

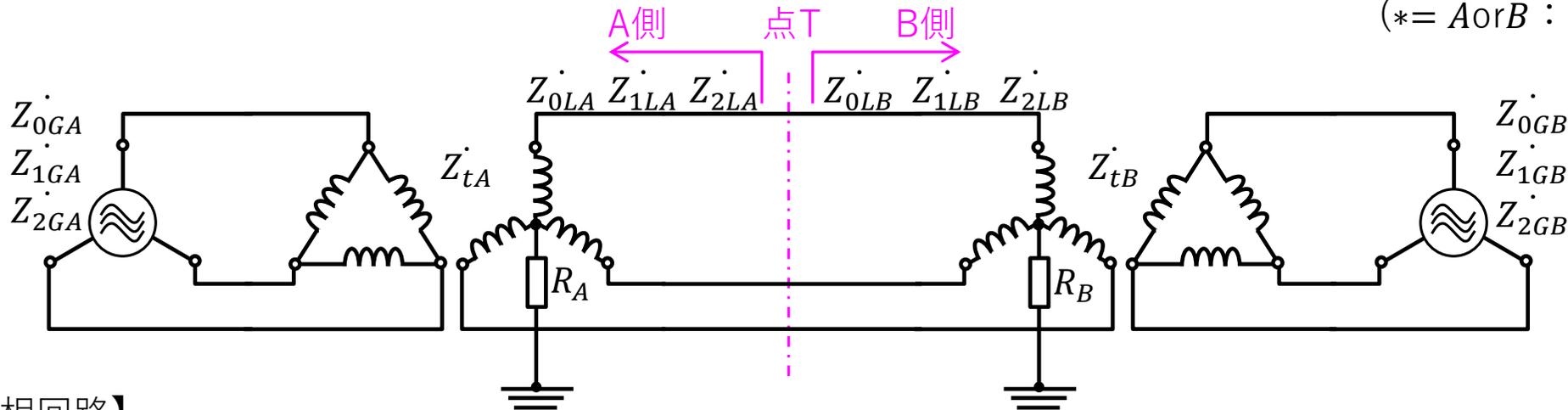
対称座標法 (5)

《対称分インピーダンス》

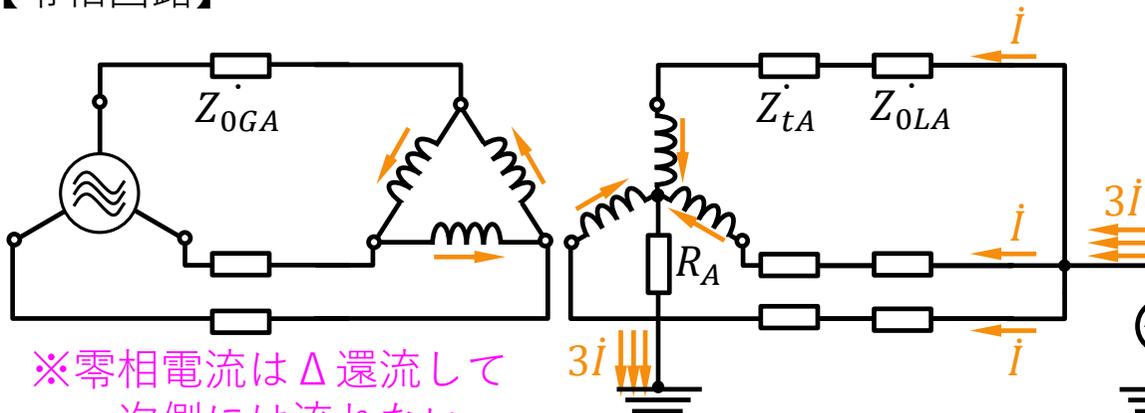
Case1 : 両端電源・両端接地

$Z_{0L*}, Z_{1L*}, Z_{2L*}$  : 送電線の零相/正相/逆相インピーダンス  
 $Z_{0G*}, Z_{1G*}, Z_{2G*}$  : 発電機の零相/正相/逆相インピーダンス  
 $Z_{t*}$  : 変圧器1相インピーダンス  $R_*$  : 変圧器中性点接地抵抗

(\* = A or B : A系統 or B系統)



【零相回路】



※零相電流はΔ還流して一次側には流れない。

$Z_{A0}$  : 点TからA側を見た零相インピーダンス

$$Z_{A0} = \frac{V_0}{i} = \frac{Z_{0LA}i + Z_{tA}i + 3R_Ai}{i} = Z_{0LA} + Z_{tA} + 3R_A$$

$$V_0 = Z_{0LA}i + Z_{tA}i + 3R_Ai$$

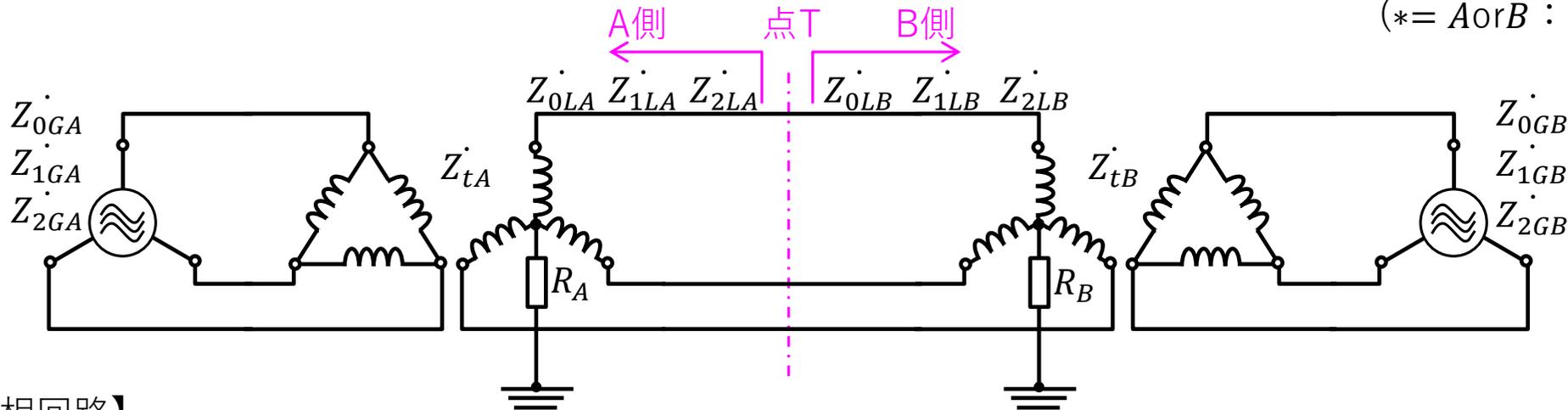
対称座標法 (5)

