

【04】電気電子部門

10時30分～12時30分

Ⅲ 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

Ⅲ－1 次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

ある閉曲線に ア する電流の イ は、その閉曲線上の ウ の強さの エ に比例する。

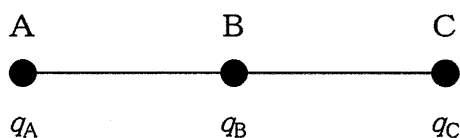
- | | ア | イ | ウ | エ |
|---|----|----|----|-----|
| ① | 直交 | 総和 | 磁界 | 微分 |
| ② | 直交 | 総和 | 電界 | 線積分 |
| ③ | 鎖交 | 総和 | 磁界 | 線積分 |
| ④ | 鎖交 | 差 | 電界 | 微分 |
| ⑤ | 鎖交 | 差 | 磁界 | 微分 |

Ⅲ－２ 半径 a の球において、電荷 Q がすべて球面のみに一様密度で分布したときの電界を考える。次の記述の□に入る数式の組合せとして、最も適切なものはどれか。ただし、球内外の誘電率は ϵ_0 とする。

球の中心からの距離を r としたとき、 $r < a$ における電界は□アで、 $r > a$ における電界は□イである。

- | | ア | イ |
|---|---|--|
| ① | $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot Q \log \frac{a^2}{r}$ | $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot Q \log r$ |
| ② | 0 | $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot Q \log r$ |
| ③ | $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Qr}{a^3}$ | 0 |
| ④ | $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Qr}{a^3}$ | $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$ |
| ⑤ | 0 | $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$ |

Ⅲ－３ 下図のように、A、B、Cの位置に、それぞれ電荷量が q_A 、 q_B 、 q_C の3つの点電荷が置かれている。ただし、A、B、Cは一直線上に等間隔である。それぞれの点電荷に働く力が平衡状態になるための q_A 、 q_B 、 q_C の関係として、最も適切なものはどれか。



- ① $q_B = -q_A/4$, $q_C = q_A$
- ② $q_B = -q_A/3$, $q_C = q_A$
- ③ $q_B = q_A$, $q_C = q_A/4$
- ④ $q_B = -q_A$, $q_C = q_A/3$
- ⑤ $q_B = -2q_A$, $q_C = q_A$

Ⅲ－４ ２つの直線偏波を考え，進行方向を z としたとき， $z=0$ の xy 平面内における電界 E が次式のように表される。

$$E = E_{1x}x + E_{2y}y$$

ここで， E_{1x} と E_{2y} は次式のように表され， x と y はそれぞれ x 軸と y 軸の方向を指す単位ベクトルとする。

$$E_{1x} = A_1 \cos(\omega t)$$

$$E_{2y} = A_2 \cos(\omega t + \theta)$$

ただし， A_1 と A_2 は電界の振幅 ($A_1 \neq A_2$) で， θ は位相差とする。この式に関して，次の記述の に入る語句の組合せとして，最も適切なものはどれか。

合成電界ベクトルは $\theta = 0$ に対して， ア になり，その傾きは イ である。
 $-\pi < \theta < 0$ に対して合成電界ベクトルは， z の正の方向に向かって位置を固定して電界の動きを見ると ウ の エ になる。

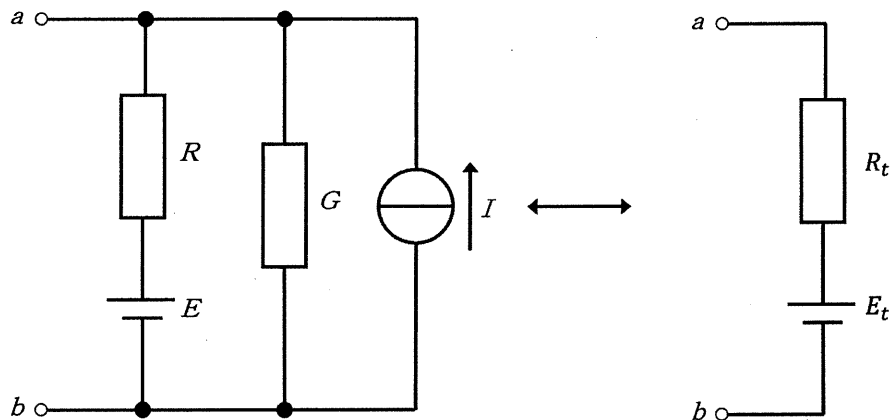
	ア	イ	ウ	エ
①	直線	$\tan^{-1}(A_2 / A_1)$	右回り	楕円偏波
②	直線	$\tan^{-1}(A_1 / A_2)$	左回り	楕円偏波
③	円	$\tan^{-1}(A_2 / A_1)$	右回り	楕円偏波
④	円	$\tan^{-1}(A_2 / A_1)$	右回り	円偏波
⑤	直線	$\tan^{-1}(A_2 / A_1)$	左回り	円偏波

Ⅲ－５ 内部抵抗 R_0 、起電力 V_0 の電圧源に負荷抵抗 $20 [\Omega]$ を接続したとき、電流が $3 [\text{A}]$ 流れた。次にこの負荷抵抗を $80 [\Omega]$ に変更したところ、電流が $1 [\text{A}]$ になった。この電圧源の内部抵抗 R_0 と起電力 V_0 の組合せとして、最も適切なものはどれか。

	$R_0 [\Omega]$	$V_0 [\text{V}]$
①	10	80
②	10	90
③	10	100
④	20	90
⑤	20	100

Ⅲ－６ 下図のテブナン等価回路において、テブナン等価直流電圧源の電圧 E_t とテブナン等価抵抗 R_t を示す式の組合せとして、最も適切なものはどれか。

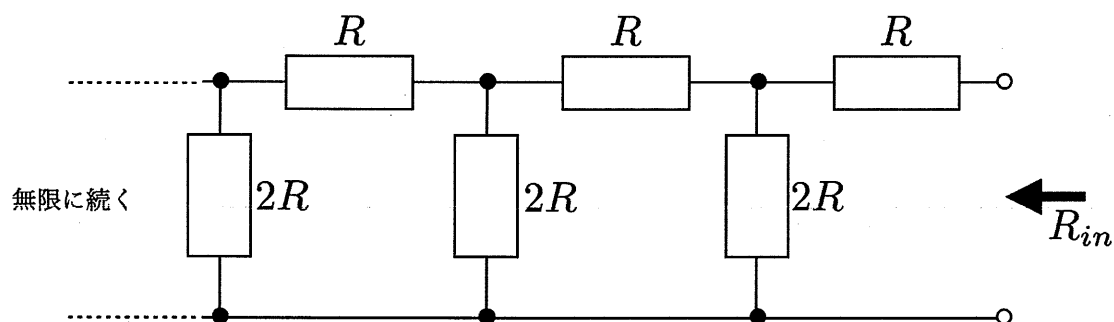
ただし R は抵抗、 G はコンダクタンス、 E は直流電圧源電圧、 I は直流電流源電流である。



