

# 講義中の注意



- 講義中は、参加者のマイク・カメラの機能はミュート状態になります。
- 進行はスタッフ及び講師が行いますので、指示に従ってください。
- 質疑応答の時間は、参加者のマイクをオンにして質問を受け付けることもあります。希望される方は「チャット欄」で申し出てください。

# 電験三種 オンライン講座

## 機械 第2回

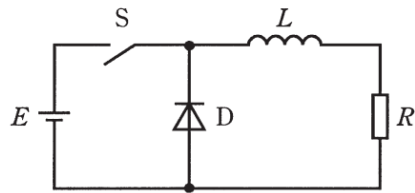
### パワエレ

(過去問解説 電力変換器全般)

# H27 問10

問10 図のような直流チョップがある。

直流電源電圧  $E = 400 \text{ V}$ ，平滑リアクトル  $L = 1 \text{ mH}$ ，負荷抵抗  $R = 10 \Omega$ ，  
スイッチ  $S$  の動作周波数  $f = 10 \text{ kHz}$ ，通流率  $d = 0.6$  で回路が定常状態になっ  
ている。 $D$  はダイオードである。このとき負荷抵抗に流れる電流の平均値 [A]  
として最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

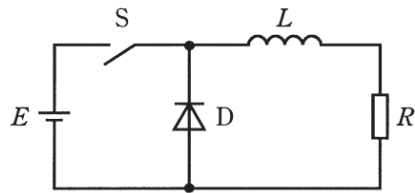


- (1) 2.5      (2) 3.8      (3) 16.0      (4) 24.0      (5) 40.0

# 導出のポイント

問10 図のような直流チョッパがある。

直流電源電圧  $E = 400 \text{ V}$ 、平滑リアクトル  $L = 1 \text{ mH}$ 、負荷抵抗  $R = 10 \Omega$ 、スイッチ  $S$  の動作周波数  $f = 10 \text{ kHz}$ 、通流率  $d = 0.6$  で回路が定常状態になっている。D はダイオードである。このとき負荷抵抗に流れる電流の平均値 [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) 2.5      (2) 3.8      (3) 16.0      (4) 24.0      (5) 40.0

降圧チョッパ  $V_{out} = dV_{in}$

$$V_{out} = dV_{in} = 0.6 \times 400 = 240 \text{ V}$$

$$I_{out} = \frac{V_{out}}{R} = \frac{240}{10} = 24 \text{ A}$$

# H30 問16

問16 図1に示す降圧チョップの回路は、電圧  $E$  の直流電源、スイッチングする半導体バルブデバイス  $S$ 、ダイオード  $D$ 、リアクトル  $L$ 、及び抵抗  $R$  の負荷から構成されている。また、図2には、図1の回路に示すダイオード  $D$  の電圧  $v_D$  と負荷の電流  $i_R$  の波形を示す。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(b) 電圧  $E$  が 100 V、降圧チョップの通流率が 50%、負荷抵抗  $R$  が  $2\Omega$  とする。デバイス  $S$  は周期  $T$  の高周波でスイッチングし、リアクトル  $L$  の平滑作用により、図2に示す電流  $i_R$  のリップル成分は十分小さいとする。電流  $i_R$  の平均値  $I_R$  [A] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(a) 降圧チョップの回路動作に関し、図3～図5に、実線で示した回路に流れる電流のループと方向を示した三つの電流経路を考える。図2の時刻  $t_1$  及び時刻  $t_2$  において、それぞれどの電流経路となるか。正しい組合せを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 17.7      (2) 25.0      (3) 35.4      (4) 50.1      (5) 70.7

時刻 $t_1$	時刻 $t_2$
(1) 電流経路(A)	電流経路(B)
(2) 電流経路(A)	電流経路(C)
(3) 電流経路(B)	電流経路(A)
(4) 電流経路(B)	電流経路(C)
(5) 電流経路(C)	電流経路(B)

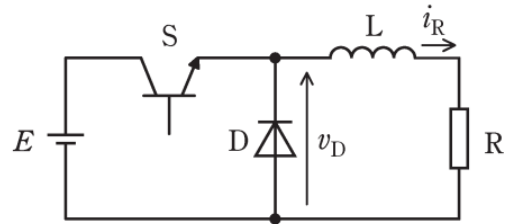


図1 降圧チョップ

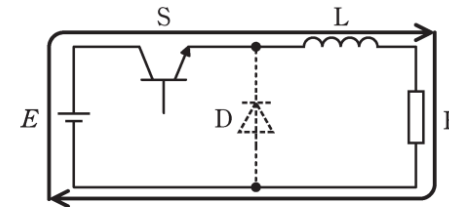


図3 電流経路(A)

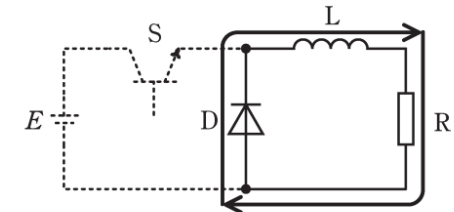


図4 電流経路(B)

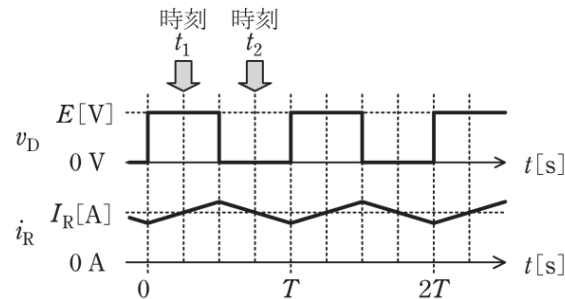


図2 動作波形

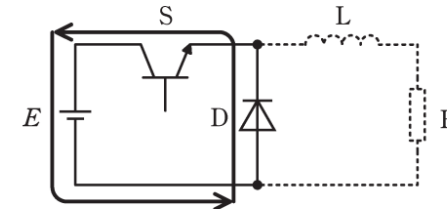


図5 電流経路(C)

# 導出のポイント

問 16 図 1 に示す降圧チョップの回路は、電圧  $E$  の直流電源、スイッチングする半導体バルブデバイス  $S$ 、ダイオード  $D$ 、リアクトル  $L$ 、及び抵抗  $R$  の負荷から構成されている。また、図 2 には、図 1 の回路に示すダイオード  $D$  の電圧  $v_D$  と負荷の電流  $i_R$  の波形を示す。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

(a) 降圧チョップの回路動作に関し、図 3～図 5 に、実線で示した回路に流れる電流のループと方向を示した三つの電流経路を考える。図 2 の時刻  $t_1$  及び時刻  $t_2$  において、それぞれどの電流経路となるか。正しい組合せを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

	時刻 $t_1$	時刻 $t_2$
(1)	電流経路 (A)	電流経路 (B)
(2)	電流経路 (A)	電流経路 (C)
(3)	電流経路 (B)	電流経路 (A)
(4)	電流経路 (B)	電流経路 (C)
(5)	電流経路 (C)	電流経路 (B)

