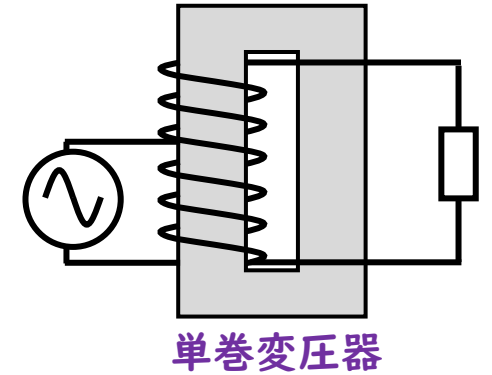
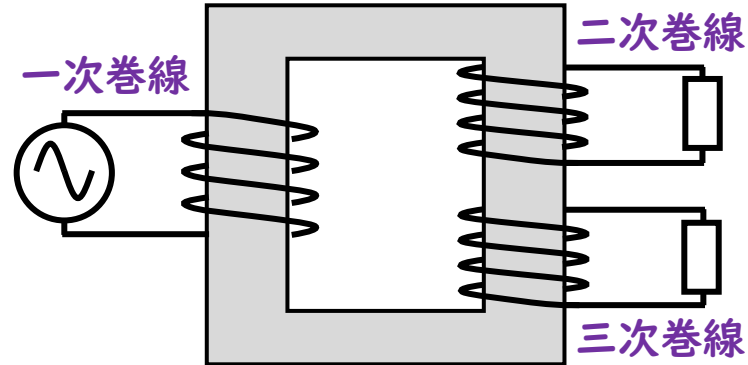
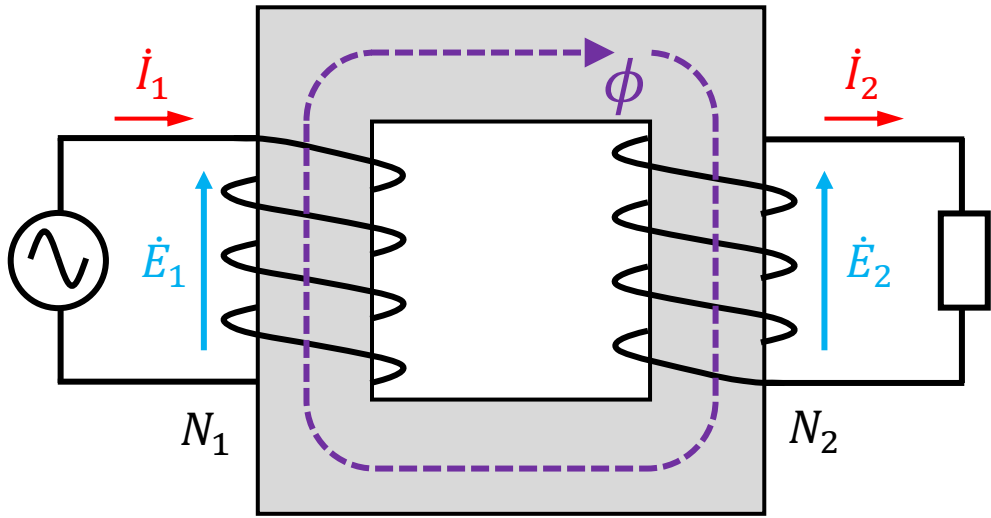


# 電験二種/三種 オンライン講座

## 機械 変圧器（Ⅰ）

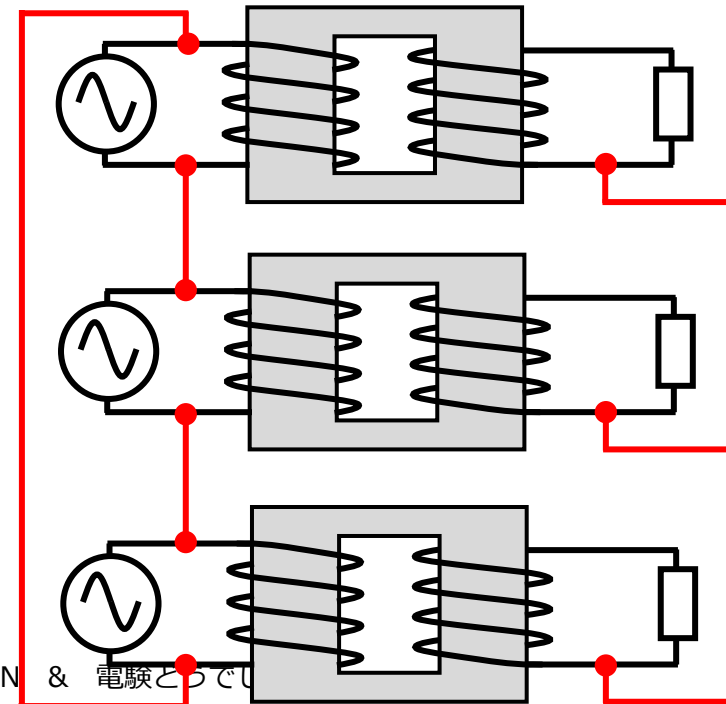
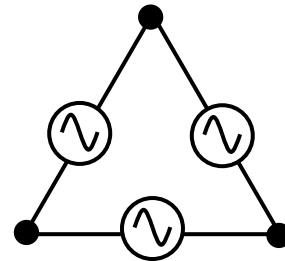
# 変圧器の巻線



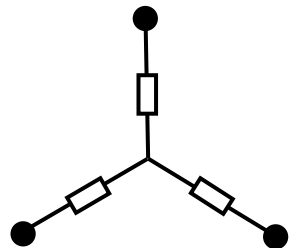
変圧器は一次側巻線（電源）、二次側巻線（負荷）という関係でなくても、

鉄心を介して磁気エネルギーを伝搬するという特性を用いて、様々な接続で使用ができる

△結線



Y結線

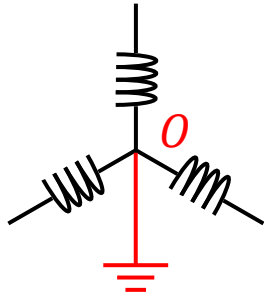


# 三相変圧器の結線

	一次巻線	二次巻線	一次巻線	二次巻線	線間電圧の 位相差と大きさ
Y-Y結線					$\dot{V}_{11}, \dot{V}_{12}, \dot{V}_{13}$ に比べて $\dot{V}_{21}, \dot{V}_{22}, \dot{V}_{23}$ は同相 で1/a倍
Y-Δ結線					$\dot{V}_{11}, \dot{V}_{12}, \dot{V}_{13}$ に比べて $\dot{V}_{21}, \dot{V}_{22}, \dot{V}_{23}$ は 30° 遅れ で1/√3a 倍
Δ-Y結線					$\dot{V}_{11}, \dot{V}_{12}, \dot{V}_{13}$ に比べて $\dot{V}_{21}, \dot{V}_{22}, \dot{V}_{23}$ は 30° 進み で√3/a 倍
Δ-Δ結線					$\dot{V}_{11}, \dot{V}_{12}, \dot{V}_{13}$ に比べて $\dot{V}_{21}, \dot{V}_{22}, \dot{V}_{23}$ は同相 で1/a倍

