

電力回路

第3回目

Y結線電力回路および Δ 結線電力回路

3. 回路の多相化:三相回路

3.7 Y結線電力回路

3.7.1 線間電圧と相電圧

線間電圧と相電圧の関係は図5に示す. 一般に線間電圧は V で, 相電圧は E で示す場合が多い.

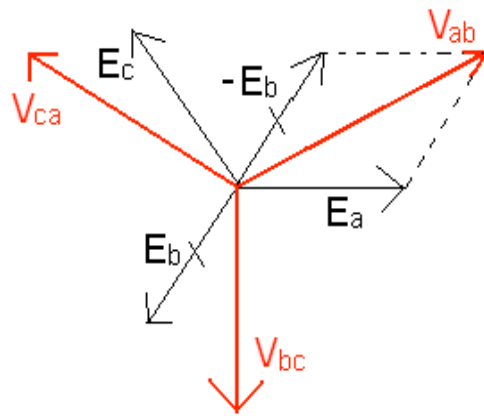


図5 線間電圧と相電圧の関係

$$V_{ab} = E_a - E_b$$

$$V_{bc} = E_b - E_c$$

$$V_{ca} = E_c - E_a$$

これよりわかるように, どの線間電圧 V_{xy} の大きさも相電圧 E_x の $\sqrt{3}$ 倍の大きさで, 位相は E_x より $\pi/6$ 進んでいる. この結果, 線間電圧も対称三相交流電圧となる.

3. 回路の多相化:三相回路

3.7 Y結線電力回路

3.7.1 線間電圧と相電圧

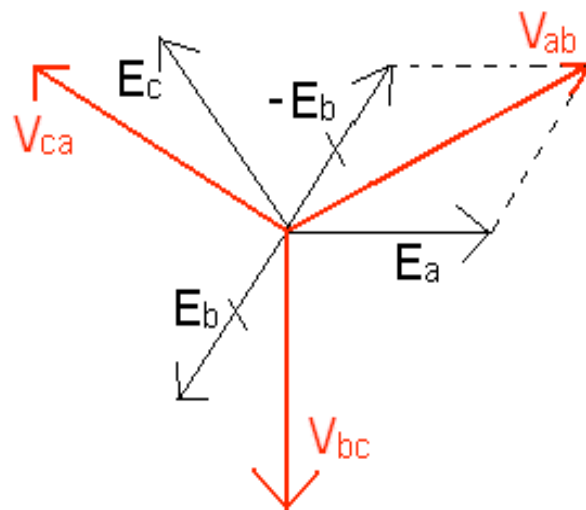


図5 線間電圧と相電圧の関係

すなわち,

$$E_x = \frac{V_{xy}}{\sqrt{3}}$$

を満たす. このとき, 三相電力回路の単相等価回路が得られる.

$$Z = \frac{E_x}{I_x} = \frac{V_{xy}}{\sqrt{3}I_x}$$

3. 回路の多相化:三相回路

3.7 Y結線電力回路

3.7.2 三相電力

三相回路は単相回路を三つ集めたものであるので, 三相回路の電力は各単相電力の和となる. 今ここで三相对称負荷の一相あたりのインピーダンスを

$$Z = R + jX$$

とする. 線間, 相電圧(電流)の関係を前節までの添え字をはずして見ると,

$$E = \frac{V}{\sqrt{3}} I = \frac{V}{\sqrt{3}Z}$$

と与えられるため, 電圧と電流に位相差 φ は

$$\varphi = \tan^{-1} \frac{X}{R}$$

が生じる. これを力率角と呼ぶ.

3. 回路の多相化:三相回路

3.7 Y結線電力回路

3.7.2 三相電力

従って, 単相電力は

$$P = EI \cos \varphi$$

と与えられる. これより, 三相電力は

$$P = 3 \times EI \cos \varphi = \sqrt{3}(\sqrt{3}E)I \cos \varphi = \sqrt{3}VI \cos \varphi$$

となる. すなわち, $\sqrt{3}$ * 線間電圧 * 線電流 * 力率 で与えられる.

3. 回路の多相化:三相回路

3.8 Δ 結線電力回路

3.8.1 線電流と相電流

$2\pi/3$ ずつ位相の異なる同一周波数の単相交流回路を考える. 負荷はインピーダンス Z で同一とする. この交流回路を組み合わせる(図6). その時, 平衡する送電線を図に示すように与える. さらに, 隣接する電源端 A, B, C と負荷端 A', B', C' をそれぞれ組み合わせる. 二つの点(ノード)間に接続された線路は, インピーダンスの有無に関わらず一本にまとめる事が出来る(図7).

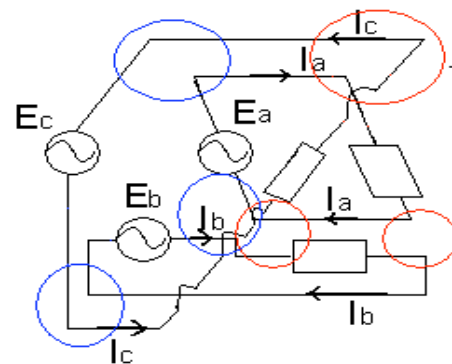


図6 三つの単相交流回路

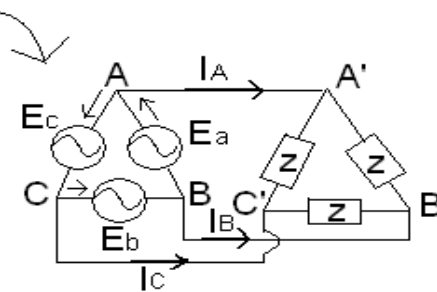


図7 Δ 結線電力回路

3. 回路の多相化:三相回路

3.8 Δ結線電力回路

3.8.1 線電流と相電流

このとき, 線路を流れる電流 I_A, I_B, I_C , 電源および負荷を流れる相電流 I_a, I_b, I_c は次の関係を有する.

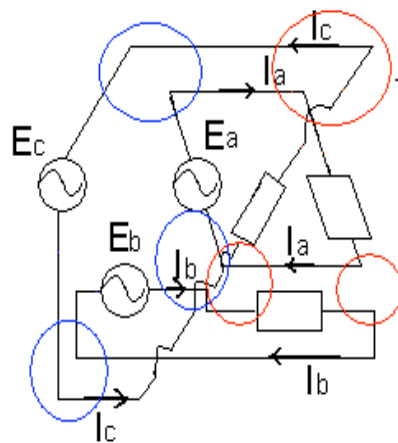


図6 三つの単相交流回路

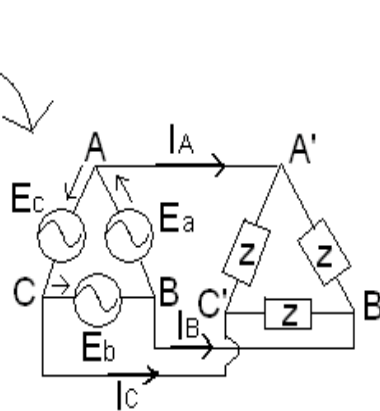


図7 Δ結線電力回路

$$I_A = I_a - I_c$$

$$I_B = I_b - I_a$$

$$I_C = I_c - I_b$$

このとき, Δ結線の中を循環する
ループ電流は存在しない.