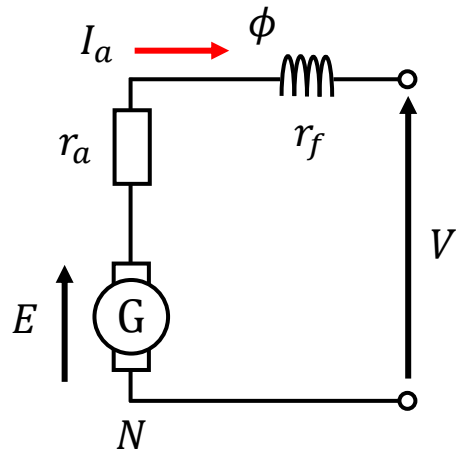


電験二種/三種 オンライン講座

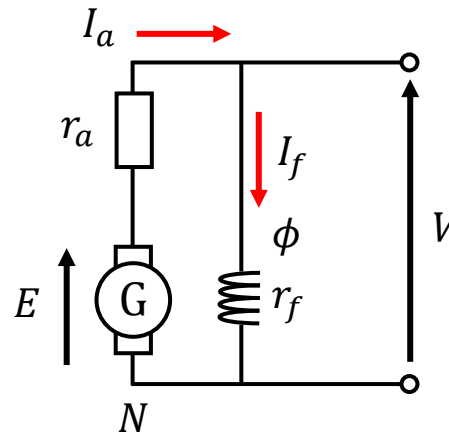
機械 直流機 (3)

直流機の種類と等価回路

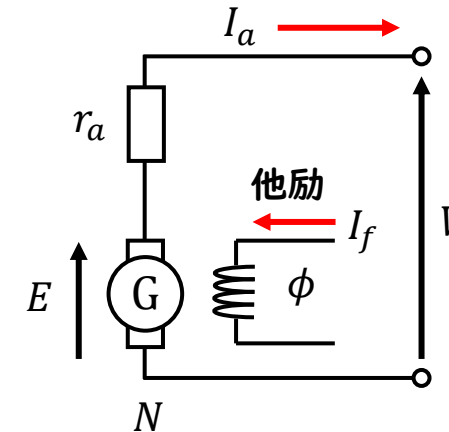
直巻発電機



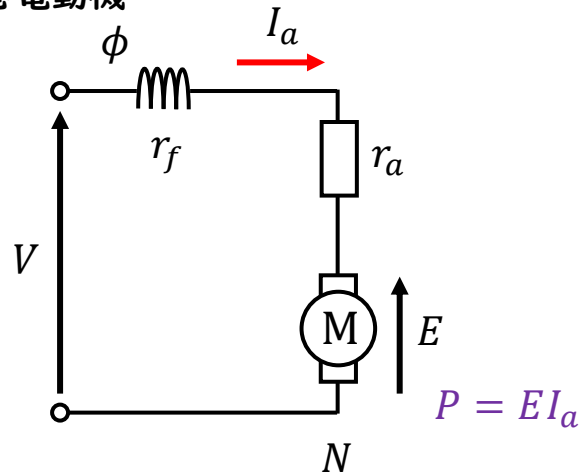
分巻発電機



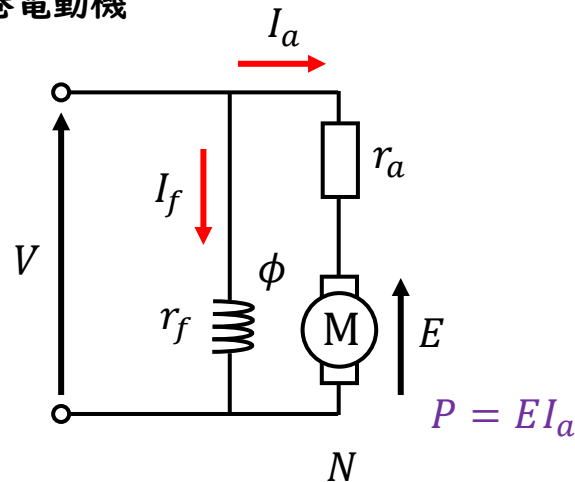
他励発電機



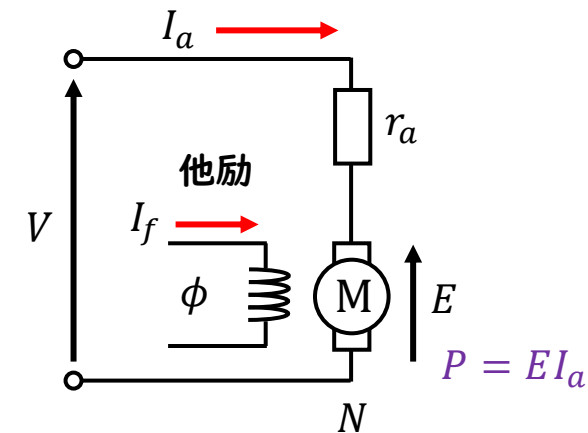
直巻電動機



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]

H21 問2

問2 電機子回路の抵抗が $0.20 \text{ } [\Omega]$ の直流他励電動機がある。励磁電流、電機子電流とも一定になるように制御されており、電機子電流は $50 \text{ } [\text{A}]$ である。回転速度が $1200 \text{ } [\text{min}^{-1}]$ のとき、電機子回路への入力電圧は $110 \text{ } [\text{V}]$ であった。励磁電流、電機子電流を一定に保ったまま電動機の負荷を変化させたところ、入力電圧が $80 \text{ } [\text{V}]$ となった。このときの回転速度 $[\text{min}^{-1}]$ の値として、最も近いのは次のうちどれか。

