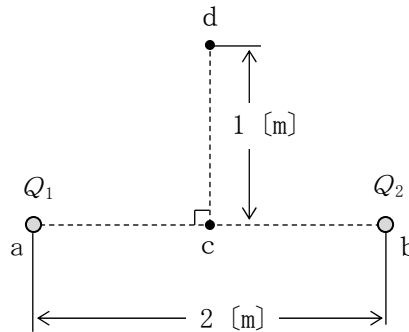


第一級アマチュア無線技士「無線工学」試験問題

30問 2時間30分

A - 1 図に示すように、真空中で2[m]離れた点a及びbにそれぞれ点電荷 $Q_1 = 2 \times 10^{-9}$ [C] 及び $Q_2 = -2 \times 10^{-9}$ [C] が置かれているとき、線分 ab の中点 c から線分 ab に対して垂直方向に1[m]離れた点 d の電界の強さの値として、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] としたとき、 $1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \times 10^9$ とする。

- 1 $\sqrt{2}$ [V/m]
- 2 $3\sqrt{2}$ [V/m]
- 3 $6\sqrt{2}$ [V/m]
- 4 $9\sqrt{2}$ [V/m]
- 5 $12\sqrt{2}$ [V/m]



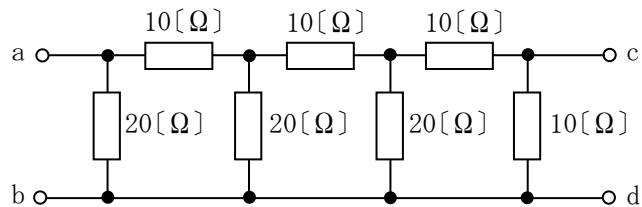
A - 2 次の記述は、電気と磁気に関する法則について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 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 □ A □ の法則という。
- (2) 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 □ B □ の法則という。
- (3) 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が互いに直角な三者の関係を表したものを、フレミングの □ C □ の法則という。

A	B	C
1 レンツ	ファラデー	右手
2 アンペア	ビオ・サバール	左手
3 ビオ・サバール	レンツ	右手
4 ファラデー	アンペア	左手

A - 3 図に示す回路において、端子 cd 間で3[V]の電圧を得るための、端子 ab 間に加える電圧の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 18 [V]
- 2 21 [V]
- 3 24 [V]
- 4 27 [V]
- 5 30 [V]



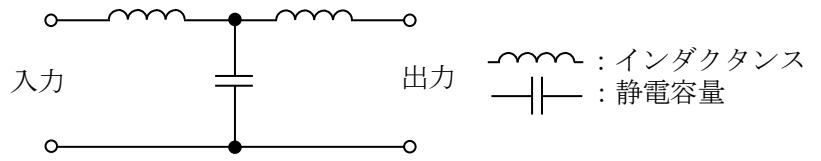
A - 4 次の記述は、デシベルを用いた計算について述べたものである。このうち正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $\log_{10}2 \doteq 0.3$ とする。

- 1 1 [mW] を 0 [dBm] としたとき、0.8 [W] の電力は 39 [dBm] である。
- 2 1 [μ V/m] を 0 [dB μ V/m] としたとき、0.4 [mV/m] の電界強度は 42 [dB μ V/m] である。
- 3 電圧比で最大値から 6 [dB] 下がったところの電圧レベルは、最大値の $1/\sqrt{2}$ である。
- 4 出力電力が入力電力の 200 倍になる増幅回路の利得は 26 [dB] である。
- 5 1 [μ V] を 0 [dB μ V] としたとき、0.2 [mV] の電圧は 46 [dB μ V] である。

A - 5 次の記述は、図に示すフィルタ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) 図のフィルタは □ A □ であり、遮断周波数 f_c は通過域に比べて出力電力が □ B □ [dB] 減衰した周波数である。
 (2) 図の回路の各インダクタンスを $\frac{L}{2}$ [H]、 f_c を $\frac{1}{\pi\sqrt{LC}}$ [Hz] とすれば、静電容量は □ C □ [F] で表される。

A	B	C
1 低域フィルタ (LPF)	3	C
2 低域フィルタ (LPF)	6	C
3 低域フィルタ (LPF)	3	2C
4 高域フィルタ (HPF)	6	2C
5 高域フィルタ (HPF)	3	2C



