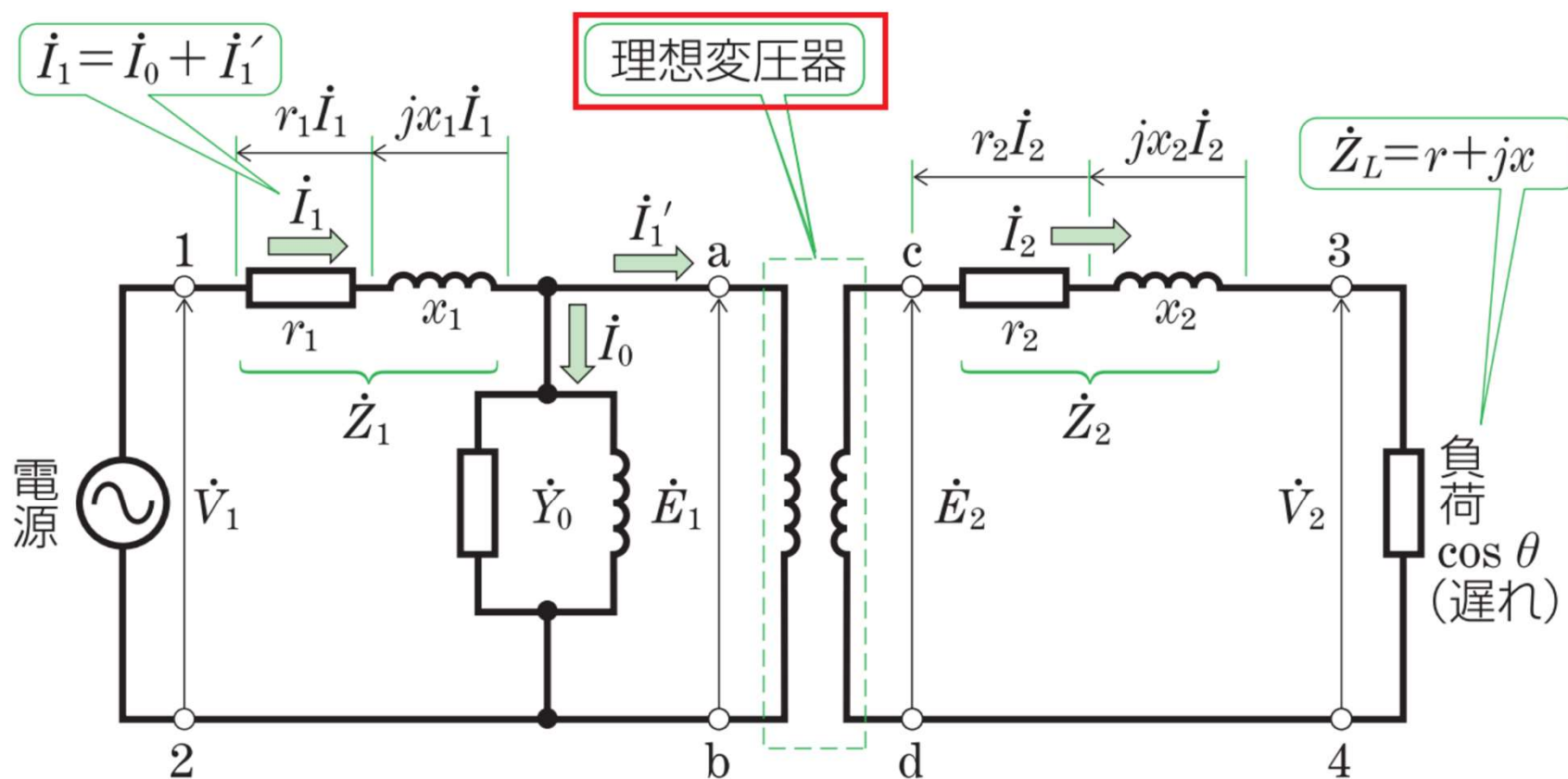


11月29日

2

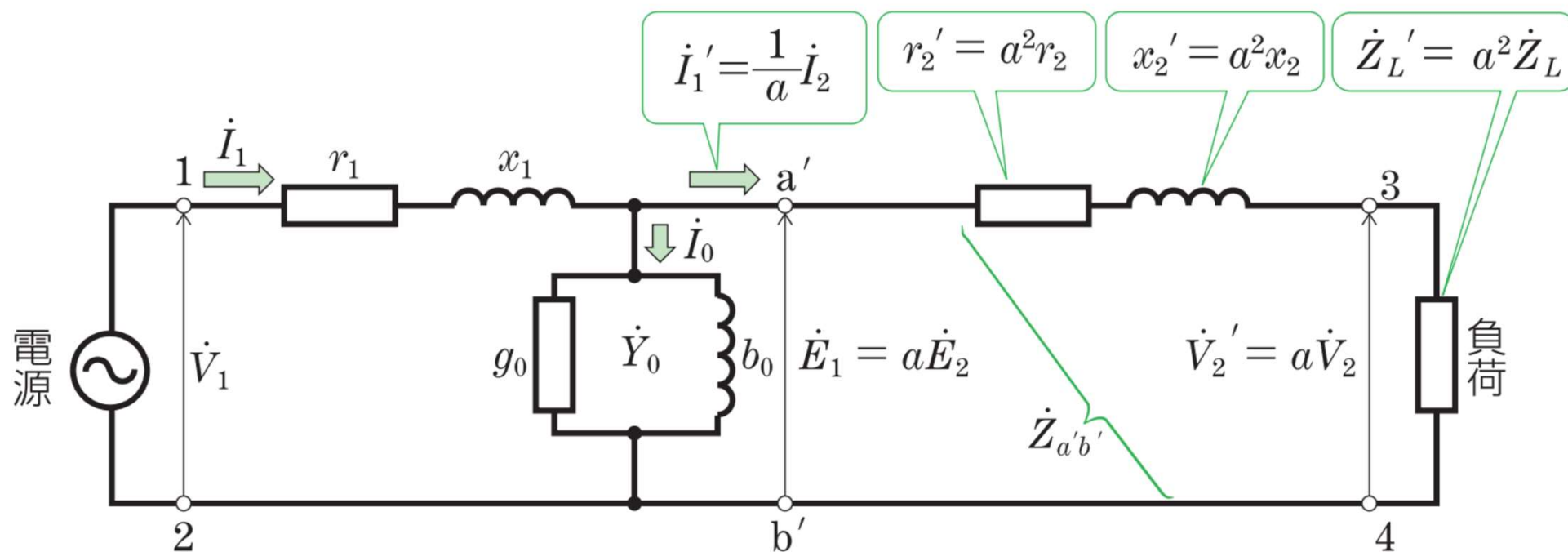
理想変圧器を取り 去った等価回路



(a) 等価回路

a

一次側に換算した等価回路



▲図 16 一次側に換算した等価回路

2

理想変圧器を取り
去った等価回路

図 15 (a)の回路の電圧・電流およびインピーダンスなどを計算する場合，点

線で囲まれた理想変圧器の部分を取り外し，図 16 に示す単一電気回路で表すことができれば便利である。図 16 が図 15 と電氣的に等価になる条件を考えると，図 15 (a)の端子 a, b から右のほうのインピーダンスを $\dot{Z}_{ab} [\Omega]$ ，端子 c, d から右のほうのインピーダンスを $\dot{Z}_{cd} [\Omega]$ ，図 16 の a', b' から右のほうのインピーダンスを $\dot{Z}_{a'b'} [\Omega]$ とした場合，次式がなりたつ。

$$\dot{Z}_{ab} = \frac{\dot{E}_1}{\dot{I}_1'} = \frac{a\dot{E}_2}{\frac{1}{a}\dot{I}_2} = a^2 \frac{\dot{E}_2}{\dot{I}_2} = a^2 \dot{Z}_{cd}, \quad \dot{Z}_{a'b'} = \frac{\dot{E}_1}{\dot{I}_1'}$$

$$\dot{Z}_{ab} = \frac{\dot{E}_1}{\dot{I}_1'} = \frac{a\dot{E}_2}{\frac{1}{a}\dot{I}_2} = a^2 \frac{\dot{E}_2}{\dot{I}_2} = a^2 \dot{Z}_{cd}, \quad \dot{Z}_{a'b'} = \frac{\dot{E}_1}{\dot{I}_1'}$$