ただし、電機子反作用はなく、ブラシの抵抗は無視できるものとする。

- (1) 764 (2) 840 (3) 873 (4) 900 (5) 960

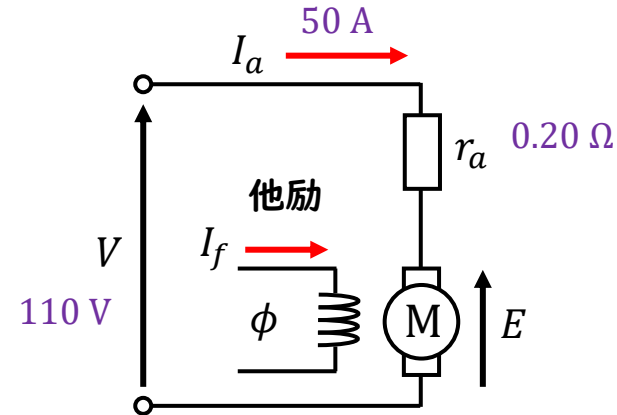
H21 問2

問2 電機子回路の抵抗が $0.20 \text{ } [\Omega]$ の直流他励電動機がある。励磁電流，電機子電流とも一定になるように制御されており，電機子電流は $50 \text{ } [\text{A}]$ である。回転速度が $1200 \text{ } [\text{min}^{-1}]$ のとき，電機子回路への入力電圧は $110 \text{ } [\text{V}]$ であった。励磁電流，電機子電流を一定に保ったまま電動機の負荷を変化させたところ，入力電圧が $80 \text{ } [\text{V}]$ となった。このときの回転速度 $[\text{min}^{-1}]$ の値として，最も近いのは次のうちどれか。

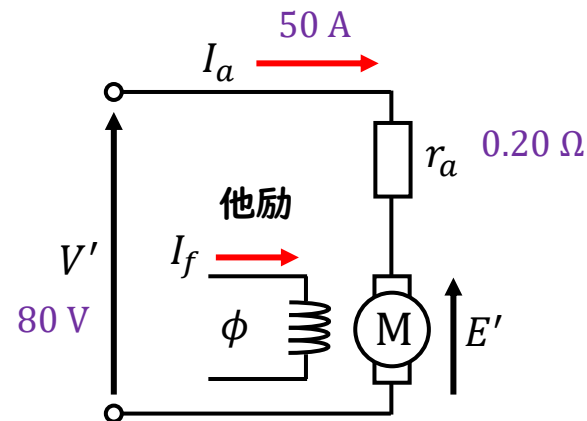
ただし，電機子反作用はなく，ブラシの抵抗は無視できるものとする。

- (1) 764 (2) 840 (3) 873 (4) 900 (5) 960

他励電動機



$N \ 1200 \text{ min}^{-1}$



N'

H21 問2



問2 電機子回路の抵抗が $0.20 \text{ } [\Omega]$ の直流他励電動機がある。励磁電流，電機子電流とも一定になるように制御されており，電機子電流は $50 \text{ } [\text{A}]$ である。回転速度が $1200 \text{ } [\text{min}^{-1}]$ のとき，電機子回路への入力電圧は $110 \text{ } [\text{V}]$ であった。励磁電流，電機子電流を一定に保ったまま電動機の負荷を変化させたところ，入力電圧が $80 \text{ } [\text{V}]$ となった。このときの回転速度 $[\text{min}^{-1}]$ の値として，最も近いのは次のうちどれか。

ただし，電機子反作用はなく，ブラシの抵抗は無視できるものとする。

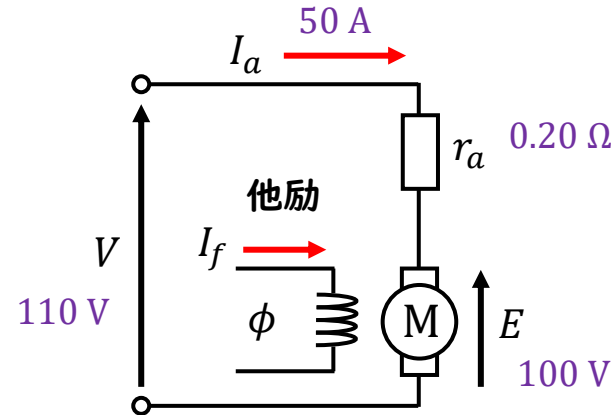
- (1) 764 **(2) 840** (3) 873 (4) 900 (5) 960

$$E = V - r_a I_a = 110 - 0.20 \times 50 = 100 \text{ V}$$

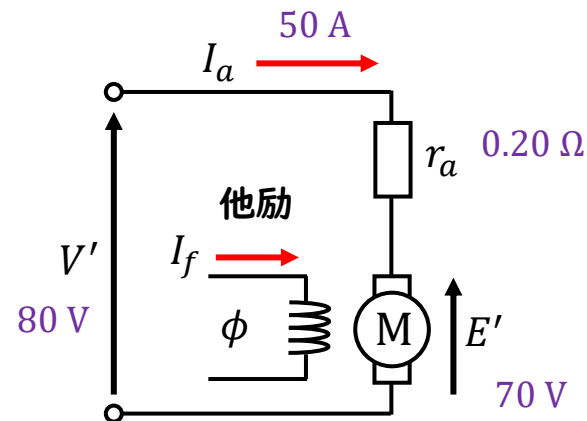
$$E' = V' - r_a I_a = 80 - 0.20 \times 50 = 70 \text{ V}$$

$$N' = \frac{70}{100} \times N = \frac{70}{100} \times 1200 = 840 \text{ min}^{-1}$$