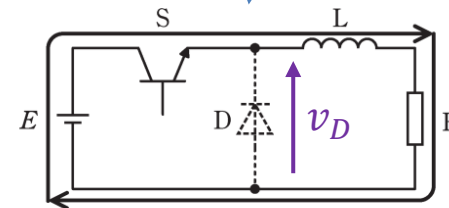
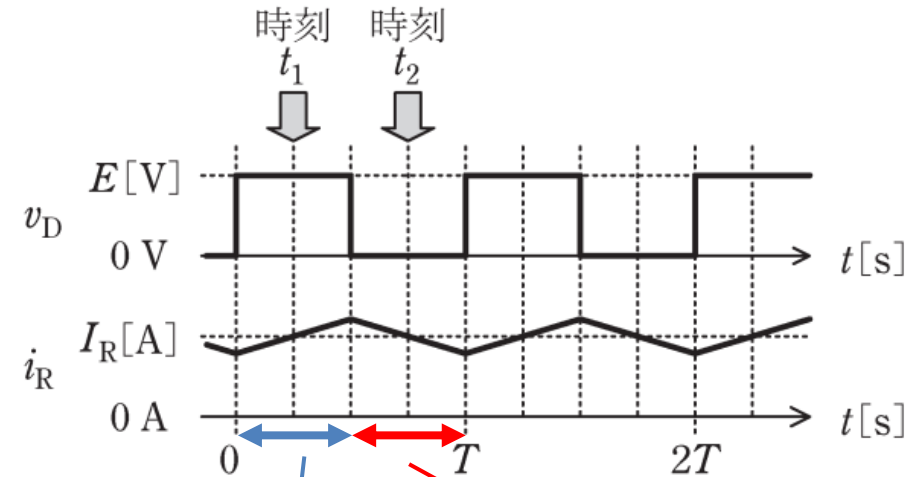


図 3 電流経路 (A)

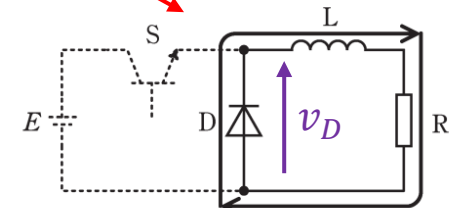


図 4 電流経路 (B)

# 導出のポイント

問 16 図 1 に示す降圧チョップの回路は、電圧  $E$  の直流電源、スイッチングする半導体バルブデバイス  $S$ 、ダイオード  $D$ 、リアクトル  $L$ 、及び抵抗  $R$  の負荷から構成されている。また、図 2 には、図 1 の回路に示すダイオード  $D$  の電圧  $v_D$  と負荷の電流  $i_R$  の波形を示す。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(b) 電圧  $E$  が 100 V、降圧チョップの通流率が 50 %、負荷抵抗  $R$  が  $2\Omega$  とする。デバイス  $S$  は周期  $T$  の高周波でスイッチングし、リアクトル  $L$  の平滑作用により、図 2 に示す電流  $i_R$  のリップル成分は十分小さいとする。電流  $i_R$  の平均値  $I_R$  [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) 17.7    (2) 25.0    (3) 35.4    (4) 50.1    (5) 70.7

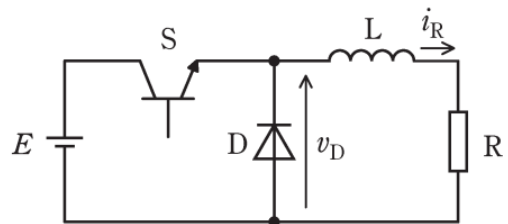


図 1 降圧チョップ

降圧チョップ  $V_{out} = dV_{in}$

$$V_{out} = dV_{in} = 0.5 \times 100 = 50 \text{ V}$$

$$I_{out} = \frac{V_{out}}{R} = \frac{50}{2} = 25 \text{ A}$$

# H30 問16

問16 図1に示す降圧チョップの回路は、電圧  $E$  の直流電源、スイッチングする半導体バルブデバイス  $S$ 、ダイオード  $D$ 、リアクトル  $L$ 、及び抵抗  $R$  の負荷から構成されている。また、図2には、図1の回路に示すダイオード  $D$  の電圧  $v_D$  と負荷の電流  $i_R$  の波形を示す。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(b) 電圧  $E$  が  $100\text{ V}$ 、降圧チョップの通流率が  $50\%$ 、負荷抵抗  $R$  が  $2\Omega$  とする。デバイス  $S$  は周期  $T$  の高周波でスイッチングし、リアクトル  $L$  の平滑作用により、図2に示す電流  $i_R$  のリップル成分は十分小さいとする。電流  $i_R$  の平均値  $I_R[\text{A}]$  として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(a) 降圧チョップの回路動作に関し、図3～図5に、実線で示した回路に流れる電流のループと方向を示した三つの電流経路を考える。図2の時刻  $t_1$  及び時刻  $t_2$  において、それぞれどの電流経路となるか。正しい組合せを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 17.7      (2) 25.0      (3) 35.4      (4) 50.1      (5) 70.7

	時刻 $t_1$	時刻 $t_2$
(1)	電流経路(A)	電流経路(B)
(2)	電流経路(A)	電流経路(C)
(3)	電流経路(B)	電流経路(A)
(4)	電流経路(B)	電流経路(C)
(5)	電流経路(C)	電流経路(B)

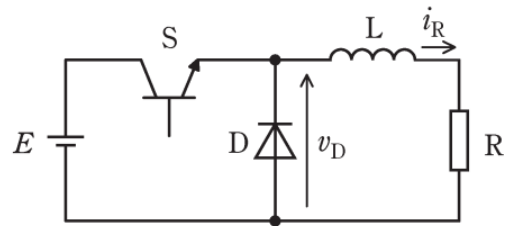


図1 降圧チョップ

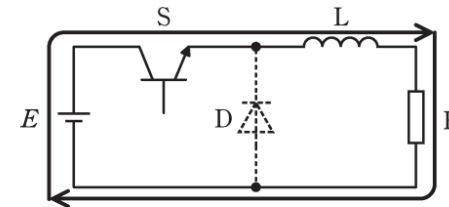


図3 電流経路(A)

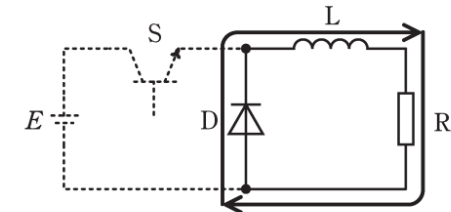


図4 電流経路(B)

