

第一級総合無線通信士「無線工学 A」試験問題

(参考) 試験問題の図中の抵抗などは、旧図記号を用いて表記しています。

25 問 2 時間 30 分

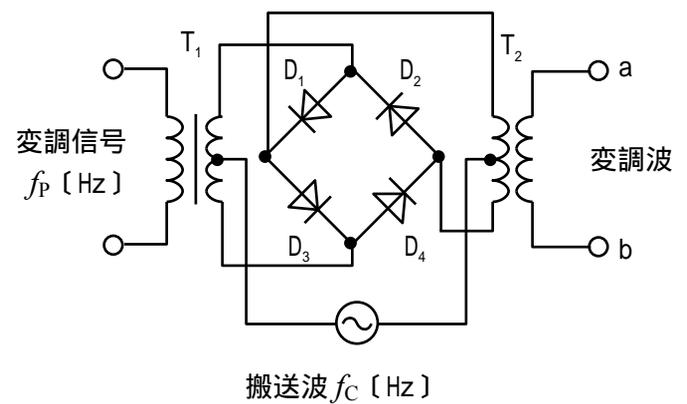
A - 1 次の記述は、FM(F3E)送受信機に用いられるエンファシスについて述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) FM 受信機では、入力端で一様な振幅の周波数特性を持つ雑音が増幅されると三角雑音になり、周波数に比例して振幅が □ A □ なるので、ディエンファシス回路によって □ B □ の周波数成分を低減している。
- (2) FM 送信機では、周波数変調する前の信号の周波数成分を、ディエンファシス回路と逆の周波数特性で強調(プレエンファシス)して、送受信機の総合周波数特性が一様になるようにし、□ C □ を改善している。

	A	B	C
1	大きく	低域	信号対雑音比(S/N)
2	大きく	低域	周波数特性
3	大きく	高域	信号対雑音比(S/N)
4	小さく	高域	周波数特性
5	小さく	低域	信号対雑音比(S/N)

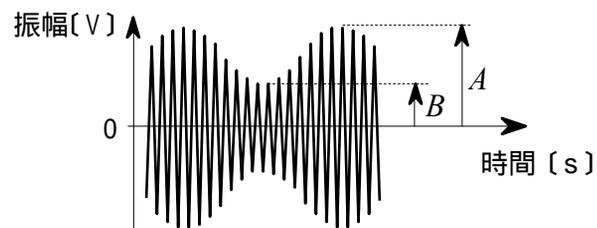
A - 2 図に示すリング変調器を用いて搬送波を変調したとき、端子 a-b に出力される変調波の周波数成分として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、搬送波の周波数を f_c [Hz]、変調信号の周波数を f_p [Hz] とし、リング変調器は理想的に動作するものとする。

- f_p 及び f_c 並びに $f_c \pm f_p$
- $f_c \pm f_p$
- $f_c \pm 2f_p$
- f_c 及び $f_c \pm f_p$
- f_c 及び $f_c \pm 2f_p$



A - 3 図に示す AM(A3E)変調波の振幅の最小値 (B [V]) と最大値 (A [V]) との比 (B/A) の値が $1/9$ のとき、変調度 $m \times 100$ [%] の m の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、変調信号は、単一正弦波とする。

- 9/10
- 4/5
- 7/10
- 3/5
- 1/2



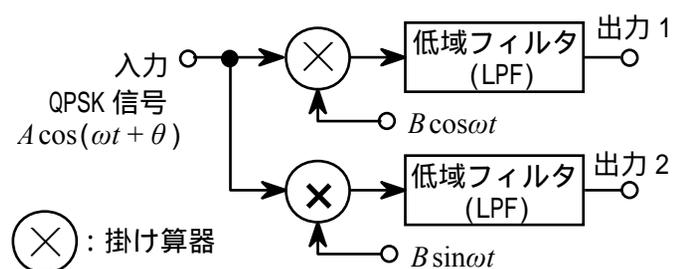
A - 4 最高変調周波数が 3 [kHz]、最大周波数偏移が ± 5 [kHz] のときの周波数変調(F3E)波の占有周波数帯幅の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 8 [kHz]
- 10 [kHz]
- 12 [kHz]
- 14 [kHz]
- 16 [kHz]

