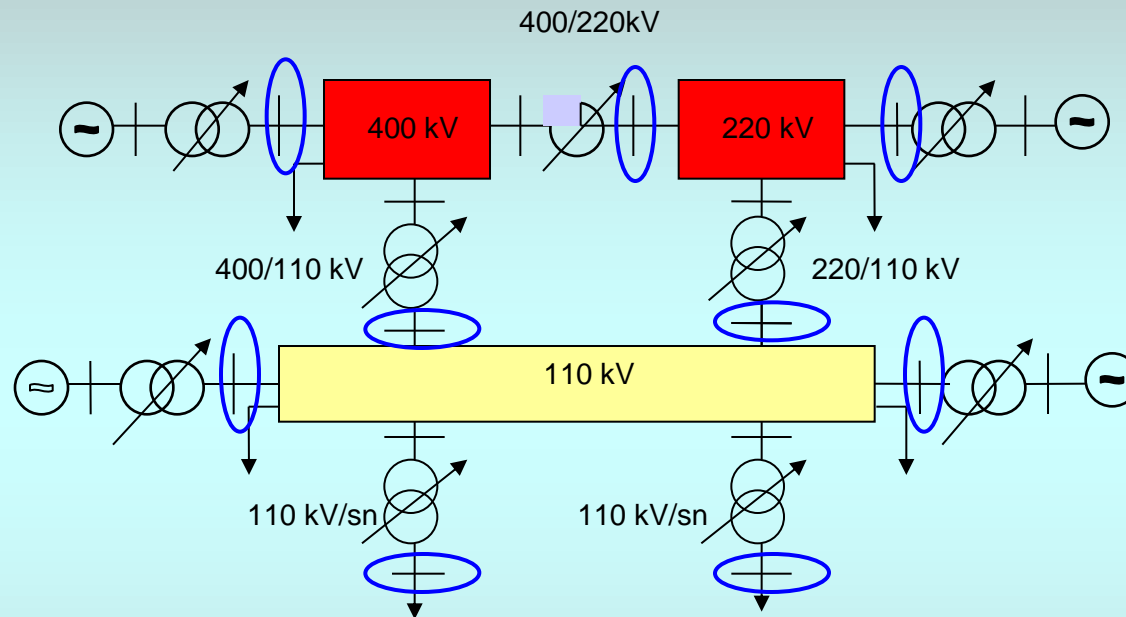


Regulacja napięcia i rozptyłu mocy biernej w zamkniętych sieciach przesyłowych najwyższych napięć



Aby wyznaczyć takie poziomy napięć, trzeba rozwiązać zadanie optymalizacji poziomów napięć i rozdziału mocy biernej.

Funkcja celu - całkowite straty mocy czynnej w sieci.
Ograniczenia – dopuszczalne wartości poziomów napięć we wszystkich węzłach sieci, dopuszczalne przekładnie transformatorów, ograniczenia wartości wprowadzanych do sieci mocy biernych, obciążalności linii i transformatorów.
Wielkości sterujące w procesie regulacji napięcia:

- w przypadku regulacji napięcia na szynach GN w elektrowni – moce bierne, wprowadzone do sieci przez elektrownię,
- w przypadku regulacji napięcia na szynach DN transformatorów – przekładnie transformatorów.

Regulacja napięcia na szynach elektrowni

Zakłada się, że zadane jest napięcie na szynach górnego napięcia (GN) w elektrowni U_{GNzad} . Ta wartość napięcia powinna być utrzymywana przy zmianach obciążenia.

Napięcie może być utrzymywane na stałym poziomie z pewną tolerancją $\pm \Delta U_{GN}$ za pomocą odpowiednich zmian mocy biernej, doprowadzonej do sieci

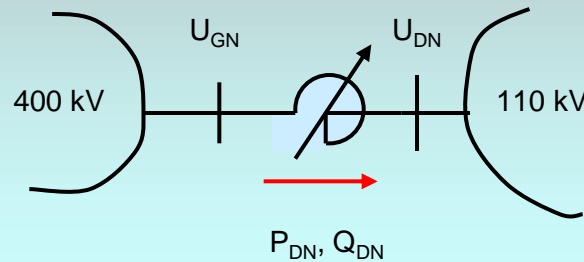
$$U_{GNzad} - \Delta U_{GN} \leq U_{GN} \leq U_{GNzad} + \Delta U_{GN}$$

przy czym

$$Q_g^m \leq Q_g \leq Q_g^M$$

Jeśli utrzymanie napięcia w dopuszczalnym przedziale, określonym powyższym wzorem, wymagałoby wprowadzenia mocy biernej, wykraczającej poza przedział dopuszczalny, wówczas regulacja napięcia jest blokowana, natomiast utrzymywana jest stała, dopuszczalna (graniczna) wartość mocy biernej Q_g^m lub Q_g^M .

Regulacja napięcia i mocy biernej na szynach dolnego napięcia transformatorów sprzęgłowych



Wielkością regulowaną może być wartość napięcia po stronie dolnego napięcia U_{DN} lub moc bierna, przepływająca przez transformator Q_{DN} . W obu przypadkach, parametrem sterującym jest przekładnia transformatora sprzęgłowego.