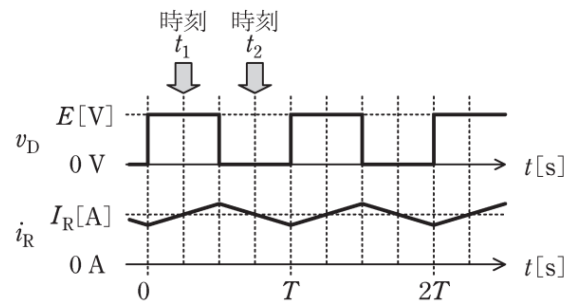


図2 動作波形

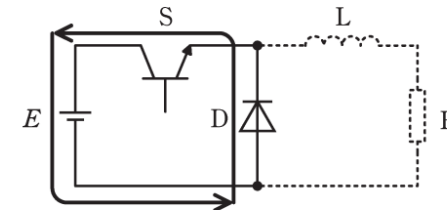
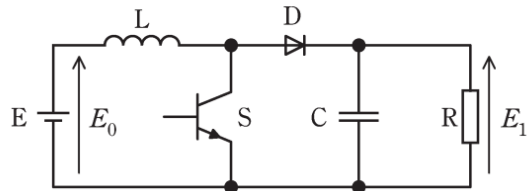


図5 電流経路(C)

# RO1 問16

問 16 図は直流昇圧チョップ回路であり、スイッチングの周期を  $T$  [s] とし、その中の動作を考える。ただし、直流電源  $E$  の電圧を  $E_0$  [V] とし、コンデンサ  $C$  の容量は十分に大きく出力電圧  $E_1$  [V] は一定とみなせるものとする。

半導体スイッチ  $S$  がオンの期間  $T_{on}$  [s] では、 $E$ —リアクトル  $L$ — $S$ — $E$  の経路と  $C$ —負荷  $R$ — $C$  の経路の二つで電流が流れ、このときに  $L$  に蓄えられるエネルギーが増加する。 $S$  がオフの期間  $T_{off}$  [s] では、 $E$ — $L$ —ダイオード  $D$ —( $C$  と  $R$  の並列回路)— $E$  の経路で電流が流れ、 $L$  に蓄えられたエネルギーが出力側に放出される。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



昇圧チョップ回路

(a) この動作において、 $L$  の磁束を増加させる電圧時間積は  $(7)$  であり、磁束を減少させる電圧時間積は  $(イ)$  である。定常状態では、増加する磁束と減少する磁束が等しいとおけるので、入力電圧と出力電圧の関係を求めることができる。

上記の記述中の空白箇所 (7) 及び (イ) に当てはまる組合せとして、正しいものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

	(7)	(イ)
(1)	$E_0 \cdot T_{on}$	$(E_1 - E_0) \cdot T_{off}$
(2)	$E_0 \cdot T_{on}$	$E_1 \cdot T_{off}$
(3)	$E_0 \cdot T$	$E_1 \cdot T_{off}$
(4)	$(E_0 - E_1) \cdot T_{on}$	$(E_1 - E_0) \cdot T_{off}$
(5)	$(E_0 - E_1) \cdot T_{on}$	$(E_1 - E_0) \cdot T$

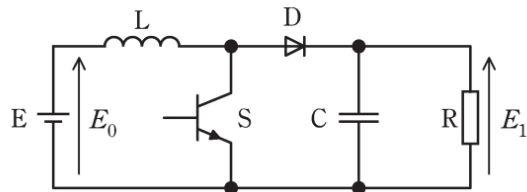
(b) 入力電圧  $E_0 = 100$  V、通流率  $\alpha = 0.2$  のときに、出力電圧  $E_1$  の値 [V] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 80      (2) 125      (3) 200      (4) 400      (5) 500

# 導出のポイント

問 16 図は直流昇圧チョップ回路であり、スイッチングの周期を  $T$  [s] とし、その中で動作を考える。ただし、直流電源  $E$  の電圧を  $E_0$  [V] とし、コンデンサ  $C$  の容量は十分に大きく出力電圧  $E_1$  [V] は一定とみなせるものとする。

半導体スイッチ  $S$  がオンの期間  $T_{on}$  [s] では、 $E$ —リアクトル  $L$ — $S$ — $E$  の経路と  $C$ —負荷  $R$ — $C$  の経路の二つで電流が流れ、このときに  $L$  に蓄えられるエネルギーが増加する。 $S$  がオフの期間  $T_{off}$  [s] では、 $E$ — $L$ —ダイオード  $D$ —( $C$  と  $R$  の並列回路)— $E$  の経路で電流が流れ、 $L$  に蓄えられたエネルギーが出力側に放出される。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



昇圧チョップ回路

	(ア)	(イ)
(1)	$E_0 \cdot T_{on}$	$(E_1 - E_0) \cdot T_{off}$
(2)	$E_0 \cdot T_{on}$	$E_1 \cdot T_{off}$
(3)	$E_0 \cdot T$	$E_1 \cdot T_{off}$
(4)	$(E_0 - E_1) \cdot T_{on}$	$(E_1 - E_0) \cdot T_{off}$
(5)	$(E_0 - E_1) \cdot T_{on}$	$(E_1 - E_0) \cdot T$

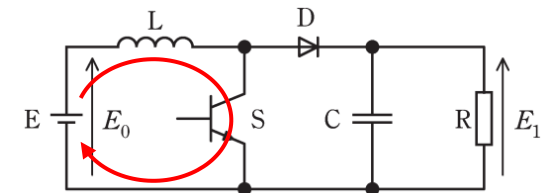
(a) この動作において、 $L$  の磁束を増加させる電圧時間積は (ア) であり、磁束を減少させる電圧時間積は (イ) である。定常状態では、増加する磁束と減少する磁束が等しいとおけるので、入力電圧と出力電圧の関係を求めることができる。

## コイルの電圧と磁束の関係

$$V_L = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \rightarrow \Delta\Phi = V_L \Delta t$$

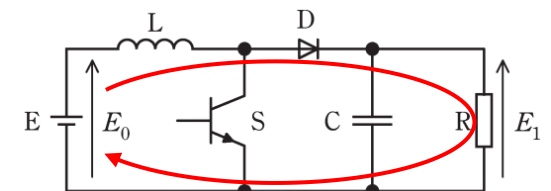
磁束増加→ $S$ が閉じているとき  
(電源とコイルのみなので充電)

$$\Delta\Phi_{up} = V_L \Delta t = E_0 \cdot T_{on}$$



磁束減少→ $S$ が開いているとき  
(電源と負荷が接続され放電)

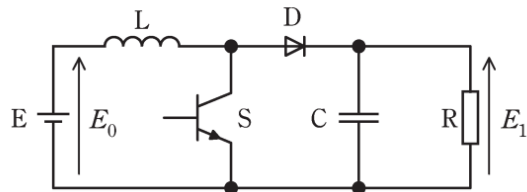
$$\Delta\Phi_{down} = V_L \Delta t = (E_1 - E_0) \cdot T_{off}$$



# 導出のポイント

問 16 図は直流昇圧チョップ回路であり、スイッチングの周期を  $T$  [s] とし、その中の動作を考える。ただし、直流電源  $E$  の電圧を  $E_0$  [V] とし、コンデンサ  $C$  の容量は十分に大きく出力電圧  $E_1$  [V] は一定とみなせるものとする。

