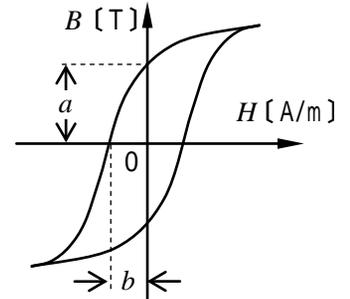


第一級アマチュア無線技士「無線工学」試験問題

30問 2時間30分

A - 1 次の記述は、図に示す磁性材料のヒステリシス曲線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。

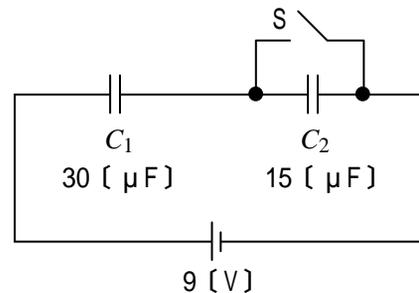
- 1 aは残留磁気を示す。
- 2 bは保磁力を示す。
- 3 横軸は磁界の強さ、縦軸は磁束密度を示す。
- 4 ヒステリシス曲線の囲む面積が小さい材料ほどヒステリシス損が大きい。
- 5 ヒステリシス曲線は磁化曲線ともいう。



A - 2 次の記述は、図に示す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。

- (1) スイッチSが断(OFF)のとき、 $C_1$ の電圧は、□Aである。
- (2) スイッチSが断(OFF)のとき、 $C_2$ に蓄えられる電荷の量は、□Bである。
- (3) スイッチSが接(ON)のとき、 $C_1$ に蓄えられる電荷の量は、□Cである。

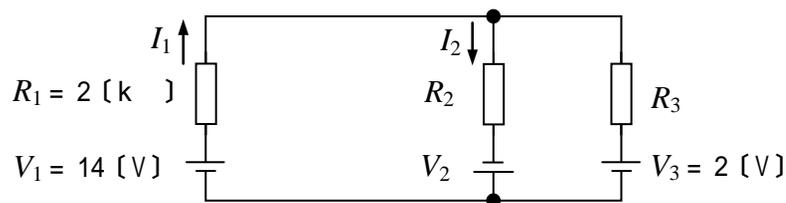
	A	B	C
1	3.0 [V]	30 [μC]	135 [μC]
2	3.0 [V]	90 [μC]	270 [μC]
3	4.5 [V]	30 [μC]	405 [μC]
4	6.0 [V]	60 [μC]	270 [μC]
5	6.0 [V]	90 [μC]	405 [μC]



—|— : 直流電源  
 $C_1, C_2$  : 静電容量

A - 3 図に示す直流回路において、直流電流  $I_1 = 3$  [mA] 及び  $I_2 = 1$  [mA] のとき、抵抗  $R_3$  の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 1.0 [k ]
- 2 1.5 [k ]
- 3 2.0 [k ]
- 4 2.5 [k ]
- 5 3.0 [k ]

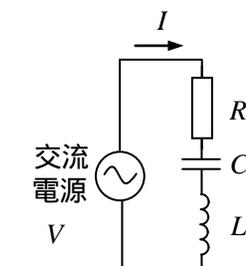


□ : 抵抗  
 —|— : 直流電源

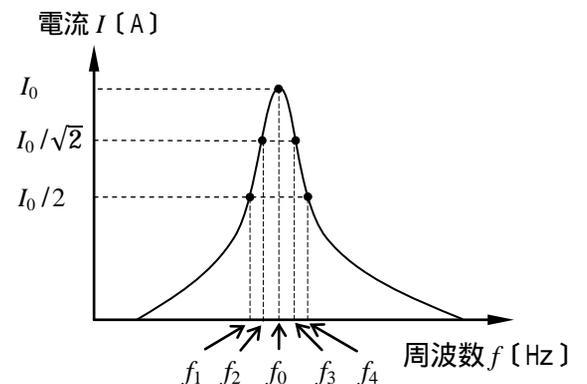
A - 4 次の記述は、図に示す直列共振回路の周波数特性について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、共振周波数を  $f_0$  [Hz] とし、そのとき回路に流れる電流  $I$  を  $I_0$  [A] とする。また、 $I$  が  $I_0/2$  となる周波数を  $f_1$  及び  $f_4$  [Hz] ( $f_1 < f_4$ )、 $I_0/\sqrt{2}$  となる周波数を  $f_2$  及び  $f_3$  [Hz] ( $f_2 < f_3$ ) とする。

