

AA803

第一級総合無線通信士「無線工学A」試験問題

25問 2時間30分

A - 次式で表される振幅変調 (A3E) 波 e を 1Ω の抵抗に加えたときに消費される電力のうち、一つの側帯波の電力を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、振幅が E [V]、角周波数が ω [rad/s] の搬送波を $E \cos \omega t$ [V] とし、変調度が $m \times 100$ [%] のとき、角周波数が p [rad/s] の変調信号を $mE \cos pt$ [V] で表すものとする。

$$e = E(1 + m \cos pt) \cos \omega t = E \cos \omega t + \frac{mE}{2} \cos(\omega + p)t + \frac{mE}{2} \cos(\omega - p)t \quad [\text{V}]$$

- 1 $E^2/2$ [W] 2 $E^2/4$ [W] 3 $(mE)^2/2$ [W] 4 $(mE)^2/4$ [W] 5 $(mE)^2/8$ [W]

A - 2次の記述は、周波数変調 (FM) 無線電話送信機において、瞬時偏移制御 (IDC) 回路とともに用いられる低域フィルタ (スプラッタフィルタ) 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。

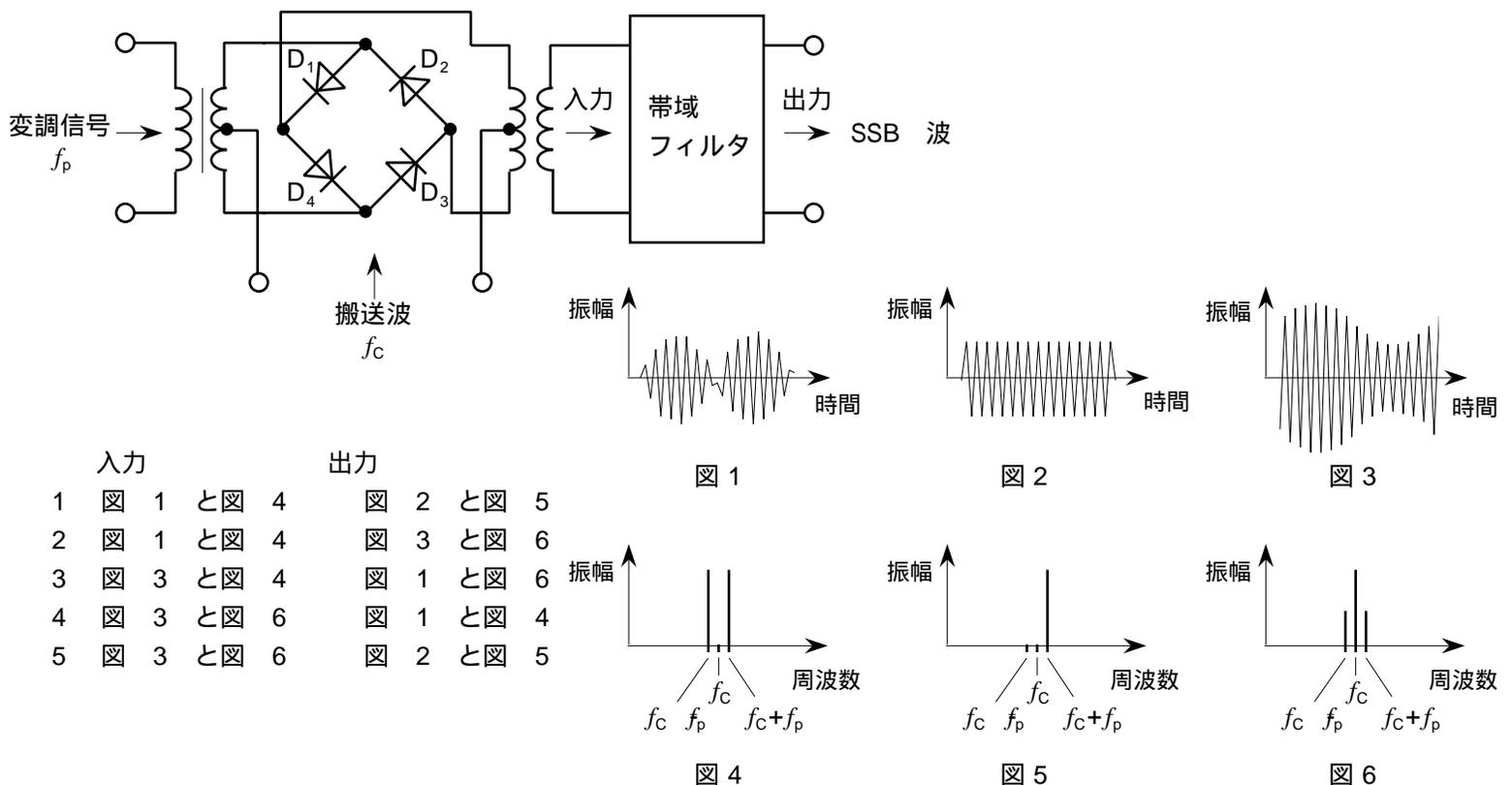
- 1 IDC 回路の前段に設ける。
- 2 変調器の後段に設ける。
- 3 送信機の出力の振幅が規定値を超えないようにするために用いる。
- 4 変調信号の周波数特性を平坦な特性にするために用いる。
- 5 変調信号の帯域の上限より高い周波数成分を規定の減衰特性で減衰させるために用いる。

