

## パワーエレクトロニクス No.9

61908697 佐々木良輔

### 演習 1

$C$  が十分大きいことから, 出力電圧は完全に平滑化されているものとする. すなわち  $v_R = dE$  で一定であるとする. したがって負荷に流れる電流は

$$i_R = \frac{dE}{R} \quad (1)$$

である.

ここで  $S$  の ON 時にはダイオードに電流は流れないので  $i_D = 0$ ,  $i_S = i_L$ , また  $v_o = E$  となる. したがって  $v_L = E - dE$  なので

$$\begin{aligned} (1-d)E &= L \frac{di_L}{dt} = L \frac{di_S}{dt} \\ \therefore i_L = i_S &= \frac{(1-d)E}{L}t + A \end{aligned} \quad (2)$$

ここで  $A$  は積分定数である. ここで  $i_L = i_S = i_R + i_C$  が成り立っているので

$$i_C = i_S - i_R = \frac{(1-d)E}{L}t + A - \frac{dE}{R} \quad (3)$$

となる.

次に  $S$  が OFF の時には全電流がダイオードを通るので  $i_D = i_L$ ,  $i_S = 0$ , また  $v_o = 0$  となる. したがって  $v_L = -dE$  なので

$$\begin{aligned} -dE &= L \frac{di_L}{dt} = L \frac{di_D}{dt} \\ \therefore i_L = i_D &= -\frac{dE}{L}t + B \end{aligned} \quad (4)$$

また  $i_L = i_D = i_R + i_C$  から

$$i_C = i_D - i_R = -\frac{dE}{L}t + B - \frac{dE}{R} \quad (5)$$

となる. ただし  $A, B$  はコンデンサやコイルの初期条件として残ることがわかる. ここでは  $i_L$  が連続となるように取ることとする. すなわち図 1 のような 1 周期を考えれば

$$B = \frac{dE}{L}T + A \quad (6)$$

となることがわかる．以上から各電流, 電圧波形は図 2 のようになっている．したがって平均電流  $\bar{i}$ , 平均入力電力  $P_{in}$ , 出力電力  $P_{out}$  は

$$\begin{aligned}\bar{i}_S &= \frac{1}{T} \int_0^{0.8T} dt \left( \frac{(1-d)E}{L}t + A \right) \\ &= 0.8A + \frac{(1-d)ET}{L} 0.32 = 0.8A + 1.28 \text{ A}\end{aligned}\quad (7)$$

$$\begin{aligned}\bar{i}_D &= \frac{1}{T} \int_{0.8T}^{1.0T} dt \left( -\frac{dE}{L}(t-T) + A \right) \\ &= 0.2A + 0.32 \text{ A}\end{aligned}\quad (8)$$

$$\begin{aligned}\bar{i}_C &= \frac{1}{T} \int_0^{0.8T} dt \left( \frac{(1-d)E}{L}t \right) + \frac{1}{T} \int_{0.8T}^{1.0T} dt \left( -\frac{dE}{L}(t-T) \right) + A - 8 \\ &= A - 6.4 \text{ A}\end{aligned}\quad (9)$$

$$\begin{aligned}P_{in} &= \frac{1}{T} \int_0^{0.8T} dt (E \times i_S) \\ &= E \times \bar{i}_S = 80A + 128 \text{ W}\end{aligned}\quad (10)$$

