

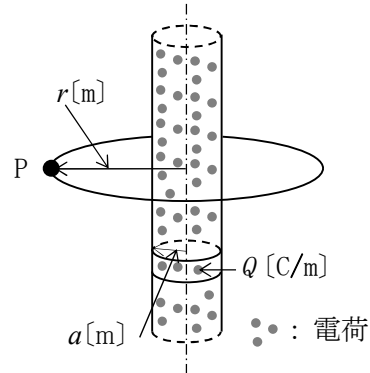
AK・XK809

第一級総合無線通信士
第一級海上無線通信士 「無線工学の基礎」試験問題

25 問 2 時間 30 分

A-1 図に示すように、真空中に置かれた無限長の半径 a [m] の円柱に、単位長あたり Q [C/m] ($Q > 0$) の電荷が一樣に分布しているとき、円柱の中心軸から r [m] ($r > a$) 離れた点 P における電界の強さ E を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] とする。

- 1 $E = Q / (\pi \epsilon_0 r^2 a)$ [V/m]
- 2 $E = Q / (2\pi \epsilon_0 r)$ [V/m]
- 3 $E = Q / (2\pi \epsilon_0 r^2)$ [V/m]
- 4 $E = Q / (4\pi \epsilon_0 a^2)$ [V/m]
- 5 $E = Q / (4\pi \epsilon_0 r)$ [V/m]



A-2 次の記述は、図 1 に示すように、金属板 M を貫いている磁束 ϕ が時間と共に変化するときに M に電流が流れる現象について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) ϕ が図 1 に示す方向で増加しているとき、M に図 2 の □ A □ に示す方向の電流 i が流れる。
- (2) i によって M に生じる熱損失は、□ B □ と呼ばれる。
- (3) ϕ の変化の割合が同じとき、M の抵抗率が大きいと □ B □ は、□ C □ 。

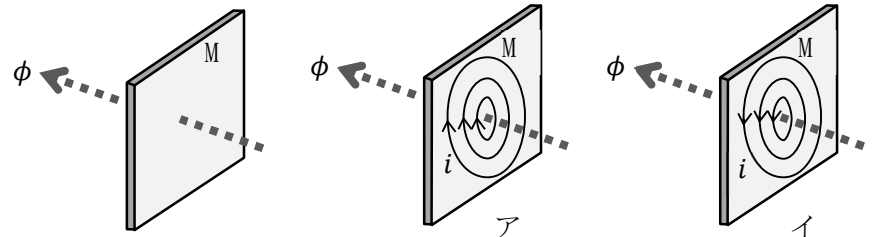


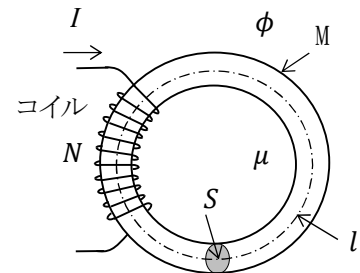
図 1

図 2

- | | A | B | C |
|---|---|---------|-----|
| 1 | イ | うず電流損 | 小さい |
| 2 | イ | うず電流損 | 大きい |
| 3 | イ | ヒステリシス損 | 大きい |
| 4 | ア | うず電流損 | 大きい |
| 5 | ア | ヒステリシス損 | 小さい |

A-3 次の記述は、図に示す環状鉄心 M の磁気回路の磁気抵抗について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、磁気回路に磁気飽和及び漏れ磁束はないものとする。

- (1) 磁気回路の起磁力 F_m は、 $F_m = NI$ [A] である。
- (2) M 内部の磁界の強さ H は、 F_m 及び l で表すと、 $H = \square A \square$ [A/m] である。
- (3) 磁束 ϕ は、 μ 、 H 及び S で表すと、 $\phi = \square B \square$ [Wb] である。
- (4) したがって、磁気抵抗 R_m は、 $R_m = \square C \square$ [H⁻¹] である。



- | | A | B | C |
|---|-----------|-------------|-------------|
| 1 | $F_m l$ | $\mu H / S$ | $l / \mu S$ |
| 2 | $F_m l$ | $\mu H S$ | $l S / \mu$ |
| 3 | F_m / l | $\mu H S$ | $l S / \mu$ |
| 4 | F_m / l | $\mu H S$ | $l / \mu S$ |
| 5 | F_m / l | $\mu H / S$ | $l S / \mu$ |