A - 3次の記述は、無線送信機の寄生発射の原因とその軽減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。

- (1) 寄生発射は、部品や配線が互いに電磁的あるいは静電的な結合により、又は増幅段相互間が電源整流器のフィルタを □ A として結合して □ B が形成されることにより生ずる。
- (2) 寄生発射の周波数は、通常、送信周波数 □ C 。

- | A | B | C |
|-------------|------|----------------|
| 1 共通インピーダンス | 発振回路 | の整数倍又は整数分の一である |
| 2 共通インピーダンス | 発振回路 | と関係がない |
| 3 共通インピーダンス | アンテナ | の整数倍又は整数分の一である |
| 4 負荷インピーダンス | アンテナ | と関係がない |
| 5 負荷インピーダンス | 発振回路 | の整数倍又は整数分の一である |

A - 4 図に示す SSB (J3E) 送信機の平衡変調器に用いられる帯域フィルタの入力の波形とスペクトル及び出力の波形とスペクトルを表す図の組合せとして、最も適切なものを下の番号から選べ。ただし、単一正弦波の変調信号の周波数を f_p [Hz]、搬送波の周波数を f_c [Hz] とし、SSB 変調波は上側波帯を用いるものとする。また、ダイオード D_1 、 D_2 、 D_3 及び D_4 の特性は同じとする。



A - 5 増幅器から出力される有能雑音電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、増幅器の入力に換算した有能雑音電力は 10^{-12} [W]、増幅器の利得は 2×10^8 及び雑音指数は 4 (真値) とする。

- 1 4×10^{-5} [W] 2 4×10^{-4} [W] 3 4×10^{-3} [W] 4 8×10^{-5} [W] 5 8×10^{-4} [W]

A - 6FM (F3E) 受信機において、受信波の変調信号の周波数が 2 [kHz]、変調指数が 10 のとき、1 [W] の出力電力が得られた。同じ受信機において、変調信号の周波数が同じで 0.25 [W] の出力電力が得られたときの変調指数の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 1.25 2 2.5 3 4 4 5 5 8

A - 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) 妨害波の周波数と受信機の局部発振周波数とのうなり (ビート) の周波数が □ A に等しいときは、希望波以外の不要な成分が受信機出力に生ずることがある。
 (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 □ B 。

	A	B
1	信号周波数	高い
2	中間周波数	高い
3	中間周波数	低い
4	局部発振周波数	低い
5	局部発振周波数	高い

A - 8次の記述は、図に示す直線検波器に振幅変調波 $e = E(1+m \cos pt) \cos t$ [V] を加えたときの検波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。ただし、振幅変調波の振幅を E [V]、変調度を $m \times 100$ [%]、搬送波及び信号波 (変調信号) の角周波数をそれぞれ ω [rad/s] 及び p [rad/s]、抵抗を R [Ω]、コンデンサの静電容量を C [F]、 $(1/CR) \ll p$ とする。

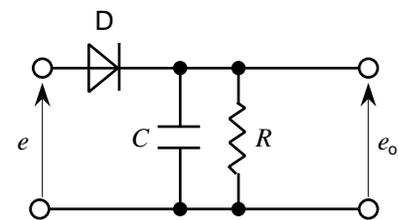
(1) 直線検波器の出力 e_o は次式で表される。ただし、 E_d [V] は直流電圧で、 e_o の平均電圧に等しい。

