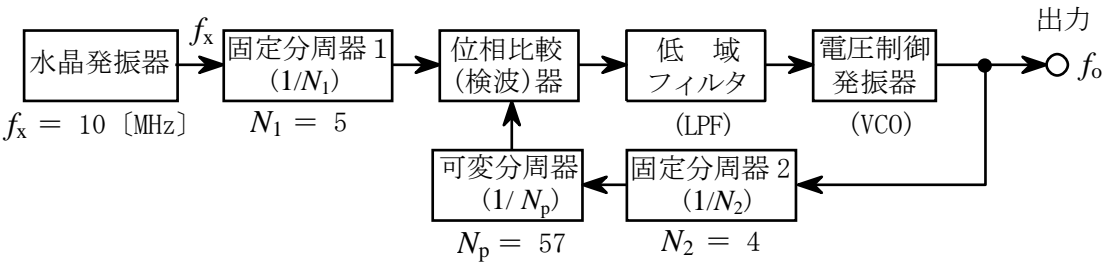


第二級陸上無線技術士「無線工学 A」試験問題

25 問    2 時間 30 分

A-1 図に示す位相同期ループ(PLL)を用いた周波数シンセサイザの原理的な構成例において、出力の周波数 $f_o$ の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、水晶発振器の出力周波数 $f_x$ の値を 10 [MHz]、固定分周器 1 の分周比について  $N_1$  の値を 5、固定分周器 2 の分周比について  $N_2$  の値を 4、可変分周器の分周比について  $N_p$  の値を 57 とし、PLL は、位相比較(検波)器に加わる二つの入力
 の周波数及び位相が等しくなるように動作するものとする。

- 1   62 [MHz]
- 2   76 [MHz]
- 3   152 [MHz]
- 4   304 [MHz]
- 5   456 [MHz]



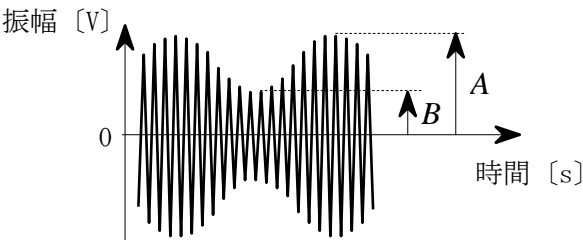
A-2 次の記述は、直交振幅変調(QAM)等のデジタル信号の帯域制限に用いられるロールオフフィルタ等について述べたものである。  
 □ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、デジタル信号のシンボル(パルス)期間長を  $T$  [s] とし、ロールオフフィルタの帯域制限の傾斜の程度を示す係数(ロールオフ率)を  $\alpha$  ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ) とする。

- (1) 遮断周波数  $1/(2T)$  [Hz] の理想低域フィルタ(LPF)にインパルスを加えたときの出力応答は、中央のピークを除いて □ A □ [s] ごとに零点が現れる波形となる。この間隔でパルス列を送れば、受信パルスの中央でレベルの識別を行うような検出に対して、前後のパルスの影響を受けることなく符号間干渉を避けることができる。
- (2) 理想 LPF の実現は困難であり、実際にデジタル信号の帯域制限に用いられるロールオフフィルタに、入力としてシンボル期間長  $T$  [s] のデジタル信号を通すと、その出力信号(ベースバンド信号)の周波数帯域幅は、□ B □ [Hz] で表される。また、無線伝送では、ベースバンド信号で搬送波をデジタル変調(線形変調)するので、その周波数帯域幅は、□ C □ [Hz] で表される。

	A	B	C
1	$2T$	$\frac{1+\alpha}{2T}$	$\frac{1-\alpha}{2T}$
2	$2T$	$\frac{1-\alpha}{2T}$	$\frac{1+\alpha}{T}$
3	$T$	$\frac{1-\alpha}{2T}$	$\frac{1-\alpha}{T}$
4	$T$	$\frac{1+\alpha}{2T}$	$\frac{1-\alpha}{T}$
5	$T$	$\frac{1+\alpha}{2T}$	$\frac{1+\alpha}{T}$