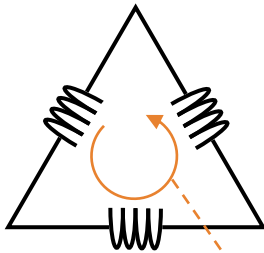
# Y結線とΔ結線の特徴

## Y結線



- 中性点Oを接地することで故障検出が容易になる。
- 巻線に発生する電圧（相電圧）が線間電圧の  $1/\sqrt{3}$  なので巻線の絶縁が容易になる。

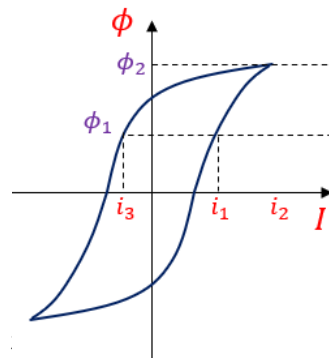
## Δ結線



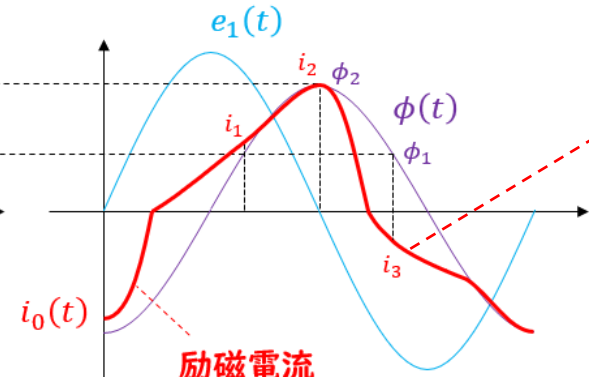
- 1相故障してもV結線で利用できる
- 励磁電流の第3調波成分を循環することができ、外部に漏れださない（外部に第3調波成分が漏れだすと、通信線に誘導障害が発生する）

励磁電流（第3調波）

<磁束と電流の関係>



<変圧器の電圧と磁束の関係>



正弦波からずれた歪な形の部分が第3調波成分

# 変圧器の結線まとめ

	一次巻線	二次巻線	特徴
Y-Y結線			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Y-Y-Δの形で用いられる（励磁電流の第3調波の漏れを抑制するため）</li> <li>• 中性点Oを接地できる</li> <li>• 巻線に発生する電圧（相電圧）が線間電圧の<math>1/\sqrt{3}</math>なので巻線の絶縁が容易</li> <li>• 一次側、二次側の線間電圧が同相</li> </ul>
Y-Δ結線			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 高電圧受電変圧器に用いられる</li> <li>• 中性点Oを接地できる</li> <li>• 励磁電流の第3調波をΔ回路で循環できる</li> <li>• 一次側に比べて二次側の線間電圧が<math>30^\circ</math>遅れる</li> </ul>
Δ-Y結線			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 発電所変圧器に用いられる</li> <li>• 中性点Oを接地できる</li> <li>• 励磁電流の第3調波をΔ回路で循環できる</li> <li>• 一次側に比べて二次側の線間電圧が<math>30^\circ</math>進む</li> </ul>
Δ-Δ結線			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 配電用変圧器に用いられる</li> <li>• 1相故障時V-V結線で運転できる</li> <li>• 励磁電流の第3調波をΔ回路で循環できる</li> <li>• 一次側、二次側の線間電圧が同相</li> </ul>

# H23 問8

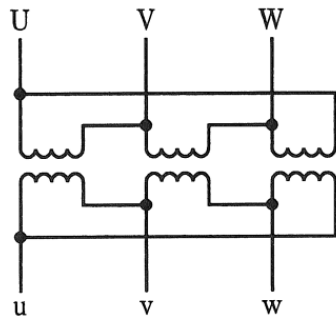
問8 下図は、三相変圧器の結線図である。

一次電圧に対して二次電圧の位相が  $30 [^\circ]$  遅れとなる結線を次の(1)～(5)

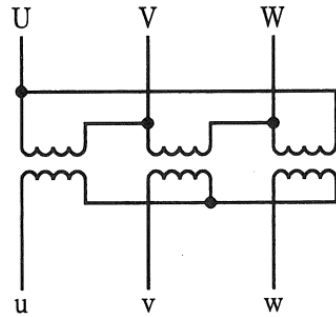
のうちから一つ選べ。

ただし、各一次・二次巻線間の極性は減極性であり、一次電圧の相順は U, V, W  
とする。

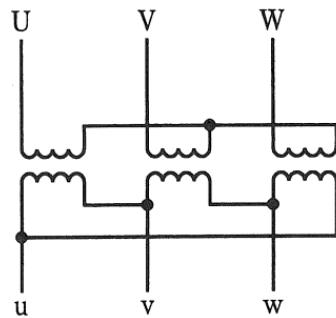
(1)



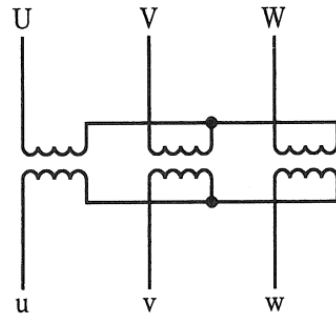
(2)



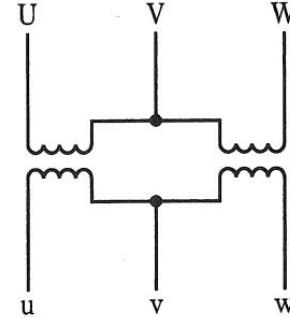
(3)



(4)



(5)