A - 5 次の記述は、図に示す同期検波を用いた QPSK(4PSK)復調器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。ただし、入力の QPSK 信号を $A \cos(\omega t + \theta)$ [V]、復調用搬送波を $B \cos \omega t$ [V] 及び $B \sin \omega t$ [V] とし、QPSK 信号の位相 θ は、 $\pi/4$ 、 $3\pi/4$ 、 $5\pi/4$ 又は $7\pi/4$ [rad] のいずれかの値をとるものとする。

- 出力 1 が負の値をとるのは、QPSK 信号の位相 θ が $3\pi/4$ 又は □ A □ [rad] のときである。
- 出力 2 が正の値をとるのは、QPSK 信号の位相 θ が $5\pi/4$ 又は □ B □ [rad] のときである。

	A	B
1	$5\pi/4$	$\pi/4$
2	$5\pi/4$	$7\pi/4$
3	$3\pi/4$	$5\pi/4$
4	$\pi/4$	$5\pi/4$
5	$\pi/4$	$3\pi/4$



A-6 次の記述は、インマルサット船舶地球局のインマルサットC型の無線設備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。

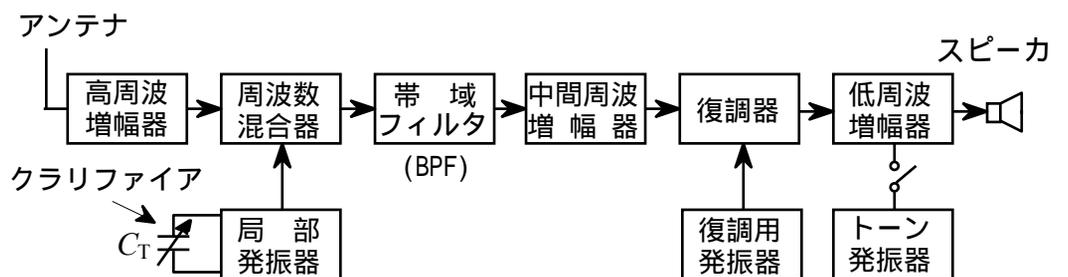
	A	B	C
(1) インマルサットB型に比べ、アンテナの指向性が □ A □ 小型のアンテナが用いられており、小型船舶への搭載が可能である。	1 鋭い	回線	音声による電話
(2) 通信には、 □ B □ 交換方式が用いられており、 □ C □ 通信機能がある。	2 鋭い	回線	低速のデータによる
	3 鋭い	蓄積	低速のデータによる
	4 ほぼ全方向性の	回線	音声による電話
	5 ほぼ全方向性の	蓄積	低速のデータによる

A-7 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機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。

	A	B	C
(1) 低雑音の高周波増幅器を用いるとともに、 □ A □ で高利得の増幅を行うので、感度が良い。	1 中間周波増幅器	近接周波数	受信強度
(2) 周波数変換器を用いて希望波を一定の周波数の中間周波数に変換し、しゃ断特性の優れた帯域フィルタ(BPF)を用いることから □ B □ に対する選択度が良い。	2 中間周波増幅器	映像周波数	受信周波数
(3) 自動利得調整(AGC)回路を用いることにより、フェージングなどで電波の □ C □ が変化しても、出力の変化を抑えることができる。	3 中間周波増幅器	映像周波数	受信強度
	4 低周波増幅器	近接周波数	受信周波数
	5 低周波増幅器	映像周波数	受信強度

