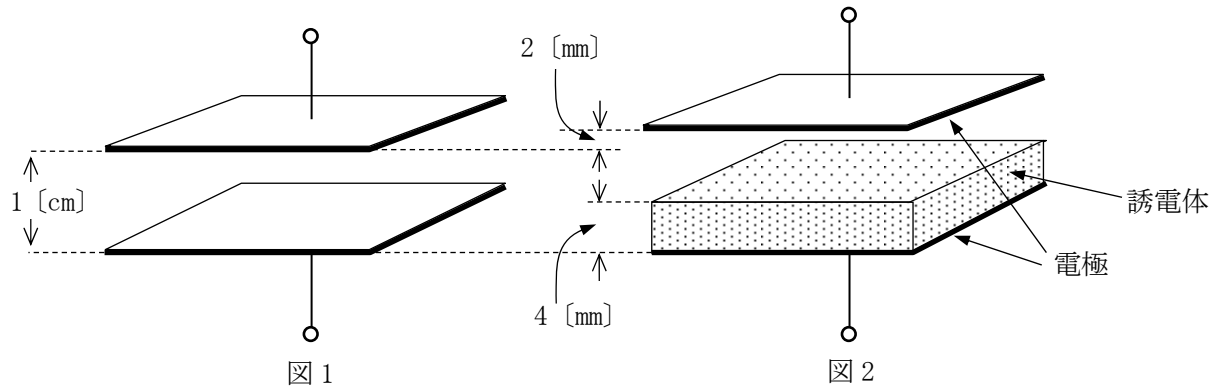


第一級アマチュア無線技士「無線工学」試験問題

30問 2時間30分

A-1 図1に示すように、空気中に置かれた電極間距離1 [cm] の平行平板コンデンサがある。このコンデンサを、図2に示すように電極間の距離を2 [mm] 増し、更に電極間に厚さ4 [mm] の誘電体を入れた後に静電容量を測定したところ、図1のコンデンサと同じ値になった。この誘電体の比誘電率として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 1.5
- 2 2.0
- 3 2.5
- 4 3.0
- 5 3.5



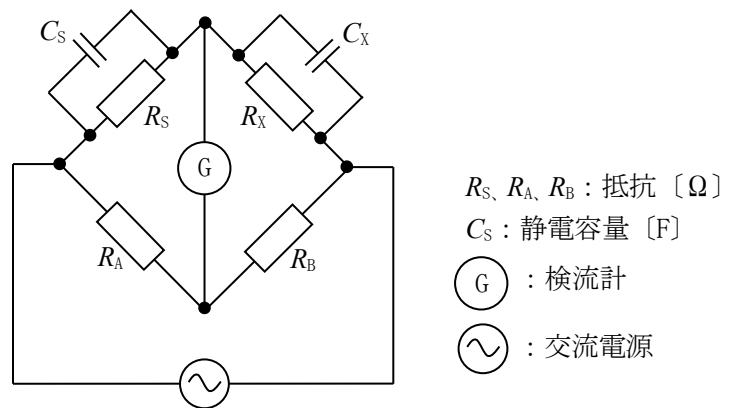
A-2 次の記述は、コイルの電氣的性質について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) コイルの自己インダクタンスは、コイルの □ A □ に比例する。
- (2) コイルのリアクタンスは、コイルを流れる交流電流の周波数に □ B □ する。
- (3) コイルに加えた交流電圧の位相は、流れる電流の位相に対し 90 度 □ C □ いる。

	A	B	C
1	巻数	反比例	進んで
2	巻数	比例	遅れて
3	巻数の2乗	反比例	遅れて
4	巻数の2乗	比例	進んで

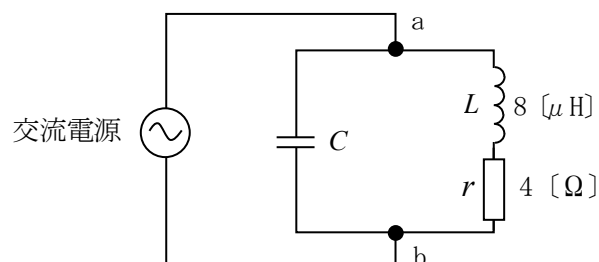
A-3 図に示す交流ブリッジ回路が平衡状態にあるとき、抵抗 R_x 及び静電容量 C_x を求める式の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $R_x = \frac{R_A}{R_B} R_S [\Omega]$, $C_x = \frac{R_B}{R_A} C_S [F]$
- 2 $R_x = \frac{R_A}{R_B} R_S [\Omega]$, $C_x = \frac{R_A}{R_B} C_S [F]$
- 3 $R_x = \frac{R_B}{R_A} R_S [\Omega]$, $C_x = \frac{R_B}{R_A} C_S [F]$
- 4 $R_x = \frac{R_B}{R_A} R_S [\Omega]$, $C_x = \frac{R_A}{R_B} C_S [F]$



