

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1回

パワエレ

(過去問解説 半導体デバイスと整流)

2022.03.05 Sat

H23 問10

問10 半導体電力変換装置では、整流ダイオード、サイリスタ、パワートランジスタ(バイポーラパワートランジスタ)、パワー MOSFET、IGBT などのパワー半導体デバイスがバルブデバイスとして用いられている。

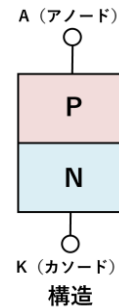
バルブデバイスに関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 整流ダイオードは、n 形半導体と p 形半導体とによる pn 接合で整流を行う。
- (2) 逆阻止三端子サイリスタは、ターンオンだけが制御可能なバルブデバイスである。
- (3) パワートランジスタは、遮断領域と能動領域とを切り換えて電力スイッチとして使用する。
- (4) パワー MOSFET は、主に電圧が低い変換装置において高い周波数でスイッチングする用途に用いられる。
- (5) IGBT は、バイポーラと MOSFET との複合機能デバイスであり、それぞれの長所を併せもつ。

導出のポイント

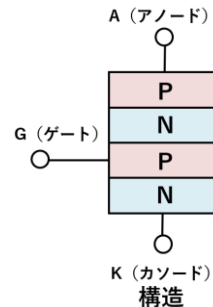
(1) 整流ダイオードは、n形半導体とp形半導体とによるpn接合で整流を行う。

ダイオード
アノードからカソードに電流を流す。
逆方向には電流を流さない整流作用を持つ。

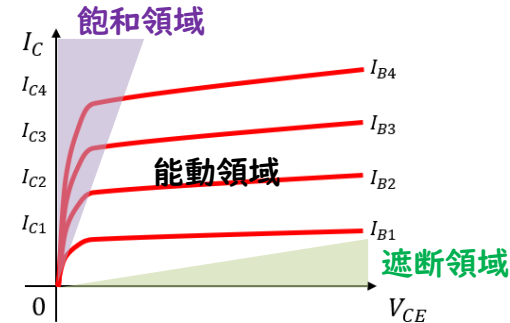


(2) 逆阻止三端子サイリスタは、ターンオンだけが制御可能なバルブデバイスである。

サイリスタ
ゲート端子に電圧をかけることでONの
タイミングを制御できる。
一度ONになると、ダイオードと同じ動作を
する。



(3) パワートランジスタは、遮断領域と能動領域とを切り換えて電力スイッチとして使用する。

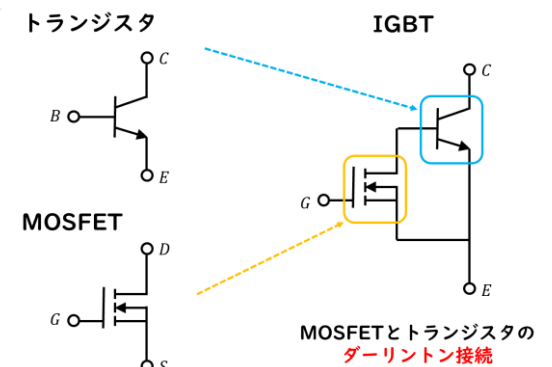


電力スイッチでは、 $V_{CE} - I_C$ 特性の
遮断領域と飽和領域を用いる。

(4) パワー MOSFET は、主に電圧が低い変換装置において高い周波数でスイッチングする用途に用いられる。

バイポーラトランジスタ：低い周波数
IGBT：中域の周波数。MOSFETに比べて大電流が得意
パワーMOSFET：高い周波数。IGBTに比べて大電圧が得意

(5) IGBT は、バイポーラと MOSFET との複合機能デバイスであり、それぞれの長所を併せもつ。



H23 問10

問10 半導体電力変換装置では、整流ダイオード、サイリスタ、パワートランジスタ(バイポーラパワートランジスタ)、パワー MOSFET、IGBT などのパワー半導体デバイスがバルブデバイスとして用いられている。

バルブデバイス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。

- (1) 整流ダイオードは、n 形半導体と p 形半導体とによる pn 接合で整流を行う。
- (2) 逆阻止三端子サイリスタは、ターンオンだけが制御可能なバルブデバイスである。
- (3) パワートランジスタは、遮断領域と能動領域とを切り換えて電力スイッチとして使用する。
- (4) パワー MOSFET は、主に電圧が低い変換装置において高い周波数でスイッチングする用途に用いられる。
- (5) IGBT は、バイポーラと MOSFET との複合機能デバイスであり、それぞれの長所を併せもつ。

R02 問10

問 10 パワー半導体スイッチングデバイスとしては近年、主に IGBT とパワー MOSFET が用いられている。両者を比較した記述として、誤っているものを次の

(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) IGBT は電圧駆動形であり、ゲート・エミッタ間の電圧によってオン・オフを制御する。
- (2) パワーMOSFET は電流駆動形であり、キャリア蓄積効果があることからスイッチング損失が大きい。
- (3) パワーMOSFET はユニポーラデバイスであり、バイポーラ形のデバイスと比べてオン状態の抵抗が高い。
- (4) IGBT はバイポーラトランジスタにパワーMOSFET の特徴を組み合わせることにより、スイッチング特性を改善している。
- (5) パワーMOSFET ではシリコンのかわりに SiC を用いることで、高耐圧化をしつつオン状態の抵抗を低くすることが可能になる。

導出のポイント

問 10 パワー半導体スイッチングデバイスとしては近年、主に IGBT とパワー MOSFET が用いられている。両者を比較した記述として、誤っているものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

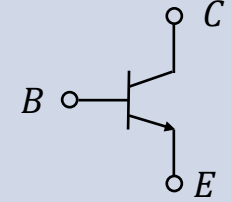
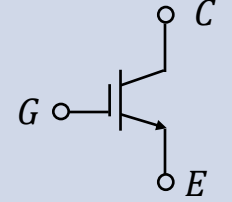
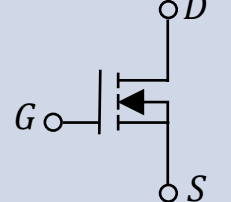
- (1) IGBT は電圧駆動形であり、ゲート・エミッタ間の電圧によってオン・オフを制御する。
- (2) パワーMOSFET は電流駆動形であり、キャリア蓄積効果があることからスイッチング損失が大きい。**
- (3) パワーMOSFET はユニポーラデバイスであり、バイポーラ形のデバイスと比べてオン状態の抵抗が高い。
- (4) IGBT はバイポーラトランジスタにパワーMOSFET の特徴を組み合わせることにより、スイッチング特性を改善している。
- (5) パワーMOSFET ではシリコンのかわりに SiC を用いることで、高耐圧化をしつつオン状態の抵抗を低くすることが可能になる。

材料

Si (シリコン) : 一般に普及しているもの

SiC : 高耐圧、低損失、大電力用途

GaN : 高速動作用 (無線通信の送受信用途)

	バイポーラトランジスタ	IGBT	MOSFET
シンボル			
制御方式	電流駆動	電圧駆動	電圧駆動
損失	$V_{CEsat} I_C$ 電流に比例	$V_{CEsat} I_C$ 電流に比例	$R_{on} I_{DS}^2$ 電流の二乗に比例
入力インピーダンス	—	高い	高い
動作帯域	低域	中域 ~ 20kHz	高域 ~ 100kHz, 1 MHz

H26 問10

問10 次の文章は、単相半波ダイオード整流回路に関する記述である。

抵抗とリアクトルとを直列接続した負荷に電力を供給する単相半波ダイオード整流回路を図1に示す。スイッチSを開いて運転したときに、負荷力率に応じて負荷電圧 e_d の波形は図2の(ア)となり、負荷電流 i_d の波形は図2の(イ)となった。次にスイッチSを閉じ、環流ダイオードを接続して運転したときには、負荷電圧 e_d の波形は図2の(ウ)となり、負荷電流の流れる期間は、スイッチSを開いて運転したときよりも(エ)。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)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。

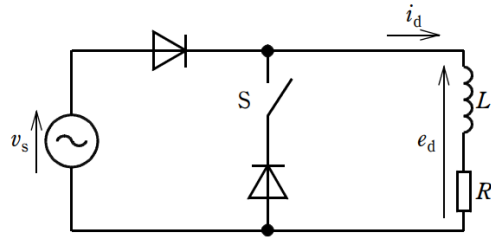
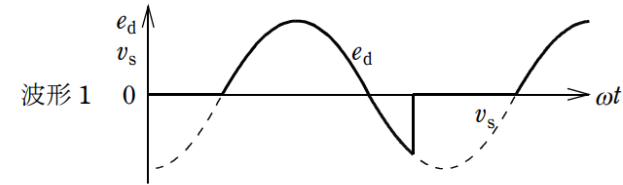
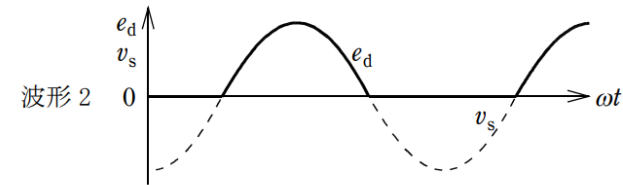