半導体スイッチ  $S$  がオンの期間  $T_{on}$  [s] では、 $E$  -リアクトル  $L$  - $S$  - $E$  の経路と  $C$  -負荷  $R$  - $C$  の経路の二つで電流が流れ、このときに  $L$  に蓄えられるエネルギーが増加する。 $S$  がオフの期間  $T_{off}$  [s] では、 $E$  - $L$  -ダイオード  $D$  - ( $C$  と  $R$  の並列回路) - $E$  の経路で電流が流れ、 $L$  に蓄えられたエネルギーが出力側に放出される。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



昇圧チョップ回路

(b) 入力電圧  $E_0 = 100$  V、通流率  $\alpha = 0.2$  のときに、出力電圧  $E_1$  の値 [V] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 80      (2) 125      (3) 200      (4) 400      (5) 500

昇圧チョップ  $V_{out} = \frac{1}{1-d} V_{in}$

$$V_{out} = \frac{1}{1-d} V_{in} = \frac{1}{1-0.2} \times 100 = \frac{100}{0.8} = 125 \text{ V}$$

## <参考>

$$\Delta\Phi_{up} = V_L \Delta t = E_0 \cdot T_{on} \quad \Delta\Phi_{down} = V_L \Delta t = (E_1 - E_0) \cdot T_{off}$$

$\Delta\Phi_{up} = \Delta\Phi_{down}$  を満たすように周期変化するので

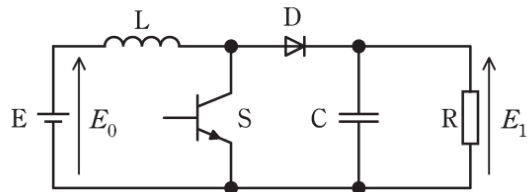
$$E_0 \cdot T_{on} = (E_1 - E_0) \cdot T_{off} \rightarrow E_0 \frac{T_{on}}{T_{off}} = E_1 - E_0$$

$$E_1 = \left(1 + \frac{T_{on}}{T_{off}}\right) E_0 = \frac{T_{on} + T_{off}}{T_{off}} E_0 = \frac{1}{1-d} E_0 \quad d = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}}$$

# RO1 問16

問 16 図は直流昇圧チョッパ回路であり、スイッチングの周期を  $T$  [s] とし、その中の動作を考える。ただし、直流電源  $E$  の電圧を  $E_0$  [V] とし、コンデンサ  $C$  の容量は十分に大きく出力電圧  $E_1$  [V] は一定とみなせるものとする。

半導体スイッチ  $S$  がオンの期間  $T_{on}$  [s] では、 $E$  -リアクトル  $L$  -  $S$  -  $E$  の経路と  $C$  - 負荷  $R$  -  $C$  の経路の二つで電流が流れ、このときに  $L$  に蓄えられるエネルギーが増加する。 $S$  がオフの期間  $T_{off}$  [s] では、 $E$  -  $L$  - ダイオード  $D$  - ( $C$  と  $R$  の並列回路) -  $E$  の経路で電流が流れ、 $L$  に蓄えられたエネルギーが出力側に放出される。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



昇圧チョッパ回路

(a) この動作において、 $L$  の磁束を増加させる電圧時間積は  $(7)$  であり、磁束を減少させる電圧時間積は  $(イ)$  である。定常状態では、増加する磁束と減少する磁束が等しいとおけるので、入力電圧と出力電圧の関係を求めることができる。

上記の記述中の空白箇所 (7) 及び (イ) に当てはまる組合せとして、正しいものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

	(7)	(イ)
(1)	$E_0 \cdot T_{on}$	$(E_1 - E_0) \cdot T_{off}$
(2)	$E_0 \cdot T_{on}$	$E_1 \cdot T_{off}$
(3)	$E_0 \cdot T$	$E_1 \cdot T_{off}$
(4)	$(E_0 - E_1) \cdot T_{on}$	$(E_1 - E_0) \cdot T_{off}$
(5)	$(E_0 - E_1) \cdot T_{on}$	$(E_1 - E_0) \cdot T$

(b) 入力電圧  $E_0 = 100$  V、通流率  $\alpha = 0.2$  のときに、出力電圧  $E_1$  の値 [V] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 80      (2) 125      (3) 200      (4) 400      (5) 500

# H28 問9

問9 図は、2種類の直流チョップを示している。いずれの回路もスイッチS、ダイオードD、リアクトルL、コンデンサC(図1のみに使用されている。)を用いて、直流電源電圧 $E=200\text{ V}$ を変換し、負荷抵抗Rの電圧 $v_{d1}$ 、 $v_{d2}$ を制御するためのものである。これらの回路で、直流電源電圧は $E=200\text{ V}$ 一定とする。また、負荷抵抗Rの抵抗値とリアクトルLのインダクタンス又はコンデンサCの静電容量の値とで決まる時定数が、スイッチSの動作周期に対して十分に大きいものとする。各回路のスイッチSの通流率を0.7とした場合、負荷抵抗Rの電圧 $v_{d1}$ 、 $v_{d2}$ の平均値 $V_{d1}$ 、 $V_{d2}$ の値[V]の組合せとして、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

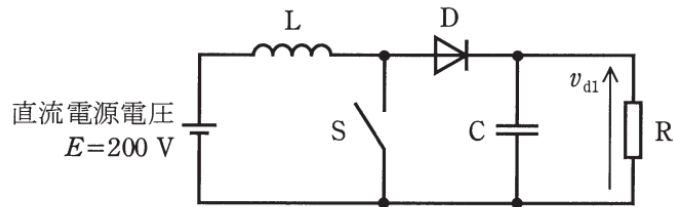


図1

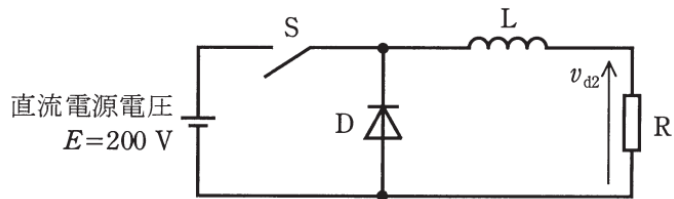


図2

	$V_{d1}$	$V_{d2}$
(1)	667	140
(2)	467	60
(3)	667	86
(4)	467	140
(5)	286	60

# 導出のポイント

問9 図は、2種類の直流チョップを示している。いずれの回路もスイッチS、ダイオードD、リアクトルL、コンデンサC(図1のみに使用されている。)を用いて、直流電源電圧 $E=200\text{V}$ を変換し、負荷抵抗Rの電圧 $v_{d1}$ 、 $v_{d2}$ を制御するためのものである。これらの回路で、直流電源電圧は $E=200\text{V}$ 一定とする。また、負荷抵抗Rの抵抗値とリアクトルLのインダクタンス又はコンデンサCの静電容量の値とで決まる時定数が、スイッチSの動作周期に対して十分に大きいものとする。各回路のスイッチSの通流率を0.7とした場合、負荷抵抗Rの電圧 $v_{d1}$ 、 $v_{d2}$ の平均値 $V_{d1}$ 、 $V_{d2}$ の値[V]の組合せとして、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