A-8 次の記述は、図に示すSSB(J3E)受信機の原理的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) クラリファイアの可変容量 C_T は、局部発振器の発振周波数と送信側で抑圧された □ A □ に相当する周波数との関係を正しく保つために用いられる。正しく保たれないと復調器出力に □ B □ が生じ、音声の明りょう度が悪くなる。
- (2) DSB(A3E)受信機と比べると、送信側の変調信号の最高周波数が同じとき、帯域フィルタ(BPF)の所要周波数帯域幅は、DSB(A3E)受信機の場合の □ C □ である。



	A	B	C
1 搬送波	ひずみ	約 1/2 倍	
2 搬送波	ビート(うなり)	約 2 倍	
3 変調信号	ひずみ	約 1/2 倍	
4 変調信号	ひずみ	約 2 倍	
5 変調信号	ビート(うなり)	約 1/2 倍	

A-9 次の記述は、整流回路のリプル率、電圧変動率及び整流効率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) リプル率 γ は、負荷電流に含まれる直流成分を I_{DC} [A] とし、交流成分の実効値を i_r [A] としたとき、次式で定義される。

$$\gamma = \square A \times 100 [\%]$$
- (2) 電圧変動率 δ は、無負荷電圧を V_0 [V] とし、負荷に定格電流を流したときの定格電圧を V_n [V] としたとき、次式で定義される。

$$\delta = \square B \times 100 [\%]$$
- (3) 整流効率 η は、負荷に供給される直流電力を P_1 [W] とし、整流回路に供給される交流電力を P_2 [W] としたとき、次式で定義される。ただし、 P_1 及び P_2 は、いずれも交流入力の一周期当たりの電力とする。

$$\eta = \square C \times 100 [\%]$$

	A	B	C
1	$\{i_r / (i_r + I_{DC})\}$	$\{V_n / (V_0 - V_n)\}$	(P_1 / P_2)
2	$\{i_r / (i_r + I_{DC})\}$	$\{(V_0 - V_n) / V_n\}$	$\{P_1 / (P_1 + P_2)\}$
3	(i_r / I_{DC})	$\{(V_0 - V_n) / V_n\}$	(P_1 / P_2)
4	(i_r / I_{DC})	$\{V_n / (V_0 - V_n)\}$	(P_1 / P_2)
5	(i_r / I_{DC})	$\{V_n / (V_0 - V_n)\}$	$\{P_1 / (P_1 + P_2)\}$

A - 10 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機の妨害波の周波数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) 妨害波が希望波から離れた周波数であっても、局部発振器の高調波又は低調波とうなり(ビート)を発生し、このビート周波数が □ A □ になるような場合に、受信機出力として現れ、妨害となる。この出力の抑圧能力を □ B □ という。
- (2) 希望周波数が局部発振周波数より高いとき、妨害波の一つである映像周波数は、局部発振周波数より □ C □ 。

	A	B	C
1	局部発振周波数	スプリアスレスポンス	高い
2	局部発振周波数	感度抑圧効果	低い
3	中間周波数	感度抑圧効果	高い
4	中間周波数	スプリアスレスポンス	低い
5	中間周波数	スプリアスレスポンス	高い

A - 11 レーダーの最大探知距離を 2 倍にするため、受信機の最小探知電力を 1/2 倍にし、かつ、送信電力を N 倍にした。 N の値として正しいものを下の番号から選べ。ただし、最大探知距離は、レーダー方程式より求められるものとする。

- 1 2 2 3 3 4 4 8 5 16

A - 12 次の記述は、レーダー表示の一つであるスキャンコンバータ(走査変換)方式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) 残光性ブラウン管を用いた P P I 表示器は、レーダービデオの明るさが P P I スキャンが行われるスイープ □ A □ から落ちるのに対し、スキャンコンバータ方式は、レーダービデオの更新に関係なく画面全体を一定の明るさに保つことができる。
- (2) レーダービデオは、一旦メモリに書き込まれるので、メモリの □ B □ により、□ C □ を向上させることができる。

	A	B	C
1	直前	積分効果	最小探知距離
2	直前	微分効果	信号対雑音比(S/N)
3	直前	微分効果	距離分解能
4	直後	積分効果	信号対雑音比(S/N)
5	直後	微分効果	最大探知距離