ここで、 $\dot{Z}_{ab} = \dot{Z}_{a'b'}$ であれば、図 15 (a)の回路と図 16 の回路は、等価である。すなわち、図 16 の二次側のインピーダンス $\dot{Z}_{a'b'}$ は一次側に換算すると、次式で表される。

$$\dot{Z}_{a'b'} = a^2 \dot{Z}_{cd} \quad (8)$$

電圧・電流についても、二次電圧 $\dot{V}_2$ [V]，二次電流 $\dot{I}_2$ [A] を一次側に換算した値 $\dot{V}_2'$ [V]， $\dot{I}_1'$ [A] は、次式で表される。

$$\left. \begin{aligned} \dot{V}_2' &= a\dot{V}_2 \\ \dot{I}_1' &= \left(\frac{1}{a}\right)\dot{I}_2 \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

r_2' : 二次側の抵抗を一次側に換算したもの。

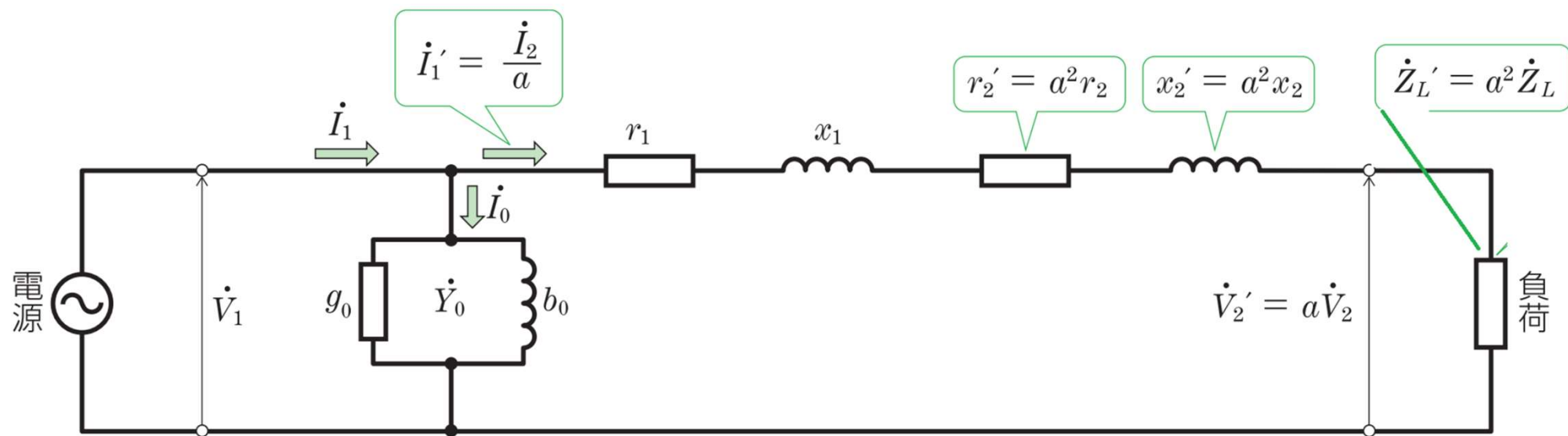
x_2' : 二次側のリアクタンスを一次側に換算したもの。

V_2' : 二次電圧を一次側に換算したもの。

I_1' : 二次電流を一次側に換算したもの。

- 1) 一次側の電圧・電流・インピーダンス, およびアドミタンスは, そのままにする。
- 2) 二次側の電圧は α 倍, 電流は $\frac{1}{\alpha}$ 倍する。
- 3) 二次インピーダンス, および負荷インピーダンスは α^2 倍する。

b 簡易等価回路 図 16 の回路では，アドミタンス $\dot{Y}_0$ の回路が一次インピーダンスと二次インピーダンスの間に接続されているので，回路計算が複雑になる。そこで，図 17 に示すように，アドミタンス $\dot{Y}_0$ の回路を電源側に移すと，回路計算が容易になる。



▲ 図 17 簡易等価回路 (一次側に換算した等価回路)

例題

4

図 15 (a)の等価回路において, $V_1 = 3150 \text{ V}$, $V_2 = 210 \text{ V}$, $r_1 = 18 \Omega$, $x_1 = 90 \Omega$, $r_2 = 0.04 \Omega$, $x_2 = 0.24 \Omega$ とする。また, 負荷 Z_L の抵抗分, リアクタンス分をそれぞれ $R_L = 3 \Omega$, $X_L = 4 \Omega$ とするとき, 二次側を一次側に換算した簡易等価回路の r_2' , x_2' , Z_L' , I_1' を求めよ。