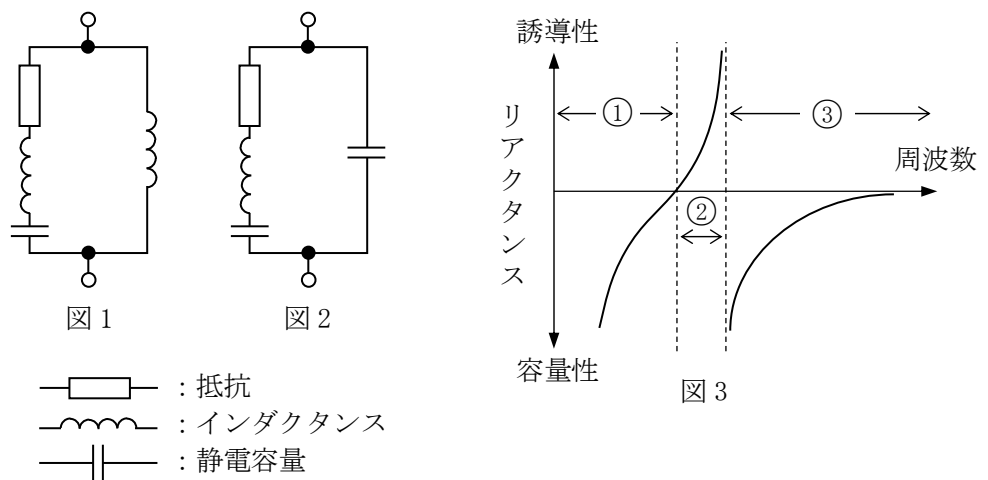
A - 6 次の記述は、バイポーラトランジスタの一般的な電気的特性について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 直流電流増幅率 h_{FE} の一般的な値は、数 10 から数 100 程度である。
- 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・ベース間に順方向電圧(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 β 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 - 7 次の記述は、水晶発振子(水晶振動子)の特徴等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。

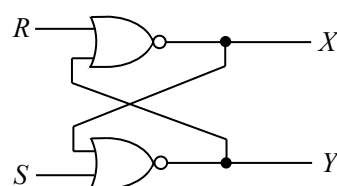
- (1) 水晶発振子は、水晶のピエゾ効果を利用して機械的振動を電気的信号に変換する素子であり、単純な LC 同調回路に比べて尖鋭度 Q が □ A □。
 (2) 水晶発振子の電気的等価回路は、□ B □ である。
 (3) 水晶発振子で発振を起こすには、図 3 の特性曲線の □ C □ の範囲が用いられる。

A	B	C
1 低い	図 1	③
2 低い	図 2	①
3 高い	図 1	③
4 高い	図 2	②
5 高い	図 1	②



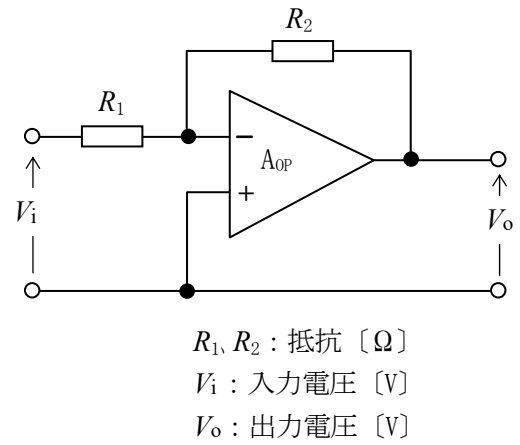
A - 8 図に示す RS フリップフロップ回路において、入力 $(R, S) = (0, 1)$ を与えたとき、出力 $(X, Y) = (1, 0)$ の状態となった。その後、入力 (R, S) を $(0, 0) \rightarrow (1, 0) \rightarrow (0, 0)$ と変化させた後の出力 (X, Y) の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、正論理とする。

- 1 $X=0, Y=0$
- 2 $X=0, Y=1$
- 3 $X=1, Y=0$
- 4 $X=1, Y=1$



A - 9 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。ただし、A_{OP}は理想的な演算増幅器を示す。

- (1) 回路の増幅度 $A = |V_o / V_i|$ は、□ A □ である。
- (2) 回路の V_o と V_i の位相差は □ B □ [rad] である。
- (3) 回路は、□ C □ 増幅回路と呼ばれる。



	A	B	C
1	$\frac{R_1}{R_2}$	$\frac{\pi}{2}$	反転(逆相)
2	$\frac{R_1}{R_2}$	π	非反転(同相)
3	$\frac{R_2}{R_1}$	$\frac{\pi}{2}$	非反転(同相)
4	$\frac{R_2}{R_1}$	π	反転(逆相)
5	$\frac{R_2}{R_1}$	$\frac{\pi}{2}$	反転(逆相)