A - 13 次の記述は、図に示す変調波をスペクトルアナライザに入力したとき観測される現象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、各変調波の搬送波及び変調信号は、それぞれ単一正弦波とし、変調ひずみはないものとする。

- (1) 図 1 の AM(A3E)波をスペクトルアナライザに入力したときに観測される周波数成分の数は、□ A □ である。
- (2) 図 2 の変調波は、AM(A3E)波の搬送波を抑圧することによって得られ、これをスペクトルアナライザに入力したときに観測される上下の側帯波の周波数間隔は、変調信号の周波数が高くなると □ B □ なる。
- (3) 図 3 の FM(F3E)波をスペクトルアナライザに入力したとき、搬送波の周波数の上下に多くの側帯波が観測され、隣り合う側帯波の周波数間隔は、□ C □ の周波数の値に等しい。

	A	B	C
1	3	狭く	搬送波
2	3	広く	搬送波
3	3	広く	変調信号
4	2	狭く	変調信号
5	2	広く	搬送波

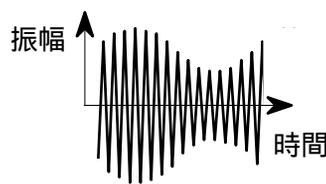


図 1

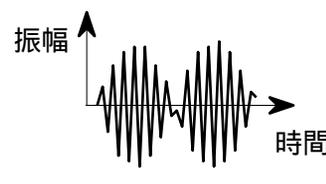


図 2

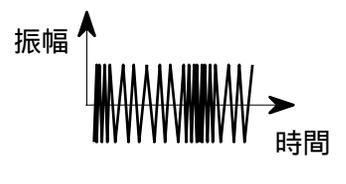
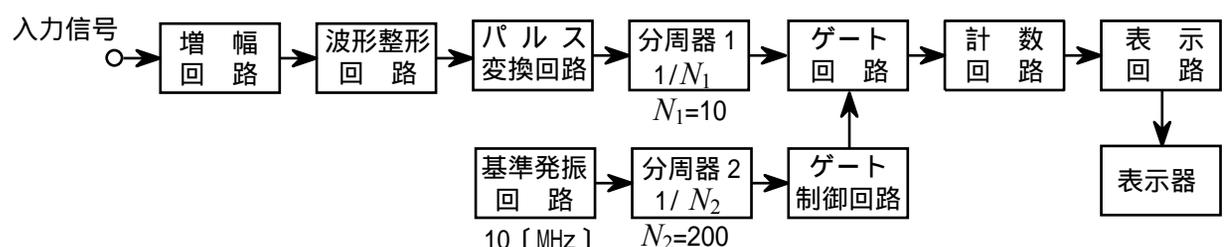


図 3

A - 14 図に示す計数形周波数計(カウンタ)を用いた周波数測定において、入力信号の周波数の測定値として 1,000 [MHz] が得られた。このとき計数回路で計数されたパルス数として、もっとも近いものを下の番号から選べ。ただし、分周器 1 の分周比について N_1 の値を 10、分周器 2 の分周比について N_2 の値を 200 とし、基準発振回路の出力の周波数を 10 [MHz] とする。また、入力信号は、波形整形回路で方形波に整形された後、パルス変換回路でその立ち上がりが検出され、パルス列に変換されるものとし、ゲート制御回路は、分周器 2 の出力信号の 1/2 周期の間だけゲート回路を開くものとする。

- 1 50
2 100
3 250
4 500
5 1,000



A - 15 次の記述は、図に示す受信機の 2 信号選択度特性の測定に用いられる整合回路の整合条件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、標準信号発生器 1 及び標準信号発生器 2 の内部抵抗はいずれも R_s []、供試受信機の入力インピーダンスは R_{in} [] とする。