N : コイルの巻数
 I : コイルに流す直流電流 [A]
 S : M の断面積 [m²]
 l : M の平均の磁路の長さ [m]
 μ : M の透磁率 [H/m]

A-4 図1に示すように、耐電圧がすべて100[V]である3個のコンデンサの静電容量の値がそれぞれ10[μF]、25[μF]及び40[μF]であるとき、図2に示すように、3個のコンデンサを直列に接続したときの耐電圧の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 100 [V]
- 2 125 [V]
- 3 165 [V]
- 4 175 [V]
- 5 200 [V]

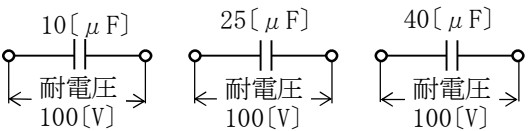


図 1

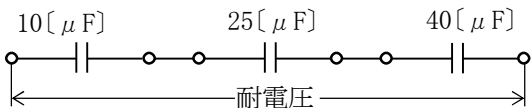
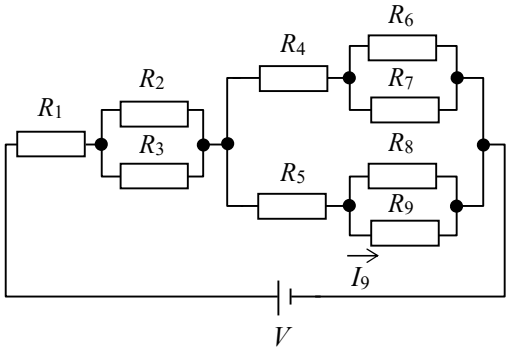


図 2

A-5 図に示す直流回路において、抵抗 R_9 を流れる電流 I_9 が1[mA] であるとき、直流電源電圧 V の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 10 [V]
- 2 12 [V]
- 3 18 [V]
- 4 20 [V]
- 5 24 [V]

抵抗
 $R_1 = 1$ [kΩ]
 $R_2 = R_3 = 2$ [kΩ]
 $R_4 = R_5 = 4$ [kΩ]
 $R_6 = R_7 = R_8 = R_9 = 8$ [kΩ]



A-6 次の記述は、周波数及び実効値がそれぞれ60[Hz]及び100[V]で等しく、位相差が $\pi/2$ [rad]の二つの正弦波交流電圧 $\dot{V}_a$ 及び $\dot{V}_b$ と、これらの二つの電圧の和 $\dot{V}_0 = \dot{V}_a + \dot{V}_b$ について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

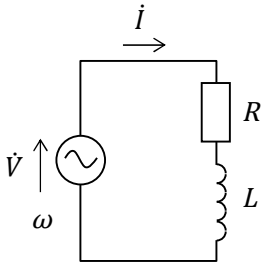
- (1) $\dot{V}_0$ の周波数は、□[Hz]である。
- (2) $\dot{V}_0$ の実効値は、□[V]である。
- (3) $\dot{V}_0$ と $\dot{V}_a$ の位相差は、□[rad]である。

	A	B	C
1	60	$100\sqrt{2}$	$\pi/4$
2	60	$100\sqrt{2}$	$\pi/3$
3	60	100	$\pi/3$
4	120	$100\sqrt{2}$	$\pi/3$
5	120	100	$\pi/4$

A-7 次の記述は、図1に示す回路に流れる電流*i*のベクトル軌跡について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、ベクトル軌跡は、図2に示すように、交流電源の角周波数 ω [rad/s]を零(0)から無限大(∞)まで変化させたときに得られるものとする。

- (1) 点aの*i*の値は、 $i = \square$ [A] である。
- (2) 点bの ω の値は、 $\omega = \square$ [rad/s] である。
- (3) 点bの*|i|*の値は、 $|i| = \square$ [A] である。

	A	B	C
1	$\frac{\dot{V}}{2R}$	$\frac{R}{2L}$	$\frac{\dot{V}}{2R}$
2	$\frac{\dot{V}}{2R}$	$\frac{R}{L}$	$\frac{\dot{V}}{\sqrt{2}R}$
3	$\frac{\dot{V}}{R}$	$\frac{R}{2L}$	$\frac{\dot{V}}{\sqrt{2}R}$
4	$\frac{\dot{V}}{R}$	$\frac{R}{L}$	$\frac{\dot{V}}{\sqrt{2}R}$
5	$\frac{\dot{V}}{R}$	$\frac{R}{L}$	$\frac{\dot{V}}{2R}$



