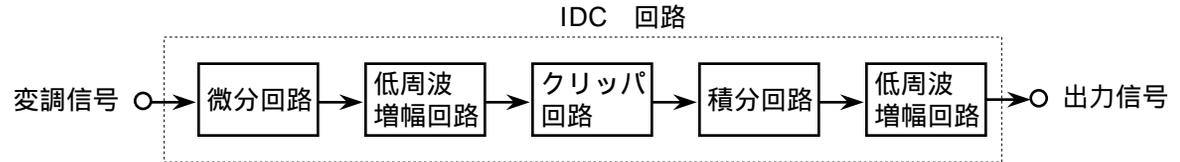


第一級海上無線通信士「無線工学A」試験問題

25問 2時間30分

A - 次の記述は、図に示す FM (F3E) 送信機に用いられる瞬間偏移制御 (IDC) 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) この回路は、□ A □ FM 方式の FM 送信機に用いられる。
- (2) 微分回路の出力の振幅の大きさは、変調信号の振幅と周波数の積に □ B □ する。
- (3) クリッパ回路の入力信号の振幅がクリップレベル □ C □ のとき、IDC 回路は、周波数特性が平坦な増幅器として動作する。



	A	B	C
1	直接	比例	以上
2	直接	反比例	以下
3	間接	反比例	以下
4	間接	反比例	以上
5	間接	比例	以下

A - 次の記述は、AM (A3E) 波の電力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、変調信号は単一正弦波とし、変調度を  $m \times 100$  [%]、搬送波の電力を  $2$  [W] とする。

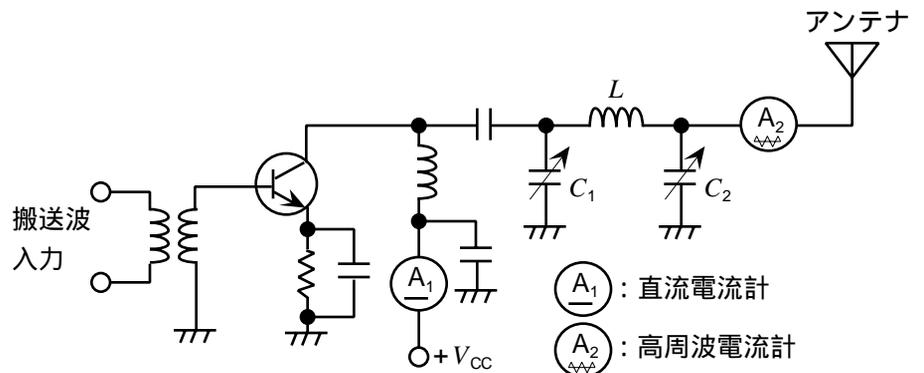
- (1) 一つの側帯波の電力は、□ A □ [W] である。
- (2)  $m = 0$  のとき、振幅変調波の全電力は、□ B □ [W] である。
- (3)  $m = 1$  のとき、振幅変調波の全電力は、□ C □ [W] である。

	A	B	C
1	$m^2/2$	2	3
2	$m^2/2$	0	2.5
3	$m^2/4$	0	2.5
4	$m^2/4$	2	3
5	$m^2/4$	2	4

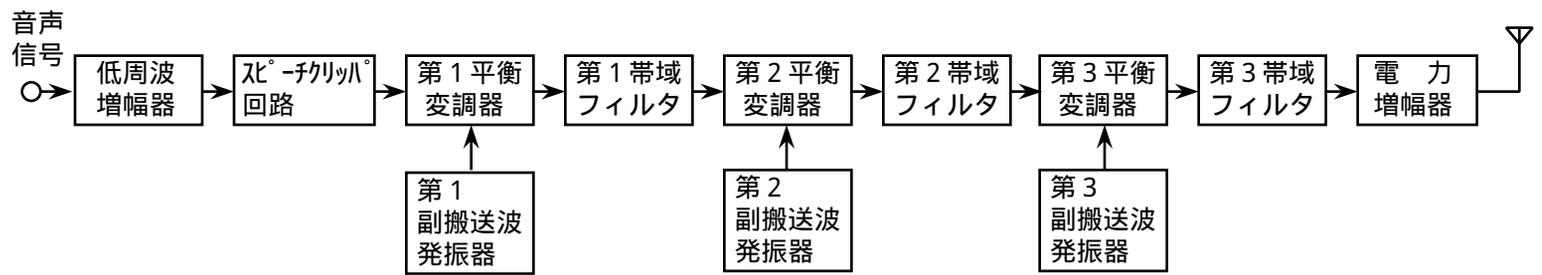
A - 次の記述は、図に示す小電力送信機の最終段に用いる 形結合回路の調整方法について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、□ 内の同じ記号は、同じ字句を示す。また、形結合回路に用いる  $C_1$  及び  $C_2$  は可変静電容量、 $L$  は固定インダクタンスである。

