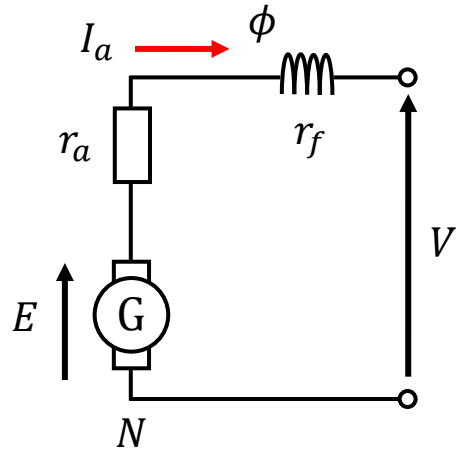


電験三種 オンライン講座

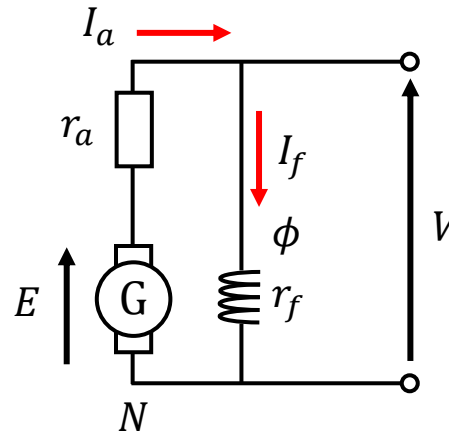
機械 四機解説(Ⅰ) 直流機

直流機の種類と等価回路

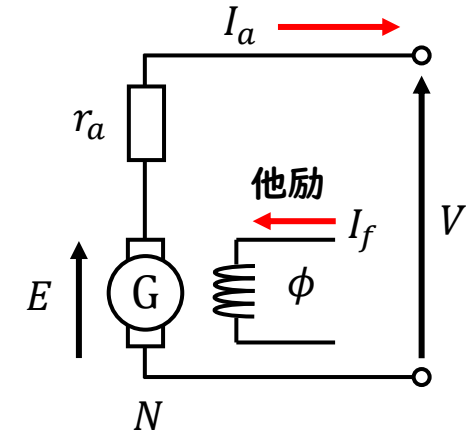
直巻発電機



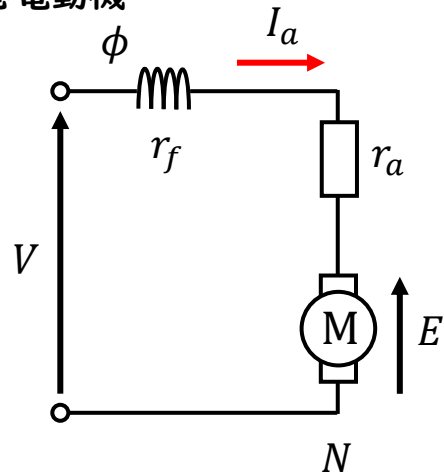
分巻発電機



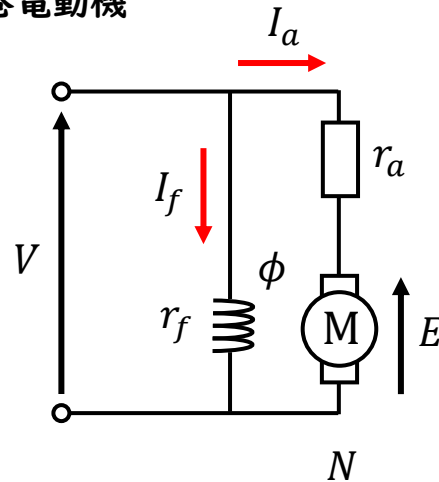
他励発電機



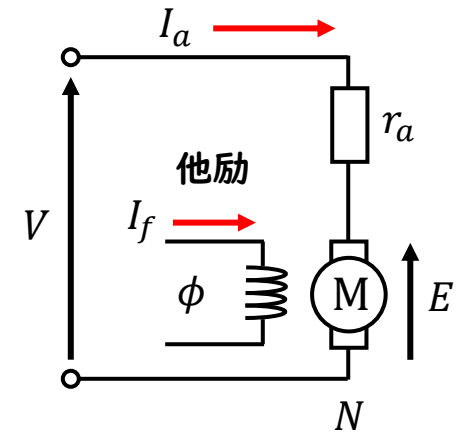
直巻電動機



分巻電動機



他励電動機



計算のための重要公式



誘導起電力に関する公式

$$E = \frac{Z p \phi N}{a 60} = \frac{pZ}{60a} \phi N = K_1 \phi N$$

$E = K_1 \phi N$ 誘導起電力： E [V]
回転速度： N [min^{-1}]
磁束： ϕ [Wb]