A-4 図に示す回路が交流電源の周波数に共振しているとき、ab間のインピーダンスが10 [k Ω] であった。このときのコンデンサ C の静電容量の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、抵抗 r の値は共振時のコイル L のリアクタンスに比べて十分小さいものとする。

- 1 10 [pF]
- 2 20 [pF]
- 3 50 [pF]
- 4 100 [pF]
- 5 200 [pF]



A - 5 次の記述は、図 1 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。なお、二つのコンデンサの静電容量 [F] は同一とする。

- (1) 図 1 の回路の減衰(通過)特性は □ A □ であり、遮断周波数 f_c は通過域に比べて電圧の減衰量が □ B □ 倍となる周波数である。
- (2) 図 1 の回路のインダクタンスの定数を L [H]、各静電容量の定数を $C/2$ [F] とすれば、遮断周波数 f_c は □ C □ [Hz] で表される。

	A	B	C
1 図 3	$\sqrt{2}$	$\frac{1}{\pi\sqrt{LC}}$	
2 図 3	2	$\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	
3 図 2	$\sqrt{2}$	$\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	
4 図 2	2	$\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	
5 図 2	$\sqrt{2}$	$\frac{1}{\pi\sqrt{LC}}$	

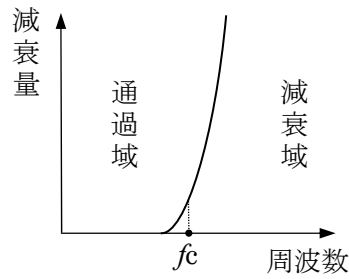
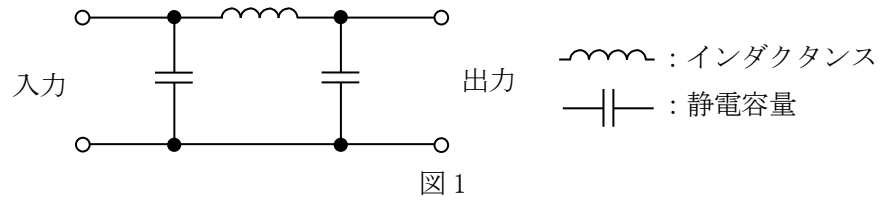


図 2

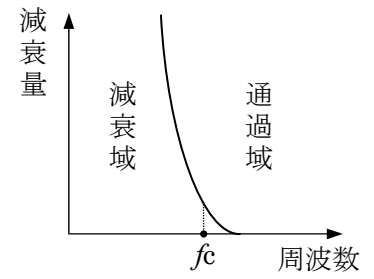
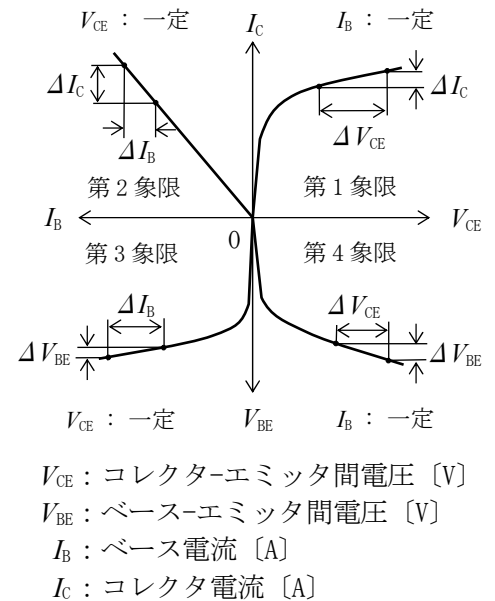


図 3

A - 6 次の記述は、エミッタ接地で用いるトランジスタの静特性曲線と h パラメータ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、図はトランジスタの電圧電流特性を示し、また Δ はそれぞれの電圧及び電流の微小変化分を表す。

- (1) 第 1 象限の特性曲線の傾き $\Delta I_C / \Delta V_{CE}$ は、□ A □ アドミタンスで、通常 h_{oe} で表される。
- (2) 第 2 象限の特性曲線の傾き $\Delta I_C / \Delta I_B$ は、□ B □ 増幅率で、通常 h_{fe} で表される。
- (3) 第 3 象限の特性曲線の傾き $\Delta V_{BE} / \Delta I_B$ は、□ C □ インピーダンスで、通常 h_{ie} で表される。
- (4) 第 4 象限の特性曲線の傾き $\Delta V_{BE} / \Delta V_{CE}$ は、電圧帰還率で、通常 h_{re} で表される。

