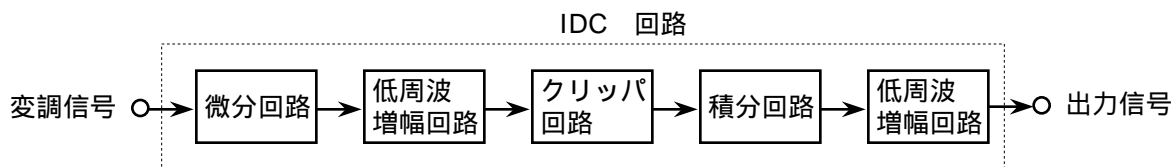


第一級総合無線通信士「無線工学A」試験問題

25問 2時間30分

A - 次の記述は、図に示す FM (F3E) 送信機に用いられる瞬時偏移制御 (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。

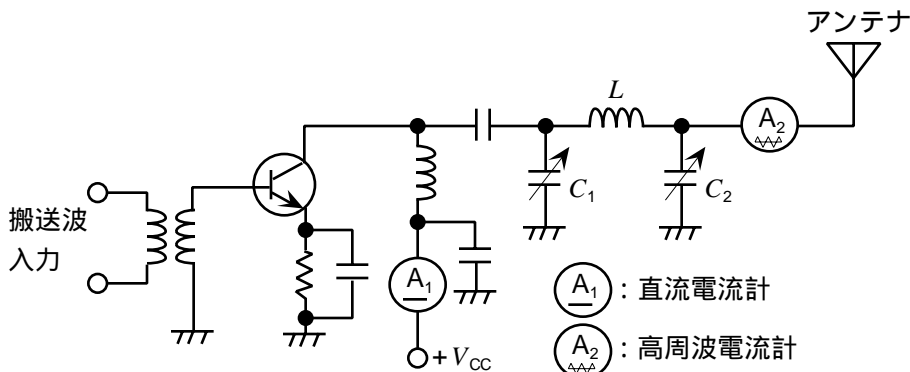
- (1) 一つの側帯波の電力は、□ A □ [W] である。
- (2) $m = 0$ のとき、振幅変調波の全電力は、□ B □ [W] である。
- (3) $m = 1$ のとき、振幅変調波の全電力は、□ C □ [W] である。

	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

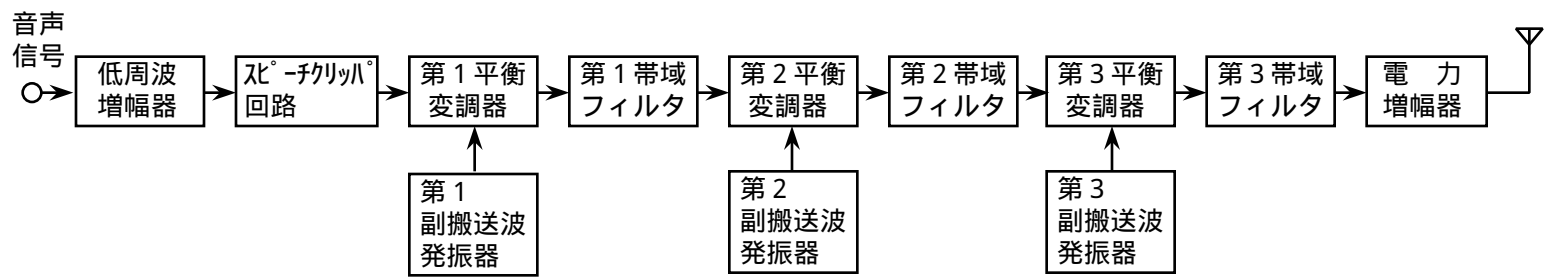
A - 3 次の記述は、図に示す小電力送信機の最終段に用いる 形結合回路の調整方法について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、□ 内の同じ記号は、同じ字句を示す。また、形結合回路に用いる C_1 及び C_2 は可変静電容量、 L は固定インダクタンスである。