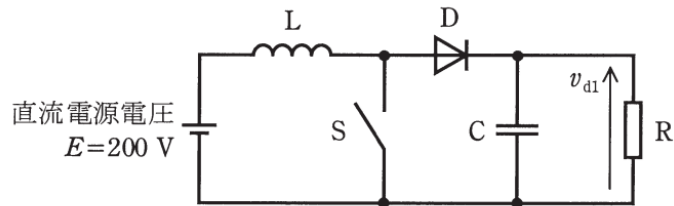


図1

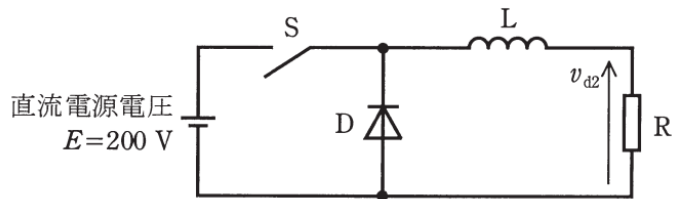


図2

	$V_{d1}$	$V_{d2}$
(1)	667	140
(2)	467	60
(3)	667	86
(4)	467	140
(5)	286	60

昇圧チョップ  $V_{out} = \frac{1}{1-d} V_{in}$

$$V_{out} = \frac{1}{1-d} V_{in} = \frac{1}{1-0.7} \times 200 = \frac{200}{0.3} = 667\text{V}$$

降圧チョップ  $V_{out} = dV_{in}$

$$V_{out} = dV_{in} = 0.7 \times 200 = 140\text{V}$$

# R03 問11

問11 図は昇降圧チョップを示している。スイッチQ, ダイオードD,リアクトルL, コンデンサCを用いて, 図のような向きに定めた負荷抵抗Rの電圧 $v_0$ を制御するためのものである。これらの回路で, 直流電源Eの電圧は一定とする。また, 回路の時定数は, スイッチQの動作周期に対して十分に大きいものとする。回路のスイッチQの通流率 $\gamma$ とした場合, 回路の定常状態での動作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。

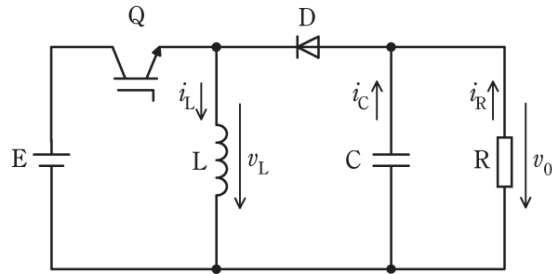


図 昇降圧チョップ

- (1) Qがオンのときは, 電源EからのエネルギーがLに蓄えられる。
- (2) Qがオフのときは, Lに蓄えられたエネルギーが負荷抵抗RとコンデンサCにDを通して放出される。
- (3) 出力電圧 $v_0$ の平均値は,  $\gamma$ が0.5より小さいときは昇圧チョップ, 0.5より大きいときは降圧チョップとして動作する。
- (4) 出力電圧 $v_0$ の平均値は, 図の $v_0$ の向きを考慮すると正になる。
- (5) Lの電圧 $v_L$ の平均電圧は, Qのスイッチング一周期で0となる。

# 導出のポイント

問 11 図は昇降圧チョップを示している。スイッチ Q, ダイオード D, リアクトル L, コンデンサ C を用いて, 図のような向きに定めた負荷抵抗 R の電圧  $v_0$  を制御するためのものである。これらの回路で, 直流電源 E の電圧は一定とする。また, 回路の時定数は, スイッチ Q の動作周期に対して十分に大きいものとする。回路のスイッチ Q の通流率  $\gamma$  とした場合, 回路の定常状態での動作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。

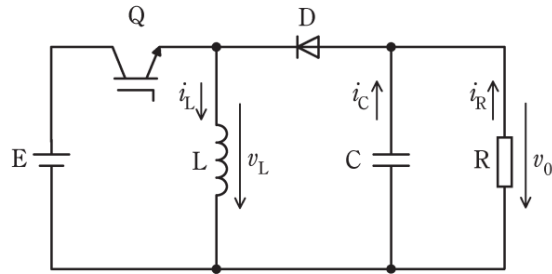
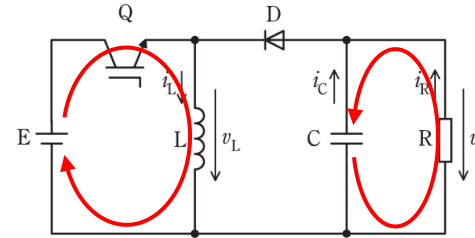
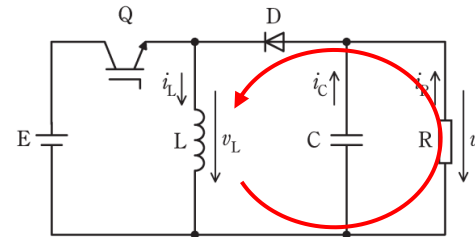


図 昇降圧チョップ

(1) Q がオンのときは, 電源 E からのエネルギーが L に蓄えられる。正しい



(2) Q がオフのときは, L に蓄えられたエネルギーが負荷抵抗 R とコンデンサ C に D を通して放出される。正しい



(3) 出力電圧  $v_0$  の平均値は,  $\gamma$  が 0.5 より小さいときは昇圧チョップ, 0.5 より大きいときは降圧チョップとして動作する。間違い

$$V_{out} = \frac{\gamma}{\gamma - 1} V_{in} \quad \begin{array}{l} \gamma < 0.5 \rightarrow V_{out} < V_{in} \\ \gamma > 0.5 \rightarrow V_{out} > V_{in} \end{array}$$

(4) 出力電圧  $v_0$  の平均値は, 図の  $v_0$  の向きを考慮すると正になる。正しい

(5) L の電圧  $v_L$  の平均電圧は, Q のスイッチング周期で 0 となる。正しい

# R03 問11

問11 図は昇降圧チョップを示している。スイッチQ, ダイオードD,リアクトルL, コンデンサCを用いて, 図のような向きに定めた負荷抵抗Rの電圧 $v_0$ を制御するためのものである。これらの回路で, 直流電源Eの電圧は一定とする。また, 回路の時定数は, スイッチQの動作周期に対して十分に大きいものとする。回路のスイッチQの通流率 $\gamma$ とした場合, 回路の定常状態での動作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。