トルクに関する公式

$$P = \omega T \rightarrow T = \frac{P}{\omega} = \frac{EI_a}{\omega}$$

$$T = \frac{EI_a}{\omega} = \frac{K_1 \phi N}{2\pi \frac{N}{60}} I_a = \frac{60K_1}{2\pi} \phi I_a = K_2 \phi I_a$$

$T = K_2 \phi I_a$ トルク： T [$\text{N} \cdot \text{m}$]
電機子電流： I_a [A]
磁束： ϕ [Wb]

その他公式

電力とトルクの関係

$$P = \omega T$$

電力： P [W]
トルク： T [$\text{N} \cdot \text{m}$]
角速度： ω [rad/s]

角速度と回転速度の関係

$$\omega = 2\pi \frac{N}{60}$$

回転速度： N [min^{-1}]
角速度： ω [rad/s]

磁束と電流の関係

$$nI = R_m \phi \rightarrow \phi = \frac{n}{R_m} I \rightarrow \phi = K_f I_f$$

界磁電流： I_f [A]
磁束： ϕ [Wb]

RO I 問 I



問1 直流電源に接続された永久磁石界磁の直流電動機に一定トルクの負荷が
なっている。電機子抵抗が 1.00Ω である。回転速度が 1000 min^{-1} のとき、電源
電圧は 120 V 、電流は 20 A であった。

この電源電圧を 100 V に変化させたときの回転速度の値 [min^{-1}] 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、電機子反作用及びブラシ、整流子における電圧降下は無視できるもの
とする。

- (1) 200 (2) 400 (3) 600 (4) 800 (5) 1000

導出のポイント

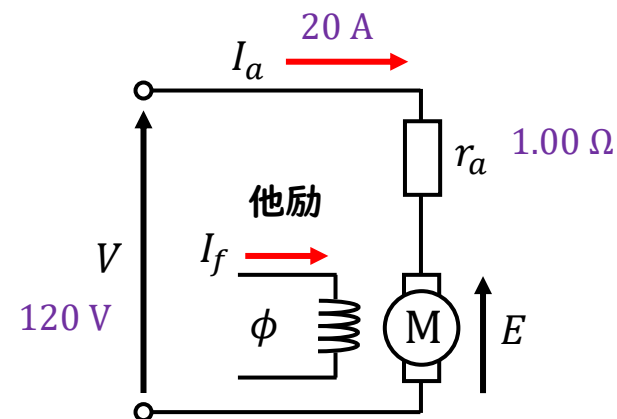
問1 直流電源に接続された永久磁石界磁の直流電動機に一定トルクの負荷がつながっている。電機子抵抗が 1.00Ω である。回転速度が 1000 min^{-1} のとき、電源電圧は 120 V 、電流は 20 A であった。

この電源電圧を 100 V に変化させたときの回転速度の値 $[\text{min}^{-1}]$ 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、電機子反作用及びブラシ、整流子における電圧降下は無視できるものとする。

- (1) 200 (2) 400 (3) 600 (4) 800 (5) 1000

他励電動機

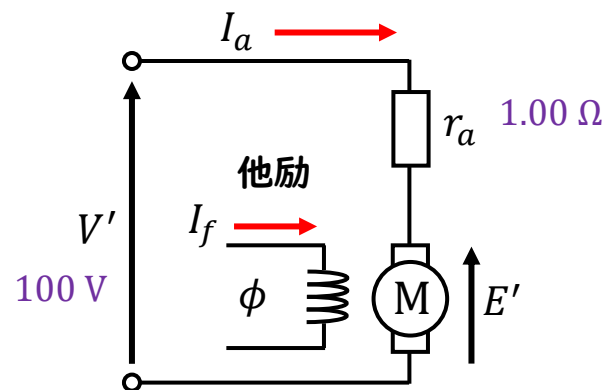


公式

$$E = K_1 \phi N$$

$$T = K_2 \phi I_a$$

$N = 1000 \text{ min}^{-1}$



N'