- ① $E_t = \frac{(E + RI)(1 + RG)}{RG}$, $R_t = \frac{1 + RG}{G}$
- ② $E_t = \frac{E + RI}{1 + RG}$, $R_t = \frac{R}{1 + RG}$
- ③ $E_t = \frac{R(GE + I)}{1 + RG}$, $R_t = \frac{R}{1 + RG}$
- ④ $E_t = \frac{R(GE + I)}{1 + RG}$, $R_t = \frac{1 + RG}{G}$
- ⑤ $E_t = \frac{(E + RI)G}{R(1 + RG)}$, $R_t = \frac{G}{1 + RG}$

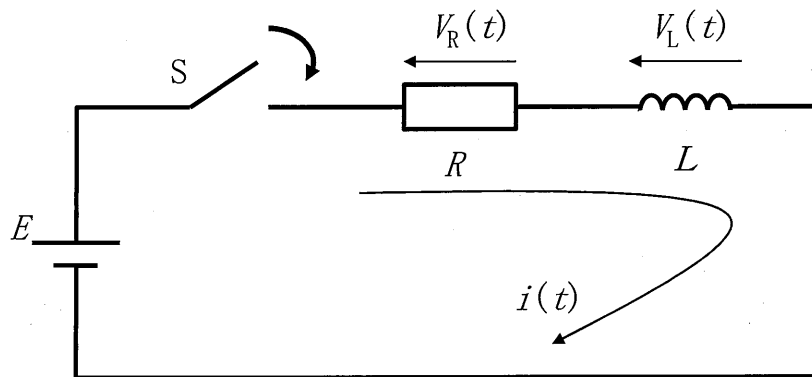
Ⅲ－７ 抵抗値が R 及び $2R$ である抵抗により構成された回路構造が無限に続く下図の回路について考える。次の記述の、 に入るものの組合せとして、最も適切なものはどれか。ただし、抵抗値 R 及び $2R$ は正とする。

下図の回路を右端から見た抵抗値を R_m とすると、一番右端の横と縦になっている２個の抵抗を除去した後に右端から見た抵抗値は ア であるので、 R_m について イ という関係式が成り立つ。この式から R_m が ウ であることがわかる。



- | | ア | イ | ウ |
|---|----------|-------------------------------------|------|
| ① | R_m | $R_m = R + \frac{R_m R}{R_m + R}$ | $2R$ |
| ② | R_m | $R_m = R + \frac{2R_m R}{R_m + 2R}$ | $2R$ |
| ③ | $1.5R_m$ | $R_m = R + \frac{2R_m R}{R_m + 2R}$ | $2R$ |
| ④ | $2R_m$ | $R_m = R + \frac{R_m R}{R_m + R}$ | R |
| ⑤ | $2R_m$ | $R_m = R + \frac{2R_m R}{R_m + 2R}$ | R |

Ⅲ－８ 下図のように抵抗値 R [Ω] の抵抗とインダクタンス値 L [H] のコイルを直列に接続した回路がある。スイッチ S を $t = 0$ [s] で閉じたときに回路に流れる電流 $i(t)$ と、抵抗及びコイルに加わる電圧 $V_R(t)$ と $V_L(t)$ の過渡現象に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。



- ① 十分に時間が経ったときの $V_R(\infty)$ は電源電圧の E [V] の値に依存する。
- ② この回路の時定数は L [H] の値に比例し、 R [Ω] が大きくなると小さくなる。
- ③ スイッチ S を閉じた直後の $V_L(0)$ の値は 0 [V] であるが、その後大きくなる。
- ④ 十分に時間が経ったときの $i(\infty)$ は L [H] の値に依存しない。
- ⑤ $i(t)$ [A] は t の経過と共に大きくなるが、値の変化は緩慢となる。

Ⅲ－９ 下図に示す回路において、スイッチSWが閉じられていて定常状態にあるとし、時刻 $t = 0$ でSWを開く。このとき、電流 $i(t)$ の導出に関する次の記述の、 に入る式の組合せとして、最も適切なものはどれか。ただし、 E は理想直流電圧源、 R_1 と R_2 は抵抗、 C はコンデンサ、 $I(s)$ はラプラス変換後の電流 $i(t)$ 、 s は複素角周波数を表す。

