

電験革命

機械編 誘導機





C.E.E.F

Chief Electric Engineers Federation

電気主任技術者連盟

- 1.等価回路とは？ 電気的な特徴のみを取り出したもの
- 2.誘導電動機の等価回路を作図すること
- 3.等価回路→キルヒホッフの法則→数式(方程式)→答えのパターンを染みつかせる(問題演習せよ)

第0章 イントロ

等価回路の演習(比例推移)

同期ワット

始動方式



第1章

等価回路の演習 (比例推移) H29 問15



問 15 定格出力 15 kW, 定格電圧 400 V, 定格周波数 60 Hz, 極数 4 の三相誘導電動機がある。この誘導電動機が定格電圧, 定格周波数で運転されているとき, 次の (a) 及び (b) の問に答えよ。

問題条件: 定格出力 15kW, 定格電圧 400V, 定格出力 60Hz, $p=4$

定格電圧 400V → 400V 以上だと正しい動作ができるかは知らない

定格: 目安 実際: ?? 今回は、たまたま $V=400[V]$ と $f=60[Hz]$



定格＝実際
とは限らないよ！！



(a)の問題



(a) 軸出力が 15 kW, 効率と力率がそれぞれ 90 % で運転されているときの一次電流の値 [A] として, 最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 22 (2) 24 (3) 27 (4) 33 (5) 46

$$P_{out} = P_{電} \times \eta$$

$$P_{out} = 15[kW], \eta = 0.9, \cos\theta = 0.9$$

$$P_{電} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{50}{3} [kW]$$

+



$$V=400[V] \text{ と } f=60[Hz]$$

$$P_{電} = \sqrt{3} VI \cos\theta$$

$$I = \frac{P_{電}}{\sqrt{3} V \cos\theta} = 26.8$$

(3)

問題文→情報



(b) 今回のメインテーマ



(b) この誘導電動機が巻線形であり，全負荷時の回転速度が 1746 min^{-1} であるものとする。二次回路の各相に抵抗を追加して挿入したところ，全負荷時の回転速度が 1455 min^{-1} となった。ただし，負荷トルクは回転速度によらず一定とする。挿入した抵抗の値は元の二次回路の抵抗の値の何倍であるか。最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 1.2 (2) 2.2 (3) 5.4 (4) 6.4 (5) 7.4

$$N_{all} = 1746[\text{min}^{-1}] \rightarrow N_R = 1455[\text{min}^{-1}]$$

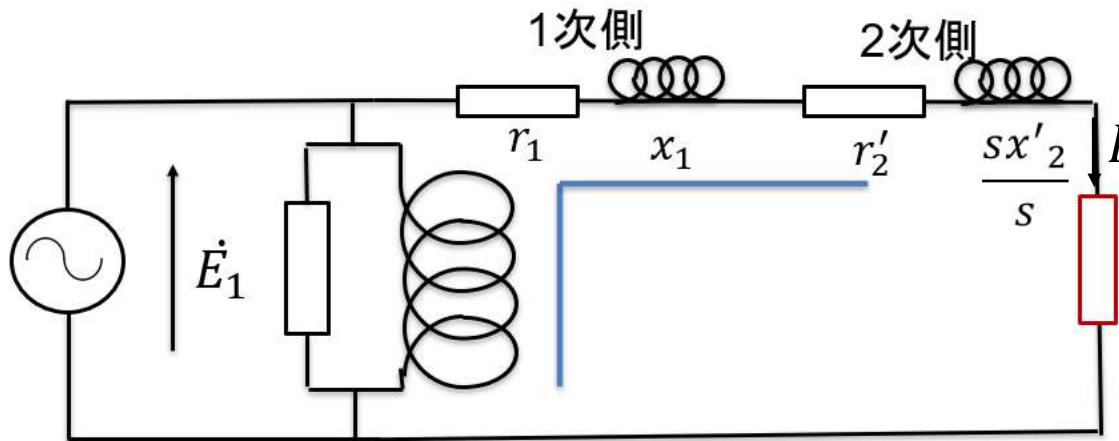
トルク $T = \text{一定}$

トルクってどうやって求めるの？



知っている公式: $T = Fr$, $P_{out,2} = T\omega_{machine}$

出力Pはどうするの？→等価回路



$$I = \frac{E_1}{\sqrt{\left(r_1 + \frac{r_2'}{s}\right)^2 + (x_1 + x_2')^2}}$$

$$P_{out,2} = 3I^2 \left(\frac{1-s}{s} r_2'\right)$$

$$\frac{1-s}{s} r_2'$$

$$\begin{aligned}\omega_{machine} &= 2\pi \left(\frac{N}{60}\right) = 2\pi \left(\frac{(1-s)N_s}{60}\right) \\ &= (1-s)\omega\end{aligned}$$