$$P_{out} = v_R \times i_R = 640 \text{ W} \quad (11)$$

ただし斜字の  $A$  は定数であることに注意．エネルギーが保存すべきなので  $P_{in} \geq P_{out}$  より

$$A \geq 6.4 \text{ A} \quad (12)$$

とわかる．

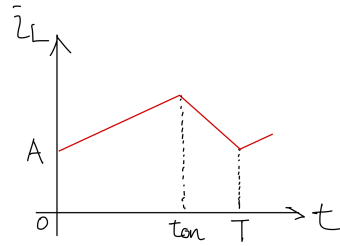


図 1  $B$  と  $A$  の関係の決定

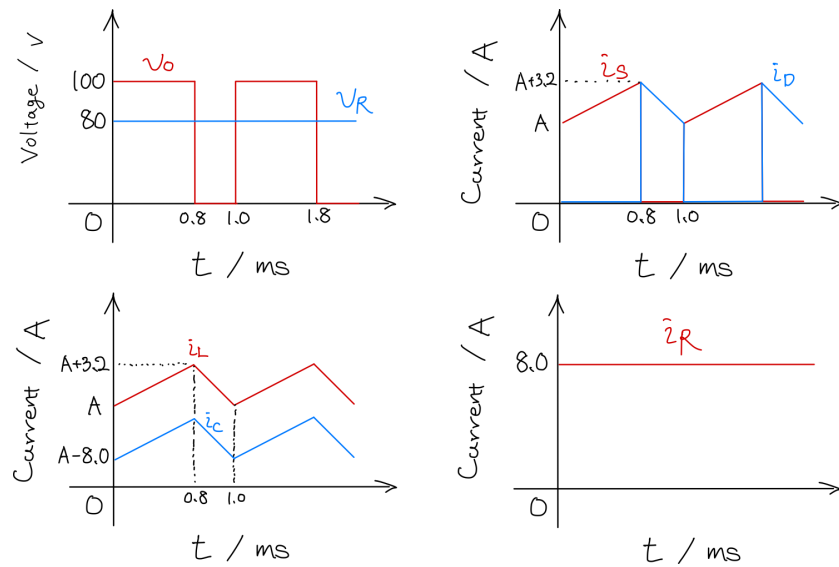


図2 電流, 電圧波形

## 演習 2

図3 から図7 に各条件での波形を示す. 図3 から図5 を比較すると比例ゲインを大きくするほどオーバーシュートが大きくなっていることがわかる. これは初期状態での目標値と現在値の差が大きく効くからである. また図6 からインダクタンスを大きくするとオーバーシュートが大きくなり収束が遅くなっていることがわかる. これはインダクタンスが位相の遅れに相当し, これを大きくしたことで収束が遅くなったとわかる. また図7 から電源電圧を小さくするとオーバーシュートが大きくなり収束が遅くなっていることがわかる. これは電源電圧が下がったことで応答が遅くなったことが原因である.

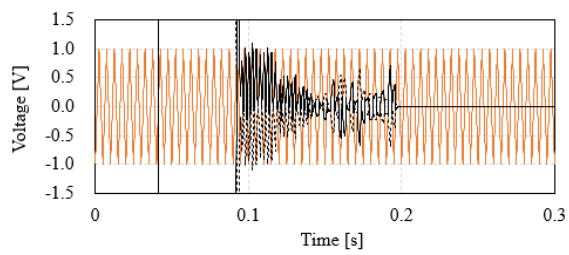


図1 三角波(キャリア)と信号波

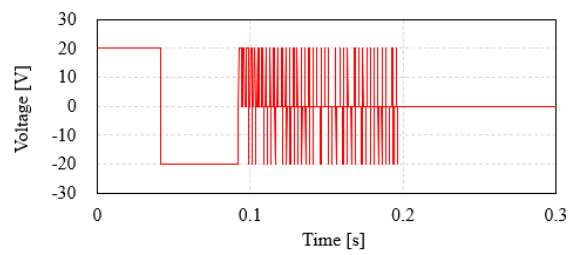


図4 出力電圧( $V_a-V_b$ )

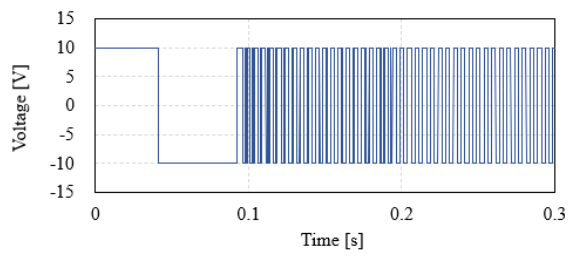


図2 出力電圧( $V_a$ 側)