$e_o = \square A$ [V] -----

(2) 検波効率は、□ B を ω との積 mE で割った値であるから、式及び題意より、次式で表される。

$= \square C$ -----

A	B	C
1 $mE_d \cos pt$	e_o の平均電圧	E/E_d
2 $mE_d \cos pt$	復調した信号波電圧の振幅	$E_d/(mE)$
3 $E_d(1+m \cos pt)$	復調した信号波電圧の振幅	E_d/E
4 $E_d(1+m \cos pt)$	e_o の平均電圧	$E_d/(mE)$
5 $E_d(1+m \cos pt)$	e_o の平均電圧	$(mE)/E_d$

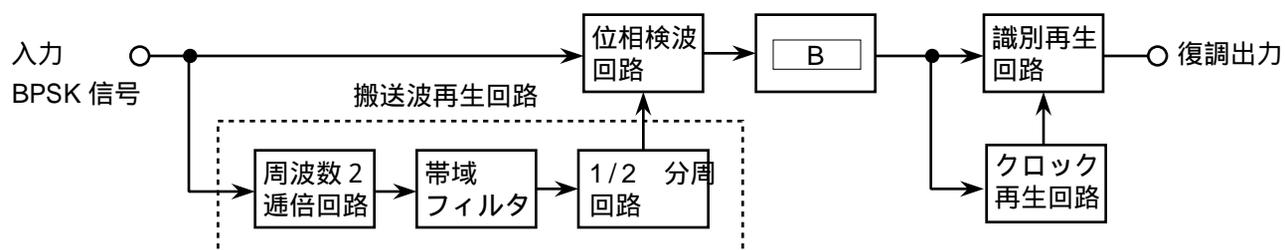


D : ダイオード

A - 9次の記述は、図に示す BPSK (2PSK) 信号の復調回路の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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

(1) 位相検波回路で入力 BPSK 信号と搬送波再生回路で再生した搬送波との □ A を行い、□ B、識別再生回路及びクロック再生回路によってデジタル信号を復調する。

(2) 搬送波再生回路は、周波数 2 通倍回路、帯域フィルタ及び 1/2 分周回路で構成され、入力 BPSK 信号の位相がデジタル信号に応じて π [rad] 変化したとき、搬送波再生回路の帯域フィルタの出力の位相は、□ C 。



A	B	C
1 掛け算	高域フィルタ	π [rad] 変化する
2 掛け算	低域フィルタ	一定に保たれる
3 掛け算	低域フィルタ	π [rad] 変化する
4 加算	高域フィルタ	一定に保たれる
5 加算	低域フィルタ	π [rad] 変化する

A - 10 次の記述は、パルスレーダーの最大探知距離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) パルスレーダーから距離 R [m] の点に物標があるとき、レーダーから発射された電波の R における電力束密度は、 $PG/(4 R^2)$ [W/m²] であるから、物標からの反射波の反射電力 P_r は、次式で表される。ただし、 P [W] は送信電力、 G はアンテナの利得 (真数)、 A [m²] は物標の有効反射断面積である。

$$P_r = \square A \text{ [W] -----}$$

(2) 反射波がレーダーのアンテナに到達したときの電力束密度は、 $P_r/(4 R^2)$ [W/m²] であるから、受信電力 S は、次式で表される。ただし、 A [m²] はアンテナの開口面積である。

$$S = \square B \text{ [W] -----}$$

(3) 電波の波長を λ [m] とすると、 $G = 4 A / \lambda^2$ の関係があるから、式から A を消去して次式を得る。

$$S = \square C \text{ [W] -----}$$

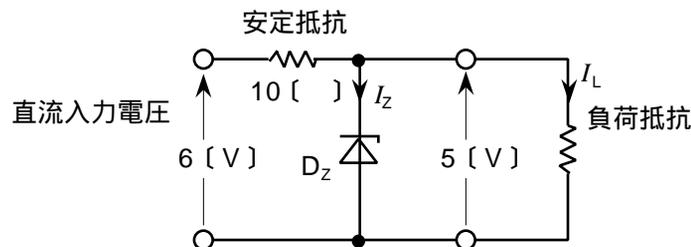
最大探知距離は、 S の大きさが受信機の最小受信電力となるとききの R の値で表される。