	A	B	C
1 出力	電流	入力	
2 出力	電圧	伝達	
3 出力	電圧	入力	
4 入力	電圧	伝達	
5 入力	電流	入力	



A - 7 次の記述は、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。

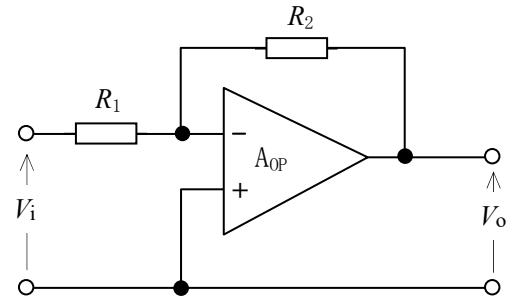
- 1 構造が、金属(ゲート) - 酸化膜(絶縁物) - 半導体により形成されているものを MOS 形 FET という。
- 2 FET は、接合形と MOS 形に大別され、MOS 形にはデプレッション形とエンハンスメント形がある。
- 3 ガリウムヒ素 (GaAs) FET は、マイクロ波の発振回路素子や増幅回路素子として用いられている。
- 4 FET は、一般のバイポーラトランジスタのような電流制御型に対し、電圧制御素子である。
- 5 MOS 形 FET を部品単体で保管するときは、内部の酸化膜(絶縁物)が静電気で破壊されないように、一般的にゲートとソースを開放状態にしておくといよい。

A - 8 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。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 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。
- 2 雑音の発生しない理想的な増幅回路の雑音指数は 1 (0 [dB]) である。
- 3 増幅する周波数が高周波領域になると、バイポーラトランジスタはフリッカ雑音のため雑音指数が悪化する。
- 4 高周波領域における雑音指数を改善するには、 f_α (ベース接地電流増幅率 α が $1/\sqrt{2}$ になる周波数) の高い素子を選択するとよい。

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。

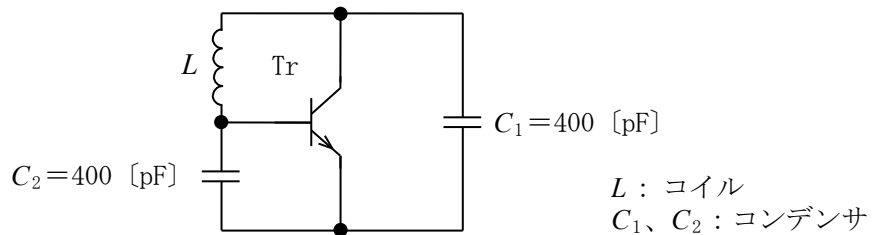
- (1) 回路の増幅度 $A = |V_o/V_i|$ は □ A □ である。
- (2) 回路の V_o と V_i の位相差は □ B □ [rad] である。
- (3) 回路は □ C □ 増幅回路と呼ばれる。



	A	B	C
1	R_1/R_2	π	非反転(同相)
2	R_1/R_2	$\pi/2$	反転(逆相)
3	R_2/R_1	π	反転(逆相)
4	R_2/R_1	$\pi/2$	非反転(同相)

A - 10 図に示すトランジスタ Tr を用いた原理的なコルピッツ発振回路が、 $1/\pi$ [MHz] の周波数で発振しているとき、コイル L の自己インダクタンス [H] の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 1.00 [mH]
- 2 1.25 [mH]
- 3 1.50 [mH]
- 4 2.00 [mH]
- 5 2.50 [mH]



A - 11 次の記述は、SSB (J3E) 送信機の終段電力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。