《対称分インピーダンス》

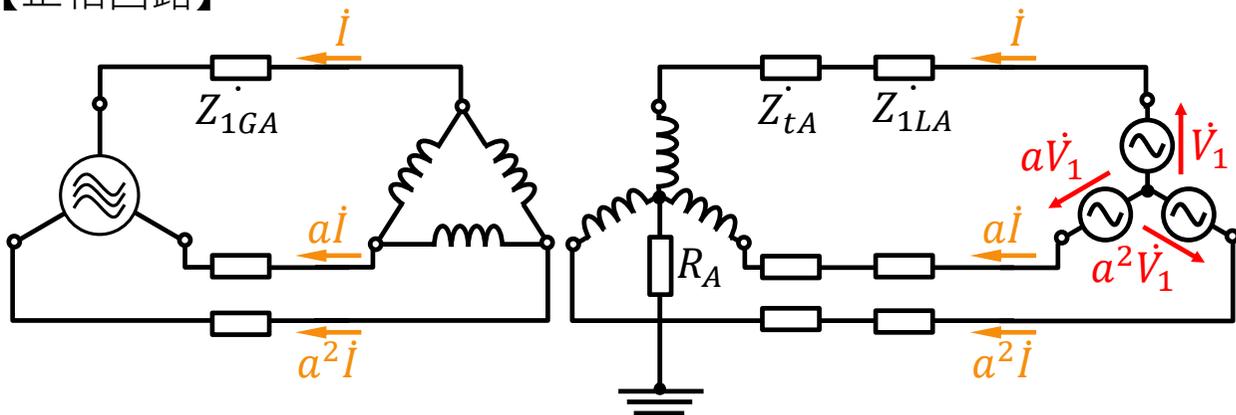
Case1: 両端電源・両端接地

$Z_{0L*}, Z_{1L*}, Z_{2L*}$ : 送電線の零相/正相/逆相インピーダンス  
 $Z_{0G*}, Z_{1G*}, Z_{2G*}$ : 発電機の零相/正相/逆相インピーダンス  
 $Z_{t*}$ : 変圧器1相インピーダンス  $R_*$ : 変圧器中性点接地抵抗

(\* = A or B : A系統 or B系統)



【正相回路】



$Z_{A1}$ : 点TからA側を見た正相インピーダンス

$$\begin{aligned}
 a\dot{V}_1 &= Z_{1LA}\dot{i} + Z_{tA}\dot{i} + Z_{1GA}\dot{i} \\
 Z_{A1} &= \frac{\dot{V}_1}{\dot{i}} = \frac{Z_{1LA}\dot{i} + Z_{tA}\dot{i} + Z_{1GA}\dot{i}}{\dot{i}} \\
 &= Z_{1LA} + Z_{tA} + Z_{1GA}
 \end{aligned}$$

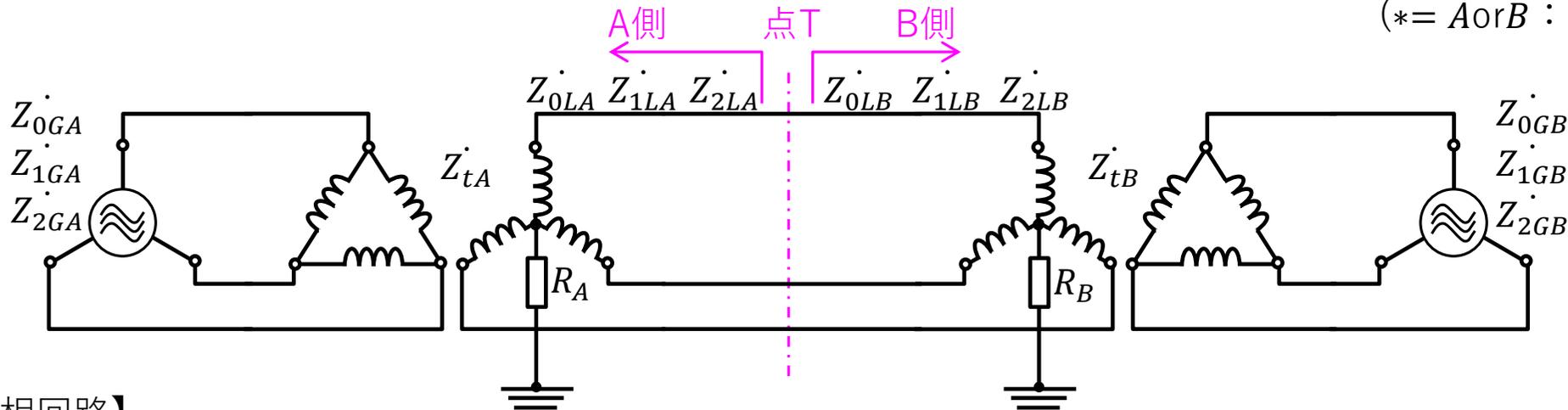
対称座標法 (5)