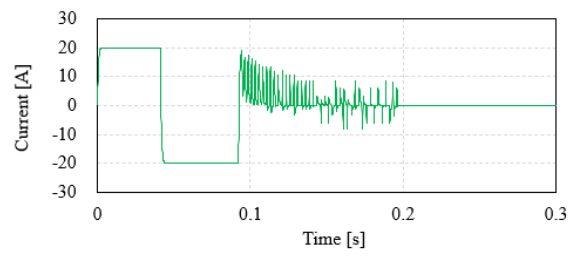


図5 モータ電流

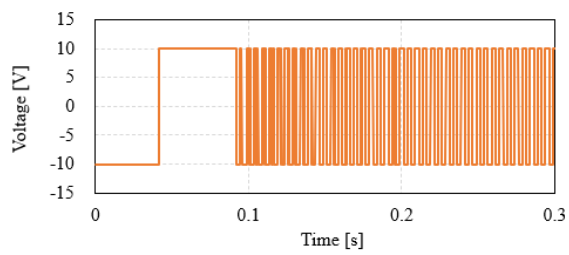


図3 出力電圧( $V_b$ 側)

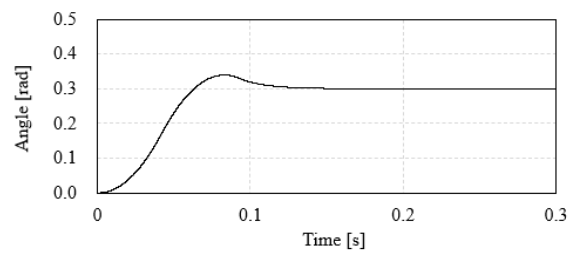


図6 モータの角度応答

図 3 条件 1 の波形

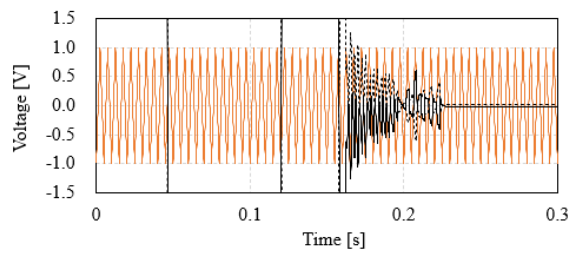


図1 三角波(キャリア)と信号波

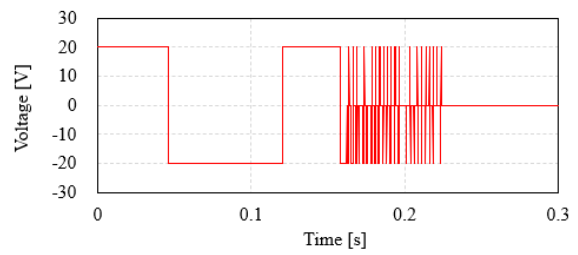


図4 出力電圧( $V_a-V_b$ )

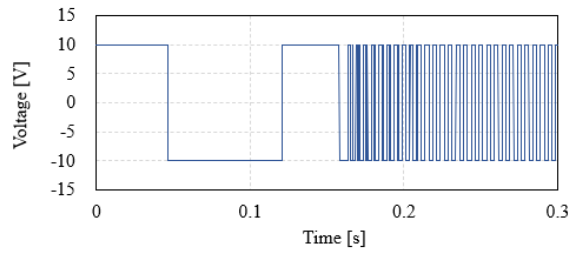


図2 出力電圧( $V_a$ 側)