	A	B	C
1	$\frac{GP}{4 R^2}$	$\frac{GP}{4 R^2} \times \frac{A}{4 R^2}$	$\frac{G^2 P^2}{(4)^3 R^4}$
2	$\frac{GP}{4 R^2}$	$\frac{GP}{2 R^2} \times \frac{A}{4 R^2}$	$\frac{G^2 P^2}{(4)^2 R^4}$
3	$\frac{GP}{4 R}$	$\frac{GP}{4 R^2} \times \frac{A}{4 R^2}$	$\frac{G^2 P^2}{(8)^3 R^4}$
4	$\frac{GP}{4 R^2}$	$\frac{GP}{4 R^2} \times \frac{A}{4 R^2}$	$\frac{G^2 P^2}{(4)^3 R^4}$
5	$\frac{GP}{4 R^2}$	$\frac{GP}{2 R^2} \times \frac{A}{4 R^2}$	$\frac{G^2 P^2}{(8)^2 R^4}$

A - 11 次の記述は、図に示す定電圧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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。また、ツェナーダイオード D_z のツェナー電圧を 5 [V]、直流入力電圧を 6 [V]、安定抵抗を 10 [] とする。

D_z に流れる電流 I_z [A] は、負荷抵抗に流れる電流 I_L [A] が □ A のとき、最大になる。 I_L の □ A 値が 0.01 [A] のとき、 I_z の最大値は、□ B [A] である。したがって、 D_z の電力の定格は、このときの D_z で消費される電力より大きくする必要がある。

	A	B
1	最小	0.29
2	最小	0.19
3	最小	0.09
4	最大	0.29
5	最大	0.19



A - 12 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 A 型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) 船体の動揺に対して □ A を正確に追尾する機能を持つ直径 0.8~1.2 [m] のパラボラアンテナを用いている。	1 静止衛星	30	アナログ
(2) 通信チャネルの最小周波数間隔は □ B [kHz] である。	2 静止衛星	30	デジタル
(3) 音声信号の伝送には、□ C 方式を用いている。	3 静止衛星	60	デジタル
	4 極軌道周回衛星	60	デジタル
	5 極軌道周回衛星	30	アナログ

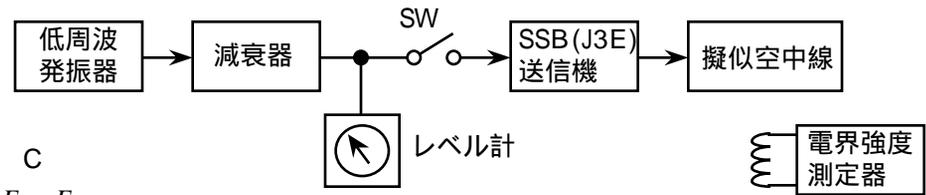
A - 13 次の記述は、狭帯域直接印刷電信 (NBDF) の誤り訂正方式について述べたものである。このうち正しいものを下の番号から選べ。

- 1 ARQ 方式は、受信側で誤りを検出したとき、受信側のみで自動的に誤りを訂正する。
- 2 ARQ 方式は、送信側と受信側との同期が不要である。
- 3 ARQ 方式は、複数の受信局に同時に送信するとき用いることができる。
- 4 FEC 方式は、送信側では一つの文字を所定の時間間隔で 4 回ずつ送信し、受信側では 4 回送られた各文字ごとに誤り検出を行う。
- 5 FEC 方式には、複数局に一斉に放送する CFEC と、選択呼出し機能を用いて特定の複数局に対して同時に送信する SFEC がある。

A - 14 次の記述は、図に示す構成例を用いた SSB (J3E) 送信機の搬送波電力減衰比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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、1 [μV] を 0 [dBμ] とする。

- (1) 送信機を動作状態とし、スイッチ SW を断 (OFF) にして擬似空中線からの漏れ電界強度を電界強度測定器により測定したときの値を E_1 [dBμ] とする。このときの電界は、送信機から出力された □ A のみの電界である。
- (2) 次に、SW を接 (ON) にし、低周波発振器の発振周波数を所定の値 (例えば 1,500 [Hz]) に設定して送信機の出力が □ B になるよう減衰器を調節する。このときの擬似空中線からの漏れ電界強度を電界強度測定器により測定したときの値を E_2 [dBμ] とすると、無変調時の搬送波電力減衰比 A_c は次式より求められる。