- (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。

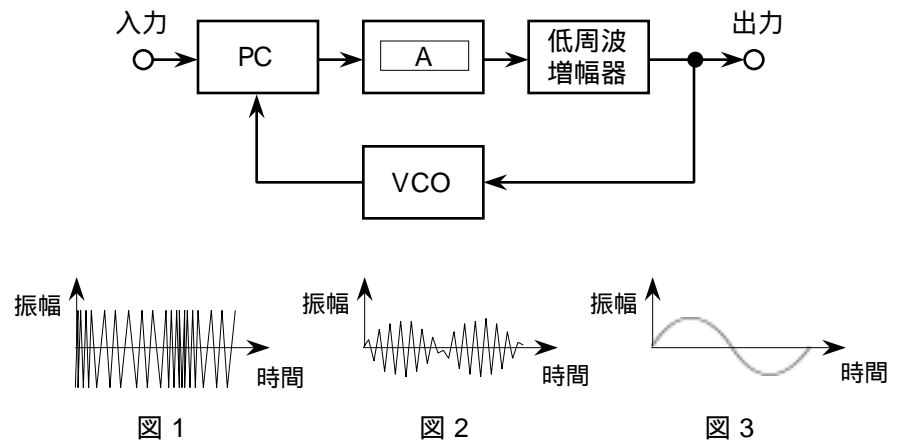


- 1 スピーチクリップ回路は、音声信号の振幅を一定値以下に制限する。
- 2 スピーチクリップ回路を用いると、平均の変調度を高くしても音声のピークで規定の送信電力を超えないようにすることができる。
- 3 第1帯域フィルタは、音声信号を入力したときに第1平衡変調器から出力される信号から両側波帯の成分を取り出す。
- 4 平衡変調器を三つ用いてそれぞれ平衡変調を行うのは、一回で高い周波数のSSB波の発生が可能な周波数特性を持つ帯域フィルタを実現することが難しいためである。
- 5 帯域フィルタは、両側波帯の周波数間隔が広いほど作りやすい。

- 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)器(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。

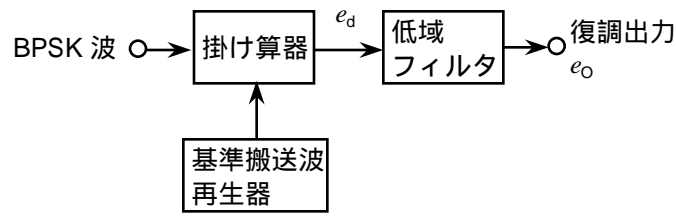


図1

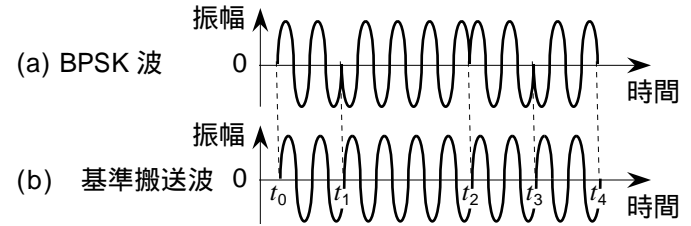
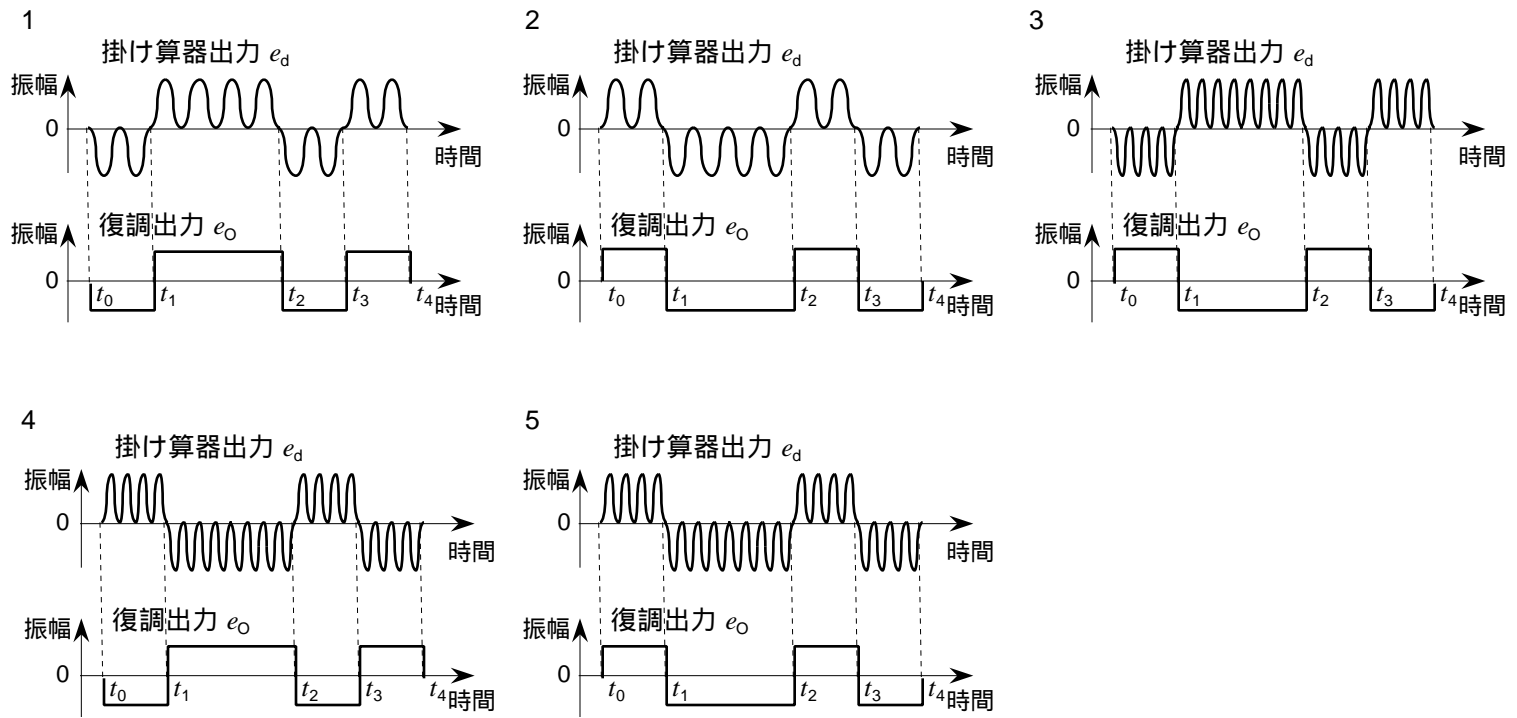