$t \geq 0$ で成り立つ微分方程式は次のとおりである。

$$(R_1 + R_2)i(t) + \frac{1}{C} \int i(t) dt = 0$$

$t = 0$ の状態を考慮して上式をラプラス変換すると

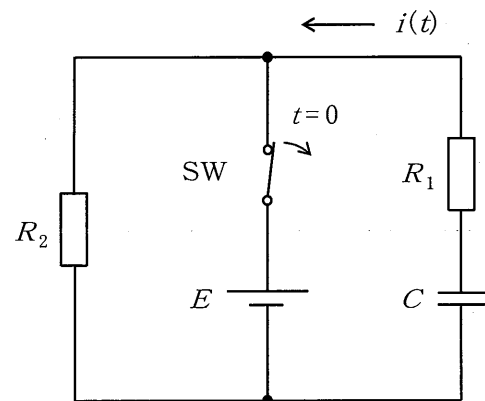
$$(R_1 + R_2)I(s) + \text{ア} = 0$$

したがって

$$I(s) = \text{イ}$$

これを逆ラプラス変換すると

$$i(t) = \text{ウ}$$

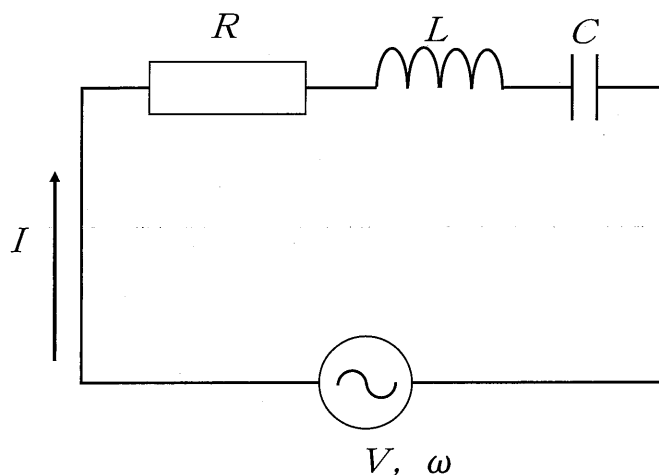


- | <u>ア</u> | <u>イ</u> | <u>ウ</u> |
|-----------------------------|---|--|
| ① $\frac{1}{sC}I(s)$ | $R_1 + R_2 + \frac{1}{sC}$ | $\frac{E}{R_1 + R_2} e^{-\frac{t}{C(R_1 + R_2)}}$ |
| ② $\frac{1}{sC}(I(s) + CE)$ | $\frac{-\frac{E}{R_1 + R_2}}{s + \frac{1}{C(R_1 + R_2)}}$ | $-\frac{E}{R_1 + R_2} e^{-\frac{t}{C(R_1 + R_2)}}$ |
| ③ $\frac{s}{C}I(s)$ | $R_1 + R_2 + \frac{s}{C}$ | $\frac{1}{R_1 + R_2} e^{-\frac{t}{C(R_1 + R_2)}}$ |
| ④ $\frac{s}{C}(I(s) + CE)$ | $\frac{-sCE}{s + C(R_1 + R_2)}$ | $-\frac{E}{R_1 + R_2} e^{-\frac{t}{C(R_1 + R_2)}}$ |
| ⑤ $\frac{1}{sC}(I(s) - CE)$ | $\frac{\frac{E}{R_1 + R_2}}{s + \frac{1}{C(R_1 + R_2)}}$ | $\frac{E}{R_1 + R_2} e^{-\frac{t}{C(R_1 + R_2)}}$ |

Ⅲ－10 有限な値を有する理想的な回路素子 R 、 L 、 C で構成された下図の回路において、実効値 V の正弦波電圧源の角周波数 ω を変化させた場合の説明に関する次の記述の、 に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

回路を流れる電流は、ある角周波数で ア となり、その極値における電流の実効値は イ である。

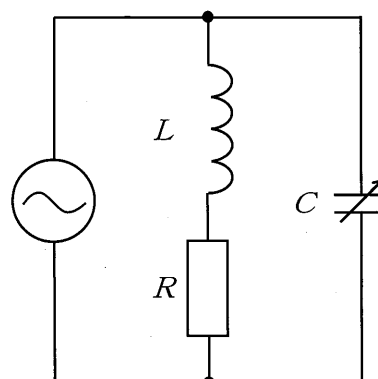
- | | ア | イ |
|------|---|---|
| ① 極大 | ∞ | |
| ② 極大 | $\frac{V}{R}$ | |
| ③ 極小 | 0 | |
| ④ 極小 | $\frac{V}{R}$ | |
| ⑤ 極小 | $\frac{V}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$ | |



Ⅲ－11 交流並列共振回路に関する次の記述の、 に入る数値の組合せとして、最も適切なものはどれか。

下図のような並列共振回路で $L = 300$ [μH] かつ R が十分小さいとき、535 [kHz] から 1605 [kHz] の周波数に同調させるには、キャパシタンス C の値は ア [F] から イ [F] の範囲で変化できるものであればよい。

- | | ア | イ |
|---|-----------------------|------------------------|
| ① | 295×10^{-9} | 32.8×10^{-9} |
| ② | 1.85×10^{-9} | 206×10^{-12} |
| ③ | 295×10^{-12} | 32.8×10^{-12} |
| ④ | 590×10^{-12} | 65.6×10^{-12} |
| ⑤ | 927×10^{-12} | 103×10^{-12} |



Ⅲ－12 下図のような抵抗を無視したリアクタンス X の送電線において、受電端における有効電力 P_r と無効電力 Q_r を表す式として、最も適切なものはどれか。ただし、 V_s と V_r はそれぞれ送電端と受電端の電圧の大きさであり、 δ は受電端を基準とした送電端の電圧位相である。 δ の単位は [rad] であり、それ以外のすべての変数は単位法表示とする。

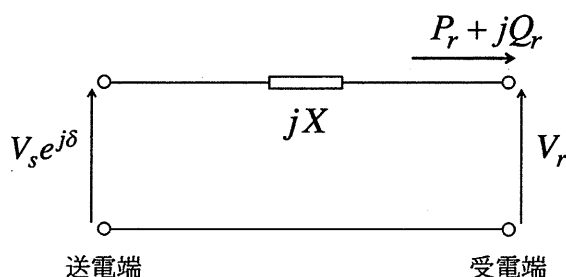
① $P_r = \frac{V_s V_r}{X} \cos \delta, Q_r = \frac{V_s V_r \sin \delta - V_s^2}{X}$

② $P_r = \frac{V_s V_r}{X} \cos \delta, Q_r = \frac{V_r^2 - V_s V_r \sin \delta}{X}$

③ $P_r = \frac{V_s V_r}{X} \cos \delta, Q_r = \frac{V_s^2 - V_s V_r \sin \delta}{X}$

④ $P_r = \frac{V_s V_r}{X} \sin \delta, Q_r = \frac{V_s V_r \cos \delta - V_r^2}{X}$

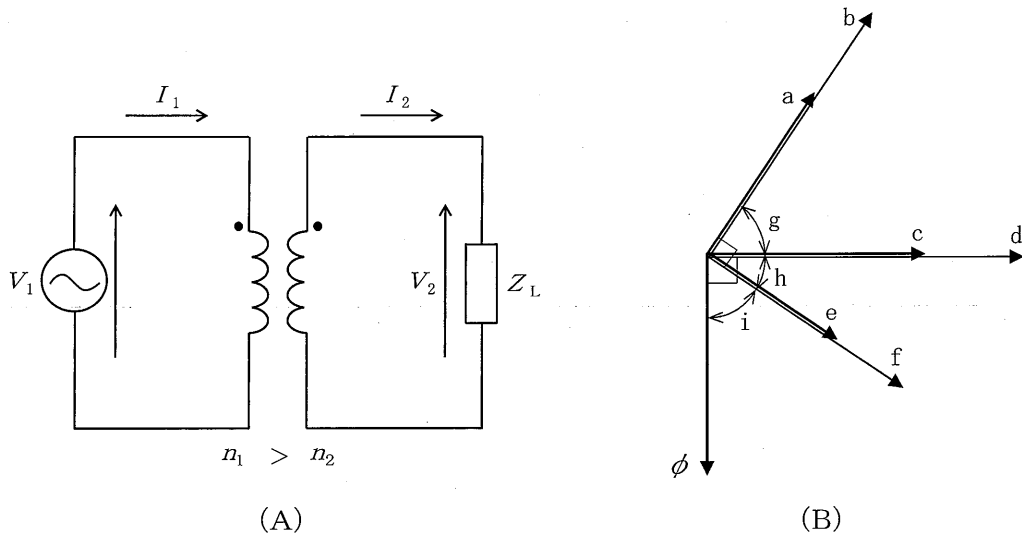
⑤ $P_r = \frac{V_s V_r}{X} \sin \delta, Q_r = \frac{V_r^2 - V_s V_r \cos \delta}{X}$