《対称分インピーダンス》

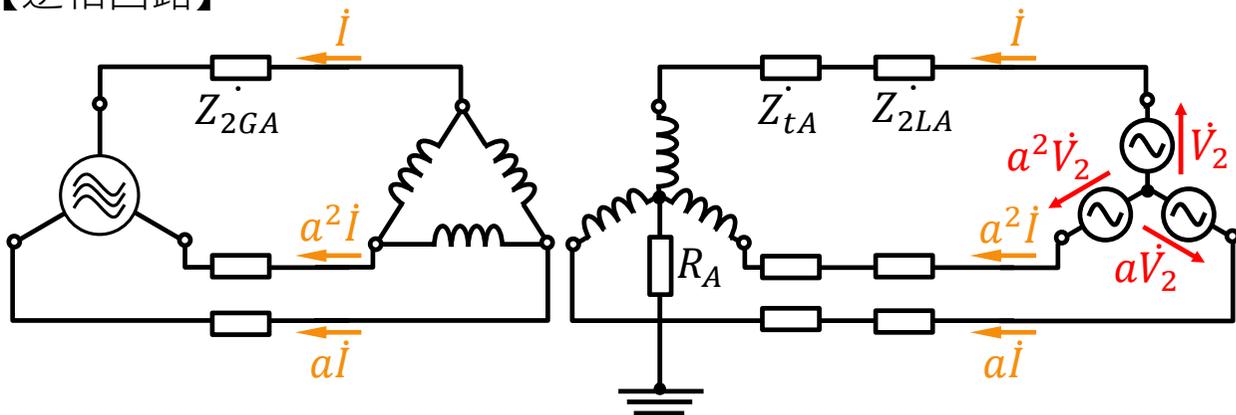
Case1 : 両端電源・両端接地

$Z_{0L*}, Z_{1L*}, Z_{2L*}$  : 送電線の零相/正相/逆相インピーダンス  
 $Z_{0G*}, Z_{1G*}, Z_{2G*}$  : 発電機の零相/正相/逆相インピーダンス  
 $Z_{t*}$  : 変圧器1相インピーダンス  $R_*$  : 変圧器中性点接地抵抗

(\* = A or B : A系統 or B系統)



【逆相回路】



$Z_{A2}$  : 点TからA側を見た逆相インピーダンス

$$\begin{aligned} a^2 \dot{V}_2 &= Z_{2LA} \dot{i} + Z_{tA} \dot{i} + Z_{2GA} \dot{i} \\ Z_{A2} &= \frac{\dot{V}_2}{\dot{i}} = \frac{Z_{2LA} \dot{i} + Z_{tA} \dot{i} + Z_{2GA} \dot{i}}{\dot{i}} \\ &= Z_{2LA} + Z_{tA} + Z_{2GA} \end{aligned}$$

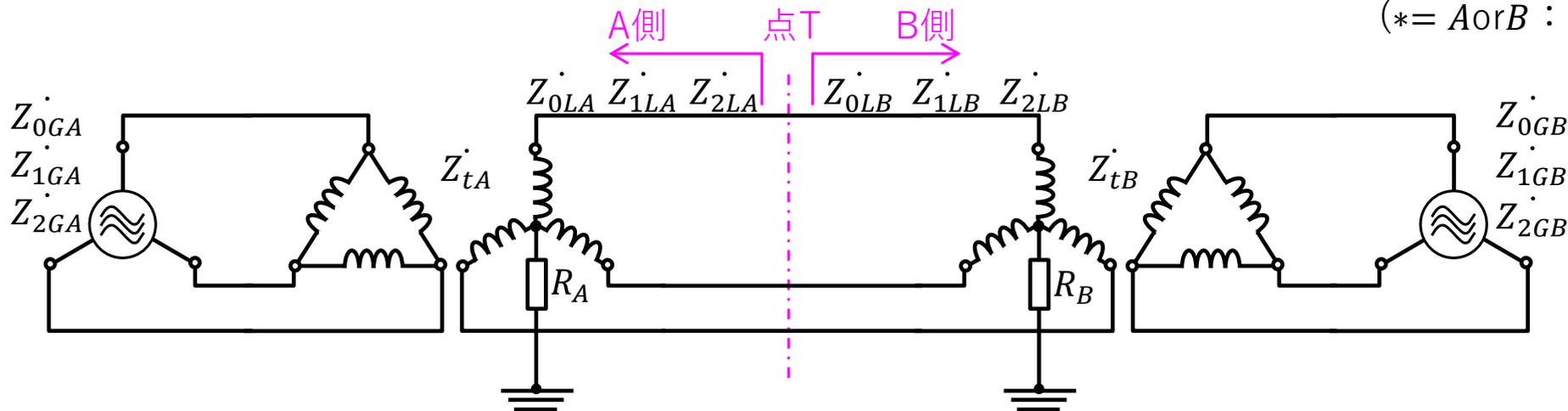
対称座標法 (5)

《対称分インピーダンス》

Case1 : 両端電源・両端接地

$Z_{0L*}, Z_{1L*}, Z_{2L*}$  : 送電線の零相/正相/逆相インピーダンス  
 $Z_{0G*}, Z_{1G*}, Z_{2G*}$  : 発電機の零相/正相/逆相インピーダンス  
 $Z_{t*}$  : 変圧器1相インピーダンス  $R_*$  : 変圧器中性点接地抵抗

(\* = A or B : A系統 or B系統)



A側の対称分インピーダンス

$$\begin{cases} Z_{A0} = Z_{0LA} + Z_{tA} + 3R_A \\ Z_{A1} = Z_{1LA} + Z_{tA} + Z_{1GA} \\ Z_{A2} = Z_{2LA} + Z_{tA} + Z_{2GA} \end{cases}$$

