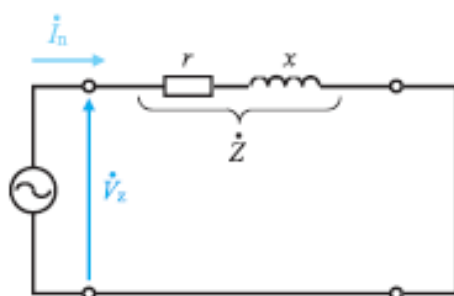


4-1 変圧器の短絡インピーダンス・電圧変動率

重要度 ★★★

本章では、変圧器の重要な特性である短絡インピーダンスと電圧変動率について学びます。

■ 短絡インピーダンス



変圧器の一次側・二次側の抵抗およびリアクタンスをまとめ、励磁回路を無視した一相分の等価回路を上図に示します。図のように変圧器の一方の端子を短絡した状態で定格電流 I_n [A]が流れたときの、電源側の端子電圧 V_z [V]をインピーダンス電圧といいます。



短絡時の電流が定格になるということは、インピーダンス電圧は定格電圧よりも小さいです。

インピーダンス電圧 V_z [V]の定格電圧 V_n [V]に対する比を百分率で表したものを短絡インピーダンスまたは百分率インピーダンス降下といい、記号 $\%Z$ [%]で表します。変圧器のインピーダンスを Z [Ω]とすると、 $\%Z$ [%]について次の式が成り立ちます。

短絡インピーダンス

$$\%Z = \frac{V_z}{V_n} \times 100 = \frac{ZI_n}{V_n} \times 100[\%]$$

短絡インピーダンス $\%Z$ [%]は変圧器の一次側と二次側で同じ値になります。



変圧器の巻数比を a 、一次側および二次側に換算した変圧器のインピーダンスを $Z_1[\Omega]$, $Z_2[\Omega]$ 、定格一次および二次電流を $I_{1n}[A]$, $I_{2n}[A]$ 、定格一次および二次電圧を $V_{1n}[V]$, $V_{2n}[V]$ 、一次側および二次側で測定した短絡インピーダンスを $\%Z_1[\%]$, $\%Z_2[\%]$ とすると、次の式が成り立ちます。

$$\%Z_1 = \frac{Z_1 I_{1n}}{V_{1n}} \times 100 = \frac{a^2 Z_2 \frac{1}{a} I_{2n}}{a V_{2n}} \times 100 = \frac{Z_2 I_{2n}}{V_{2n}} \times 100 = \%Z_2$$

■ 百分率抵抗降下と百分率リアクタンス降下

短絡インピーダンス $\%Z[\%]$ の抵抗成分を^{ひゃくふんりつていこうさふ}百分率抵抗降下 $p[\%]$ 、リアクタンス成分を^{ひゃくふんりつリアクタンス}百分率リアクタンス降下 $q[\%]$ といいます。変圧器の抵抗を $r[\Omega]$ 、リアクタンスを $x[\Omega]$ とすると、次の式が成り立ちます。

百分率抵抗降下と百分率リアクタンス降下

$$p = \frac{r I_n}{V_n} \times 100[\%]$$

$$q = \frac{x I_n}{V_n} \times 100[\%]$$

短絡インピーダンスと同様に、百分率抵抗降下および百分率リアクタンス降下は変圧器の^{いち}一次側と二次側で同じ値になります。

また、短絡インピーダンス $\%Z[\%]$ 、百分率抵抗降下 $p[\%]$ および百分率リアクタンス降下 $q[\%]$ には次の関係が成り立ちます。

短絡インピーダンス、百分率抵抗降下および百分率リアクタンス降下

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



$Z^2 = r^2 + x^2$ の関係より、以下のように計算します。

$$\begin{aligned} p^2 + q^2 &= \frac{r^2 I_n^2}{V_n^2} \times 100^2 + \frac{x^2 I_n^2}{V_n^2} \times 100^2 \\ &= \frac{(r^2 + x^2) I_n^2}{V_n^2} \times 100^2 \\ &= \frac{Z^2 I_n^2}{V_n^2} \times 100^2 = (\%Z)^2 \end{aligned}$$

抵抗を無視する場合は $\%Z = q$ となります。