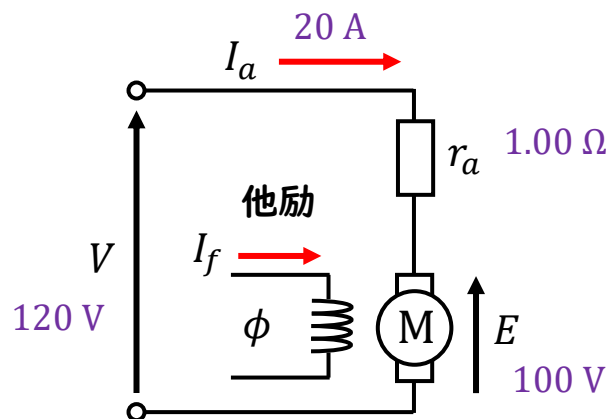
導出のポイント

問1 直流電源に接続された永久磁石界磁の直流電動機に一定トルクの負荷がつながっている。電機子抵抗が 1.00Ω である。回転速度が 1000 min^{-1} のとき、電源電圧は 120 V 、電流は 20 A であった。

この電源電圧を 100 V に変化させたときの回転速度の値 $[\text{min}^{-1}]$ 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、電機子反作用及びブラシ、整流子における電圧降下は無視できるものとする。

他励電動機



公式

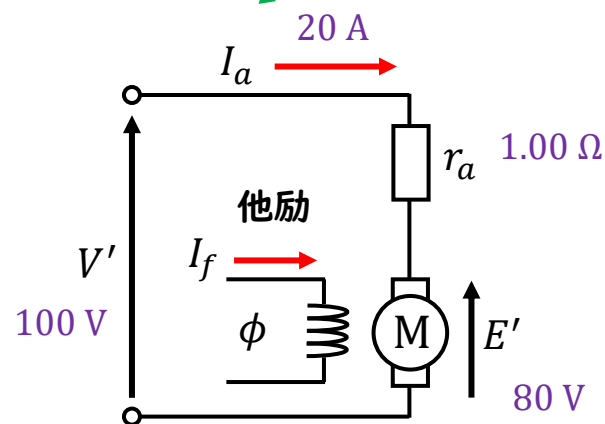
$$E = K_1 \phi N$$

$$T = K_2 \phi I_a$$

$N = 1000 \text{ min}^{-1}$

一定トルクの負荷なので
電機子電流 I_a は変化しない

$$T = K_2 \phi I_a$$



$$E = K_1 \phi N$$

$$E' = K_1 \phi N'$$

$\times \frac{80}{100}$ (on the arrow from E to E')

$N' = 800 \text{ min}^{-1}$

$$E = V - r_a I_a = 120 - 1.00 \times 20 = 100 \text{ V}$$

$$E' = V' - r_a I_a = 100 - 1.00 \times 20 = 80 \text{ V}$$

$$N' = \frac{80}{100} \times N = \frac{80}{100} \times 1000 = 800 \text{ min}^{-1}$$

RO I 問 I

問1 直流電源に接続された永久磁石界磁の直流電動機に一定トルクの負荷が
なっている。電機子抵抗が 1.00Ω である。回転速度が 1000 min^{-1} のとき、電源
電圧は 120 V 、電流は 20 A であった。

この電源電圧を 100 V に変化させたときの回転速度の値 $[\text{min}^{-1}]$ 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、電機子反作用及びブラシ、整流子における電圧降下は無視できるもの
とする。

- (1) 200 (2) 400 (3) 600 (4) 800 (5) 1000

R03 問2

問2 ある直流分巻電動機を端子電圧 220 V, 電機子電流 100 A で運転したときの出力が 18.5 kW であった。

この電動機の端子電圧と界磁抵抗とを調節して, 端子電圧 200 V, 電機子電流 110A, 回転速度 720 min^{-1} で運転する。このときの電動機の発生トルクの値 [N・m]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, ブラシの接触による電圧降下及び電機子反作用は無視でき, 電機子抵抗の値は上記の二つの運転において等しく, 一定であるものとする。