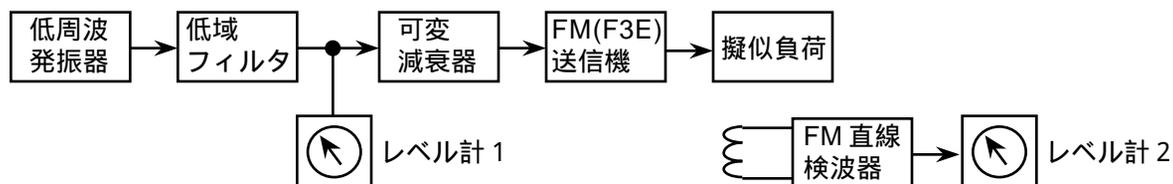
$$A_c = \square C \text{ [dB]}$$



A	B	C
1 搬送波	零	$E_1 - E_2$
2 搬送波	規定の飽和レベル	$E_1 - E_2$
3 搬送波	零	$E_1 + E_2$
4 変調信号	零	$E_1 - E_2$
5 変調信号	規定の飽和レベル	$E_1 + E_2$

A - 15 次の記述は、FM (F3E) 送信機のプレエンファシス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の正しい組合せを下の番号から選べ。

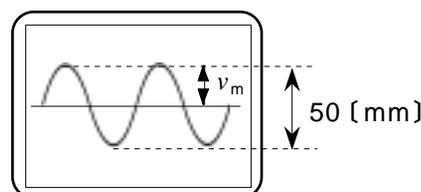
- (1) FM 送信機を正常な状態で動作させ、その送信電力の一部を FM 直線検波器により検波し、その出力電圧をレベル計 2 で測定すると、レベル計 2 は、周波数偏移に □ A した値を指示する。
- (2) 低周波発振器の周波数を 1 [kHz] に選び、高調波を低域フィルタで除去し、□ B の指示値が一定値 V_1 [V] になるよう低周波発振器の出力を調整する。次に、可変減衰器の減衰量を加減して送信機変調入力を調整し、レベル計 2 の指示値を適当な一定値 V_2 [V] に設定する。このときの可変減衰器の減衰量を D_1 [dB] とする。
- (3) レベル計 1 の指示値を一定に保ちつつ、低周波発振器の周波数を測定範囲 (例えば 50 [Hz] から 15 [kHz]) にわたって適当な周波数間隔で切り換え、その都度レベル計 2 の指示値が (2) のときと同じ値 V_2 [V] となるように可変減衰器の減衰量を加減する。このときの可変減衰器の減衰量を D_n [dB] とする。□ C を横軸に、そのときの $D_n - D_1$ [dB] の値を縦軸にとって測定結果を図示すると、プレエンファシス特性が得られる。



A	B	C
1 比例	レベル計 1	変調レベル
2 比例	レベル計 2	変調レベル
3 比例	レベル計 1	変調周波数
4 反比例	レベル計 1	変調レベル
5 反比例	レベル計 2	変調周波数

A - 16 オシロスコープの垂直軸に正弦波電圧を加えたときの蛍光面上のスポットの最大の振れが図に示すように 50 [mm] であった。このときの正弦波電圧の振幅 v_m の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、オシロスコープの垂直軸の偏向感度は、0.5 [mm/V]、垂直増幅器の増幅度は 40 [dB] とする。また、入出力特性は直線状とする。

- 1 0.5 [V]
- 2 0.75 [V]
- 3 1.0 [V]
- 4 2.0 [V]
- 5 2.5 [V]



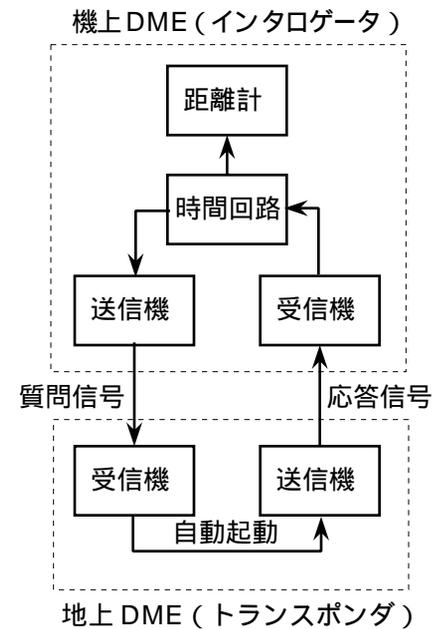
A - 17 次の記述は、我が国における地上系アナログ標準テレビジョン放送の送信の標準方式について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- | | A | B | C |
|---------------------------------------|--------------|-----------|-----|
| (1) 映像信号搬送波の変調の型式として、□ A を用いている。 | 1 周波数変調 (FM) | 残留側波帯伝送方式 | 小さく |
| (2) 映像信号の伝送に必要な帯域幅を狭くするため、□ B を用いている。 | 2 周波数変調 (FM) | 単側波帯伝送方式 | 大きく |
| (3) 被写体の輝度が増加すると搬送波の振幅は □ C なる。 | 3 振幅変調 (AM) | 単側波帯伝送方式 | 大きく |
| | 4 振幅変調 (AM) | 残留側波帯伝送方式 | 大きく |
| | 5 振幅変調 (AM) | 残留側波帯伝送方式 | 小さく |

