

変圧器 (14) 《%抵抗、%リアクタンス》

二次定格電圧[V] :  $V_{2n}$     二次定格電流[A] :  $I_{2n}$

インピーダンス電圧  $|\dot{V}| = V = \sqrt{(rI_{2n})^2 + (xI_{2n})^2}$

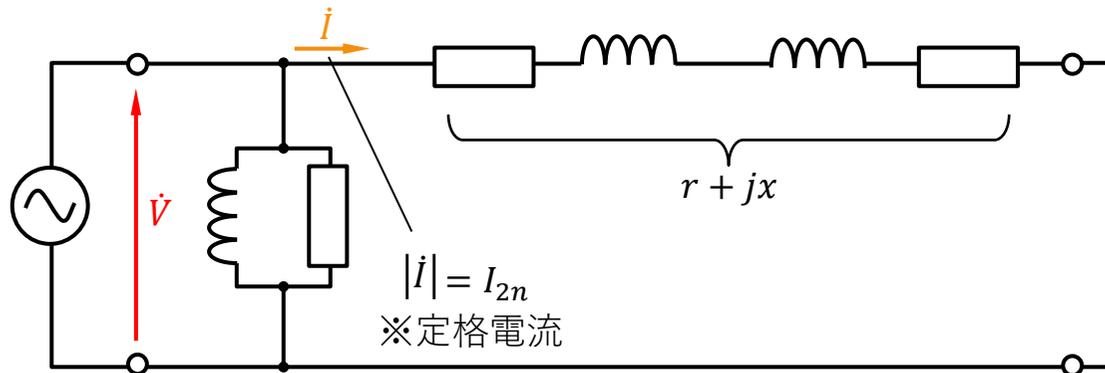
(短絡試験で定格電流となる電圧) = (定格電流時の電圧降下)

%インピーダンス電圧[p.u.] :  $\frac{\text{インピーダンス電圧}}{\text{定格電圧}} = \frac{V}{V_{2n}} = \frac{\sqrt{(rI_{2n})^2 + (xI_{2n})^2}}{V_{2n}} = \sqrt{\left(\frac{rI_{2n}}{V_{2n}}\right)^2 + \left(\frac{xI_{2n}}{V_{2n}}\right)^2} = \sqrt{p^2 + q^2}$   
 (= %インピーダンス[p.u.] : %Z)

%抵抗[p.u.] :  $p = \frac{rI_{2n}}{V_{2n}}$

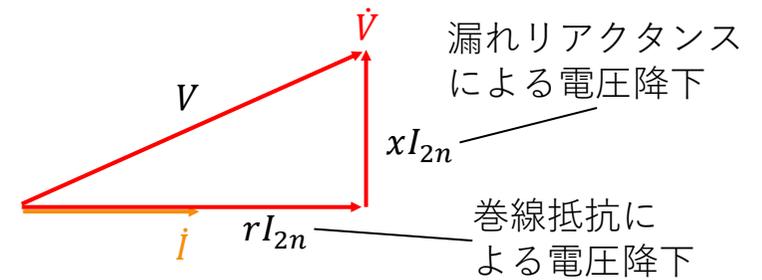
%リアクタンス[p.u.] :  $q = \frac{xI_{2n}}{V_{2n}}$