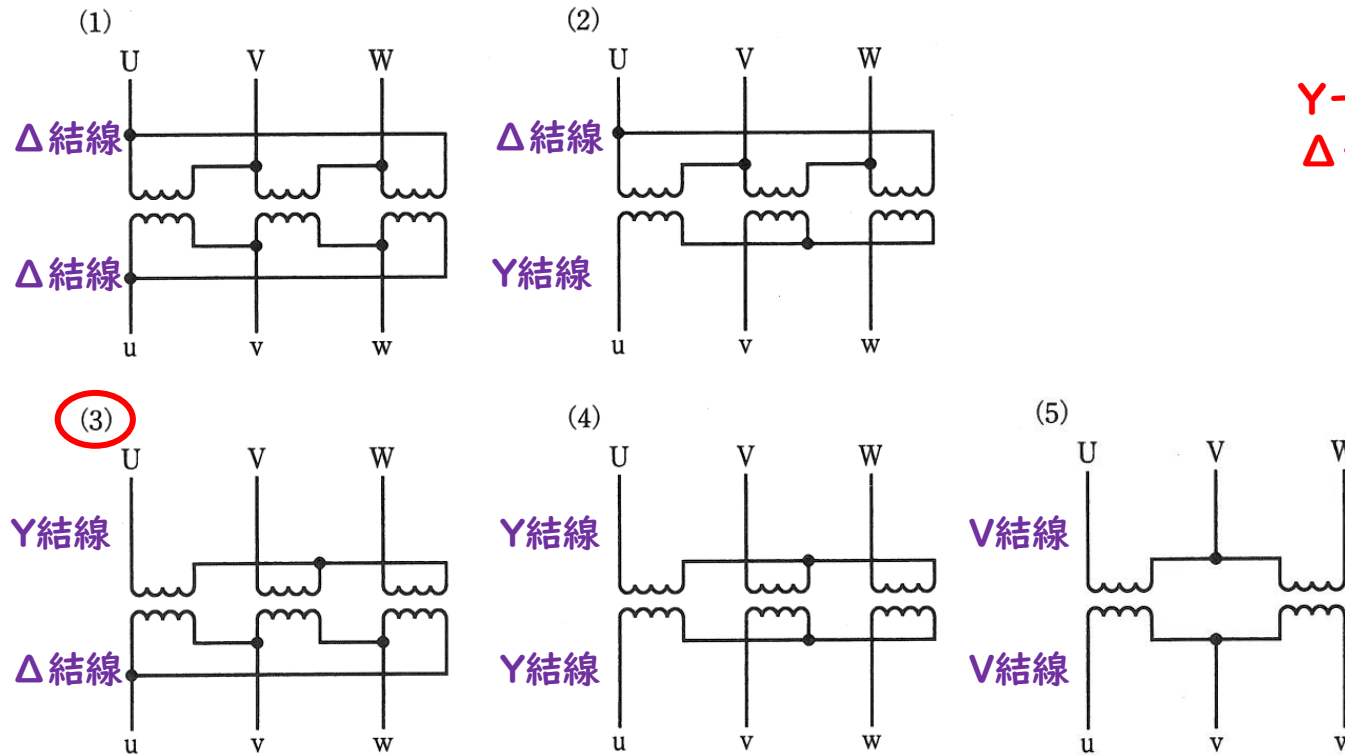
# H23 問8

問8 下図は、三相変圧器の結線図である。

一次電圧に対して二次電圧の位相が  $30^\circ$  遅れとなる結線を次の(1)～(5)

のうちから一つ選べ。

ただし、各一次・二次巻線間の極性は減極性であり、一次電圧の相順は U, V, W とする。



Y- $\Delta$ 結線：二次側 $30^\circ$  遅れ  
 $\Delta$ -Y結線：二次側 $30^\circ$  進み

# H29 問7

問7 図1～3は、同じ定格の単相変圧器3台を用いた三相の変圧器であり、図4は、同じ定格の単相変圧器2台を用いたV結線三相変圧器である。各図の一次側電圧に対する二次側電圧の位相変位(角変位)の値[rad]の組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、各図において一次電圧の相順はU, V, Wとする。