Przekładnia transformatora jest nieciągła i może przybierać tylko dyskretne wartości z przedziału $\langle t_{\min}, t_{\max} \rangle$.

W związku z nieciągłością przekładni, regulator napięcia na transformatorze musi być wyposażony w odpowiednią strefę nieczułości ΔU_{DN} .

Wartość napięcia U_{DN} jest utrzymywana w granicach

$$U_{DNzad} - \Delta U_{DN} \leq U_{DN} \leq U_{DNzad} + \Delta U_{DN}$$

Regulator napięcia utrzymuje wartość napięcia w dopuszczalnym przedziale, jeśli są spełnione warunki

$$I_{DN} < I_{DNn} \quad I_{GN} < I_{GNn}$$

$$U_{DNzad} + \Delta U_{DN} < U_{DN}^M$$

Warunek dotyczący prądu po stronie dolnego napięcia można zastąpić warunkiem dotyczącym mocy

$$S_n = \sqrt{3}U_{DNn}I_{DNn} \rightarrow I_{DNn} = \frac{S_n}{\sqrt{3}U_{DNn}}$$

$$S_{DN} = \sqrt{3}U_{DN}I_{DN} \rightarrow I_{DN} = \frac{S_{DN}}{\sqrt{3}U_{DN}}$$

Warunek ten można więc przedstawić w postaci

$$\frac{S_{DN}}{\sqrt{3}U_{DN}} < \frac{S_n}{\sqrt{3}U_{DNn}}$$

$$\frac{S_{DN}}{U_{DN}} < \frac{S_n}{U_{DNn}} \rightarrow S_{DN} < \frac{U_{DN}}{U_{DNn}} S_n$$

Podnosząc obie strony ostatniej nierówności do kwadratu, otrzymuje się

$$S_{DN}^2 < \left(\frac{U_{DN}}{U_{DNn}} \right)^2 S_n^2$$

$$P_{DN}^2 + Q_{DN}^2 < \left(\frac{U_{DN}}{U_{DNn}} \right)^2 S_n^2$$

$$Q_{DN}^2 < \left(\frac{U_{DN}}{U_{DNn}} \right)^2 S_n^2 - P_{DN}^2$$

Czyli moc bierna po stronie dolnego napięcia musi być określona nierównościami

$$-\sqrt{\left(\frac{U_{DN}}{U_{DNn}} \right)^2 S_n^2 - P_{DN}^2} < Q_{DN} < \sqrt{\left(\frac{U_{DN}}{U_{DNn}} \right)^2 S_n^2 - P_{DN}^2}$$

Wprowadzając oznaczenia

$$Q_{DN}^m = -\sqrt{\left(\frac{U_{DN}}{U_{DNn}}\right)^2 S_n^2 - P_{DN}^2} \quad Q_{DN}^M = \sqrt{\left(\frac{U_{DN}}{U_{DNn}}\right)^2 S_n^2 - P_{DN}^2}$$

otrzymuje się

$$Q_{DN}^m < Q_{DN} < Q_{DN}^M$$

Regulator utrzymuje zadaną wartość napięcia U_{DNzad} w dopuszczalnym przedziale pod warunkiem, że spełnione jest ograniczenie dotyczące przepływu mocy biernej.

Jeżeli w procesie regulacji napięcia, wielkość przepływającej mocy biernej znalazłaby się poza dopuszczalnym przedziałem, to wtedy regulacja napięcia jest blokowana, natomiast utrzymuje się dopuszczalną moc bierną Q_{DN}^m lub Q_{DN}^M .

Wielkością regulowaną może być również moc bierna Q_{DN} . W tym przypadku regulator utrzymuje moc bierną w dopuszczalnym przedziale, określonym nierównościami

$$Q_{DNzad} - \Delta Q_{DN} \leq Q_{DN} \leq Q_{DNzad} + \Delta Q_{DN}$$

ΔQ_{DN} – strefa nieczułości regulacji

Musi być spełniony warunek

$$U_{DN}^m < U_{DN} < U_{DN}^M$$

Jeśli w procesie regulacji napięcie U_{DN} przekroczyłoby wartość U_{DN}^M lub U_{DN}^m , to wtedy regulacja mocy biernej jest blokowana, a za pomocą przekładni utrzymuje się graniczną wartość napięcia. Jeśli napięcie jest za wysokie, to przekładnia musi się zwiększyć, jeśli napięcia jest za niskie – przekładnia musi się zmniejszyć.

W celu uniknięcia niestabilności układu regulacji, wynikającej z nieciągłości przekładni oraz ograniczenia częstości przełączeń, regulator jest wyposażony w odpowiednią strefę nieczułości.

Aby uniknąć zbędnego działania przy krótkotrwałych zmianach wielkości regulowanej (napięcia lub mocy biernej), wprowadza się opóźnienie działania regulatora – stałe lub zależne od wartości odchylenia wielkości regulowanej.