図2



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 ω [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) 4ω [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 2ω [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。

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

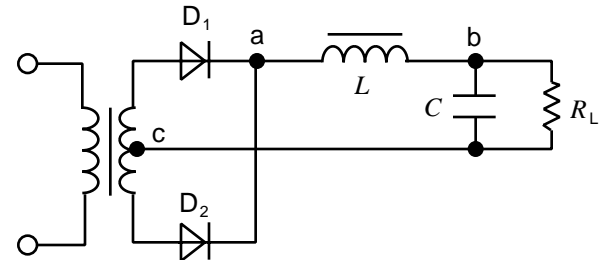


図 1

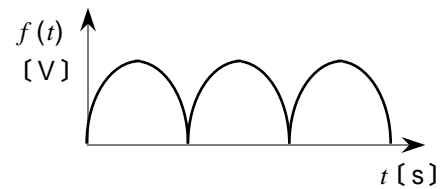


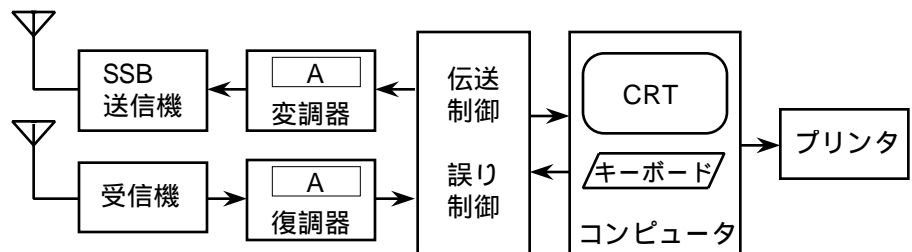
図 2

	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。

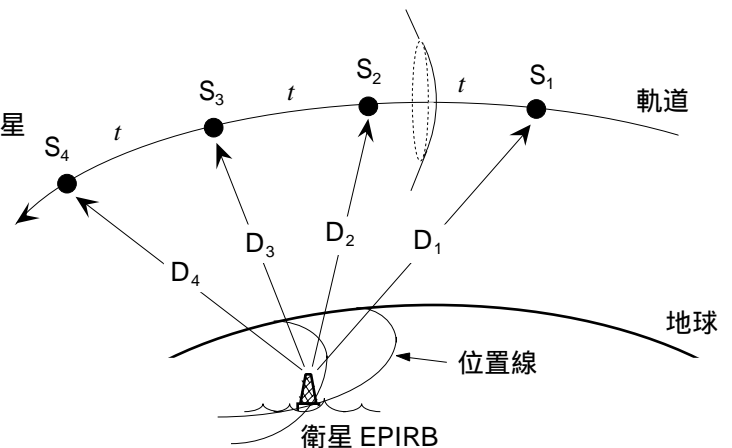
- 送信側では、SSB 送信機を用い、□ A 変調した J2B 形式の電波を発射する。また、受信側では J2B 形式の電波を受信して □ A 復調器でデジタルデータを復調する。
- 自局が最初に回線を設定するとき、通信に先立って相手局に呼出し信号を送信する。呼出し信号を受信した相手局は、これに同期した □ B を送信し、□ B を自局が受信することによって送信及び受信の同期をとる。
- 誤り訂正方式として、受信側で誤りが検出されると再送信を要求する ARQ 方式と、同一文字を所定の間隔で □ 度送信する FEC 方式がある。