図1

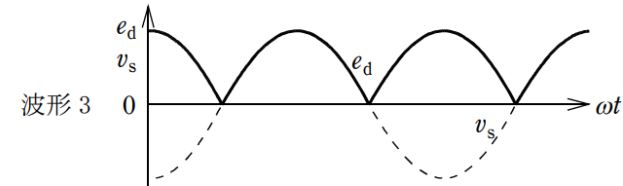
	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	波形2	波形4	波形3	長くなる
(2)	波形1	波形5	波形2	長くなる
(3)	波形1	波形5	波形3	短くなる
(4)	波形1	波形4	波形2	長くなる
(5)	波形2	波形5	波形3	短くなる



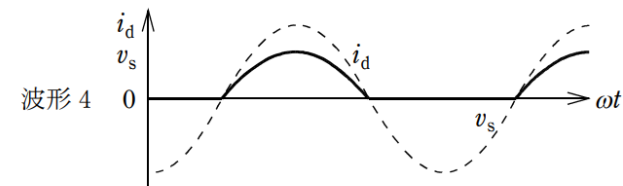
波形1



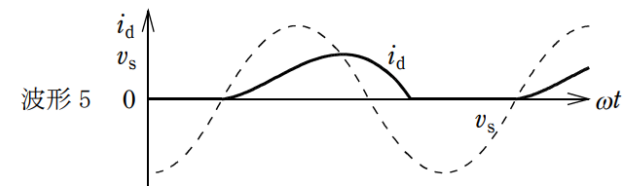
波形2



波形3



波形4

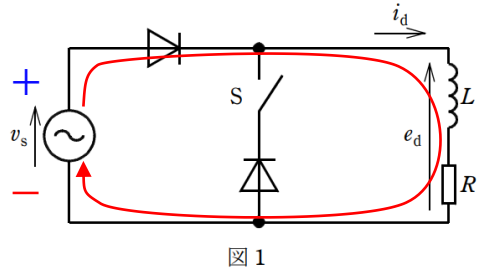


波形5

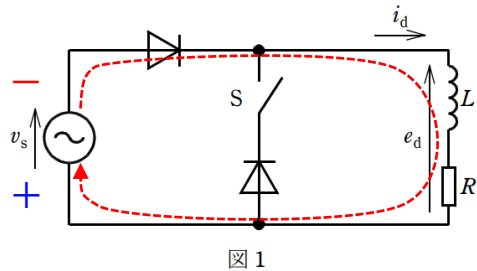
図2

導出のポイント

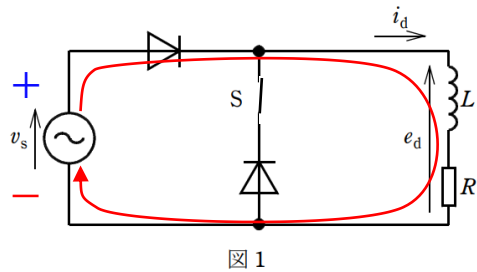
スイッチ：開
 $v_s > 0$



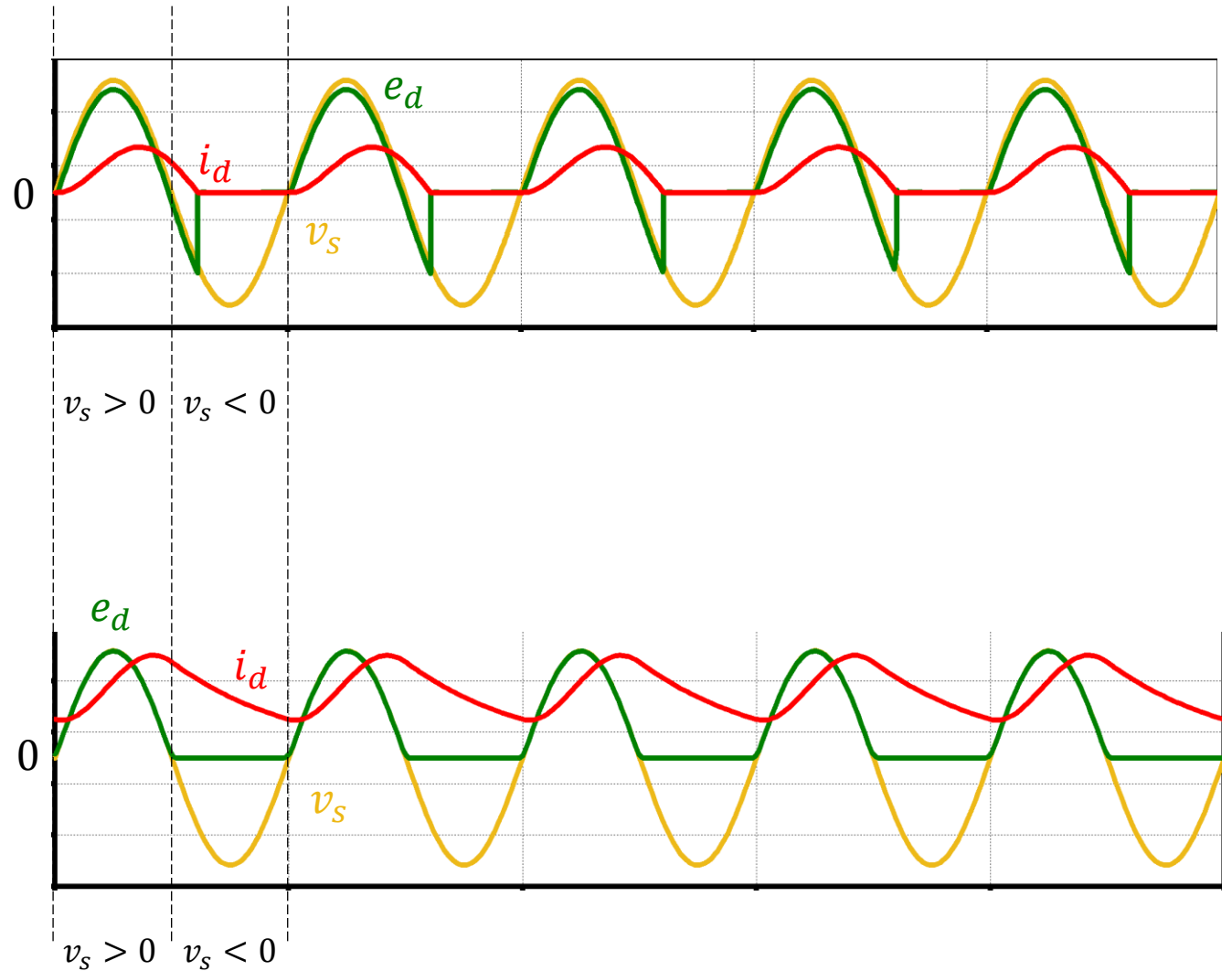
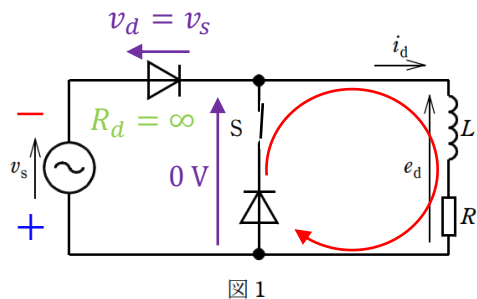
スイッチ：開
 $v_s < 0$



スイッチ：閉
 $v_s > 0$



スイッチ：閉
 $v_s < 0$



H26 問10

問10 次の文章は、単相半波ダイオード整流回路に関する記述である。

抵抗とリアクトルとを直列接続した負荷に電力を供給する単相半波ダイオード整流回路を図1に示す。スイッチSを開いて運転したときに、負荷力率に応じて負荷電圧 e_d の波形は図2の(ア)となり、負荷電流 i_d の波形は図2の(イ)となった。次にスイッチSを閉じ、環流ダイオードを接続して運転したときには、負荷電圧 e_d の波形は図2の(ウ)となり、負荷電流の流れる期間は、スイッチSを開いて運転したときよりも(エ)。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)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。

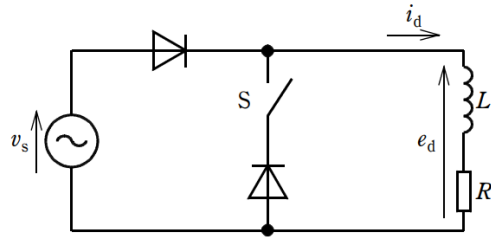


図1

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	波形2	波形4	波形3	長くなる
(2)	波形1	波形5	波形2	長くなる
(3)	波形1	波形5	波形3	短くなる
(4)	波形1	波形4	波形2	長くなる
(5)	波形2	波形5	波形3	短くなる