$\dot{V}$: 交流電源電圧[V]
 R : 抵抗[Ω]
 L : 自己インダクタンス[H]

図 1

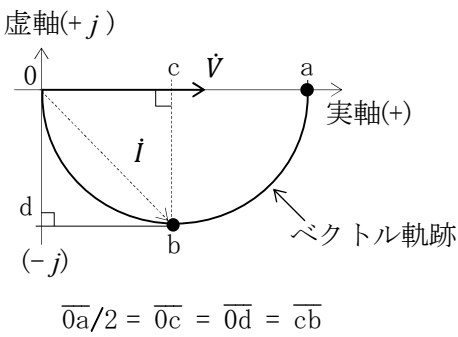
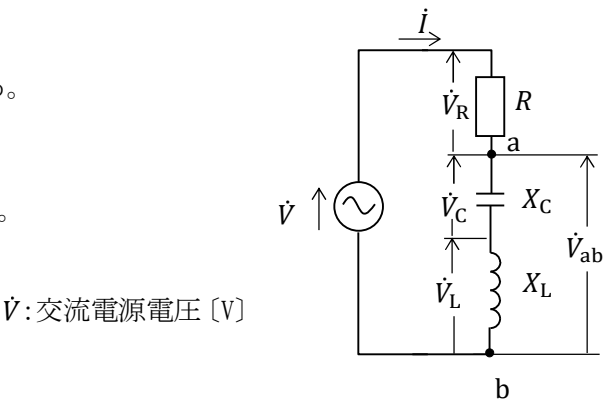


図 2

A-8 次の記述は、図に示す抵抗 R [Ω]、容量リアクタンス X_C [Ω] 及び誘導リアクタンス X_L [Ω] の直列回路について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、回路は共振状態にあるものとする。

- 1 回路に流れる電流 I [A] は、 $\dot{V}/R$ [A] である。
- 2 R の電圧 $\dot{V}_R$ [V] と X_C の電圧 $\dot{V}_C$ [V] との位相差は、 $\pi/2$ [rad] である。
- 3 X_L の電圧 $\dot{V}_L$ [V] の大きさは、 $\dot{V}$ [V] の大きさの X_L/R 倍である。
- 4 回路の点 ab 間の電圧 $\dot{V}_{ab}$ [V] は、 $\dot{V}$ [V] である。
- 5 X_C の電圧 $\dot{V}_C$ [V] と X_L の電圧 $\dot{V}_L$ [V] との位相差は、 π [rad] である。



A-9 次の記述は、半導体について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) p 形半導体の多数キャリアは、□ A □ である。
- (2) n 形半導体を作るために真性半導体に入れる不純物を、□ B □ という。
- (3) 半導体は、温度が上昇すると、一般に抵抗率が □ C □ なる。

	A	B	C
1	正孔	アクセプタ	小さく
2	正孔	アクセプタ	大きく
3	正孔	ドナー	小さく
4	自由電子	アクセプタ	小さく
5	自由電子	ドナー	大きく

A-10 次の記述は、ツェナーダイオードについて述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 図記号は、図 1 の □ A □ である。
- (2) 理想的な電圧電流特性は、図 2 の □ B □ である。
- (3) 通常、□ C □ 電圧を加えて使用する。

	A	B	C
1	ア	ウ	順方向
2	ア	エ	逆方向
3	イ	エ	逆方向
4	イ	エ	順方向
5	イ	ウ	逆方向

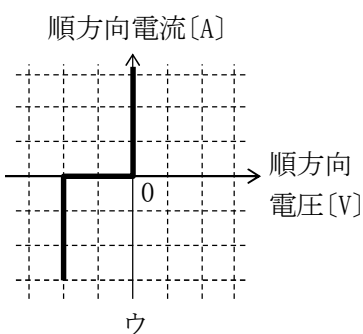


ア

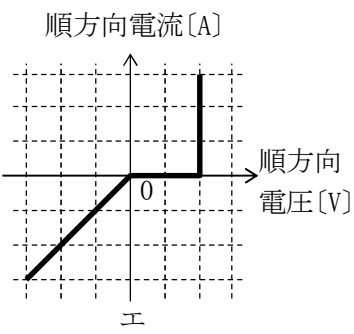


イ

図 1



ウ



エ

図 2

A-11 次の記述は、エンハンスメント形の n チャネル絶縁ゲート形電界効果トランジスタ (FET) について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 図記号は、図 2 である。
- 2 D-S 間に流れる電流のキャリアは、主に自由電子である。
- 3 一般に D-S 間に加える電圧は、D が正 (+) で S が負 (-) である。
- 4 D-S 間に電圧を加えて、G-S 間の電圧を 0 [V] にしたとき、D に電流は流れない。
- 5 原理的な内部構造は、図 1 である。