B側の対称分インピーダンス

$$\begin{cases} Z_{B0} = Z_{0LB} + Z_{tB} + 3R_B \\ Z_{B1} = Z_{1LB} + Z_{tB} + Z_{1GB} \\ Z_{B2} = Z_{2LB} + Z_{tB} + Z_{2GB} \end{cases}$$

故障点Tから系統を見たとき A,B合成した対称分インピーダンス :  $Z_0, Z_1, Z_2$

断線故障 :  $Z_{A*}$  と  $Z_{B*}$  を直列合成

地絡・短絡故障 :  $Z_{A*}$  と  $Z_{B*}$  を並列合成

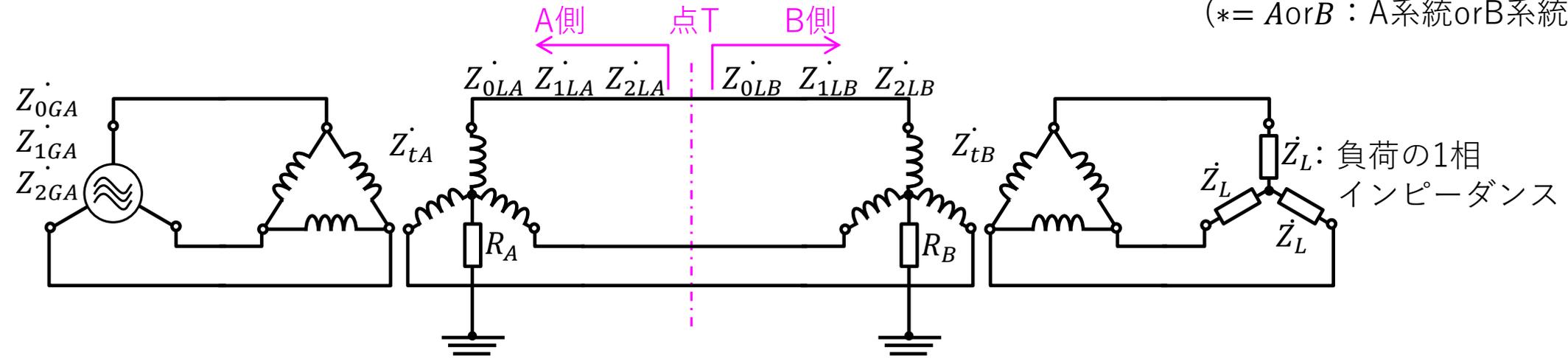
(\* = 0/1/2 : 零相/正相/逆相)

対称座標法 (5)

《対称分インピーダンス》

Case2 : 電源/負荷・両端接地

$Z_{0L*}, Z_{1L*}, Z_{2L*}$  : 送電線の零相/正相/逆相インピーダンス  
 $Z_{0G*}, Z_{1G*}, Z_{2G*}$  : 発電機の零相/正相/逆相インピーダンス  
 $Z_{t*}$  : 変圧器1相インピーダンス  $R_*$  : 変圧器中性点接地抵抗  
 (\*= AorB : A系統orB系統)



A側の対称分インピーダンス

$$\begin{cases} Z_{A0} = Z_{0LA} + Z_{tA} + 3R_A \\ Z_{A1} = Z_{1LA} + Z_{tA} + Z_{1GA} \\ Z_{A2} = Z_{2LA} + Z_{tA} + Z_{2GA} \end{cases}$$

B側の対称分インピーダンス

$$\begin{cases} Z_{B0} = Z_{0LB} + Z_{tB} + 3R_B \\ Z_{B1} = Z_{1LB} + Z_{tB} + Z_L \\ Z_{B2} = Z_{2LB} + Z_{tB} + Z_L \end{cases}$$

Case1の発電機インピーダンスを  
負荷インピーダンスに変えれば良い。

故障点Tから系統を見たとき A,B合成した  
対称分インピーダンス :  $Z_0, Z_1, Z_2$

断線故障 :  $Z_{A*}$  と  $Z_{B*}$  を直列合成  
(\* = 0/1/2 : 零相/正相/逆相)

地絡・短絡故障 : Case3無負荷で計算し  
負荷電流を重ね合わせる

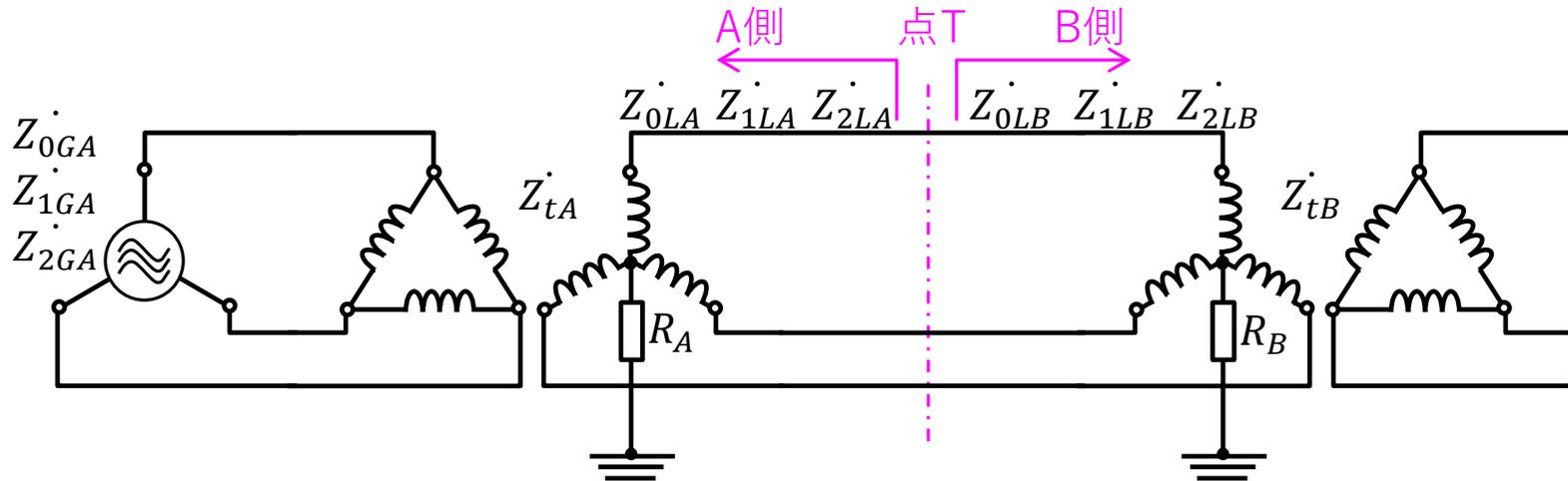
対称座標法 (5)

