

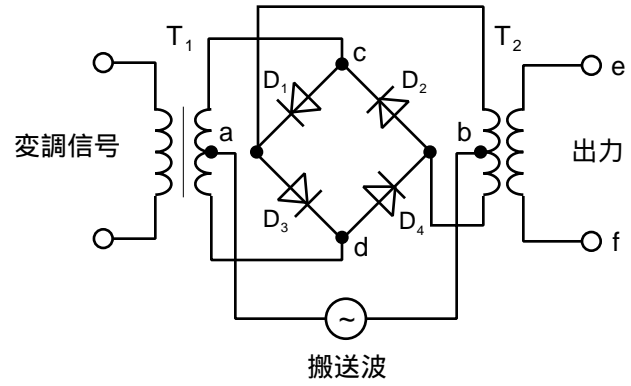
第一級海上無線通信士「無線工学A」試験問題

25問 2時間30分

A - 1 次の記述は、SSB (J3E) 波を得るために用いるリング変調器の動作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、変調信号はアナログ信号とし、端子 a 及び b は、それぞれ変成器及び T<sub>2</sub> の中点とする。

- (1) 図の構成例において、端子 a の電位が端子 b の電位より高いとき、ダイオード□が導通 (ON) になる。
- (2) 変調信号 がなく、搬送波のみを入力したとき、端子 e f の出力の成分は□である。
- (3) 変調信号 及び搬送波を入力したとき、端子 e f には、搬送波の□ごとに変調信号 の位相が反転した波形が出力され、これを帯域フィルタに通すことによって SSB 波が得られる。

A	B	C
1 D <sub>1</sub> 及び D <sub>3</sub>	搬送波	1周期
2 D <sub>1</sub> 及び D <sub>3</sub>	零	1/2 周期
3 D <sub>1</sub> 及び D <sub>4</sub>	零	1/2 周期
4 D <sub>1</sub> 及び D <sub>4</sub>	搬送波	1/2 周期
5 D <sub>1</sub> 及び D <sub>4</sub>	搬送波	1周期



A - 2AM (A3E) 送信機出力電力及び終段電力増幅器の電力効率の値の組合せとして、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、出力の搬送波電力を 100 [W]、変調度を 60 [%] とし、このときの終段電力増幅器の電力損失を 30 [W] とする。また、変調信号は単一正弦波とし、高周波出力回路の損失は無視するものとする。

出力電力	電力効率
1 118 [W]	72 [%]
2 118 [W]	76 [%]
3 118 [W]	80 [%]
4 136 [W]	76 [%]
5 136 [W]	82 [%]

A - 3 次の記述は、周波数変調波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) 変調信号が単一周波数のとき、側帯波の数は □ A であり、変調指数は、最大周波数偏移を変調信号の □ B で割った値である。
- (2) 周波数変調波の全電力は、変調信号の振幅の大きさによって変化 □ C 。

A	B	C
1 1	振幅	しない
2 1	周波数	する
3 1	周波数	しない
4 複数	振幅	する
5 複数	周波数	しない

A - 4 次の記述は、送信機において発生することがある高調波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) 送信機と給電線との間に □ A を挿入する。
- (2) 送信機の出力同調回路のせん鋭度 Q を □ する。
- (3) 終段の電力増幅器をプッシュプル増幅器にし、□ C の高調波を抑制する。

A	B	C
1 低域フィルタ	大きく	偶数次
2 低域フィルタ	大きく	奇数次
3 低域フィルタ	小さく	奇数次
4 高域フィルタ	小さく	偶数次
5 高域フィルタ	大きく	奇数次

A - 5次の記述は、振幅変調波を復調するための二乗検波器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下の番号から選べ。

- 1 入力電圧が  $e$  [V] のとき、出力電流  $i$  は、 $i = a_0 + a_1 e + a_2 e^2$  [A] で近似できる。ただし、 $a_0$ 、 $a_1$  及び  $a_2$  は定数である。
- 2 振幅変調波を入力したとき、出力電流に含まれる直流成分は零である。
- 3 出力電流を高域フィルタに通して信号波を復調することができる。
- 4 出力電流に含まれる信号波の低調波成分により復調出力にひずみを生ずる。
- 5 復調出力のひずみ率は、変調度に比例して小さくなる。