- (1) 共振周波数  $f_0$  [Hz] は □A で表され、そのときの  $I_0$  は □B となる。
- (2) 回路の尖鋭度  $Q$  は、 $Q =$  □C で表される。

	A	B	C
1	$\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$\frac{V}{R}$	$\frac{f_0}{f_3 - f_2}$
2	$\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$V\sqrt{\frac{C}{L}}$	$\frac{f_0}{f_4 - f_1}$
3	$\frac{\sqrt{LC}}{2\pi}$	$\frac{V}{R}$	$\frac{f_0}{f_4 - f_1}$
4	$\frac{\sqrt{LC}}{2\pi}$	$V\sqrt{\frac{C}{L}}$	$\frac{f_0}{f_3 - f_2}$

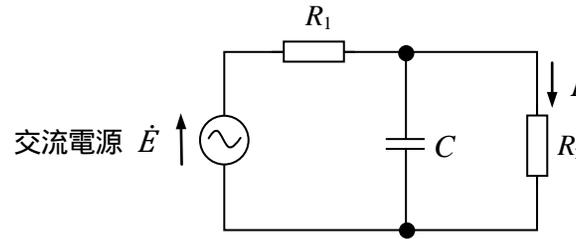


R : 抵抗 [ ]  
 C : 静電容量 [F]  
 L : インダクタンス [H]



A - 5 図に示す回路において、交流電源電圧  $\dot{E}$  が 200 [V]、抵抗  $R_1$  が 10 [Ω]、抵抗  $R_2$  が 20 [Ω] 及びコンデンサ  $C$  のリアクタンスが 20 [Ω] であるとき、 $R_2$  を流れる電流  $\dot{I}$  の値として、正しいものを下の番号から選べ。

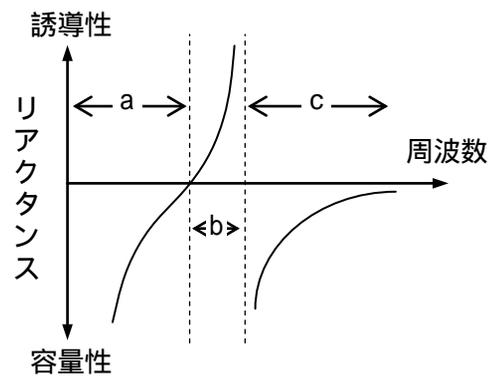
- 1 4 - j 2 [A]
- 2 4 + j 4 [A]
- 3 6 - j 2 [A]
- 4 6 + j 4 [A]
- 5 8 - j 2 [A]



A - 6 次の記述は、図に示す特性曲線を持つ水晶発振子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) 水晶発振子は、水晶の □ A □ 効果を利用して機械的振動を電氣的信号に変換する素子であり、単純な LC 同調回路に比べて尖鋭度  $Q$  が高い。
- (2) 水晶発振子で発振を起こすには、図の特性曲線の □ B □ の範囲が用いられ、このとき水晶発振子自体は、等価的に □ C □ として動作する。

- | A      | B | C     |
|--------|---|-------|
| 1 ピエゾ  | a | コイル   |
| 2 ピエゾ  | b | コイル   |
| 3 ピエゾ  | c | コンデンサ |
| 4 ペルチェ | a | コイル   |
| 5 ペルチェ | b | コンデンサ |

