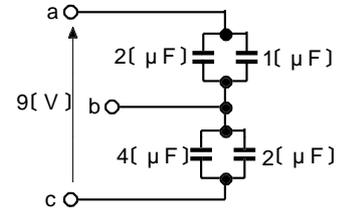


第二級陸上無線技術士「無線工学の基礎」試験問題

25問 2時間30分

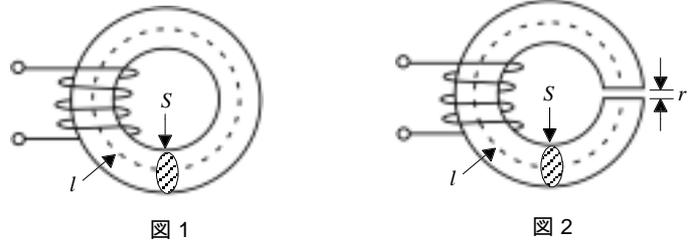
A - 1 コンデンサを図に示すように接続し、端子 a c 間に 9 [V] の電位差を与えたとき、端子 b c 間の電位差の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、コンデンサに蓄えられた当初の電荷は零とする。

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



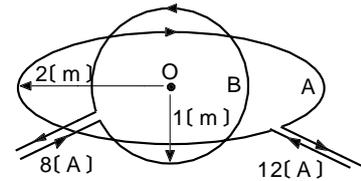
A - 2 図 1 に示すように、断面積 m^2 で平均磁路長 l が 70 [mm] の環状鉄心に図 2 に示すように 0.1 [mm] のエアギャップ (空隙) r を開けたところ全体の磁気抵抗が 2 倍になった。このとき環状鉄心の比透磁率の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、漏れ磁束はないものとし、空気の比透磁率を 1 とする。また、透磁率 μ 、長さ l 及び断面積 S_x の物質の磁気抵抗は、 $L_x / (\mu S_x)$ である。

- 1 400
- 2 500
- 3 600
- 4 700
- 5 800



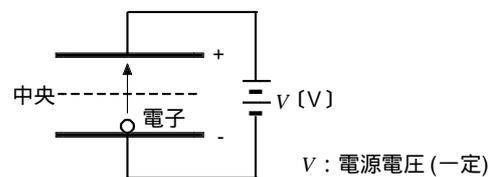
A - 3 図に示すように、中心点 O を同じ位置とする半径 2 [m] の円形導線 A 及び半径 1 [m] の円形導線 B があり、A は水平に、B は A に直交して置かれ、それぞれ 12 [A] 及び 8 [A] の電流が矢印の方向に流れている。このときの点 O の合成磁界の強さの値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 5 [A/m]
- 2 6 [A/m]
- 3 7 [A/m]
- 4 8 [A/m]
- 5 10 [A/m]



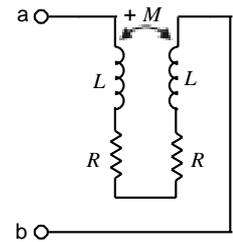
A - 4 図に示す平行平板電極の負 (-) 電極から初速が 0 [m/s] で出た電子が、平行平板電極間の中央を通過するときの速度と中央までの移動に要した時間の値として、最も近い組合せを下の番号から選べ。ただし、電子が正 (+) 電極に達したときの速度を 4.2×10^6 [m/s] 及び移動に要した時間を 4.2×10^{-9} [s] とする。また、 $\sqrt{2} = 1.4$ とする。

- | 速度 | 時間 |
|---------------------------|--------------------------|
| 1 2.1×10^6 [m/s] | 2.1×10^{-9} [s] |
| 2 2.6×10^6 [m/s] | 2.6×10^{-9} [s] |
| 3 2.6×10^6 [m/s] | 3.0×10^{-9} [s] |
| 4 3.0×10^6 [m/s] | 3.0×10^{-9} [s] |
| 5 3.0×10^6 [m/s] | 2.6×10^{-9} [s] |



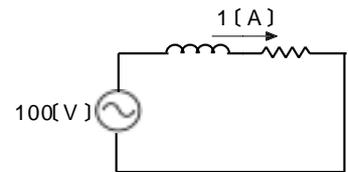
A - 5 図に示す回路で端子 a b 間の合成インピーダンスを表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、角周波数を [rad/s] とし、抵抗、自己インダクタンス及び相互インダクタンスの値をそれぞれ R [], L 及び M [H] ($M > 0$) とする。