トルクってどうやって求めるの？



機械
P11

$$T = \frac{P_{2,out}}{\omega_{machine}} = \frac{3I^2 \left(\frac{1-s}{s} r_2' \right)}{(1-s)\omega} = \frac{\frac{3I^2 r_2'}{s}}{\omega} = \frac{3E_1^2}{\left(r_1 + \frac{r_2'}{s} \right)^2 + (x_1 + x_2')^2} \times \frac{r_2'}{s} \times \frac{1}{\omega}$$

重要なことに気が付きませんか??

トルクってどうやって求めるの？



機械
P12

$$T = \frac{P_{2,out}}{\omega_{machine}} = \frac{3I^2 \cancel{(1-s)} \frac{r'_2}{s}}{\cancel{(1-s)} \omega} = \frac{3I^2 r'_2}{s \omega} = \frac{3E_1^2}{\left(r_1 + \frac{r'_2}{s}\right)^2 + (x_1 + x'_2)^2} \times \frac{r'_2}{s} \times \frac{1}{\omega}$$

重要なことに気が付きませんか??

$$T = T\left(\frac{r'_2}{s}\right)$$

実はトルクというのは、
二次抵抗値と滑りの**比**によって決まる！！

比例推移

補足 2次電流では？



$$I = \frac{E_1}{\sqrt{\left(r_1 + \frac{r'_2}{s}\right)^2 + (x_1 + x'_2)^2}}$$

比例推移

$$P_{2,out} = 3I^2 \left(\frac{1-s}{s} r_2' \right)$$

比例推移ならず！！
(1-s)テメー

(b) 今回のメインテーマ



(b) この誘導電動機が巻線形であり，全負荷時の回転速度が 1746 min^{-1} であるものとする。二次回路の各相に抵抗を追加して挿入したところ，全負荷時の回転速度が 1455 min^{-1} となった。ただし，負荷トルクは回転速度によらず一定とする。挿入した抵抗の値は元の二次回路の抵抗の値の何倍であるか。最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 1.2 (2) 2.2 (3) 5.4 (4) 6.4 (5) 7.4