《対称分インピーダンス》

Case3 : 電源/無負荷・両端接地

$Z_{0L*}, Z_{1L*}, Z_{2L*}$  : 送電線の零相/正相/逆相インピーダンス  
 $Z_{0G*}, Z_{1G*}, Z_{2G*}$  : 発電機の零相/正相/逆相インピーダンス  
 $Z_{t*}$  : 変圧器1相インピーダンス  $R_*$  : 変圧器中性点接地抵抗

(\* = A or B : A系統 or B系統)



A側の対称分インピーダンス

$$\begin{cases} Z_{A0} = Z_{0LA} + Z_{tA} + 3R_A \\ Z_{A1} = Z_{1LA} + Z_{tA} + Z_{1GA} \\ Z_{A2} = Z_{2LA} + Z_{tA} + Z_{2GA} \end{cases}$$

B側の対称分インピーダンス

$$\begin{cases} Z_{B0} = Z_{0LB} + Z_{tB} + 3R_B \\ Z_{B1} = Z_{1LB} + Z_{tB} + \infty = \infty \\ Z_{B2} = Z_{2LB} + Z_{tB} + \infty = \infty \end{cases}$$

故障点Tから系統を見たとき A,B合成した対称分インピーダンス :  $Z_0, Z_1, Z_2$

地絡・短絡故障 : 零相は  $Z_{A0}$  と  $Z_{B0}$  を並列合成  
 正相・逆相は  $Z_{A1}, Z_{A2}$

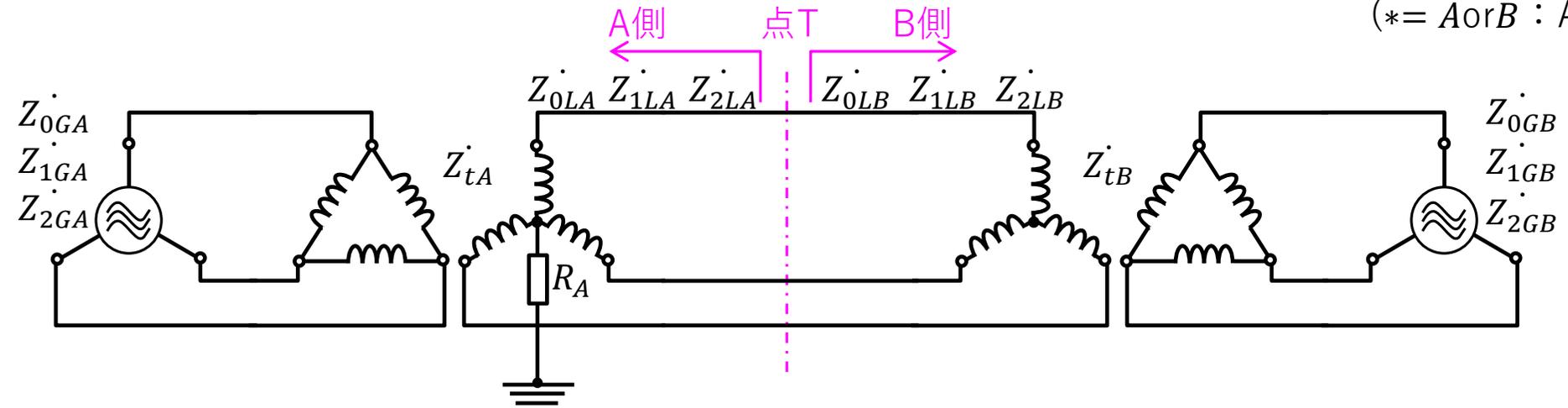
Case2の負荷インピーダンス  $Z_L$  を  $\infty$  とする。

対称座標法 (5)

《対称分インピーダンス》

Case4 : 両端電源・片端接地

$Z_{0L*}, Z_{1L*}, Z_{2L*}$  : 送電線の零相/正相/逆相インピーダンス  
 $Z_{0G*}, Z_{1G*}, Z_{2G*}$  : 発電機の零相/正相/逆相インピーダンス  
 $Z_{t*}$  : 変圧器1相インピーダンス  $R_*$  : 変圧器中性点接地抵抗  
 (\* = A or B : A系統 or B系統)



A側の対称分インピーダンス

$$\begin{cases} Z_{A0} = Z_{0LA} + Z_{tA} + 3R_A \\ Z_{A1} = Z_{1LA} + Z_{tA} + Z_{1GA} \\ Z_{A2} = Z_{2LA} + Z_{tA} + Z_{2GA} \end{cases}$$

B側の対称分インピーダンス

$$\begin{cases} Z_{B0} = Z_{0LB} + Z_{tB} + \infty = \infty \\ Z_{B1} = Z_{1LB} + Z_{tB} + Z_{1GB} \\ Z_{B2} = Z_{2LB} + Z_{tB} + Z_{2GB} \end{cases}$$