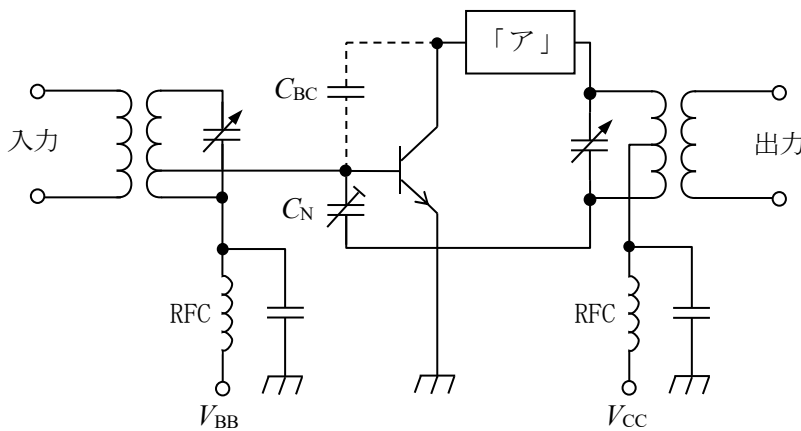


図 1

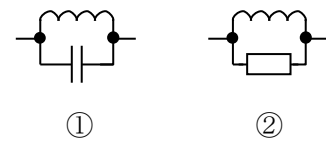


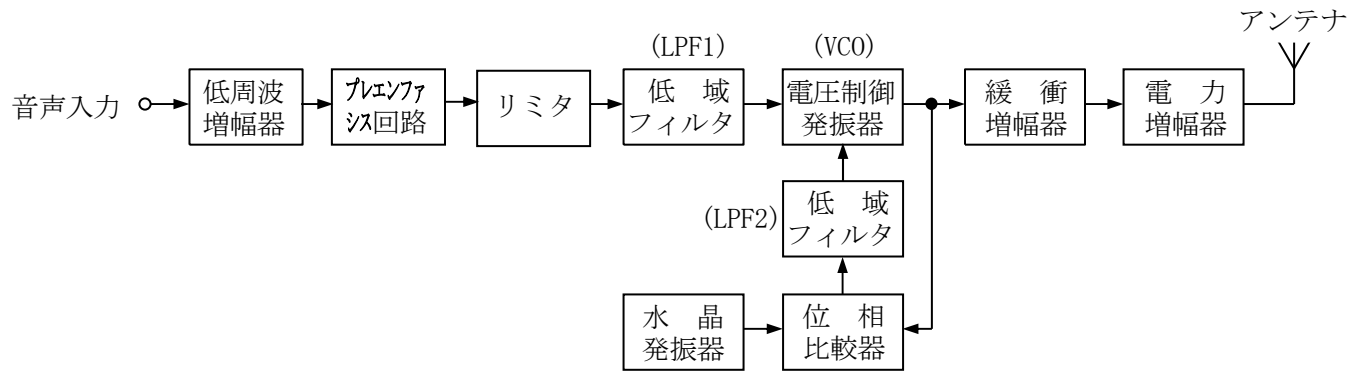
図 2

: インダクタンス
 : 静電容量
 : 抵抗
 V_{BB}, V_{CC} : 直流電源

- (1) 図 1 に示す高周波増幅回路において、トランジスタのベース・コレクタ間の接合容量 C_{BC} を通じて出力の一部が帰還電圧として入力に戻り、自己発振を生じることがある。図 1 の C_N は、この自己発振を防止するため、帰還電圧と □ A □ の電圧を作り、帰還電圧を打ち消している。
- (2) 図 1 において、増幅周波数とは無関係の周波数の発振を防止するため、一般に「ア」には図 2 に示す □ B □ の回路が挿入される。
- (3) 図 1 の RFC は、高周波インピーダンスを □ C □ 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。

	A	B	C
1	同位相	①	低く
2	同位相	②	低く
3	同位相	②	高く
4	逆位相	②	高く
5	逆位相	①	高く

A - 12 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 プレエンファシス回路は、音声の高い周波数成分を強調する。
- 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 位相比較器においては、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、増幅する信号が歪まないように、一般に電力効率の良い A 級増幅が使われる。

A - 13 次の記述は、表に示すスプリアス発射及び不要発射の強度の許容値と、28 [MHz] 帯 F1B 電波の測定値との関係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、測定方法等は法令等の規定に基づくものとし、表中の基本周波数の平均電力及び基本周波数の尖頭電力の値はそれぞれ 500 [W] とする。

- (1) 上記送信設備の、帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の測定値が 10 [mW] であった。この場合、当該スプリアス発射の強度の値は、許容値を □ A □。
- (2) 同設備の、スプリアス領域における不要発射の強度の測定値が 25 [mW] であった。この場合、当該不要発射の強度の値は、許容値を □ B □。

基本周波数帯	空中線電力	帯域外領域におけるスプリアス発射の強度の許容値	スプリアス領域における不要発射の強度の許容値
30 [MHz] 以下	5 [W] を超えるもの	50 [mW] 以下であり、かつ、基本周波数の平均電力より 40 [dB] 低い値	50 [mW] 以下であり、かつ、基本周波数の尖頭電力より 50 [dB] 低い値