A - 6次の記述は、FM (F3E) 受信機の限界受信レベル (スレッシュホールドレベル) について述べたものである。□内に入れるべき字句の組合せとして最も近いものを下の番号から選べ。ただし、搬送波は正弦波とし、かつ、雑音は連続性雑音であり、直流分は含まないものとする。

(1) スレッシュホールドレベルは、搬送波の振幅の最大値  $e_{CP}$  [V] と雑音の振幅の最大値  $e_{NP}$  [V] とが次式の関係になるときの受信機の入力レベルをいう。

$$e_{CP} = \square A$$

(2)  $e_{NP}$  は、雑音の実効値の4倍とされているから、受信機の入力換算雑音電圧の実効値が  $0.5$  [ $\mu$ V] のとき、スレッシュホールドレベルと等しくなる受信機入力の搬送波の振幅の実効値は、約 □ B である。

	A	B
1	$e_{NP}$	$1.4$ [ $\mu$ V]
2	$e_{NP}$	$2$ [ $\mu$ V]
3	$\sqrt{2} e_{NP}$	$2$ [ $\mu$ V]
4	$2e_{NP}$	$2.8$ [ $\mu$ V]
5	$2e_{NP}$	$4$ [ $\mu$ V]

A - 7 増幅器の入力換算雑音電力  $P_N$  を表す式及び出力の信号対雑音比 ( $S/N$ ) の値を  $20$  [dB] にするために必要な入力電力  $P_i$  の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $1$  [mW] を  $0$  [dBm]、 $1$  [Hz] を  $0$  [dBHz] 及び  $1$  [mW/Hz] を  $0$  [dBm/Hz] とし、増幅器の雑音指数  $F$  及び等価雑音帯域幅  $B$  の値をそれぞれ  $4$  [dB] 及び  $60$  [dBHz] とする。また、周囲温度を  $T$  [K]、ボルツマン定数を  $k$  [J/K] とするとき、 $kT$  をデシベルで表した値を  $-174$  [dBm/Hz] とする。

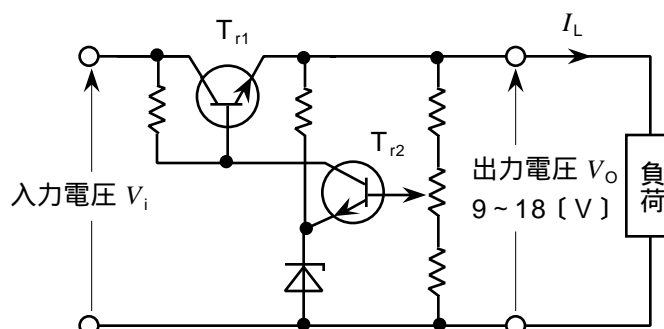
	$P_N$	$P_i$
1	$kT B F$ [dBm]	$-90$ [dBm]
2	$kT B F$ [dBm]	$-210$ [dBm]
3	$kT B F$ [dBm]	$-98$ [dBm]
4	$kT B F$ [dBm]	$-218$ [dBm]
5	$kT B/F$ [dBm]	$-139$ [dBm]

A - 8次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機の初段に高周波増幅器を設ける目的について述べたものである。このうち適切でないものを下の番号から選べ。

- 1 雑音制限感度を改善する。
- 2 映像周波数による妨害を低減する。
- 3 2信号 (実効) 選択度を改善する。
- 4 局部発振器の出力の発振周波数を安定化する。
- 5 局部発振器の出力の一部が受信アンテナから輻射されるのを防止する。

A - 9 図に示す直列制御形定電圧回路において、入力電圧  $V_i$  の最大値として正しいものを下の番号から選べ。ただし、制御用トランジスタ  $T_{r1}$  の最大コレクタ損失は  $10$  [W]、出力電圧  $V_o$  は  $9 \sim 18$  [V]、負荷電流  $I_L$  は  $0 \sim 500$  [mA] とする。また、 $I_L$  以外の電流は無視するものとする。

- 1  $26$  [V]
- 2  $27$  [V]
- 3  $28$  [V]
- 4  $29$  [V]
- 5  $30$  [V]