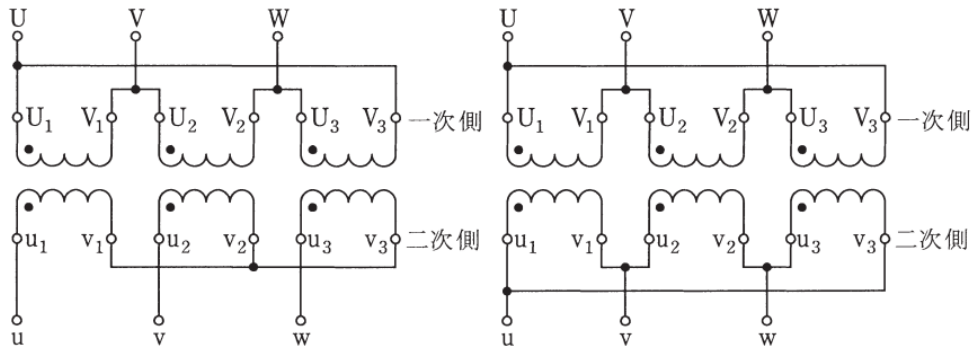


図1

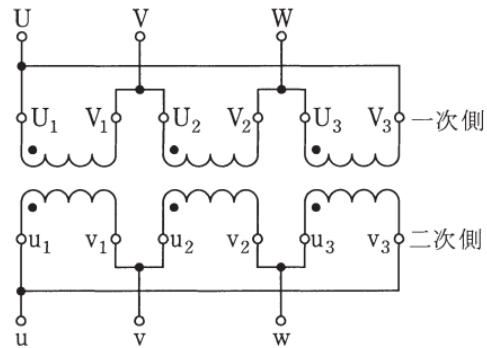


図2

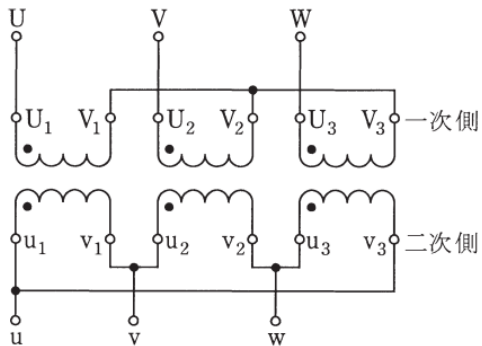


図3

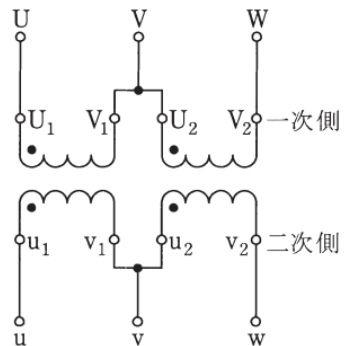
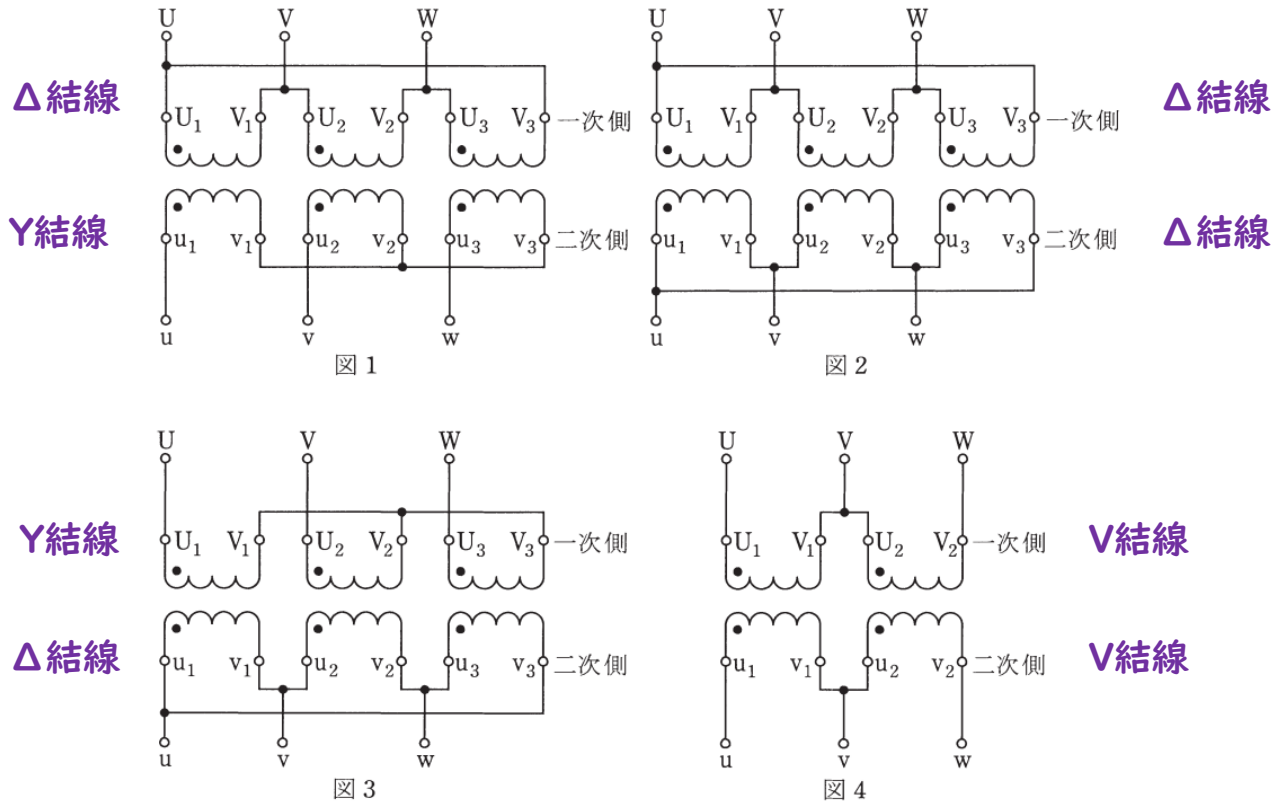


図4

	図1	図2	図3	図4
(1)	進み $\frac{\pi}{6}$	0	遅れ $\frac{\pi}{6}$	0
(2)	遅れ $\frac{\pi}{6}$	0	進み $\frac{\pi}{6}$	進み $\frac{\pi}{6}$
(3)	遅れ $\frac{\pi}{6}$	0	進み $\frac{\pi}{6}$	0
(4)	進み $\frac{\pi}{6}$	遅れ $\frac{\pi}{6}$	遅れ $\frac{\pi}{6}$	遅れ $\frac{\pi}{6}$
(5)	遅れ $\frac{\pi}{6}$	進み $\frac{\pi}{6}$	進み $\frac{\pi}{6}$	進み $\frac{\pi}{6}$

# H29 問7

問7 図1～3は、同じ定格の単相変圧器3台を用いた三相の変圧器であり、図4は、同じ定格の単相変圧器2台を用いたV結線三相変圧器である。各図の一次側電圧に対する二次側電圧の位相変位(角変位)の値[rad]の組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。  
ただし、各図において一次電圧の相順はU, V, Wとする。



Y-Δ結線：二次側30° 遅れ  
Δ-Y結線：二次側30° 進み

	図1	図2	図3	図4
(1)	進み $\frac{\pi}{6}$	0	遅れ $\frac{\pi}{6}$	0
(2)	遅れ $\frac{\pi}{6}$	0	進み $\frac{\pi}{6}$	進み $\frac{\pi}{6}$
(3)	遅れ $\frac{\pi}{6}$	0	進み $\frac{\pi}{6}$	0
(4)	進み $\frac{\pi}{6}$	遅れ $\frac{\pi}{6}$	遅れ $\frac{\pi}{6}$	遅れ $\frac{\pi}{6}$
(5)	遅れ $\frac{\pi}{6}$	進み $\frac{\pi}{6}$	進み $\frac{\pi}{6}$	進み $\frac{\pi}{6}$

# H27 問7

問7 三相電源に接続する変圧器に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 変圧器鉄心の磁気飽和現象やヒステリシス現象は、正弦波の電圧、又は正弦波の磁束による励磁電流高調波の発生要因となる。変圧器の $\Delta$ 結線は、励磁電流の第3次高調波を、巻線内を循環電流として流す働きを担っている。
- (2)  $\Delta$ 結線がないY-Y結線の変圧器は、第3次高調波の流れる回路がないため、相電圧波形がひずみ、これが原因となって、近くの通信線に雑音などの障害を与える。
- (3)  $\Delta$ -Y結線又はY- $\Delta$ 結線は、一次電圧と二次電圧との間に角変位又は位相変位と呼ばれる位相差 $45^\circ$ がある。
- (4) 三相の磁束が重畳して通る部分の鉄心を省略し、鉄心材料を少なく済ませている三相内鉄形変圧器は、単相変圧器3台に比べて据付け面積の縮小と軽量化が可能である。
- (5) スコット結線変圧器は、三相3線式の電源を直交する二つの単相（二相）に変換し、大容量の単相負荷に電力を供給する場合に用いる。三相のうち一相からの単相負荷電力供給は、三相電源に不平衡を生じるが、三相を二相に相数変換して二相側の負荷を平衡させると、三相側の不平衡を緩和できる。

# H27 問7

問7 三相電源に接続する変圧器に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 変圧器鉄心の磁気飽和現象やヒステリシス現象は、正弦波の電圧、又は正弦波の磁束による励磁電流高調波の発生要因となる。変圧器の $\Delta$ 結線は、励磁電流の第3次高調波を、巻線内を循環電流として流す働きを担っている。
- (2)  $\Delta$ 結線がないY-Y結線の変圧器は、第3次高調波の流れる回路がないため、相電圧波形がひずみ、これが原因となって、近くの通信線に雑音などの障害を与える。
- (3)  $\Delta$ -Y結線又はY- $\Delta$ 結線は、一次電圧と二次電圧との間に角変位又は位相変位と呼ばれる位相差 $45^\circ$ がある。**
- (4) 三相の磁束が重畳して通る部分の鉄心を省略し、鉄心材料を少なく済ませている三相内鉄形変圧器は、単相変圧器3台に比べて据付け面積の縮小と軽量化が可能である。
- (5) スコット結線変圧器は、三相3線式の電源を直交する二つの単相（二相）に変換し、大容量の単相負荷に電力を供給する場合に用いる。三相のうち一相からの単相負荷電力供給は、三相電源に不平衡を生じるが、三相を二相に相数変換して二相側の負荷を平衡させると、三相側の不平衡を緩和できる。