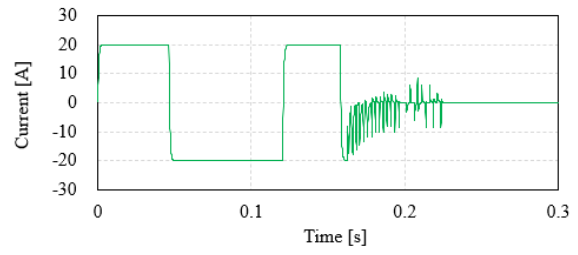


図5 モータ電流

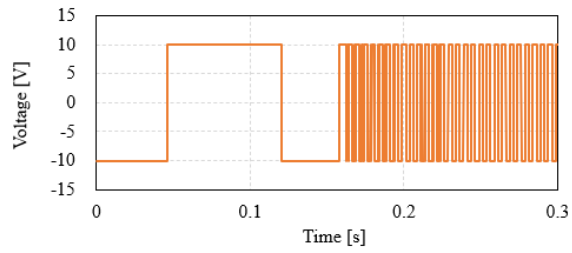


図3 出力電圧( $V_b$ 側)

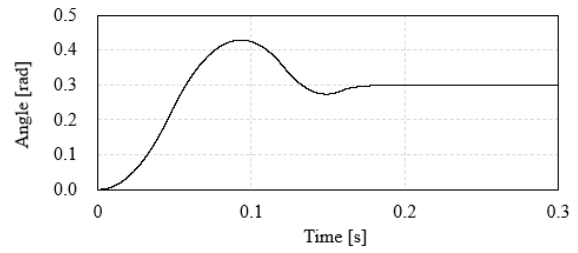


図6 モータの角度応答

図 4 条件 2 の波形

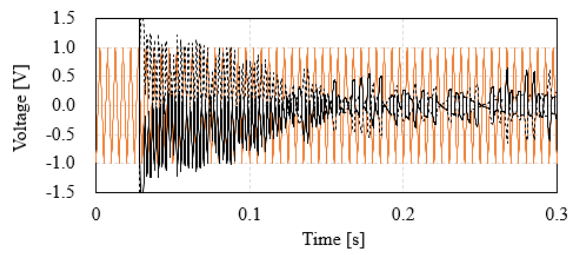


図1 三角波(キャリア)と信号波

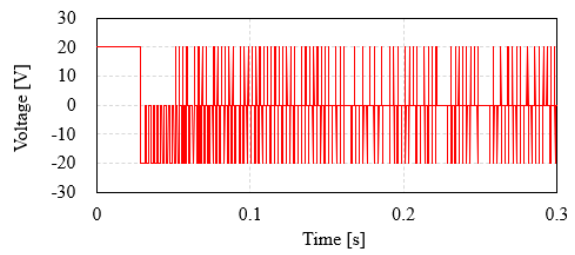


図4 出力電圧( $V_a-V_b$ )

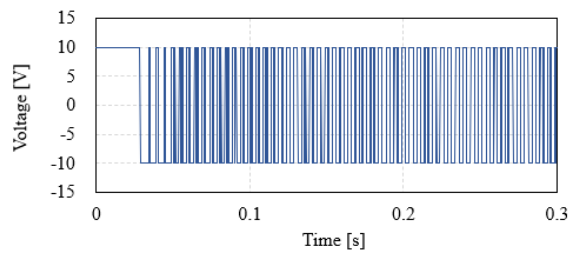


図2 出力電圧( $V_a$ 側)

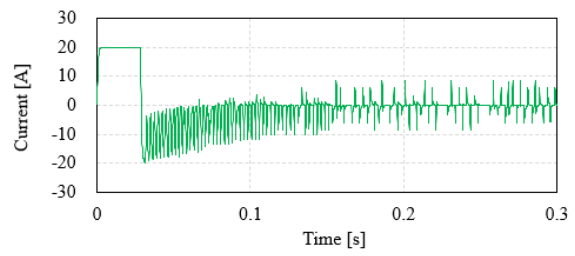


図5 モータ電流

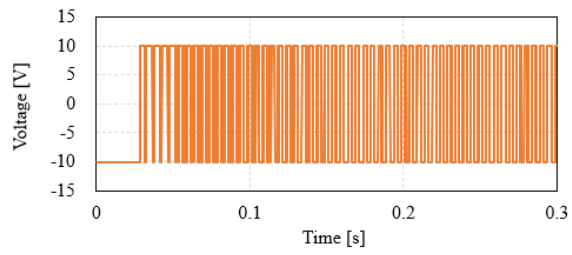


図3 出力電圧( $V_b$ 側)