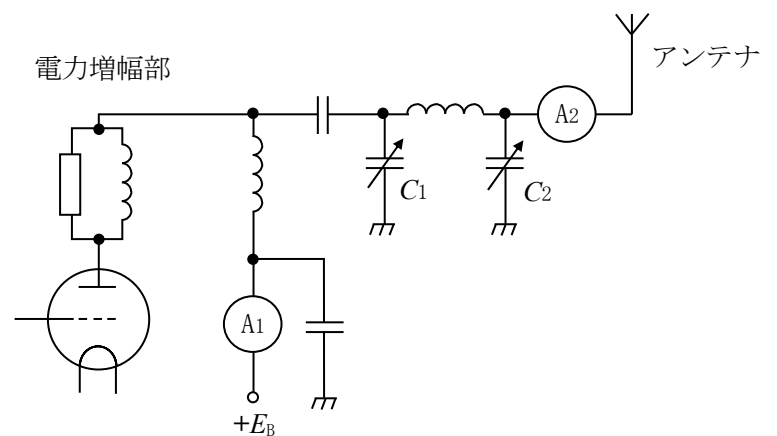
A - 10 パルス符号変調(PCM)方式を用いて、一般的に、アナログ信号を標本化周波数 32 [kHz] で標本化後、各標本毎に 12 ビットで量子化し、誤り訂正符号を 2 ビット付加して伝送するとき、ビットレートの値として正しいものを下の番号から選べ。

- 1 128 [kbps]
- 2 256 [kbps]
- 3 320 [kbps]
- 4 384 [kbps]
- 5 448 [kbps]

A - 11 次の記述は、図に示す送信機の終段に用いる π 形結合回路の調整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) 可変コンデンサ □ A □ の静電容量を最大値に設定した後、終段電力増幅器の直流電流計 A₁ の指示が □ B □ となるように、他方の可変コンデンサの静電容量を調整する。
- (2) 次に、□ A □ の静電容量を少し減少させると、アンテナ電流を示す高周波電流計 A₂ の指示値が □ C □ し、終段電力増幅器のプレート電流が □ D □ するので、再度他方の可変コンデンサを調整して、直流電流計 A₁ の指示が □ B □ となる点を求める。
- (3) (2) の操作を繰り返し行い、高周波電流計 A₂ の指示値が所要の値となるように調整する。

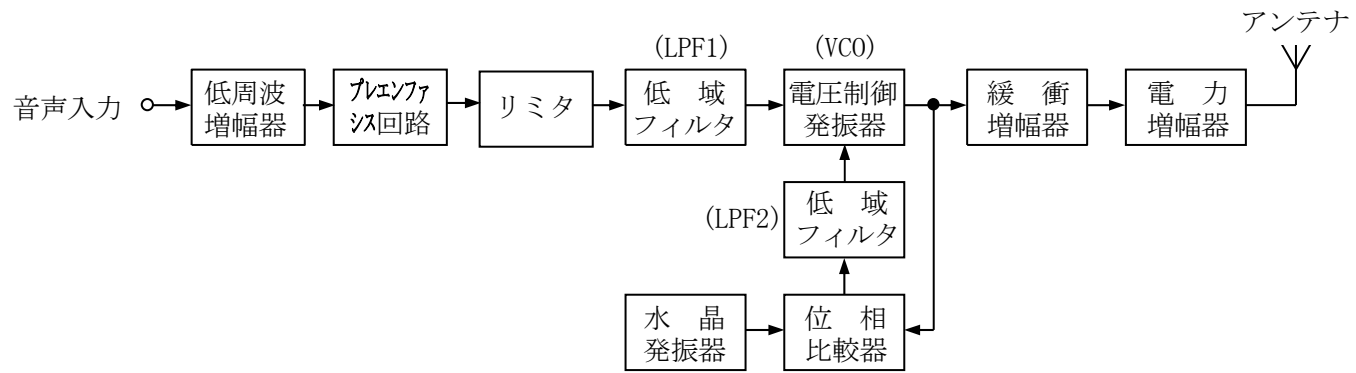
	A	B	C	D
1	C ₁	最大	減少	減少
2	C ₁	最小	増加	増加
3	C ₁	最小	減少	増加
4	C ₂	最小	増加	増加
5	C ₂	最大	増加	減少



A - 12 アマチュア局において、近傍で発射された 438.98 [MHz] の F3E 電波と FM レピータ局が発射する 439.54 [MHz] の電波により、2 波 3 次の相互変調妨害を受けた。妨害周波数のうち、低い方の周波数として、正しいものを下の番号から選べ。