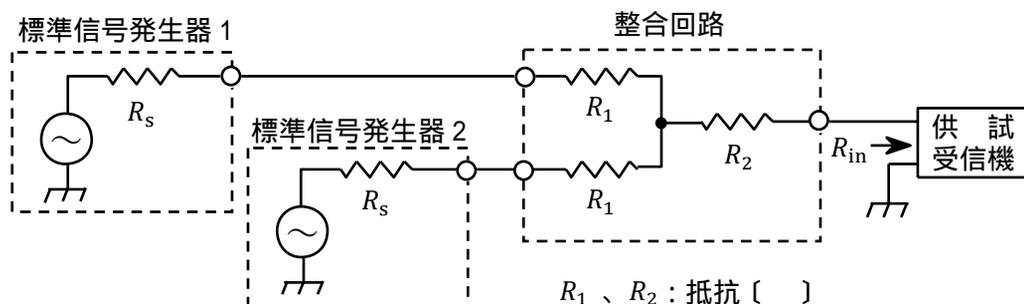
整合したとき、標準信号発生器 1 及び標準信号発生器 2 から整合回路側を見たインピーダンスは、それぞれの内部抵抗 R_s [] に等しく、また、供試受信機から整合回路側を見たインピーダンスは、 R_{in} [] に等しいので、次式が成り立つ。

$$R_s = R_1 + \frac{(R_1 + R_s)(R_2 + R_{in})}{R_1 + R_2 + R_s + R_{in}} \quad \text{-----} \quad R_{in} = \boxed{A} + \frac{R_1 + R_s}{2} \quad \text{-----}$$

式 及び を解くことにより、 R_1 及び R_2 の値を求めることができる。

R_s 、 R_{in} がそれぞれ 50 []、75 [] のとき、 R_1 の値は \boxed{B} []、 R_2 の値は、45 [] である。

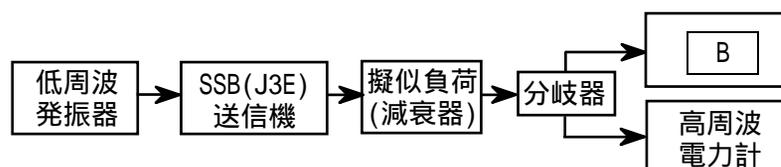
- | | A | B |
|---|-------|----|
| 1 | R_2 | 10 |
| 2 | R_2 | 25 |
| 3 | R_1 | 10 |
| 4 | R_1 | 25 |
| 5 | R_1 | 35 |



A - 16 次の記述は、法令等で規定された SSB(J3E)送信機の搬送波電力の測定法の概要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、搬送波電力は、「一の変調周波数によって飽和レベルで変調したときの平均電力より、40 [dB] 以上低い値」として規定されている。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- 測定構成を図に示す。
- SSB(J3E)送信機を指定のチャンネルに設定する。
- 変調は、 \boxed{A} の 1,500 [Hz] によって空中線電力を定格電力の 80 [%] に設定する。
- 所定の条件により設定した \boxed{B} を掃引し、上側波帯電力と搬送波電力を測定する。測定結果として、上側波帯電力と搬送波電力の比を求めて dB で記載し、規定の送信電力に対して \boxed{C} 電力が、許容値以上低い値であることを確認する。

- | | A | B | C |
|---|-----|-------------|------|
| 1 | 三角波 | スペクトルアナライザ | 上側波帯 |
| 2 | 三角波 | ネットワークアナライザ | 搬送波 |
| 3 | 正弦波 | スペクトルアナライザ | 上側波帯 |
| 4 | 正弦波 | スペクトルアナライザ | 搬送波 |
| 5 | 正弦波 | ネットワークアナライザ | 上側波帯 |



A - 17 FM 受信機において、入力端における搬送波電力対雑音電力比(C/N)を 40 [dB] とするために必要な受信機入力信号電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、雑音は、受信機の内部雑音のみとし、受信機の雑音指数を 6 [dB]、等価雑音帯域幅を 10 [kHz] とする。また、ボルツマン定数 k を 1.38×10^{-23} [J/K]、周囲温度 T を 290 [K] として 1 [W/Hz] を 0 [dBW/Hz] としたときの kT の値を $kT = -204$ [dBW/Hz] とする。