A - 10 次の記述は、二次電池の充電方法のうち、浮動充電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) 二次電池は、整流器及び負荷と □ A のように接続される。
- (2) 通常の使用状態では、負荷に電力を供給するのは、□ B である。
- (3) 停電などで負荷に電力を供給するときの瞬断が □ C 。

	A	B	C
1	図1	整流器	ある
2	図1	二次電池	ない
3	図2	二次電池	ある
4	図2	整流器	ない
5	図2	二次電池	ない

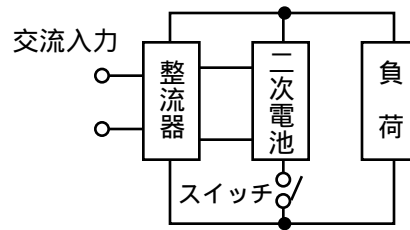


図1

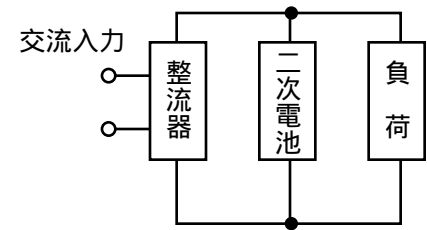


図2

A - 11 レーダーの最大探知距離  $R_{max}$  [m] をレーダー方程式より求めた式及びこの式のパラメータを変えて  $R_{max}$  を2倍にする方法の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、アンテナは送受共用とし、その利得を  $G$  (真数)、送信電力を  $P_T$  [W]、電波の波長を  $\lambda$  [m]、物標の有効反射断面積を  $\sigma$  [m<sup>2</sup>]、信号の探知限界を表す最小受信電力を  $S_{min}$  [W] とする。

	$R_{max}$ を表す式	$R_{max}$ を2倍にする方法
1	$\left( \frac{P_T G^2 \lambda^2}{(4\pi)^3 S_{min}} \right)^{1/4}$	$P_T$ を8倍にする。
2	$\left( \frac{P_T G^2 \lambda^2}{(4\pi)^3 S_{min}} \right)^{1/4}$	$S_{min}$ が16倍大きい受信機を用いる。
3	$\left( \frac{P_T G^2 \lambda^2}{(4\pi)^3 S_{min}} \right)^{1/4}$	$G$ を4倍にする。
4	$\left( \frac{P_T G^2 \lambda^2}{(4\pi)^3 S_{min}} \right)^{1/2}$	$P_T$ を8倍にする。
5	$\left( \frac{P_T G^2 \lambda^2}{(4\pi)^3 S_{min}} \right)^{1/2}$	$G$ を2倍にする。

A - 12 次の記述は、インマルサット船舶地球局の無線設備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 インマルサット A 型無線設備の音声信号の変調方式は、アナログの周波数変調 (FM) 方式である。
- 2 インマルサット B 型無線設備の音声信号の変調方式は、デジタルの QPSK 変調方式である。
- 3 インマルサット A 型無線設備及び B 型無線設備のいずれも、電話及びテレックスによる通信ができる。
- 4 インマルサット A 型無線設備及び B 型無線設備のいずれも、船体の動揺に対して静止衛星を正確に追尾するための無指向性アンテナを用いている。
- 5 インマルサット A 型無線設備及び B 型無線設備のいずれも周波数帯は、1.5 及び 1.6 [GHz] 帯である。

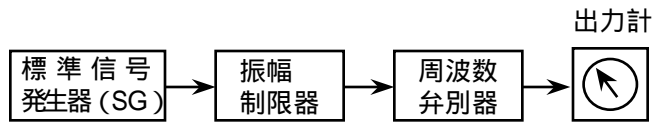
A - 13 次の記述は、406 [MHz] 帯及び 121.5 [MHz] を用いる衛星非常用位置指示無線標識 (衛星 EPIRB) について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 衛星 EPIRB から送信される信号は、□ A のコスパス・サーサット衛星で中継されて地上のローカルユーザー端末 (LUT) に送られ、捜索及び救助活動を行う □ B に警報が送られる。
- (2) コスパス・サーサット衛星で受信した衛星 EPIRB の電波のドブラ偏移の情報及びコスパス・サーサット衛星の □ C を用いて衛星 EPIRB の位置を測定することができる。