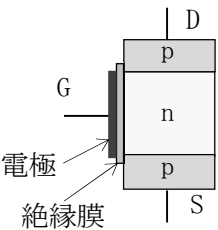


図 1

p: p 形半導体
n: n 形半導体
D: ドレイン
G: ゲート
S: ソース

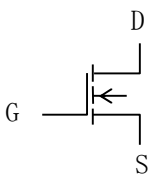
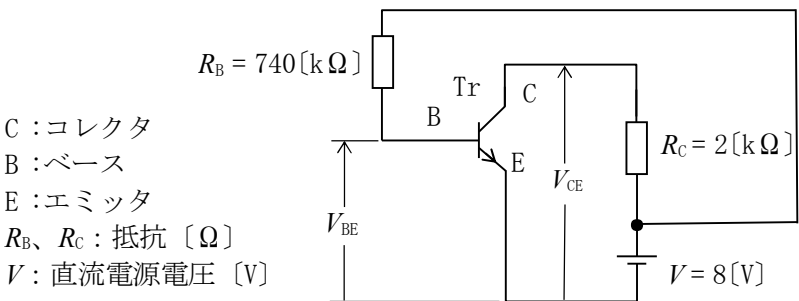


図 2

A-12 図に示すエミッタ接地トランジスタ(Tr)回路のコレクタ-エミッタ間電圧 V_{CE} の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、ベース-エミッタ間電圧 V_{BE} を 0.6 [V] とする。また、トランジスタのエミッタ接地直流電流増幅率 h_{FE} を 200 とする。

- 1 4 [V]
- 2 5 [V]
- 3 6 [V]
- 4 7 [V]
- 5 8 [V]



A-13 次の記述は、図に示す接合形電界効果トランジスタ(FET)のバイアス回路について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、G に流れる電流は無視するものとする。

- (1) ドレイン電流を I_D [A] とすると、抵抗 R_S の両端電圧 V_S は、 $V_S = \text{□ A}$ [V] で表される。
- (2) D-S 間電圧 V_{DS} は、 $V_{DS} = V - (\text{□ B}) \times I_D$ [V] で表される。
- (3) G-S 間電圧 V_{GS} は、 $V_{GS} = \text{□ C}$ [V] で表される。

	A	B	C
1	$R_G I_D$	R_L	$-(V_S + V_{DS})$
2	$R_G I_D$	R_L	$-V_S$
3	$R_S I_D$	$R_L + R_S$	$-V_S$
4	$R_S I_D$	$R_L - R_S$	$-V_S$
5	$R_S I_D$	$R_L + R_S$	$-(V_S + V_{DS})$

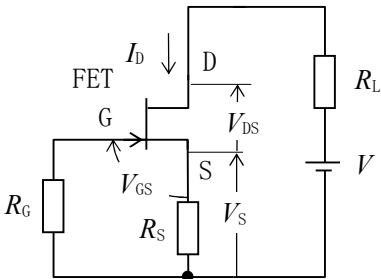
D : ドレイン

G : ゲート

S : ソース

R_L, R_S, R_G : 抵抗 [Ω]

V : 直流電源電圧 [V]



A-14 次の記述は、図に示すトランジスタ(Tr)を用いた原理的な水晶発振回路について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、回路は発振状態にあるものとする。

- (1) X は、□ A リアクタンスである。
- (2) L と C_V の並列回路は、□ B リアクタンスである。
- (3) 回路は、□ C 形発振回路と同等である。

	A	B	C
1	容量性	誘導性	ハートレー
2	容量性	容量性	コルピッツ
3	容量性	誘導性	コルピッツ
4	誘導性	誘導性	ハートレー
5	誘導性	容量性	コルピッツ

C : コレクタ

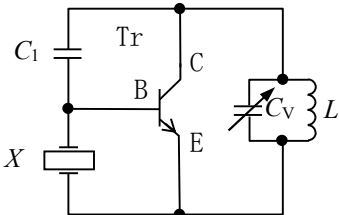
B : ベース

E : エミッタ

L : 自己インダクタンス [H]