	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

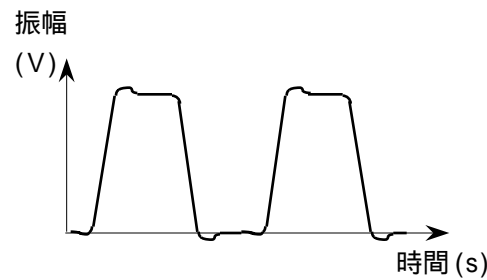


図 1

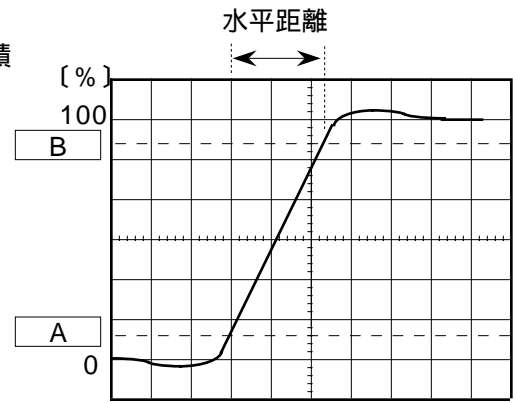
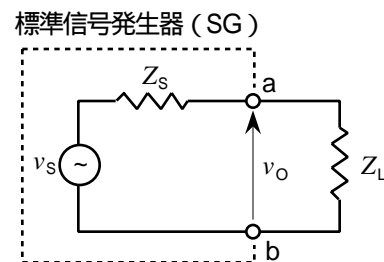


図 2

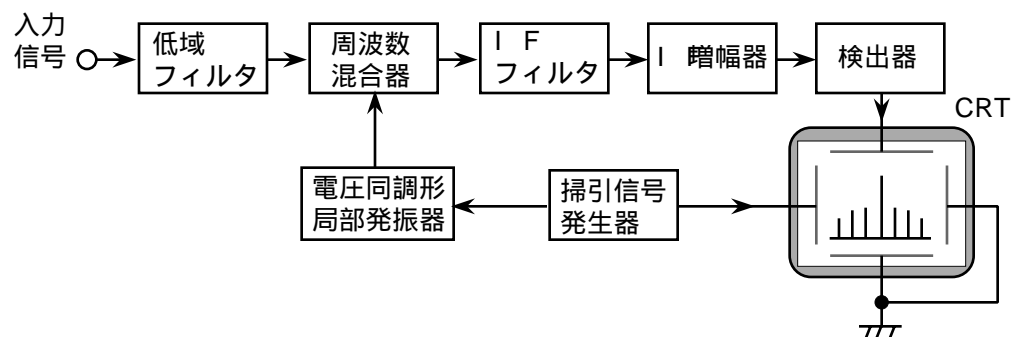
A - 15 次の記述は、図に示す標準信号発生器 (SG) の出力電圧と負荷インピーダンスとの関係について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、SG の信号源のインピーダンスを Z_s []、信号源の電圧を v_s [V]、出力端子 ab 間の電圧を v_o [V]、負荷インピーダンスを Z_L [] とし、 Z_s 及び Z_L は純抵抗とする。

- (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) $Z_s = Z_L$ 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 最高周波数が 3 [kHz] の音声信号の標準化及び量子化を行い、8 ビットで符号化してパルス符号変調 (PCM) 方式により伝送するときの通信速度の最小値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、同期符号及び誤り訂正符号はないものとする。

1	4 2 [kbps]	2	8 4 [kbps]	3	2 1 [kbps]	4	6 0 [kbps]	5	120 [kbps]
---	------------	---	------------	---	------------	---	------------	---	------------

A - 18 次の記述は、残留側波帯（VSB）伝送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) 振幅変調波の上下の側波帯を搬送波に対して □ A に減衰させて伝送する方式である。	1 対象	含む	同期検波器
(2) NTSC 方式テレビジョン映像信号のような直流分を □ B 信号を伝送できる。	2 対象	含まない	二乗検波器
(3) 映像信号の復調には包絡線検波器又は □ C を用いる。	3 非対称	含まない	二乗検波器
	4 非対称	含まない	同期検波器
	5 非対称	含む	同期検波器

A - 19 次の記述は、航行援助用距離測定装置（DME）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、DME の地上に設置された装置を地上 DME（トランスポンダ）、航空機に設置された装置を機上 DME（インタロゲータ）とする。