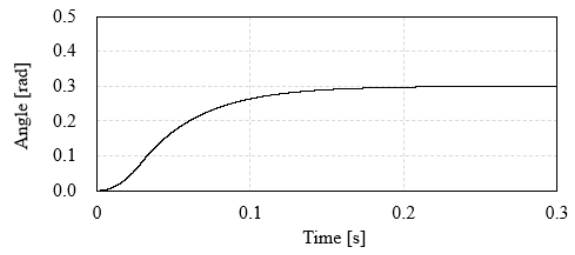


図6 モータの角度応答

図 5 条件 3 の波形

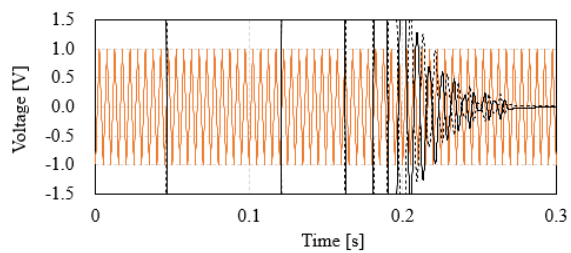


図1 三角波(キャリア)と信号波

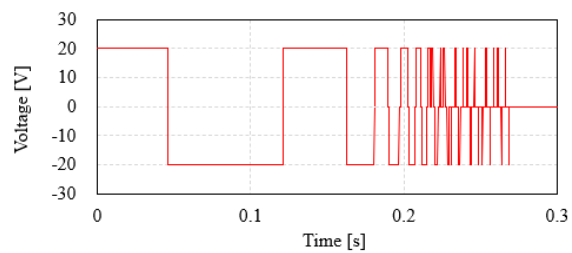


図4 出力電圧(Va-Vb)

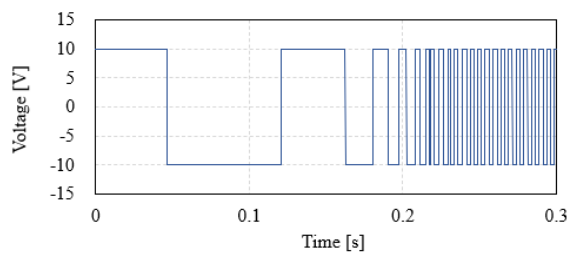


図2 出力電圧(Va側)

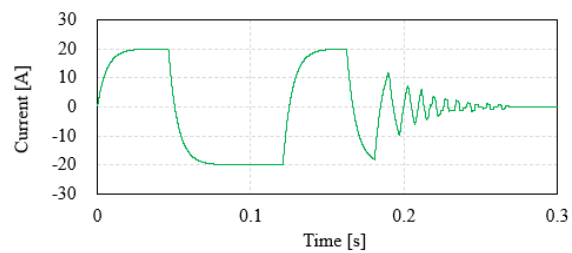


図5 モータ電流

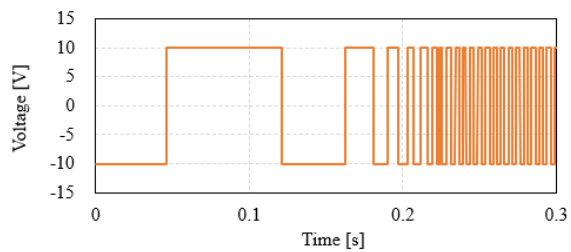


図3 出力電圧(Vb側)