**Y- $\Delta$ 結線：二次側 $30^\circ$  遅れ**  
 **$\Delta$ -Y結線：二次側 $30^\circ$  進み**

**位相差は $30^\circ$**

# R05上 問8 (H24 問8)

【イーデン】  
-DEN



問8 三相変圧器の並行運転に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 各変圧器の極性が一致していないと、大きな循環電流が流れて巻線の焼損を引き起こす。
- (2) 各変圧器の変圧比が一致していないと、負荷の有無にかかわらず循環電流が流れて巻線の過熱を引き起こす。
- (3) 一次側と二次側との誘導起電力の位相変位(角変位)が各変圧器で等しくないと、その程度によっては、大きな循環電流が流れて巻線の焼損を引き起こす。  
したがって、 $\Delta$ -Y と Y-Y との並行運転はできるが、 $\Delta$ - $\Delta$ と $\Delta$ -Y との並行運転はできない。
- (4) 各変圧器の巻線抵抗と漏れリアクタンスとの比が等しくないと、各変圧器の二次側に流れる電流に位相差が生じ取り出せる電力は各変圧器の出力の和より小さくなり、出力に対する銅損の割合が大きくなって利用率が悪くなる。
- (5) 各変圧器の百分率インピーダンス降下が等しくないと、各変圧器が定格容量に応じた負荷を分担することができない。

# R05上 問8 (H24 問8)

問8 三相変圧器の並行運転に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 各変圧器の極性が一致していないと、大きな循環電流が流れて巻線の焼損を引き起こす。
- (2) 各変圧器の変圧比が一致していないと、負荷の有無にかかわらず循環電流が流れて巻線の過熱を引き起こす。
- (3) 一次側と二次側との誘導起電力の位相変位(角変位)が各変圧器で等しくないと、その程度によっては、大きな循環電流が流れて巻線の焼損を引き起こす。したがって、 $\Delta$ -YとY-Yとの並行運転はできるが、 $\Delta$ - $\Delta$ と $\Delta$ -Yとの並行運転はできない。
- (4) 各変圧器の巻線抵抗と漏れリアクタンスとの比が等しくないと、各変圧器の二次側に流れる電流に位相差が生じ取り出せる電力は各変圧器の出力の和より小さくなり、出力に対する銅損の割合が大きくなって利用率が悪くなる。
- (5) 各変圧器の百分率インピーダンス降下が等しくないと、各変圧器が定格容量に応じた負荷を分担することができない。

## <変圧器の並列運転のポイント>

- ・極性が一致していること
- ・巻数比が等しく、一次及び二次の定格電圧が等しいこと
- ・内部の抵抗とリアクタンスの比が等しいこと
- ・三相の場合、相回転の方向および各変位が等しいこと

Y- $\Delta$ 結線は1次側に比べて2次側が $30^\circ$ 遅れる  
 $\Delta$ -Y結線は1次側に比べて2次側が $30^\circ$ 進む

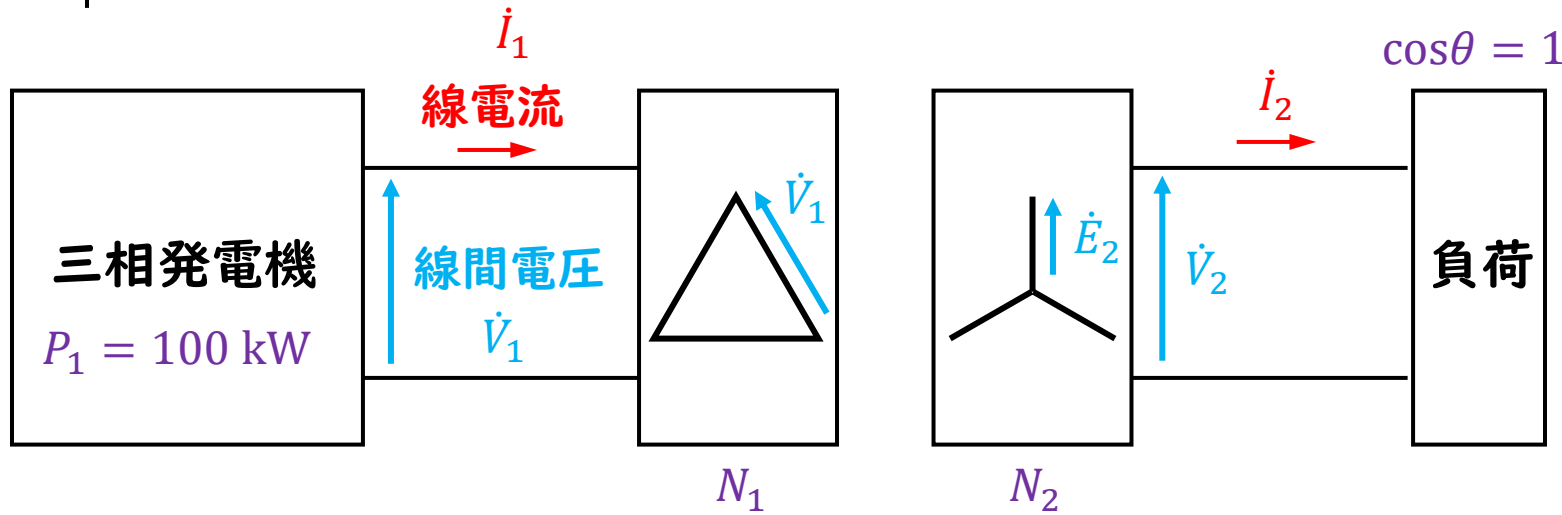
# H27 問8

問8 一次側の巻数が  $N_1$ 、二次側の巻数が  $N_2$  で製作された、同一仕様3台の単相変圧器がある。これらを用いて一次側を  $\Delta$  結線、二次側を Y 結線として抵抗負荷、一次側に三相発電機を接続した。発電機を電圧 440 V、出力 100 kW、力率 1.0 で運転したところ、二次電流は三相平衡の 17.5 A であった。この単相変圧器の巻数比  $\frac{N_1}{N_2}$  の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、変圧器の励磁電流、インピーダンス及び損失は無視するものとする。