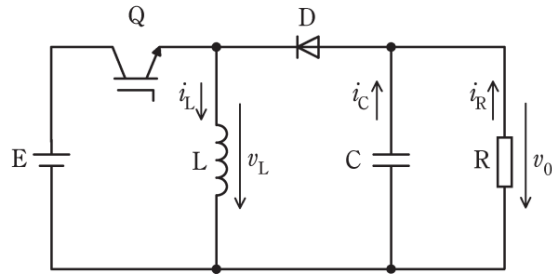


図 昇降圧チョップ

- (1) Qがオンのときは, 電源EからのエネルギーがLに蓄えられる。
- (2) Qがオフのときは, Lに蓄えられたエネルギーが負荷抵抗RとコンデンサCにDを通して放出される。
- (3) 出力電圧 $v_0$ の平均値は,  $\gamma$ が0.5より小さいときは昇圧チョップ, 0.5より大きいときは降圧チョップとして動作する。
- (4) 出力電圧 $v_0$ の平均値は, 図の $v_0$ の向きを考慮すると正になる。
- (5) Lの電圧 $v_L$ の平均電圧は, Qのスイッチング一周期で0となる。

# R02 問16

問16 図1は、直流電圧源から単相インバータで誘導性負荷に交流を給電する基本回路を示す。負荷電流  $i_o(t)$  と直流側電流  $i_d(t)$  は図示する矢印の向きを正の方向として、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 各パワートランジスタが出力交流電圧の1周期  $T$  に1回オンオフする運転を行っている際のある時刻  $t_0$  から1周期の波形を図2に示す。直流電圧が  $E[V]$  のとき、交流側の方形波出力電圧の実効値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1)  $0.5E$       (2)  $0.61E$       (3)  $0.86E$       (4)  $E$       (5)  $1.15E$

(b) 小問(a)のとき、負荷電流  $i_o(t)$  の波形が図3の(ア)～(ウ)、直流側電流  $i_d(t)$  の波形が図3の(エ)、(オ)のいずれかに示されている。それらの波形の適切な組合せを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) (ア)と(エ)      (2) (イ)と(エ)      (3) (ウ)と(オ)  
 (4) (ア)と(オ)      (5) (イ)と(オ)

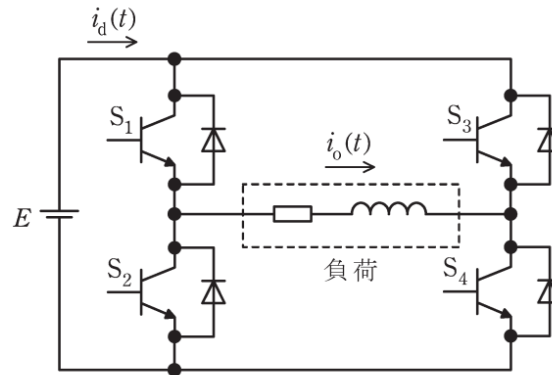


図1

$S_1, S_4$  の  
オンオフ信号  
 $S_2, S_3$  の  
オンオフ信号

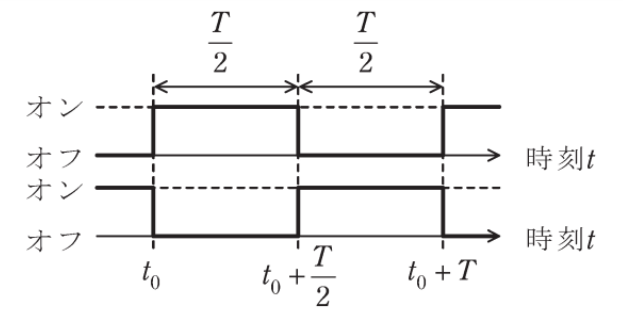


図2

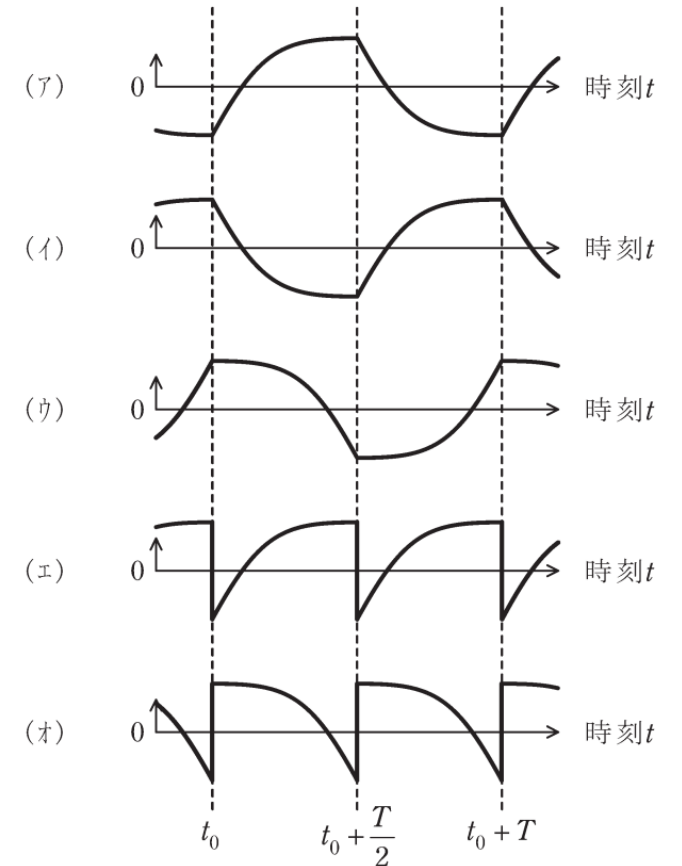


図3

# 導出のポイント

問 16 図 1 は、直流電圧源から単相インバータで誘導性負荷に交流を給電する基本回路を示す。負荷電流  $i_o(t)$  と直流側電流  $i_d(t)$  は図示する矢印の向きを正の方向として、次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

(a) 各パワートランジスタが出力交流電圧の 1 周期  $T$  に 1 回オンオフする運転を行っている際のある時刻  $t_0$  から 1 周期の波形を図 2 に示す。直流電圧が  $E$  [V] のとき、交流側の方波出力電圧の実効値として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1)  $0.5E$       (2)  $0.61E$       (3)  $0.86E$       (4)  $E$       (5)  $1.15E$

(b) 小問 (a) のとき、負荷電流  $i_o(t)$  の波形が図 3 の (ア) ~ (ウ)、直流側電流  $i_d(t)$  の波形が図 3 の (エ)、(オ) のいずれかに示されている。それらの波形の適切な組合せを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) (ア) と (エ)      (2) (イ) と (エ)      (3) (ウ) と (オ)  
 (4) (ア) と (オ)      (5) (イ) と (オ)