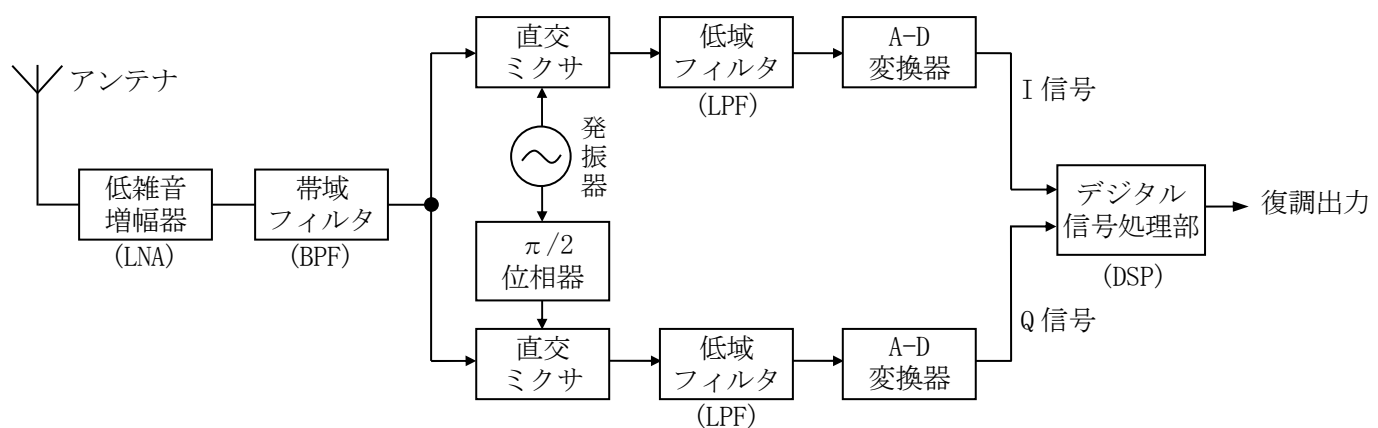
- 1 438.44 [MHz]
- 2 438.42 [MHz]
- 3 438.40 [MHz]
- 4 438.38 [MHz]
- 5 438.36 [MHz]

A - 13 次の記述は、図に示す直接周波数変調方式を用いた FM (F3E) 送信機の構成例と主な働き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 プリアンプ回路は、音声の高い周波数成分を低減する。
- 2 リミタは、音声信号波の振幅を一定の範囲に収め、占有周波数帯幅が規定値以上になるのを防止する。
- 3 VCO は、音声信号の電圧に応じて周波数を変化させて周波数変調波を出力する。
- 4 位相比較器は、水晶発振器からの基準周波数と VCO の出力周波数の位相を比較し、その差に比例した電圧を低域フィルタ (LPF2) を通して出力する。
- 5 電力増幅器は、一般に電力効率の良い C 級増幅が使われる。

A - 14 次の記述は、図に示す原理的な SDR (Software Defined Radio : ソフトウェア無線) 受信機の、動作概要等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。

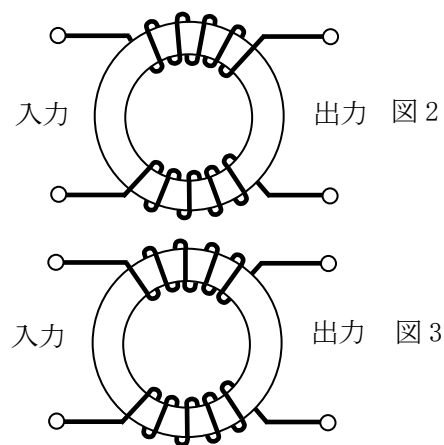
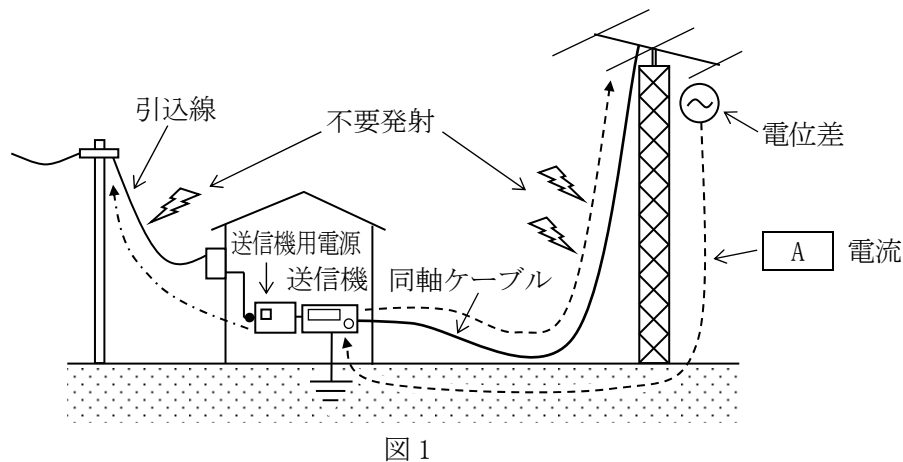