A - 18 次の記述は、図に示す航空用 DME の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) 地上DME (トランスポンダ) は、航空機の機上DME (インタロゲータ) から送信された質問信号を受信すると、自動的に応答信号を送信し、機上DME は、□ A を測定して航空機と地上DME との距離を求める。
- (2) 地上DME は、質問信号に同期して応答するため、質問信号を□ B な間隔で送信すると、同期受信できる航空機は、質問した航空機のみになり、複数の航空機へのサービスが可能になる。

- | A | B |
|-------------------------|-----|
| 1 質問信号の送信から応答信号の受信までの時間 | 不規則 |
| 2 質問信号の送信から応答信号の受信までの時間 | 規則的 |
| 3 質問信号と応答信号のレベル差 | 規則的 |
| 4 応答信号のドプラ周波数 | 不規則 |
| 5 応答信号のドプラ周波数 | 規則的 |



A - 19 次の記述は、衛星通信に用いられる周波数分割多元接続 (FDMA) 方式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) FDMA 方式は、複数の搬送波をその周波数帯域が互いに重ならないように □ A 軸に配置する方式であり、一つの搬送波によって伝送される信号が1チャンネルの場合及び複数チャンネルの場合を、それぞれ □ B という。
- (2) 中継器の電力効率は、一般に、利用する地球局の数の増加によって □ C 。

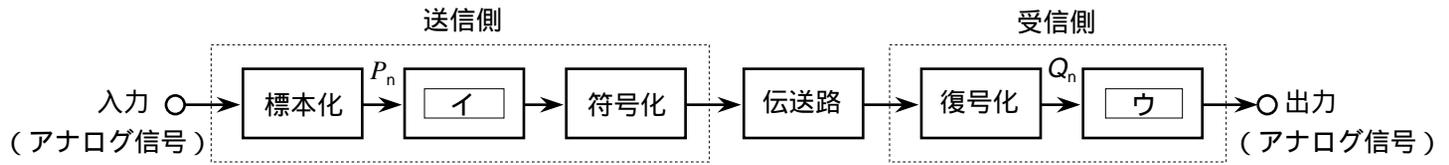
- | A | B | C |
|-------|-------------|-------|
| 1 時間 | SCA 及び MCA | 低下する |
| 2 時間 | SCPC 及び MCE | 変わらない |
| 3 周波数 | SCPC 及び MCE | 変わらない |
| 4 周波数 | SCPC 及び MCE | 低下する |
| 5 周波数 | SCA 及び MCA | 変わらない |

A - 20 次の記述は、スペクトル拡散方式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。

- 耐妨害性及び耐雑音性に優れている。
- 情報を含んだ信号をより広い周波数帯に拡散するため、白色雑音を使用する。
- 直接拡散 (DS) 方式及び周波数ホッピング (FH) 方式などがある。
- 通信の内容が第三者に漏れいしにくく、かつ、信号の存在を検知されにくくすることができる。
- 高精度の時間測定ができるため、距離の測定に適しており、全世界測位システム (GPS) などにも用いられている。

B -1 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を下の番号から選べ。ただし、□ 内の同じ記号は、同じ字句を示す。また、標本化周波数を f [Hz] とする。

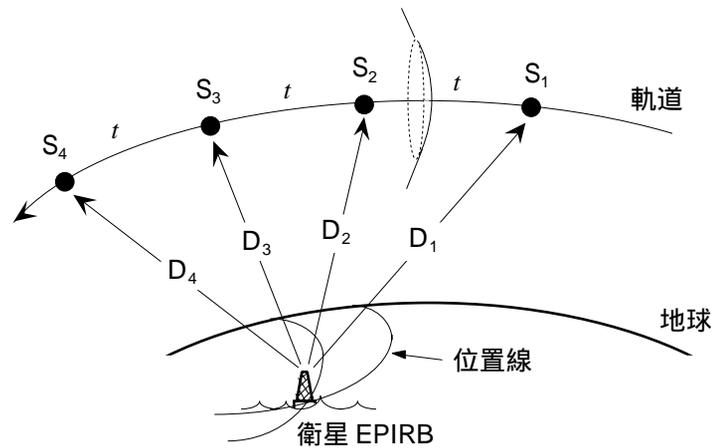
- (1) 入力のアナログ信号を標本化すると、□ア 間隔が一定で、その振幅がアナログ信号で変調されたパルス列 P_n が得られる。
- (2) P_n の各振幅の値を所定のレベル値で近似する □イ を行い、符号化によって、2 進符号などに変換して伝送する。
- (3) 受信した符号を復号して得たパルス列 Q_n を、□ウ に通してアナログ信号を再現して出力する。
- (4) 標本化定理が成り立つ条件として、入力アナログ信号が $f/2$ [Hz] 以上の周波数成分を □エ こと及び受信側の □ウ が $f/2$ [Hz] 以上の成分を通過 □オ ことなどがある。