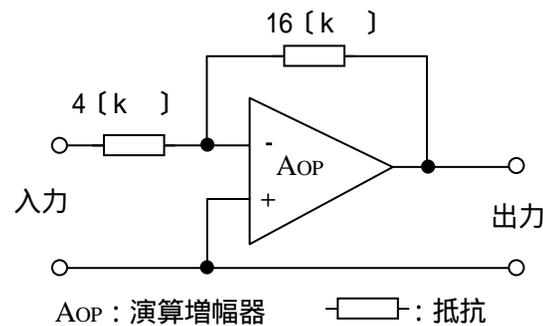


A - 7 次の記述は、トランジスタの電氣的特性について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 ベース接地回路の高周波特性を示す 遮断周波数  $f_c$  は、電流増幅率 の値が低周波のときの値より 6 [dB] 低下する周波数である。
- 2 直流電流増幅率  $h_{FE}$  は、エミッタ接地回路の直流のコレクタ電流  $I_C$  とベース電流  $I_B$  の比 ( $I_C/I_B$ ) である。
- 3 コレクタ遮断電流  $I_{CBO}$  は、エミッタを開放にして、コレクタ・ベース間に逆方向電圧(一般的には最大定格電圧  $V_{CBO}$ )を加えたときのコレクタに流れる電流である。
- 4 エミッタ接地回路の高周波特性を示すトランジション周波数  $f_T$  は、電流増幅率 が 1 となる周波数である。
- 5 エミッタ接地回路のトランジション周波数  $f_T$  は、利得帯域幅積ともいわれる。

A - 8 図に示す演算増幅器(オペアンプ)を使用した反転形電圧増幅回路の電圧利得の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\log_{10}2 = 0.3$  とする。

- 1 4 [dB]
- 2 6 [dB]
- 3 9 [dB]
- 4 12 [dB]
- 5 18 [dB]



A - 9 次の記述は、増幅回路の性能を示す雑音指数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 雑音指数は、雑音が連続性雑音であるとき、その平均レベルを表したものである。
- 2 入力側の信号対雑音比を  $A$ 、出力側の信号対雑音比を  $B$  としたとき、雑音指数は  $(A/B)$  で表される。
- 3 雑音指数は、任意の雑音の電力が、ある温度の抵抗体が発生する熱雑音の電力に等しいときの温度を表したものである。
- 4 雑音指数は、自然雑音、人工雑音など空間に放射されている電波雑音の強度を表したものである。

A - 10 図に示す論理回路の真理値表として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、A 及び B を入力、S 及び C を出力とし、論理は正論理とする。

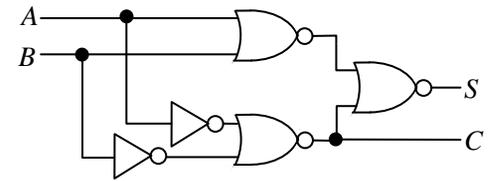
1	入力	出力		
	A	B	S	C
	0	0	1	0
	0	1	1	0
	1	0	1	0
	1	1	0	1

2	入力	出力		
	A	B	S	C
	0	0	0	0
	0	1	1	0
	1	0	0	1
	1	1	0	0

3	入力	出力		
	A	B	S	C
	0	0	0	0
	0	1	0	1
	1	0	1	0
	1	1	0	1

4	入力	出力		
	A	B	S	C
	0	0	0	0
	0	1	1	1
	1	0	1	1
	1	1	0	0

5	入力	出力		
	A	B	S	C
	0	0	0	0
	0	1	1	0
	1	0	1	0
	1	1	0	1

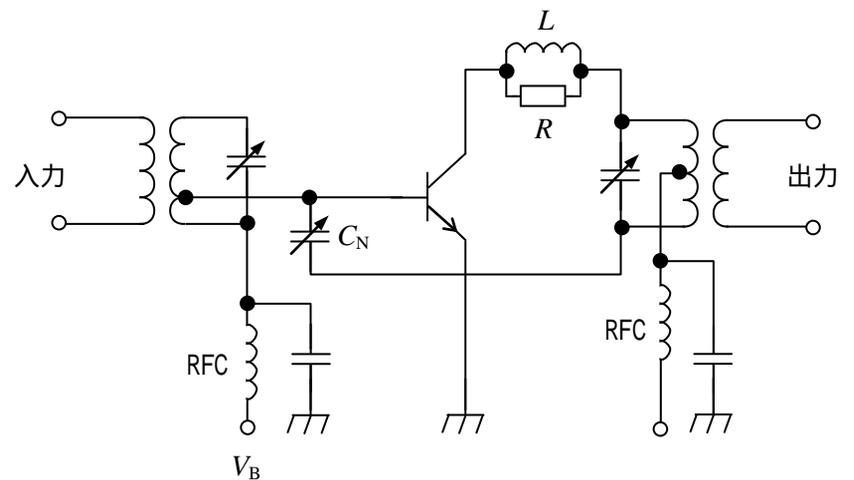


A - 11 AM(A3E)送信機の出力端子において、A3E 波の電圧の実効値を求める式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、変調をかけないときの搬送波電圧の振幅 (最大値) を  $E_c$  [V]、変調度は  $m \times 100$  [%] とし、変調信号は、単一の正弦波信号とする。