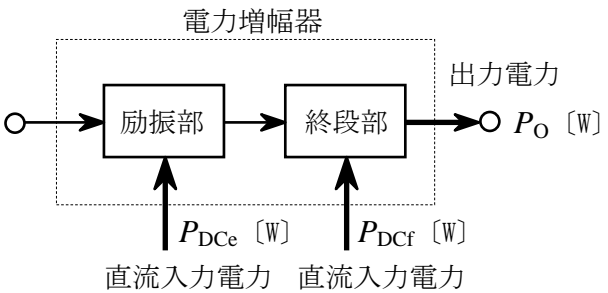
A-3 図は、単一正弦波で変調した AM(A3E) 変調波をオシロスコープで観測した波形の概略図である。振幅の最小値  $B$  [V] と最大値  $A$  [V] との比( $B/A$ )の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、変調度は 40 [%] とする。

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



A-4 図に示す電力増幅器の総合的な電力効率を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、終段部の出力電力を  $P_O$  [W]、終段部の直流入力電力を  $P_{DCf}$  [W]、励振部の直流入力電力を  $P_{Dce}$  [W] とする。

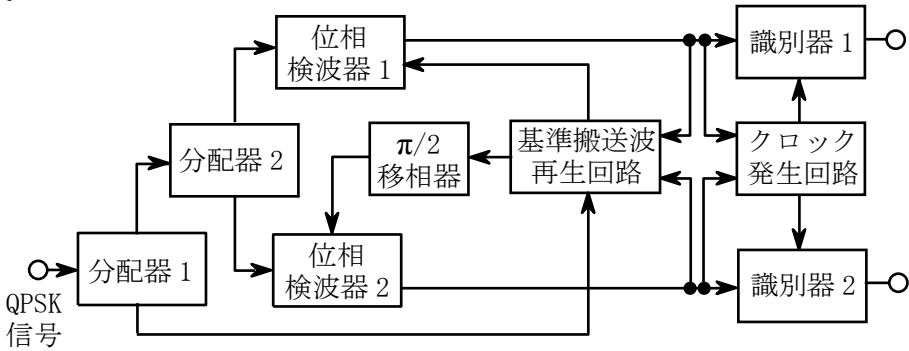
- 1    $\{ P_O / (P_{DCf} + P_{Dce}) \} \times 100$  [%]
- 2    $\{ P_O / (P_{DCf} - P_{Dce}) \} \times 100$  [%]
- 3    $\{ (P_O + P_{Dce}) / P_{DCf} \} \times 100$  [%]
- 4    $\{ (P_O - P_{Dce}) / P_{DCf} \} \times 100$  [%]
- 5    $(P_O / P_{DCf}) \times 100$  [%]



A-5 次の記述は、図に示すデジタル通信に用いられる4相位相変調(QPSK)復調器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) 位相検波器 1 及び 2 は、「QPSK信号」と「基準搬送波」及び「QPSK信号」と「基準搬送波と位相が  $\pi/2$  異なる信号」をそれぞれ □ A □ し、両者の □ B □ を出力させるものである。
- (2) クロック発生回路は、位相検波器 1 及び 2 から出力された信号の □ C □ に同期したクロック信号を出力し、識別器が正確なタイミングで識別できるようにするものである。

A	B	C
1 掛け算	振幅差	パルス繰り返し周期
2 掛け算	振幅差	振幅レベル
3 掛け算	位相差	パルス繰り返し周期
4 足し算	位相差	パルス繰り返し周期
5 足し算	振幅差	振幅レベル



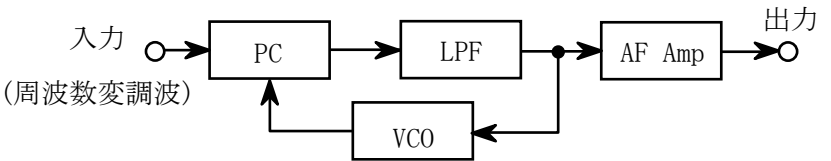
A-6 振幅変調波を二乗検波し、低域フィルタ (LPF) を通したときの出力電流  $i_a$  の高調波ひずみ率の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $i_a$  [A] は次式で表されるものとし、 $a$  を比例定数、搬送波の振幅を  $E$  [V]、変調信号の角周波数を  $p$  [rad/s] とする。また、変調度  $m \times 100$  [%] の値を 40 [%] とする。

$$i_a = \frac{aE^2}{2} \left( 1 + \frac{m^2}{2} + 2m \sin pt - \frac{m^2}{2} \cos 2pt \right)$$