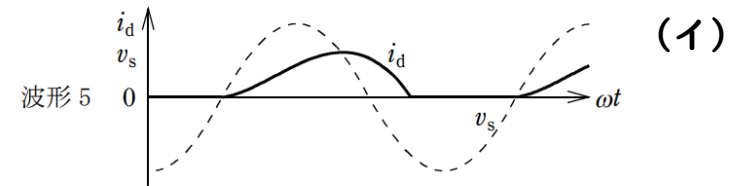
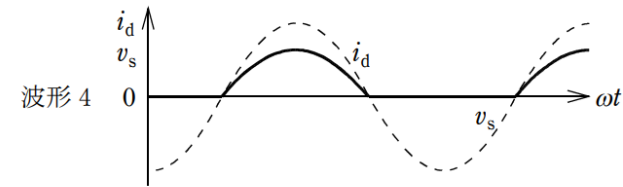
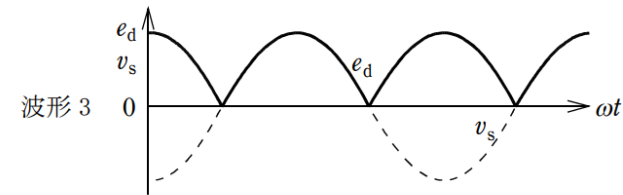
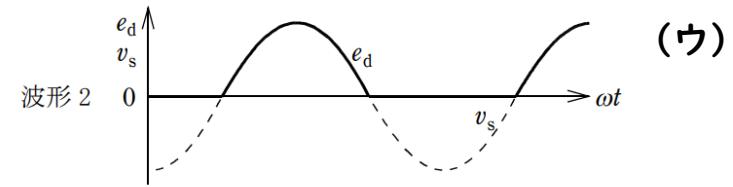
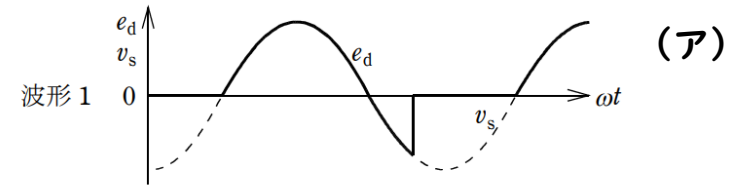


図2

H23 問9

問9 次の文章は、単相双方向サイリスタスイッチに関する記述である。

図1は、交流電源と抵抗負荷との間にサイリスタ S_1 、 S_2 で構成された単相双方向スイッチを挿入した回路を示す。図示する電圧の方向を正とし、サイリスタの両端にかかる電圧 v_{th} が図2(下)の波形であった。

サイリスタ S_1 、 S_2 の運転として、このような波形となりえるものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

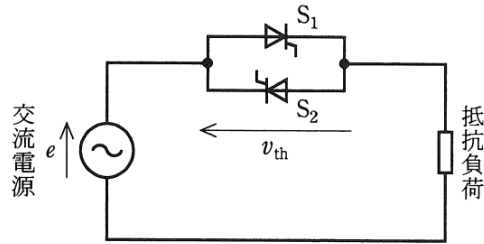


図1

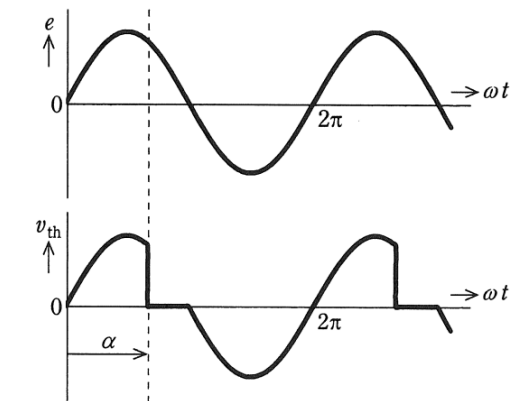


図2 (上)交流電源電圧波形
(下)サイリスタ S_1 、 S_2 の両端電圧 v_{th} の波形

- (1) S_1 、 S_2 とも制御遅れ角 α で運転
- (2) S_1 は制御遅れ角 α 、 S_2 は制御遅れ角 0 で運転
- (3) S_1 は制御遅れ角 α 、 S_2 はサイリスタをトリガ(点弧)しないで運転
- (4) S_1 は制御遅れ角 0 、 S_2 は制御遅れ角 α で運転
- (5) S_1 はサイリスタをトリガ(点弧)しないで、 S_2 は制御遅れ角 α で運転

導出のポイント

問9 次の文章は、単相双方向サイリスタスイッチに関する記述である。

図1は、交流電源と抵抗負荷との間にサイリスタ S_1 、 S_2 で構成された単相双方向スイッチを挿入した回路を示す。図示する電圧の方向を正とし、サイリスタの両端にかかる電圧 v_{th} が図2(下)の波形であった。

サイリスタ S_1 、 S_2 の運転として、このような波形となりえるものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

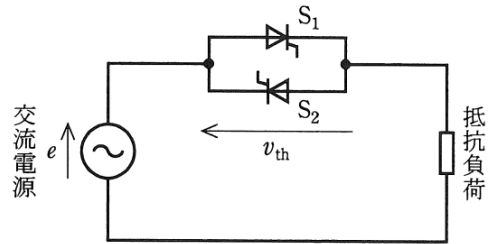


図1

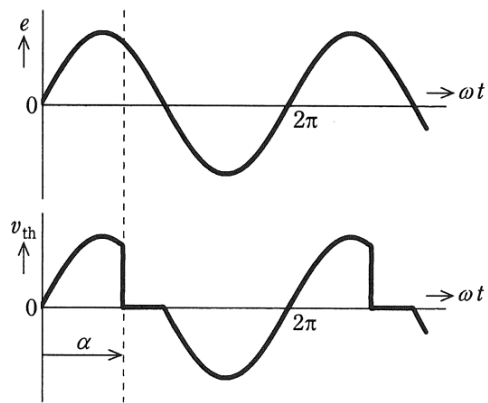
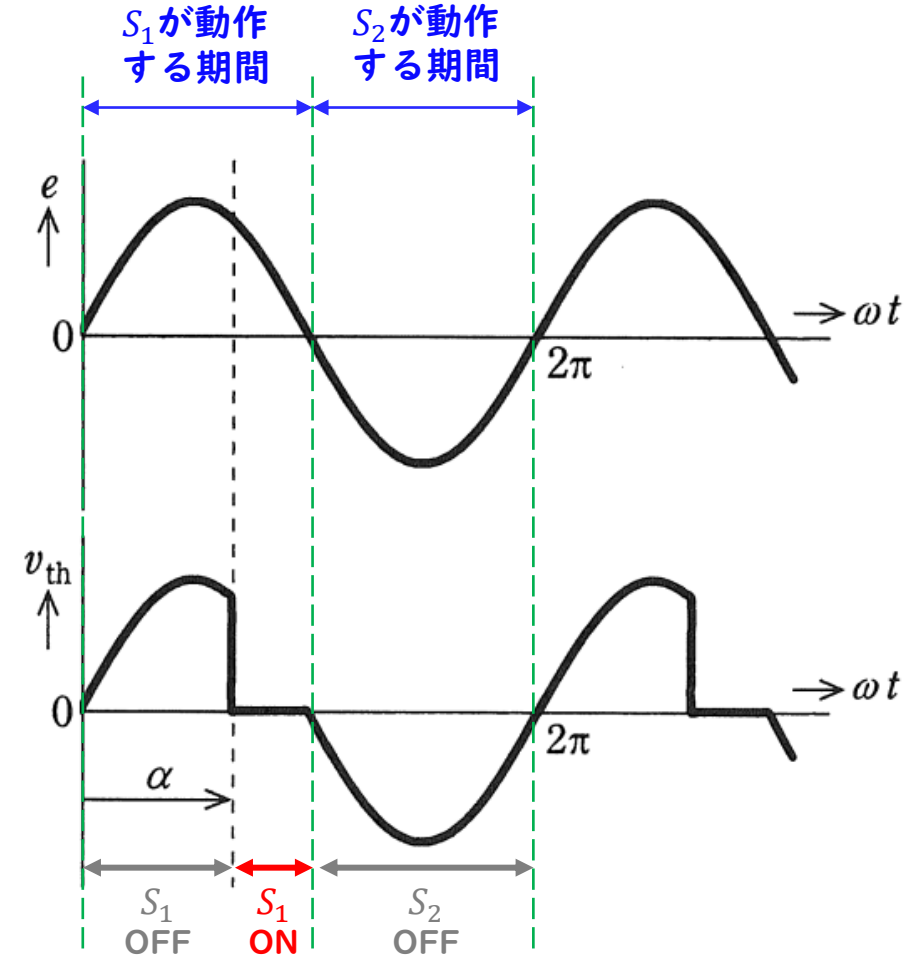


図2 (上)交流電源電圧波形
(下)サイリスタ S_1 、 S_2 の両端電圧 v_{th} の波形

サイリスタの電圧 = 電源電圧
→サイリスタ OFF

サイリスタの電圧 ~ 0V
→サイリスタ ON



S_1 の制御角 α S_2 トリガなし

H23 問9

問9 次の文章は、単相双方向サイリスタスイッチに関する記述である。

図1は、交流電源と抵抗負荷との間にサイリスタ S_1 、 S_2 で構成された単相双方向スイッチを挿入した回路を示す。図示する電圧の方向を正とし、サイリスタの両端にかかる電圧 v_{th} が図2(下)の波形であった。