- (1) 212 (2) 236 (3) 245 (4) 260 (5) 270

R03 問2

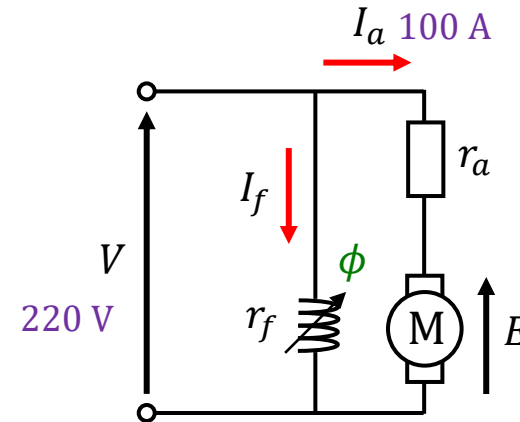
問2 ある直流分巻電動機を端子電圧 220 V、電機子電流 100 A で運転したときの出力が 18.5 kW であった。

この電動機の端子電圧と界磁抵抗とを調節して、端子電圧 200 V、電機子電流 110 A、回転速度 720 min^{-1} で運転する。このときの電動機の発生トルクの値 [N・m]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、ブラシの接触による電圧降下及び電機子反作用は無視でき、電機子抵抗の値は上記の二つの運転において等しく、一定であるものとする。

- (1) 212 (2) 236 (3) 245 (4) 260 (5) 270

分巻電動機



公式

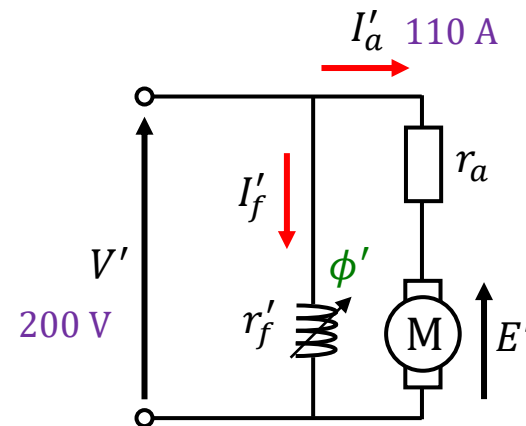
$$E = K_1 \phi N$$

$$T = K_2 \phi I_a$$

$$P = \omega T$$

$$P = EI_a = 18.5 \text{ kW}$$

N 不明 (導出できない)



N' 720 min^{-1}

R03 問2

問2 ある直流分巻電動機を端子電圧 220 V、電機子電流 100 A で運転したときの出力が 18.5 kW であった。

この電動機の端子電圧と界磁抵抗とを調節して、端子電圧 200 V、電機子電流 110 A、回転速度 720 min^{-1} で運転する。このときの電動機の発生トルクの値 [N・m] 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、ブラシの接触による電圧降下及び電機子反作用は無視でき、電機子抵抗の値は上記の二つの運転において等しく、一定であるものとする。

$$P = EI_a \rightarrow E = \frac{P}{I_a} = \frac{18500}{100} = 185 \text{ V}$$

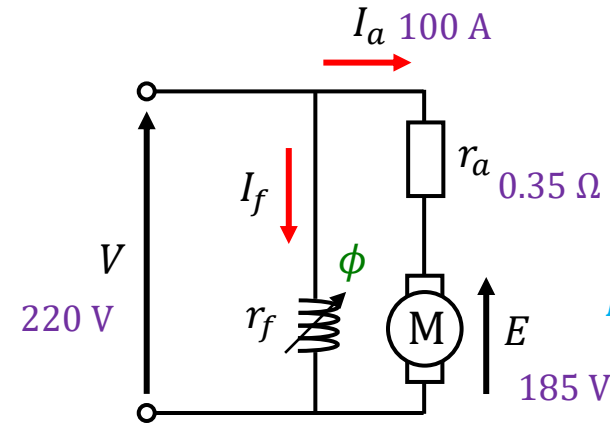
$$V = E + r_a I_a \rightarrow r_a = \frac{V - E}{I_a} = \frac{220 - 185}{100} = 0.35 \Omega$$

$$E' = V' - r_a I'_a = 200 - 0.35 \times 110 = 161.5 \text{ V}$$

$$P' = E' I'_a = 161.5 \times 110 = 17765 \text{ W}$$

$$P' = \omega T \rightarrow T = \frac{P'}{\omega} = \frac{E' I'_a}{2\pi \times \frac{N'}{60}} = \frac{17765}{2\pi \times \frac{720}{60}} = 236 \text{ N} \cdot \text{m}$$