- (1) 送信機最終段を動作状態にして  $C_2$  の容量を □ A □ にし、 $C_1$  を調整してコレクタ電流を示す直流電流計の指示が □ B □ になる点を求め、同調をとる。
- (2) 次に、 $C_2$  を少し □ C □ させると、同調点がずれてコレクタ電流が増加し、アンテナに供給される電力は大きくなるので、再度  $C_1$  を調整して直流電流計の指示が □ B □ になる点を求める。これを繰り返して、規定の出力が得られたことを高周波電流計により確認して調整を終了する。

	A	B	C
1	最小	最大	増加
2	最小	最小	増加
3	最大容量の 1/2	最小	増加
4	最大	最小	減少
5	最大	最大	減少



A - 4次の記述は、図に示すフィルタ法を用いたSSB(J3E)送信機の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。

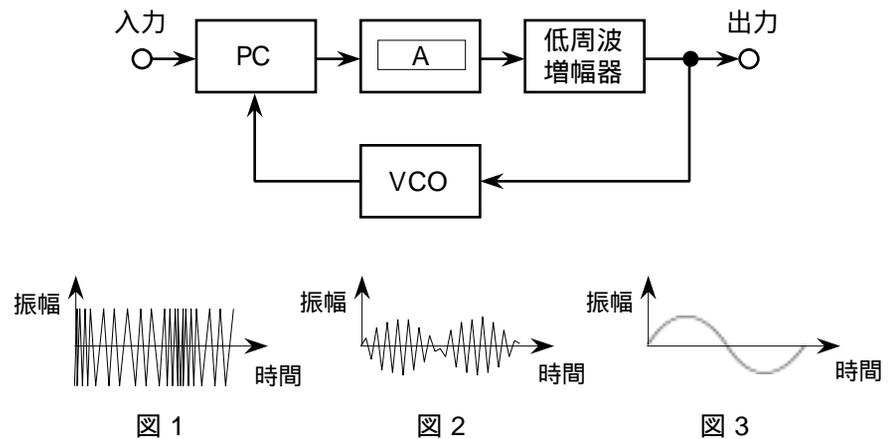


- 1 スピーチクリップ回路は、音声信号の振幅を一定値以下に制限する。
- 2 スピーチクリップ回路を用いると、平均の変調度を高くしても音声のピークで規定の送信電力を超えないようにすることができる。
- 3 第1帯域フィルタは、音声信号を入力したときに第1平衡変調器から出力される信号から両側波帯の成分を取り出す。
- 4 平衡変調器を三つ用いてそれぞれ平衡変調を行うのは、一回で高い周波数のSSB波の発生が可能な周波数特性を持つ帯域フィルタを実現することが難しいためである。
- 5 帯域フィルタは、両側波帯の周波数間隔が広いほど作りやすい。

A - 5次の記述は、図に示すFM受信機に用いられる位相同期ループ(PLL)検波器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) PLL 検波器は、位相検出(比較)部(C)、□A、低周波増幅器及び電圧制御発振器(VCO)で構成される。
- (2) 周波数変調波が入力されたとき、この検波器は□Bのような波形を出力する。ただし、周波数変調波は、単一正弦波で変調されているものとし、搬送波の周波数とVCOの自走周波数は、同一とする。

- | A             | B   |
|---------------|-----|
| 1 低域フィルタ(LPF) | 図 1 |
| 2 低域フィルタ(LPF) | 図 2 |
| 3 低域フィルタ(LPF) | 図 3 |
| 4 高域フィルタ(HPF) | 図 1 |
| 5 高域フィルタ(HPF) | 図 2 |



A - 6 抵抗  $R$  [ ] から取り出し得る熱雑音の最大電力(有能雑音電力)が  $P_A$  [W] のとき、同じ温度の抵抗  $2R$  [ ] から取り出し得る有能雑音電力の大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1  $P_A/4$  [W]
- 2  $P_A/2$  [W]
- 3  $P_A$  [W]
- 4  $2P_A$  [W]
- 5  $4P_A$  [W]

A - スーパーヘテロダイン受信機の局部発振器の出力に第2高調波が含まれていると、スプリアスレスポンスによって妨害が生ずることがある。このときの妨害波の周波数の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、局部発振器の出力の基本周波数を  $3,000$  [kHz] とし、中間周波数を  $45$  [kHz] とする。

- 1  $2,545$  [kHz]
- 2  $3,455$  [kHz]
- 3  $2,010$  及び  $3,910$  [kHz]
- 4  $5,455$  及び  $6,545$  [kHz]
- 5  $5,545$  及び  $6,455$  [kHz]