- 1 $Z = R + j(L+M)$ []
- 2 $Z = R + j2(L+M)$ []
- 3 $Z = R + j(L+2M)$ []
- 4 $Z = 2R + j(2L+M)$ []
- 5 $Z = 2\{R + j(L+M)\}$ []



A - 6 図に示す抵抗及びコイルの直列回路に 100 [V] の正弦波交流を加えたとき、回路に 1 [A] の電流が流れ、消費電力が 60 [W] であった。この回路のリアクタンスの大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電源の内部抵抗を零とする。

- 1 60 []
- 2 70 []
- 3 80 []
- 4 90 []
- 5 100 []



A - 7 次の記述は、図に示す交流回路における電圧と電流の位相差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、電源の角周波数を [rad/s] とする。

(1) 電圧と電流の位相差 [rad] は、次式で表される。

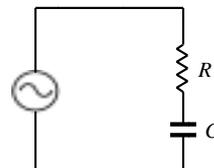
$$= \text{[A]} \text{ [rad]}$$

(2) が $1/4$ [rad] のとき、次式が成り立つ

$$1/(CR) = \text{[B]}$$

(3) このときの電源の周波数 f は、次式で表される。

$$f = \text{[C]} \text{ [Hz]}$$



R : 抵抗 []
 C : 静電容量 [F]

- | | A | B | C |
|---|-----------------------|-----|-----------|
| 1 | $\tan^{-1}(CR)$ | 1 | $1/(2CR)$ |
| 2 | $\tan^{-1}(CR)$ | 1/2 | $1/(4CR)$ |
| 3 | $\cos^{-1}(CR)$ | 1/2 | $1/(2CR)$ |
| 4 | $\tan^{-1}\{1/(CR)\}$ | 1/2 | $1/(4CR)$ |
| 5 | $\tan^{-1}\{1/(CR)\}$ | 1 | $1/(2CR)$ |

A - 8 次の記述は、電気量をベクトル記号法により計算する場合を示したものである。 [] 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、 e を自然対数の底とする。

図に示す回路の電圧 \dot{v} 及び電流 \dot{i} は、それぞれの位相角を ϕ_1 及び ϕ_2 としたとき、ベクトル記号法により次式で表すことができる。

$$\dot{v} = |\dot{v}| e^{j\phi_1} \text{ [V]}, \quad \dot{i} = |\dot{i}| e^{j\phi_2} \text{ [A]}$$

このとき、次の各式が成り立つ。

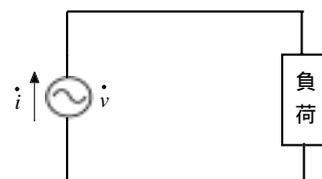
(1) $\dot{v}\dot{i} = |\dot{v}||\dot{i}| e^{j\text{[A]}}$

(2) $\dot{v}/\dot{i} = (|\dot{v}|/|\dot{i}|) e^{j\text{[B]}}$

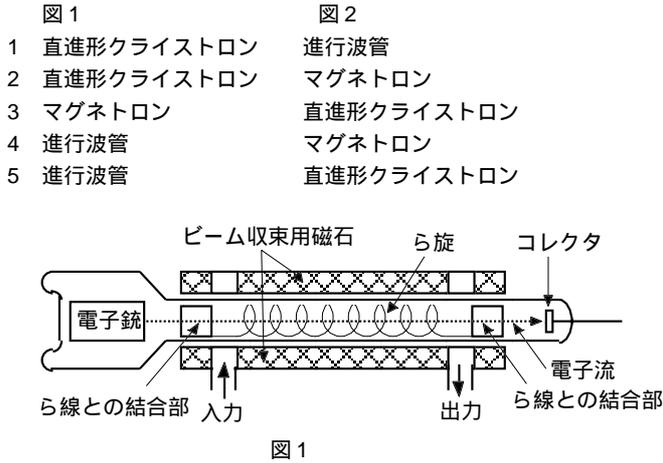
(3) \dot{v} の角周波数が [rad/s] のとき、時間 t における瞬時値 $v(t)$ は、次式で表すことができる。

$$v(t) = |\dot{v}| e^{j\text{[C]}} \text{ [V]}$$

- | | A | B | C |
|---|------------------------|---------------------|----------------|
| 1 | $(\phi_1 + \phi_2)$ | $1/2$ | $(t - \phi_1)$ |
| 2 | $(\phi_1 + \phi_2)$ | $(\phi_1 - \phi_2)$ | $(t + \phi_1)$ |
| 3 | $\phi_1 \times \phi_2$ | $1/2$ | $(t + \phi_1)$ |
| 4 | $\phi_1 \times \phi_2$ | $(\phi_1 - \phi_2)$ | $(t + \phi_1)$ |
| 5 | $\phi_1 \times \phi_2$ | $1/2$ | $(t - \phi_1)$ |