分巻電動機



公式

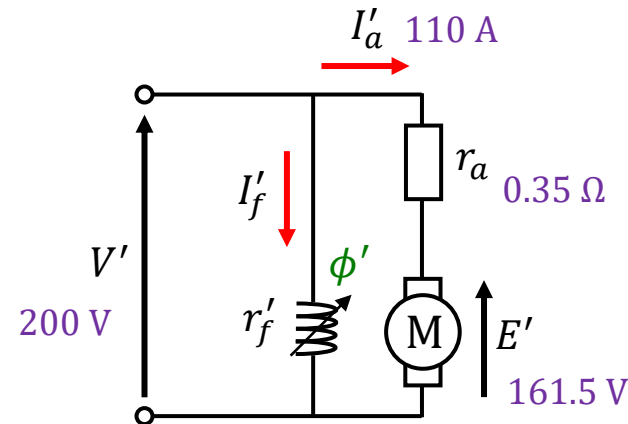
$$E = K_1 \phi N$$

$$T = K_2 \phi I_a$$

$$P = \omega T$$

$$P = EI_a = 18.5 \text{ kW}$$

N 不明 (導出できない)



N' 720 min^{-1}

R03 問2

問2 ある直流分巻電動機を端子電圧 220 V, 電機子電流 100 A で運転したときの出力が 18.5 kW であった。

この電動機の端子電圧と界磁抵抗とを調節して, 端子電圧 200 V, 電機子電流 110 A, 回転速度 720 min^{-1} で運転する。このときの電動機の発生トルクの値 [N・m] 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, ブラシの接触による電圧降下及び電機子反作用は無視でき, 電機子抵抗の値は上記の二つの運転において等しく, 一定であるものとする。

- (1) 212 (2) 236 (3) 245 (4) 260 (5) 270

R05上 問2

問2 界磁に永久磁石を用いた小形直流電動機があり、電源電圧は定格の12V、回転を始める前の静止状態における始動電流は4A、定格回転数における定格電流は1Aである。定格運転時の効率の値[%]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、ブラシの接触による電圧降下及び電機子反作用は無視できるものとし、損失は電機子巻線による銅損しか存在しないものとする。

- (1) 60 (2) 65 (3) 70 (4) 75 (5) 80

導出のポイント

問2 界磁に永久磁石を用いた小形直流電動機があり、電源電圧は定格の12V、回転を始める前の静止状態における始動電流は4A、定格回転数における定格電流は1Aである。定格運転時の効率の値[%]として、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

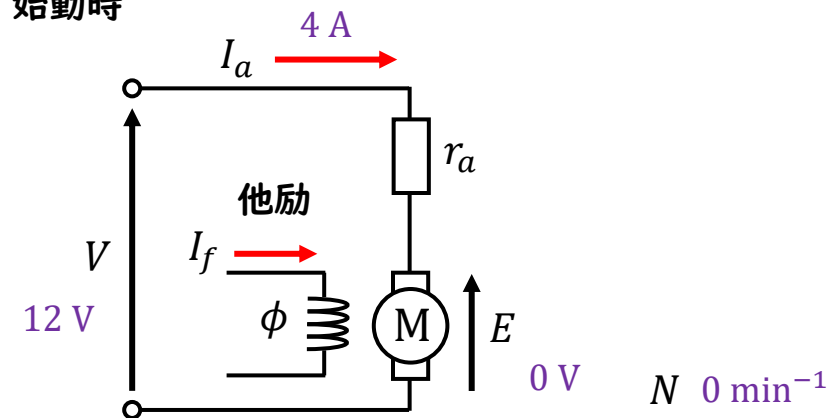
ただし、ブラシの接触による電圧降下及び電機子反作用は無視できるものとし、損失は電機子巻線による銅損しか存在しないものとする。