$\therefore \%Z = \sqrt{p^2 + q^2}$



【二次側換算等価回路】

【短絡試験時のベクトル図】



※一次・二次合成 (二次側換算)  
 巻線抵抗[Ω] :  $r$   
 漏れリアクタンス[Ω] :  $x$

変圧器 (15) 《電圧変動率》

変圧比[p.u.] :  $a$     二次定格電圧[V] :  $V_{2n}$     二次定格電流[A] :  $I_{2n}$

変圧器の定格電流となる負荷を二次側に接続したとき、二次端子電圧が、定格電圧 $V_{2n}$ [V]となるよう、一次端子電圧を調整する。

そのときの一次端子電圧を保ったまま、無負荷としたときの二次端子電圧を $V_{20}$ [V]とする。

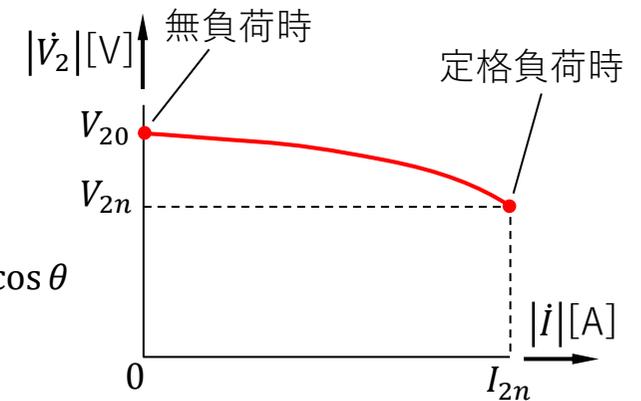
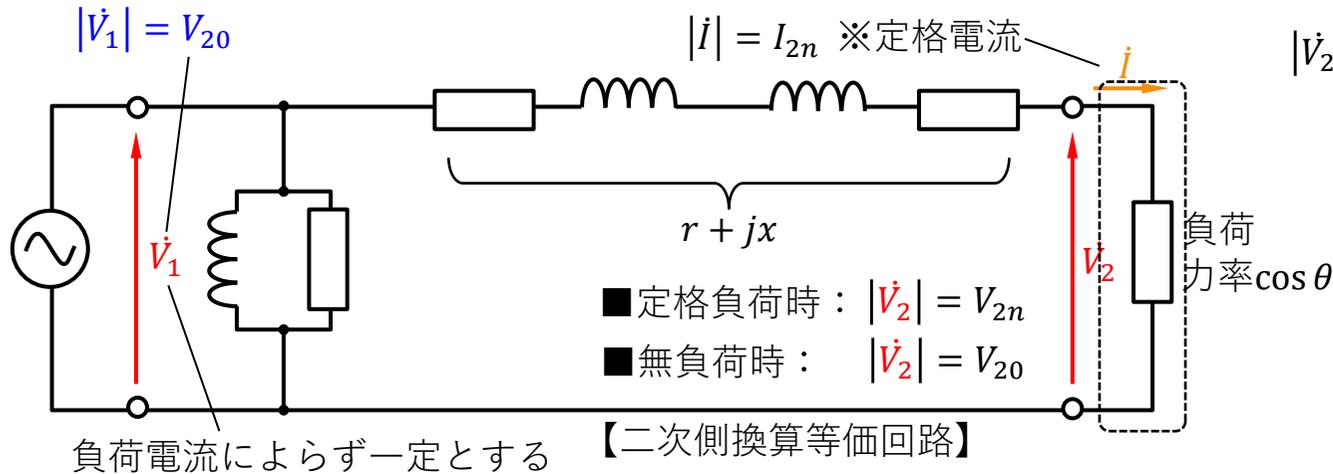
電圧変動率[p.u.] :  $\varepsilon = \frac{V_{20} - V_{2n}}{V_{2n}}$

【電圧変動率の近似式】

$\varepsilon \approx p \cos \theta + q \sin \theta$  ※簡易式

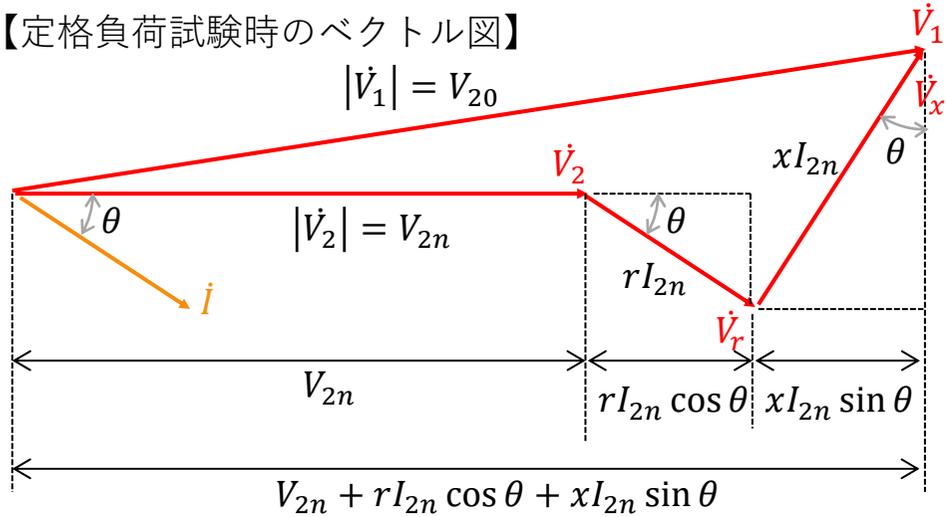
$\varepsilon \approx p \cos \theta + q \sin \theta + \frac{1}{2} (q \cos \theta - p \sin \theta)^2$  ※精密式