A - 8 図 1 に示す BPSK (2PSK) 復調器の構成例において、掛け算器出力  $e_d$  及び復調出力  $e_o$  に最も近い波形を下の番号から選べ。  
 ただし、掛け算器には、図 2 の (a) 及び (b) に示す BPSK 波及び基準搬送波が入力されるものとし、基準搬送波の周波数及び位相は、BPSK 波の搬送波と同一とする。また、低域フィルタの入力と出力は同相とする。

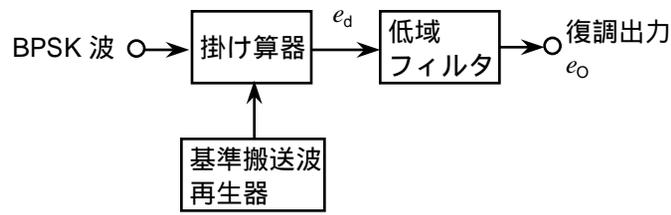


図 1

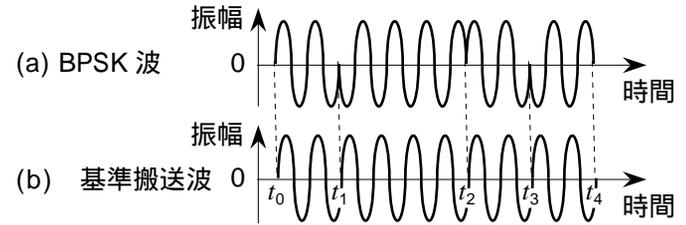
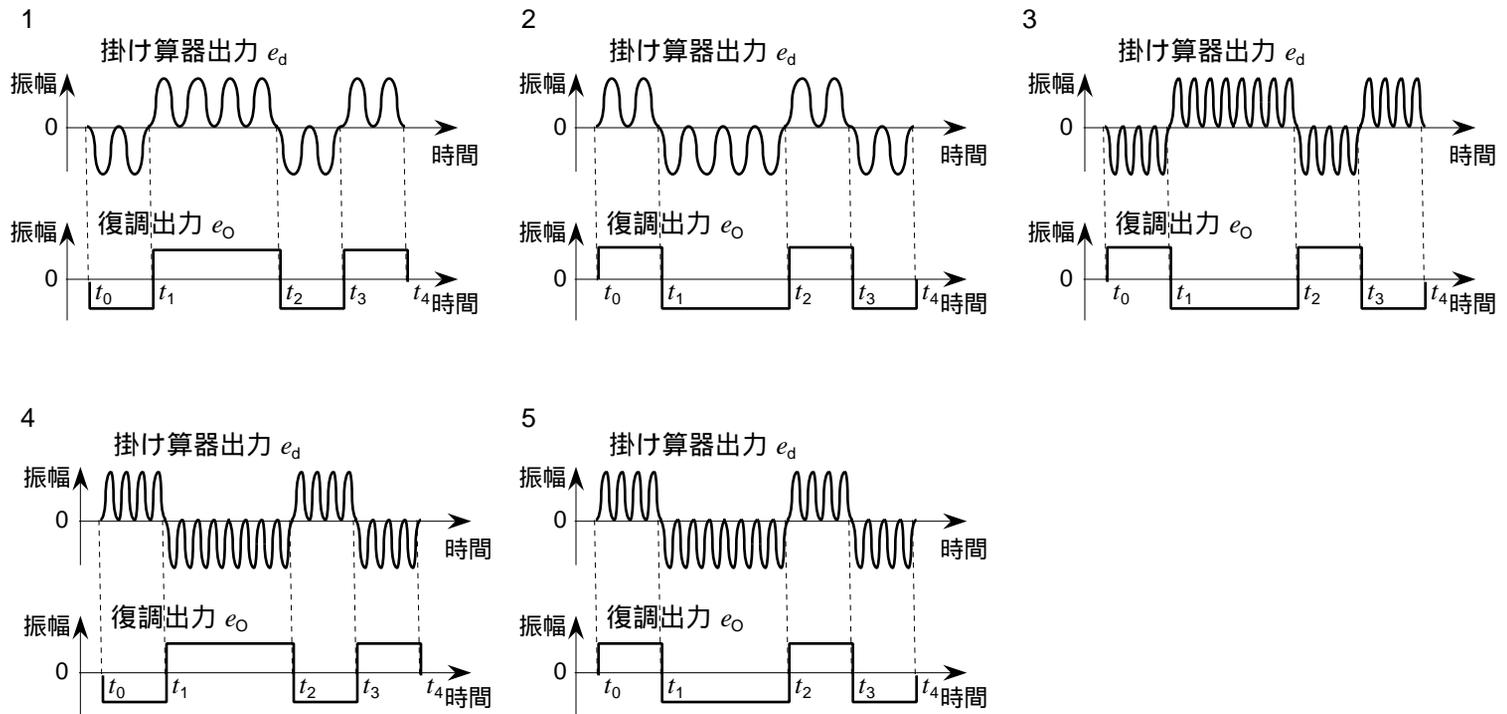