Case1の中性点接地抵抗Rを∞とする。

故障点Tから系統を見たとき A,B合成した

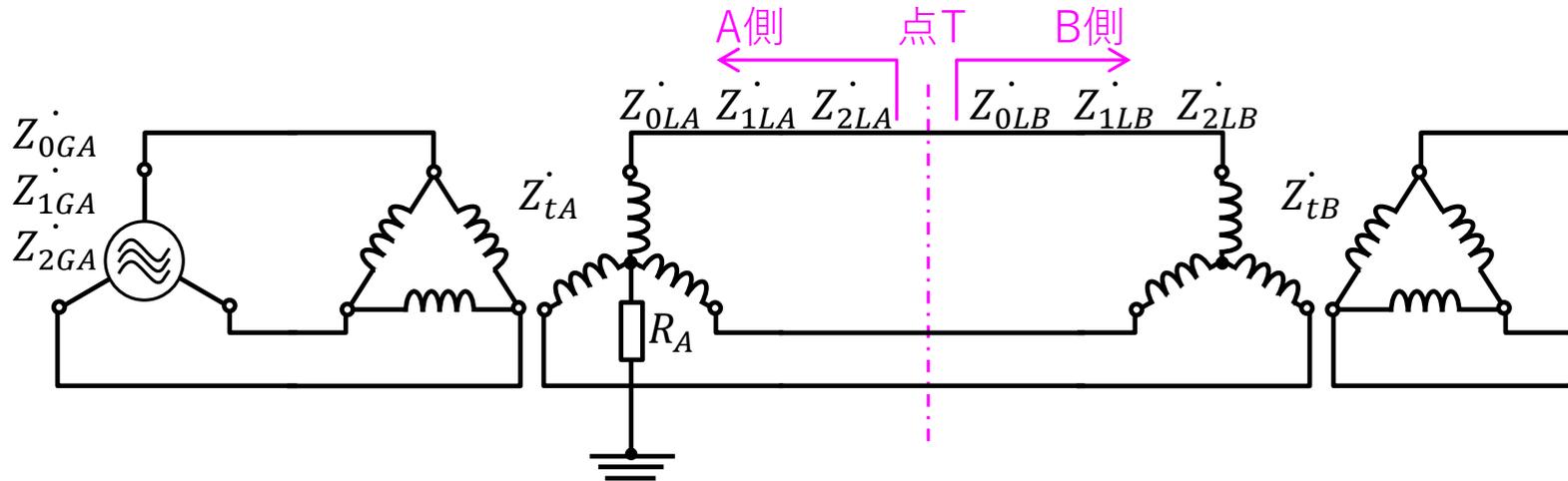
対称分インピーダンス :  $Z_0, Z_1, Z_2$   
 断線故障 :  $Z_{A*}$  と  $Z_{B*}$  を直列合成  
 地絡・短絡故障 : 零相は  $Z_{A0}$   
 正相・逆相は  $Z_{A*}$  と  $Z_{B*}$  を並列合成  
 (\* = 1/2 : 正相/逆相)

対称座標法 (5)

《対称分インピーダンス》

Case5 : 電源/無負荷・片端接地

$Z_{0L*}, Z_{1L*}, Z_{2L*}$  : 送電線の零相/正相/逆相インピーダンス  
 $Z_{0G*}, Z_{1G*}, Z_{2G*}$  : 発電機の零相/正相/逆相インピーダンス  
 $Z_{t*}$  : 変圧器1相インピーダンス  $R_*$  : 変圧器中性点接地抵抗  
 (\* = A or B : A系統 or B系統)



A側の対称分インピーダンス

$$\begin{cases} Z_{A0} = Z_{0LA} + Z_{tA} + 3R_A \\ Z_{A1} = Z_{1LA} + Z_{tA} + Z_{1GA} \\ Z_{A2} = Z_{2LA} + Z_{tA} + Z_{2GA} \end{cases}$$

B側の対称分インピーダンス

$$\begin{cases} Z_{B0} = Z_{0LB} + Z_{tB} + \infty = \infty \\ Z_{B1} = Z_{1LB} + Z_{tB} + \infty = \infty \\ Z_{B2} = Z_{2LB} + Z_{tB} + \infty = \infty \end{cases}$$

