

電力システム解析論

第11回 電力システムの潮流制御

平成26年01月10日

電力用コンデンサによる電圧調整

- 電力用コンデンサによる無効電力供給
 - 送配電線, 変電所, 負荷に設置
 - 投入しっ放し(配電用に多い)→夜間軽負荷時の電圧上昇
 - 負荷に応じたON/OFF→電圧調整可
 - タイマー動作, 電圧フィードバック操作
 - 遅れ無効電力負荷(誘導機等)に設置
 - 線路電流低減→線路電圧降下の低減
 - 発電機の無効電力出力減少
 - 有効電力出力容量として使用可

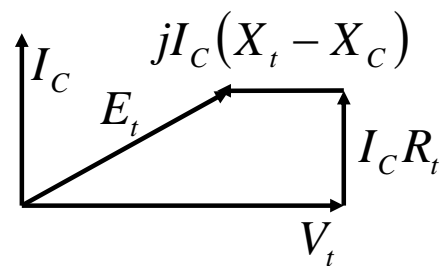
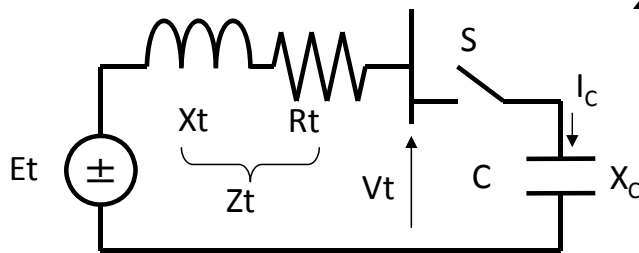
潮流計算における電力コンデンサ