- 1 受信された電波は LNA で増幅され BPF を通り、2 個の直交ミクサにより I/Q (In phase/Quadrature phase) 信号に変換後、A-D 変換器で数値データに変換され、DSP (Digital Signal Processor) ではその数値データが演算され目的の信号となる。
- 2 受信周波数が高いときは、直交ミクサの前段にヘテロダイン変換を設け、周波数を変換することがある。
- 3 受信信号が強すぎると A-D 変換器でオーバーフローが発生し、デジタル信号への正常な変換ができなくなる場合がある。
- 4 ダイレクトコンバージョン (ゼロ IF) 方式の SDR 受信機は、原理的に映像周波数妨害が発生しやすい。

A - 15 次の記述は、各種電波型式の復調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 DSB (A3E) 波の復調に用いられる二乗検波回路は、搬送波の振幅が大きい場合、直線検波回路に比較して出力のひずみが大きい。
- 2 DSB (A3E) 波の復調に用いられる包絡線検波回路は、平均値検波回路に比較して検波効率が低い。
- 3 SSB (J3E) 受信機においては、周波数変換部の局部発振器の発振周波数が変化すると、復調信号の明りょう度に影響する。
- 4 SSB (J3E) 波の復調においては、抑圧された搬送波に相当する周波数を復元するため、復調用局部発振器が用いられる。
- 5 FM (F3E) 受信機に用いられる、フォスターシーリー検波回路などの周波数弁別器は、変調波入力 of 瞬時周波数と出力の振幅が直線関係にある回路及び直線検波回路の組合せから構成される。

A - 16 次の記述は、無線局からの電波発射が原因で発生する、不要発射と対策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。なお、同じ記号の □ 内には同じ字句が入るものとする。

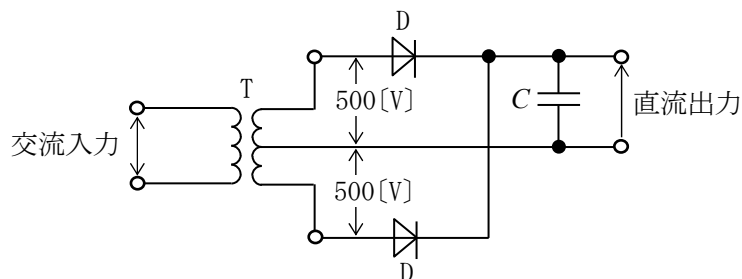


- (1) 図1において、送信機出力が同軸ケーブルによりアンテナに供給されるとき、アンテナ給電部における平衡・不平衡の変換が不適切であると、給電部に電位差が生じ □ A □ 電流が破線のようにループ状に流れる場合がある。□ A □ 電流は同軸ケーブルの芯線と外皮導体を流れる電流の向きが □ B □ であり、同軸ケーブル等から不要電波を放射するため、周囲に電波障害を与えることがある。
- (2) これを防止するには、アンテナ給電部における確実な平衡・不平衡変換及びインピーダンス整合、同軸ケーブルや給電部金属の劣化点検、送信機等のアンテナコネクタ部への □ A □ フィルタの挿入等が有効である。
- (3) また、図1の一点鎖線で示すように、□ A □ 電流がロング・ワイヤ・アンテナを流れる電流のように送信機用電源から引込線へ流出し、不要電波を放射することがある。これを防止するには、環状フェライトコアに電線を □ C □ のように巻いたフィルタを、送信機用電源の AC 側(図1の●位置)に挿入することが効果的である。

A	B	C
1 ノーマル・モード	同相	図2
2 ノーマル・モード	逆相	図2
3 コモン・モード	同相	図2
4 コモン・モード	逆相	図3
5 コモン・モード	同相	図3

A - 17 図に示す変圧器 T、ダイオード D 及びコンデンサ C で構成される全波整流回路において、T の二次側電圧の実効値が各 500 [V] の単一正弦波であるとき、無負荷のときの各ダイオード D に印加される逆方向の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、各ダイオード D の特性は同一とする。

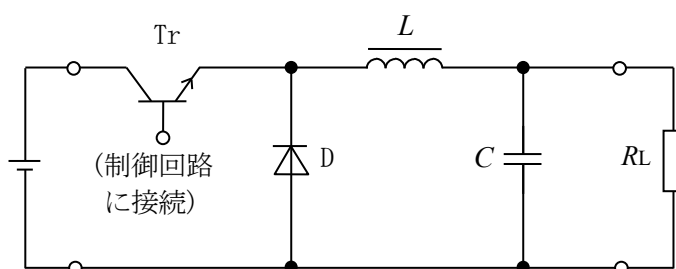
- 1 500 [V]
- 2 707 [V]
- 3 1,000 [V]
- 4 1,207 [V]
- 5 1,414 [V]



A - 18 次の記述は、図に示すパルス幅変調制御のチョップ型 DC-DC コンバータ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。