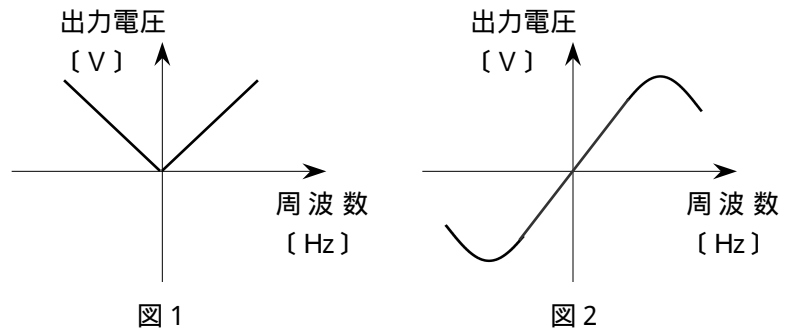
	A	B	C
1	極軌道周回衛星	救急医療センター	電波のドブラ偏移の情報
2	極軌道周回衛星	救助調整センター	軌道情報
3	極軌道周回衛星	救助調整センター	電波のドブラ偏移の情報
4	静止衛星	救助調整センター	電波のドブラ偏移の情報
5	静止衛星	救急医療センター	軌道情報

A - 14 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の正しい組合せを下の番号から選べ。

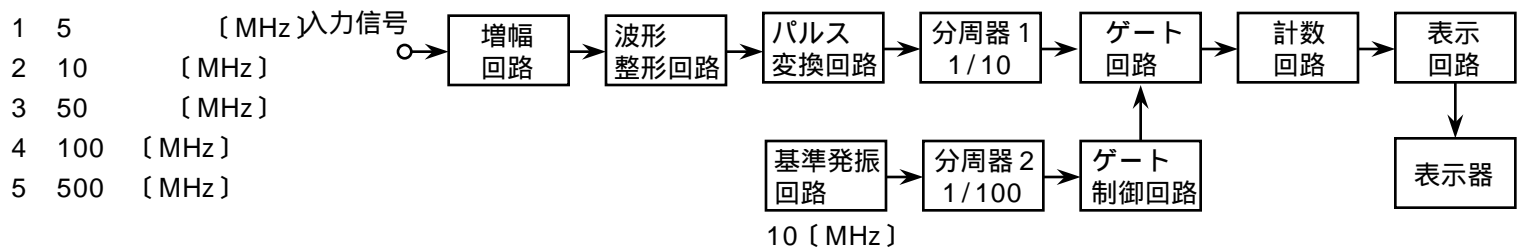
- 図に示す構成例において、標準信号発生器 (SG) は無変調とし、SG の出力の周波数を中間周波数に合わせ、その振幅を振幅制限器の出力が飽和 □ A レベルにする。
- SG の周波数を、中間周波数の上下に中間周波帯域幅の □ B 程度までの範囲を所定の間隔で変化させ、各々の周波数に対する周波数弁別器の出力電圧を出力計で測定する。
- 中間周波数を基準にして周波数弁別器の出力電圧の周波数特性を描くと、□ C に示すようなグラフになる。



	A	B	C
1	する	2 倍	図 1
2	する	2 倍	図 2
3	する	10倍	図 2
4	しない	10倍	図 2
5	しない	2倍	図 1



A - 15 図に示す計数形周波数計 (カウンタ) を用いて、ゲート回路の出力のパルス数を測定したところ、表示器に 25 と表示された。表示より入力信号の周波数を求めたときの値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、分周器 1 の分周比を 1/10、分周器 2 の分周比を 1/100 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、入力信号の 1/2 周期の時間だけゲート回路を開くものとする。



- 5 [MHz] 入力信号
- 10 [MHz]
- 50 [MHz]
- 100 [MHz]
- 500 [MHz]

A - 16 次の記述は、図に示すのこぎり波を真の実効値を指示する電子電圧計で測定したときの指示値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、のこぎり波の周期を  $T$  [s] とし、電子電圧計の誤差はないものとする。