図 2



A - 9 次の記述は、レーダー方程式のパラメータを変えたときの最大探知距離  $R$  [m] 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。ただし、最大探知距離は、レーダー方程式のみで決まるものとし、最小受信電力は、信号の探知限界の電力とする。

- 1 送信電力を 4 倍にすると  $R$  の値は約 1.4 倍になる。
- 2 最小受信電力が 16 倍の受信機を用いると  $R$  の値は 0.5 倍になる。
- 3 送信電力を 2 倍にし、最小受信電力が 2 倍大きい受信機を用いると  $R$  の値は変わらない。
- 4 物標の有効反射断面積を 16 倍にすると  $R$  の値は 4 倍になる。
- 5 アンテナの利得を 4 倍にすると  $R$  の値は 2 倍になる。ただし、アンテナは送受共用であり、送信利得と受信利得は同じとする。

A - 10 次の記述は、電源に用いるインバ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。

- (1) インバータは、□ A □ を交流電圧に変換する。
- (2) インバータの電力制御素子として、トランジスタ及び □ B □ などを用いる。
- (3) インバータは、出力の交流電圧のパルス幅、周波数及び位相を制御することが □ C □ 。

A	B	C
1 直流電圧	サイリスタ	できる
2 直流電圧	サイリスタ	できない
3 直流電圧	バリスタ	できない
4 交流電圧	バリスタ	できる
5 交流電圧	サイリスタ	できない

A - 11 次の記述は、全波整流回路のチョーク入力形平滑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、ダイオード  $D_1$  及び  $D_2$  は理想ダイオードとする。

(1) 図 1 に示す回路の端子 a の電圧波形は、電圧の基準点をトランスの中心端子 c とすると図 2 に示すような全波整流波形となり、ダイオードに入力される交流の最大振幅を  $1$  [V]、角周波数を  $\omega$  [rad/s] として  $f(t)$  をフーリエ級数で表すと、次式が得られる。

$$f(t) = \frac{2}{3} - \frac{4}{15} \left( \frac{1}{3} \cos 2\omega t + \frac{1}{15} \cos 4\omega t + \frac{1}{35} \cos 6\omega t + \dots \right) \text{ [V]}$$

(2)  $4\omega$  [rad/s] 以上の高調波成分は振幅が小さく、かつ、コンデンサ  $C$  [F] 及びチョークコイル  $L$  [H] により十分減衰するものとして無視すれば、端子 b におけるリップル成分の角周波数は  $2\omega$  [rad/s] のみとなる。2 の成分のみを考えたときの端子 a におけるリップル率  $r_a$  は、次式で表される。

$$r_a = \frac{\text{リップル成分の実効値}}{\text{直流成分}} = \text{□ A}$$

(3) 2 の成分に対するコンデンサ  $C$  [F] のリアクタンスがチョークコイル  $L$  [H] のリアクタンス及び負荷抵抗  $R_L$  [Ω] より十分小さいとすれば、リップル成分の減衰率は、□ B であるから、端子 b におけるリップル率  $r_b$  は、次式で表される。

$$r_b = r_a \times \frac{1}{6} = 1/(6 \sqrt{2} \omega^2 LC)$$

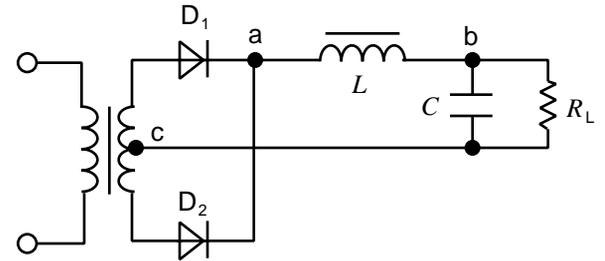


図 1

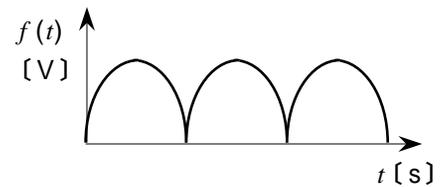


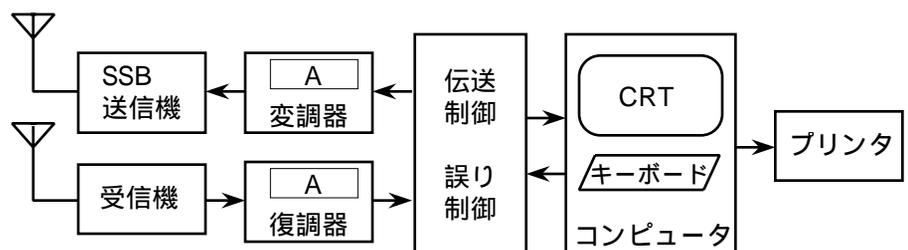
図 2

	A	B
1	$2/3$	$1/(4 \omega^2 LC)$
2	$2/3$	$1/(4 \sqrt{2} \omega^2 LC)$
3	$\sqrt{2}/3$	$1/(4 \omega^2 LC)$
4	$\sqrt{2}/3$	$1/(4 \sqrt{2} \omega^2 LC)$
5	$2/3$	$1/(2 \omega^2 LC)$