- 1 航行中の航空機が自機から地上 DME までの距離情報を得るための装置である。
- 2 地上 DME は、機上 DME から送信された質問信号を受信すると、これに同期して応答信号を送信する。
- 3 距離の測定は、機上 DME で行う。
- 4 機上 DME から送信される質問信号は、規則的な発射間隔で送信される。
- 5 同一周波数帯で複数の航空機が利用できる。

A - 20 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 軸上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) 中継器の効率は、利用する地球局の数の増加によって □ C 。

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

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はずんでも、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。

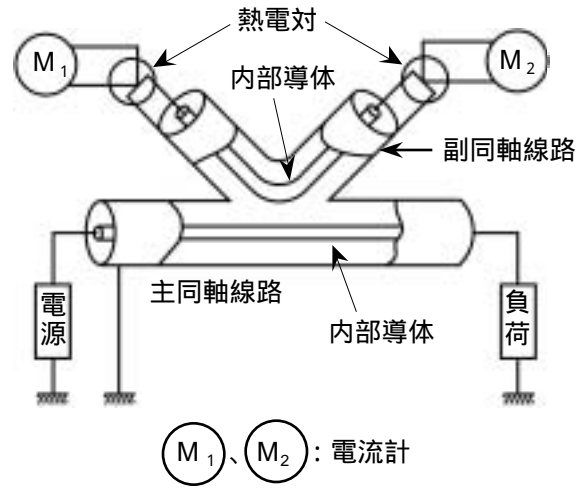
B - 2 次の記述は、インマルサット船舶地球局のインマルサット A 型無線設備について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (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 [Hz] 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 MHz	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) 受信機の混変調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。ただし、1 [μV] を 0 [dBμ] とする。

- (1) 図 1 に示す構成例において、標準信号発生器 1 (SG1) を希望周波数に合わせて標準変調 (変調周波数 000 [Hz]、変調度 30 [%] とする) を行い、規定のレベルで受信機に加える。受信機は、AGC を□ア けて最良状態に調整し、受信機出力が標準出力となるように受信機の利得を調整する。
- (2) SG1 の変調を切り、□イ のみを受信機に加える。次に標準信号発生器 2 (SG2) を指定の妨害周波数に合わせて同様に標準変調を行い、受信機に加える。SG2 (妨害波) の出力を増加していくと混変調が生じて受信機出力が現れるので、この出力が標準出力より 20 [dB] □ウ 値になったときの受信機入力レベルを求め、これを妨害波入力レベルとする。
- (3) 妨害周波数を希望周波数の上下に適当な間隔で変化させて、(1)~(2)の測定を繰り返す。また、希望波の□エ も適当に変化させ、(1)~(2)の測定を繰り返す。測定結果は、図 2 に示すように、横軸を希望周波数と妨害周波数との周波数差 [kHz]、縦軸を妨害波入力レベル [dBμ] としてグラフを描く。得られたグラフの□オ 及び□カ のうち、希望波の入力レベルが高いのは、□オ である。

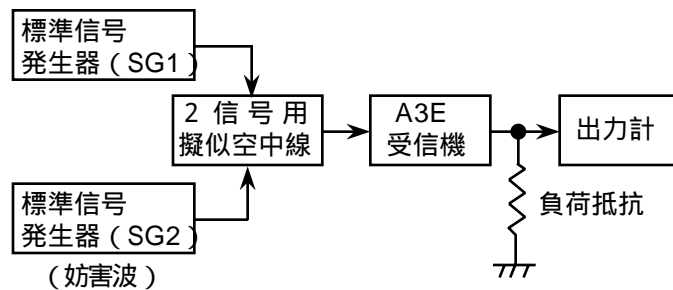


図 1

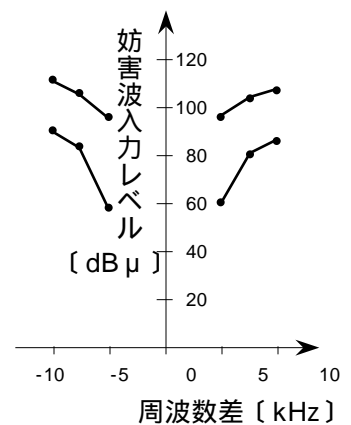


図 2

- | | | | | |
|---------|------|-------|--------|-----------|
| 1 | 2 | 3 搬送波 | 4 変調信号 | 5 断 (OFF) |
| 6 入力レベル | 7 高い | 8 周波数 | 9 低い | 10 接 (ON) |