

図 1-1　図 1-2

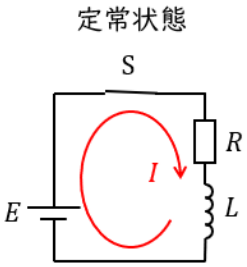


図 1-3

2.過渡現象におけるコンデンサの過渡状態と定常状態

① 過渡状態

コンデンサに蓄えられている電荷が零であるので，電流がものすごく流れやすい状態，すなわち**短絡**として考えます。

② 定常状態

コンデンサに十分に電荷が蓄えられているので，電流をこれ以上蓄えようとしない，すなわち**開放**として考えます。

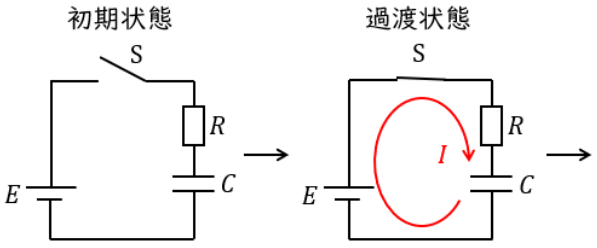


図 2-1　図 2-2

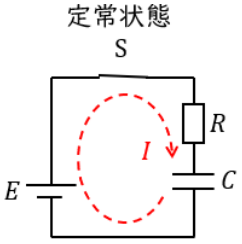


図 2-3

3.時定数

過渡現象におけるリアクトルやコンデンサの電圧の導出は微分方程式の計算を伴うため二種以上の範囲となりますが，図 3-1 や図 4-1 のような回路が与えられると，図 3-1 のリアクトル電圧 V_{L} [V] 及び回路を流れる電流 I_{L} [A]，図 4-1 のコンデンサ電圧 V_{C} [V] 及び回路を流れる電流 I_{C} [A] はそれぞれ，

$$V_{\mathrm{L}} = E\mathrm{e}^{-\frac{R}{L}t}$$

$$I_{\mathrm{L}} = \frac{E}{R}\left(1-\mathrm{e}^{-\frac{R}{L}t}\right)$$

$$V_{\mathrm{C}} = E\left(1-\mathrm{e}^{-\frac{t}{CR}}\right)$$

$$I_{\mathrm{C}} = \frac{E}{R}\mathrm{e}^{-\frac{t}{CR}}$$

で与えられ，$t=\frac{L}{R}$ 及び $t=CR$ となる時間を時定数 τ と呼びます。

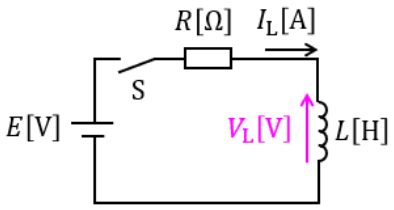


図 3-1

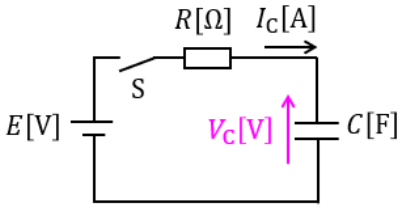


図 4-1

時定数 τ が大きくなると図 3-2 及び図 4-2 のように経過時間に対し，収束するまでの時間が遅くなります。

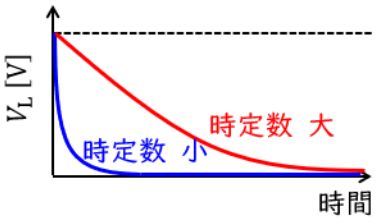


図 3-2

平成 24 年 問 10

問題　【難易度】★★★★☆（やや難しい）

交流電圧 v_a [V] の実効値 V_a [V] が 100 [V] で，抵抗負荷が接続された図 1 に示す半導体電力変換装置において，図 2 に示すようにラジアンで表した制御遅れ角 α [rad] を変えて出力直流電圧 v_d [V] の平均値 V_d [V] を制御する。