他励電動機



$N \text{ } 1200 \text{ min}^{-1}$



$$E = K_1 \phi N$$

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

$\times \frac{70}{100}$
 $\times \frac{70}{100}$

$N' \text{ } 840 \text{ min}^{-1}$

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 [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

RO I 問 I

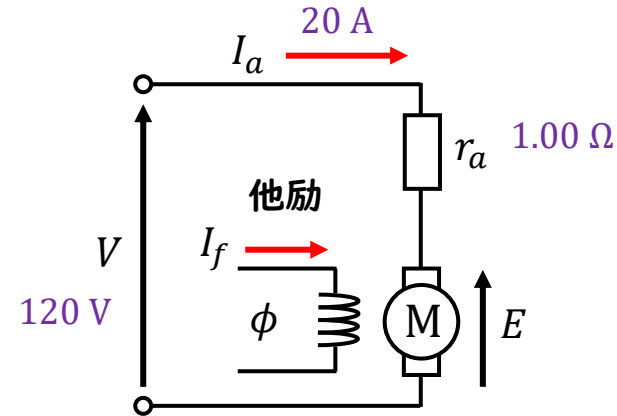
問1 直流電源に接続された永久磁石界磁の直流電動機に一定トルクの負荷がつながっている。電機子抵抗が 1.00Ω である。回転速度が 1000 min^{-1} のとき、電源電圧は 120 V 、電流は 20 A であった。

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。

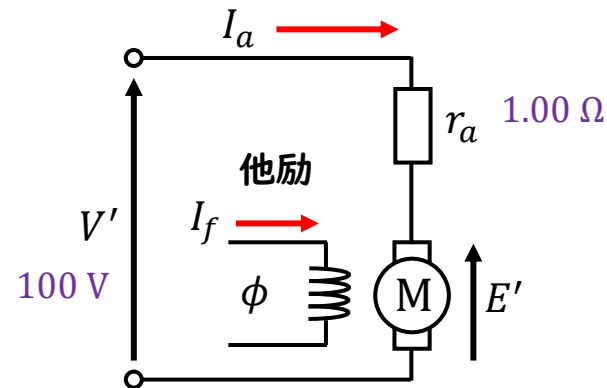
ただし、電機子反作用及びブラシ、整流子における電圧降下は無視できるものとする。

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

他励電動機



N 1000 min^{-1}



N'

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

一定トルクの負荷なので
電機子電流 I_a は変化しない

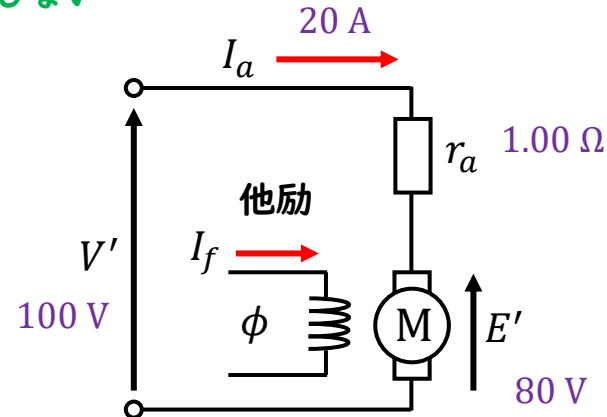
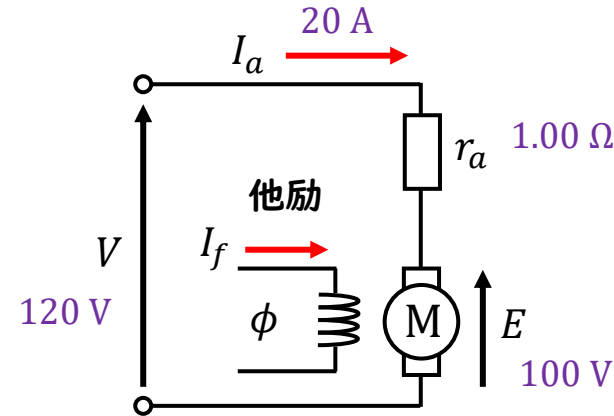
$$T = K_2 \phi I_a$$

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

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

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

他励電動機



$$E = K_1 \phi N$$

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

$\times \frac{80}{100}$
 $\times \frac{80}{100}$

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

H26 問2

問2 出力 20 kW，端子電圧 100 V，回転速度 1500 min^{-1} で運転していた直流他励発電機があり，その電機子回路の抵抗は 0.05Ω であった。この発電機を電圧 100 V の直流電源に接続して，そのまま直流他励電動機として使用したとき，ある負荷で回転速度は 1200 min^{-1} となり安定した。

このときの運転状態における電動機の負荷電流（電機子電流）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，発電機での運転と電動機での運転とで，界磁電圧は変わらないものとし，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する。