$$N_{all} = 1746 [\text{min}^{-1}] \rightarrow N_R = 1455 [\text{min}^{-1}]$$

トルク $T = \text{一定}$

$$T = T\left(\frac{r'_2}{s}\right)$$

二次抵抗値と滑りの比 = 一定

(b) 今回のメインテーマ

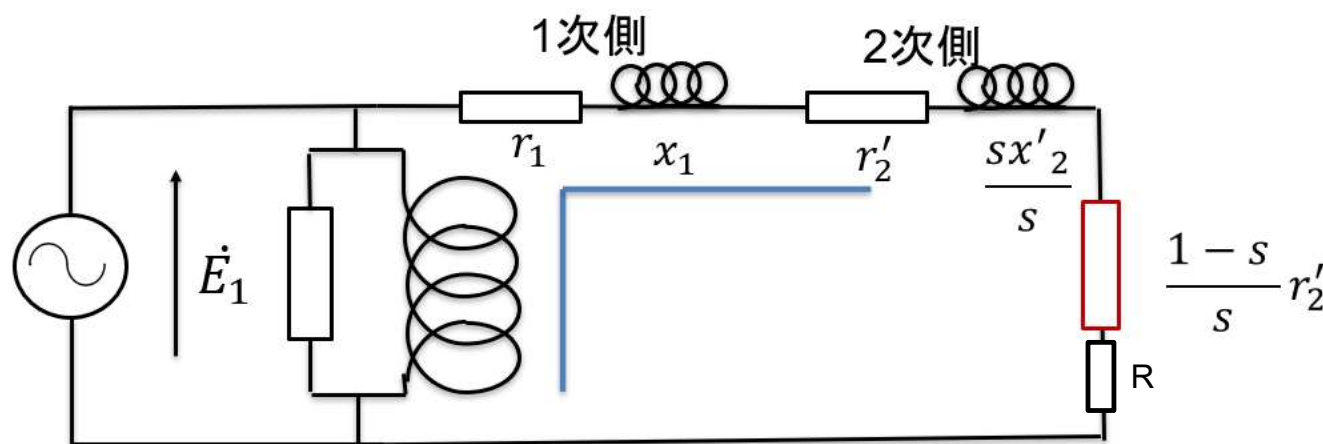


$$N_{all} = 1746[\text{min}^{-1}] \rightarrow N_R = 1455[\text{min}^{-1}]$$

$$f = 60[\text{Hz}]$$

$$p = 4[\text{極}]$$

$$s_{all} = 0.03, s_R = 0.192$$



$$N_s = \frac{120f}{p}$$

$$N = (1 - s)N_s$$

$$s = \frac{N_s - N}{N_s}$$

$$\frac{r'_2}{s_{all}} = \frac{r'_2 + R}{s_R}$$

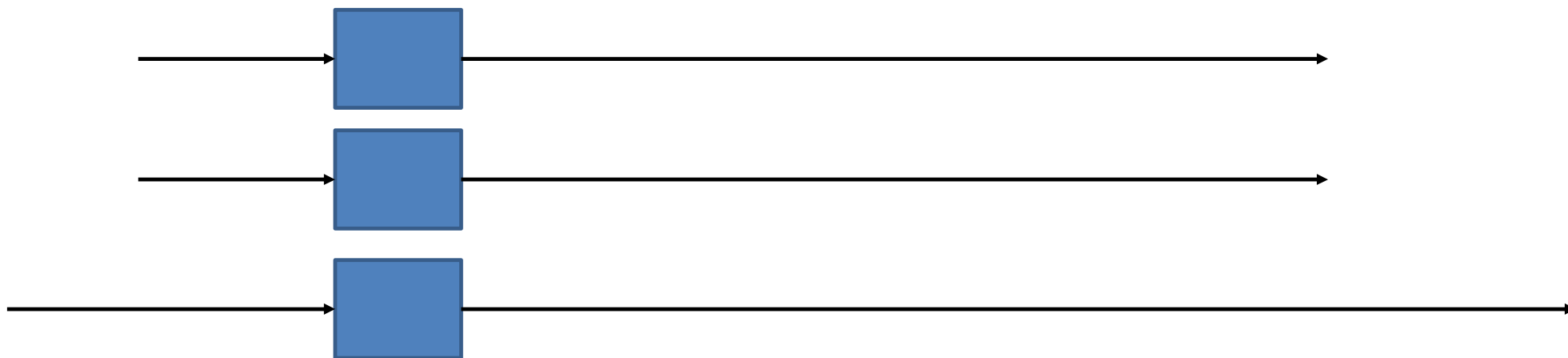
$$R = \left(\frac{s_R}{s_{all}} - 1 \right) r'_2$$

$$s_{all} = 0.03, s_R = 0.192 \text{ より、} R = 5.4r'_2 \quad (3) 5.4 \text{倍}$$

比例推移:まとめ



- 二次電流やトルクは二次抵抗値と滑りの**比**によって決まるので、 $\frac{r'_2}{s}$ さえ同じであれば、同じ結果になる！！



入力が結局同じなら出力も同じになるはず！！

第2章

同期ワット



トルクってどうやって求めるの？



$$T = \frac{P_{2,out}}{\omega_{machine}} = \frac{3I^2 \cancel{\left(\frac{1-s}{s}\right)} r_2'}{\cancel{(1-s)} \omega} = \frac{\frac{3I^2 r_2'}{s}}{\omega} = \frac{3E_1^2}{\left(r_1 + \frac{r_2'}{s}\right)^2 + (x_1 + x_2')^2} \times \frac{r_2'}{s} \times \frac{1}{\omega}$$

(1-s)が消えた→トルクは比例推移

(1-s):二次出力から

二次出力を考えなくてもよい??

トルクってどうやって求めるの？



$$T = \frac{P_{2,out}}{\omega_{machine}} = \frac{3I^2 \left(\frac{1-s}{s} r_2' \right)}{(1-s)\omega} = \frac{3I^2 r_2'}{s\omega} = \frac{3E_1^2}{\left(r_1 + \frac{r_2'}{s} \right)^2 + (x_1 + x_2')^2} \times \frac{r_2'}{s} \times \frac{1}{\omega}$$