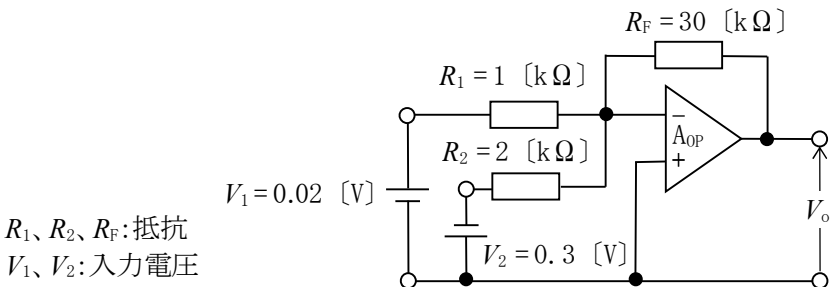
C_1, C_V : 静電容量 [F]

X : 水晶振動子



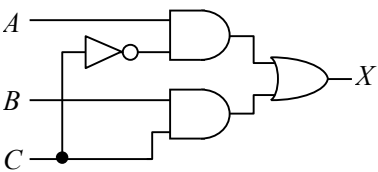
A-15 図に示す理想的な演算増幅器(A_{OP})を用いた回路の出力電圧 V_o の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 4.1 [V]
- 2 3.9 [V]
- 3 3.6 [V]
- 4 3.4 [V]
- 5 3.0 [V]



A-16 次の記述は、図に示す論理回路について述べたものである。このうち正しいものを下の番号から選べ。ただし、正論理とし、 A 、 B 及び C を入力、 X を出力とする。

- 1 $C = 0$ のとき $X = A + B$ であり、 $C = 1$ のとき $X = B$ である。
- 2 $C = 0$ のとき $X = A \cdot B$ であり、 $C = 1$ のとき $X = A + B$ である。
- 3 $C = 0$ のとき $X = A$ であり、 $C = 1$ のとき $X = B$ である。
- 4 $C = 0$ のとき $X = A$ であり、 $C = 1$ のとき $X = A \cdot B$ である。
- 5 $C = 0$ のとき $X = B$ であり、 $C = 1$ のとき $X = A$ である。



A-17 次の記述は、指示電気計器を単体で使用する場合の特徴について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 可動コイル形計器は、交流電流の測定に使用 □ A □。
- (2) 可動鉄片形計器は、交流電圧の測定に使用 □ B □。
- (3) 空心電流計形計器は、主に □ C □ の測定に用いられる。
- (4) 静電形計器は、電圧で動作し、主に □ D □ 電圧の測定に用いられる。

	A	B	C	D
1	できる	できない	磁力	低い
2	できる	できる	磁力	低い
3	できる	できない	電力	高い
4	できない	できる	電力	高い
5	できない	できない	電力	低い

A-18 図 1 に示す回路の抵抗 R_2 に流れる電流の測定のために、図 2 に示すように内部抵抗 R_A が $4[\Omega]$ の直流電流計 A を接続して電流を測定した。このときの百分率誤差の大きさの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、誤差は、 R_A によってのみ生じるものとする。

- 1 8.3 [%]
- 2 5.5 [%]
- 3 3.8 [%]
- 4 2.9 [%]
- 5 1.8 [%]

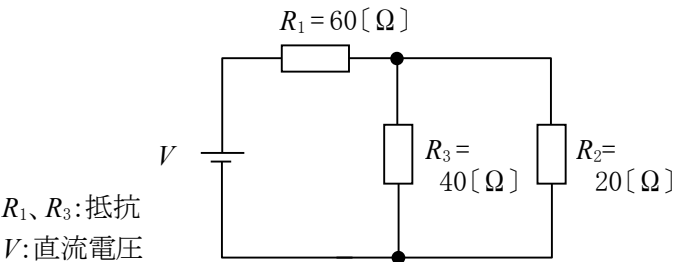


図 1

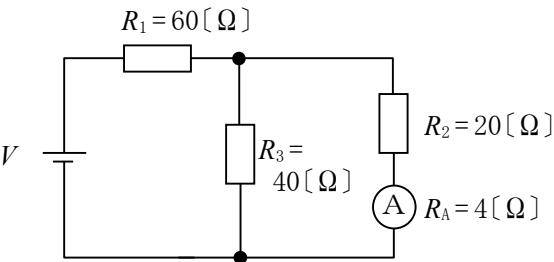
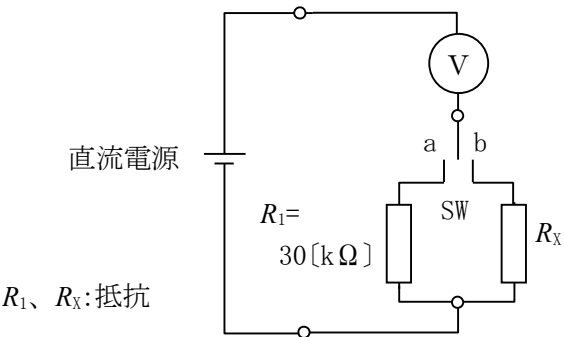