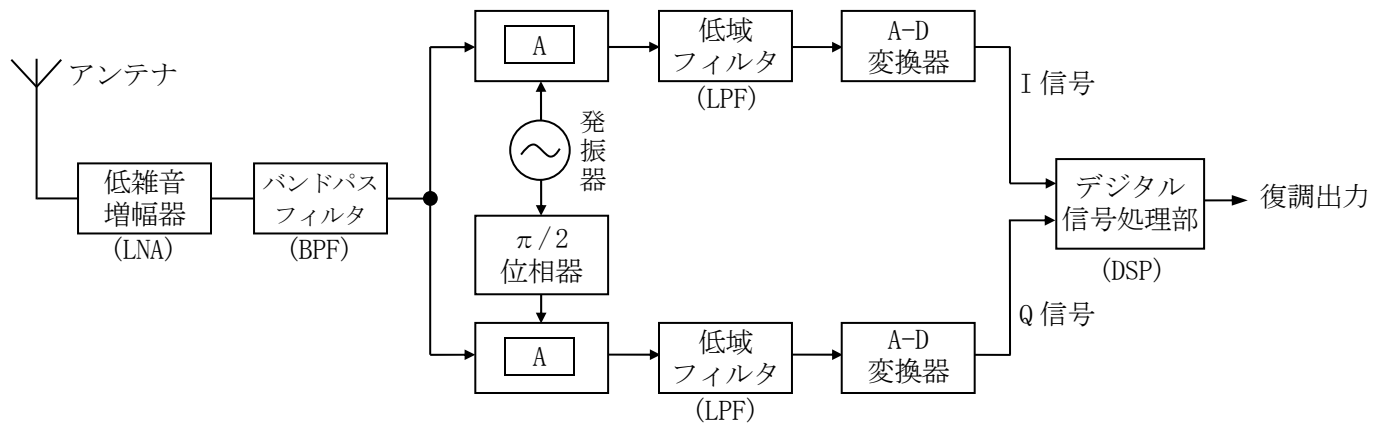
- | | |
|----------|--------|
| A | B |
| 1 超えている | 超えている |
| 2 超えている | 超えていない |
| 3 超えていない | 超えていない |
| 4 超えていない | 超えている |

A - 14 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)方式の包絡線検波回路は、平均値検波回路に比較して検波効率が良い。
- 2 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歪みが小さい。
- 3 SSB(J3E)波の復調に、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。
- 4 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。
- 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、変調波入力の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 - 15 次の記述は、SDR(Software Defined Radio：ソフトウェア無線)受信機の概要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。なお、同じ記号の□内には同じ字句が入るものとする。

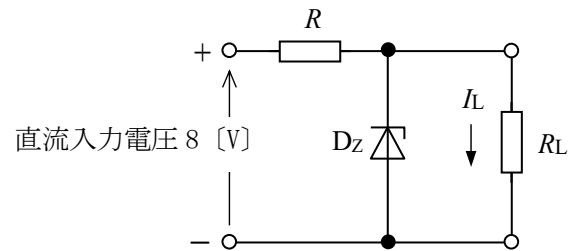
- (1) SDRとは、一般に電子回路に変更を加えることなく、制御ソフトウェアを変更することによって、無線通信方式(変調方式など)を切替えることが可能な無線通信又はその技術を指す。
- (2) 図に示す原理的なSDR受信機の信号処理例として、高周波信号を□AによりI/Q(In phase/Quadrature phase)信号に変換後、A-D変換器でI/Q信号を数値データに変換し、DSP(Digital Signal Processor)により数値データを演算し目的の信号を取出す方式がある。
- (3) ダイレクトコンバージョン(ゼロIF)方式のSDR受信機は、原理的に□Bが発生しない等の多くの長所があるが、受信信号が強すぎるとA-D変換器で□Cが発生し、デジタル信号への正常な変換ができなくなるという短所もある。



A	B	C
1 直交ミキサ	映像周波数妨害	オーバーフロー
2 直交ミキサ	感度抑圧効果	オーバーフロー
3 直交ミキサ	映像周波数妨害	折返し雑音
4 デジタルフィルタ	感度抑圧効果	折返し雑音
5 デジタルフィルタ	映像周波数妨害	折返し雑音

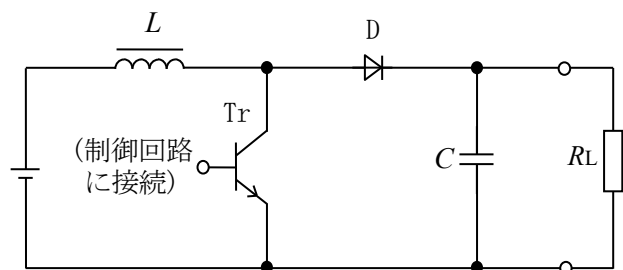
A - 16 図に示すツェナーダイオード D_Z を用いた定電圧回路の、安定抵抗 R の値及び負荷抵抗 R_L に流し得る電流 I_L の最大値 I_{Lmax} の組合せとして、適切なものを下の番号から選べ。ただし、直流入力電圧は8[V]、ツェナーダイオード D_Z の規格はツェナー電圧が4[V]、許容電力が1[W]とする。また、 R の許容電力は十分大きいものとする。