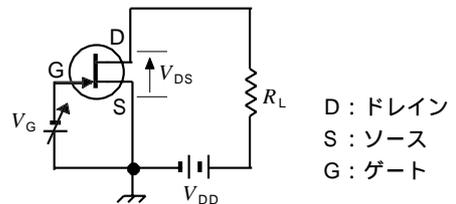


A - 9 図1 及び図2 に示すマイクロ波電子管の原理的構造例とその名称の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。



A-10 図に示す回路において、ゲート-ソース間電圧 $V_G = -2$ [V] のときドレイン-ソース間電圧 $V_{DS} = 8$ [V] であり、 $V_G = -1.6$ [V] のとき $V_{DS} = 6$ [V] であった。このときの相互コンダクタンスの大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電源電圧 $V_{DD} = 16$ [V] 負荷抵抗 $L = 5$ [k] とする。

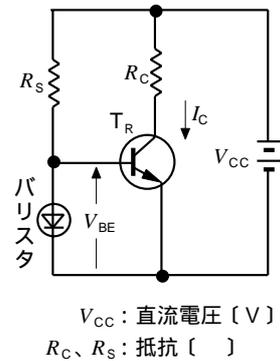
- 1 1 [mS]
- 2 2 [mS]
- 3 3 [mS]
- 4 4 [mS]
- 5 5 [mS]



A-11 次の記述は、図に示すトランジスタのバイアス回路に用いられる温度補償用のシリコンダイオード(パリスタ)の動作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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

温度が上昇すると、トランジスタ T_R のコレクタ電流 I_C [A] が □A□ するが、パリスタの順方向電圧は □B□ なるので、ベース - エミッタ間電圧 V_{BE} [V] が □C□ なり、 I_C の □A□ を防ぐ。

- | | A | B | C |
|---|----|-----|-----|
| 1 | 増加 | 大きく | 大きく |
| 2 | 増加 | 小さく | 小さく |
| 3 | 減少 | 大きく | 小さく |
| 4 | 減少 | 小さく | 小さく |
| 5 | 減少 | 大きく | 大きく |



A-12 次の記述は、バイポーラトランジスタと比較したときの電界効果トランジスタ (FET) 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) 入力インピーダンスが □A□。
- (2) □B□ 制御素子である。
- (3) 消費電力が □C□。

- | | A | B | C |
|---|----|----|-----|
| 1 | 高い | 電圧 | 多い |
| 2 | 高い | 電流 | 少ない |
| 3 | 高い | 電圧 | 少ない |
| 4 | 低い | 電流 | 少ない |
| 5 | 低い | 電圧 | 多い |

A-13 次の記述は、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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、入力信号、出力信号及び帰還信号をそれぞれ v_i 、 v_o 及び v_F [V] とし、増幅回路だけの電圧増幅度を A ($A > 0$)、帰還率を β 、 $A\beta > 1$ とする。また、図2は、図1の回路例を表すものとする。