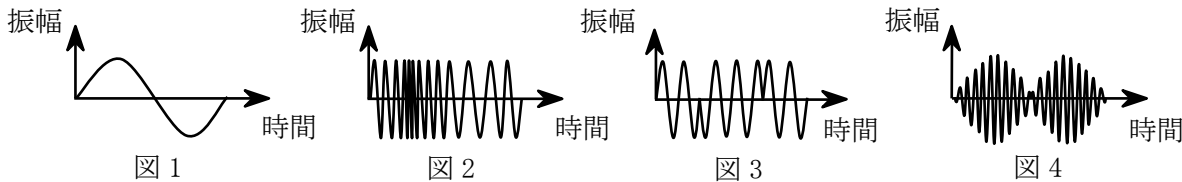
- 1 25 [%]
- 2 20 [%]
- 3 15 [%]
- 4 10 [%]
- 5 5 [%]

A-7 次の記述は、図に示す FM (F3E) 受信機に用いられる位相同期ループ (PLL) 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。

- (1) PLL 復調器は、位相検出 (比較) 器 (PC)、低域フィルタ (LPF)、低周波増幅器 (AF Amp) 及び電圧制御発振器 (VCO) で構成される。
- (2) この復調器に入力された単一正弦波で変調されている □ A □ のような周波数変調波の搬送波周波数と VCO の自走周波数が同一のとき、この復調器は、□ B □ のような波形を出力する。



A	B
1 図 4	図 1
2 図 3	図 2
3 図 2	図 1
4 図 1	図 4
5 図 4	図 3



A-8 次の記述は、放送受信用などの一般的なスーパーヘテロダイン受信機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。

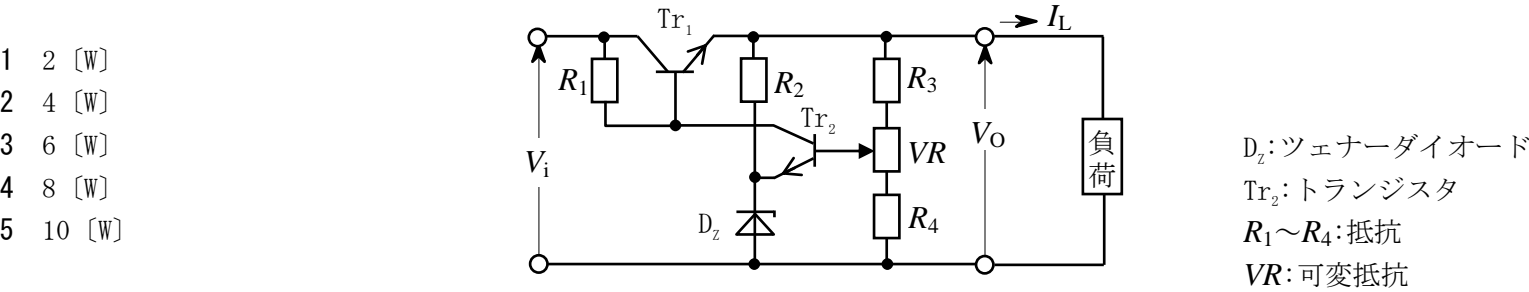
- (1) 総合利得及び初段 (高周波増幅器) の利得が十分に □ A □ とき、受信機の感度は、初段の雑音指数でほぼ決まる。
- (2) 単一同調を使用した中間周波増幅器で、通過帯域幅を決定する同調回路の帯域幅は、尖鋭度  $Q$  が大きいほど、また、同調周波数が低いほど □ B □ なる。
- (3) 自動利得調整 (AGC) 回路は、受信電波の □ C □ の変化による出力信号への影響を軽減するために用いる。

