第2回の内容

- 交流電力と三相交流
- 変圧器の結線，Δ結線，Y結線，高調波，
- 電力系統の構成
- 電線路

見学会のおしらせ

1.6 大容量機器の採用

大容量（大電力を扱う）機器の利点

(a) 単位出力当たりの価格が低廉

(b) 効率向上

大容量機器の欠点

(a) 故障時の影響大，予備設備費大

(b) 輸送が困難

(c) 冷却効率悪化

磁束密度と電流密度一定*の条件で

寸法を2倍にしたら

面積 4 倍，磁束4倍，

起電力4倍，電流 4 倍 → 出力容量16倍

体積8倍 → 質量8倍，損失8倍*，価格8倍

単位出力あたりの損失と価格1／2倍

単位面積当たりの損失2倍 → 温度上昇大

→ 強制冷却必要

1.7 電線路

架空送電線と地中送電線（ケーブル送電）

1.7.1 架空電線路

並行 2 回線

多導体方式

(a) コロナ発生の抑制可能

(b) インダクタンスの低下，電流容量の増加

架空地線： 避雷効果

1.7.2 地中電線路

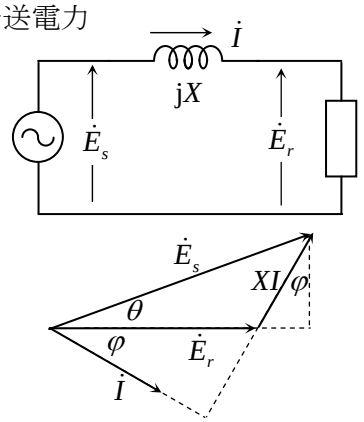
電力ケーグル

OF ケーブル

CV ケーブル

シース電圧とシース損： シース渦電流損とシース回路損の和，充電電流と誘電体損

1.8 伝送電力



$E_s = E_r + jXI$

$XI\cos\varphi = E_s \sin\theta$ なので

1相当たりの伝送電力有効成分は

$$P = E_r I\cos\varphi = \frac{E_s E_r}{X}\sin\theta$$

P を増加させるために X を低減

(a) 多導体の採用

(b) 並列回線数の増加

(c) 直列コンデンサの使用

1.9 系統安定度

同期機の同期はずれ

安定極限電力

1.10 直流送電

直流送電の利点

(a) 線路リアクタンスの制限無し

(b) ケーブル送電時の誘電体損と充電電流の影響無し

(c) 周波数連携可能(50Hz と 60Hz など)

直流送電の欠点

(a) 交流→直流→交流の形式となるので，大容量変換装置が必要

(b) 直流遮断器の技術開発が困難

(c) 交直変換装置からの高周波抑制対策必要

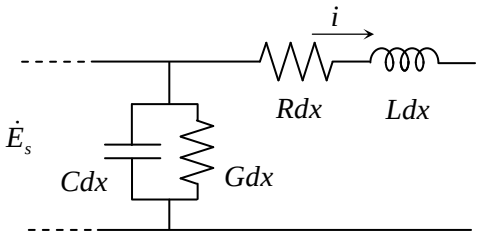
1.11 系統設備 略

1.12 今後の問題点 略

第2章:電力系統のあらまし

2.1 伝送線の等価回路

2.1.1 分布定数回路



$\dot{z} = R + \mathrm{j}\omega L,\ \ \dot{y} = G + \mathrm{j}\omega C$

$$\begin{bmatrix} \dot{E}_s \\ \dot{I}_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{A} & \dot{B} \\ \dot{C} & \dot{D} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{E}_r \\ \dot{I}_r \end{bmatrix}$$ ， $\dot{A},\dot{B},\dot{C},\dot{D}$ 四端子定数

$\dot{A} = \dot{D} = \cosh\dot{\gamma}\ell$

$\dot{B} = \dot{Z}_w \sinh\dot{\gamma}\ell,\ \dot{C} = (\sinh\dot{\gamma}\ell)/\dot{Z}_w$

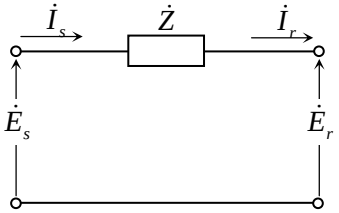
$\dot{A}\dot{D} - \dot{B}\dot{C} = \cosh^2\dot{\gamma}\ell - \sinh^2\dot{\gamma}\ell = 1$

$\dot{Z}_w = \sqrt{\dot{z}/\dot{y}}$:送電線の波動インピーダンス

$\dot{\gamma} = \sqrt{\dot{y}\dot{z}}$:送電線の伝搬定数

2.1.2 近似等価回路(集中定数で表示)