解答

$$\text{卷数比 } a = \frac{V_1}{V_2} = \frac{3150}{210} = 15$$

$$Z_L = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \, \Omega$$

$$\text{二次電流 } I_2 = \frac{V_2}{Z_L} = \frac{210}{5} = 42 \, \text{A}$$

$$r_2' = a^2 r_2 = 15^2 \times 0.04 = 9 \, \Omega$$

$$x_2' = a^2 x_2 = 15^2 \times 0.24 = 54 \, \Omega$$

$$Z_L' = a^2 Z_L = 15^2 \times 5 = 1125 \, \Omega$$

$$I_1' = \frac{1}{a} I_2 = \frac{1}{15} \times 42 = 2.8 \, \text{A}$$

問 6 巻数比 a が 2 の理想変圧器で、二次電圧 V_2 が 100 V、二次電流 I_2 が 5 A、二次側のインピーダンス Z_L が $20\ \Omega$ であるという。一次側に換算した値 V_2' [V]、 I_1' [A]、 Z_L' [Ω] をそれぞれ求めよ。

$$V_2' =$$

$$I_1' =$$

$$Z_L' =$$

$$V_2' = aV_2 = 2 \cdot (I_2 \cdot Z_L) = 2 \cdot 100 = 200[V]$$

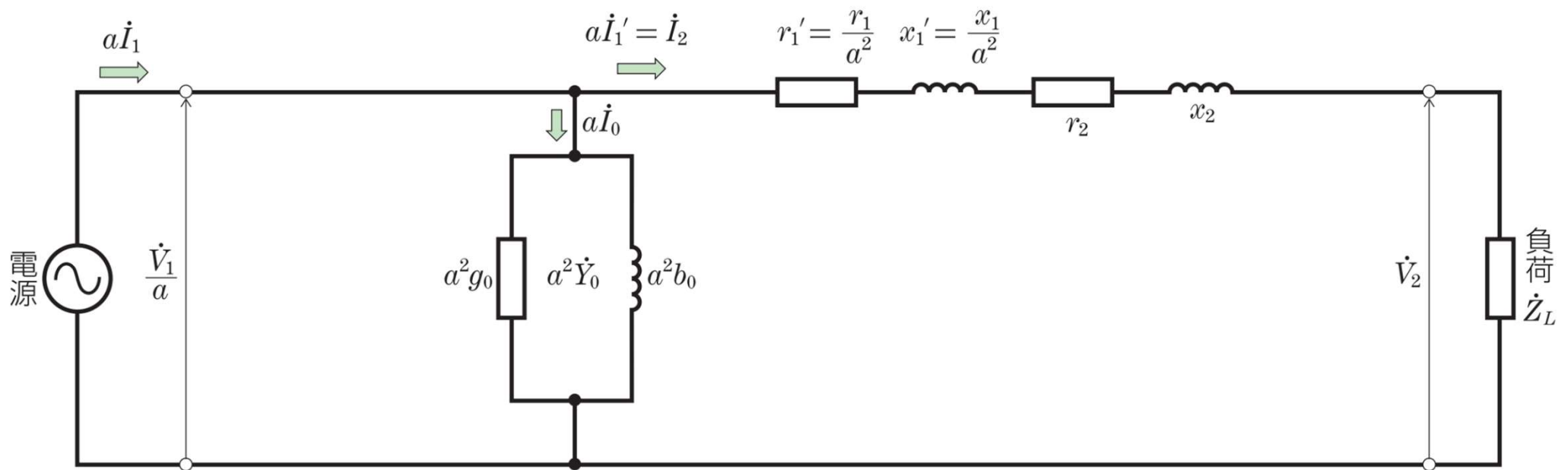
$$I_1' = \frac{I_2}{a} = \frac{5}{2} = 2.5[A]$$

$$Z_L' = a^2 \cdot Z_L = 4 \cdot 20 = 800 \quad [\Omega]$$

C

二次側に換算した等価回路

- 1) 二次側の電圧・電流・インピーダンスは，そのままとする。
- 2) 一次側の電圧は $\frac{1}{a}$ 倍，電流は a 倍する。
- 3) 一次側のインピーダンスは $\frac{1}{a^2}$ 倍，アドミタンスは a^2 倍する。