A - 12 次の記述は、図に示す狭帯域直接印刷電信装置 (NBDFP) 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。

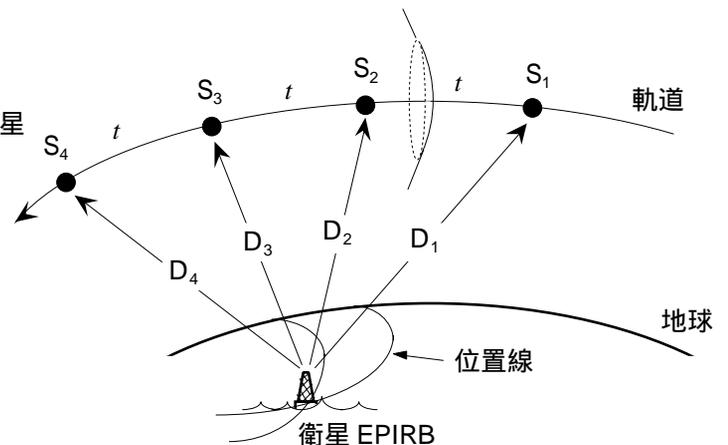
- 送信側では、SSB 送信機を用い、□ A 変調した J2B 形式の電波を放射する。また、受信側では J2B 形式の電波を受信して □ A 復調器でデジタルデータを復調する。
- 自局が最初に回線を設定するとき、通信に先立って相手局に呼出し信号を送信する。呼出し信号を受信した相手局は、これに同期した □ B を送信し、□ B を自局が受信することによって送信及び受信の同期をとる。
- 誤り訂正方式として、受信側で誤りが検出されると再送信を要求する ARQ 方式と、同一文字を所定の間隔で □ 度送信する FEC 方式がある。

	A	B	C
1	周波数偏移 (FS)	副搬送波	2
2	周波数偏移 (FS)	制御信号	2
3	周波数偏移 (FS)	副搬送波	3
4	振幅偏移 (AS)	制御信号	3
5	振幅偏移 (AS)	副搬送波	2



A - 13 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。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- コスパス・サーサット衛星は、極軌道を周回するため、衛星 EPIRB に対し、真上を通過するときを除き相対速度を持つ。
- 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、ドプラ効果によって受信信号の周波数が変化する。
- ドプラ効果は、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。
- 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  $D_1 - D_2$  [m] が求められる。
- $S_1$  及び  $S_2$  から衛星 EPIRB までの距離差  $D_1 - D_2$  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) が得られる。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。



A - 14 次の記述は、パルス信号の立ち上がり時間をオシロスコープを用いて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) 図 1 に示すパルス信号の立ち上がり部分をオシロスコープに表示し、図 2 に示すように、オシロスコープの蛍光面にあらかじめ設定した 0 及び 100 [%] の目盛にパルス波形の振幅を合わせる。波形の振幅が □ A [%] から □ B [%] になるまでの水平距離を目盛から読み取る。