- 1  $E_c \sqrt{1 + \frac{m^2}{2}}$  [V]      2  $\sqrt{2} E_c \sqrt{1 + \frac{m^2}{2}}$  [V]      3  $\frac{1}{\sqrt{2}} E_c \sqrt{1 + \frac{m^2}{2}}$  [V]  
 4  $\frac{1}{\sqrt{2}} E_c (1 + \frac{m^2}{2})$  [V]      5  $E_c (1 + \frac{m^2}{2})$  [V]

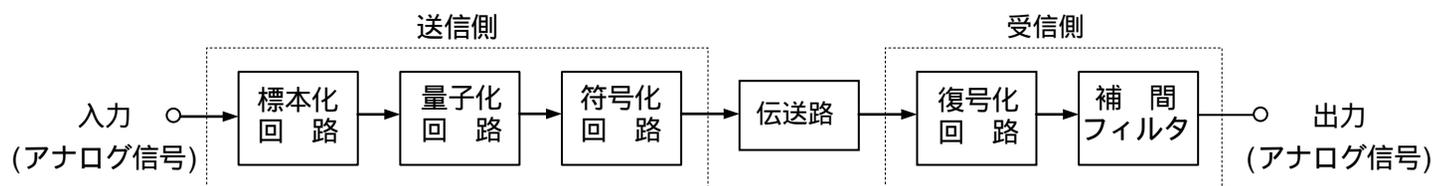
A - 12 次の記述は、図に示す SSB(J3E)送信機の終段電力増幅回路の原理的な構成例について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- この回路は、バイポーラトランジスタを用いたエミッタ接地(共通エミッタ)形増幅回路である。
- 図中の  $C_N$  は、中和用コンデンサであり、増幅回路が安定に動作するように調整される。
- 図中の RFC は、高周波インピーダンスを高く保ち、直流電源回路へ高周波電流が漏れることを阻止するためのものである。
- 図中の LR 並列回路は、寄生振動防止用の回路である。
- トランジスタの動作点は、C 級動作となるように図中のバイアス電源  $V_B$  により設定される。



A - 13 次の記述は、図に示すパルス符号変調(PCM)方式を用いた伝送系の原理的な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。

- 標本化とは、一定の □ A □ で入力のアナログ信号の振幅を取り出すことをいい、入力のアナログ信号を標本化したときの標本化回路の出力は、パルス振幅変調(PAM)波である。
- 振幅を所定の幅ごとの領域に区切ってそれぞれの領域を 1 個の代表値で表し、標本化によって取り出したアナログ信号の振幅をその代表値で近似することを量子化といい、量子化のステップの数が □ B □ ほど量子化雑音は小さくなる。
- 復号化回路で復号した出力からアナログ信号を復調するために用いる補間フィルタには、□ C □ が用いられる。



- |          |     |             |
|----------|-----|-------------|
| A        | B   | C           |
| 1 時間間隔   | 多い  | 低域フィルタ(LPF) |
| 2 時間間隔   | 少ない | 低域フィルタ(LPF) |
| 3 時間間隔   | 多い  | 高域フィルタ(HPF) |
| 4 信号対雑音比 | 少ない | 高域フィルタ(HPF) |
| 5 信号対雑音比 | 多い  | 低域フィルタ(LPF) |

A - 14 次の記述は、無線送信機などで生ずることのある寄生発射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) 寄生発射は、増幅器の入出力間の不要な結合によって発振回路を形成することなどによって生ずる不要な発射で、その周波数は、通常、希望周波数と □ A □ である。
- (2) 寄生発射は、他の通信に妨害を与えたり、ひずみや雑音の原因になるので、これを防ぐには、増幅器や部品を遮へいして回路間の結合量を □ B □ するなどの方法がある。

	A	B
1	同じ	大きく
2	同じ	小さく
3	無関係	大きく
4	無関係	小さく

A - 15 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機の感度を良くする方法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。

- 高周波同調回路の同調周波数と局部発振器の発振周波数の差が常に中間周波数と一致するよう単一調整を行う。
- 高周波同調回路の尖鋭度  $Q$  を大きくする。
- 利得が大きく、雑音指数の小さい高周波増幅器を用いる。
- 雑音指数の小さい周波数変換器を用いる。
- 中間周波増幅器の通過帯域幅を受信信号の占有周波数帯幅よりもできるだけ広くする。