※換算前の一次端子電圧は、 $aV_{20}$ [V]



変圧器 (16) 《電圧変動率 近似式の導出 (簡易式)》

【定格負荷試験時のベクトル図】

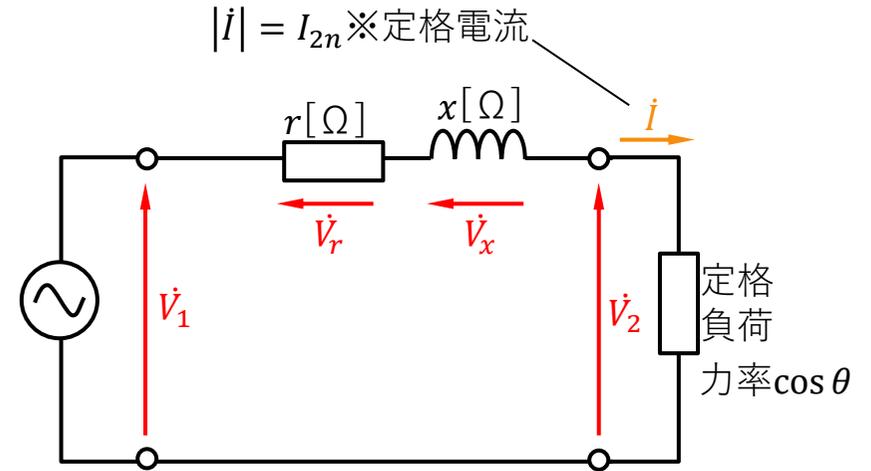


近似

$$|\dot{V}_1| = V_{20} \approx V_{2n} + rI_{2n} \cos \theta + xI_{2n} \sin \theta$$

$$\text{電圧変動率 [p.u.] : } \varepsilon = \frac{V_{20} - V_{2n}}{V_{2n}} = \frac{V_{2n} + rI_{2n} \cos \theta + xI_{2n} \sin \theta - V_{2n}}{V_{2n}} = \frac{rI_{2n}}{V_{2n}} \cos \theta + \frac{xI_{2n}}{V_{2n}} \sin \theta = p \cos \theta + q \sin \theta$$