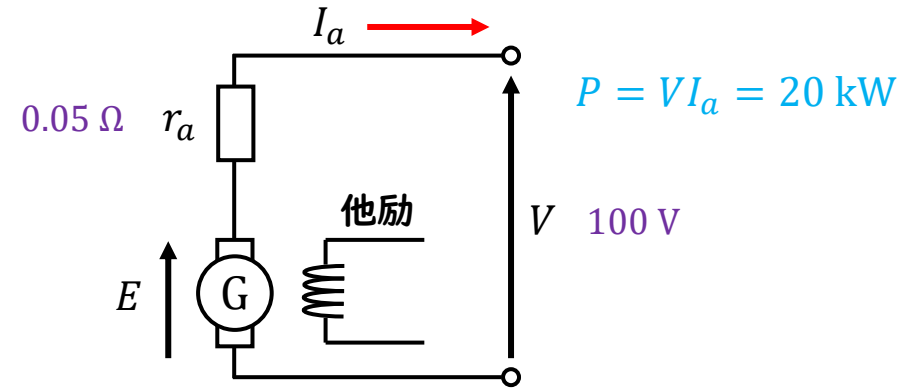
- (1) 180 (2) 200 (3) 220 (4) 240 (5) 260

H26 問2

問2 出力 20 kW，端子電圧 100 V，回転速度 1500 min^{-1} で運転していた直流他励発電機があり，その電機子回路の抵抗は 0.05Ω であった。この発電機を電圧 100 V の直流電源に接続して，そのまま直流他励電動機として使用したとき，ある負荷で回転速度は 1200 min^{-1} となり安定した。

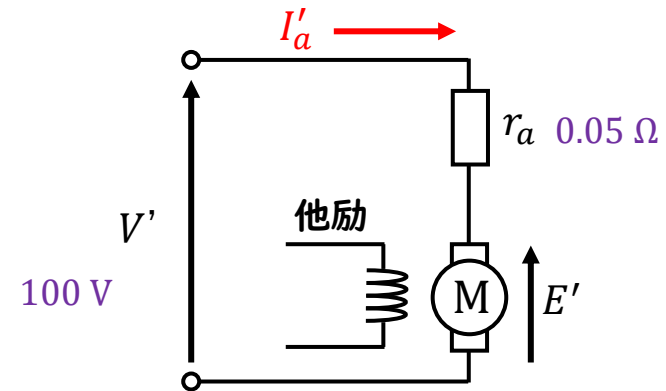
このときの運転状態における電動機の負荷電流（電機子電流）の値 [A] として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし，発電機での運転と電動機での運転とで，界磁電圧は変わらないものとし，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する。



N 1500 min^{-1}

- (1) 180 (2) 200 (3) 220 (4) 240 (5) 260



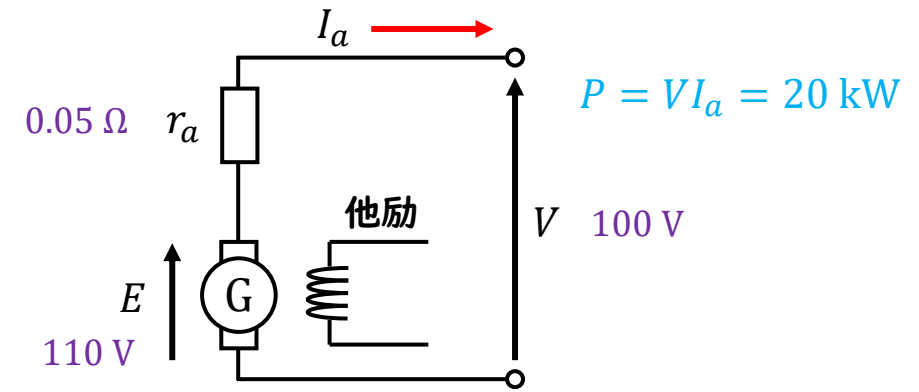
N' 1200 min^{-1}

H26 問2

問2 出力 20 kW，端子電圧 100 V，回転速度 1500 min^{-1} で運転していた直流他励発電機があり，その電機子回路の抵抗は 0.05Ω であった。この発電機を電圧 100 V の直流電源に接続して，そのまま直流他励電動機として使用したとき，ある負荷で回転速度は 1200 min^{-1} となり安定した。

このときの運転状態における電動機の負荷電流（電機子電流）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，発電機での運転と電動機での運転とで，界磁電圧は変わらないものとし，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する。



$N = 1500 \text{ min}^{-1}$

$E = K_1 \phi N$

$\times \frac{1200}{1500}$

$\times \frac{1200}{1500}$

$E' = K_1 \phi N'$

$N' = 1200 \text{ min}^{-1}$

- (1) 180 (2) 200 (3) 220 (4) 240 (5) 260

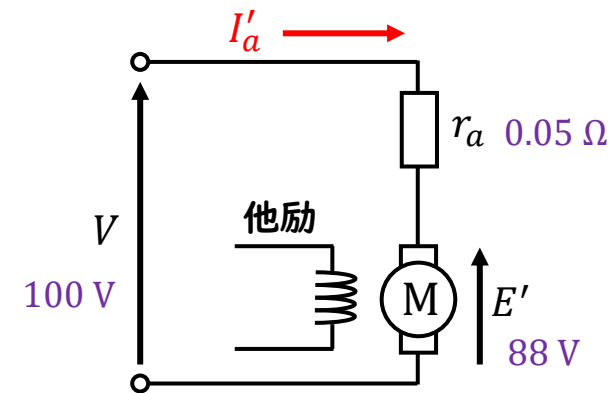
$$P = VI_a \rightarrow I_a = \frac{P}{V} = \frac{20000}{100} = 200 \text{ A}$$

$$E = V + r_a I_a = 100 + 0.05 \times 200 = 110 \text{ V}$$

$$E' = \frac{1200}{1500} \times E = \frac{1200}{1500} \times 110 = 88 \text{ V}$$

$$V' = E' + r_a I'_a \rightarrow r_a I'_a = V' - E'$$

$$I'_a = \frac{V' - E'}{r_a} = \frac{100 - 88}{0.05} = \frac{12}{0.05} = 240 \text{ A}$$