サイリスタ S_1 、 S_2 の運転として、このような波形となりえるものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

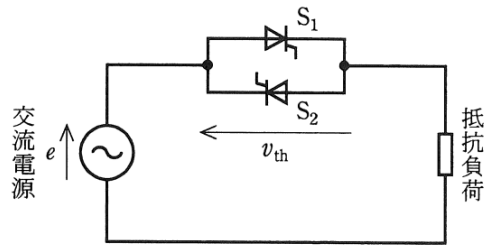


図1

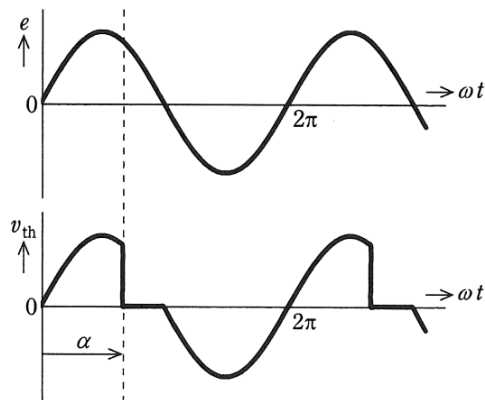


図2 (上)交流電源電圧波形
(下)サイリスタ S_1 、 S_2 の両端電圧 v_{th} の波形

- (1) S_1 、 S_2 とも制御遅れ角 α で運転
- (2) S_1 は制御遅れ角 α 、 S_2 は制御遅れ角 0 で運転
- (3) S_1 は制御遅れ角 α 、 S_2 はサイリスタをトリガ(点弧)しないで運転
- (4) S_1 は制御遅れ角 0 、 S_2 は制御遅れ角 α で運転
- (5) S_1 はサイリスタをトリガ(点弧)しないで、 S_2 は制御遅れ角 α で運転

RO1 問10

問10 次の文章は、単相サイリスタ整流回路に関する記述である。

図1には純抵抗負荷に接続された単相サイリスタ整流回路を示し、 $T_1 \sim T_4$ のサイリスタはオン電圧降下を無視できるものとする。また、図1中の矢印の方向を正とした交流電源の電圧 $v = V \sin \omega t$ [V] 及び直流側電圧 v_d の波形をそれぞれ破線及び実線で図2に示す。

図2に示した交流電圧の位相において、 $\pi < \omega t < 2\pi$ の位相で同時にオン信号を与えるサイリスタは (ア) である。

交流電圧1サイクルの中で、例えばサイリスタ T_4 から T_2 へ導通するサイリスタが換わる動作を考える。 T_4 がオンしている状態から位相 π で電流が零になると、 T_4 はオフ状態となる。その後、制御遅れ角 α を経て T_2 にオン信号を与えると、電流が T_2 に流れる。このとき既に電流が零になった T_4 には、交流電圧 v が (イ) として印加される。すなわち、(ウ) であるサイリスタは、極性が変わる交流電圧を利用してターンオフすることができる。

次に交流電圧と直流側電圧の関係について考える。サイリスタ T_2 と T_3 がオンしている期間は交流電源の (エ) と直流回路のN母線が同じ電位になるので、このときの直流側電圧 v_d は (オ) と等しくなる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)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。

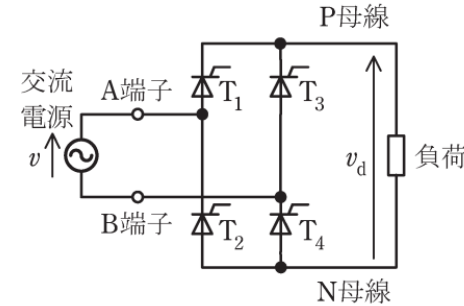


図1

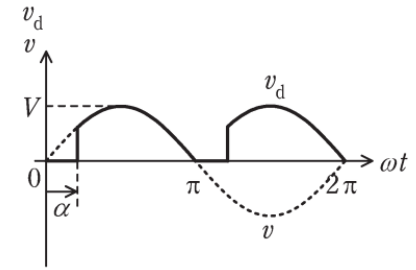


図2

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	T_2 と T_3	順電圧	オン制御 デバイス	A 端子	交流電圧の 逆方向電圧 $-v$
(2)	T_1 と T_4	逆電圧	オン制御 デバイス	B 端子	交流電圧 v
(3)	T_2 と T_3	逆電圧	オン制御 デバイス	A 端子	交流電圧の 逆方向電圧 $-v$
(4)	T_1 と T_4	順電圧	オンオフ制御 デバイス	B 端子	交流電圧の 逆方向電圧 $-v$
(5)	T_2 と T_3	逆電圧	オンオフ制御 デバイス	B 端子	交流電圧 v

導出のポイント

問 10 次の文章は、単相サイリスタ整流回路に関する記述である。

図 1 には純抵抗負荷に接続された単相サイリスタ整流回路を示し、 $T_1 \sim T_4$ のサイリスタはオン電圧降下を無視できるものとする。また、図 1 中の矢印の方向を正とした交流電源の電圧 $v = V \sin \omega t$ [V] 及び直流側電圧 v_d の波形をそれぞれ破線及び実線で図 2 に示す。

図 2 に示した交流電圧の位相において、 $\pi < \omega t < 2\pi$ の位相で同時にオン信号を与えるサイリスタは である。

交流電圧 1 サイクルの中で、例えばサイリスタ T_4 から T_2 へ導通するサイリスタが換わる動作を考える。 T_4 がオンしている状態から位相 π で電流が零になると、 T_4 はオフ状態となる。その後、制御遅れ角 α を経て T_2 にオン信号を与えると、電流が T_2 に流れる。このとき既に電流が零になった T_4 には、交流電圧 v が として印加される。すなわち、 であるサイリスタは、極性が変わる交流電圧を利用してターンオフすることができる。

次に交流電圧と直流側電圧の関係について考える。サイリスタ T_2 と T_3 がオンしている期間は交流電源の と直流回路の N 母線が同じ電位になるので、このときの直流側電圧 v_d は と等しくなる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)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。

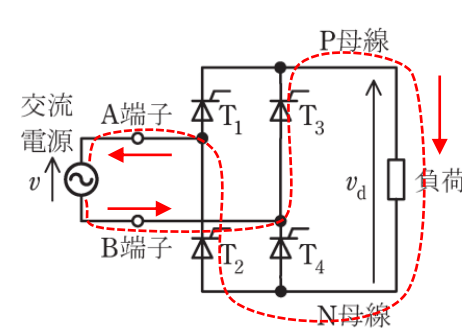


図 1

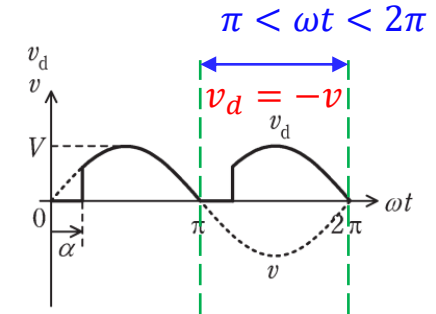


図 2

T_2, T_3 ON (順電圧)

T_2, T_3 ON (順電圧)

T_1, T_4 OFF (逆電圧)

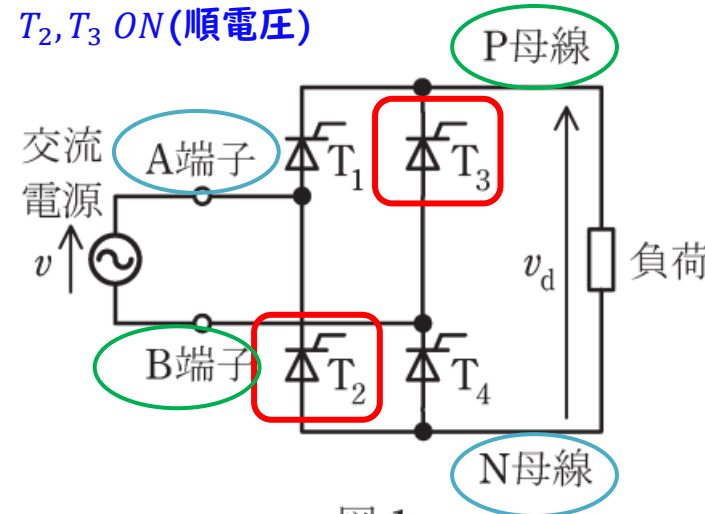


図 1

B端子とP母線が同電位

A端子とN母線が同電位

RO1 問10

問10 次の文章は、単相サイリスタ整流回路に関する記述である。

図1には純抵抗負荷に接続された単相サイリスタ整流回路を示し、 $T_1 \sim T_4$ のサイリスタはオン電圧降下を無視できるものとする。また、図1中の矢印の方向を正とした交流電源の電圧 $v = V \sin \omega t$ [V] 及び直流側電圧 v_d の波形をそれぞれ破線及び実線で図2に示す。