故障点Tから系統を見たとき A,B合成した  
対称分インピーダンス :  $Z_0, Z_1, Z_2$

地絡・短絡故障 :  $Z_{A0}, Z_{A1}, Z_{A2}$

Case2の負荷インピーダンス $Z_L$ 、  
中性点接地抵抗 $R$ を $\infty$ とする。

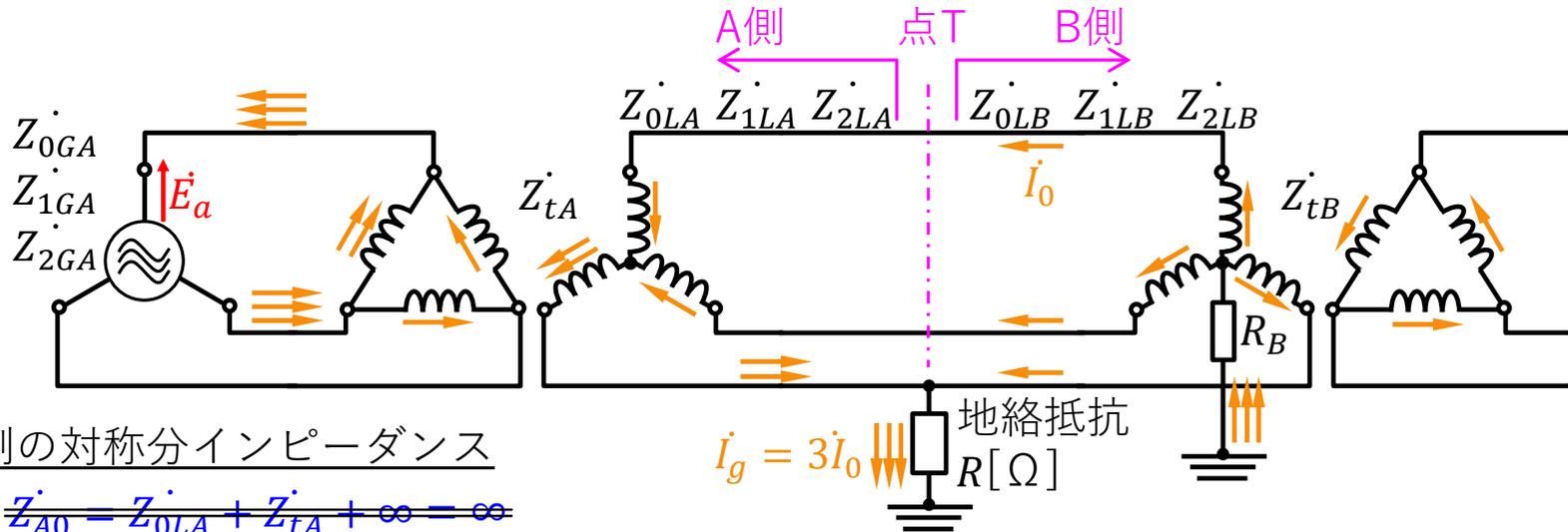
対称座標法 (5)

《対称分インピーダンス》

計算例) 1線地絡 (電源/無負荷・片端接地)

$Z_{0L*}, Z_{1L*}, Z_{2L*}$  : 送電線の零相/正相/逆相インピーダンス  
 $Z_{0G*}, Z_{1G*}, Z_{2G*}$  : 発電機の零相/正相/逆相インピーダンス  
 $Z_{t*}$  : 変圧器1相インピーダンス  $R_*$  : 変圧器中性点接地抵抗  
 (\* = A or B : A系統 or B系統)

(\* = A or B : A系統 or B系統)



A側の対称分インピーダンス

$$\begin{cases} \cancel{Z_{A0} = Z_{0LA} + Z_{tA} + \infty = \infty} \\ Z_{A1} = Z_{1LA} + Z_{tA} + Z_{1GA} \\ Z_{A2} = Z_{2LA} + Z_{tA} + Z_{2GA} \end{cases}$$

B側の対称分インピーダンス

$$\begin{cases} Z_{B0} = Z_{0LB} + Z_{tB} + 3R_B \\ \cancel{Z_{B1} = Z_{1LB} + Z_{tB} + \infty = \infty} \\ \cancel{Z_{B2} = Z_{2LB} + Z_{tB} + \infty = \infty} \end{cases}$$

故障点Tから系統を  
見たときA,B合成した  
対称分インピーダンス

$$Z_{B0}, Z_{A1}, Z_{A2}$$

零相電流 : 
$$I_0 = \frac{E_a}{Z_{B0} + Z_{A1} + Z_{A2} + 3R}$$

地絡電流 : 
$$I_g = \frac{3E_a}{Z_{B0} + Z_{A1} + Z_{A2} + 3R}$$

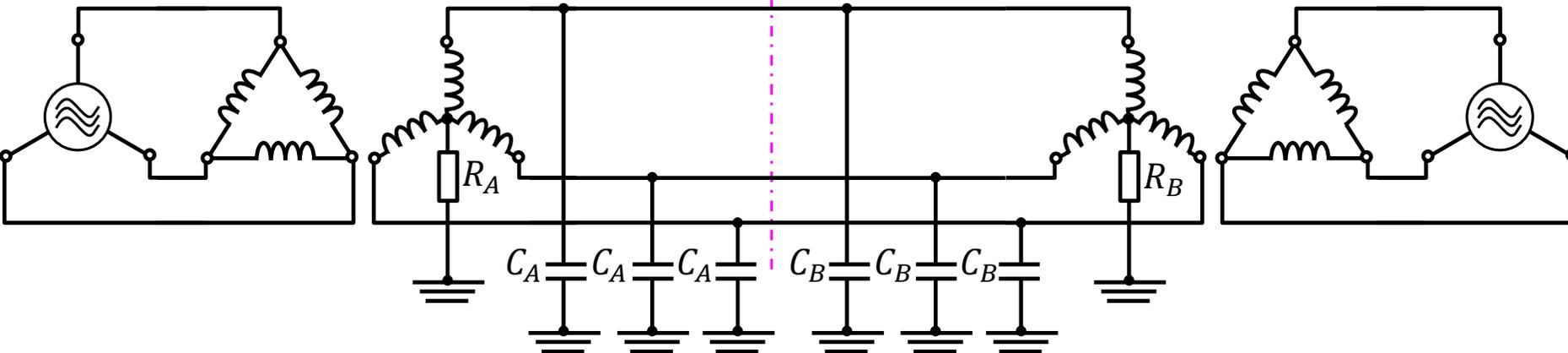
対称座標法 (5)