$S_1, S_4$  の  
オンオフ信号  
 $S_2, S_3$  の  
オンオフ信号

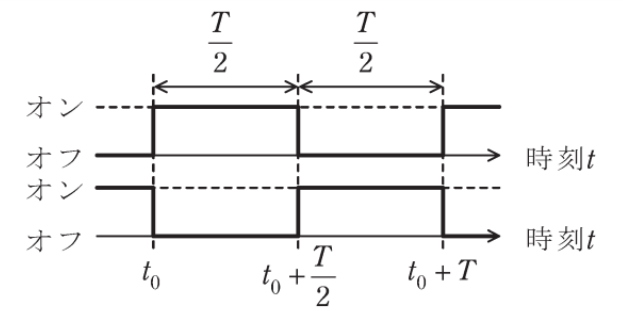


図 2

コイルの影響で  
電流の変化が遅れる

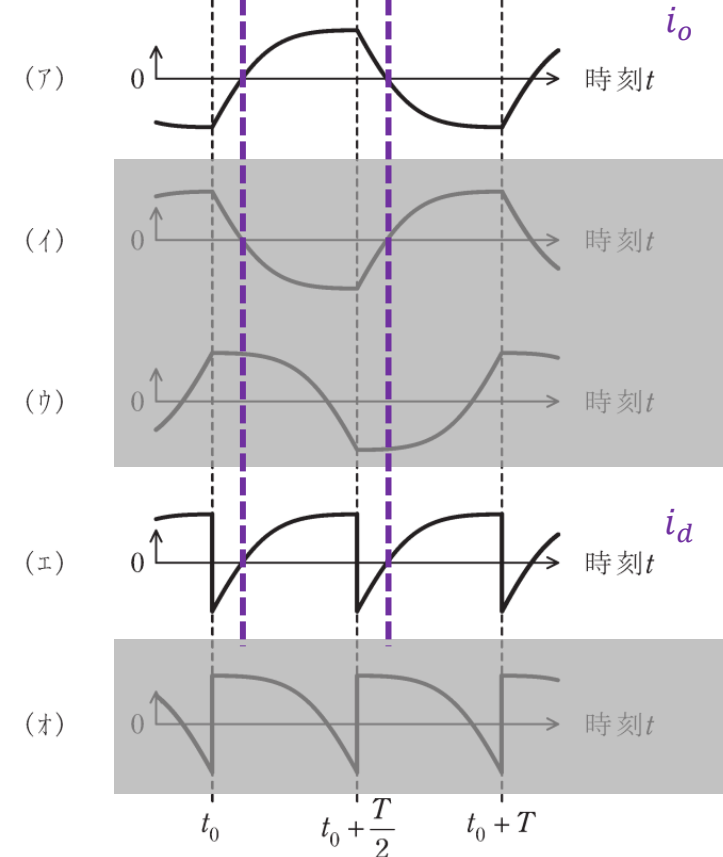


図 3

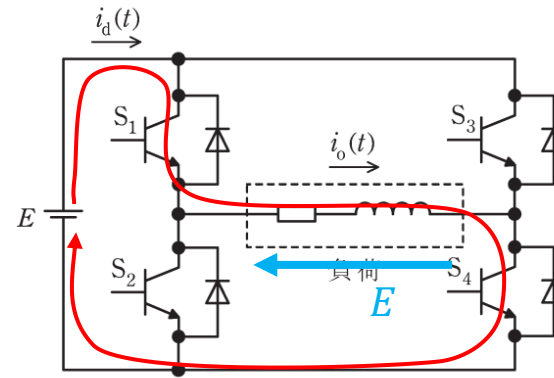


図 1

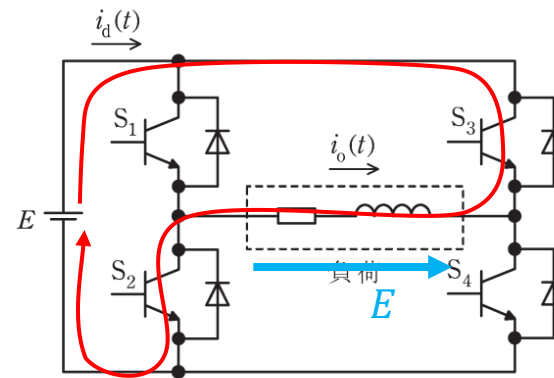
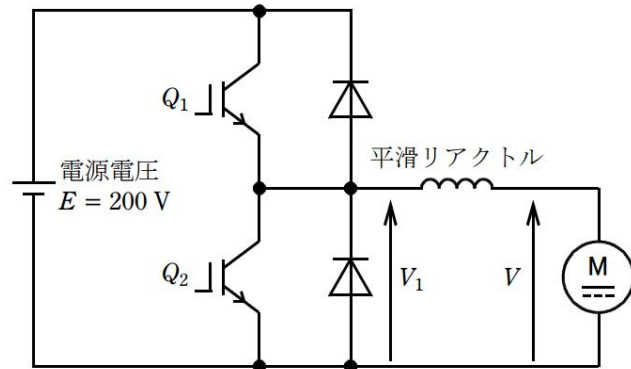


図 1

# H26 問16

問16 図のように他励直流機を直流チョップで駆動する。電源電圧は  $E = 200 \text{ V}$  で一定とし、直流機の電機子電圧を  $V$  とする。IGBT  $Q_1$  及び  $Q_2$  をオンオフ動作させるときのスイッチング周波数は  $500 \text{ Hz}$  であるとする。なお、本問では直流機の定常状態だけを扱うものとする。次の(a)及び(b)の問に答えよ。



(a) この直流機を電動機として駆動する場合、 $Q_2$  をオフとし、 $Q_1$  をオンオフ制御することで、 $V$  を調整することができる。電圧  $V_1$  の平均値が  $150 \text{ V}$  のとき、1周期の中で  $Q_1$  がオンになっている時間の値  $[\text{ms}]$  として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

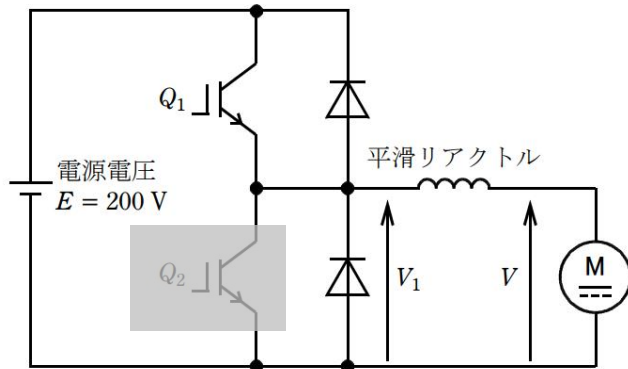
- (1) 0.75      (2) 1.00      (3) 1.25      (4) 1.50      (5) 1.75

(b)  $Q_1$  をオフして  $Q_2$  をオンオフ制御することで、電機子電流の向きを(a)の場合と反対にし、直流機に発電動作（回生制動）をさせることができる。この制御において、スイッチングの1周期の間で  $Q_2$  がオンになっている時間が  $0.4 \text{ ms}$  のとき、この直流機の電機子電圧  $V [\text{V}]$  として、最も近い  $V$  の値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