2次入力でトルクが分かる！！

$$P_{2,in} = \frac{3I^2 r_2'}{s} \text{ (2次入力, 同期ワット)}$$

$$T = \frac{P_{2,in}}{\omega}$$

同期ワット（2次入力）とは？



機械
P23

電氣的な角速度 ω と2次入力さえ分かれば,

即トルクが求まる！！

第3章

始動方式



回転子: $s=1 \rightarrow s=0$

$$I = \frac{E_1}{\sqrt{\left(r_1 + \frac{r'_2}{s}\right)^2 + (x_1 + x'_2)^2}}$$

・ $s=1$ の時、

$$I_{start} = \frac{E_1}{\sqrt{(r_1 + r'_2)^2 + (x_1 + x'_2)^2}}$$

・ $s=0$ の時、

$$I = 0$$

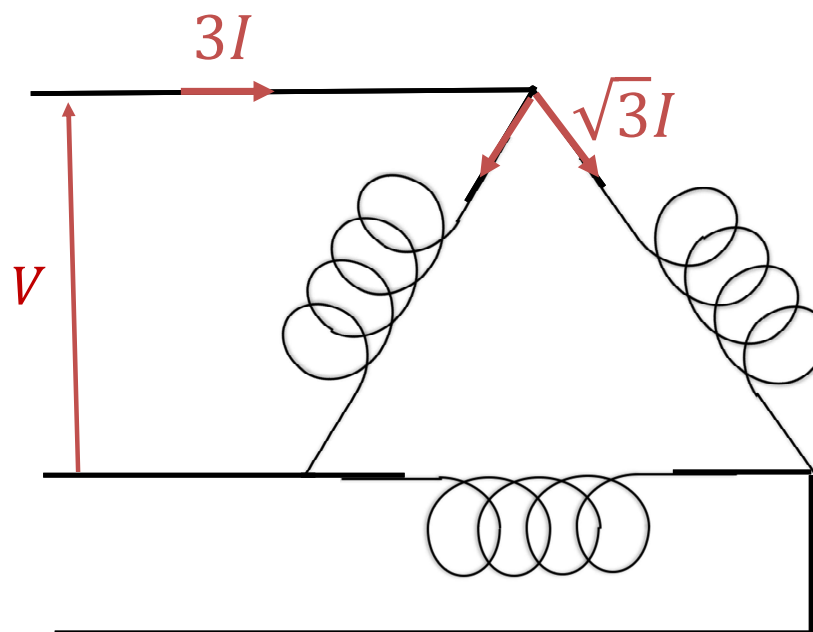
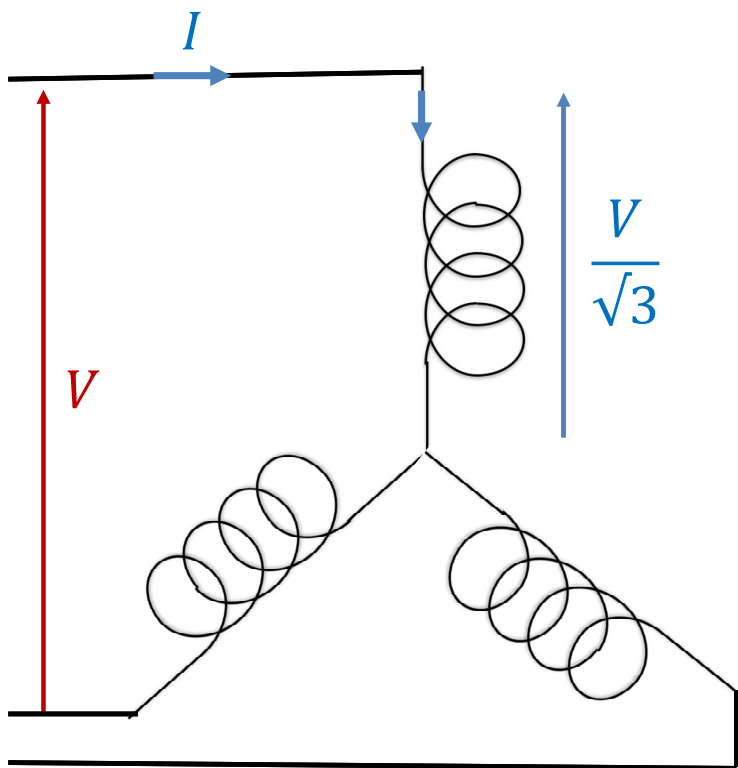
始動時:電流地獄



始動時:電流地獄対策 Y-Δ始動方式



機械
P27



始動電流と始動トルクはともに、1/3倍になる！！

1. 比例推移とは？

2. 同期ワットとは？

3. Y- Δ 始動方式の場合どうしてトルクが1/3倍になるのか？

最後までご視聴
ありがとうございました！

チャンネル登録

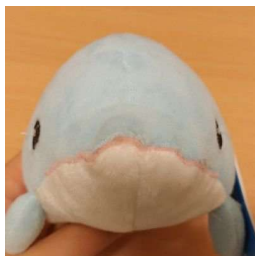


↑チャンネル登録



電験3種用
書き込み式最強計算ドリル
Amazonで販売中！！

Twitterもやってま
す！



@arairuca

スライドダ
ウンロード
できる
よ！！

次回もお楽しみに！

