

変電

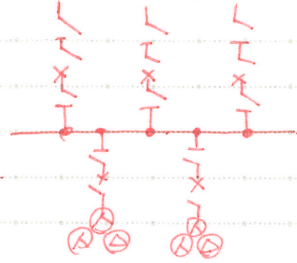
変電所の結線方式の決定における西三慮

- ① 供給信頼度：母線事故、送電線事故の際の供給率軽微が少ないか
- ② 系統運用面：系統変更や系統増設への対応が容易か
- ③ 増設・拡張面：送電線の取付、CBやLS(インサレータ)の取付が容易か
- ④ 経済面：建設費用・保守点検費用が安価か

母線方式

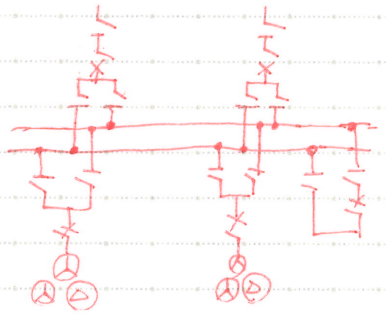
① 単母線方式

- 長所・ 母線がシンプルで設置スペースが少なく、工期も短い
- 適用・ 安価なため西三用変電所で適用
- 短所・ 母線事故時、全停電となる
 - ・ 事故後旧に時間がかかる。



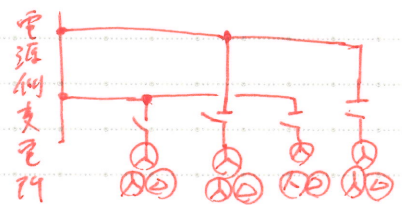
② 複母線方式

- 長所・ 母線事故が発生しても、他の母線の切替えが可能のため 運用停止期間を短くできる。
- 短所・ 片側母線が事故で停止しても、健全母線で運用継続し、事故母線を修復できる。
- 短所・ 母線の数が増えるため機器も多くなり、設置スペースが必要となり、工期が増える
- 適用・ 高価なため、物産高圧～超高圧変電所もしくは大規模発電所の母線に適用



③ ユニツト方式

- 長所・ 母線、遮断器がないため設置スペースを縮小できる
- 短所・ 柱頭に用地が制約されず中継地は採用できる
- 短所・ 軽送遮断装置が必要
 - ・ 自由な条件に(母線運用上の)



保護継電器の具備条件

1. 選択性

- ① 事故点を識別し、停電を必要最小限にすること。
- ② 保護対象区間の事故のみを検出すること

2. 信頼性

- ① 誤動作、不誤動作が極少ないこと
- ② 独立した複数の保護継電器の同時動作により、遮断指令を出力すること
- ③ 自動監視機能などで、動作不良が早期に発見すること。