- (1) 0.13      (2) 0.23      (3) 0.40      (4) 4.3      (5) 7.5

# H27 問8



## 三相交流の電力

$$\sqrt{3} \times (\text{線間電圧}) \times (\text{線電流})$$

$$S = \sqrt{3} V_{ab} I_a$$

$$P = \sqrt{3} V_{ab} I_a \cos\theta = \sqrt{S^2 - Q^2}$$

$$Q = \sqrt{3} V_{ab} I_a \sin\theta = \sqrt{S^2 - P^2}$$

$$V_1 = 440 \text{ V}$$

$$I_2 = 17.5 \text{ A}$$

### 巻線と電圧の関係

$$V_1 = \frac{N_1}{N_2} E_2$$

### 負荷の電力

$$P_1 = P_2 = \sqrt{3} V_2 I_2 \cos\theta$$

$$V_2 = \frac{P_2}{\sqrt{3} I_2} = \frac{100,000}{\sqrt{3} \times 17.5} = 3300 \text{ V}$$

### 電力相電圧と線間電圧の関係

$$E_2 = \frac{V_2}{\sqrt{3}} = \frac{3300}{\sqrt{3}} = 1905 \text{ V}$$

$$V_1 = \frac{N_1}{N_2} E_2 \rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{E_2} = \frac{440}{1905} = 0.23$$

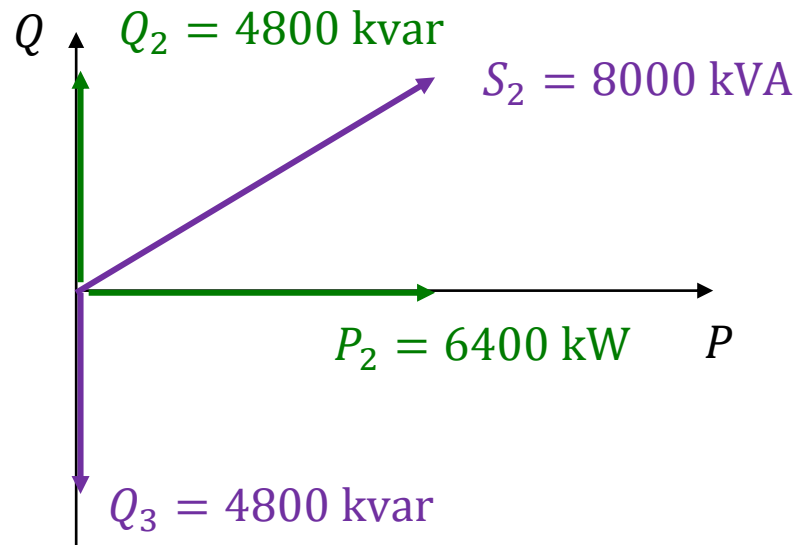
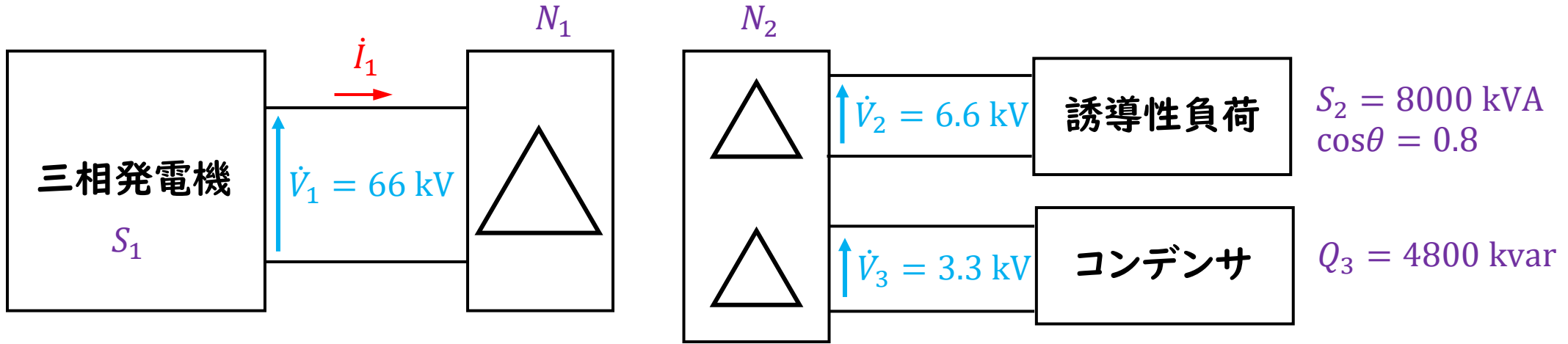
- (1) 0.13    (2) 0.23    (3) 0.40    (4) 4.3    (5) 7.5

# R02 問9

問9 一次線間電圧が 66 kV，二次線間電圧が 6.6 kV，三次線間電圧が 3.3 kV の三相三巻線変圧器がある。一次巻線には線間電圧 66 kV の三相交流電源が接続されている。二次巻線に力率 0.8，8 000 kV・A の三相誘導性負荷を接続し，三次巻線に 4 800 kV・A の三相コンデンサを接続した。一次電流の値[A]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし，変圧器の漏れインピーダンス，励磁電流及び損失は無視できるほど小さいものとする。

- (1) 42.0      (2) 56.0      (3) 70.0      (4) 700.0      (5) 840.0

# R02 問9



電源出力

$$S_1 = P_2 = 6400 \text{ kW}$$

$$S_1 = \sqrt{3}V_1I_1$$

$$I_1 = \frac{S_1}{\sqrt{3}V_1} = \frac{6400}{\sqrt{3} \times 66} = 56.0 \text{ A}$$

(1) 42.0

(2) 56.0

(3) 70.0

(4) 700.0

(5) 840.0

# 二種 RO1 問5

問5 次の文章は、三相変圧器における巻線の結線方法に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

三相変圧器巻線の結線方式には Y 結線(星形結線)と、 $\Delta$ 結線(三角結線)の 2 種類がある。Y-Y 結線は、変圧器の一次側、二次側とも巻線を Y 結線とする方法である。この結線の特長としては、 (1) が採用できるので、巻線の絶縁低減が可能となること、事故検出に十分な地絡電流が流れ保護が容易となることが挙げられる。しかし Y-Y 結線では、変圧器の励磁電流に含まれる第 3 次調波による近接通信線への電磁誘導障害などが発生する。

この第 3 次調波による障害を解決するために、三巻線変圧器を用いてその結線方式を  (2) とすることにより第 3 次調波の影響を小さくすることができる。この結線は超高压の変圧器に広く適用されている。

中低圧でよく使われる Y- $\Delta$ 結線と $\Delta$ -Y 結線は  (3) が励磁電流中の第 3 次調波成分の環流回路として働き、電流のひずみが小さくなる。

$\Delta$ - $\Delta$ 結線は、日本では主として 77 kV 以下の変圧器に適用される。この結線方式で独立した単相変圧器 3 台による場合には、1 台の単相変圧器が故障しても健全な変圧器 2 台による  (4) として、最大出力は落ちるものの三相電力の伝達ができる利点がある。欠点としては、 $\Delta$ - $\Delta$ 結線では  (1) が採用できないため、アーク地絡によって異常電圧が発生すること、 (5) の場合に巻線に流れる循環電流が大きくなることなどが挙げられる。

