5.4 誘導障害（通信線への電磁誘導）

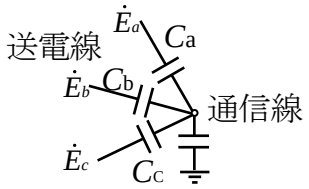
静電誘導

送電線からのある通信線への静電誘導は電荷保存の関係から

$$C_0\dot{E}_s = C_a\left(\dot{E}_a - \dot{E}_s\right) + C_b\left(\dot{E}_b - \dot{E}_s\right) + C_c\left(\dot{E}_c - \dot{E}_s\right)$$

よって，$\dot{E}_s = \dfrac{C_a\dot{E}_a + C_b\dot{E}_s + C_c\dot{E}_c}{C_a + C_b + C_c + C_0}$，

送電線が十分にねん架されていれば $\dot{E}_s = \dfrac{3C_a\dot{E}_0}{3C_a + C_0}$ となり，電力線の零相電圧によって誘導される。



静電誘導の低減には，シールド線を使用する。また電力線と通信線の距離大のときは静電誘導電圧小，電磁誘導よりも影響小

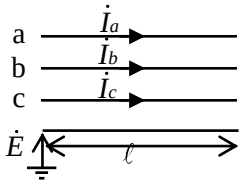
電磁誘導

送電線の電流によって通信線に誘導される電圧は，
単位長さあたりの相互インダクタンスを L_m とすれば

$$\dot{E} = -j\omega L_m \ell(\dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c) = -j\omega L_m \ell \times 3\dot{I}_0$$

電磁誘導電圧は零相電流によって誘導される。一線地絡（または断線）時の地絡電流が大きい直接接地方式で問題になる。

電磁誘導低減：(1)事故電流を高速遮断，(2)導電率の大きいしゃへい線の架設



誘導障害の防止

静電誘導の低減

(1) 送電線の地上高さを上げて電解低減
(2) 2回線では，互いに相順を逆にする
(3) 送電線下にシールド線を設置

電磁誘導の低減

(1) 電力線と通信線を離す
(2) 送電線のねん架，相の逆順配列
(3) 高速遮断
(4) 導電率の高いしゃへい線の設置

制限値

誘導電圧制限値　300V 以下，超高圧系統　430V 以下

地上1mにおける電界強度 30V/cm 以下

5.5 保護リレーシステム

故障時にも安全・安定に電力を供給するために，故障電流を遮断して電力機器の損傷を防止，最小範囲の故障箇所を電力系統から高速分離，事故の広域化防止。

周辺機器は，保護リレー（Ry），計器用変圧器（PD, PT），変流器（CT），しゃ断器（CB)である。

(1) 変流器：current transformer 略称 CT

零相電流の検出回路

$$3\dot{i}_0 = \frac{1}{n} \times 3\dot{I}_0 = \frac{1}{n} \times \left(\dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c\right)$$

L を $\omega L = \left(\omega(C_1 + C_2)\right)^{-1}$ と選べば内部インピーダンス零。Z が変化しても分圧比は一定。

零相電圧検出回路

$$3\dot{v}_0 = \frac{1}{n} \times 3\dot{V}_0 = \frac{1}{n} \times \left(\dot{V}_a + \dot{V}_b + \dot{V}_c\right)$$

2次側回路は Y 結線で一端を開放した所に電

(2) 電圧変成器：potential transformer 略称 PT

Z 非接続での出力電圧は $V_2 = \dfrac{C_1}{C_1 + C_2} V_1$

Z 接続時の電流は，起電力 V_2，内部インピーダンス：C_1, C_2 の並列回路と L との直列回路と等価。

圧計を接続して検出する。

保護リレーの分類

- アナログ形とデジタル形
- 過電流リレー，不足電流リレー：電流による吸引力とバネとが釣り合いで，接点を開閉
- 過電圧リレー，不足電圧リレー
- 方向リレー：故障箇所の方向を検出：回路の位相が反転するとトルク方向も反転するので，故障した方向の検出可能
- 距離リレー：故障箇所までの距離に応じて動作

電力設備の保護リレーシステム

差動継電方式：変流器と過電流継電器の組み合わせ。発電機，変圧器，母線の内部故障保護。内部故障時に継電器が動作して事故検出

パイロット継電方式：差動継電方式を電力線路の保護に適用。離れた 2 地点双方の保護継電装置が電流等の情報を交換して，事故検出。パイロット線やマイクロ波等が利用される。

PCM 電流差動継電器：離れた 2 地点双方の電流瞬時値等を得デジタル変換し光ファイバやマイクロ波伝送して，事故検出

直流送電

○　長距離大電力送電に適す（300 km 以上で有利）
○　電力潮流の高速制御が容易，大電力安定供給が可能
○　送電線路の建設費が安価
○　有効電力のみ輸送
○　対地静電容量の影響が少ない
×　絶縁やコロナ放電対策で有利（$1/\sqrt{2}$：0.7）
×　交直変換装置が必要，構造複雑で高価
×　大地帰路では電蝕防止対策が必要
×　直流遮断が難しい

2004 年データ，

- 主要国の発電電力量の電源構成（省略），全世界の総発電電力量のうち
  原子力16%，水力16%，再生可能エネルギー2%，残り火力発電67%：効率向上が重要
- 火力発電の熱効率，アメリカ 30%台後半（50%石炭），中国・インド＜30%（70～80%石炭）
- 日本の石炭火力45%
- 太陽光発電効率 15%程度，稼働率 12%（宇宙なら稼働率向上，光送電）