図2に示した交流電圧の位相において、 $\pi < \omega t < 2\pi$ の位相で同時にオン信号を与えるサイリスタは である。

交流電圧1サイクルの中で、例えばサイリスタ T_4 から T_2 へ導通するサイリスタが換わる動作を考える。 T_4 がオンしている状態から位相 π で電流が零になると、 T_4 はオフ状態となる。その後、制御遅れ角 α を経て T_2 にオン信号を与えると、電流が T_2 に流れる。このとき既に電流が零になった T_4 には、交流電圧 v が として印加される。すなわち、 であるサイリスタは、極性が変わる交流電圧を利用してターンオフすることができる。

次に交流電圧と直流側電圧の関係について考える。サイリスタ T_2 と T_3 がオンしている期間は交流電源の と直流回路のN母線が同じ電位になるので、このときの直流側電圧 v_d は と等しくなる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)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。

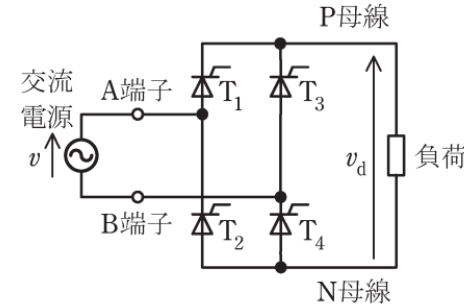


図1

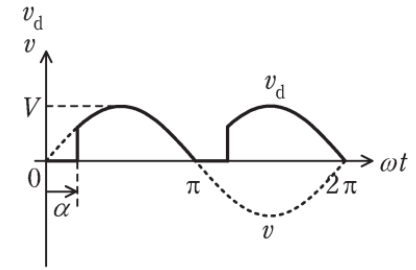


図2

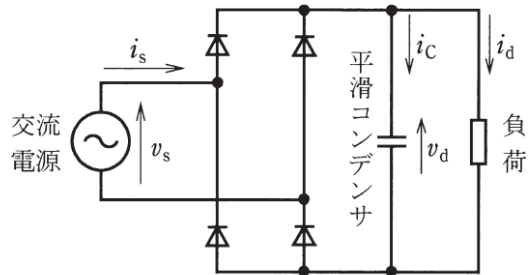
	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	T_2 と T_3	順電圧	オン制御 デバイス	A 端子	交流電圧の 逆方向電圧 $-v$
(2)	T_1 と T_4	逆電圧	オン制御 デバイス	B 端子	交流電圧 v
(3)	T_2 と T_3	逆電圧	オン制御 デバイス	A 端子	交流電圧の 逆方向電圧 $-v$
(4)	T_1 と T_4	順電圧	オンオフ制御 デバイス	B 端子	交流電圧の 逆方向電圧 $-v$
(5)	T_2 と T_3	逆電圧	オンオフ制御 デバイス	B 端子	交流電圧 v

H25 問9

問9 次の文章は、下図に示すような平滑コンデンサをもつ単相ダイオードブリッジ整流回路に関する記述である。

図の回路において、平滑コンデンサの電流 i_c は、交流電流 i_s を整流した電流と負荷に供給する電流 i_d との差となり、電圧 v_d は 波形となる。この平滑コンデンサをもつ整流回路は、負荷側からみると直流の として動作する。

交流電源は、負荷インピーダンスに比べ電源インピーダンスが非常に小さいことが一般的であるので、通常用途では交流の として扱われる。この回路の交流電流 i_s は、正負の 波形となる。これに対して、図には示していないが、リアクトルを交流電源と整流回路との間に挿入するなどして、波形を改善することが多い。



上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)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。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	脈動する	電圧源	電圧源	パルス状の
(2)	正負に反転する	電流源	電圧源	パルス状の
(3)	脈動する	電圧源	電圧源	ほぼ方形波の
(4)	正負に反転する	電圧源	電流源	パルス状の
(5)	正負に反転する	電流源	電流源	ほぼ方形波の

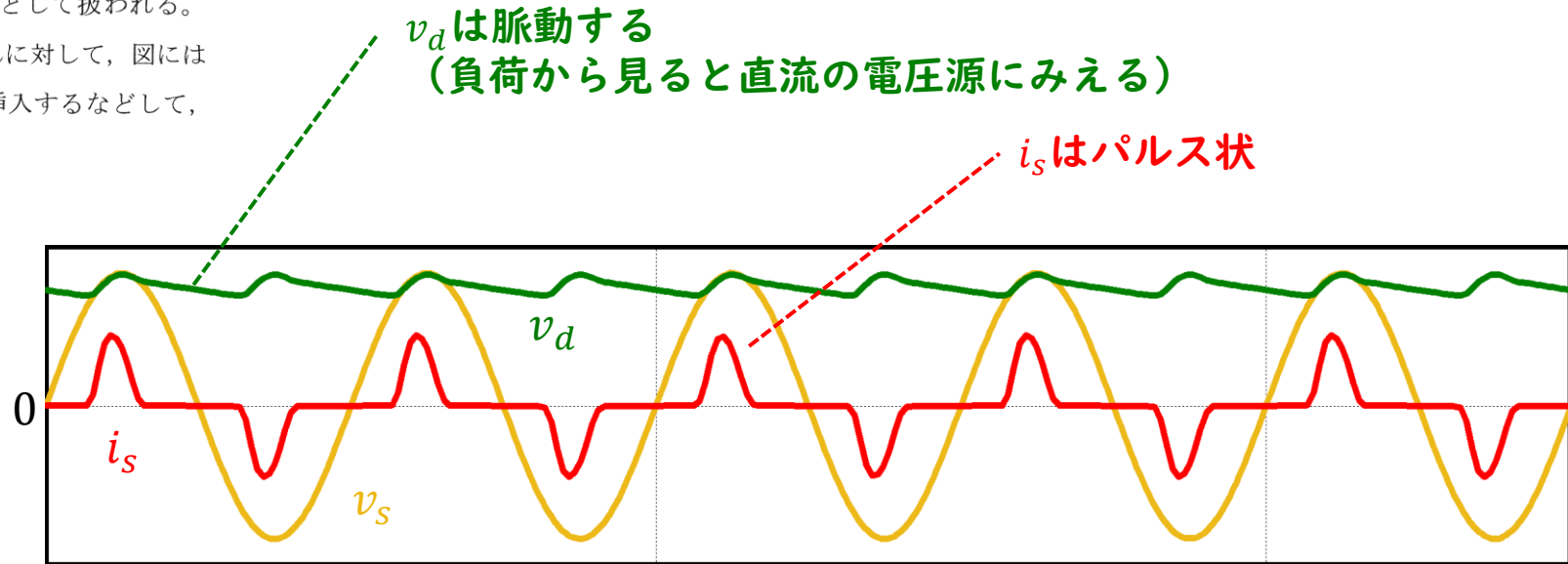
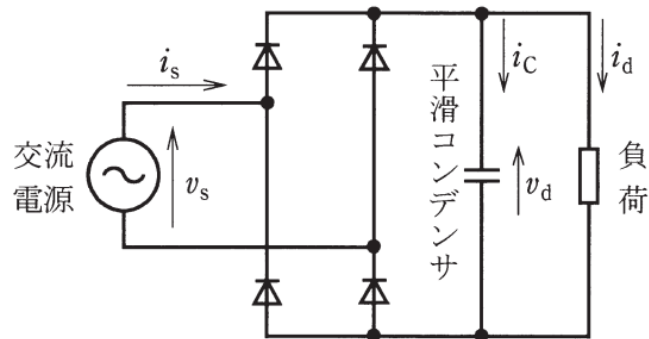
導出のポイント

問9 次の文章は、下図に示すような平滑コンデンサをもつ単相ダイオードブリッジ整流回路に関する記述である。

図の回路において、平滑コンデンサの電流 i_c は、交流電流 i_s を整流した電流と負荷に供給する電流 i_d との差となり、電圧 v_d は 波形となる。この平滑コンデンサをもつ整流回路は、負荷側からみると直流の として動作する。

交流電源は、負荷インピーダンスに比べ電源インピーダンスが非常に小さいことが一般的であるので、通常用途では交流の として扱われる。この回路の交流電流 i_s は、正負の 波形となる。これに対して、図には示していないが、リアクトルを交流電源と整流回路との間に挿入するなどして、波形を改善することが多い。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	脈動する	電圧源	電圧源	パルス状の
(2)	正負に反転する	電流源	電圧源	パルス状の
(3)	脈動する	電圧源	電圧源	ほぼ方形波の
(4)	正負に反転する	電圧源	電流源	パルス状の
(5)	正負に反転する	電流源	電流源	ほぼ方形波の

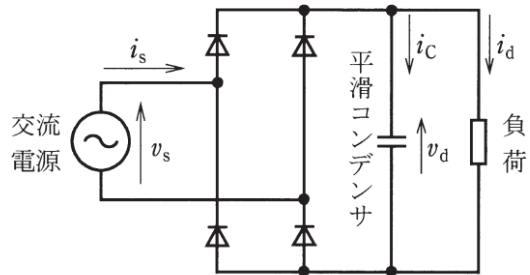


H25 問9

問9 次の文章は、下図に示すような平滑コンデンサをもつ単相ダイオードブリッジ整流回路に関する記述である。

図の回路において、平滑コンデンサの電流 i_c は、交流電流 i_s を整流した電流と負荷に供給する電流 i_d との差となり、電圧 v_d は 波形となる。この平滑コンデンサをもつ整流回路は、負荷側からみると直流の として動作する。