度数で表した制御遅れ角 α [°] に対する V_d [V] の関係として，適切なものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし，サイリスタの電圧降下は，無視する。

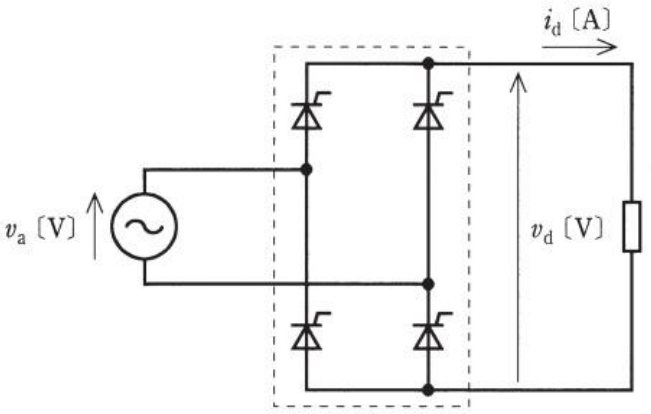


図 1

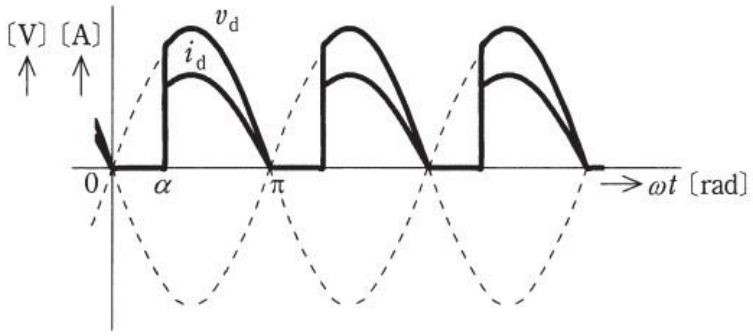
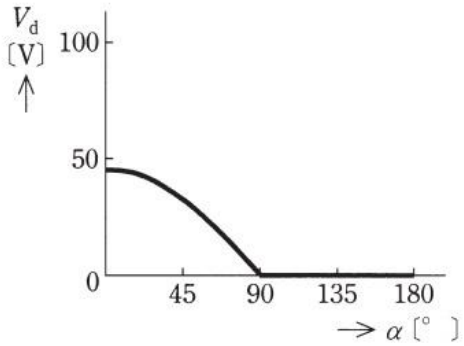
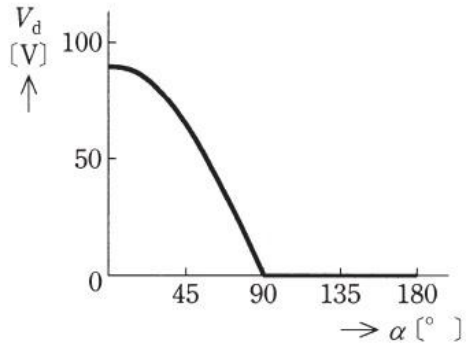


図 2

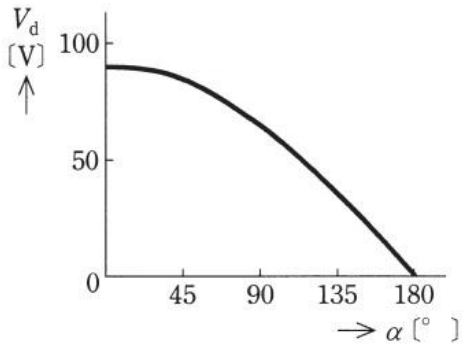
(1)