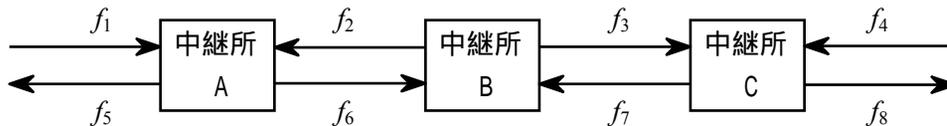
- 114 [dBW]
- 118 [dBW]
- 122 [dBW]
- 126 [dBW]
- 130 [dBW]

A - 18 次の記述は、ASR(空港監視レーダー)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) ASR は、航空機の位置を探知し、SSR(航空用二次監視レーダー)を併用して得た航空機の □ A □ 情報を用いることにより、航空機の位置を □ B □ 的に把握することが可能である。
- (2) 移動する航空機の反射波の位相が □ C □ によって変化することを利用して山岳、地面及び建物などの固定物標からの反射波を除去し、移動目標の像をレーダーの指示器に明瞭に表示することができる MTI(移動目標指示装置)を用いている。

	A	B	C
1	高度	三次元	ファラデー効果
2	高度	二次元	ファラデー効果
3	高度	三次元	ドブラ効果
4	方位	三次元	ドブラ効果
5	方位	二次元	ファラデー効果

A - 19 次の記述は、図に示すマイクロ波通信における 2 周波中継方式の一般的な送信及び受信周波数の配置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。



- 中継所 A の送信周波数 f_5 、 f_6 と、中継所 C の送信周波数 f_7 、 f_8 は同じ周波数である。
- 中継所 B の送信周波数 f_3 と、受信周波数 f_7 は同じ周波数である。
- 中継所 B の送信周波数 f_3 と、受信周波数 f_6 は同じ周波数である。
- 中継所 A の送信周波数 f_5 と、中継所 C の受信周波数 f_3 は同じ周波数である。
- 中継所 B の送信周波数 f_3 と、中継所 C の送信周波数 f_8 は同じ周波数である。

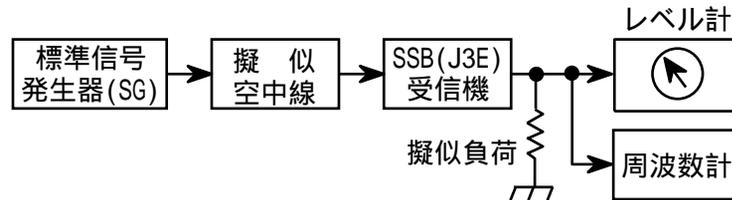
A - 20 次の記述は、衛星通信等において大電力増幅器として用いられる TWT(進行波管)について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) TWT は、入力電磁波をらせんなどの構造を持つ □ A □ に沿って進行させ、これとほぼ同じ速度でらせんの中心を通る電子ビームの電子密度が電磁波によって変調されるのを利用して増幅する。
- (2) TWT は、クライストロンに比べ周波数帯域が広いので複数の搬送波を同時に増幅することができる。TWT を使用して複数の搬送波を同時に増幅する場合、相互変調を低減するためのバックオフを必要と □ B □ 。
- (3) TWT は、クライストロンに比べ同一出力の場合、電力効率が □ C □ 。