- 電圧 (PV) 指定できるのは、無効電力源がある母線のみ

- 電力コンデンサの使用で負荷母線で電圧指定可能
- 電力コンデンサの投入による母線電圧変化

- コンデンサ電流

$$I_C = \frac{E_t}{Z_t - jX_C}$$



変圧器による潮流制御

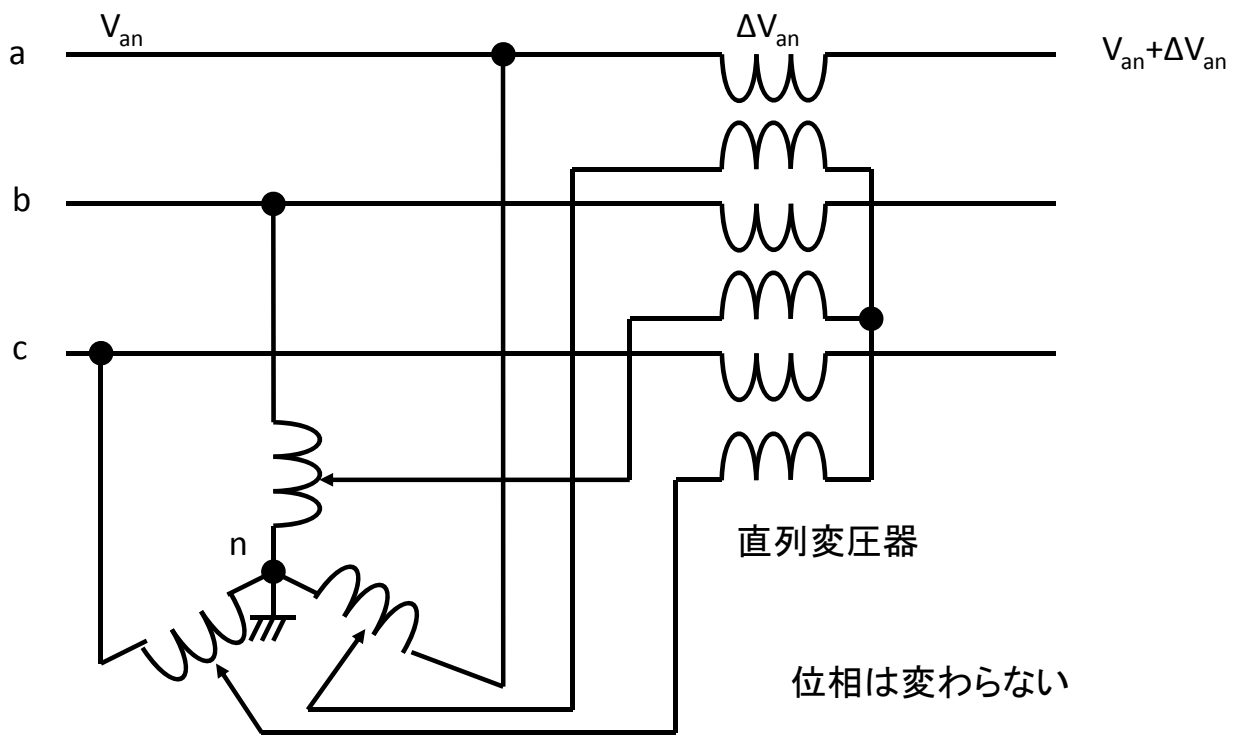
- 変圧器の機能

- (母線) 電圧レベルの変換
- 有効電力・無効電力の制御
 - 電圧の微調整 ($\pm 10\%$)
 - 位相の調整
 - 電圧・位相の両方の調整

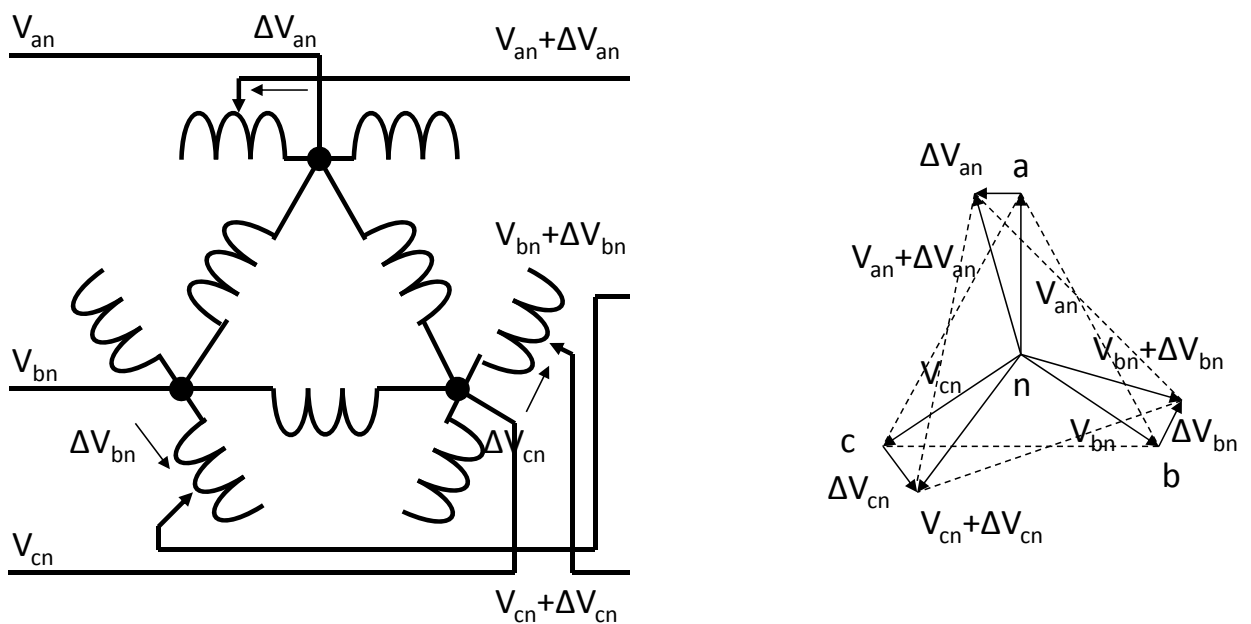
- タップ比

- 巻数比の変更
 - 非荷電時
 - 負荷時タップ比制御(LTC: Load Tap Changing)