R	I_{Lmax}
1 64 [Ω]	500 [mA]
2 32 [Ω]	250 [mA]
3 32 [Ω]	500 [mA]
4 16 [Ω]	250 [mA]
5 16 [Ω]	500 [mA]



A - 17 次の記述は、図に示すチョップ型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。なお、同じ記号の□内には同じ字句が入るものとする。

- (1) 図の回路では、 Tr のベースに加える□Aを変化させ Tr を制御することにより、出力電圧を安定化させている。
- (2) Tr が導通(ON)になっている時間に、□Bにエネルギーが蓄積され、 Tr が導通(ON)から非導通(OFF)になると、□Bに蓄積されたエネルギーによって生じた電圧と直流入力の電圧が重畳され、Dを通して R_L に電力が供給される。
- (3) R_L にかかる出力電圧は、直流入力の電圧より高くすることが□C。

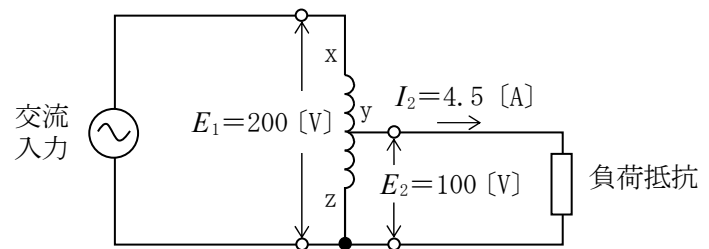


A	B	C
1 パルス幅	C	できる
2 パルス幅	L	できる
3 パルス幅	L	できない
4 電圧値	L	できない
5 電圧値	C	できない

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

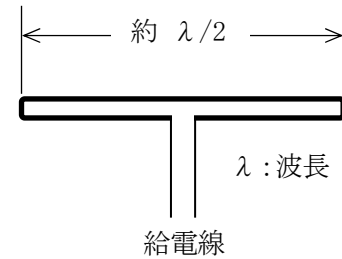
A - 18 図に示す一次電圧 E_1 が 200 [V]、二次電圧 E_2 が 100 [V] の単巻変圧器において、二次側の電流 I_2 が 4.5 [A] の場合、変圧器の巻線 yz 間に流れる電流の大きさの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、変圧器の巻線のインダクタンスは十分大きく、負荷の力率は 100 [%] 及び変圧器の効率は 90 [%] とする。

- 1 0.5 [A]
- 2 1.0 [A]
- 3 2.0 [A]
- 4 2.5 [A]
- 5 4.0 [A]



A - 19 次の記述は、図に示す素子の太さが均一な二線式折返し半波長ダイポールアンテナ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 アンテナ利得を絶対利得で表すと、約 2.15 [dB] である。
- 2 実効長は、半波長ダイポールアンテナの約 $\sqrt{2}$ 倍である。
- 3 指向性は、半波長ダイポールアンテナとほぼ同じである。
- 4 半波長ダイポールアンテナに比べて広帯域特性を持つ。
- 5 入力インピーダンスは、半波長ダイポールアンテナの約 4 倍である。



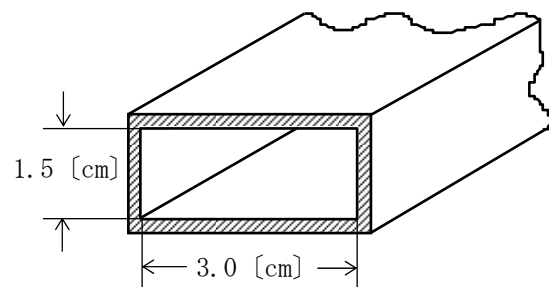
A - 20 次の記述は、同軸形給電線について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 同軸形給電線は、□A□ 形給電線として広く用いられており、外部導体がシールドの役割をするので、放射損失が少なく、また、外部電磁波の影響を受けにくい。
- (2) 特性インピーダンスは、内部導体の外径、外部導体の □B□ 及び両導体の間に使用している絶縁物の比誘電率で決まり、比誘電率が大きくなるほど特性インピーダンスは □C□ なる。また、周波数が高くなるほど誘電損が大きくなるため、主に極超短波 (UHF) 帯以下の周波数で使用される。