(1) 図1において、 v_o は次式で表される。

$$v_o = \boxed{A} \times v_i \text{ [V]}$$

$A\beta > 1$ であるから、負帰還増幅回路の電圧増幅度 A_F は、次式で表される。

$$A_F = \boxed{B}$$

(2) 図2における帰還率は抵抗 R_1 及び R_2 () を用いて次式で表される。

$$= \boxed{C}$$

したがって、 A_F は次式で表される。

$$A_F = \boxed{D}$$

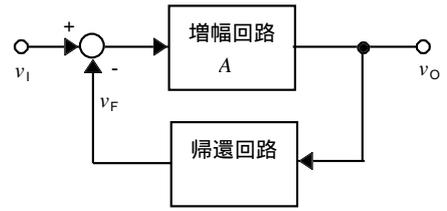


図1

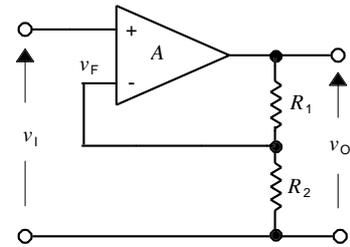


図2

	A	B	C	D
1	$A/(1 + A\beta)$	$1/\beta$	$R_2/(R_1 + R_2)$	$1 + R_1/R_2$
2	$A/(1 + A\beta)$	$A\beta$	$R_1/(R_1 + R_2)$	$1 + R_2/R_1$
3	$A/(1 + A\beta)$	$1/\beta$	$R_2/(R_1 + R_2)$	$1 + R_1/R_2$
4	$A/(1 + A\beta)$	$A\beta$	$R_1/(R_1 + R_2)$	$1 + R_2/R_1$
5	$A/(1 + A\beta)$	$1/\beta$	$R_1/(R_1 + R_2)$	R_2/R_1

A-14 図に示す論理回路とその真理値表の組合せの関係を表す論理式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、正論理とし、 A 及び B を入力、 F を出力とする。

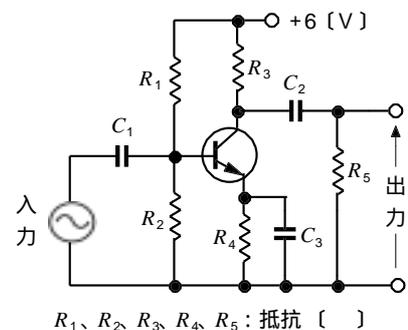
- 1 $F = \bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B}$
- 2 $F = \overline{A + B}$
- 3 $F = A + B$
- 4 $F = \bar{A} \cdot \bar{B}$
- 5 $F = A \cdot B$

A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

A-15 次の記述は、図に示す抵抗-容量 (RC) 結合増幅回路 (A 級) において、最適動作点を設定するとき用いる直流負荷抵抗及び交流負荷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、トランジスタの内部抵抗及びコンデンサ C_1 、 C_2 、 C_3 [F] のリアクタンスは無視するものとする。

- (1) 直流負荷抵抗は、 \boxed{A} () である。
- (2) 交流負荷抵抗は、 \boxed{B} () である。

	A	B
1	$R_3 + R_4$	$R_3 R_4 / (R_3 + R_4)$
2	$R_3 + R_4$	$R_3 R_5 / (R_3 + R_5)$
3	$R_3 + R_5$	$R_3 + R_4$
4	$R_3 + R_5$	$R_3 R_5 / (R_3 + R_5)$
5	$R_3 + R_5$	$R_3 R_4 / (R_3 + R_4)$



R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 : 抵抗 ()

A-16 次の記述は、演算増幅器の用途及び回路構成例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1 は □A□ として用いたときの回路構成例である。
 (2) 図2 は □B□ として用いたときの回路構成例である。
 (3) 図3 は □C□ として用いたときの回路構成例である。

A	B	C
1 電圧加算器	積分器	電圧制御発振器
2 電圧加算器	微分器	電圧ホロワ
3 差動増幅器	微分器	電圧制御発振器
4 差動増幅器	微分器	電圧ホロワ
5 差動増幅器	積分器	電圧制御発振器

v_i, v_{i1}, v_{i2} : 入力
 v_o : 出力
 R, R_1, R_2, R_f : 抵抗
 C : コンデンサ

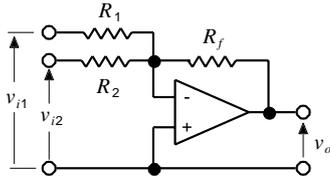


図1

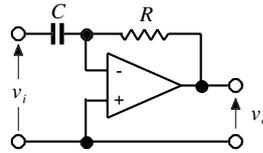


図2

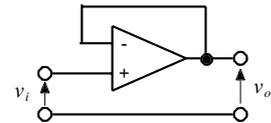
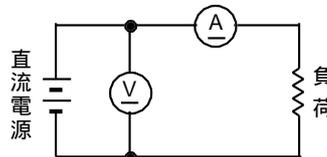


図3

A-17 図に示すように、直流電圧計 (V) と直流電流計 (A) を接続して負荷の消費電力を測定したとき、(V) の指示値が 12 [V]、(A) の指示値が 0.5 [A] であった。(V) の内部抵抗が 50 [k(A)]、(A) の内部抵抗が 2 [] のとき、負荷における消費電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。