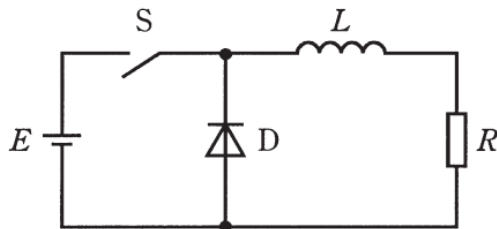
- (1) 40      (2) 160      (3) 200      (4) 250      (5) 1000

# 導出のポイント

問16 図のように他励直流機を直流チョップで駆動する。電源電圧は  $E = 200 \text{ V}$  で一定とし、直流機の電機子電圧を  $V$  とする。IGBT  $Q_1$  及び  $Q_2$  をオンオフ動作させるときのスイッチング周波数は  $500 \text{ Hz}$  であるとする。なお、本問では直流機の定常状態だけを扱うものとする。次の(a)及び(b)の間に答えよ。



$Q_2$  をオフしつづけると  
降圧チョップとして動作する



(a) この直流機を電動機として駆動する場合、 $Q_2$  をオフとし、 $Q_1$  をオンオフ制御することで、 $V$  を調整することができる。電圧  $V_1$  の平均値が  $150 \text{ V}$  のとき、1周期の中で  $Q_1$  がオンになっている時間の値 [ms] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.75    (2) 1.00    (3) 1.25    (4) 1.50    (5) 1.75

降圧チョップ  $V_{out} = dV_{in}$

$$V_{out} = dV_{in} = d \times 200 = 150$$

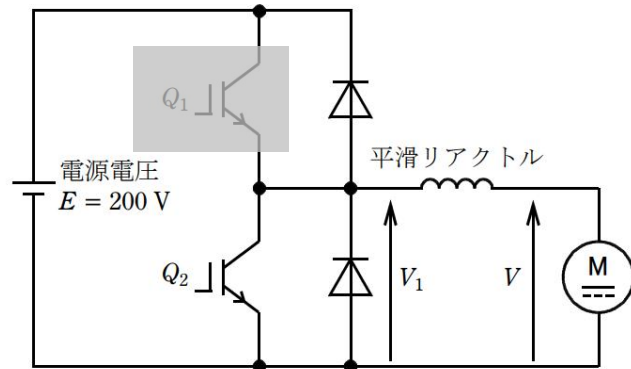
$$d = \frac{150}{200} = 0.75$$

$$T_{on} + T_{off} = T = \frac{1}{f} = \frac{1}{500} = 2 \text{ ms}$$

$$d = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} = \frac{T_{on}}{2 \text{ ms}} = 0.75 \rightarrow T_{on} = 0.75 \times 2 = 1.5 \text{ ms}$$

# 導出のポイント

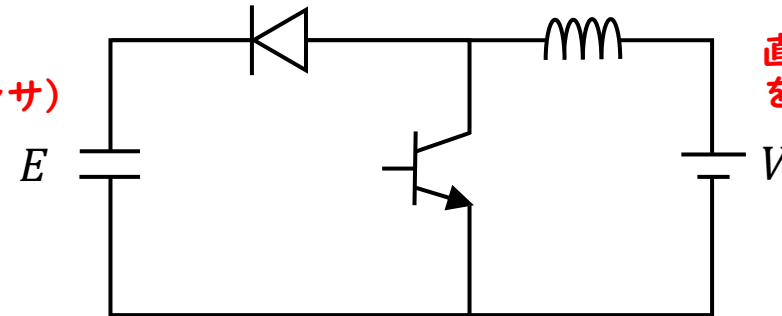
問16 図のように他励直流機を直流チョップで駆動する。電源電圧は  $E = 200 \text{ V}$  で一定とし、直流機の電機子電圧を  $V$  とする。IGBT  $Q_1$  及び  $Q_2$  をオンオフ動作させるときのスイッチング周波数は  $500 \text{ Hz}$  であるとする。なお、本問では直流機の定常状態だけを扱うものとする。次の(a)及び(b)の間に答えよ。



$Q_1$  をオフしつづけると昇圧チョップとして動作する

(b)  $Q_1$  をオフして  $Q_2$  をオンオフ制御することで、電機子電流の向きを(a)の場合と反対にし、直流機に発電動作(回生制動)をさせることができる。この制御において、スイッチングの1周期の間で  $Q_2$  がオンになっている時間が  $0.4 \text{ ms}$  のとき、この直流機の電機子電圧  $V [\text{V}]$  として、最も近い  $V$  の値を次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

電源電圧を負荷(コンデンサ)と考える



直流機(発電動作)を電源と考える

昇圧チョップ  $V_{out} = \frac{1}{1-d} V_{in}$

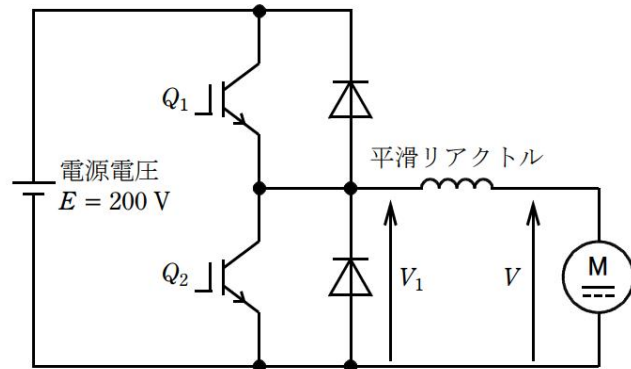
$$d = \frac{T_{on}}{T} = \frac{0.4 \text{ ms}}{2 \text{ ms}} = 0.2$$

$$E = \frac{1}{1-d} V = \frac{1}{1-0.2} \times V = 200 \text{ V}$$

$$V = (1 - 0.2) \times 200 = 0.8 \times 200 = 160 \text{ V}$$

# H26 問16

問16 図のように他励直流機を直流チョップで駆動する。電源電圧は  $E = 200 \text{ V}$  で一定とし、直流機の電機子電圧を  $V$  とする。IGBT  $Q_1$  及び  $Q_2$  をオンオフ動作させるときのスイッチング周波数は  $500 \text{ Hz}$  であるとする。なお、本問では直流機の定常状態だけを扱うものとする。次の(a)及び(b)の問に答えよ。



(a) この直流機を電動機として駆動する場合、 $Q_2$  をオフとし、 $Q_1$  をオンオフ制御することで、 $V$  を調整することができる。電圧  $V_1$  の平均値が  $150 \text{ V}$  のとき、1周期の中で  $Q_1$  がオンになっている時間の値 [ms] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.75      (2) 1.00      (3) 1.25      (4) 1.50      (5) 1.75

(b)  $Q_1$  をオフして  $Q_2$  をオンオフ制御することで、電機子電流の向きを(a)の場合と反対にし、直流機に発電動作(回生制動)をさせることができる。この制御において、スイッチングの1周期の間で  $Q_2$  がオンになっている時間が  $0.4 \text{ ms}$  のとき、この直流機の電機子電圧  $V$  [V] として、最も近い  $V$  の値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 40      (2) 160      (3) 200      (4) 250      (5) 1000

ご聴講ありがとうございました!!