- | | A | B | C |
|---|-----|----|-----|
| 1 | 不平衡 | 内径 | 小さく |
| 2 | 不平衡 | 外径 | 大きく |
| 3 | 不平衡 | 内径 | 大きく |
| 4 | 平衡 | 外径 | 小さく |
| 5 | 平衡 | 内径 | 大きく |

A - 21 図に示す方形導波管の TE_{10} 波の遮断周波数の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 2.5 [GHz]
- 2 5.0 [GHz]
- 3 7.5 [GHz]
- 4 10.0 [GHz]
- 5 12.5 [GHz]



A - 22 次の記述は、短波通信における電離層伝搬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 送信地点を中心として、跳躍距離を半径とする円のうち、地表波が到達する地域を除いた部分は不感地帯となる。
- 2 周波数を一定にして地上から上空に向かって電波を入射させたとき、電波の進行方向と電離層との角度が垂直に近くなるほど、電子密度の大きい層まで進入して反射される。
- 3 LUF (最低使用可能周波数) は、電離層の減衰量、送信電力及びアンテナ利得等の要因により決定されるが、入射角は関係しない。
- 4 MUF (最高使用可能周波数) の 85 [%] の周波数を FOT (最適使用周波数) といい、通信に最も適当な周波数とされている。

A - 23 半波長ダイポールアンテナに対する相対利得 7 [dB]、地上高 h_1 が 20 [m] の送信アンテナに、周波数 150 [MHz] で 20 [W] の電力を供給して電波を放射したとき、最大放射方向における受信電界強度が 60 [dB μ V/m] (1 [μ V/m] を 0 [dB μ V/m] とする。) となる送受信点間の距離の値として、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 h_2 は 10 [m]、受信点の電界強度 E は次式で与えられるものとし、アンテナの損失はないものとする。また、 $\log_{10}2 \approx 0.3$ とする。

- 1 9.4 [km]
- 2 18.8 [km]
- 3 28.2 [km]
- 4 37.6 [km]
- 5 47.0 [km]

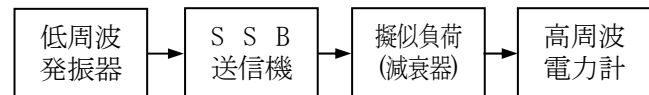
$$E = E_0 \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda d} \text{ [V/m]}$$

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]

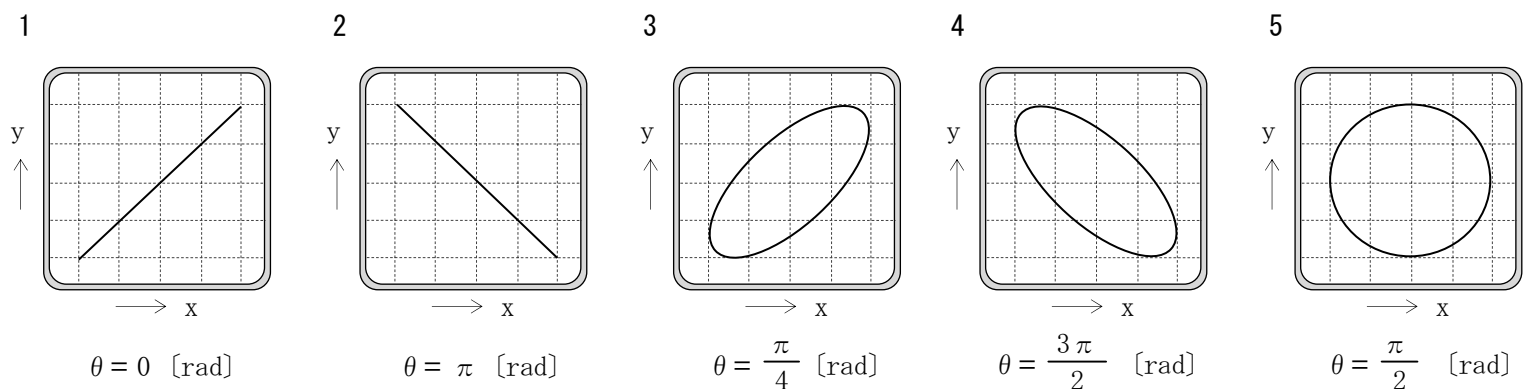
A - 24 次の記述は、図に示す構成による SSB (J3E) 送信機の空中線電力の測定方法について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の □ 内には同じ字句が入るものとする。

- (1) SSB 送信機を通常の動作状態にし、低周波発振器の出力は最小にしておく。
- (2) 低周波発振器の発振周波数を 1,500 [Hz] に設定後、SSB 送信機への変調入力を順次増加させ、SSB 送信機から擬似負荷 (減衰器) に供給される □ A を高周波電力計から求める。
- (3) この操作を SSB 送信機の出力量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 搬送波電力	平均電力	飽和電力
2 搬送波電力	飽和電力	尖頭電力
3 平均電力	飽和電力	平均電力
4 平均電力	飽和電力	尖頭電力
5 平均電力	平均電力	飽和電力