- (1) 図の回路は、Tr のベースに加えるパルス幅を変化させ、Tr の導通(ON)している時間を制御することにより、出力電圧を安定化させている。Tr が導通(ON)になると、D に □ A □ バイアスが加わるため、L に電流が流れて C が充電されるとともに RL に電力が供給される。
- (2) Tr が導通(ON)から非導通(OFF)になると、L に蓄積されたエネルギーにより、電流が □ B □ を通って C が充電されるとともに RL に電力が供給される。
- (3) この DC-DC コンバータの分類は □ C □ である。

A	B	C
1 逆方向	D	昇圧型
2 逆方向	D	降圧型
3 逆方向	Tr	反転型
4 順方向	Tr	降圧型
5 順方向	Tr	昇圧型



Tr : スイッチング素子
D : ダイオード
L : チョークコイル
C : コンデンサ
RL : 負荷抵抗
⊖+ : 直流入力

A - 19 アンテナの電圧反射係数が $0.224 + j0.2$ であるときの電圧定在波比 (VSWR) の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 $\sqrt{5} \approx 2.24$ とする。

- 1 1.2 2 1.5 3 1.9 4 2.2

A - 20 次の記述は、ターンスタイル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。ただし、波長を λ [m] とする。

- (1) このアンテナは、図 1 に示すように 2 つの半波長ダイポール a-a' 及び b-b' が大地に平行で、かつ中心で直交する構造となっている。
- (2) 図 2 に示す給電例において、送受信機から 75 [Ω] の同軸ケーブルで給電するとき、インピーダンス整合のための Q 形変成器は、長さが □ A □ × 波長短縮率の 50 [Ω] の同軸ケーブルを使用し、90° の位相差を持たせるための整合器 (位相ライン) は、長さが □ B □ × 波長短縮率の 75 [Ω] の同軸ケーブルを使用する。
- (3) 水平面指向特性はほぼ全方向であり、水平面のアンテナ利得は、半波長ダイポールアンテナの約 □ C □ 倍 (真数) である。
- (4) アマチュア局においては、反射器や導波器を設け衛星通信に使用されることがある。

	A	B	C
1	$\lambda/4$	$\lambda/2$	2
2	$\lambda/4$	$\lambda/4$	1/2
3	$\lambda/4$	$\lambda/2$	1/2
4	$\lambda/2$	$\lambda/4$	1/2
5	$\lambda/2$	$\lambda/2$	2

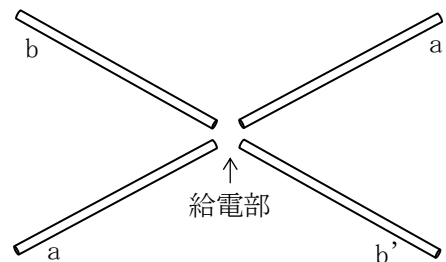


図 1

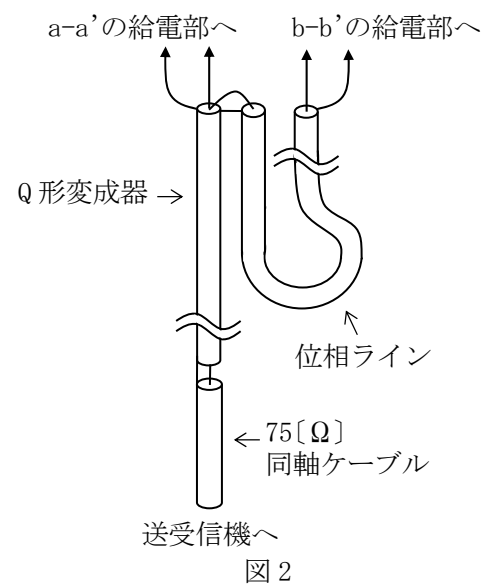


図 2

A - 21 半波長ダイポールアンテナに対する相対利得 4 [dB]、地上高 20 [m] の送信アンテナに、周波数 150 [MHz] で 40 [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 20 [km] 離れた平面大地上の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 10 [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、アンテナの損失はないものとし、 $\log_{10} 2 \approx 0.3$ 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]
 h_1, h_2 : 送、受信アンテナの地上高 [m]
 λ : 波長 [m]
 d : 送受信点間の距離 [m]

- 1 44 [μV/m] 2 88 [μV/m] 3 220 [μV/m] 4 440 [μV/m] 5 880 [μV/m]

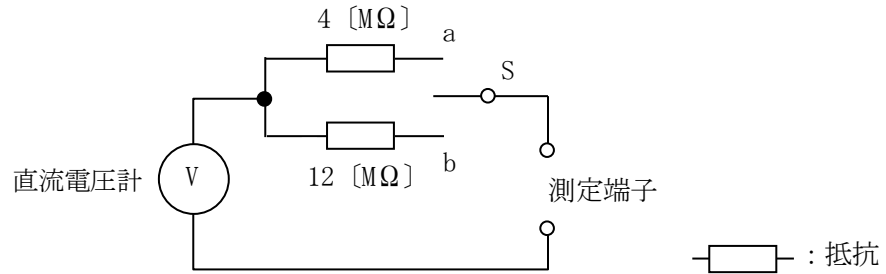
A - 22 次の記述は、電離層伝搬について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