A	B	C
1 大きい	広く	強度
2 大きい	狭く	強度
3 大きい	狭く	位相
4 小さい	広く	強度
5 小さい	狭く	位相

A-9 次の記述は、FM 受信機の感度抑圧効果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 感度抑圧効果は、希望波信号に近接した強いレベルの妨害波が加わると、受信機の感度が抑圧される現象である。
- 2 妨害波の許容限界入力レベルは、希望波信号の入力レベルが一定の場合、希望波信号と妨害波信号との周波数差が大きいほど低くなる。
- 3 感度抑圧効果による妨害の程度は、妨害波が希望波の近傍にあつて変調されているときは無変調の場合よりも大きくなることがある。
- 4 感度抑圧効果は、受信機の高周波増幅部あるいは周波数変換部の回路が、妨害波によって飽和状態になるために生ずる。
- 5 感度抑圧効果を軽減するには、高周波増幅部の利得を規定の信号対雑音比(S/N)が得られる範囲で低くする方法がある。

A-10 図に示す直列制御形定電圧回路において、制御用トランジスタ  $Tr_1$  のコレクタ損失の最大値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、入力電圧  $V_i$  は 15~18 [V]、出力電圧  $V_o$  は 10~12 [V]、負荷電流  $I_L$  は 0~1 [A] とする。また、 $Tr_1$  と負荷以外で消費される電力は無視するものとする。



A-11 次の記述は、鉛蓄電池の充電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 定電流充電は、常に一定の電流で充電する。
- 2 定電圧充電は、電池にかける電圧を充電終止電圧に設定し、これを一定に保って充電する。
- 3 定電圧充電では、充電する電流の大きさは、充電の終期に近づくほど大きくなる。
- 4 一般によく用いられる定電流・定電圧充電は、充電の初期及び中期には定電流で充電し、終期には定電圧で充電する。
- 5 電池の電極の負担を軽くするには、充電の初期に大きな電流が流れ過ぎないようにする。

A-12 次の記述は、VOR(超短波全方向式無線標識)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) VOR は、水平偏波の 108~118 [MHz] の電波を用いた超短波全方向式無線標識であり、航空機は、VOR からみた自機の □ A □ を知ることができる。

(2) 全方位にわたって位相が一定の 30 [Hz] の基準位相信号を含んだ電波と、方位により位相が変化する □ B □ [Hz] の可変位相信号を含んだ電波を同時に発射している。

(3) VOR は、ドプラ VOR(DVOR)と標準 VOR(CVOR)に分類され、DVOR は、基準位相信号を □ C □ で発射し、可変位相信号はドプラ偏移を利用した等価的な周波数変調波で発射している。

A

B

C

1 磁方位 30 振幅変調波

2 磁方位 30 位相変調波

3 磁方位 60 位相変調波

4 位置 30 位相変調波

5 位置 60 振幅変調波

A-13 次の記述は、GPS(全世界測位システム)について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) GPS は、常時 4 個以上の衛星を観測できて 3 次元測位が可能となるようにしたものである。受信したそれぞれの電波は、GPS 衛星に搭載されている □ A □ 時計により共通の基準が与えられており、時間差や位相などを比較して受信点の位置、移動方向、速度などを計測することができる。

(2) GPS 衛星からは、□ B □ [GHz] 帯などの電波が送信されている。各衛星では、個々の衛星を識別するため及び □ C □ 変調を行うため、各衛星ごとに異なる擬似雑音(PN)コードが割り当てられ、この PN コードと航法メッセージデータとで搬送波を位相変調(PSK)して送信する。

A

B

C

1 水晶 1.5 OFDM

2 水晶 1.5 スペクトル拡散

3 水晶 2.5 OFDM

4 原子 1.5 スペクトル拡散

5 原子 2.5 スペクトル拡散

A-14 次の記述は、衛星通信に用いられる多元接続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周波数軸上に配置する方式である。FDMA 方式において、個々の通信路がそれぞれ単一の回線で構成されるとき、これを □ A □ という。