Ⅲ－13 送電系統の電気的特性に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 負荷が非常に小さい系統においては、線路の充電電流の影響により進み電流が流れ、受電端電圧が送電端電圧よりも高くなる場合がある。
- ② フェランチ現象は、線路のこう長が長いケーブル系統において生じやすい。
- ③ 無負荷の長距離送電線路に発電機が接続されているとき、電機子反作用の増磁作用によって発電機端子の電圧が異常に上昇する現象を自己励磁現象という。
- ④ 自己励磁現象は発電機の容量が小さい場合に生じやすい。
- ⑤ 送電線路の受電端に電力用コンデンサを設置することは、フェランチ現象や自己励磁現象の対策に効果的である。

Ⅲ－14 図（A）のように理想変圧器の一次側に交流電圧源 V_1 ，二次側に誘導性負荷 Z_L を接続している。このときのベクトルと位相角が図（B）の a ～ i のいずれかで表せるとき，二次側の電圧 V_2 ，電流 I_2 ，誘導性負荷 Z_L の位相角 θ を表す記号の組合せとして，最も適切なものはどれか。ただし， I_1 は一次側の電流， n_1 は一次側の巻数， n_2 は二次側の巻数， $n_1 > n_2$ ， ϕ は磁束のベクトル，図（B）には少なくとも V_1 ， I_1 ， V_2 ， I_2 のベクトルのすべてが示されているものとする。



	電圧 V_2	電流 I_2	位相角 θ
①	a	d	g
②	c	b	g
③	d	e	i
④	c	e	h
⑤	c	f	h

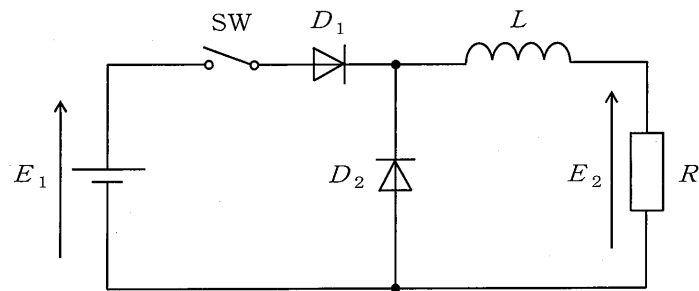
Ⅲ－15 極数は6で定格周波数は50 [Hz] の三相巻線型誘導電動機がある。全負荷時のすべりは2 [%] である。全負荷時における軸出力のトルクを、回転速度960 [min^{-1}] で発生させるために、二次巻線回路に抵抗を挿入する。このとき、1相当なりに挿入する抵抗に最も近い値はどれか。ただし、二次巻線の各相の抵抗値は0.2 [Ω] とする。

- ① 0.1 [Ω]
- ② 0.2 [Ω]
- ③ 0.3 [Ω]
- ④ 0.4 [Ω]
- ⑤ 0.5 [Ω]

Ⅲ－16 50 [Hz] を発生するための同期発電機の極数と同期速度の組合せにおいて、最も不適切なものはどれか。

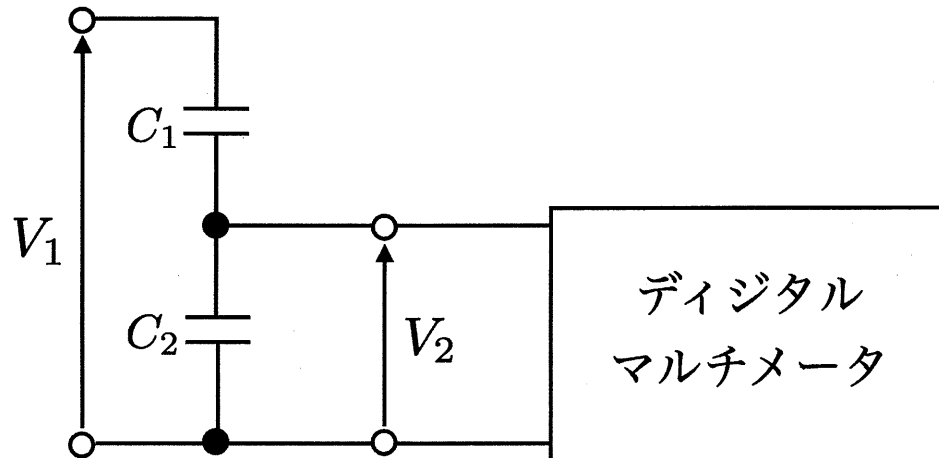
	極数	同期速度 [min^{-1}]
①	2	3000
②	4	1500
③	8	1000
④	10	600
⑤	12	500

Ⅲ－17 下図に示すDCチョップ回路において、スイッチ動作を開始して十分に時間が経過した後、負荷抵抗 R に加わる平均電圧 E_2 が 75 [V] になる条件として、最も適切なものはどれか。ただし、直流電源の電圧 $E_1 = 100 \text{ [V]}$ 、 L はインダクタンス、 T_1 はスイッチ SW のオン時間、 T_2 はスイッチ SW のオフ時間とする。ダイオード D_1 と D_2 の順方向降下電圧は無視できるものとする。



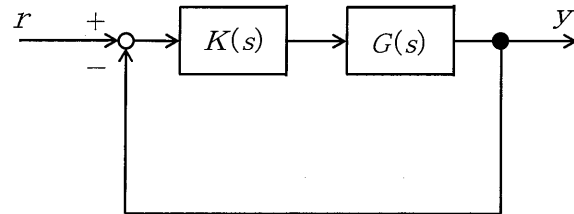
- ① $L = 70 \text{ [}\mu\text{H]}$, $R = 75 \text{ [m}\Omega\text{]}$, $T_1 = 7.5 \text{ [ms]}$, $T_2 = 10 \text{ [ms]}$
- ② $L = 40 \text{ [}\mu\text{H]}$, $R = 25 \text{ [m}\Omega\text{]}$, $T_1 = 7.5 \text{ [ms]}$, $T_2 = 2.5 \text{ [ms]}$
- ③ $L = 150 \text{ [}\mu\text{H]}$, $R = 25 \text{ [m}\Omega\text{]}$, $T_1 = 10 \text{ [ms]}$, $T_2 = 2.5 \text{ [ms]}$
- ④ $L = 40 \text{ [}\mu\text{H]}$, $R = 75 \text{ [m}\Omega\text{]}$, $T_1 = 2.5 \text{ [ms]}$, $T_2 = 7.5 \text{ [ms]}$
- ⑤ $L = 70 \text{ [}\mu\text{H]}$, $R = 75 \text{ [m}\Omega\text{]}$, $T_1 = 10 \text{ [ms]}$, $T_2 = 7.5 \text{ [ms]}$

Ⅲ－18 下図のようにコンデンサ分圧器とデジタルマルチメータで、4 [kV] の直流高電圧 V_1 を測定する。メータの電圧 V_2 を 100 [V] と表示させるために高電圧側に必要なコンデンサ C_1 の容量として、最も適切なものはどれか。ただし、メータ側のコンデンサ C_2 は 100 [pF] とし、周囲温度の変化やコンデンサの損失による影響はないものとする。