3. 感度

- ① 保護区間の異常現象を確実に検出すること。
- ② 負荷電流や充電電流が大きい、特に保護継電器から遠い地点の事故は検出感度が低くなる場合がある。

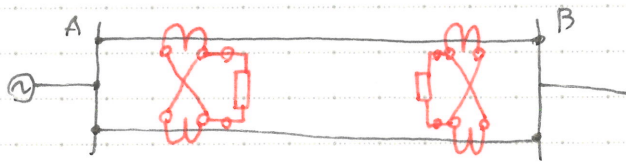
4. 動作速度

- ① 必要な高速動作が可能なこと
- ② 事故排除時間が長いと、系統の揺動が大きくなり、安定度が低下する。

5. 運用保守性

- ① 電力系統の運転状態に応じて適切な整定を行う。
- ② 本機能・信頼性の長期維持が可能な運用保守性を有すること。

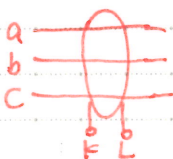
回路選択保護リレー方式



平行二回線の送電線において、両回線の変流器二次側を交差接続し、事故時の両回線の電流差によって故障回路を特定し遮断する。

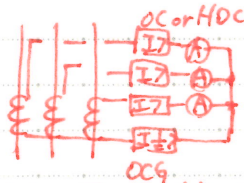
地絡検出方式

1. ZCT

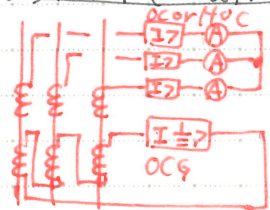


- 2の注意点
- ① 変流比、定務負荷、過電流定数が同じこと。
 - ② 定務一次電流が地絡電流より大きくなると。

2. CT3相(残流回路)



3. CT3相(二次巻掛付残流回路)



地下式変電所の火災対策

変圧器：油入変圧器からガス絶縁変圧器（絶縁：SF₆ガス、遮断：フッ素化合物）、
モールド変圧器（絶縁：エポキシ樹脂）、H種乾式変圧器（絶縁：フェンス）を採用

遮断器：絶縁油を使用しないガス遮断器、真空遮断器を採用

電力ケーブル：OFケーブルから架橋ポリエチレン（CV、CVT）ケーブルを採用

制御ケーブル：不燃性、難燃性のケーブルを採用

構造における対策

① 変電所のユニット化

：1つの変電所をユニットに区分し、ユニット間に耐火構造の防火区画を設ける

② 消火設備の設置

：火災報知機、警報装置、消火設備、延焼防止扉などを設置

③ 耐火壁や防火扉の設置

：機器間に耐火壁を設け、必要箇所には防火扉を設置する

④ 排気装置の設置

：消火後、ガスやF₂を排気してよりよい排気装置を設置

⑤ 油入機器の排除

：タンクを補強し、機器故障時の内圧上昇による破壊・火災を防ぐ

移動用変電設備

所要性能

① 機動性：可搬式トレーラーなど機動性を要する。平常容量器長の運送使用許可手続が不要となる寸法・重量の制約を満たすこと。

② 汎用性：複数の配電用変電所の共通設備となる必要がある。そのため、変圧器、ケーブル、制御ケーブル、ブッシングなどが共通化して採用されている。定格電圧、定格容量、接続方法を統一しておくこと。

設備概要

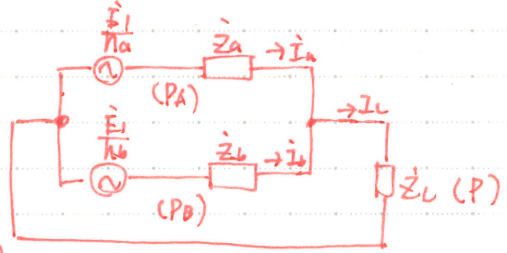
常設の変電設備と同等の開閉器、変圧器、整流器をコンパクトにまとめる。

移動可能としたもの。負荷時 α レギュレータ変圧器（LPT）とガス絶縁開閉装置（GIS）を組み込んだものもある。

変圧器の並行運転

一次相電圧 E_1 , 巻数比 $n_a - n_b$, 等価インピーダンス z_a, z_b , 二次負荷電流 I_L かつ

- $I_a + I_b = I_L$
- $\frac{E_1}{n_a} = z_a I_a + z_L I_L$
- $\frac{E_1}{n_b} = z_b I_b + z_L I_L$



$$\Rightarrow \begin{cases} I_a = \frac{z_b}{z_a + z_b} I_L + \frac{E_1}{z_a + z_b} \left(\frac{1}{n_a} - \frac{1}{n_b} \right) \\ I_b = \frac{z_a}{z_a + z_b} I_L - \frac{E_1}{z_a + z_b} \left(\frac{1}{n_a} - \frac{1}{n_b} \right) \end{cases}$$

分相電流 循環電流

並行運転の条件

- 極性を合わせる
 - 変圧比 (巻数比) を合わせる
 - インピーダンスの抵抗分、漏れリアクタンス分が等しい
 - インピーダンスが定務容量に反比例している
 - 相回転が等しい
 - 角変位が等しい
-] 循環電流ゼロ
] 分相電流 (分相)
] 三相変圧器

負荷分担

$$P_A = P \times \frac{\%z_b}{\%z_a + \%z_b}, \quad P_B = P \times \frac{\%z_a}{\%z_a + \%z_b}$$

(%za, %zb = 基準容量変換した値)

$$I_A = I \times \frac{\%z_b}{\%z_a + \%z_b}, \quad I_B = I \times \frac{\%z_a}{\%z_a + \%z_b}$$