(2) 立ち上がり時間は、(1) で読み取った水平距離と一目盛あたりの □ C との積で得られる。

	A	B	C
1	5	90	垂直感度
2	5	95	掃引時間
3	10	90	垂直感度
4	10	90	掃引時間
5	10	95	掃引時間

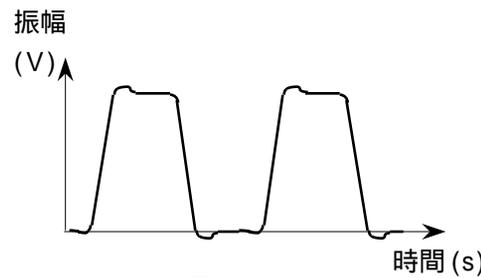


図 1

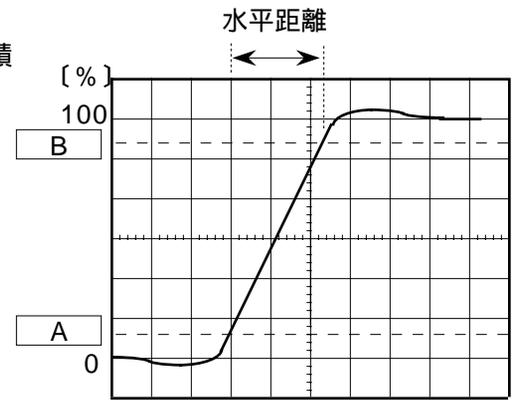


図 2

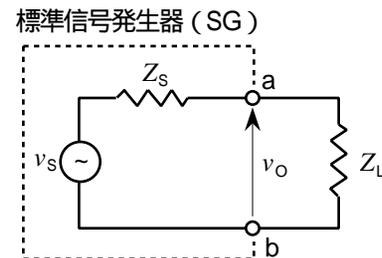
A - 15 次の記述は、図に示す標準信号発生器 (SG) の出力電圧と負荷インピーダンスとの関係について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、SG の信号源のインピーダンスを  $Z_s$  [ ]、信号源の電圧を  $v_s$  [V]、出力端子 ab 間の電圧を  $v_o$  [V]、負荷インピーダンスを  $Z_L$  [ ] とし、 $Z_s$  及び  $Z_L$  は純抵抗とする。

(1)  $Z_s = Z_L$  のとき、 $v_o$  の値は、□ A [V] である。

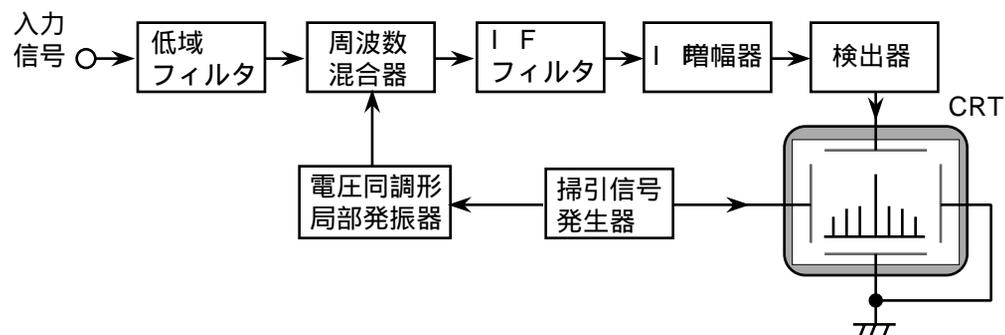
(2) 出力端子 ab 間に負荷を接続しないとき、 $v_o$  の値は開放出力電圧 □ B [V] である。

(3)  $Z_s \neq Z_L$  のとき、 $v_o$  の値は □ C [V] である。

	A	B	C
1	$v_s/2$	$v_s$	$v_s/\{1+(Z_s/Z_L)\}$
2	$v_s/2$	$v_s$	$v_s/\{1+(Z_L/Z_s)\}$
3	$v_s/2$	$2v_s$	$v_s/\{1+(Z_L/Z_s)\}$
4	$2v_s$	$2v_s$	$v_s/\{1+(Z_L/Z_s)\}$
5	$2v_s$	$v_s$	$v_s/\{1+(Z_s/Z_L)\}$



A - 16 次の記述は、図に示すスーパーヘテロダイン方式スペクトルアナライザ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 CRT 表示器の垂直軸には入力信号の周波数が、また、水平軸には入力信号の振幅が表示され、入力信号のスペクトル分布が直視できる。
- 2 電圧同調形局部発振器は、掃引発振器で発生する信号によって振幅変調された信号を出力する。
- 3 掃引信号発生器は、正弦波信号を出力する。
- 4 周波数分解能を上げるには、IF フィルタの周波数帯域幅を狭くする。
- 5 単一のパルス信号のスペクトル分布が観測できる。

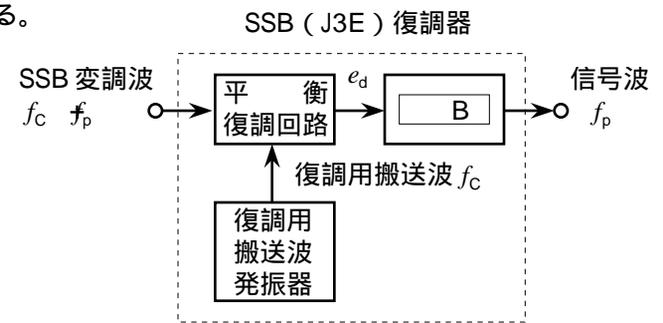
A - 17 方位分解能が 2 度のパルスレーダーから  $(9/\ ) \times 10^3$  [m] の距離にある二つの点物標を分離して探知することができる物標間の水平距離の最小値として、正しいものを下の番号から選べ。

- |   |         |   |         |   |         |   |         |   |         |
|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|
| 1 | 100 [m] | 2 | 120 [m] | 3 | 150 [m] | 4 | 200 [m] | 5 | 300 [m] |
|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|