- ① 2.44 [pF]
- ② 2.50 [pF]
- ③ 2.56 [pF]
- ④ 2.62 [pF]
- ⑤ 2.68 [pF]

Ⅲ－19 下図に示すフィードバック制御系において、 $K(s)=2$ 、 $G(s)=1/s$ とする。この閉ループ系の時定数とゲインの組合せとして、最も適切なものはどれか。

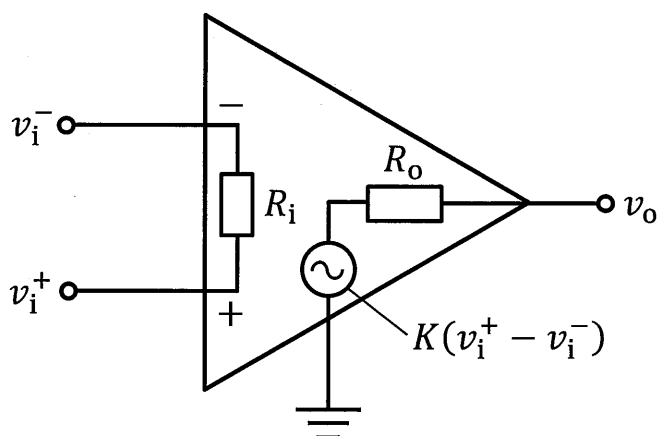


	時定数	ゲイン
①	0.5	0.5
②	0.5	1
③	0.5	2
④	1	1
⑤	1	2

Ⅲ－20 下図は，オペアンプの機能を抵抗 R_i 、 R_o と電圧利得 K で表した等価回路である。

理想オペアンプに関する次の記述の，に入る語句，数式の組合せとして，最も適切なものはどれか。ただし，2つの入力電圧を v_i^+ 、 v_i^- ，出力電圧を v_o とする。

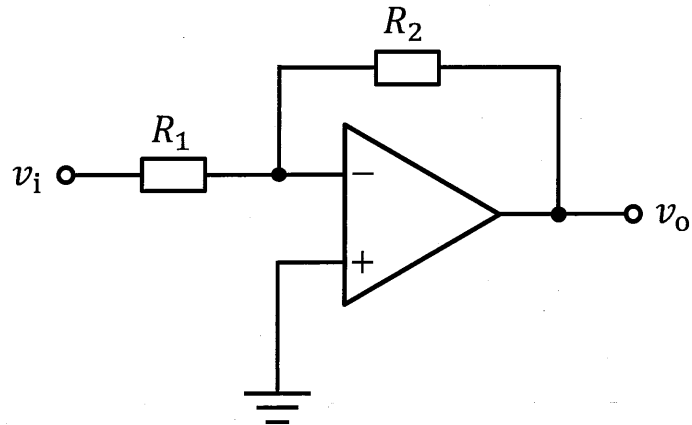
理想オペアンプでは，下図において電圧利得 K が であるため，入力端子間電圧 $v_i^+ - v_i^-$ は となる。また， R_i は ， R_o は であるため， v_o は となる。



	ア	イ	ウ	エ	オ
①	無限大	0	無限大	0	$K(v_i^+ - v_i^-)$
②	無限大	0	0	無限大	$K(v_i^+ - v_i^-)$
③	0	無限大	無限大	0	$\frac{KR_o}{R_i}(v_i^+ - v_i^-)$
④	0	無限大	0	無限大	$\frac{KR_i}{R_o}(v_i^+ - v_i^-)$
⑤	無限大	0	無限大	0	$\frac{R_o}{R_i}(v_i^+ - v_i^-)$

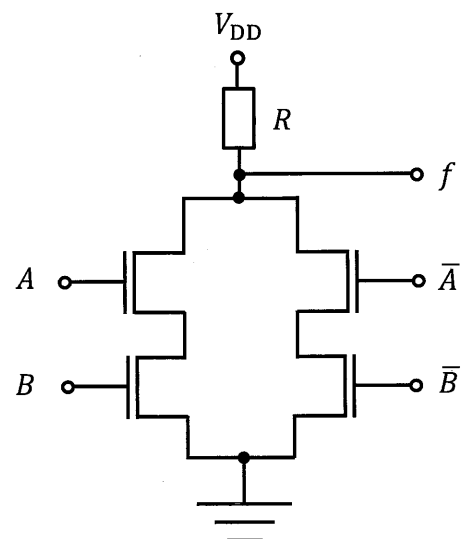
Ⅲ－21 理想オペアンプと抵抗 R_1 , R_2 を下図のように接続した回路を考える。入力電圧 v_i を与えた場合、出力電圧 v_o を表す式として、最も適切なものはどれか。

- ① $-\frac{R_1}{R_2} v_i$
- ② $-\frac{R_1 + R_2}{R_2} v_i$
- ③ $-\frac{R_2}{R_1} v_i$
- ④ $-\frac{R_1 + R_2}{R_1} v_i$
- ⑤ $-\frac{R_1}{R_1 + R_2} v_i$

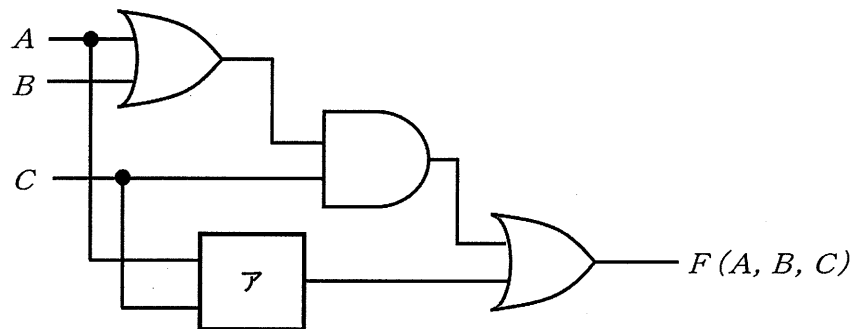


Ⅲ－22 下図に、抵抗 R と n チャネル MOS トランジスタ (nMOS) を用いた論理回路を示す。論理変数 A , B 及びそれらの否定 $\bar{A}$, $\bar{B}$ が下図のように入力されている場合、出力 f の論理式として最も適切なものはどれか。ただし、 V_{DD} は電源電圧であり、nMOS の基板は接地されているものとする。

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



Ⅲ－23 下図の論理回路の入出力の関係が，下表の真理値表で与えられる。このとき，図における ア に入る論理回路の論理式として，最も適切なものはどれか。ただし，論理変数 A ， B に対して， $A + B$ は論理和を表し， $A \cdot B$ は論理積を表す。また， $\overline{A}$ は A の否定を表す。