- | | | | | |
|-------|-------|--------|----------|---------|
| 1 時間 | 2 周波数 | 3 量子化 | 4 高域フィルタ | 5 含む |
| 6 させる | 7 暗号化 | 8 させない | 9 低域フィルタ | 10 含まない |

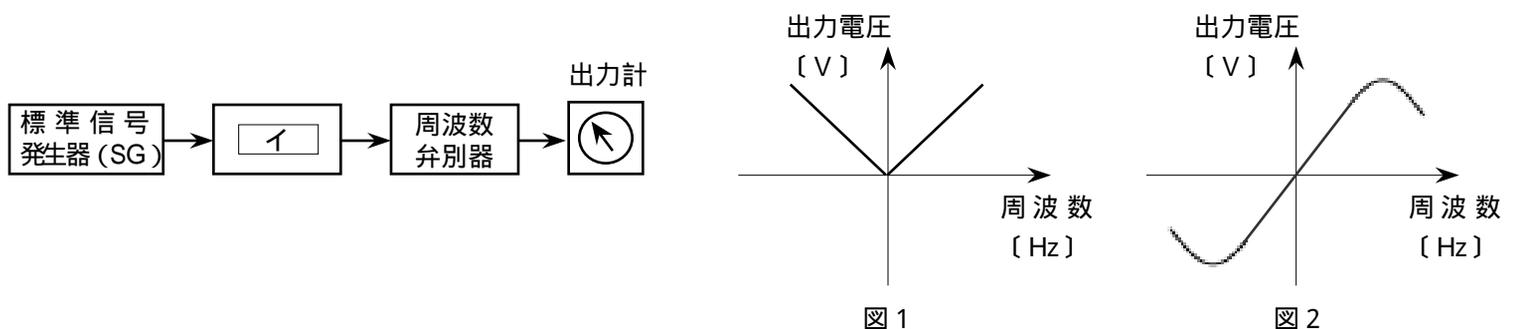
B -2 次の記述は、図に示す衛星非常用位置指示無線標識 (衛星EPIRB) の位置測定の原理について述べたものである。このうち正しいものを 1、誤っているものを 2 として解答せよ。

- ア 極軌道を周回するコスパス・サーサット衛星は、衛星EPIRB に対し、真上を通過するときのみ相対速度を持つ。
- イ 衛星EPIRB から送信される電波をコスパス・サーサット衛星で受信すると、ドブラ効果によって受信信号の周波数が変化する。
- ウ ドブラ効果は、受信電波の単位時間当たりの波の数が相対速度の大きさに応じて増減する現象である。
- エ コスパス・サーサット衛星が軌道上の既知の位置 S_1 から S_2 に移動する時間 t [s] の間の波の数を計測すると、 S_1 及び S_2 から衛星EPIRB までの距離差 D - D [m] が求められる。
- オ S_1 及び S_2 から衛星EPIRB までの距離差 D - D が一定な点の集合は、 S_1 及び S_2 を焦点とする楕円面になり、これと地球表面とが交わる線 (位置線) を得ることができる。同様な計測を S_2 及び S_3 、 S_3 及び S_4 ... についても行い、得られた複数の位置線の交点から衛星EPIRB の位置が求められる。



B -3 次の記述は、FM (F3E) 受信機に用いる周波数弁別器の周波数特性を測定する方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。ただし、□ 内の同じ記号は、同じ字句を示す。