- $t$  が 0 [s] から  $T/2$  [s] の区間において、のこぎり波の振幅  $e$  は次式で表される。

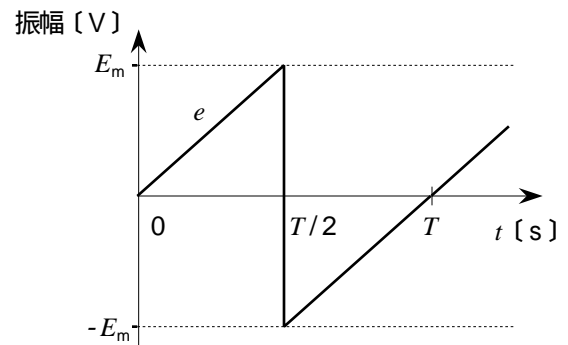
$$e = \square A \times \sqrt{\quad} \quad \text{-----}$$

- のこぎり波の実効値  $e_a$  は、次式で表される。

$$e_a = \sqrt{\frac{1}{(T/2)} \int_0^{T/2} e^2 dt} \quad \text{[V] -----}$$

式 及び より、 $e_a$  の指示値として、次の値が得られる。

$$e_a = \sqrt{\frac{1}{(T/2)} \int_0^{T/2} \frac{4E_m^2 t^2}{T^2} dt} = \sqrt{\frac{8E_m^2}{T^3} \int_0^{T/2} t^2 dt} = \square B \quad \text{[V]}$$



	A	B
1	$\frac{E_m}{T}$	$\frac{E_m}{\sqrt{3}}$
2	$\frac{E_m}{T}$	$\frac{2E_m}{\sqrt{3}}$
3	$\frac{2E_m}{T}$	$\frac{E_m}{\sqrt{3}}$
4	$\frac{2E_m}{T}$	$\frac{2E_m}{\sqrt{3}}$
5	$\frac{2E_m}{T}$	$\frac{E_m}{2\sqrt{3}}$

A - 17 SSB (J3E) 変調波の波形及びスペクトルを表す図の組合せとして、正しい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 変調は上側波帯を用いているものとする。

波形	スペクトル
1 図 1	図 4
2 図 1	図 5
3 図 2	図 4
4 図 2	図 5
5 図 3	図 6

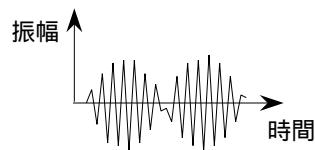


図 1

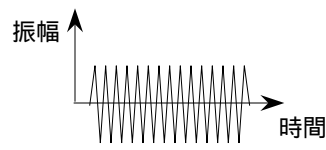


図 2

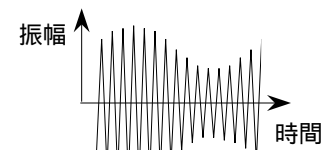


図 3

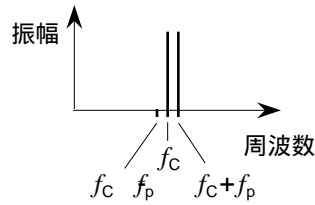


図 4

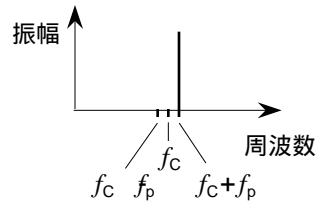


図 5

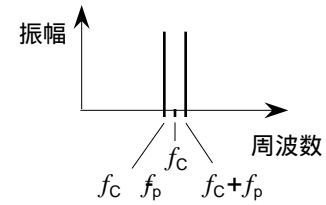


図 6

A - 18 次の記述は、捜索救助用レーダトランスポンダ (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) 電源スイッチを投入すると、□ A 電波を送信する。	A	B	C
(2) 使用周波数帯は、□ B 帯である。	1 常時	6 [GHz]	30
(3) 飛行高度約 2,500 [m] の航空機で捜索を行うときの 捜索可能な範囲は、SART を中心として半径約□ C 海里である。	2 常時	9 [GHz]	6
	3 捜索側の電波を受信したとき	6 [GHz]	6
	4 捜索側の電波を受信したとき	9 [GHz]	6
	5 捜索側の電波を受信したとき	9 [GHz]	30