A - 25 次の図は、リサージュ図とその図形に対応する位相差の組合せを示したものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、リサージュ図は、オシロスコープの垂直 (y) 入力及び水平 (x) 入力に周波数と大きさが等しく位相差が θ [rad] の正弦波交流電圧を加えたときに観測されたものとする。



B - 1 次の記述は、導線の電気抵抗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) 導線の電気抵抗の値は、□ ア に比例し、□ イ に反比例する。このときの比例定数を抵抗率といい、その単位は □ ウ である。
- (2) 導線に高周波電流を流すと、周波数が高くなるに従って抵抗は □ エ する。これは、高周波電流は導線の □ オ では流れにくくなるため、これを表皮効果という。

1 表面部分	2 長さ	3 [$\Omega \cdot m$]	4 表面積	5 減少
6 中心部分	7 体積	8 [Ω/m]	9 断面積	10 増加

B - 2 次の記述は、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を下の番号から選べ。

- (1) シリコン(Si)等の一つの結晶内にP形とN形の半導体の層を作ったとき、この層を接した状態をPN接合といい、この構造をもつダイオードをPN接合ダイオードという。シリコン(Si)を用いた接合ダイオードは□ア方向電流が非常に少なく、整流用の素子として広く用いられている。
- (2) PN接合ダイオードに加える逆方向電圧を大きくしていくと、ある電圧で電流が急激に増加する。これを□イといい、この特性を利用するダイオードを□ウダイオードという。
- (3) PN接合ダイオードに加える逆方向電圧を増加させるほど空乏層の幅が広がるので、接合部の静電容量は□エなる。この特性を利用するダイオードを□オダイオードという。

- | | | | | |
|-------|--------|---------|-----|---------|
| 1 大きく | 2 トンネル | 3 降伏現象 | 4 逆 | 5 ガン |
| 6 小さく | 7 ツェナー | 8 ホール効果 | 9 順 | 10 バラクタ |

B - 3 次の記述は、受信機における信号対雑音比(S/N)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 受信機の通過帯域幅を受信信号電波の占有周波数帯幅と同程度にすると、受信機の通過帯域幅が占有周波数帯幅より広い場合に比べて、受信機出力の信号対雑音比(S/N)は劣化する。
- イ 周波数混合器で発生する変換雑音が最も大きいので、その前段に雑音発生の少ない高周波増幅器を設けると、受信機出力における信号対雑音比(S/N)が改善される。
- ウ 受信機の雑音指数が大きいほど、受信機出力における信号対雑音比(S/N)が劣化する。
- エ 雑音電波の到来方向と受信信号電波の到来方向とが異なる場合、一般に受信アンテナの指向性を利用して、受信機入力における信号対雑音比(S/N)を改善することができる。
- オ 受信機の総合利得を大きくすれば、受信機内部で発生する雑音が大きくなっても、受信機出力の信号対雑音比(S/N)を改善できる。

B - 4 次の記述は、標準大気中の等価地球半径係数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) 大気屈折率は高さにより変化し、上層に行くほど屈折率が□アなる。そのため電波の通路は□イに曲げられる。しかし、電波の伝わり方を考えるとき、電波は□ウするものとして取り扱った方が便利である。
- (2) このため、地球の半径を実際より大きくした仮想の地球を考え、地球の半径に対する仮想の地球の半径の□エを等価地球半径係数といい、これを通常 K で表す。
- (3) K の値は□オである。

- | | | | | |
|------|-------|-----|------|--------|
| 1 屈折 | 2 小さく | 3 和 | 4 下方 | 5 3/4 |
| 6 直進 | 7 大きく | 8 比 | 9 上方 | 10 4/3 |

B - 5 次の記述は、CM形電力計による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。

CM形電力計は、送信機と□ア又はアンテナとの間に挿入して電力の測定を行うもので、誘導結合と□イを利用し、給電線の電流及び電圧に□ウする成分の□エから、進行波電力と反射波電力を測定することができるため、負荷の消費電力のほかに負荷の□オを知ることができる。CM形電力計は、取扱いが容易なことから広く用いられている。

- | | | | | |
|-------|--------|--------|--------|---------|
| 1 比例 | 2 電源 | 3 力率 | 4 容量結合 | 5 積と平方根 |
| 6 反比例 | 7 擬似負荷 | 8 整合状態 | 9 抵抗結合 | 10 和と差 |