- (1) 60 (2) 65 (3) 70 (4) 75 (5) 80

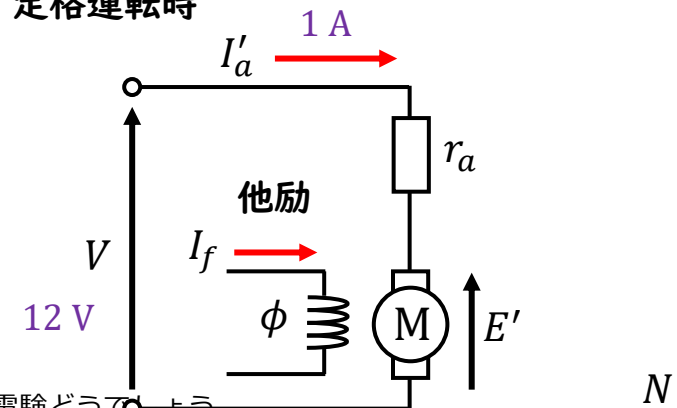
<覚えておくべきポイント>

- ・永久磁石の場合は『他励』と考える
- ・始動時の誘導起電力は0V

始動時



定格運転時



R05上 問2

問2 界磁に永久磁石を用いた小形直流電動機があり、電源電圧は定格の12V、回転を始める前の静止状態における始動電流は4A、定格回転数における定格電流は1Aである。定格運転時の効率の値[%]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、ブラシの接触による電圧降下及び電機子反作用は無視できるものとし、損失は電機子巻線による銅損しか存在しないものとする。

- (1) 60 (2) 65 (3) 70 (4) 75 (5) 80

$$V = E + r_a I_a = 0 + r_a I_a \rightarrow r_a = \frac{V}{I_a} = \frac{12}{4} = 3 \Omega$$

$$V = E' + r_a I'_a \rightarrow E' = V - r_a I'_a = 12 - 3 \times 1 = 9 \text{ V}$$

$$P_{in} = V I'_a = 12 \times 1 = 12 \text{ W}$$

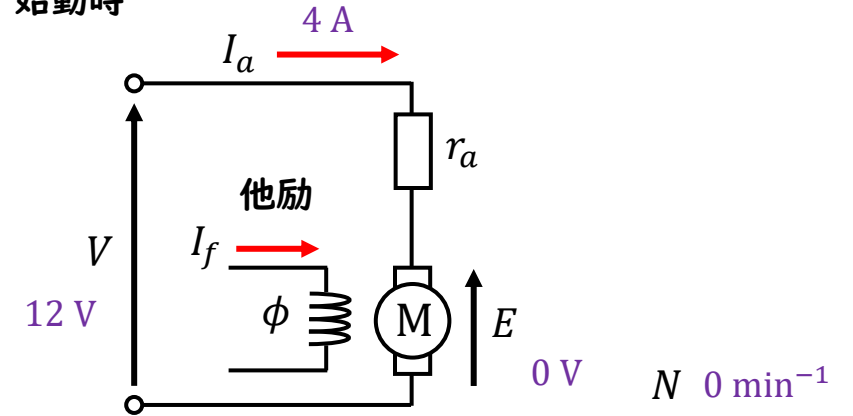
$$P_m = E' I'_a = 9 \times 1 = 9 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_m}{P_{in}} \times 100 = \frac{9}{12} \times 100 = 75 \%$$

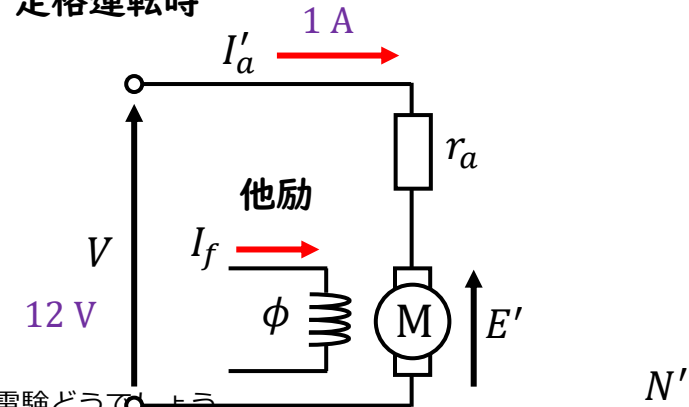
<覚えておくべきポイント>

- ・永久磁石の場合は『他励』と考える
- ・始動時の誘導起電力は0V

始動時



定格運転時



R02 問2

問2 界磁に永久磁石を用いた小形直流発電機がある。回転軸が回らないよう固定し、電機子に3Vの電圧を加えると、定格電流と同じ1Aの電機子電流が流れた。次に、電機子回路を開放した状態で、回転子を定格回転数で駆動すると、電機子に15Vの電圧が発生した。この小形直流発電機の定格運転時の効率の値[%]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、ブラシの接触による電圧降下及び電機子反作用は無視できるものとし、損失は電機子巻線の銅損しか存在しないものとする。