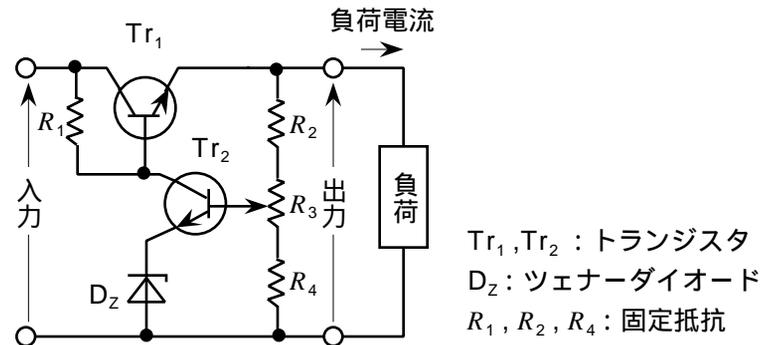
- (1) 図に示す構成例において、標準信号発生器 (SG) は □ア、その出力の周波数を中間周波数に合わせて □イ に加える。
- (2) SG の出力の振幅は、□イ の出力が飽和 □ウ レベルにする。
- (3) SG の周波数を、中間周波数の上下に中間周波帯域幅の □エ 程までの範囲を所定の間隔で変化させ、各々の周波数に対する周波数弁別器の出力電圧を出力計で測定する。
- (4) 中間周波数を基準にして周波数弁別器の出力電圧の周波数特性を描くと、□オ に示すようなグラフになる。



- | | | | | |
|--------|----------|-------|-------|----------|
| 1 2 倍 | 2 振幅制限器 | 3 する | 4 しない | 5 変調をかけ |
| 6 10 倍 | 7 高周波増幅器 | 8 図 1 | 9 図 2 | 10 無変調とし |

B - 4 次の記述は、図に示す直列制御形定電圧回路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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

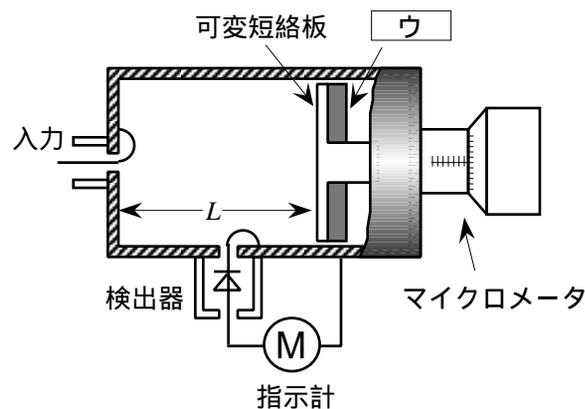
- (1) 並列制御形定電圧回路に比べて出力電圧の調整範囲が □ア□ 。
- (2) Tr_1 には、コレクタ電流の規格値が負荷電流より □イ□ トランジスタを用いる。
- (3) 負荷の変動によって出力の電圧が増加しようとするときは、 Tr_1 のベース-エミッタ間の電圧が □ウ□ し、負荷電流も □ウ□ するので、出力電圧が一定に保たれる。
- (4) 過負荷又は出力の短絡に対する □エ□ 。
- (5) 可変抵抗 R_3 により出力の電圧の調整が □オ□ 。



- | | | | | |
|------|-----------|-------|--------|-------|
| 1 広い | 2 保護作用がある | 3 大きい | 4 できる | 5 増加 |
| 6 狭い | 7 保護作用がない | 8 小さい | 9 できない | 10 低下 |

B - 5 次の記述は、図に示すマイクロ波の周波数測定に用いる H_{011} (TE_{011}) 形空洞周波数計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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) 空洞の一端に設けた可変短絡板をマイクロメータと連結した駆動機構によって駆動し、空洞の軸長 L [m] を変えると、 L 及び空洞周波数計に入力した被測定信号の波長 [m] が特定の条件のとき共振し、指示計の指示値が □ア□ になる。したがって、 L と共振周波数との関係をあらかじめ校正しておけば、共振時の □イ□ をマイクロメータで読み取ることで周波数を測定することができる。
- (2) 可変短絡板の裏面には □ウ□ を装着して裏面に回り込む H_{011} 以外のモードの成分を除去し、不要な共振が現れないようにしている。
- (3) 測定精度を良くするには、負荷時の空洞のせん鋭度 Q を □エ□ する必要があるため、空洞の □オ□ には銀メッキなどを施し、表皮効果による影響を防止する。



- | | | | | |
|------|------|------|--------|-----------|
| 1 内壁 | 2 最小 | 3 高く | 4 軸長 | 5 指示計の指示値 |
| 6 外壁 | 7 最大 | 8 低く | 9 樹脂皮膜 | 10 電波吸収体 |