《対称分インピーダンス》

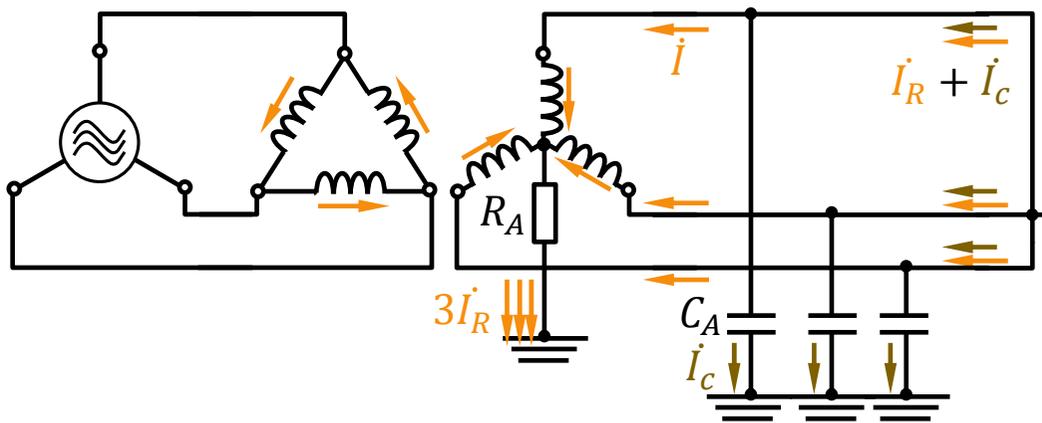
$R_*$  : 変圧器中性点接地抵抗  
 $C_*$  : 配電線対地静電容量  
 (\* = A or B : A系統 or B系統)

付録ケース1 : 両端電源・両端接地  
 (対地静電容量と接地抵抗のみ)

A側 ← 点T → B側



【零相回路】



$Z_{A0}$  : 点TからA側を見た零相インピーダンス

$$Z_{A0} = \frac{3R_A \dot{I}_R}{\dot{I}_R + \dot{I}_C} = \frac{3R_A \dot{I}_R}{\dot{I}_R + j3\omega R_A C_A \dot{I}_R} = \frac{3R_A}{1 + j3\omega R_A C_A}$$

$$\dot{V}_0 = \frac{\dot{I}_C}{j\omega C_A} = 3R_A \dot{I}_R \quad \dot{I}_C = j3\omega R_A C_A \dot{I}_R$$

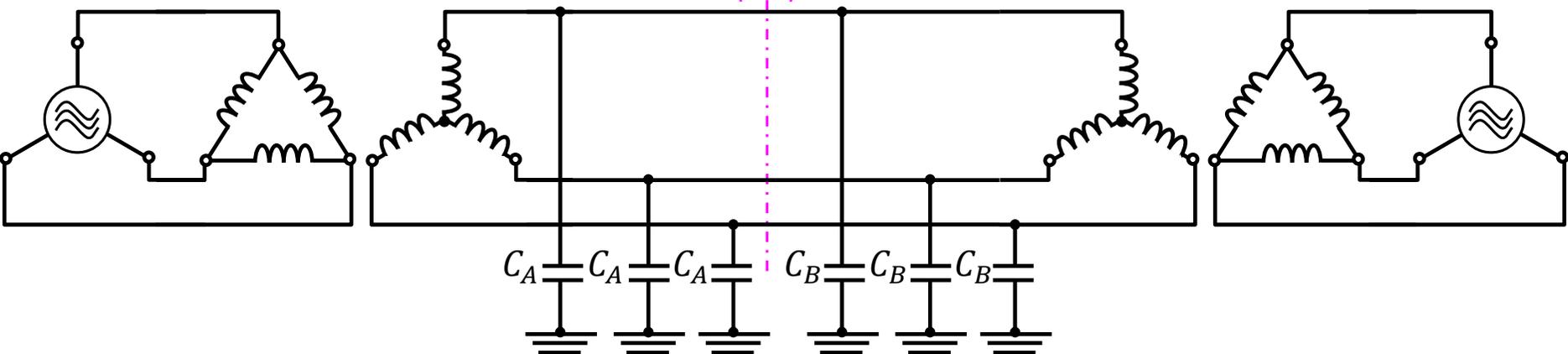
対称座標法 (5)

《対称分インピーダンス》

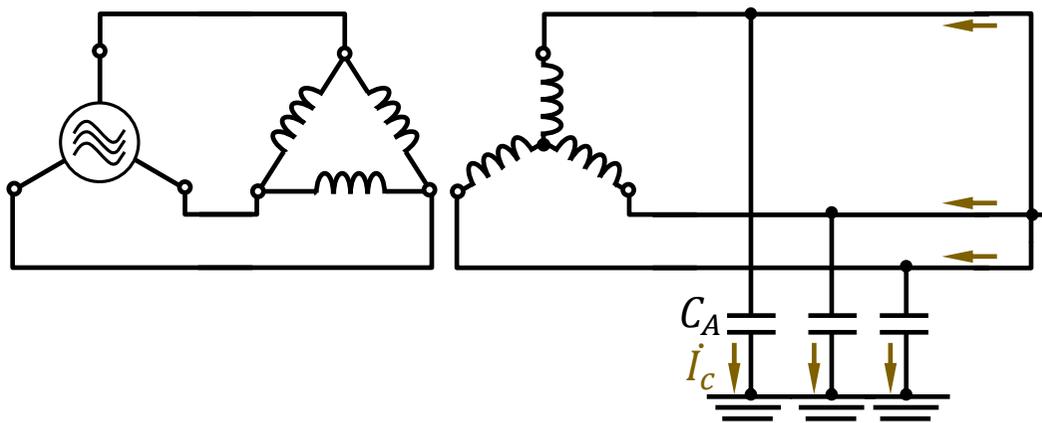
付録ケース2：両端電源・両端非接地  
(対地静電容量と接地抵抗のみ)

$R_*$  : 変圧器中性点接地抵抗  
 $C_*$  : 配電線対地静電容量  
(\* = A or B : A系統 or B系統)

A側 ← 点T → B側



【零相回路】



$Z_{A0}$  : 点TからA側を見た零相インピーダンス

$$Z_{A0} = \frac{\dot{V}_0}{I_c} = \frac{1}{j\omega C_A}$$

$$\dot{V}_0 = \frac{I_c}{j\omega C_A}$$