A - 16 次の記述は、受信機に用いられる周波数弁別器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。

周波数弁別器は、□ A □ の変化を □ B □ の変化に変換して、音声信号波やその他の信号波を検出する回路である。この周波数弁別器は □ C □ 波の復調に用いられている。

	A	B	C
1	周波数	振幅	FM
2	周波数	振幅	AM
3	振幅	周波数	FM
4	振幅	周波数	AM

A - 17 無負荷のときの出力電圧が  $V_0$  [V]、定格負荷のときの出力電圧が  $V_L$  [V] である電源装置の電圧変動率を求める式として、正しいものを下の番号から選べ。

- $\frac{V_0}{V_L} \times 100$  [%]
- $\frac{V_L}{V_0} \times 100$  [%]
- $\frac{V_0 - V_L}{V_L} \times 100$  [%]
- $\frac{V_L - V_0}{V_0} \times 100$  [%]

A - 18 次の記述は、スイッチング電源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。

- (1) 代表的な方式は、出力電圧を基準電圧と比較して、その誤差信号に応じてスイッチングのオン、オフの □ A □ を制御することにより、平均出力の定電圧制御を行う。
- (2) スwitching電源回路は、三端子レギュレータ等を用いた連続制御(線形制御)形電源回路と比べ、効率が □ B □ 。また、原理的に雑音が □ C □ 。

	A	B	C
1	振幅	良い	出にくい
2	振幅	悪い	出やすい
3	時間	良い	出にくい
4	時間	悪い	出にくい
5	時間	良い	出やすい

A - 19 次の記述は、垂直偏波で用いるコリニアアレーアンテナ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) 原理的に、放射素子として □ A □ アンテナを垂直方向の一直線上に等間隔に多段接続した構造のアンテナである。 | A            | B     |
| (2) 隣り合う各放射素子を互いに同振幅、同位相の電流で励振する。                           | 1 1/4波長垂直接地  | 全方向性  |
| (3) 垂直面内では鋭いビーム特性を持ち、水平面内の指向性は、 □ B □ である。                  | 2 1/4波長垂直接地  | 8字形特性 |
|   | 3 垂直半波長ダイポール | 全方向性  |
|   | 4 垂直半波長ダイポール | 8字形特性 |

A - 20 無変調時の送信電力(搬送波電力)が 800 [W] の DSB(A3E)送信機が、特性インピーダンス 50 [ ] の同軸ケーブルでアンテナに接続されている。この送信機の変調度を 100 [%] にしたとき、同軸ケーブルに加わる電圧の最大値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、同軸ケーブルの両端は整合がとれているものとする。

- 1 200 [V]
- 2 283 [V]
- 3 400 [V]
- 4 566 [V]
- 5 800 [V]

A - 21 次の記述は、短波通信における電離層伝搬と周波数の関係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 臨界周波数の電波を地上から斜めに打ち上げると、電離層を突き抜けてしまう。
- 2 MUF の 85 [%] の周波数を FOT といい、通信に最も適当な周波数とされている。
- 3 MUF は、送受信点間で短波通信を行うために使用可能な周波数のうち最高の周波数である。
- 4 LUF は、送受信点間で短波通信を行うために使用可能な周波数のうち最低の周波数である。
- 5 LUF より低い周波数は、電離層の第一種減衰により通信不能となる。

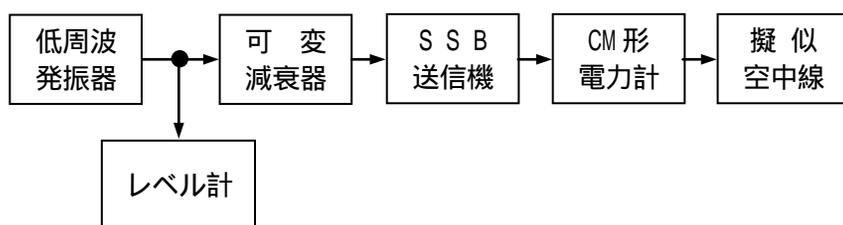
A - 22 半波長ダイポールアンテナに対する相対利得 6 [dB]、地上高 20 [m] の送信アンテナに、周波数 150 [MHz] で 9 [W] の電力を供給して電波を放射したとき、最大放射方向で送信点から 30 [km] 離れた受信点における電界強度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、受信アンテナの地上高は 15 [m] とし、受信点の電界強度  $E$  は、次式で与えられるものとする。また、 $\log_{10}2 = 0.3$  とする。

$$E = E_0 \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda d} \text{ [V/m]}$$