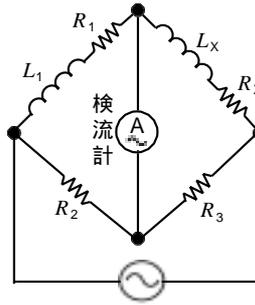
- 1 3.5 [W] 2 4 [W] 3 4.5 [W] 4 5 [W] 5 5.5 [W]

A-18 次の記述は、静電形計器の特徴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。

- 1 電流で動作する唯一の指示計器である。
- 2 駆動トルクは原理的には、加えた電圧の 3 乗に比例する。
- 3 用途は、交流専用である。
- 4 可動部を駆動するには十分な静電力が必要であるため、低い電圧の測定には適しない。
- 5 一般に、HF 帯の高周波測定に適している。

A-19 図に示す交流ブリッジが平衡しているとき、抵抗 R_x [] 及び自己インダクタンス L_x [H] の値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。

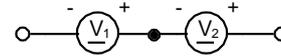
- 1 $R_x = \frac{R_2}{R_1} R_3$, $L_x = \frac{R_2}{R_1} L_1$
- 2 $R_x = \frac{R_1}{R_3} R_2$, $L_x = \frac{R_3}{R_2} L_1$
- 3 $R_x = \frac{R_1}{R_3} R_2$, $L_x = \frac{R_2}{R_3} L_1$
- 4 $R_x = \frac{R_3}{R_2} R_1$, $L_x = \frac{R_3}{R_2} L_1$
- 5 $R_x = \frac{R_3}{R_2} R_1$, $L_x = \frac{R_1}{R_3} L_1$



R_1, R_2, R_3 : 抵抗 []
 L_1 : 自己インダクタンス [H]

A-20 図に示すように、2 個の直流電圧計を直列に接続したとき、測定できる最大電圧の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、直流電圧計 V_1 の最大目盛りを 150 [V]、内部抵抗を 50 [k] 及び直流電圧計 V_2 の最大目盛りを 100 [V]、内部抵抗を 40 [k] とする。また、+ 及び - の記号は、電圧計の極性を示す。

- 1 205 [V]
- 2 215 [V]
- 3 225 [V]
- 4 235 [V]
- 5 245 [V]

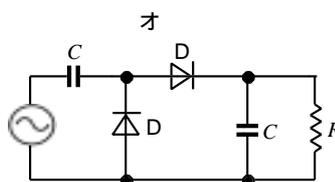
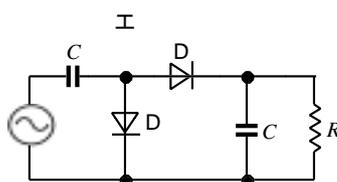
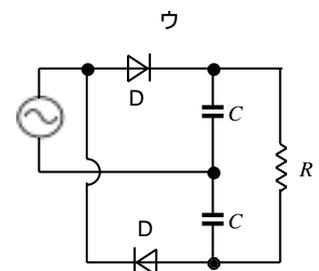
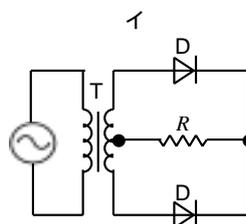
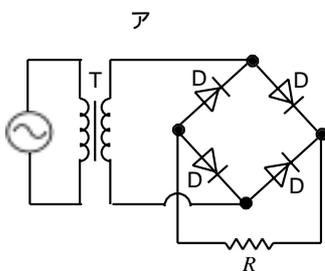


B - 1 次の記述は、磁界中の導体を受ける電磁力について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 磁界中に直線導体を置き、これに電流を流したとき、この導体に働く力の大きさは、□ア の方向と電流の方向が □イ のとき最大となり、両者の方向が □ウ のとき零となる。
- (2) 磁界の方向、電流の方向及び直線導体に働く力の方向の関係はフレミングの □エ の法則で求められる。
- (3) 長さ l [m] の直線導体を磁束密度 B [T] の平等磁界中に、磁界の方向と [rad] ($0 < < /2$) の角度をなす方向に置き、この導体に I [A] の電流を流したとき、この導体に働く力の大きさ F は、 $F =$ □オ [N] で表される。

- 1 左手 2 $(BI/l) \sin$ 3 平行 4 磁界 5 $(BI/l) \cos$
- 6 右手 7 $BII \sin$ 8 電界 9 $BII \cos$ 10 直角