V_d
〔V〕
100
50
0
45
90
135
180
→ α〔° 〕

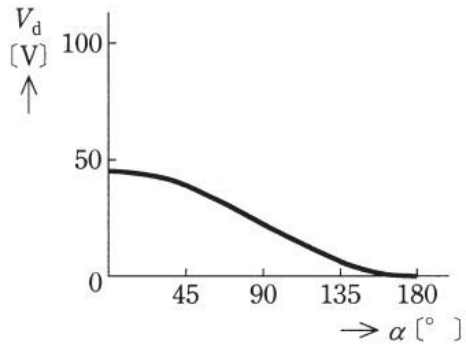
(2)


V_d
〔V〕
100
50
0
45
90
135
180
→ α〔° 〕

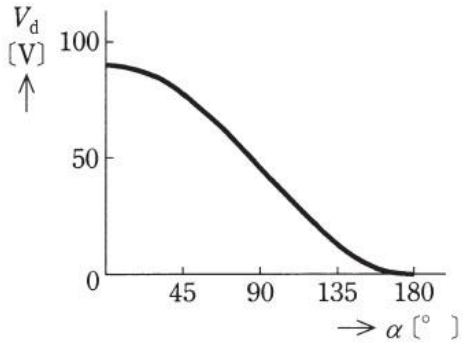
(3)


V_d
〔V〕
100
50
0
45
90
135
180
→ α〔° 〕

(4)


V_d
〔V〕
100
50
0
45
90
135
180
→ α〔° 〕

(5)


V_d
〔V〕
100
50
0
45
90
135
180
→ α〔° 〕

【正答チェック表】

日にち					
演習結果					

【ワンポイント解説】

パワーエレクトロニクスの問題ですが，問題で出力の波形が与えられているため，ほぼ数学の問題と言えると思います。積分計算が扱える方は，是非平均電圧の導出をやってみて下さい。積分計算をできない方は平均電圧の式を覚えることになります。

1.サイリスタによる全波整流回路の平均電圧

制御遅れ角 α [rad] で制御している全波整流回路の平均電圧 V_d [V] は，図 2 における α [rad] から π [rad] までの電圧の合計値を π で割ったものであるから，

$$\begin{aligned} V_\mathrm{d} &= \frac{1}{\pi}\int_{\alpha}^{\pi}\sqrt{2}V_\mathrm{a}\sin\omega t\,\mathrm{d}\omega t \\ &= \frac{\sqrt{2}}{\pi}V_\mathrm{a}[-\cos\omega t]_{\alpha}^{\pi} \\ &= \frac{\sqrt{2}}{\pi}V_\mathrm{a}(1+\cos\alpha) \\ &\simeq 0.45V_\mathrm{a}(1+\cos\alpha) \end{aligned}$$

または，

$$V_\mathrm{d} \simeq 0.9V_\mathrm{a}\frac{1+\cos\alpha}{2}$$

となります。

【解答】

解答：(5)

$\alpha = 0^\circ$ の時，

$$\begin{aligned} V_\mathrm{d}(0°) &\simeq 0.9V_\mathrm{a}\frac{1+\cos\alpha}{2} \\ &= 0.9\times100\times\frac{1+\cos0°}{2} \\ &= 0.9\times100\times\frac{1+1}{2} \\ &= 90\ [\mathrm{V}] \end{aligned}$$

であり，$\alpha = 90^\circ$ の時，

$$\begin{aligned} V_\mathrm{d}(90°) &\simeq 0.9V_\mathrm{a}\frac{1+\cos\alpha}{2} \\ &= 0.9\times100\times\frac{1+\cos90°}{2} \\ &= 0.9\times100\times\frac{1+0}{2} \\ &= 45\ [\mathrm{V}] \end{aligned}$$

となり，$\alpha = 180^\circ$ の時，

$$\begin{aligned} V_\mathrm{d}(180°) &\simeq 0.9V_\mathrm{a}\frac{1+\cos\alpha}{2} \\ &= 0.9\times100\times\frac{1+\cos180°}{2} \\ &= 0.9\times100\times\frac{1-1}{2} \\ &= 0\ [\mathrm{V}] \end{aligned}$$

となる。この条件を満たすグラフは(5)となる。