↑ 4を付けた

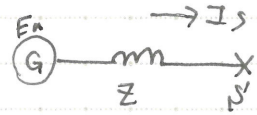
負荷損の簡易計算

$$P_{LA}' = P_{LA} \times \left(\frac{P_A}{P_{NA}} \right)^2 = P_{LA} \times \left(\frac{S_A}{S_{NA}} \right)^2$$

↑ (定務) ↑ (負荷率) ↑ 負荷定務出力

① 百分値-インピーダンスの関係式(E_B, I_B, Z_B)

① 百分値-インピーダンスの式 : $\%Z = \frac{Z}{Z_B} \times 100$



② 短絡電流の基本式 : $I_s = \frac{E_B}{Z}$

⇒ 短絡電流の式 : $I_s = \frac{E_B}{\%Z \cdot Z_B} \times 100 = \frac{100}{\%Z} I_B \quad (E_B = E_B)$

⇒ 百分値-インピーダンス (容量から) の式 : $\%Z = \frac{Z}{Z_B} \times 100 = \frac{\frac{E_B}{I_s}}{\frac{E_B}{I_B}} \times 100$

$$= \frac{E_B}{I_s} \cdot \frac{I_B}{E_B} \times \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} \times 100$$

$$= \frac{S_B}{S_n} \times 100 \quad (E_B = E_B)$$

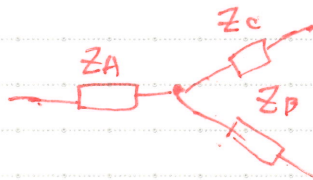
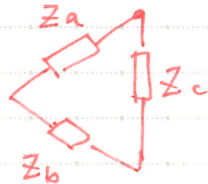
③ 百分値-インピーダンスの式 : $\%Z = \frac{I_n Z}{V_n} \times 100$

⇒ インピーダンスの式 : $\%Z = \frac{I_n Z}{V_n} \times \left(\frac{V_n}{V_n} \right) \times 100$

$$\Rightarrow Z = \frac{V_n^2}{100 S_n} \times \%Z$$

インピーダンスの合成方向

・ 電源 (発電機) → ・ 故障点の側へ合成

Δ-Y変換

$$Z_A = \frac{Z_a + Z_b}{Z_a + Z_b + Z_c}$$

送配電

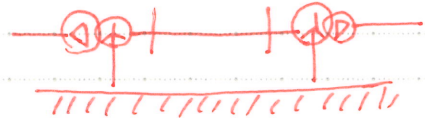
中性点接地方式

- 目的
- ① 異常電圧(健全相の対地電圧上昇)を抑制し、経済的な保護設計。
 - ② 地絡電流による電磁誘導障害の抑制
 - ③ 地絡の発生を検出と、事故手帳の遮断

直接接地方式

概要: 中性点が直接大地に接続されている。(187kV以上の超高压で用いれる)

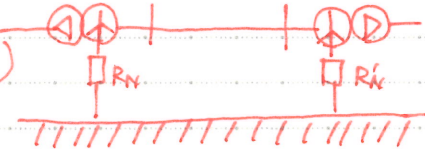
- メリット
- 健全相の対地電圧上昇がない
 - 事故検出が早い
- デメリット
- 地絡電流が大きい
 - 電磁誘導障害の影響大



抵抗性接地方式

概要: 10~1000Ωの抵抗で中性点と大地が接続(33~154kVで使用)

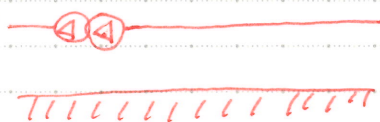
- メリット
- 地絡電流が100~400Aに制限される
 - 電磁障害が起りやすい
 - 回路の選択遮断も可能(小電力地絡継電器)
- デメリット
- 相電圧の1.72倍程度に対地電圧が上昇



非接地方式

概要: 中性点を接地しない(30kV以下で使用)

- メリット
- 地絡電流が非常に小さい
 - 電磁誘導障害が小さい (DGR等)
- デメリット
- 事故検出が難しく、高感度継電器が必要
 - 健全相の対地電圧が1.73倍に上昇する。



ΔY形177トL方式

概要: 177トLを介して中性点と大地を接続

- メリット
- 177トLの分布容量電流と送電線の容量性電流が相殺し、地絡電流がゼロになる。(地絡PTと距離に依存)
- デメリット
- 設備費が高く、手帳の支度が難しい(177トLは177トL支度必要)