$E_0$ : 送信アンテナによる直接波の電界強度 [V/m]	1 44 [μV/m]
$h_1, h_2$ : 送、受信アンテナの地上高 [m]	2 88 [μV/m]
$\lambda$ : 波長 [m]	3 132 [μV/m]
$d$ : 送受信点間の距離 [m]	4 220 [μV/m]
	5 352 [μV/m]

A - 23 次の記述は、図に示す構成による SSB (J3E) 送信機の実出力電力の測定方法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) 低周波発振器の発振周波数を 1,500 [Hz] とし、その出力をレベル計で監視して常に一定に保ち、可変減衰器を変化させて SSB 送信機への変調入力を順次増加させ、SSB 送信機から擬似空中線に供給される □ A □ を CM 形電力計の入射電力と反射電力の差から求める。
- (2) この操作を SSB 送信機の実出力電力が最大になるまで繰り返し行い、変調入力対出力電力のグラフを作り、そのグラフから □ B □ を読みとる。このときの □ B □ の値が SSB 送信機から出力される J3E 電波の □ C □ と規定されている。

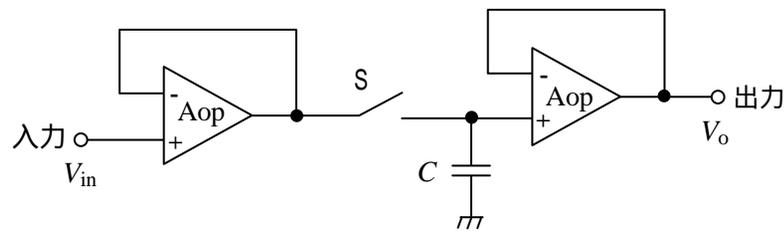


- |        |      |      |
|--------|------|------|
| A      | B    | C    |
| 1 尖頭電力 | 飽和電力 | 平均電力 |
| 2 尖頭電力 | 平均電力 | 飽和電力 |
| 3 平均電力 | 飽和電力 | 尖頭電力 |
| 4 平均電力 | 平均電力 | 飽和電力 |
| 5 平均電力 | 飽和電力 | 平均電力 |

A - 24 同軸給電線とアンテナの接続部において、CM 形電力計で測定した進行波電力が 900 [W]、反射波電力が 25 [W] であるとき、接続部における定在波比(SWR)の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 1.2
- 2 1.4
- 3 1.6
- 4 1.8
- 5 2.0

A - 25 次の記述は、図に示す逐次比較形デジタル電圧計に用いられるサンプル・ホールド回路の動作原理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。また、回路は、演算増幅器(Aop)の出力を反転入力端子に接続し、電圧増幅度をほぼ1にしたバッファアンプ2個、コンデンサ C 及びスイッチ S で構成されているものとする。



- (1) 入力電圧のサンプリングは、S が □ A □ の状態のときに行われる。スイッチ S が □ A □ の状態では、出力電圧  $V_o$  は入力電圧  $V_{in}$  に等しい。
- (2) 次にスイッチ S を □ B □ の状態にすると、コンデンサ C にはスイッチ S が □ B □ になる直前の入力電圧が保持されたままになっているので、C の電圧が出力電圧  $V_o$  となる。
- (3) コンデンサへの充放電時間は、入力電圧が変化する時間よりも十分 □ C □ が必要である。

	A	B	C
1	断(OFF)	接(ON)	長い
2	断(OFF)	接(ON)	短い
3	接(ON)	断(OFF)	長い
4	接(ON)	断(OFF)	短い

B - 1 次の記述は、電気と磁気に関する法則について述べたものである。このうち正しいものを 1、誤っているものを 2 として解答せよ。

- ア 磁界中に置かれた導体に電流を流すと、導体に電磁力が働く。このとき、磁界の方向、電流の方向及び電磁力の方向の三者の関係を表したものを、フレミングの左手の法則という。
- イ 運動している導体が磁束を横切ると、導体に起電力が発生する。磁界の方向、磁界中の導体の運動の方向及び導体に発生する誘導起電力の方向の三者の関係を表したものを、フレミングの右手の法則という。
- ウ 直線状の導体に電流を流したとき、電流の流れる方向と導体の周囲に生ずる磁界の方向との関係を表したものを、アンペアの右ネジの法則という。
- エ 電磁誘導によってコイルに誘起される起電力の大きさは、コイルと鎖交する磁束の時間に対する変化の割合に比例する。これを電磁誘導に関するレンツの法則という。
- オ 電磁誘導によって生ずる誘導起電力の方向は、その起電力による誘導電流の作る磁束が、もとの磁束の変化を妨げるような方向である。これをファラデーの法則という。