H23 問16

問16 負荷に直結された他励直流電動機を、電機子電圧を変化させることによって速度制御することを考える。

電機子抵抗が $0.4 [\Omega]$ 、界磁磁束は界磁電流に比例するものとして、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 界磁電流を $I_{f1} [A]$ とし、電動機が $600 [\text{min}^{-1}]$ で回転しているときの誘導起電力は $200 [V]$ であった。このとき電機子電流が $20 [A]$ 一定で負荷と釣り合った状態にするには、電機子電圧を何 $[V]$ に制御しなければならないか、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 8 (2) 80 (3) 192 (4) 200 (5) 208

(b) 負荷は、トルクが一定で回転速度に対して機械出力が比例して上昇する特性であるとして、磁気飽和、電機子反作用、機械系の損失などは無視できるものとする。

電動機の回転速度を $1320 [\text{min}^{-1}]$ にしたときに、界磁電流を $I_{f1} [A]$ の $\frac{1}{2}$ にして、電機子電流がある一定の値で負荷と釣り合った状態にするには、電機子電圧を何 $[V]$ に制御しなければならないか、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 216 (2) 228 (3) 236 (4) 448 (5) 456

H23 問16

問16 負荷に直結された他励直流電動機を、電機子電圧を変化させることによって速度制御することを考える。

電機子抵抗が $0.4 [\Omega]$ 、界磁磁束は界磁電流に比例するものとして、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 界磁電流を $I_{f1} [A]$ とし、電動機が $600 [\text{min}^{-1}]$ で回転しているときの誘導起電力は $200 [V]$ であった。このとき電機子電流が $20 [A]$ 一定で負荷と釣り合った状態にするには、電機子電圧を何 $[V]$ に制御しなければならないか、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

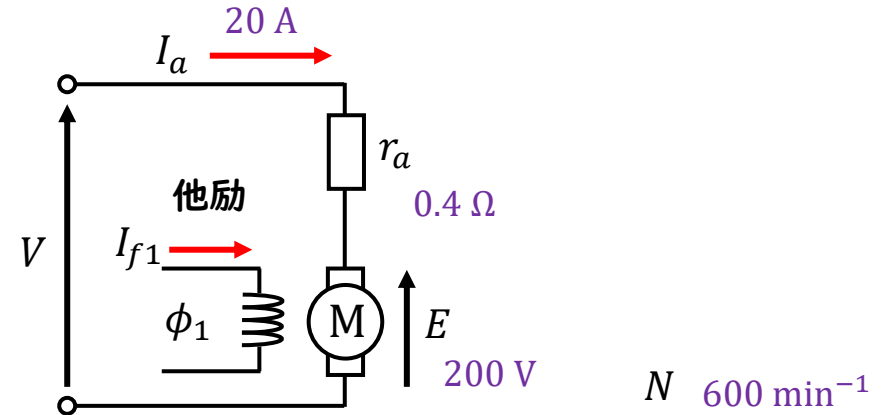
- (1) 8 (2) 80 (3) 192 (4) 200 (5) 208

(b) 負荷は、トルクが一定で回転速度に対して機械出力が比例して上昇する特性であるとして、磁気飽和、電機子反作用、機械系の損失などは無視できるものとする。

電動機の回転速度を $1320 [\text{min}^{-1}]$ にしたときに、界磁電流を $I_{f1} [A]$ の $\frac{1}{2}$ にして、電機子電流がある一定の値で負荷と釣り合った状態にするには、電機子電圧を何 $[V]$ に制御しなければならないか、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 216 (2) 228 (3) 236 (4) 448 (5) 456

他励電動機



H23 問16

問16 負荷に直結された他励直流電動機を、電機子電圧を変化させることによって速度制御することを考える。

電機子抵抗が $0.4 [\Omega]$ 、界磁磁束は界磁電流に比例するものとして、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 界磁電流を $I_{f1} [A]$ とし、電動機が $600 [\text{min}^{-1}]$ で回転しているときの誘導起電力は $200 [V]$ であった。このとき電機子電流が $20 [A]$ 一定で負荷と釣り合った状態にするには、電機子電圧を何 $[V]$ に制御しなければならないか、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