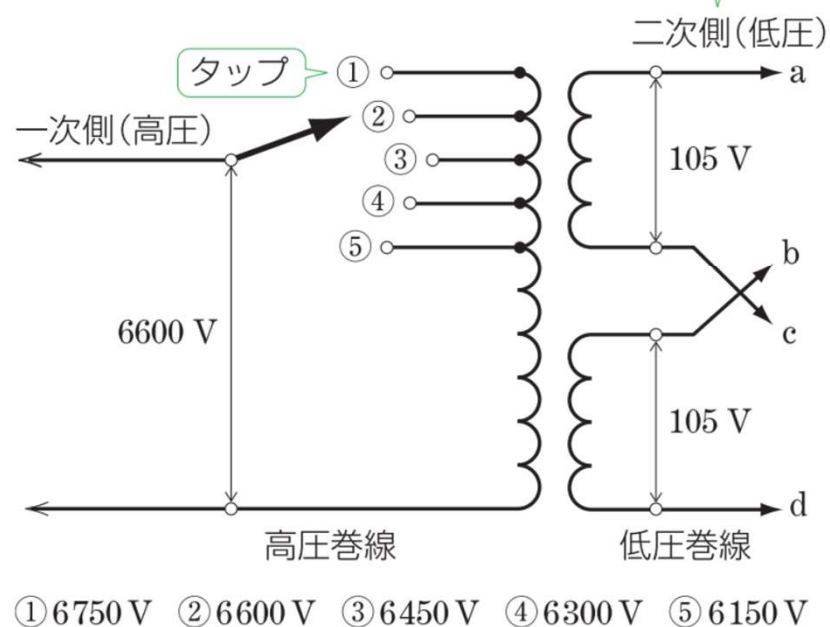


▲ 図 18 二次側に換算した等価回路

■ 節末問題 ■

1 図 8 (a)の柱上変圧器のタップ巻線において、二次電圧が下がったとき、一次側のタップの位置は○1 あるいは○3 のどちらに切り換えたらよいか。

二次電圧は端子aとb、およびcとdを接続（並列接続）すると、105 Vになる。また、bとcを接続（直列接続）すると、210 Vになる。



(a) 内部の結線



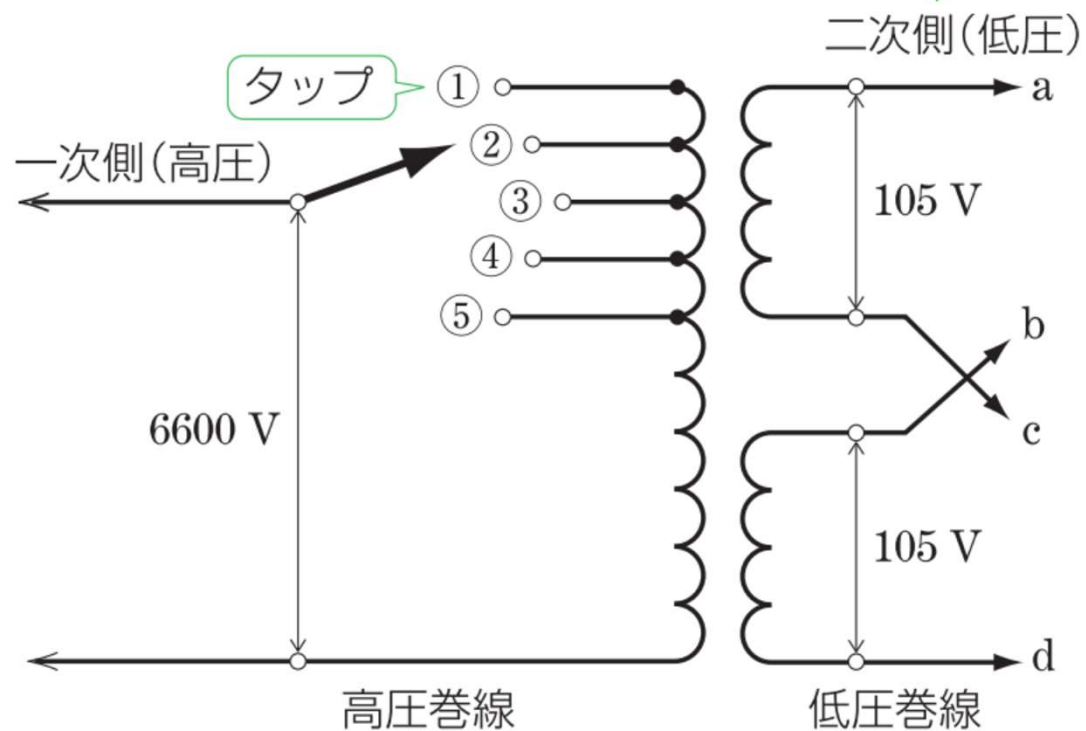
(b) タップ板



(c) 内部のようす

▲図 8 柱上変圧器のタップ

二次電圧は端子aとb, およびcとdを接続（並列接続）すると, 105 Vになる。また, bとcを接続（直列接続）すると, 210 Vになる。



① 6750 V ② 6600 V ③ 6450 V ④ 6300 V ⑤ 6150 V

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = a$$

$$E_2 = \frac{E_1}{a}$$

E1が一定とするとE2を大きくするにはaの値を小さくするだから③のタップに切り替える。