B - 2 次の図は、整流回路の原理的構成図を表したものである。抵抗 R [] の両端に交流電源電圧の最大値のほぼ 2 倍の電圧が得られるものを 1、そうでないものを 2 として解答せよ。ただし、変成器 T の巻き線比を 1 とし、 R とする。



D: 理想ダイオード
 C: 静電容量 [F]

B - 3 次の記述は、図に示す電界効果トランジスタ (FET) の原理的構造例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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) 図 1 は、□ア□形 FET の構造を表している。
- (2) 図 1 の FET の図記号は、□イ□である。
- (3) 図 1 の FET のドレイン電流対ゲート - ソース電圧 (V_{GS}) 特性の傾向を表したグラフは、□ウ□である。
- (4) 図 2 は、□エ□チャンネル FET の構造を表している。
- (5) □エ□チャンネル FET は特性の違いからデプレッション形と□オ□形に大別できる。

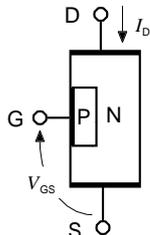


図 1

N : N 形半導体
P : P 形半導体
D : ドレイン
G : ゲート
S : ソース

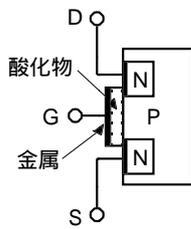


図 2

- | | | |
|-------|------|------------|
| 1 接合 | 2 N形 | 3 エンハンスメント |
| 4 MOS | 5 P形 | 6 バイポーラ |



B - 4 次の記述は、ウィーンブリッジ発振回路の発振条件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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。また、電圧増幅器の入力抵抗は無限大及び出力抵抗は零とする。

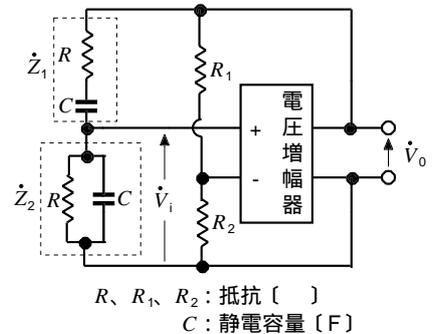
- (1) 図に示す回路において、インピーダンス \dot{Z}_1 [] 及び \dot{Z}_2 [] は、角周波数を ω とすると、それぞれ次式で表される。
 $\dot{Z}_1 = R + 1/(j\omega C)$ $\dot{Z}_2 = \squareア\square / \{R + 1/(j\omega C)\}$ -----
 入力電圧 \dot{V}_i と出力電圧 \dot{V}_o との関係は、 \dot{Z}_1 及び \dot{Z}_2 で表すと次式となる。
 $\dot{V}_o / \dot{V}_i = \squareイ\square$ -----

- (2) 式 (1) に式 (2) を代入すると、次式が得られる。

$$\dot{V}_o / \dot{V}_i = \squareウ\square + j\omega \squareエ\square$$

- (3) 式 (3) より、増幅度は $\squareウ\square$ で、発振周波数 f は、 $\squareオ\square$ [Hz] となる。

- | | | |
|---|------------------------|----------------------------|
| 1 $(\dot{Z}_1 + \dot{Z}_2) / \dot{Z}_2$ | 2 $-jR / (\omega C)$ | 3 2 |
| 4 $\dot{Z}_2 / (\dot{Z}_1 + \dot{Z}_2)$ | 5 $jR / (\omega C)$ | 6 3 |
| 7 $1 / (2\omega CR)$ | 8 $1 / (2\omega^2 CR)$ | 9 $CR - 1 / (\omega^2 CR)$ |
| 10 $2\omega CR - 1 / (\omega^2 CR)$ | | |



R, R_1, R_2 : 抵抗 [Ω]
 C : 静電容量 [F]

B - 5 次の記述は、ポロメータ法によるマイクロ波電力の測定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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) マイクロ波のエネルギーを □ア□ エネルギーに変換して測定する。
- (2) パレットや □イ□ にマイクロ波電力を □ウ□ させる。
- (3) パレットや □イ□ は温度上昇により □エ□ が変化する。
- (4) □エ□ の変化を □オ□ で検出し、既知の電力に置き換えて測定する。

- | | | | | |
|------|---------|----------|-----|-----------|
| 1 反射 | 2 抵抗値 | 3 ホール素子 | 4 光 | 5 静電容量 |
| 6 吸収 | 7 サーミスタ | 8 静電形電圧計 | 9 熱 | 10 ブリッジ回路 |