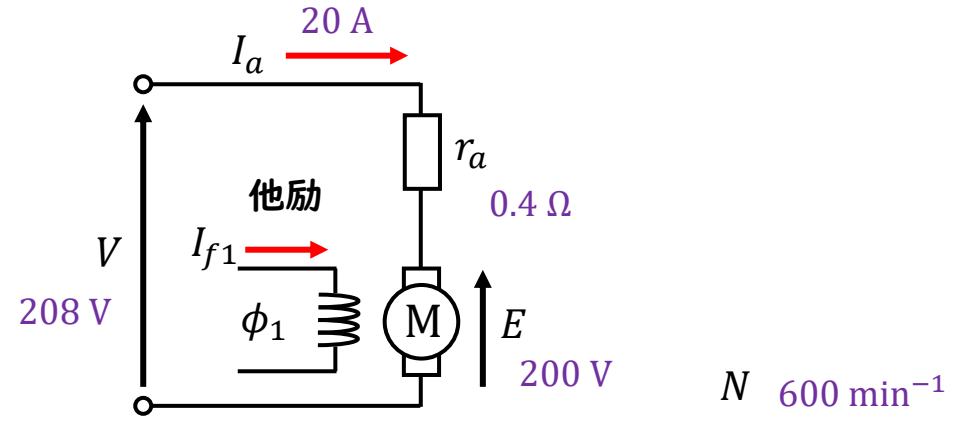
- (1) 8 (2) 80 (3) 192 (4) 200 (5) 208

(b) 負荷は、トルクが一定で回転速度に対して機械出力が比例して上昇する特性であるとして、磁気飽和、電機子反作用、機械系の損失などは無視できるものとする。

電動機の回転速度を $1320 [\text{min}^{-1}]$ にしたときに、界磁電流を $I_{f1} [A]$ の $\frac{1}{2}$ にして、電機子電流がある一定の値で負荷と釣り合った状態にするには、電機子電圧を何 $[V]$ に制御しなければならないか、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 216 (2) 228 (3) 236 (4) 448 (5) 456

他励電動機



$$V = E + r_a I_a = 200 + 0.4 \times 20 = 208 \text{ V}$$

H23 問16

問16 負荷に直結された他励直流電動機を、電機子電圧を変化させることによって速度制御することを考える。

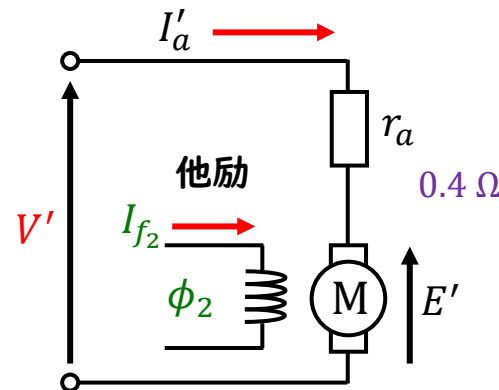
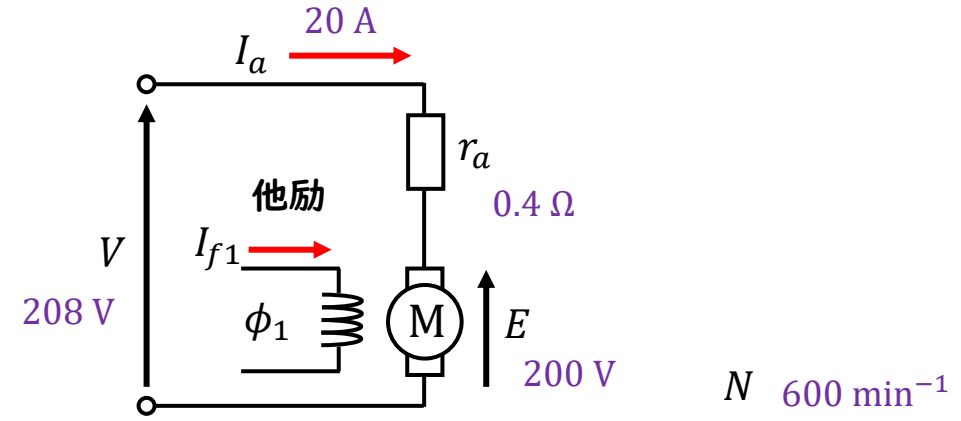
電機子抵抗が $0.4 [\Omega]$ 、界磁磁束は界磁電流に比例するものとして、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(b) 負荷は、トルクが一定で回転速度に対して機械出力が比例して上昇する特性であるとして、磁気飽和、電機子反作用、機械系の損失などは無視できるものとする。

電動機の回転速度を $1320 [\text{min}^{-1}]$ にしたときに、界磁電流を $I_{f1} [\text{A}]$ の $\frac{1}{2}$ にして、電機子電流がある一定の値で負荷と釣り合った状態にするには、電機子電圧を何 $[\text{V}]$ に制御しなければならないか、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 216 (2) 228 (3) 236 (4) 448 (5) 456

他励電動機



$N' = 1320 \text{ min}^{-1}$

H23 問16

問16 負荷に直結された他励直流電動機を、電機子電圧を変化させることによって速度制御することを考える。

電機子抵抗が $0.4 [\Omega]$ 、界磁磁束は界磁電流に比例するものとして、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(b) 負荷は、トルクが一定で回転速度に対して機械出力が比例して上昇する特性であるとして、磁気飽和、電機子反作用、機械系の損失などは無視できるものとする。