A - 18 次の記述は、図に示す SSB (J3E) 復調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。ただし、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。ただし、SSB 変調波の周波数を  $f_c + f_p$  [Hz] とし、 $f_p$  [Hz] は変調信号の周波数とする。また、搬送波及び復調搬送波の周波数を  $f_c$  [Hz] とする。

- (1) 平衡復調回路の出力  $e_d$  の周波数成分は、 $f_p$  及び □ A □ [Hz] である。  
 (2)  $e_d$  を □ B □ に通して  $f_p$  [Hz] の信号波を得る。

	A	B
1	$2f_c + f_p$	低域フィルタ
2	$2f_c + f_p$	高域フィルタ
3	$2f_c$	低域フィルタ
4	$2f_c - f_p$	高域フィルタ
5	$2f_c - f_p$	低域フィルタ



A - 19 次の記述は、搜索救助用レーダートランスポンダ (SART) 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) 搜索側のレーダ指示器に表示される 12 個の輝点列のうち、SART の位置は、レーダ指示器の中心から最も □ 輝点で示される。  
 (2) 飛行高度約 2,500 [m] の航空機で搜索を行うときの搜索可能な範囲は、SART を中心として半径約 □ 海里程度である。  
 (3) 内蔵電池は、1 [ms] の周期でレーダ電波を受信した場合において、連続 □ C 時間の動作に支障のない容量がある。

	A	B	C
1	近い	6	24
2	近い	30	8
3	近い	30	24
4	遠い	30	24
5	遠い	6	8

A - 20 次の記述は、高機能グループ呼出 (EGC) システム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 海岸地球局から船舶地球局に対して海上安全情報 (MSI) を放送するシステムである。
- 2 EGC 受信機を搭載する船舶地球局に対して、全船舶地球局あて、特定のグループの船舶地球局あて及び特定の海域の船舶地球局あてに放送することができる。
- 3 海岸地球局から船舶地球局に対して放送衛星 (BS) を経由して放送する。
- 4 放送される情報のフォーマットは、国際ナビテックス (NAVTEX) システムと同じである。
- 5 海岸地球局からの遭難通報を船舶地球局で受信したとき、自動的に音響警報を鳴らすことができる。

B - 1 次の記述は、パルス符号変調 (PCM) 方式を用いた多重通信方式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 PCM 信号は、符号を構成する複数のパルスの組合せが変調信号の周波数に応じて変化する。  
 イ 信号を符号化する過程で生ずる雑音には、標準化雑音及び量子化雑音などがある。  
 ウ 複数の PCM 信号を同一の伝送路で伝送することができる。  
 エ 漏話及び雑音などで PCM 信号のパルス波形がひずんでも、パルスの有無が検出できれば元のパルスを再生できる。  
 オ 中継を繰り返すとき、各中継器から発生する熱雑音などの累積がアナログの多重通信方式より多い。

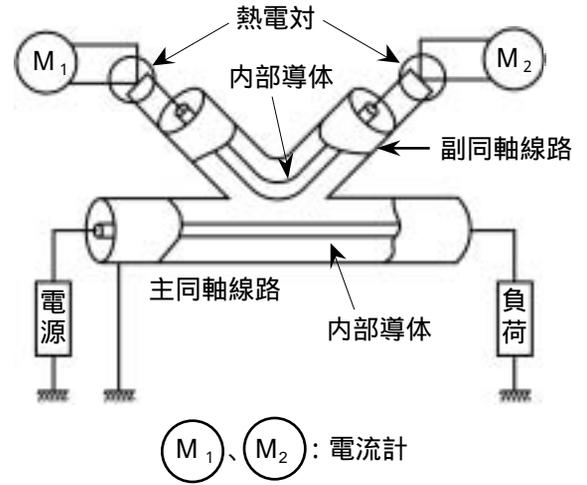
B - 2 次の記述は、インマルサット船舶地球局のインマルサット A 型無線設備について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) インマルサット衛星は、□ ア □ である。  
 (2) 船体の動揺に対して衛星を正確に追尾する機能を持つ □ イ □ アンテナを用いている。  
 (3) 使用周波数帯は、□ ウ □ 帯である。  
 (4) 通信チャンネルの最小周波数間隔は □ エ □ [kHz] である。  
 (5) 音声信号の伝送には、□ オ □ 方式を用いている。

1 アナログ	2 30	3 1.5 及び 1.6 [GHz]	4 八木	5 パラボラ
6 60	7 デジタル	8 11 及び 12 [kHz]	9 静止衛星	10 極軌道周回衛星