A - 19 次の記述は、デジタル選択呼出し装置 (DSC) 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) 使用周波数帯は、□ A である。
- (2) SSB 送信機を用いて J2B 電波を送信するとき、搬送波の周波数より700 [Hz] だけ □ B 周波数を送信周波数とし、これに対して周波数偏移キーイングを行ってデジタル符号を伝送する。
- (3) VHF 帯で送信するとき、□ C に対して ±400 [Hz] の周波数偏移キーイングを行ってデジタル符号を伝送する。

A	B	C
1 HF 及び VHF 帯	低い	1,700 [Hz] の副搬送波
2 HF 及び VHF 帯	高い	搬送波
3 MF、HF 及び VHF 帯	高い	1,700 [Hz] の副搬送波
4 MF、HF 及び VHF 帯	低い	搬送波
5 MF、HF 及び VHF 帯	低い	1,700 [Hz] の副搬送波

A - 20 次の記述は、船舶用パルスレーダーの受信機に用いる STC 回路及び FTC 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) STC 回路は、海面反射波による妨害を軽減するため、レーダーに近い距離にある物標からの反射波に対する受信機の感度を □ A する。
- (2) FTC 回路は、雨や雪からの反射波のようにオシロスコープの □ B 軸にほぼ一様に観測される妨害を軽減するため、受信信号を □ C し、クリップ回路などにより所定のレベル以下の成分を除去する。

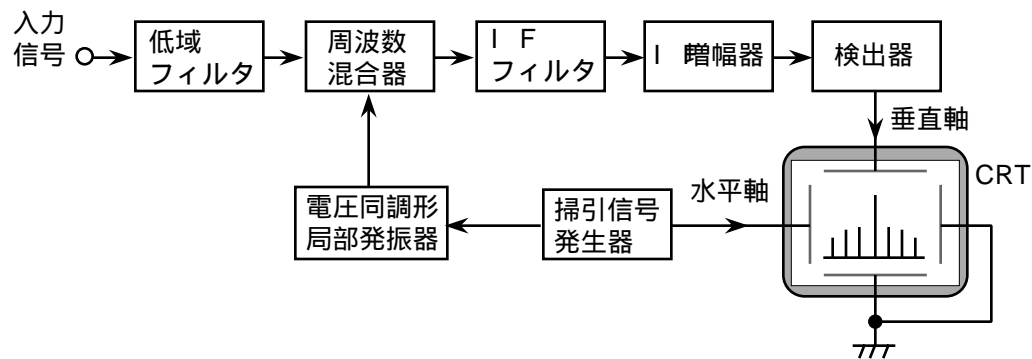
A	B	C
1 低く	時間軸	微分
2 低く	時間軸	積分
3 低く	振幅軸	微分
4 高く	振幅軸	積分
5 高く	時間軸	微分

B -1 次の記述は、BPSK (2PSK) 波及び QPSK (4PSK) 波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) 一般に、変調信号に対して BPSK 波は、□ア  $f_{ad}$ 、QPSK 波は、□イ  $f_{ad}$  の間隔で搬送波の位相を割り当てる。  
 (2) QPSK 波は、二つの□ウ BPSK 波を□エ することによって得られる。  
 (3) QPSK 波の各位相は、□オ ビットのデジタルデータに対応している。

- 1 /4      2 /2      3      4 3 /2      5 加算  
 6 同相の      7 直交する      8 2      9 4      10 掛け算

B -2 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の原理的構成例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 CRT 表示器の垂直軸に入力信号の周波数を、また、水平軸に振幅を表示する。  
 イ 掃引信号発生器が出力する信号は、正弦波信号である。  
 ウ 電圧同調形局部発振器の出力は、掃引信号発生器が出力する信号の振幅に応じて周波数が変化する。  
 エ 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広くする。  
 オ 周期的な信号や連続的な雑音の観測ができる。