真理値表

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

- ① $\overline{A} + \overline{C}$ ② $B + C$ ③ $\overline{A} \cdot \overline{C}$ ④ $\overline{A} + B$ ⑤ $A + C$

Ⅲ－24 下表に示すような4個の情報源シンボル s_1 , s_2 , s_3 , s_4 からなる無記憶情報源がある。情報源符号化に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

情報源シンボル	発生確率
s_1	0.5
s_2	0.2
s_3	0.2
s_4	0.1

この無記憶情報源の（一次）エントロピーは、アで与えられる。各情報源記号を一意復号可能な二元符号に符号化したとき、平均符号長がエントロピーよりイなる符号化を作ることとはできない。なお、エントロピーの対数の底は2とする。

- | | | |
|---|------|-----|
| | ア | イ |
| ① | 8.97 | 小さく |
| ② | 1.76 | 小さく |
| ③ | 1.22 | 小さく |
| ④ | 1.76 | 大きく |
| ⑤ | 8.97 | 大きく |

Ⅲ－25 次のネットワークアドレスにおいて、割り当て可能なIPアドレス（IPv4アドレス）の数として、最も適切なものはどれか。

200.10.0.0/27

- ① 28 ② 29 ③ 30 ④ 31 ⑤ 32

Ⅲ-26 エルゴード性を持つマルコフ情報源が、3つの状態A、状態B、状態Cからなり、下図に示す遷移図を持つものとする。このとき、状態Aの定常確率 P_A 、状態Bの定常確率 P_B 、状態Cの定常確率 P_C の組合せとして、最も適切なものはどれか。

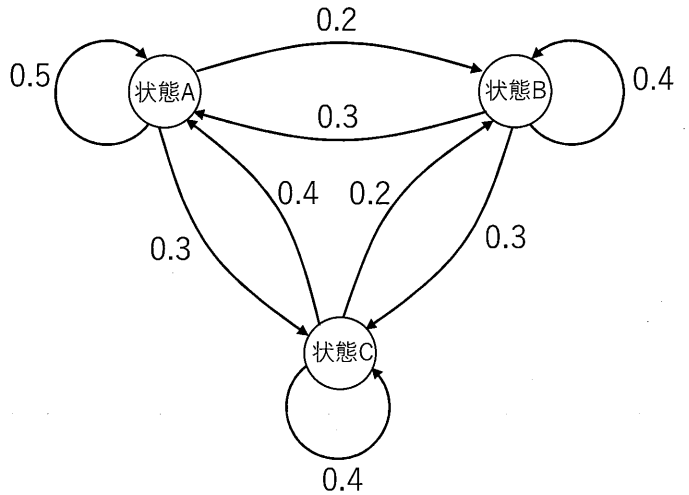
① $P_A = \frac{1}{4}$, $P_B = \frac{5}{16}$, $P_C = \frac{7}{16}$

② $P_A = \frac{1}{5}$, $P_B = \frac{2}{5}$, $P_C = \frac{2}{5}$

③ $P_A = \frac{1}{3}$, $P_B = \frac{11}{27}$, $P_C = \frac{7}{27}$

④ $P_A = \frac{1}{2}$, $P_B = \frac{3}{8}$, $P_C = \frac{1}{8}$

⑤ $P_A = \frac{5}{12}$, $P_B = \frac{1}{4}$, $P_C = \frac{1}{3}$



Ⅲ-27 周期性をもたない非周期信号を成分に分解して表現するために必要なフーリエ変換に関する記述のうち、最も不適切なものはどれか。

① フーリエ変換は、非周期信号を三角関数、若しくは複素指数関数の和として表現することができる。

② 非周期信号は、基本周期が無限大の周期信号とみなして、フーリエ級数のように表現することができる。

③ 時間領域での2つの信号の積は、周波数領域においてそれぞれのフーリエ変換の畳み込みとして表現することができる。

④ 非周期信号のフーリエ変換は、必ず有限の周波数領域に収束して表現することができる。

⑤ 時間軸を a 倍に広げた信号のフーリエ変換は、元の信号のフーリエ変換の周波数軸を $1/a$ 倍、振幅を $|a|$ 倍したものになる。

Ⅲ－28 フーリエ変換に関する以下の記述について、に入る式の組合せとして、最も適切なものはどれか。

ただし、フーリエ変換は以下の式で定義されるものとする。

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \exp(-i\omega t) dt$$

時間領域の信号 $f_1(t) = \exp(-|t|)$ のフーリエ変換対は、 ア で与えられる。別の時間領域の信号 $f_2(t)$ のフーリエ変換対を $F_2(\omega)$ としたとき、 $f_1(t) + 2f_2(t)$ のフーリエ変換対は、 イ と与えられる。

ア

イ

- | | | |
|---|--|---|
| ① | $F_1(\omega) = \frac{1}{\omega}$ | $\frac{1}{\omega} + 2F_2(\omega)$ |
| ② | $F_1(\omega) = \frac{2}{\omega^2 + 1}$ | $\frac{2}{\omega^2 + 1} + F_2(\omega)$ |
| ③ | $F_1(\omega) = \frac{4}{\omega + 1}$ | $\frac{4}{\omega + 1} + F_2(\omega)$ |
| ④ | $F_1(\omega) = \frac{2}{\omega}$ | $\frac{2}{\omega} + F_2(\omega)$ |
| ⑤ | $F_1(\omega) = \frac{2}{\omega^2 + 1}$ | $\frac{2}{\omega^2 + 1} + 2F_2(\omega)$ |

Ⅲ－29 無線通信のデジタル変調に関する以下の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

オフセットQPSK (Quadrature Phase Shift Keying) では、ベースバンド波形の同相成分と直交成分をアだけ時間的にオフセットすることで実現される。このようにすることで、信号点軌跡は原点を通過せず、イ変動を抑圧できる。ゆえに、オフセットQPSKでは、送信電力増幅によるウの影響を緩和できる。

- | | ア | イ | ウ |
|---|-----------|----|-------|
| ① | 1シンボル長の半分 | 振幅 | 線形歪み |
| ② | 1シンボル長の半分 | 振幅 | 非線形歪み |
| ③ | 1シンボル長の半分 | 位相 | 線形歪み |
| ④ | 1シンボル長 | 振幅 | 非線形歪み |
| ⑤ | 1シンボル長 | 位相 | 非線形歪み |

Ⅲ－30 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing : 直交周波数分割多重) の特徴に関する記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① マルチキャリア変調方式の1つであるが、技術的にマルチパス妨害に強くすることはできない特徴がある。
- ② シングルキャリア変調方式の1つであり、マルチパス妨害に強い特徴がある。
- ③ ガードインターバル期間を付加することが可能であるため、マルチパス妨害の影響が軽減される。
- ④ 多値変調の一種であり、同じタイムスロット内に多数の情報を送出することができる。
- ⑤ 信号のスペクトルを拡散する方式であり、電力密度が極端に低くなるため、他の通信システムへの干渉を小さくできる。