電圧調整用変圧器



位相調整用変圧器

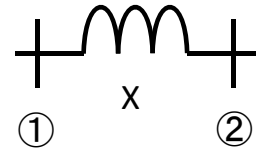


調整用変圧器が入った場合の 系統(Y,Z)行列の作り方

- 変圧器で接続された2母線

- 変圧比が2つの母線電圧ベースの比と同じ

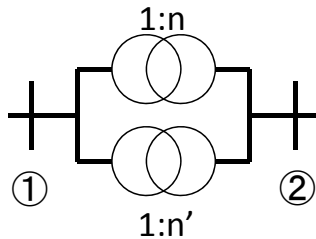
- 変圧器の漏れインピーダンス(pu値)



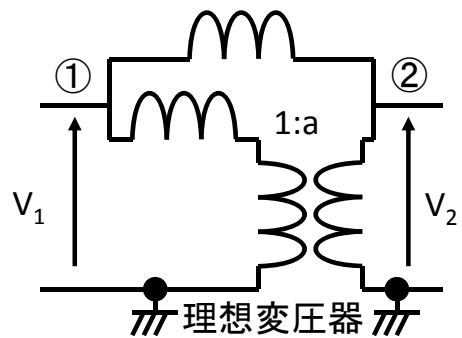
- 巻数比の異なる変圧器の並列接続

- 1:n変圧器→インピーダンス(pu値)

- 1:n'変圧器→インピーダンス(pu値)+1:a理想変圧器(基準外変圧比変圧器を表す)



$a = n'/n$
単位法表示



基準外巻数比変圧器の アドミタンス表現1

- 変圧器

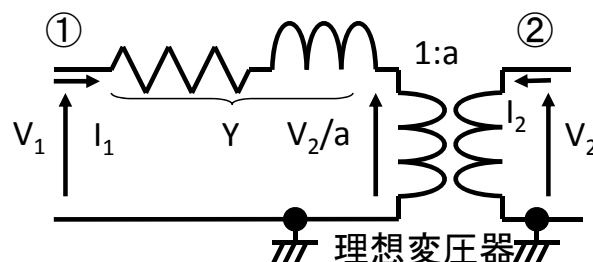
- アドミタンスY

- タップ比a

- 電圧調整用変圧器a→実数(変圧比)

- 位相調整用変圧器a→複素数($j\exp\delta$)

- リアクタンス(pu値)と理想変圧器による等価回路



基準外巻数比変圧器の アドミタンス表現2

- アドミタンス行列を求める

- ノード①から理想変圧器への入力電力 $S_1 = \frac{V_2}{a} \bar{I}_1$

- ノード②から理想変圧器への入力電力 $S_2 = V_2 \bar{I}_2$

- 理想変圧器の条件 $S_1 = -S_2$

$$\frac{V_2}{a} \bar{I}_1 = -V_2 \bar{I}_2 \Rightarrow \frac{\bar{I}_1}{a} = -\bar{I}_2 \Rightarrow \bar{I}_1 = -a\bar{I}_2 \Rightarrow I_1 = -aI_2$$

- ノード①電流の別表現

$$I_1 = Y \left(V_1 - \frac{V_2}{a} \right) = YV_1 - \frac{Y}{a} V_2$$

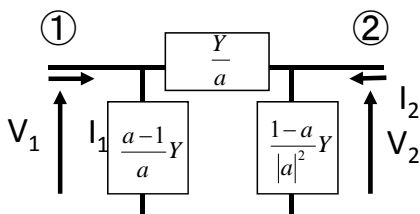
基準外巻数比変圧器の アドミタンス表現3

- アドミタンス行列を求める続き

- ノード②電流

$$I_2 = -\frac{I_1}{a} = -\frac{1}{a} Y \left(V_1 - \frac{V_2}{a} \right) = -\frac{Y}{a} V_1 + \frac{Y}{aa} V_2 = -\frac{Y}{a} V_1 + \frac{Y}{|a|^2} V_2$$

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y & -\frac{Y}{a} \\ -\frac{Y}{a} & \frac{Y}{|a|^2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$$



aが実数のとき $Y_{21}=Y_{12}$ となり、 π 形回路で表せる
YにRがあると負抵抗となり実際の回路要素はない