図 2

A-19 図に示す回路において、スイッチ SW を a 側にしたとき、直流電圧計 V の指示値は $100[\text{V}]$ で、SW を b 側にしたとき、V の指示値は $40[\text{V}]$ であった。このときの R_x の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、V の内部抵抗は $50[\text{k}\Omega]$ とし、電源の内部抵抗は零 (0) とする。

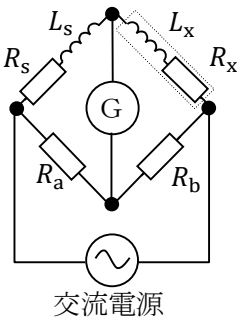
- 1 $180[\text{k}\Omega]$
- 2 $150[\text{k}\Omega]$
- 3 $120[\text{k}\Omega]$
- 4 $110[\text{k}\Omega]$
- 5 $90[\text{k}\Omega]$



A-20 図に示す交流ブリッジ回路が平衡しているとき、抵抗 $R_x[\Omega]$ 及び自己インダクタンス $L_x[\text{H}]$ を表す式の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $R_x = \frac{R_s R_a}{R_b}$ $L_x = L_s \left(\frac{R_b}{R_a} \right)^2$
- 2 $R_x = \frac{R_s R_a}{R_b}$ $L_x = \frac{L_s R_a}{R_b}$
- 3 $R_x = \frac{R_s R_a}{R_b}$ $L_x = \frac{L_s R_b}{R_a}$
- 4 $R_x = \frac{R_s R_b}{R_a}$ $L_x = \frac{L_s R_a}{R_b}$
- 5 $R_x = \frac{R_s R_b}{R_a}$ $L_x = \frac{L_s R_b}{R_a}$

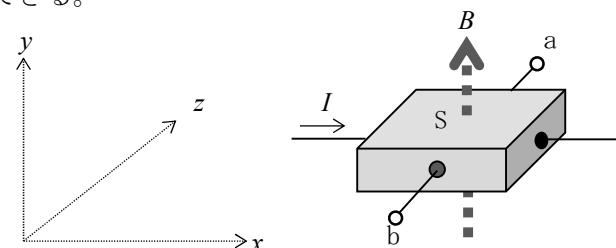
R_s, R_a, R_b : 抵抗 $[\Omega]$
 L_s : 自己インダクタンス $[\text{H}]$
 G : 交流検流計



B-1 次の記述は、図に示すように、磁束密度が B [T] の一様な磁界中に置かれた直方体の p 形半導体 S に直流電流 I [A] を流したときの現象について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、 S は x 、 y 、 z 直交座標系の xz 面上に置かれ、 B の方向は y 軸方向、 I の方向は x 軸方向とする。

- (1) S の中をホール(正孔)が x 軸方向に移動する。このホールには □ ア □ 軸方向にローレンツ力が作用する。
- (2) (1)により、 S の中のホールに偏りが生じ、端子 ab 間に起電力 V_h [V] が生じる。これを □ イ □ 効果という。
- (3) V_h の大きさは、 k を比例定数とすると、 $k \times$ □ ウ □ [V] と表すことができる。
- (4) V_h の極性は、端子 □ エ □ が正(+)となる。
- (5) この現象を利用して、□ オ □ を測定することができる。

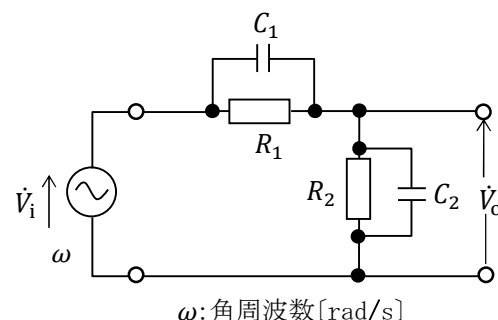
- | | | | | |
|-------|---------|----------|-------|----------|
| 1 z | 2 ホール | 3 I^2B | 4 a | 5 磁界の強さ |
| 6 x | 7 ゼーベック | 8 IB | 9 b | 10 電界の強さ |