B -3 次の記述は、我が国で運用中の国際ナビテックス (NAVTEX) システム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) 日本沿岸から約 □ア 以内の水域を航行する船舶を対象に、全世界共通のシステムにより、日本沿岸海域のきめ細かな海上安全情報を陸上の海岸局から □イ 装置を用いて英文で提供している。  
 (2) 国際ナビテックス受信機で用いる周波数は、国際的に □ウ 【Hz】 に統一されており、通信方式は、□エ が用いられている。  
 (3) 航行警報、気象警報及び捜索救助情報の通報は、受信の対象から除くことが □オ 。

- 1 518      2 周波数偏移 (FS) 通信方式      3 418      4 700 海里      5 狭帯域直接印刷電信 (NBDFP)  
 6 300 海里      7 できる      8 できない      9 音声放送      10 パルス符号変調 (PCM) 方式

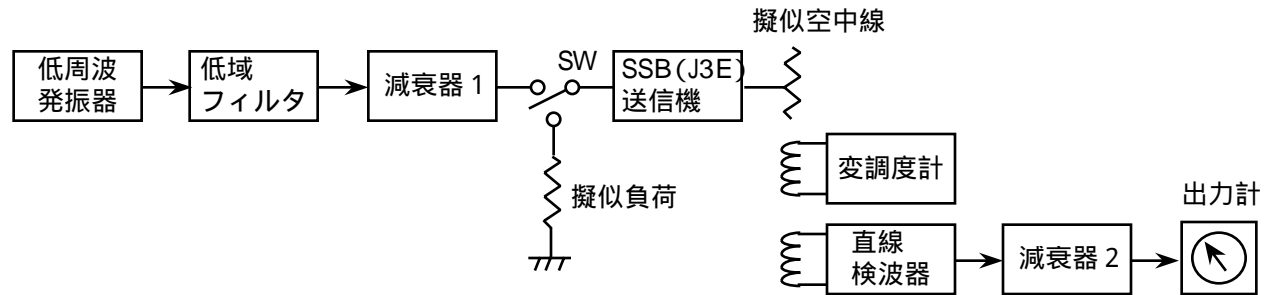
B - 次の記述は、SSB (J3E) 受信機の特徴について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 復調するためには、検波用局部発振器で搬送波に相当する周波数成分を作り、□ア に加える必要がある。  
 (2) AM (A3E) 受信機に比べ、同一の音声信号を復調するために必要な中間周波増幅器の帯域幅は □イ 。  
 (3) 周波数変換用局部発振器及び検波用局部発振器の発振周波数と搬送波の周波数との同期が少しずれると □ウ が低下する。  
 (4) 搬送波の周波数と同期をとるための □エ の調整を容易にするため、□オ を用いる。

- 1 検波器      2 スピーチクラリファイア      3 信号対雑音比 (S/N)      4 広い      5 明りょう度  
 6 トーン発振器      7 自動利得調整 (AGC) 回路      8 周波数混合器      9 狭い      10 低周波増幅器

B - 5次の記述は、図に示す SSB (J3E) 送信機の信号対雑音比 ( $S/N$ ) の測定法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) スイッチ SWを 側に入れて送信機の入力インピーダンスと整合する擬似負荷に接続し、送信機から □ ア □ を出力する。直線検波器の出力を出力計で測定して指示値が読み取れる値  $E$  [V] になるように □ イ □ を調整し、このときの □ イ □ の読みを  $D_n$  [dB] とする。
- (2) 次に、SWを 側に入れ、低周波発振器から規定の周波数 (例えば 1,000 [Hz]) の信号を低域フィルタ及び減衰器 1 を通して送信機に加え、送信機出力の □ ウ □ が規定の値になるように変調度計で測定しながら □ エ □ を調整する。出力計の指示値が前と同じ  $E$  [V] となるように □ イ □ を調整し、このときの □ イ □ の読みを  $D_s$  [dB] とする。
- (3) 求める  $S/N$  の値は、 □ オ □ [dB] である。



- |               |          |         |               |         |
|---------------|----------|---------|---------------|---------|
| 1 減衰器 2       | 2 変調波    | 3 変調度   | 4 直線検波器       | 5 電力    |
| 6 $D_s - D_n$ | 7 低周波発振器 | 8 減衰器 1 | 9 $D_s / D_n$ | 10 無変調波 |