ダイポールアンテナから放射された短波 (HF) 帯の水平偏波の電波が電離層で反射して伝搬するとき、電波は、□ A □ の影響を受けて □ B □ 偏波となって地上に到達する。このため、受信点では垂直偏波用のアンテナでも受信できるようになるが、この偏波の状態は時間的に変化するために □ C □ フェージングを生ずる。

	A	B	C
1	第一種減衰	だ円	吸収性
2	第一種減衰	垂直	偏波性
3	地球磁界	だ円	吸収性
4	地球磁界	垂直	干渉性
5	地球磁界	だ円	偏波性

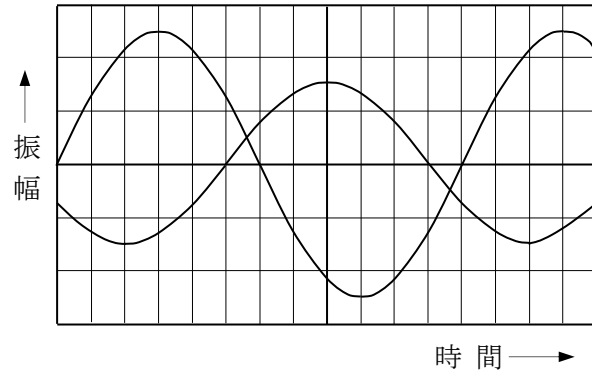
A - 23 図に示す直流電圧計を用いた測定回路において、スイッチSをaに接続したとき、測定範囲の最大電圧の値は50 [V] まで広がった。Sをbに接続したときの測定範囲の最大電圧の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、直流電圧計の最大目盛値を10 [V] とする。

- 1 70 [V]
- 2 100 [V]
- 3 130 [V]
- 4 160 [V]



A - 24 2現象オシロスコープに、周波数の等しい二つの正弦波交流電圧を加えたとき、図に示すような波形が得られた。交流電圧の位相差として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 $5\pi/6$ [rad]
- 2 $3\pi/4$ [rad]
- 3 $\pi/4$ [rad]
- 4 $2\pi/3$ [rad]
- 5 $\pi/3$ [rad]

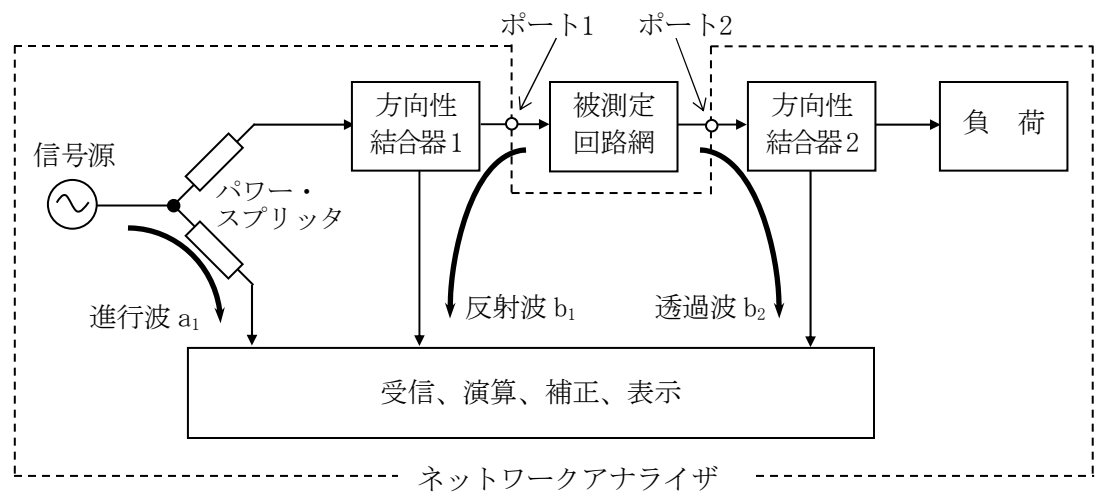


A - 25 次の記述は、図に示す原理的なネットワークアナライザによる、Sパラメータの導出等について述べたものである。

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) 被測定回路網の反射特性(S_{11})を測定する場合、信号源からの信号はパワー・スプリッタにより分離され、一方は進行波 a_1 として受信される。他方の信号は、ポート1から被測定回路網へ入力され、反射波 b_1 が方向性結合器1を介して受信される。 S_{11} は、ポート1における反射の程度を表すパラメータであるから A から算出される。
- (2) 伝送特性(S_{21})を測定する場合、ポート1から出力された信号は被測定回路網を通過後、ポート2から方向性結合器2により分離され透過波 b_2 として受信され、 S_{21} は B から算出される。
- (3) (1)、(2)の計算結果を利用して、被測定回路網のインピーダンス、リターンロス、VSWR等を表示することができる。