[問 5 の解答群]

- |                |              |                      |
|----------------|--------------|----------------------|
| (イ) ケイ素鋼板鉄心変圧器 | (ロ) Y-Y-Y 結線 | (ハ) 補償巻線             |
| (ニ) 千鳥結線       | (ホ) Y 結線     | (ヘ) V 結線             |
| (ト) 油入自冷式変圧器   | (チ) スコット結線   | (リ) $\Delta$ 結線      |
| (ヌ) 中性点接地      | (ル) 平衡負荷     | (ヲ) 不平衡負荷            |
| (リ) 並列結線       | (カ) 無負荷      | (ヨ) Y-Y- $\Delta$ 結線 |

# 二種 RO1 問5

問5 次の文章は、三相変圧器における巻線の結線方法に関する記述である。文中の□に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

三相変圧器巻線の結線方式には Y 結線(星形結線)と、 $\Delta$ 結線(三角結線)の2種類がある。Y-Y 結線は、変圧器の一次側、二次側とも巻線を Y 結線とする方法である。この結線の特長としては、□(1)が採用できるので、巻線の絶縁低減が可能となること、事故検出に十分な地絡電流が流れ保護が容易となることが挙げられる。しかし Y-Y 結線では、変圧器の励磁電流に含まれる第3次調波による近接通信線への電磁誘導障害などが発生する。

中性点接地

この第3次調波による障害を解決するために、三巻線変圧器を用いてその結線方式を□(2)とすることにより第3次調波の影響を小さくすることができる。この結線は超高压の変圧器に広く適用されている。

Y-Y- $\Delta$ 結線

中低圧でよく使われる Y- $\Delta$ 結線と $\Delta$ -Y 結線は□(3)が励磁電流中の第3次調波成分の環流回路として働き、電流のひずみが小さくなる。

$\Delta$ 結線

$\Delta$ - $\Delta$ 結線は、日本では主として 77 kV 以下の変圧器に適用される。この結線方式で独立した単相変圧器 3 台による場合には、1 台の単相変圧器が故障しても健全な変圧器 2 台による□(4)として、最大出力は落ちるものの三相電力の伝達ができる利点がある。欠点としては、 $\Delta$ - $\Delta$ 結線では□(1)が採用できないため、アーク地絡によって異常電圧が発生すること、□(5)の場合に巻線に流れる循環電流が大きくなることなどが挙げられる。

V結線

中性点接地

不平衡負荷

[問5の解答群]

- |                |              |                          |
|----------------|--------------|--------------------------|
| (イ) ケイ素鋼板鉄心変圧器 | (ロ) Y-Y-Y 結線 | (ハ) 補償巻線                 |
| (ニ) 千鳥結線       | (ホ) Y 結線     | (ヘ) V 結線 (4)             |
| (ト) 油入自冷式変圧器   | (チ) スコット結線   | (リ) $\Delta$ 結線 (3)      |
| (ヌ) 中性点接地 (1)  | (ル) 平衡負荷     | (レ) 不平衡負荷 (5)            |
| (リ) 並列結線       | (カ) 無負荷      | (ロ) Y-Y- $\Delta$ 結線 (2) |

# 二種 R05 問3

問3 次の文章は、単相変圧器の並行運転に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

複数の変圧器の一次側が同一電源に接続され、二次側が同一負荷に接続されているとき、これらの変圧器は並行運転しているという。並行運転する場合、変圧器の容量は異なってもかまわないが、循環電流が生じないことが必要である。

循環電流を生じさせないためには、まず、変圧器の  (1) が一致していることが必要である。 (1) が一致しない場合、誘導起電力の位相が $180^\circ$ ずれるため、非常に大きな循環電流が変圧器間を流れてしまう。

さらに、各変圧器の一次、二次の  (2) と、その比、すなわち変圧比が等しいことも必要である。変圧比が等しくない場合、二次巻線の  (3) に比例した循環電流が変圧器間を流れてしまう。

並行運転している変圧器の容量が異なる場合、各変圧器の容量に比例して電流を分担させることが望ましい。そのためには、各変圧器の  (4) が等しくなくてはならない。さらに、並行運転している各変圧器の電流を同相とするためには、各変圧器の巻線抵抗と漏れリアクタンスの  (5) を等しくすればよい。

[問3の解答群]

- |                |           |          |
|----------------|-----------|----------|
| (イ) 起電力の和      | (ロ) 比率    | (ハ) 定格電流 |
| (ニ) 巻線抵抗の大きさ   | (ホ) 極性    | (ヘ) 絶対値  |
| (ヒ) 力率         | (フ) 定格電力  | (リ) 短絡電流 |
| (ヌ) %短絡インピーダンス | (ル) 容量    | (レ) 大きさ  |
| (ワ) 出力         | (カ) 起電力の差 | (エ) 定格電圧 |

# 二種 R05 問3

問3 次の文章は、単相変圧器の並行運転に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

複数の変圧器の一次側が同一電源に接続され、二次側が同一負荷に接続されているとき、これらの変圧器は並行運転しているという。並行運転する場合、変圧器の容量は異なってもかまわないが、循環電流が生じないことが必要である。

循環電流を生じさせないためには、まず、変圧器の  (1) **極性** が一致していることが必要である。 (1) **極性** が一致しない場合、誘導起電力の位相が $180^\circ$ ずれるため、非常に大きな循環電流が変圧器間を流れてしまう。

さらに、各変圧器の一次、二次の  (2) **定格電圧** と、その比、すなわち変圧比が等しいことも必要である。変圧比が等しくない場合、二次巻線の  (3) **起電力の差** に比例した循環電流が変圧器間を流れてしまう。

並行運転している変圧器の容量が異なる場合、各変圧器の容量に比例して電流を分担させることが望ましい。そのためには、各変圧器の  (4) **%短絡インピーダンス** が等しくなくてはならない。さらに、並行運転している各変圧器の電流を同相とするためには、各変圧器の巻線抵抗と漏れリアクタンスの  (5) **比率** を等しくすればよい。

[問3の解答群]

- |                    |               |              |
|--------------------|---------------|--------------|
| (イ) 起電力の和          | (ロ) 比率 (5)    | (ハ) 定格電流     |
| (ニ) 巻線抵抗の大きさ       | (ホ) 極性 (1)    | (ヘ) 絶対値      |
| (ト) 力率             | (フ) 定格電力      | (リ) 短絡電流     |
| (ヌ) %短絡インピーダンス (4) | (ル) 容量        | (レ) 大きさ      |
| (ワ) 出力             | (カ) 起電力の差 (3) | (エ) 定格電圧 (2) |

## <変圧器の並列運転のポイント>

- ・極性が一致していること
- ・巻数比が等しく、一次及び二次の定格電圧が等しいこと
- ・内部の抵抗とリアクタンスの比が等しいこと
- ・三相の場合、相回転の方向および各変位が等しいこと