- (1) 70 (2) 75 (3) 80 (4) 85 (5) 90

導出のポイント

$$\text{効率}\eta = \frac{\text{出力}}{\text{入力}} = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

公式

$$E = K_1 \phi N$$

$$T = K_2 \phi I_a$$

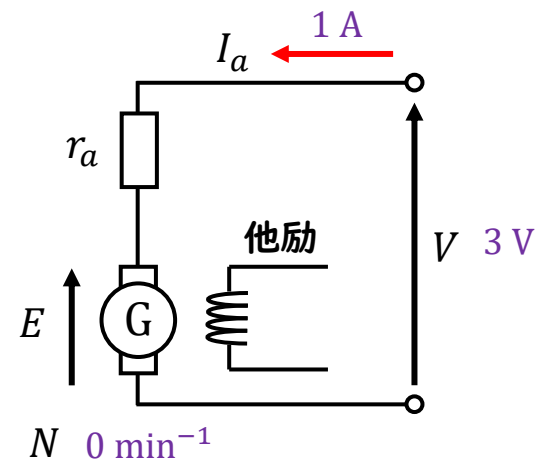


問2 界磁に永久磁石を用いた小形直流発電機がある。回転軸が回らないよう固定し、電機子に3Vの電圧を加えると、定格電流と同じ1Aの電機子電流が流れた。次に、電機子回路を開放した状態で、回転子を定格回転数で駆動すると、電機子に15Vの電圧が発生した。この小形直流発電機の定格運転時の効率の値[%]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

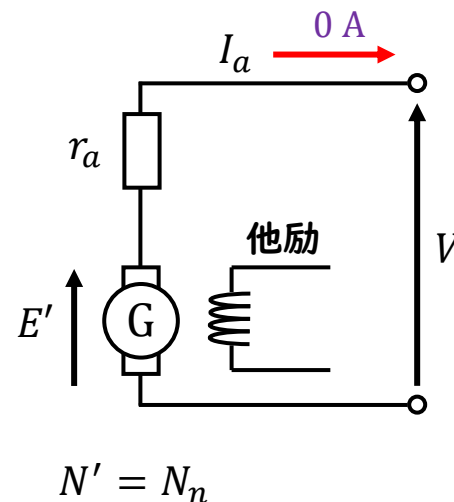
ただし、ブラシの接触による電圧降下及び電機子反作用は無視できるものとし、損失は電機子巻線の銅損しか存在しないものとする。

- (1) 70 (2) 75 (3) 80 (4) 85 (5) 90

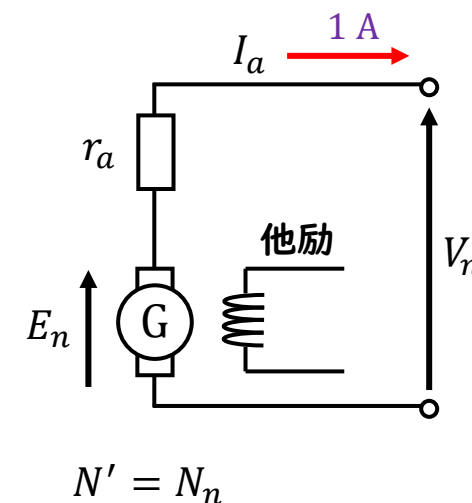
<始動時>



<無負荷運転時>



<定格運転時>



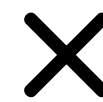
導出のポイント

$$\text{効率}\eta = \frac{\text{出力}}{\text{入力}} = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

公式

$$E = K_1 \phi N$$

$$T = K_2 \phi I_a$$



問2 界磁に永久磁石を用いた小形直流発電機がある。回転軸が回らないよう固定し、電機子に3Vの電圧を加えると、定格電流と同じ1Aの電機子電流が流れた。次に、電機子回路を開放した状態で、回転子を定格回転数で駆動すると、電機子に15Vの電圧が発生した。この小形直流発電機の定格運転時の効率の値[%]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、ブラシの接触による電圧降下及び電機子反作用は無視できるものとし、損失は電機子巻線の銅損しか存在しないものとする。

$$V = E + r_a I_a = 0 + r_a \times 1 \text{ A} = 3 \text{ V} \rightarrow r_a = 3 \Omega$$