短距離送電線



$$\begin{bmatrix} \dot{E}_s \\ \dot{I}_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \dot{Z} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{E}_r \\ \dot{I}_r \end{bmatrix}$$

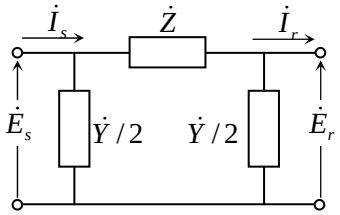
$\dot{A} = (\dot{E}_s/\dot{E}_r)_{\dot{I}_r=0}$ 開放送受電端電圧比

$\dot{B} = (\dot{E}_s/\dot{I}_r)_{\dot{E}_r=0}$ 短絡伝達インピーダンス

$\dot{C} = (\dot{I}_s/\dot{E}_r)_{\dot{I}_r=0}$ 開放伝達アドミタンス

$\dot{D} = (\dot{I}_s/\dot{I}_r)_{\dot{E}_r=0}$ 短絡電流比

中距離送電線

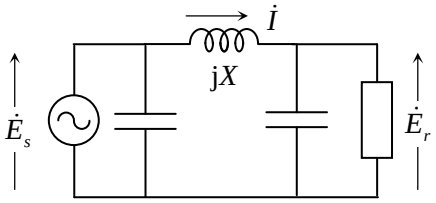


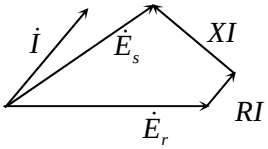
$$\begin{bmatrix} \dot{E}_s \\ \dot{I}_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dfrac{\dot{Z}\dot{Y}}{2}+1 & \dot{Z} \\ \dot{Y}\left(1+\dfrac{\dot{Z}\dot{Y}}{4}\right) & \dfrac{\dot{Z}\dot{Y}}{2}+1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{E}_r \\ \dot{I}_r \end{bmatrix}$$

(*F* パラメータ参照のこと)

2.1.3 フェランチ現象

軽負荷時に送電線の静電容量の影響で受電端電圧が送電端電圧よりも上昇する現象





(a) 夜間の系統運転時

(b) 受電端を開放した場合

*受電端に並列リアクトルを接続する等の対策

2.2 送受端部の等価回路

Δ－Y 結線の変圧器を含む場合の等価回路

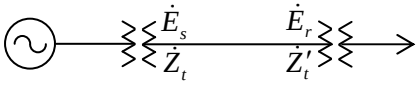
2 次側換算の変圧器のインピーダンス

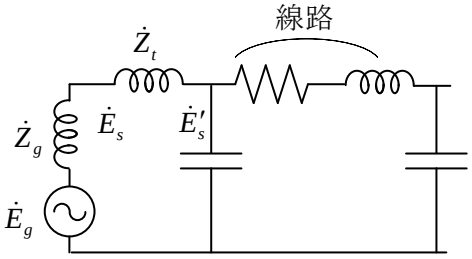
2.3 3巻線変圧器の等価回路

3巻線変圧器の 1 相分当たりの等価回路

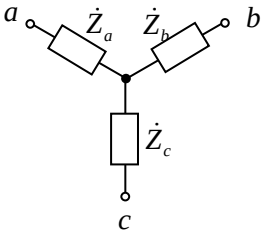
1 次 2 次巻線:Y 結線, 3 次巻線: Δ 結線

2.4 電力系統の等価回路





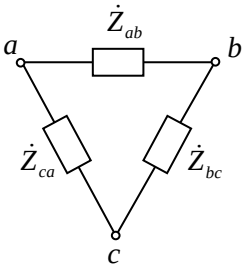
Y－Δ変換（回路理論基礎 P188）



$$\dot{Z}_{ab} = \dot{Z}_a + \dot{Z}_b + \frac{\dot{Z}_a \dot{Z}_b}{\dot{Z}_c}$$

$$\dot{Z}_{ca} = \dot{Z}_c + \dot{Z}_a + \frac{\dot{Z}_c \dot{Z}_a}{Z_b}$$

$$\dot{Z}_{bc} = \dot{Z}_b + \dot{Z}_c + \frac{\dot{Z}_b \dot{Z}_c}{\dot{Z}_a}$$



$$\dot{Z}_a = \frac{\dot{Z}_{ca} \dot{Z}_{ab}}{\dot{Z}_{ab} + \dot{Z}_{bc} + \dot{Z}_{ca}}$$

$$Z_b = \frac{\dot{Z}_{ab} \dot{Z}_{bc}}{\dot{Z}_{ab} + \dot{Z}_{bc} + \dot{Z}_{ca}}$$

$$Z_c = \frac{\dot{Z}_{bc} \dot{Z}_{ca}}{\dot{Z}_{ab} + \dot{Z}_{bc} + \dot{Z}_{ca}}$$