電動機の回転速度を $1320 [\text{min}^{-1}]$ にしたときに、界磁電流を $I_{f1} [\text{A}]$ の $\frac{1}{2}$ にして、電機子電圧がある一定の値で負荷と釣り合った状態にするには、電機子電圧を何 $[\text{V}]$ に制御しなければならないか、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

$$E' = \frac{1}{2} \times \frac{1320}{600} \times E = \frac{1}{2} \times \frac{1320}{600} \times 100 = 220 \text{ V}$$

$$I'_a = \frac{\phi_1}{\phi_2} I_a = \frac{\phi_1}{\frac{\phi_1}{2}} \times I_a = 2 \times 20 = 40 \text{ A}$$

$$V' = E' + r_a I'_a = 220 + 0.4 \times 40 = 236 \text{ V}$$

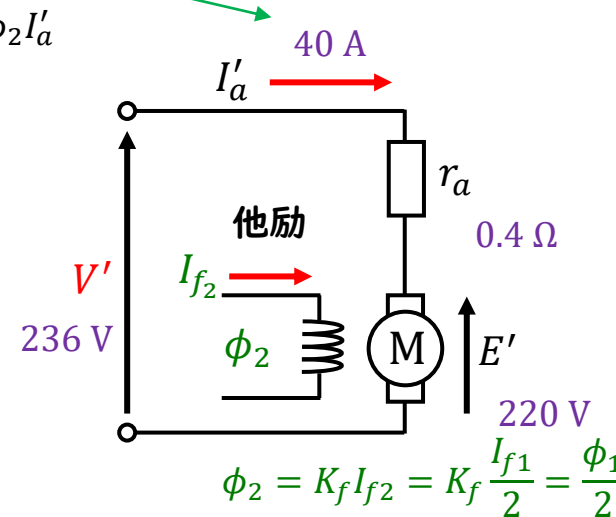
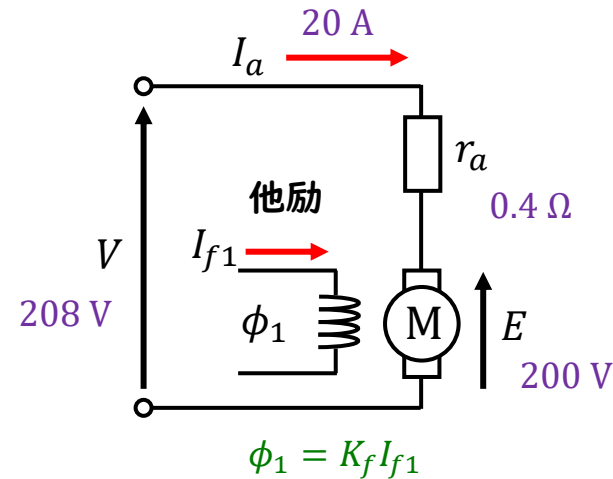
一定トルクの負荷なので

$$T = K_2 \phi_1 I_a = K_2 \phi_2 I'_a$$

$$\phi_1 I_a = \phi_2 I'_a$$

$$I'_a = \frac{\phi_1}{\phi_2} I_a$$

他励電動機



$$E = K_1 \phi_1 N$$

$$\times \frac{1}{2} \quad \times \frac{1320}{600}$$

$$\times \frac{1}{2} \times \frac{1320}{600}$$

$$E' = K_1 \phi_2 N'$$

H23 問16

問16 負荷に直結された他励直流電動機を、電機子電圧を変化させることによって速度制御することを考える。

電機子抵抗が $0.4 \text{ } [\Omega]$ 、界磁磁束は界磁電流に比例するものとして、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 界磁電流を $I_{f1} \text{ [A]}$ とし、電動機が $600 \text{ [min}^{-1}]$ で回転しているときの誘導起電力は 200 [V] であった。このとき電機子電流が 20 [A] 一定で負荷と釣り合った状態にするには、電機子電圧を何 $[\text{V}]$ に制御しなければならないか、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 8 (2) 80 (3) 192 (4) 200 (5) 208

(b) 負荷は、トルクが一定で回転速度に対して機械出力が比例して上昇する特性であるとして、磁気飽和、電機子反作用、機械系の損失などは無視できるものとする。

電動機の回転速度を $1320 \text{ [min}^{-1}]$ にしたときに、界磁電流を $I_{f1} \text{ [A]}$ の $\frac{1}{2}$ にして、電機子電流がある一定の値で負荷と釣り合った状態にするには、電機子電圧を何 $[\text{V}]$ に制御しなければならないか、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 216 (2) 228 (3) 236 (4) 448 (5) 456

H28 問1

問1 電機子巻線抵抗が 0.2Ω である直流分巻電動機がある。この電動機では界磁抵抗器が界磁巻線に直列に接続されており界磁電流を調整することができる。また、この電動機には定トルク負荷が接続されており、その負荷が要求するトルクは定常状態においては回転速度によらない一定値となる。

この電動機を、負荷を接続した状態で端子電圧を 100V として運転したところ、回転速度は 1500min^{-1} であり、電機子電流は 50A であった。この状態から、端子電圧を 115V に変化させ、界磁電流を端子電圧が 100V のときと同じ値に調整したところ、回転速度が変化し最終的にある値で一定となった。この電動機の最終的な回転速度の値 $[\text{min}^{-1}]$ 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、電機子電流の最終的な値は端子電圧が 100V のときと同じである。また、電機子反作用及びブラシによる電圧降下は無視できるものとする。

- (1) 1290 (2) 1700 (3) 1730 (4) 1750 (5) 1950

H28 問1

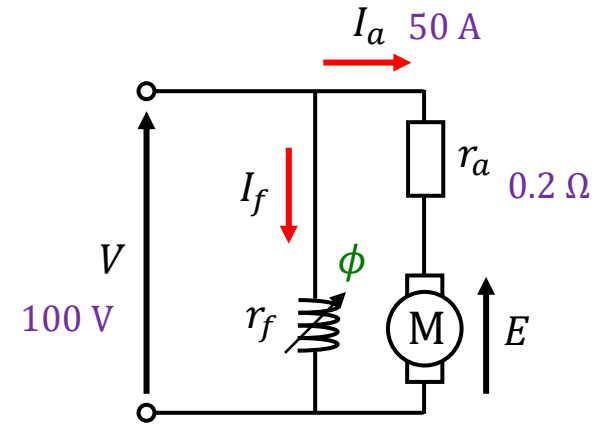
問1 電機子巻線抵抗が 0.2Ω である直流分巻電動機がある。この電動機では界磁抵抗器が界磁巻線に直列に接続されており界磁電流を調整することができる。また、この電動機には定トルク負荷が接続されており、その負荷が要求するトルクは定常状態においては回転速度によらない一定値となる。