B-2 次の記述は、図に示す回路の入力電圧 $\dot{V}_i$ [V] と出力電圧 $\dot{V}_o$ [V] の関係について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、抵抗 R_1 、 R_2 [Ω] と静電容量 C_1 、 C_2 [F] との間には、 $R_1C_1 = R_2C_2 = T$ [s] の関係があるものとする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) C_1 と R_1 の並列合成インピーダンス $\dot{Z}_1$ 及び C_2 と R_2 の並列合成インピーダンス $\dot{Z}_2$ は、それぞれ次式で表される。
 $\dot{Z}_1 = R_1 /$ □ ア □ [Ω] ①
 $\dot{Z}_2 = R_2 /$ □ ア □ [Ω] ②
- (2) $\dot{V}_i / \dot{V}_o$ を $\dot{Z}_1$ 及び $\dot{Z}_2$ で表すと、次式で表される。
 $\dot{V}_i / \dot{V}_o =$ □ イ □ + $\dot{Z}_1 / \dot{Z}_2$ ③
- (3) 式①及び②を用いて式③を整理すると、次式が得られる。
 $\dot{V}_i / \dot{V}_o =$ □ イ □ + □ ウ □
- (4) したがって、 $\dot{V}_i / \dot{V}_o$ は、 ω に □ エ □ 。
- (5) また、 $\dot{V}_i$ と $\dot{V}_o$ の位相差は、□ オ □ [rad] である。

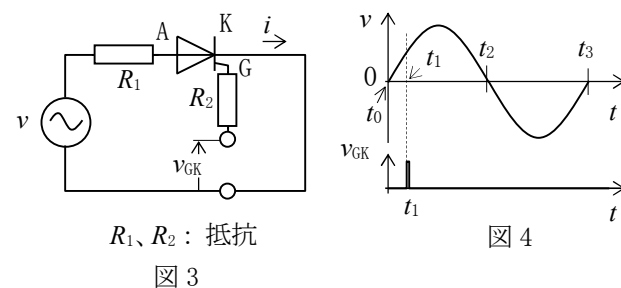
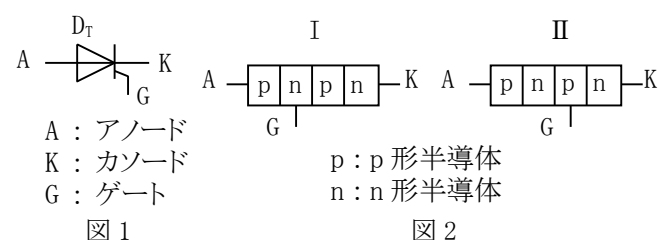
- | | | | | |
|-------------------|---------|-------------|----------|------------|
| 1 $1 + j\omega T$ | 2 $1/2$ | 3 R_1/R_2 | 4 無関係である | 5 $\pi/2$ |
| 6 $1 - j\omega T$ | 7 1 | 8 R_2/R_1 | 9 反比例する | 10 0 (零) |



B-3 次の記述は、図 1 に示す半導体素子 D_T とそれを用いた回路の動作について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

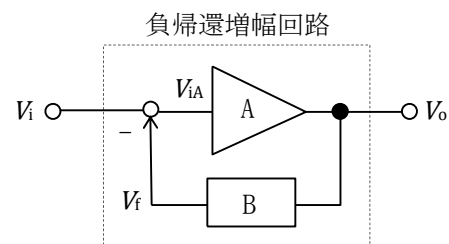
- (1) D_T の名称は、□ ア □ である。
- (2) D_T の原理的な内部構造は、図 2 の □ イ □ である。
- (3) 図 3 に示す回路で、 $G - K$ 間電圧 v_{GK} を加えないとき、回路には交流電源電圧 v の □ ウ □ 電流 i が流れない。
- (4) 図 4 に示すように、時間 $t = t_1$ で一定以上の大きさの v_{GK} を加えたとき、 i は、時間 □ エ □ から流れはじめて、時間 □ オ □ まで流れる。

- | | | | | |
|---------|------|----------|---------|----------|
| 1 バリスタ | 2 II | 3 全周期間 | 4 t_0 | 5 t_3 |
| 6 サイリスタ | 7 I | 8 半周期間のみ | 9 t_1 | 10 t_2 |