※簡易式

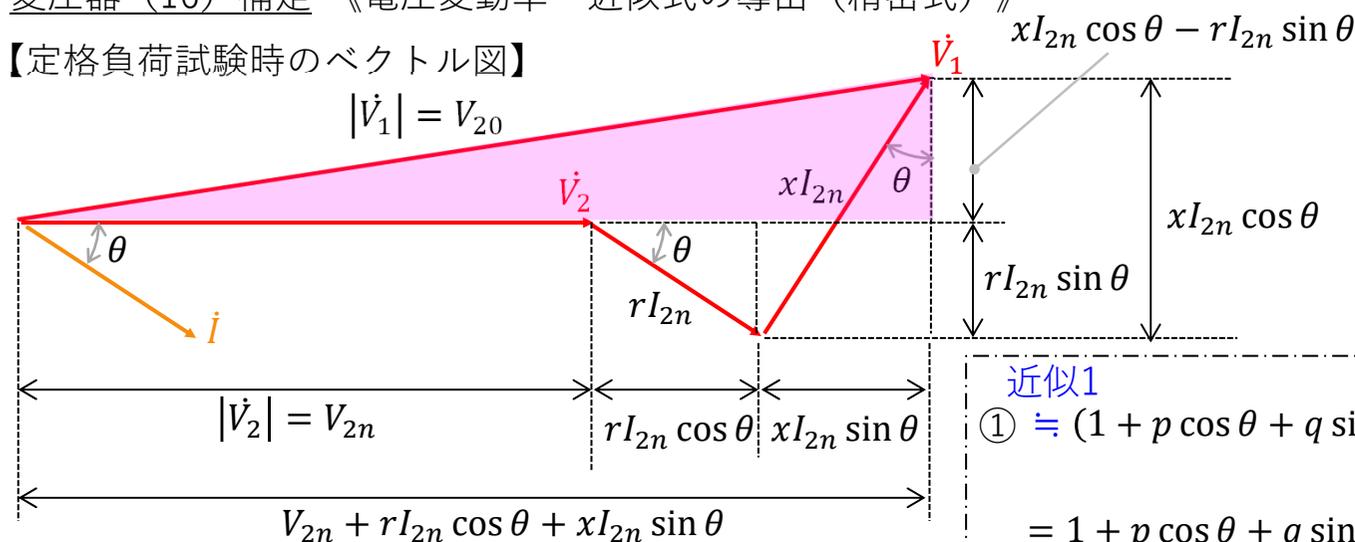


$$\% \text{抵抗 [p.u.] : } p = \frac{rI_{2n}}{V_{2n}}$$

$$\% \text{リアクタンス [p.u.] : } q = \frac{xI_{2n}}{V_{2n}}$$

変圧器 (16) 補足 《電圧変動率 近似式の導出 (精密式)》

【定格負荷試験時のベクトル図】



近似 1 : 2項定理の一次近似  
 $\sqrt{1+x} \cong 1 + \frac{x}{2}$

近似 2 :  $p \cos \theta + q \sin \theta \ll 1$   
 $1 + p \cos \theta + q \sin \theta \cong 1$

近似 1  
 ①  $\cong (1 + p \cos \theta + q \sin \theta) \left( 1 + \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{q \cos \theta - p \sin \theta}{1 + p \cos \theta + q \sin \theta} \right)^2 \right)$   
 $= 1 + p \cos \theta + q \sin \theta + \frac{(q \cos \theta - p \sin \theta)^2}{2(1 + p \cos \theta + q \sin \theta)}$   
 近似 2  
 $\cong 1 + p \cos \theta + q \sin \theta + \frac{(q \cos \theta - p \sin \theta)^2}{2} \dots \textcircled{2}$

三角形 (ピンク色) の三平方の定理より、

$$V_{20}^2 = (V_{2n} + rI_{2n} \cos \theta + xI_{2n} \sin \theta)^2 + (xI_{2n} \cos \theta - rI_{2n} \sin \theta)^2$$

$$= V_{2n}^2 \left\{ \left( 1 + \frac{xI_{2n}}{V_{2n}} \cos \theta + \frac{rI_{2n}}{V_{2n}} \sin \theta \right)^2 + \left( \frac{xI_{2n}}{V_{2n}} \cos \theta - \frac{rI_{2n}}{V_{2n}} \sin \theta \right)^2 \right\}$$

$$= V_{2n}^2 \{ (1 + p \cos \theta + q \sin \theta)^2 + (q \cos \theta - p \sin \theta)^2 \}$$

電圧変動率 [p.u.] :  $\varepsilon = \frac{V_{20} - V_{2n}}{V_{2n}} = \frac{V_{20}}{V_{2n}} - 1$

②より、  
 $\varepsilon = p \cos \theta + q \sin \theta + \frac{(q \cos \theta - p \sin \theta)^2}{2}$

$$\frac{V_{20}}{V_{2n}} = \sqrt{(1 + p \cos \theta + q \sin \theta)^2 + (q \cos \theta - p \sin \theta)^2} = (1 + p \cos \theta + q \sin \theta) \sqrt{1 + \frac{(q \cos \theta - p \sin \theta)^2}{(1 + p \cos \theta + q \sin \theta)^2}} \dots \textcircled{1}$$

※精密式