この電動機を、負荷を接続した状態で端子電圧を 100V として運転したところ、回転速度は 1500min^{-1} であり、電機子電流は 50A であった。この状態から、端子電圧を 115V に変化させ、界磁電流を端子電圧が 100V のときと同じ値に調整したところ、回転速度が変化し最終的にある値で一定となった。この電動機の最終的な回転速度の値 $[\text{min}^{-1}]$ として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

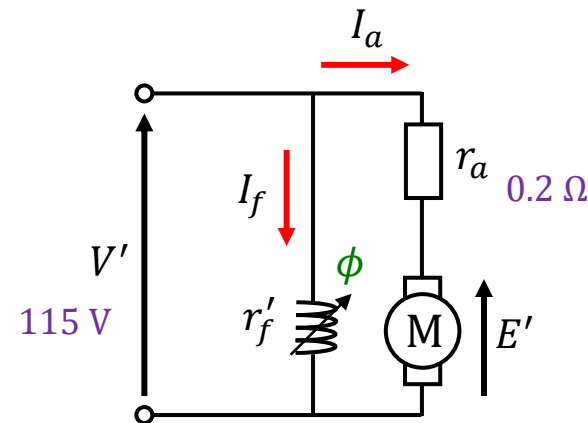
ただし、電機子反作用及びブラシによる電圧降下は無視できるものとする。

- (1) 1290 (2) 1700 (3) 1730 (4) 1750 (5) 1950

分巻電動機



$N = 1500\text{min}^{-1}$



N'

H28 問1

問1 電機子巻線抵抗が 0.2Ω である直流分巻電動機がある。この電動機では界磁抵抗器が界磁巻線に直列に接続されており界磁電流を調整することができる。また、この電動機には定トルク負荷が接続されており、その負荷が要求するトルクは定常状態においては回転速度によらない一定値となる。

この電動機を、負荷を接続した状態で端子電圧を 100V として運転したところ、回転速度は 1500min^{-1} であり、電機子電流は 50A であった。この状態から、端子電圧を 115V に変化させ、界磁電流を端子電圧が 100V のときと同じ値に調整したところ、回転速度が変化し最終的にある値で一定となった。この電動機の最終的な回転速度の値 $[\text{min}^{-1}]$ 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、電機子電流の最終的な値は端子電圧が 100V のときと同じである。また、電機子反作用及びブラシによる電圧降下は無視できるものとする。

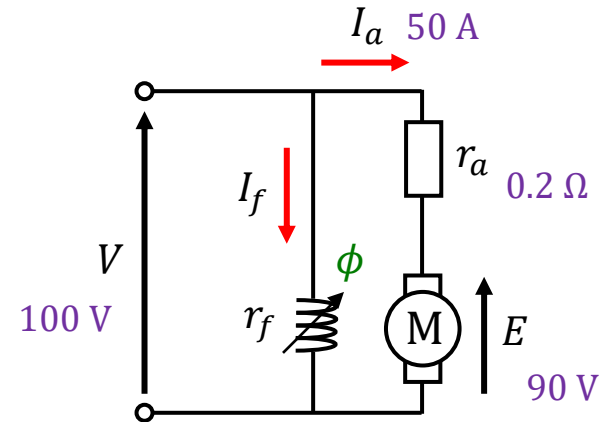
- (1) 1290 (2) 1700 (3) 1730 (4) 1750 (5) 1950

$$E = V - r_a I_a = 100 - 0.2 \times 50 = 90\text{V}$$

$$E' = V' - r_a I_a = 115 - 0.2 \times 50 = 105\text{V}$$

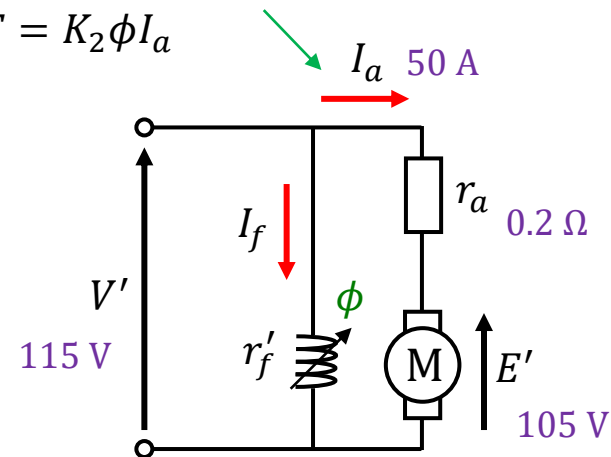
$$N' = \frac{105}{90} \times 1500 = 1750\text{min}^{-1}$$

分巻電動機



一定トルクの負荷なので
電機子電流 I_a は変化しない

$$T = K_2 \phi I_a$$



$$E = K_1 \phi N$$

$$\times \frac{105}{90}$$

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

$$N' = 1750\text{min}^{-1}$$

ご聴講ありがとうございました!!