B-4 次の記述は、図1に示す増幅回路Aと帰還回路Bを用いて構成した負帰還増幅回路について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、Aの電圧増幅度 V_o/V_{iA} を A_o 、Bの帰還率 V_f/V_o を β とする。

- (1) 負帰還増幅回路の電圧増幅度 A_{NF} は次式で表される。
 $A_{NF} = V_o/V_i$ ①
- (2) V_i は V_{iA} 及び V_f を用いて表すと次式となる。
 $V_i = \text{ア}$ ②
- (3) 式①に②を代入し、さらに A_o 及び β を用いて整理すると、次式が得られる。
 $A_{NF} = A_o/(1 + \text{イ})$ ③
- (4) A_o が非常に大きく、 $\beta A_o \gg 1$ であるときは、式③は次式で表される。
 $A_{NF} = \text{ウ}$
- (5) 図2に示す回路は、図1に示す回路のAに理想的な演算増幅器(A_{OP})を用い、かつ帰還率が エ のときの負帰還増幅回路であり、 オ とも呼ばれる。



V_i : 入力電圧 [V]
 V_o : 出力電圧 [V]
 V_{iA} : Aの入力電圧 [V]
 V_f : Bの帰還電圧 [V]

図1

- | | | | | | | | | | |
|---|----------------|---|---------------------|---|-------------------|---|-----|----|----------|
| 1 | $V_{iA} + V_f$ | 2 | βA_o | 3 | β | 4 | 0.1 | 5 | ボルテージホロワ |
| 6 | $V_{iA} - V_f$ | 7 | $\frac{\beta}{A_o}$ | 8 | $\frac{1}{\beta}$ | 9 | 1 | 10 | クランプ回路 |

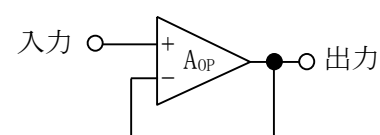


図2

B-5 次の記述は、図1に示す交流電流計 A_1 、 A_2 及び A_3 それぞれの測定値 I_1 [A]、 I_2 [A] 及び I_3 [A] から負荷で消費される電力 P を求める方法について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、各電流計の内部抵抗は零(0)とし、負荷の力率を $\cos\phi$ とする。また、図2に各電流及び電圧のベクトルを示す。

- (1) P は、 $P = V \times \text{ア} \times \cos\phi$ [W] である。
- (2) V は、抵抗 R に加わる電圧であるから、 $V = \text{イ}$ [V] である。
- (3) (1) 及び (2) より、 P は次式で表される。
 $P = \text{ウ} \times \cos\phi$ [W] ①
- (4) I_1 、 I_2 及び I_3 の間には、図2より次式が成り立つ。
 $I_1^2 = \text{エ}$ ②
- (5) 式①を式②を用いて整理すると、次式が得られる。
 $P = R/2 \times (\text{オ})$ [W]

I_1 : 電源からの電流 [A]
 I_2 : 負荷電流 [A]
 I_3 : R に流れる電流 [A]
 R : 抵抗 [Ω]
 V : 電源電圧 [V]

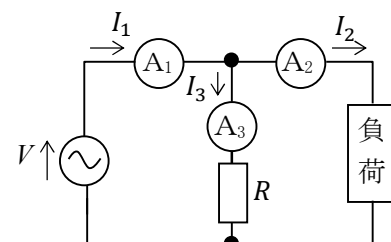


図1

$\cos\phi$: 負荷の力率
 $\dot{I}_1, \dot{I}_2, \dot{I}_3$: I_1, I_2, I_3 のベクトル

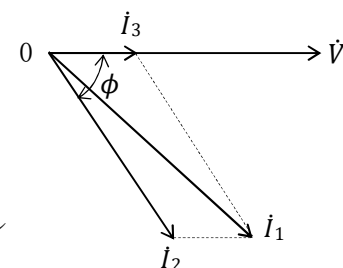


図2

- | | | | | | | | | | |
|---|-------|---|----------------|---|-----------|---|------------------------------------|----|-------------------------|
| 1 | I_2 | 2 | RI_3 | 3 | RI_2I_3 | 4 | $I_2^2 + I_3^2 + 4I_2I_3 \cos\phi$ | 5 | $I_1^2 + I_2^2 - I_3^2$ |
| 6 | I_1 | 7 | $R(I_1 - I_3)$ | 8 | RI_1I_2 | 9 | $I_2^2 + I_3^2 + 2I_2I_3 \cos\phi$ | 10 | $I_1^2 - I_2^2 - I_3^2$ |