<定格運転時>

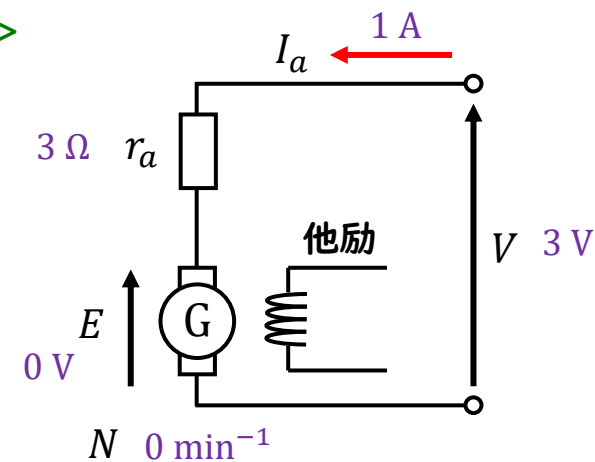
$$V_n = E_n - r_a I_a = 15 - 3 \times 1 = 12 \text{ V}$$

$$P_{out} = V_n I_a = 12 \times 1 = 12 \text{ W}$$

$$P_a = r_a I_a^2 = 3 \times 1^2 = 3 \text{ W}$$

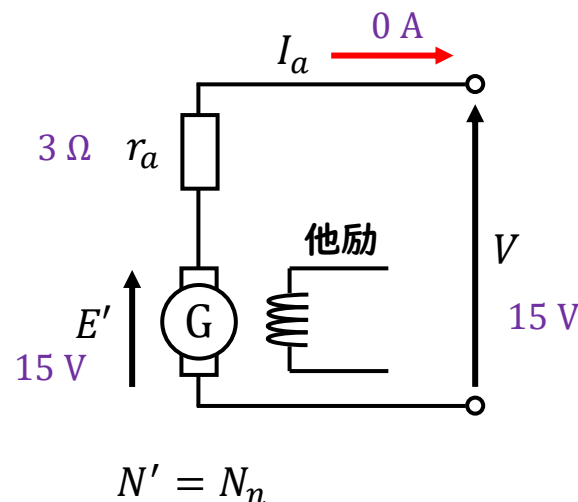
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_a} = \frac{12}{12 + 3} = 0.8 \rightarrow 80 \%$$

<始動時>

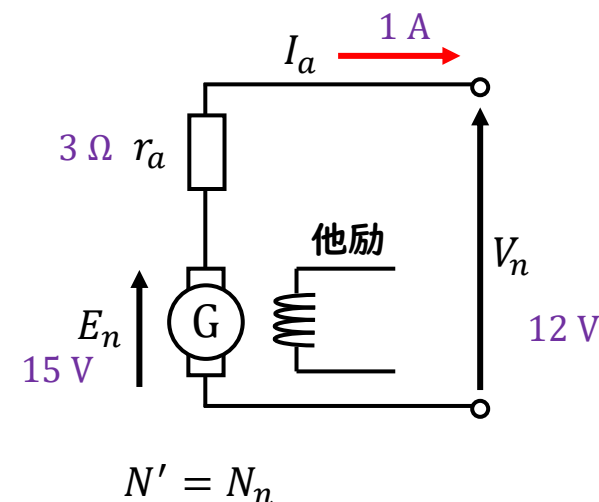


$E = K_1 \phi N$ より
 $N = 0$ だと
 $E = 0$ となる

<無負荷運転時>



<定格運転時>



R02 問2

問2 界磁に永久磁石を用いた小形直流発電機がある。回転軸が回らないよう固定し、電機子に3Vの電圧を加えると、定格電流と同じ1Aの電機子電流が流れた。次に、電機子回路を開放した状態で、回転子を定格回転数で駆動すると、電機子に15Vの電圧が発生した。この小形直流発電機の定格運転時の効率の値[%]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、ブラシの接触による電圧降下及び電機子反作用は無視できるものとし、損失は電機子巻線の銅損しか存在しないものとする。

- (1) 70 (2) 75 (3) 80 (4) 85 (5) 90



ご聴講ありがとうございました!!