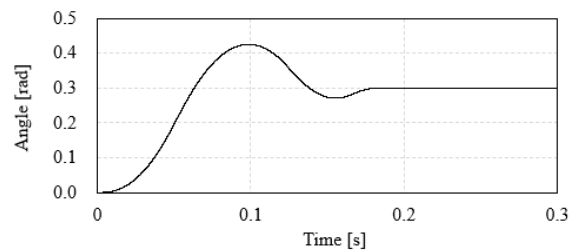


図6 モータの角度応答

図 6 条件 4 の波形

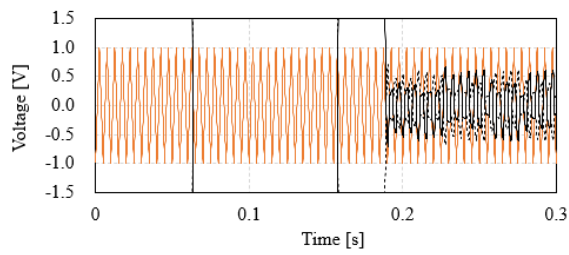


図1 三角波(キャリア)と信号波

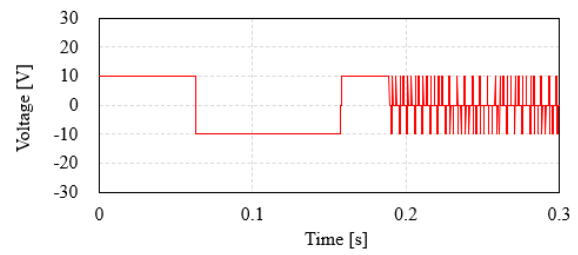


図4 出力電圧 ( $V_a - V_b$ )

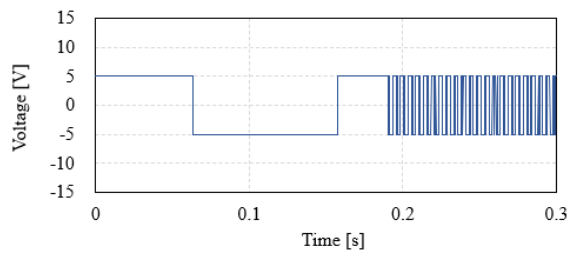


図2 出力電圧 ( $V_a$ 側)

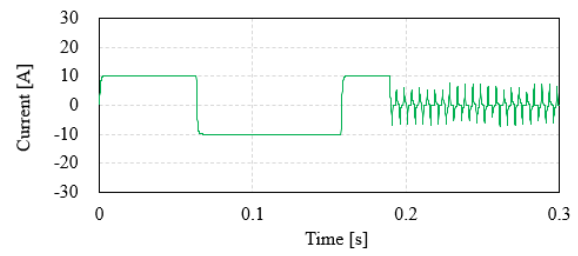


図5 モータ電流

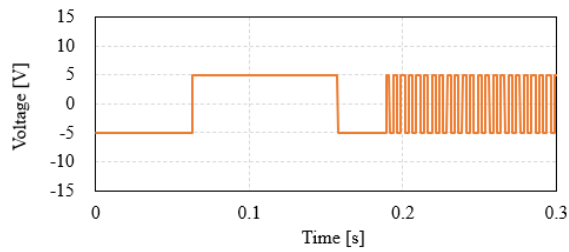


図3 出力電圧 ( $V_b$ 側)

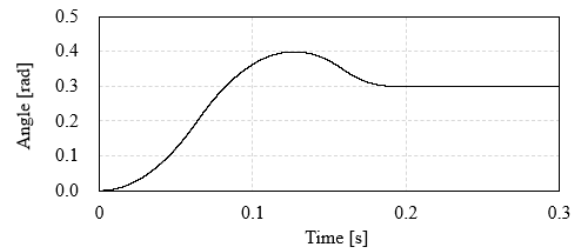


図6 モータの角度応答

図 7 条件 5 の波形

## 要望, 感想

自分が物理学科なことが原因かもしれませんが, 若干計算や用語の行間が大きいと感じています.  
(例:PD 制御は知っているが, イナーシャは知らなかった) 可能であれば, 補足があると助かります.