交流電源は、負荷インピーダンスに比べ電源インピーダンスが非常に小さいことが一般的であるので、通常用途では交流の として扱われる。この回路の交流電流 i_s は、正負の 波形となる。これに対して、図には示していないが、リアクトルを交流電源と整流回路との間に挿入するなどして、波形を改善することが多い。



上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)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。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	脈動する	電圧源	電圧源	パルス状の
(2)	正負に反転する	電流源	電圧源	パルス状の
(3)	脈動する	電圧源	電圧源	ほぼ方形波の
(4)	正負に反転する	電圧源	電流源	パルス状の
(5)	正負に反転する	電流源	電流源	ほぼ方形波の

H29 問11

問11 図1は、平滑コンデンサをもつ单相ダイオードブリッジ整流器の基本回路である。なお、この回路のままでは電流波形に高調波が多く含まれるので、実用化に当たっては注意が必要である。

図1の基本回路において、一定の角周波数 ω の交流電源電圧を v_s 、電源電流を i_1 、図中のダイオードの電流を i_2, i_3, i_4, i_5 とする。平滑コンデンサの静電容量は、負荷抵抗の値とで決まる時定数が電源の1周期に対して十分に大きくなるように選ばれている。図2は交流電源電圧 v_s に対する各部の電流波形の候補を示している。図1の電流 i_1, i_2, i_3, i_4, i_5 の波形として正しい組合せを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

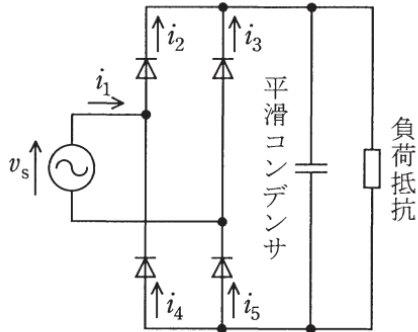


図1

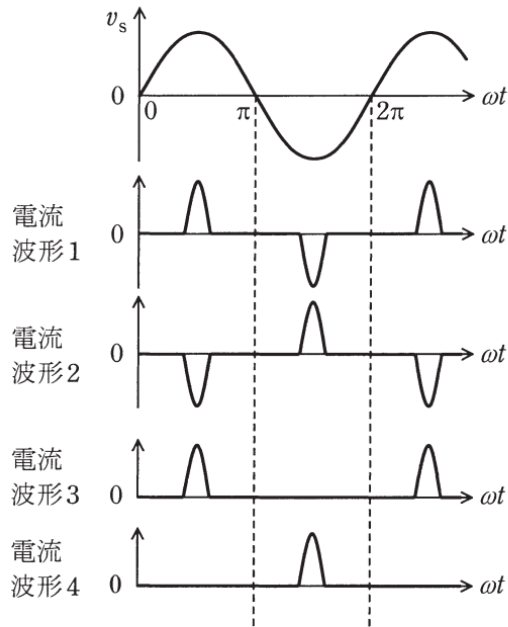


図2

	i_1	i_2	i_3	i_4	i_5
(1)	電流波形1	電流波形4	電流波形3	電流波形3	電流波形4
(2)	電流波形2	電流波形3	電流波形4	電流波形4	電流波形3
(3)	電流波形1	電流波形4	電流波形3	電流波形4	電流波形3
(4)	電流波形2	電流波形4	電流波形3	電流波形3	電流波形4
(5)	電流波形1	電流波形3	電流波形4	電流波形4	電流波形3

導出のポイント

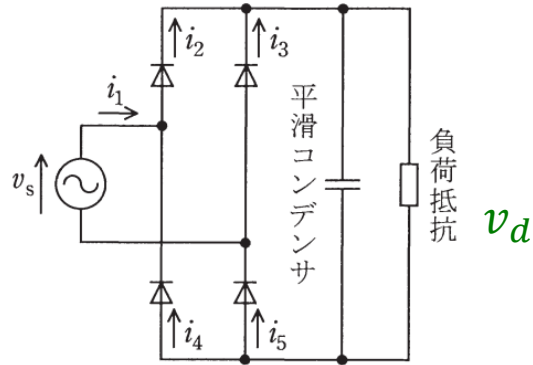
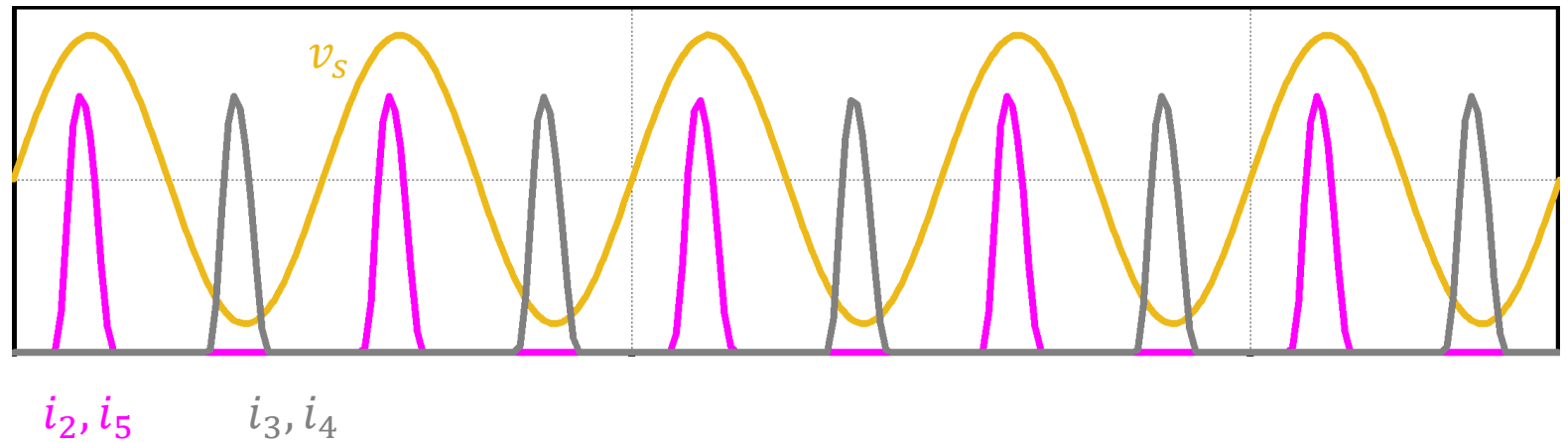
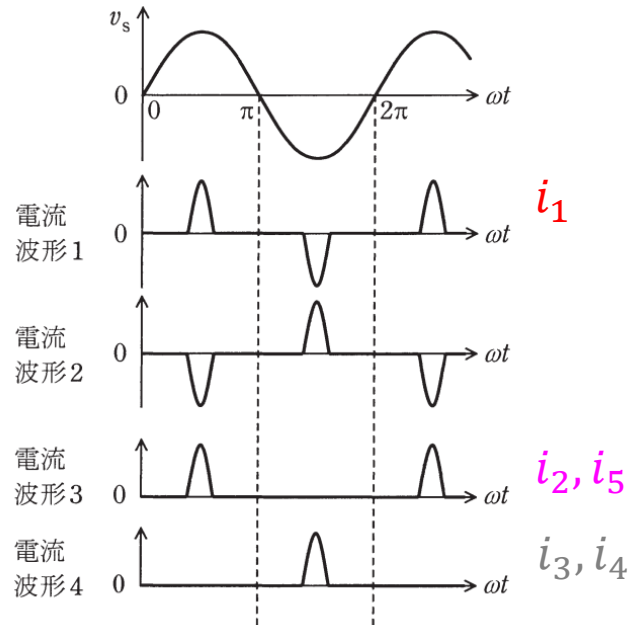
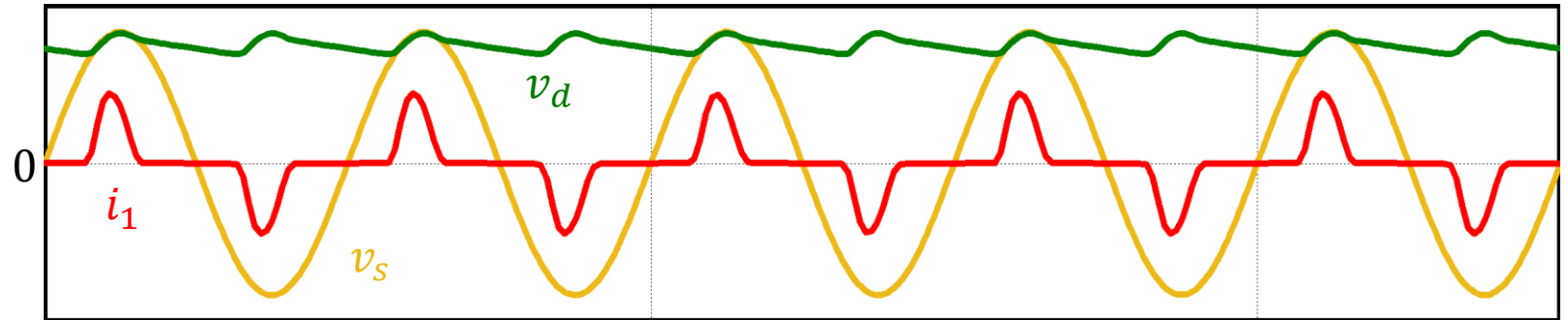