	A	B	C
1	整合回路	する	低い
2	整合回路	しない	高い
3	遅延回路	しない	低い
4	遅延回路	しない	高い
5	遅延回路	する	低い

B - 1 次の記述は、図に示す構成例を用いた SSB(J3E)受信機の近接周波数選択度特性の測定法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) 近接周波数選択度特性は、妨害波の周波数と希望波の周波数との差が比較的小さいときの選択度であり、主に □ア□ の特性によって決まる。
- (2) 標準信号発生器(SG)を □イ□ 状態とし、周波数を SSB 波の抑圧された搬送波の周波数よりも 1,500 [Hz] だけ高い周波数(試験周波数)にして所定の出力レベルで擬似空中線を通して受信機に加える。
- (3) 受信機の出力の周波数が 1,500 [Hz] になるように周波数計で確認しながら受信機の受信周波数及び □ウ□ を調整する。このとき受信機の □エ□ 回路は断(OFF)とする。
- (4) 受信機の出力をレベル計で確認しながら規定の値となるようにした後、SG の出力レベルを一定値ずつ順次高くしてその都度 SG の周波数を試験周波数の前後で変化させ、受信機の出力が □オ□ となるときの SG の周波数を求める。SG の周波数を横軸に、試験周波数における SG の出力レベルを基準にした相対値を縦軸にとってグラフを描き、近接周波数選択度特性を得る。



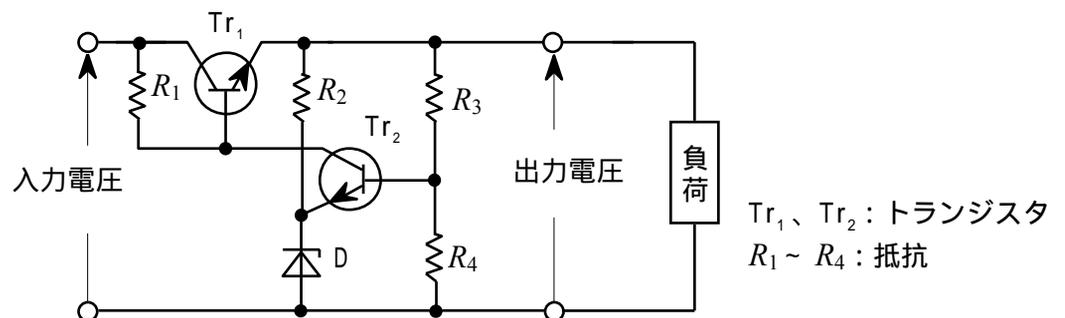
- | | | | | |
|-----------|--------|-----------|-------|---------|
| 1 中間周波増幅器 | 2 無変調 | 3 クラリファイア | 4 AFC | 5 最大値 |
| 6 高周波増幅器 | 7 振幅変調 | 8 トーン発振器 | 9 AGC | 10 規定の値 |

B - 2 衛星通信等のマイクロ波通信機器の低雑音増幅器に用いられるトランジスタの原理に関する次の記述のうち、正しいものを1、誤っているものを2として解答せよ。

- ア 低雑音増幅器に用いられるトランジスタとしては、GaAs FET、HEMT 等がある。
- イ HEMTは、高電子移動度を持つ2次元電子ガスを電流パスとなるチャンネルとしたものである。
- ウ HEMT は、2種類の半導体を接合した界面で形成される2次元電子ガスの濃度を電界効果によって制御する。
- エ GaAs FET は、PN 接合に生じる電子空乏層を利用して、電流パスとなるチャンネル層の正孔(ホール)を制御する。
- オ GaAs FET の低雑音特性は、FET の雑音源が主にショット雑音によるものであり、バイポーラトランジスタの熱雑音と比較して高周波領域での雑音増加率が大きいことがあげられる。

B - 3 次の記述は、図に示す定電圧回路の動作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。

図に示す回路は、□ア□ 定電圧回路であり、 R_3 、 R_4 の分圧回路で検出した出力電圧の変動を、基準電圧となる □イ□ (D)の電圧と比較し、この差の電圧を Tr_2 で □ウ□ する一方、 Tr_1 の □エ□ 電流を制御して、その □オ□ 間の電圧降下を変えることにより、出力電圧の変動を抑圧している。