# 二種 H25 問2



問2 次の文章は、三相変圧器に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選びなさい。

定格容量 100 [kV・A]，定格一次電圧 6600 [V]，定格二次電圧 200 [V]，定格周波数 50 [Hz] の Y- $\Delta$  結線の三相変圧器がある。この変圧器を定格で使用したときの二次巻線の相電流は、 (1) [A] である。一次電圧と二次電圧との位相差は  (2) [rad] である。変圧器の励磁電流には、鉄心の非線形特性のために、高調波成分が含まれる。この内、電源周波数の  (3) 倍の周波数成分は、三つの相で同相であり、二次巻線で環流する。

この変圧器の二次端子に 2 [ $\Omega$ ] の抵抗器 3 台を星形結線で接続し、一次端子に定格電圧を印加した。変圧器の短絡インピーダンス及び励磁電流を無視したとき、一次電流は、 (4) [A] となる。

この変圧器を同じ定格電圧の 60 [Hz] で使用することは  (5) 。

[問2の解答群]

(イ) 1.75

(ロ) できる

(ハ)  $\frac{\pi}{3}$

(ニ) 2

(ホ) 3

(ヘ)  $\frac{\pi}{6}$

(ト) 3.03

(チ) できない

(リ) 5

(ヌ) 5.25

(ル) 167

(ヲ) 289

(ワ) 500

(カ)  $\frac{\pi}{4}$

(コ) できるが容量が  $\frac{1}{1.2}$  倍になる

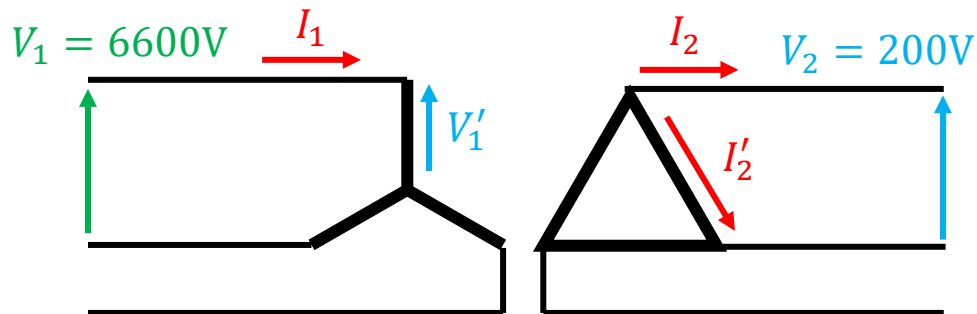
# 二種 H25 問2

問2 次の文章は、三相変圧器に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選びなさい。

定格容量 100 [kV・A]，定格一次電圧 6600 [V]，定格二次電圧 200 [V]，定格周波数 50 [Hz] の Y-Δ 結線の三相変圧器がある。この変圧器を定格で使用したときの二次巻線の相電流は、 (1) 167 [A] である。一次電圧と二次電圧との位相差は  (2)  $\frac{\pi}{6}$  [rad] である。変圧器の励磁電流には、鉄心の非線形特性のために、高調波成分が含まれる。この内、電源周波数の  (3) 3 倍の周波数成分は、三つの相で同相であり、二次巻線で環流する。

この変圧器の二次端子に 2 [Ω] の抵抗器 3 台を星形結線で接続し、一次端子に定格電圧を印加した。変圧器の短絡インピーダンス及び励磁電流を無視したとき、一次電流は、 (4) 1.75 [A] となる。

この変圧器を同じ定格電圧の 60 [Hz] で使用することは  (5) できる

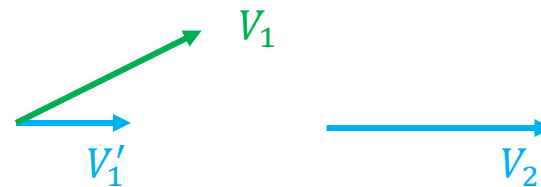


2次側線電流  $I_2$  は、

$$S_2 = \sqrt{3}V_2I_2 \rightarrow I_2 = \frac{S_2}{\sqrt{3}V_2} = \frac{100 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 200} = \frac{500}{\sqrt{3}} \text{ A}$$

相電流の大きさは線電流の  $1/\sqrt{3}$  倍なので、

$$I_2' = \frac{I_2}{\sqrt{3}} = \frac{500}{3} = 167 \text{ A}$$



$V_1'$  と  $V_2$  が同相

$V_2$  は  $30^\circ$  遅れ

Δ回路は励磁電流の第3調波を循環する

$R = 2\Omega$  を接続したときの2次側線電流  $I_2$  は、 $I_2 = \frac{200}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{100}{\sqrt{3}} \text{ A}$

2次側の電力と1次側の電力は一致するので、

$$S_1 = \sqrt{3}V_1I_1 = \sqrt{3}V_2I_2 \rightarrow I_1 = \frac{V_2}{V_1}I_2 = \frac{200}{6600} \times \frac{100}{\sqrt{3}} = 1.75 \text{ A}$$

変圧器の動作周波数を高くすると、1周期の間に1次側から2次側に送る電力は小さくなるので、磁気飽和の影響が小さくなるので使用可能

# 二種 H25 問2



問2 次の文章は、三相変圧器に関する記述である。文中の  に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選びなさい。

定格容量 100 [kV・A]，定格一次電圧 6600 [V]，定格二次電圧 200 [V]，定格周波数 50 [Hz] の Y-Δ 結線の三相変圧器がある。この変圧器を定格で使用したときの二次巻線の相電流は， [A] である。一次電圧と二次電圧との位相差は  [rad] である。変圧器の励磁電流には，鉄心の非線形特性のために，高調波成分が含まれる。この内，電源周波数の  倍の周波数成分は，三つの相で同相であり，二次巻線で環流する。

この変圧器の二次端子に 2 [Ω] の抵抗器 3 台を星形結線で接続し，一次端子に定格電圧を印加した。変圧器の短絡インピーダンス及び励磁電流を無視したとき，一次電流は， [A] となる。

この変圧器を同じ定格電圧の 60 [Hz] で使用することは  である。

[問2の解答群]

- |              |                         |                                  |          |
|--------------|-------------------------|----------------------------------|----------|
| (イ) 1.75 (4) | (ロ) できる (5)             | (ハ) $\frac{\pi}{3}$              | (ニ) 2    |
| (ホ) 3 (3)    | (ヘ) $\frac{\pi}{6}$ (2) | (ト) 3.03                         | (チ) できない |
| (リ) 5        | (ヌ) 5.25                | (ル) 167 (1)                      | (ク) 289  |
| (ワ) 500      | (カ) $\frac{\pi}{4}$     | (コ) できるが容量が $\frac{1}{1.2}$ 倍になる |          |

ご聴講ありがとうございました!!