- | A | B |
|-------------|-----------|
| 1 a_1/b_1 | b_1/b_2 |
| 2 a_1/b_1 | a_1/b_2 |
| 3 b_1/a_1 | b_2/a_1 |
| 4 b_1/a_1 | b_2/b_1 |



B - 1 次の記述は、表皮効果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。

一本の導線に交流電流を流すとき、この電流の周波数が高くなるにつれて導線の ア 部分には電流が流れにくくなり、導線の イ 部分に多く流れるようになる。この現象を表皮効果といい、高周波では直流を流したときに比べて、実効的に導線の断面積が ウ なり、抵抗の値が エ なる。この影響を少なくするために、送信機では終段の オ に中空の太い銅のパイプを用いることがある。

- | | | | | |
|------|------|------|------|---------|
| 1 狭く | 2 低く | 3 両端 | 4 中心 | 5 出力回路 |
| 6 広く | 7 高く | 8 終端 | 9 表面 | 10 入力回路 |

B - 2 次の記述は、フォ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 フォ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はできない。
- エ 光信号を電気信号に変換する受光素子である。
- オ フォ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に、フォトカプラやフォトインタラプタがある。

B - 3 次の記述は、DSB(A3E)受信機における混変調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) 混変調は、通過 □ア□ に強力な妨害波(不要波)が発生したとき、回路の非直線性により希望波が不要波の信号波によって変調されてしまうために妨害を受ける現象である。

希望波の搬送波の周波数が f_r [Hz]、妨害波の搬送波の周波数が f [Hz]、妨害波の変調信号の周波数が f_p [Hz] のとき、周波数成分 □イ□ [Hz] が生じ混信を受けるものである。

(2) 混変調を減らすには、高周波増幅器や周波数混合器の □ウ□ を良くするとともに、同調回路の Q を □エ□ して不要波を減衰させる。また、不要波が特に強力な場合には、アンテナ回路に適切な □オ□ を挿入して、不要波を減衰させるのも効果的である。

- | | | | | |
|-------|-------|-----------------|----------|-------------|
| 1 小さく | 2 帯域内 | 3 $f_r \pm f_p$ | 4 直線性 | 5 ノイズブランカ |
| 6 大きく | 7 帯域外 | 8 $f_r \pm f$ | 9 周波数安定性 | 10 ウェーブトラップ |

B - 4 次の記述は、接地(アース)の概要及び接地アンテナの一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。

(1) 接地アンテナの電力損失は、ほとんど接地抵抗による □ア□ であり、放射効率をよくするためには、接地抵抗を小さくする必要がある。

(2) 深掘接地は、銅板を地表下に埋設したもので、湿気を □イ□ ため木炭や塩をその周囲に混合するとよい。

(3) 放射状接地は、アンテナ基部を中心に放射状に導線を埋設したものである。

(4) 乾燥地など大地の導電率が小さい所での接地のためには、地上に導線や導体網を張り、これらと大地との容量を通して接地効果を得る □ウ□ が用いられる。

(5) $1/4$ 波長垂直接地アンテナの接地が完全導体であるとき、その給電点インピーダンスは約 □エ□、実効高は波長を λ とすれば □オ□ である。

- | | | | | |
|---------|-------|-----------|-----------------|---------------------|
| 1 熱損失 | 2 逃がす | 3 カウンタポイズ | 4 $75 [\Omega]$ | 5 $2\lambda/\pi$ |
| 6 誘電体損失 | 7 保つ | 8 ラジアルアース | 9 $36 [\Omega]$ | 10 $\lambda/(2\pi)$ |

B - 5 次の記述は、ラジオダクト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。

電波についての標準大気屈折率は、高さ(地表高)とともに □ア□ する。また、大気屈折率に □イ□ 及び地表高を関連づけて表した修正屈折指数(指数) M は、標準大気中で高さとともに □ウ□ する。しかし、上層の大気の状態が □エ□ で、下層の大気はその逆の状態となる時、 M の高さ方向の変化が標準大気中と逆になる。このような状態の大気層を逆転層という。この層はラジオダクトを形成し、 □オ□ 以上の電波を見通し外の遠距離まで伝搬させることがある。

- | | | | | |
|----------|--------|-------|-------|-------|
| 1 電離層の高さ | 2 低温高湿 | 3 電離層 | 4 超短波 | 5 増大 |
| 6 地球半径 | 7 高温低湿 | 8 風速 | 9 中波 | 10 減少 |