B - 2 次の記述は、ホトトランジスタについて述べたものである。このうち正しいものを 1、誤っているものを 2 として解答せよ。

- ア ホトダイオードと比較すると、低感度である。
- イ 光電読取り装置や光継電器(光リレー回路)などに使用されている。
- ウ ベースに電極を設けず 2 端子素子として使用することができる。
- エ 電気信号を光の信号に変換する発光素子である。
- オ ホトトランジスタと発光ダイオードを組合せて、一つのパッケージに入れたものを、ホトカップラやホトインタラプタという。

B - 3 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機における映像周波数妨害の発生原理とその対策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) 局部発振周波数  $f_L$  が受信周波数  $f_R$  よりも中間周波数  $f_i$  だけ高い場合は、□ =  $f_i$  となる。一方、 $f_L$  より更に  $f_i$  だけ高い周波数  $f_U$  の到来電波は、□ の出力において、□ =  $f_i$  の関係が生じて同じ中間周波数  $f_i$  ができ、映像周波数の関係となって、希望波の受信への妨害となる。
- (2) 局部発振周波数  $f_L$  が受信周波数  $f_R$  よりも中間周波数  $f_i$  だけ低い場合、映像周波数妨害を生ずるのは、周波数  $f_U =$  □ のときである。
- (3) 映像周波数妨害を軽減するためには、中間周波数を高く選び、□ の選択度を向上させるなどの対策が有効である。

- |               |               |               |          |          |
|---------------|---------------|---------------|----------|----------|
| 1 $f_L + f_i$ | 2 $f_U - f_L$ | 3 $f_R - f_L$ | 4 高周波増幅器 | 5 周波数変換器 |
| 6 $f_L - f_i$ | 7 $f_L - f_U$ | 8 $f_L - f_R$ | 9 局部発振器  | 10 検波器   |

B - 4 次の記述は、超短波(VHF)帯のアンテナの利得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) 被測定アンテナ(試験アンテナ)の入力電力  $P$  [W] 及び基準アンテナの入力電力  $P_0$  [W] を、同一距離で同一電界強度を生ずるように調整したとき、被測定アンテナの利得  $G$  は、 $G =$  □ (真数) で定義される。
- (2) 基準アンテナを □ アンテナにしたときの利得を絶対利得、一般に □ アンテナにしたときの利得を相対利得という。
- (3) 半波長ダイポールアンテナの最大放射方向の □ 利得は 1.64(真数) で、等方性アンテナの絶対利得の値(真数)より □。

- |         |       |           |      |             |
|---------|-------|-----------|------|-------------|
| 1 パラボラ  | 2 小さい | 3 $P/P_0$ | 4 相対 | 5 等方性       |
| 6 3素子八木 | 7 大きい | 8 $P_0/P$ | 9 絶対 | 10 半波長ダイポール |

B - 5 次の記述は、電波雑音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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 受信装置のアンテナ系から入ってくる電波雑音は、□ 及び自然雑音に大きく分類され、□ は各種の電気設備や電気機械器具等から発生する。
- (2) 自然雑音には、□ による空電雑音のほか、太陽から到来する太陽雑音及び他の天体から到来する □ がある。これらの自然雑音のうち、特に短波(HF)帯以下の周波数帯の通信に最も大きな影響があるのは □ である。また、□ は、□ のように微弱な電波を受信する場合には留意する必要があるが、一般には通常の通信に影響のない強度である。

- |        |        |         |         |        |
|--------|--------|---------|---------|--------|
| 1 太陽雑音 | 2 人工雑音 | 3 コロナ雑音 | 4 短波帯通信 | 5 空電雑音 |
| 6 宇宙雑音 | 7 熱雑音  | 8 グロー放電 | 9 宇宙通信  | 10 雷   |