- | | | | | |
|-------|-------------|------|--------|---------------|
| 1 並列形 | 2 バリスタ | 3 増幅 | 4 ベース | 5 コレクタ - エミッタ |
| 6 直列形 | 7 ツェナーダイオード | 8 変調 | 9 エミッタ | 10 ベース - エミッタ |

B - 4 次の記述は、パルス符号変調(PCM)方式における標本化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、標本化周波数を f 〔Hz〕とする。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 標本化とは、アナログ信号の振幅を一定の□ア 間隔で取り出すことをいう。
- (2) 標本化定理が成り立つ条件として、入力アナログ信号が $f/2$ 〔Hz〕以上の周波数成分を□イ こと及び受信側の低域フィルタ(LPF)が $f/2$ 〔Hz〕以上の成分を通過□ウ ことなどがある。
- (3) 入力のアナログ信号が $f/2$ 〔Hz〕以上の周波数成分を□イ ようにしないと、□エ を生ずることがある。
- (4) 受信側の低域フィルタ(LPF)が $f/2$ 〔Hz〕以上の周波数成分を通過□ウ ようにしないと、標本化によって発生する□オ の不要な成分が低域フィルタ(LPF)出力に混入して補間雑音を生ずることがある。

- | | | | | |
|-------|--------|--------|---------|-----------------|
| 1 周波数 | 2 含まない | 3 させない | 4 折返し雑音 | 5 $f/2$ 〔Hz〕未満 |
| 6 時間 | 7 含む | 8 させる | 9 量子化雑音 | 10 $f/2$ 〔Hz〕以上 |

B - 5 次の記述は、スペクトルアナライザを用いた搬送波周波数近傍における不要発射の強度の測定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。ただし、不要発射の強度の許容値は、法令等において、参照帯域幅当たりの電力でもって規定されているものであり、参照帯域幅とは、スプリアス領域における不要発射の強度を規定するための周波数帯域幅をいう。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 一例として、スプリアス領域における不要発射の強度の許容値が、参照帯域幅 100〔kHz〕当たりの電力でもって規定されている 400〔MHz〕帯 F3E 送信機において、帯域外領域とスプリアス領域との境界周波数からスプリアス領域側の 100〔kHz〕当たりの電力を測定するため、スペクトルアナライザの分解能帯域幅(RBW)を 100〔kHz〕に設定すると、搬送波周波数近傍においては、RBW のフィルタの裾の減衰量が十分でないため、□ア の影響を受けて測定できない。
- (2) 搬送波周波数から \pm 〔RBW の 10 倍〕を超える周波数範囲においては、RBW の設定を□イ として測定するが、(1)に示すような搬送波周波数近傍となる \pm 〔RBW の 10 倍〕以内の周波数範囲においては、RBW を参照帯域幅の 3〔%〕程度に設定して不要発射を探索し、その振幅測定値に□ウ を加えた値が不要発射の強度の許容値以下であることを確認する。
 なお、□ウ とは、参照帯域幅を超える広帯域な白色雑音状の成分が主な不要発射成分であるとの想定のもとに、設定した RBW での測定値から参照帯域幅当たりの値へ換算するときの換算値である。
- (3) (2)の振幅測定値に□ウ を加えた値が不要発射の強度の許容値の値を超える場合は、詳細測定として、RBW を参照帯域幅の 3〔%〕以下、スペクトルアナライザの掃引周波数範囲を参照帯域幅、中心周波数を不要発射周波数に設定して、各不要発射周波数の□エ を測定し、その値が、不要発射の強度の許容値以下であることを確認する。なお、不要発射周波数が、境界周波数から 50〔kHz〕以内にある場合の中心周波数は、境界周波数から□オ 〔kHz〕離れた周波数に設定する。

- | | | | | |
|---------|-----------|--------------|-------------|-------|
| 1 側波帯雑音 | 2 必要周波数帯幅 | 3 雑音電力の入力換算値 | 4 電力総和 | 5 50 |
| 6 搬送波 | 7 参照帯域幅 | 8 分解能帯域幅換算値 | 9 バースト内平均電力 | 10 25 |