図 1



H29 問11

問11 図1は、平滑コンデンサをもつ单相ダイオードブリッジ整流器の基本回路である。なお、この回路のままでは電流波形に高調波が多く含まれるので、実用化に当たっては注意が必要である。

図1の基本回路において、一定の角周波数 ω の交流電源電圧を v_s 、電源電流を i_1 、図中のダイオードの電流を i_2, i_3, i_4, i_5 とする。平滑コンデンサの静電容量は、負荷抵抗の値とで決まる時定数が電源の1周期に対して十分に大きくなるように選ばれている。図2は交流電源電圧 v_s に対する各部の電流波形の候補を示している。図1の電流 i_1, i_2, i_3, i_4, i_5 の波形として正しい組合せを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

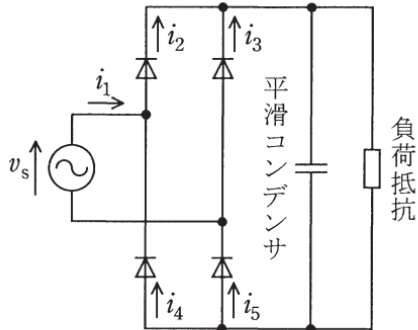


図1

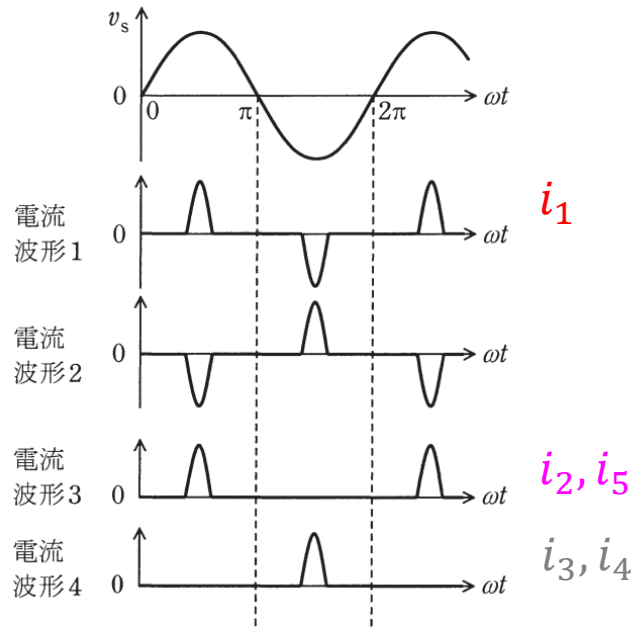


図2

	i_1	i_2	i_3	i_4	i_5
(1)	電流波形1	電流波形4	電流波形3	電流波形3	電流波形4
(2)	電流波形2	電流波形3	電流波形4	電流波形4	電流波形3
(3)	電流波形1	電流波形4	電流波形3	電流波形4	電流波形3
(4)	電流波形2	電流波形4	電流波形3	電流波形3	電流波形4
(5)	電流波形1	電流波形3	電流波形4	電流波形4	電流波形3

H28 問16

問16 純抵抗を負荷とした単相サイリスタ全波整流回路の動作について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 図1に単相サイリスタ全波整流回路を示す。サイリスタ $T_1 \sim T_4$ に制御遅れ角 $\alpha = \frac{\pi}{2}$ [rad] でゲート信号を与えて運転しようとしている。 T_2 及び T_3 のゲート信号は正しく与えられたが、 T_1 及び T_4 のゲート信号が全く与えられなかった場合の出力電圧波形を e_{d1} とし、正しく $T_1 \sim T_4$ にゲート信号が与えられた場合の出力電圧波形を e_{d2} とする。図2の波形1～波形3から、 e_{d1} と e_{d2} の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。

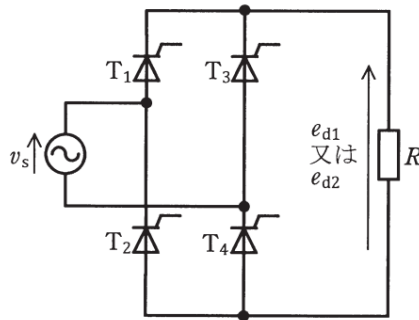


図1

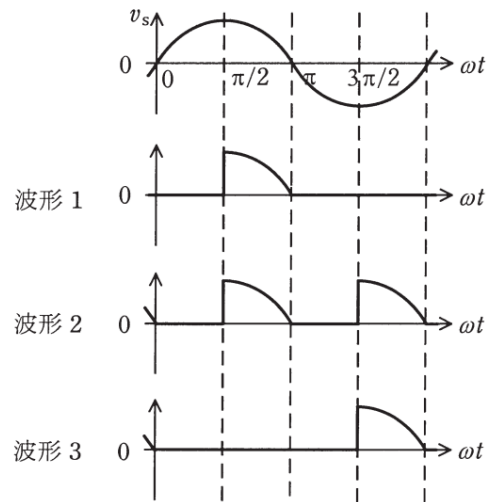


図2

	電圧波形 e_{d1}	電圧波形 e_{d2}
(1)	波形1	波形2
(2)	波形2	波形1
(3)	波形2	波形3
(4)	波形3	波形1
(5)	波形3	波形2

(b) 単相交流電源電圧 v_s の実効値を V [V] とする。ゲート信号が正しく与えられた場合の出力電圧波形 e_{d2} について、制御遅れ角 α [rad] と出力電圧の平均値 E_d [V] との関係を表す式として、正しいものに最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) $E_d = 0.45V \frac{1 + \cos\alpha}{2}$ (2) $E_d = 0.9V \frac{1 + \cos\alpha}{2}$ (3) $E_d = V \frac{1 + \cos\alpha}{2}$
 (4) $E_d = 0.45V \cos\alpha$ (5) $E_d = 0.9V \cos\alpha$

導出のポイント

問16 純抵抗を負荷とした単相サイリスタ全波整流回路の動作について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 図1に単相サイリスタ全波整流回路を示す。サイリスタ $T_1 \sim T_4$ に制御遅れ角 $\alpha = \frac{\pi}{2}$ [rad]でゲート信号を与えて運転しようとしている。 T_2 及び T_3 のゲート信号は正しく与えられたが、 T_1 及び T_4 のゲート信号が全く与えられなかった場合の出力電圧波形を e_{d1} とし、正しく $T_1 \sim T_4$ にゲート信号が与えられた場合の出力電圧波形を e_{d2} とする。図2の波形1～波形3から、 e_{d1} と e_{d2} の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。

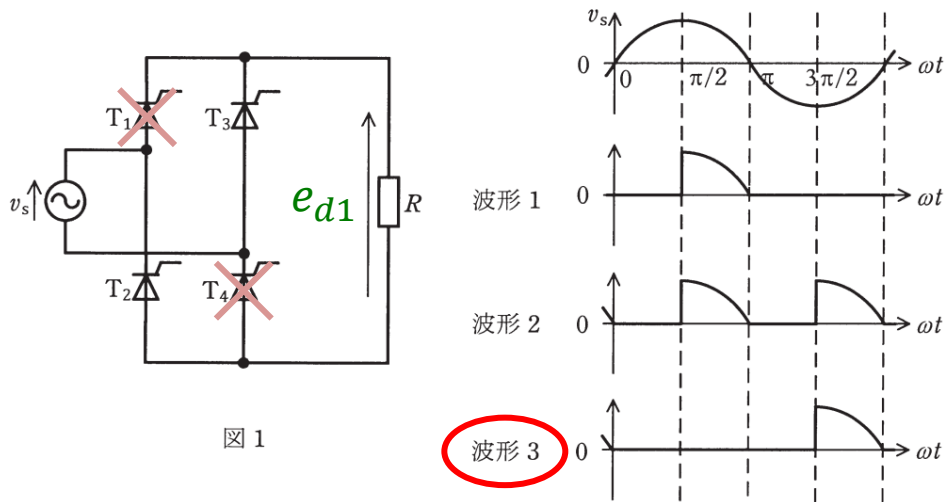


図2

(b) 単相交流電源電圧 v_s の実効値を V [V]とする。ゲート信号が正しく与えられた場合の出力電圧波形 e_{d2} について、制御遅れ角 α [rad]と出力電圧の平均値 E_d [V]との関係を表す式として、正しいものに最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

$$E_d = \sqrt{2}V \frac{-\cos \pi + \cos \alpha}{\pi} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} V(1 + \cos \alpha)$$