Ⅲ－31 移動通信における電波伝搬に関する以下の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

基地局から送信された電波はあらゆる方向に放射され、移動局へ直接到来するア
の他に、ビルなどにより反射、回折、散乱し、異なるイで移動局に到達する。その
ため、移動局では到達時間の異なる複数の電波の重ね合わせを受信する。この現象を
ウと呼ぶ。ウにより信号が干渉し合いエが生じ、通信に誤りが引き起
こされる。

- | | ア | イ | ウ | エ |
|-------|------|--------|---------|---|
| ① 直接波 | 経路長 | マルチパス | フェージング | |
| ② 反射波 | 経路長 | ダイバーシチ | フェージング | |
| ③ 直接波 | 伝送方式 | マルチパス | フェージング | |
| ④ 反射波 | 経路長 | ダイバーシチ | シャドウイング | |
| ⑤ 直接波 | 伝送方式 | マルチパス | シャドウイング | |

Ⅲ－32 半導体に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

n型半導体には自由に動けるアが多く、これをイと呼ぶ。n型半導体には、
数は少ないがウも存在し、これをエと呼ぶ。一方、p型半導体にはウ
の数が多いためイであり、アがエとなる。熱平衡状態においては、半
導体のn型とp型に関係なく、アの濃度とウの濃度のオは一定となる。
これを、質量作用の法則という。

- | | ア | イ | ウ | エ | オ |
|------|--------|----|--------|---|---|
| ① 電子 | 多数キャリア | 正孔 | 少数キャリア | 積 | |
| ② 正孔 | 多数キャリア | 電子 | 少数キャリア | 和 | |
| ③ 電子 | 少数キャリア | 正孔 | 多数キャリア | 積 | |
| ④ 正孔 | 少数キャリア | 電子 | 多数キャリア | 和 | |
| ⑤ 電子 | 多数キャリア | 正孔 | 少数キャリア | 和 | |

Ⅲ－33 pMOS (p-channel Metal-Oxide-Semiconductor) トランジスタに関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

MOSトランジスタは、ゲート、ソース、ドレイン及び基板の4つの端子により構成されている。pMOSトランジスタのソースとドレインは高濃度の型半導体で形成され、基板には低濃度の型半導体がいられる。pMOSトランジスタのゲート・ソース間電圧 V_{GS} としきい値電圧 V_T の大小関係が $V_{GS} > V_T$ の場合、チャンネルが形成されないためドレイン電流は流れない。一方、 $V_{GS} \leq V_T$ の場合、ゲート絶縁膜と型半導体の界面にが誘起されチャンネルが形成される。この場合には、のドレイン・ソース間電圧 V_{DS} を印加することにより、がに移動できるようになるため、ドレイン電流が流れる。

- | | ア | イ | ウ | エ | オ |
|---|---|---|----|---|-----------|
| ① | n | p | 電子 | 負 | ドレインからソース |
| ② | n | p | 電子 | 正 | ソースからドレイン |
| ③ | p | n | 正孔 | 正 | ドレインからソース |
| ④ | p | n | 電子 | 正 | ソースからドレイン |
| ⑤ | p | n | 正孔 | 負 | ソースからドレイン |

Ⅲ－34 高圧受電設備に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 断路器は、機器の点検・修理や回路の接続を変更する場合などに用いられ、負荷電流が流れている回路の遮断には用いない。
- ② 負荷開閉器は、負荷電流や変圧器の励磁電流など、負荷開閉器の定格電流以下の開閉に使用され、気中・真空・ガス式がある。
- ③ 避雷器は、高圧架空電線路からの受電電力容量が500kW以上の場合には必ず施設する必要がある、B種接地工事が施される。
- ④ キュービクル式高圧受電設備は、開放形に比べて安全性が高く、所要床面積が少ないなどの特徴がある。
- ⑤ PF・S形のキュービクル式高圧受電設備では、遮断器の代わりに断路形高圧電力ヒューズと高圧交流負荷開閉器を組合せたものが設置される。

Ⅲ－35 電気設備の接地に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

地絡事故が生じたときの保護継電器の確実な動作の確保やアの低下を図ると共に、
イを抑制するため、電路のウに接地を施す場合がある。

	ア	イ	ウ
①	対地電圧	異常電圧	中性点
②	一線地絡電流	異常電圧	中性点
③	異常高温	過電流	線路導体
④	回転数	過電流	線路導体
⑤	通信雑音	過電流	末端

【正解と解説】

●問題Ⅲ-1

正解は③

アンペールの周回積分の法則に関する問題である。閉曲線に鎖交する電流の総和は、その閉曲線に沿った磁界の強さの線積分に等しいため、選択肢3の組み合わせが適切となる。

●問題Ⅲ-2

正解は⑤

ガウスの法則より、電荷が球面上のみに分布する場合、内部には電荷が存在しないため電界は0となる。球外の電界は全電荷が中心にある点電荷と等価となり、選択肢5の式となる。

●問題Ⅲ-3

正解は①

各点電荷に働くクーロン力のつり合い条件を立てる。中央のBに働く力から $qA=qC$ が導かれ、端のAに働く力から $qB=-qA/4$ が導かれるため、選択肢1の関係となる。

●問題Ⅲ-4

正解は①

位相差が0のときは直線偏波となり傾きは $\tan^{-1}(A_2/A_1)$ である。位相差が負の範囲では合成電界の先端が時間とともに右回りに回転し、楕円偏波となる。

●問題Ⅲ-5

正解は②

端子電圧と電流の関係より回路方程式を立てる。 $V_0=3(R_0+20)$ および $V_0=1(R_0+80)$ の連立方程式を解くことで、内部抵抗 $R_0=10\Omega$ 、起電力 $V_0=90V$ が得られる。

●問題Ⅲ-6

正解は②

端子abを開放したときの開放電圧を節点方程式より求めると $(E+RI)/(1+RG)$ となる。また独立電源を停止して端子abから見た内部抵抗は $R/(1+RG)$ となる。

●問題Ⅲ-7

正解は②

無限回路の自己相似性より、1段除いても合成抵抗は R_{in} のままである。並列と直列の合成式 $R_{in}=R+2R_{in}$ $R/(R_{in}+2R)$ を解くことで、 $R_{in}=2R$ が得られる。

●問題Ⅲ-8

正解は③

スイッチ投入直後はコイルが電流変化を妨げるため電流は0となり、電源電圧のすべてがコイルに印加されて $V_L(0)=E$ となる。その後減少するため、③が最も不適切となる。

●問題Ⅲ-9

正解は⑤

スイッチ開放前のコンデンサ初期電荷 CE を考慮して回路方程式をラプラス変換する。得られた $I(s)$ を部分分数展開して逆変換することで、選択肢5の放電電流の式が導出される。

