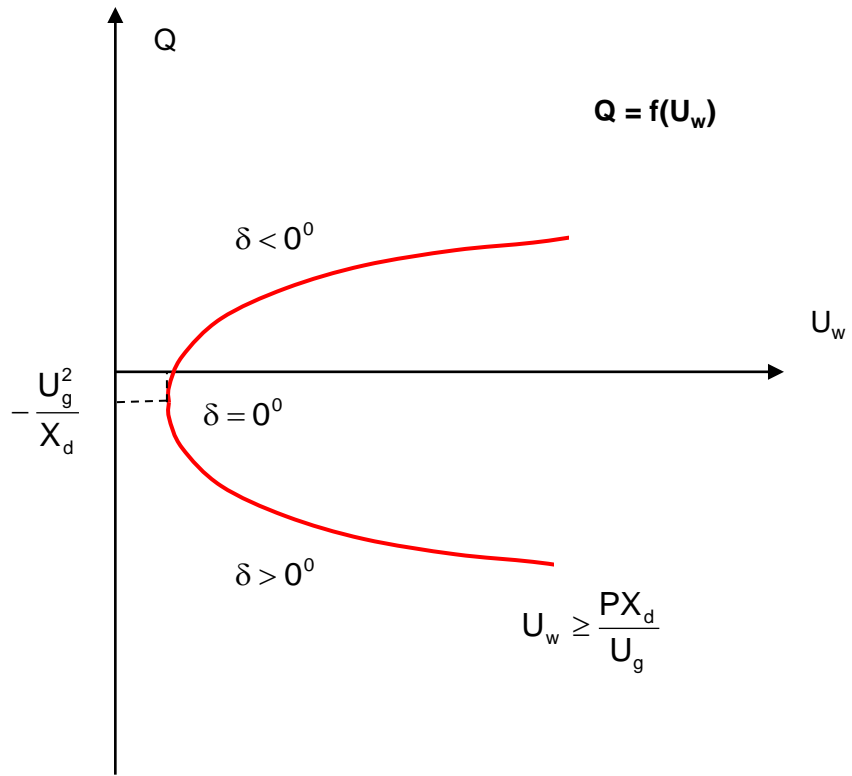
$$P \leq \frac{E_w U_g}{X_d}$$

W praktyce, najbardziej przydatne są dwie charakterystyki mocy biernej:

$Q = f(P)$  przy  $U_w = \text{const}$ ,

$Q = f(U_w)$  przy  $P = \text{const}$ .





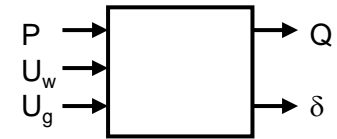
A)



WE

WY

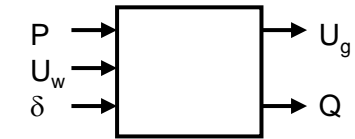
B)



WE

WY

C)



WE

WY