$$= 0.45V(1 + \cos \alpha) = 0.9V \frac{1 + \cos \alpha}{2}$$

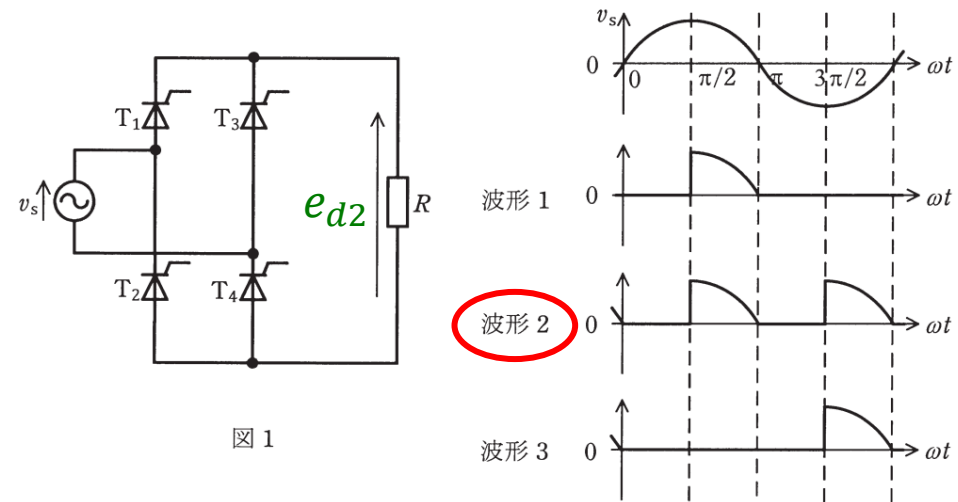


図2

H28 問16

問16 純抵抗を負荷とした単相サイリスタ全波整流回路の動作について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 図1に単相サイリスタ全波整流回路を示す。サイリスタ $T_1 \sim T_4$ に制御遅れ角 $\alpha = \frac{\pi}{2}$ [rad] でゲート信号を与えて運転しようとしている。 T_2 及び T_3 のゲート信号は正しく与えられたが、 T_1 及び T_4 のゲート信号が全く与えられなかった場合の出力電圧波形を e_{d1} とし、正しく $T_1 \sim T_4$ にゲート信号が与えられた場合の出力電圧波形を e_{d2} とする。図2の波形1～波形3から、 e_{d1} と e_{d2} の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。

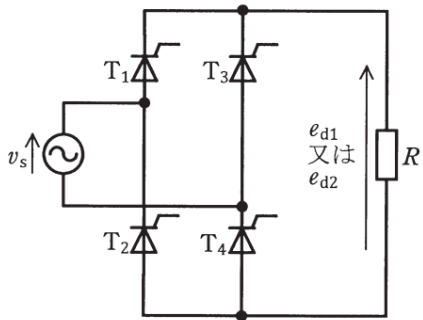


図1

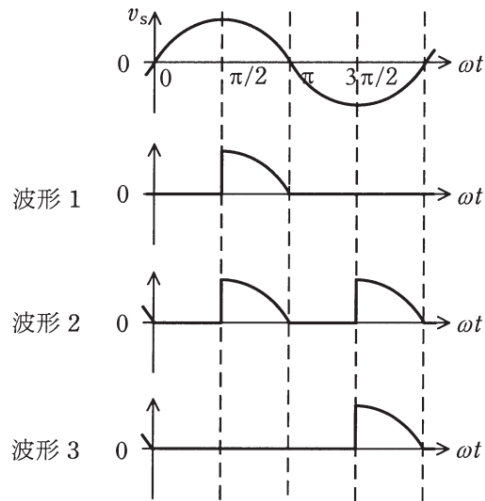


図2

	電圧波形 e_{d1}	電圧波形 e_{d2}
(1)	波形1	波形2
(2)	波形2	波形1
(3)	波形2	波形3
(4)	波形3	波形1
(5)	波形3	波形2

(b) 単相交流電源電圧 v_s の実効値を V [V] とする。ゲート信号が正しく与えられた場合の出力電圧波形 e_{d2} について、制御遅れ角 α [rad] と出力電圧の平均値 E_d [V] との関係を表す式として、正しいものに最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) $E_d = 0.45V \frac{1 + \cos\alpha}{2}$ (2) $E_d = 0.9V \frac{1 + \cos\alpha}{2}$ (3) $E_d = V \frac{1 + \cos\alpha}{2}$
 (4) $E_d = 0.45V \cos\alpha$ (5) $E_d = 0.9V \cos\alpha$

ご聴講ありがとうございました!!

電験三種 オンライン講座

機械 第1回
パワエレ
(過去問解説 半導体デバイスと整流)

2022.03.05 Sat

Copy right © 株式会社資格センター電気事業部e-DEN & 電験どうでしょう

導出のポイント

図10 パワー半導体スイッチングデバイスとしては近年、主に IGBT とパワー MOSFET が用いられている。両者を比較した記述として、誤っているものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。

- IGBT は電圧駆動形であり、ゲート・エミッタ間の電圧によってオン・オフを制御する。
- パワー-MOSFET は電流駆動形であり、キャリア蓄積効果があることからスイッチング損失が大きい。
- パワー-MOSFET はユニポーラデバイスであり、バイポーラ形のデバイスと比べてオン状態の抵抗が高い。
- IGBT はバイポーラトランジスタにパワー-MOSFET の特徴を組み合わせることにより、スイッチング特性を改善している。
- パワー-MOSFET ではシリコンのかわりに SiC を用いることで、高耐圧化しつつオン状態の抵抗を低くすることが可能になる。

材料
Si (シリコン) : 一般に普及しているもの
SiC : 高耐圧、低損失、大電力用途
GaN : 高速度作用 (無線通信の送受信用途)

	バイポーラトランジスタ	IGBT	MOSFET
シンボル			
制御方式	電流駆動	電圧駆動	電圧駆動
損失	$V_{CEsat}I_C$ 電流に比例	$V_{CEsat}I_C$ 電流に比例	$R_{on}I_S^2$ 電流の二乗に比例
入力インピーダンス	—	高い	高い
動作帯域	低域	中域 ~ 20kHz	高域 ~ 100kHz, 1 MHz

Copy right © 株式会社資格センター電気事業部e-DEN & 電験どうでしょう

7

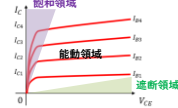
導出のポイント

(1) 整流ダイオードは、n 形半導体と p 形半導体とによる pn 接合で整流を行う。

ダイオード
アノードからカソードに電流を流す。
逆方向には電流を流さない整流作用を持つ。



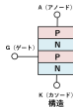
(3) バイポーラトランジスタは、遮断領域と飽和領域とを切り換えて電力スイッチとして使用する。



電力スイッチでは、 $V_{CE} - I_C$ 特性の遮断領域と飽和領域を用いる。

(2) 逆阻止三端子サイリスタは、ターンオンだけが制御可能なバルブデバイスである。

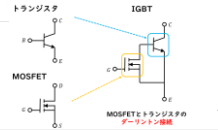
サイリスタ
ゲート端子に電圧をかけることでONのタイミングを制御できる。
一度ONになると、ダイオードと同じ動作をする。



(4) パワー-MOSFET は、主に電圧が低い実装装置において高い周波数でスイッチングする用途に用いられる。

バイポーラトランジスタ: 低い周波数
IGBT: 中域の周波数、MOSFET に比べて大電流が得意
パワー-MOSFET: 高い周波数、IGBT に比べて大電圧が得意

(5) IGBT は、バイポーラと MOSFET との混合機能デバイスであり、それぞれの長所を併せ持つ。



Copy right © 株式会社資格センター電気事業部e-DEN & 電験どうでしょう

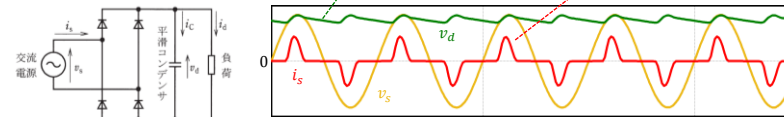
4

導出のポイント

図9 次の文章は、下図に示すような平滑コンデンサをもつ単相ダイオードブリッジ整流回路に関する記述である。

図の回路において、平滑コンデンサの電流 i_C は、交流電流 i_s を整流した電流と負荷に供給する電流 i_L との差となり、電圧 v_C は [(7)] 波形となる。この平滑コンデンサをもつ整流回路は、負荷側からみると交流の [(8)] として動作する。

交流電流は、負荷インピーダンスに比べ電流インピーダンスが非常に小さいことが一般的であるので、通常の用途では交流の [(9)] として扱われる。この回路の交流電流 i_s は、正負の [(10)] 波形となる。これに対して、図には示していないが、リアクトルを交流電源と整流回路との間に挿入するなどして、波形を改善することが多い。



v_C は脈動する (負荷から見ると直流の電圧源にみえる)

i_s はパルス状

- | (7) | (8) | (9) | (10) |
|-------------|-----|-----|--------|
| (1) 脈動する | 電圧源 | 電圧源 | パルス状の |
| (2) 正負に反転する | 電流源 | 電圧源 | パルス状の |
| (3) 脈動する | 電圧源 | 電圧源 | ほぼ方形波の |
| (4) 正負に反転する | 電圧源 | 電流源 | パルス状の |
| (5) 正負に反転する | 電流源 | 電圧源 | ほぼ方形波の |

Copy right © 株式会社資格センター電気事業部e-DEN & 電験どうでしょう

18