●問題Ⅲ-10

正解は②

直列RLC回路では、誘導性リアクタンスと容量性リアクタンスが相殺する共振周波数において合成インピーダンスが最小値 R となるため、電流は極大値 V/R をとる。

●問題Ⅲ-11

正解は③

並列共振回路の同調条件式 $f=1/(2\pi\sqrt{LC})$ より静電容量 C を逆算する。下限周波数535kHzで約295pF、上限周波数1605kHzで約32.8pFとなる。

●問題Ⅲ-12

正解は④

受電端複素電力 $S_r = V_r I_r^*$ を計算する。送電端と受電端の位相差 δ とリアクタンス X を用いて実部と虚部を整理すると、有効電力 P_r および無効電力 Q_r は選択肢4の式となる。

●問題Ⅲ-13

正解は⑤

フェランチ現象や発電機の自己励磁現象は進み無効電流が原因で発生するため、対策には進み電流を補償する分路リアクトルが用いられる。コンデンサ設置とする記述は不適切である。

●問題Ⅲ-14

正解は⑤

誘導起電力は磁束より90度進むため二次電圧は c となる。誘導性負荷により二次電流は電圧より位相が遅れて f となり、両者のなす位相角は h となるため、選択肢5が適切となる。

●問題Ⅲ-15

正解は②

同期速度は 1000 min^{-1} であり、回転速度 960 min^{-1} のときのすべりは0.04となる。比例推移の原理 $r/s = \text{一定}$ より計算すると、挿入すべき抵抗は 0.2Ω となる。

●問題Ⅲ-16

正解は③

周波数50Hzにおける同期速度は $N_s = 120f/p$ で求まる。極数8のときの同期速度は 750 min^{-1} であり、 1000 min^{-1} とする選択肢3の組み合わせは不適切となる。

●問題Ⅲ-17

正解は②

降圧チョッパの出力平均電圧は $E_2 = E_1 \times T_1 / (T_1 + T_2)$ で表される。 $E_2 = 75 \text{ V}$ となる通流率は0.75であるため、 $T_1 = 7.5 \text{ ms}$ 、 $T_2 = 2.5 \text{ ms}$ の組み合わせが適切となる。

●問題Ⅲ-18

正解は③

コンデンサ分圧器の分圧比は $V_2/V_1 = C_1 / (C_1 + C_2)$ で表される。数値を代入して $100/4000 = C_1 / (C_1 + 100)$ を解くことで、 C_1 は約 2.56 pF と求まる。

●問題Ⅲ-19

正解は②

一巡伝達関数 $2/s$ より閉ループ伝達関数を求めると $2/(s+2)$ となる。これを標準形 $1/(1+0.5s)$ に変形することで、時定数は0.5、ゲインは1と求まる。

●問題Ⅲ-20

正解は①

理想オペアンプでは電圧利得 K が無限大であるため入力端子間電圧は0となる。また入力抵抗 R_i は無限大、出力抵抗 R_o は0であり、出力電圧は $K(v_i^+ - v_i^-)$ となる。

●問題Ⅲ-21

正解は③

理想オペアンプの仮想接地により反転入力端子は接地電位0Vとなる。入力抵抗 R_1 を流れる電流がそのまま帰還抵抗 R_2 を流れるため、出力電圧は $-(R_2/R_1)v_i$ となる。

●問題Ⅲ-22

正解は⑤

nMOS回路は $A \cdot B$ または $\bar{A} \cdot \bar{B}$ の入力時に導通して出力を接地レベルとする。したがって出力 f はその否定論理となり、 $A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B$ となる。

●問題Ⅲ-23

正解は①

真理値表より出力FはBとCがともに1のときのみ0となる。回路構成と出力条件を比較し、指定された入出力関係を満足するAの論理式を求めると $A+C$ となる。

●問題Ⅲ-24

正解は②

情報源エントロピーの定義式より計算すると $H \approx 1.76$ となる。シャノンの情報源符号化定理により、一意復号可能な二元符号の平均符号長をエントロピーより小さくすることはできない。

●問題Ⅲ-25

正解は③

プレフィックス長/27よりホスト部は5ビットであり、全アドレス数は32個となる。ネットワークアドレスとブロードキャストアドレスの2個を除くため、割当可能数は30個となる。

●問題Ⅲ-26

正解は⑤

各状態の遷移方程式および確率の総和が1となる条件を連立させて解く。計算により、定常確率は $P_A=5/12$ 、 $P_B=1/4$ 、 $P_C=1/3$ として導出される。

●問題Ⅲ-27

正解は④

時間幅が有限な非周期信号のフーリエ変換は一般に無限の周波数帯域に広がるため、必ず有限の周波数領域に収束して表現できるとする選択肢4の記述は不適切である。

●問題Ⅲ-28

正解は⑤

両側指数関数 $\exp(-|t|)$ のフーリエ変換は $2/(\omega^2+1)$ となる。フーリエ変換の線形性より、 $f_1(t)+2f_2(t)$ の変換は $2/(\omega^2+1)+2F_2(\omega)$ となる。

●問題Ⅲ-29

正解は②

オフセットQPSKは同相成分と直交成分を1シンボル長の半分ずらすことで急激な位相反転を防ぎ、振幅変動を抑圧して電力増幅器の非線形歪みの影響を緩和する。

●問題Ⅲ-30

正解は③

OFDMはマルチキャリア伝送方式であり、シンボル間にガードインターバルを付加することで遅延波によるシンボル間干渉を排除し、マルチパス妨害の影響を大幅に軽減できる。

●問題Ⅲ-31

正解は①

直接波に加え、反射等により異なる経路長を経て複数の電波が到達する現象をマルチパスと呼び、これらが互いに干渉し合って受信強度が激しく変動するフェージングが生じる。

●問題Ⅲ-32

正解は①

n型半導体の多数キャリアは電子、少数キャリアは正孔である。熱平衡状態において電子濃度と正孔濃度の積は温度ごとに一定となり、これを質量作用の法則と呼ぶ。

●問題Ⅲ-33

正解は⑤

pMOSはn型基板上にp型ソース・ドレインを形成する。負のゲート電圧で正孔が誘起され、負のドレイン・ソース間電圧により正孔がソースからドレインへ移動して電流が流れる。

●問題Ⅲ-34

正解は③

高圧受電設備に設置される避雷器の接地工事は、雷サージを高電圧から安全に大地へ放流

するためにA種接地工事を施すことが規定されており、B種とする記述は誤りとなる。

●問題Ⅲ-35

正解は①

電路の中性点接地は、保護継電器の確実な動作の確保、健全相の対地電圧上昇の抑制、および地絡事故等に伴う異常電圧の抑制を目的として施されることが技術基準に規定されている。