B - 3 次の記述は、図に示す CM 形電力計の原理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) CM 形電力計は、□ ア □ 高周波電力計の一種であり、主同軸線路の内部導体の近くに副同軸線路の内部導体を配置し、副同軸線路の両端に熱電対及び電流計を接続したものである。
- (2) 副同軸線路には、その内部導体と主同軸線路の内部導体との間の □ イ □ によって主同軸線路の電圧に比例する電流が流れ、また、副同軸線路の内部導体と主同軸線路の内部導体との間の □ ウ □ によって主同軸線路に流れる電流に □ エ □ する電流が流れる。
- (3) CM 形電力計を構成する素子などが電気的に一定の条件を満足するようにしてあれば、電流計の指示は、熱電対に流れる電流の □ オ □ に比例するので、その指示値から入射波電力及び反射波電力の測定ができる。



- |       |       |        |        |              |
|-------|-------|--------|--------|--------------|
| 1 通過形 | 2 終端形 | 3 平均値  | 4 二乗   | 5 相互コンダクタンス  |
| 6 反比例 | 7 比例  | 8 静電容量 | 9 表皮効果 | 10 相互インダクタンス |

B - 4 次の記述は、AM (A3E) 送信機の電力効率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) 送信機の空中線電力が  $P_o$  [W]、全消費電力が  $P_T$  [W] のとき、電力効率は、 $=$  □ ア □  $\times 100$  [%] で表される。
- (2) 電力効率は、終段電力増幅器及び □ イ □ の効率でほぼ決まる。
- (3) C 級電力増幅器は、A 級電力増幅器に比べて出力の波形ひずみが □ ウ □ 電力効率が □ エ □ 。
- (4) D 級電力増幅器は、□ オ □ 増幅を行うため、C 級増幅器に比べて電力効率が □ カ □ 。

- |       |       |             |       |          |
|-------|-------|-------------|-------|----------|
| 1 小さく | 2 良い  | 3 $P_o/P_T$ | 4 発振器 | 5 スイッチング |
| 6 悪い  | 7 大きく | 8 $P_T/P_o$ | 9 直線  | 10 変調器   |

B - 5 次の記述は、AM (A3E) 送信機の変調度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。ただし、□ 内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) 図 1 の構成例において、□ ア □ の指示を確認しながら低周波発振器の出力を減衰器で調整し、送信機の入力レベルが規定の値となるようにして振幅変調波を出力する。
- (2) 次に、結合用同調回路を用いて送信機の出力を適当な強度で受信し、その出力をオシロスコープの □ イ □ に加え、オシロスコープの掃引周波数及び □ ウ □ を調整すると、□ エ □ に示すような波形が表示される。□ エ □ の及び A の比 ( $B/A$ ) の値が  $3/7$  のときの振幅変調波の変調度は、□ オ □ [%] である。

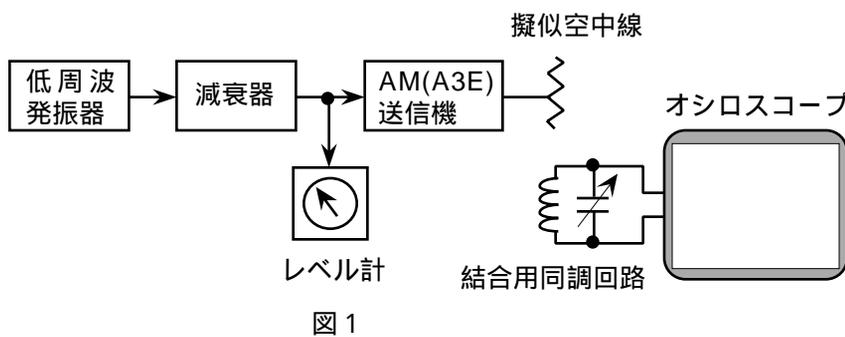


図 1

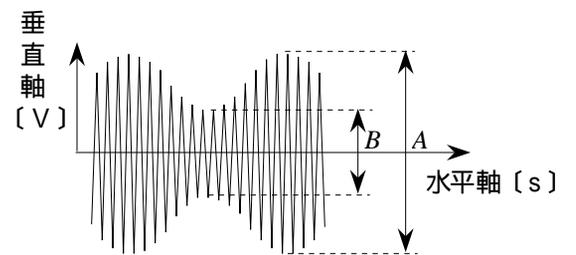


図 2

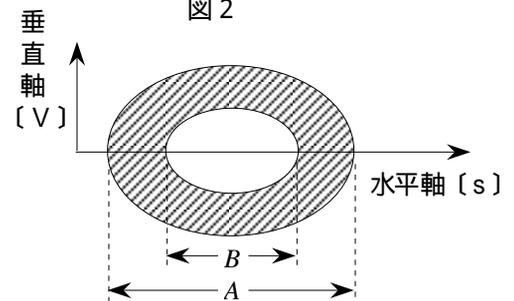


図 3

- |       |       |        |       |           |
|-------|-------|--------|-------|-----------|
| 1 水平軸 | 2 同期  | 3 図 2  | 4 図 3 | 5 オシロスコープ |
| 6 利得  | 7 垂直軸 | 8 レベル計 | 9 40  | 10 60     |