(2) TDMA 方式は、時間を分割して各地球局に割り当てる方式である。TDMA 方式は、隣接する通信路間の衝突が生じないように □ B □ を設ける。

(3) CDMA 方式は、多数の地球局が中継器の同一の周波数帯域を □ C □ に共用し、それぞれ独立に通信を行う。
- |   | A    | B      | C  |
|---|------|--------|----|
| 1 | MCPC | ガードバンド | 交互 |
| 2 | MCPC | ガードバンド | 同時 |
| 3 | MCPC | ガードタイム | 交互 |
| 4 | SCPC | ガードタイム | 同時 |
| 5 | SCPC | ガードバンド | 交互 |

A-15 次の記述は、雑音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 トランジスタから発生するフリッカ雑音は、周波数が1オクターブ上がるごとに電力密度が3〔dB〕減少する。

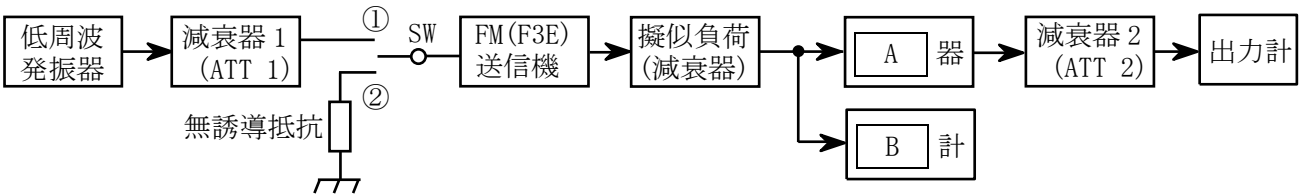
2 トランジスタから発生する分配雑音は、フリッカ雑音より低い周波数領域で発生する。

3 抵抗体から発生する雑音には、熱じょう乱により発生する熱雑音及び抵抗体に流れる電流により発生する電流雑音がある。

4 増幅回路の内部で発生する内部雑音には、熱雑音及び散弾(ショット)雑音などがある。

5 外部雑音には、コロナ雑音及び空電雑音などがある。

A-16 次の記述は、図に示す構成例を用いたFM(F3E)送信機の信号対雑音比( $S/N$ )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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。



- (1) スイッチ SW を②側に接続して送信機の入力端子を無誘導抵抗に接続し、送信機から無変調波を出力する。次に、出力計の指示値が読み取れる値  $V$ 〔V〕となるように □ A □ 器の出力側に接続された減衰器 2(ATT 2)を調整する。このときの ATT 2 の読みを  $D_1$ 〔dB〕とする。

(2) 次に、SW を①側に接続し、低周波発振器から規定の変調信号(例えば 1〔kHz〕)を減衰器 1(ATT 1)を通して送信機に加え、□ B □ が規定値になるように ATT 1 を調整する。

(3) また、ATT 2 を調整し、(1)と同じ出力計の指示値  $V$ 〔V〕となるようにする。このときの ATT 2 の読みを  $D_2$ 〔dB〕とすれば、求める信号対雑音比( $S/N$ )は、□ C □〔dB〕である。
- |   | A       | B     | C           |
|---|---------|-------|-------------|
| 1 | 包絡線検波   | 周波数偏移 | $D_2 - D_1$ |
| 2 | 包絡線検波   | 周波数   | $D_2 + D_1$ |
| 3 | FM 直線検波 | 周波数偏移 | $D_2 + D_1$ |
| 4 | FM 直線検波 | 周波数   | $D_2 + D_1$ |
| 5 | FM 直線検波 | 周波数偏移 | $D_2 - D_1$ |

A-17 次の記述は、デジタル・ストレージ型スペクトルアナライザによる周波数測定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 多数の信号のスペクトルが近接し混在していても、雑音も含め、隣接した妨害波の影響がない測定条件のもとで希望する信号のスペクトルの周波数測定ができる。

2 トリガモードによる掃引機能を用いて、発生頻度の低い信号のスペクトルの周波数測定ができる。

3 希望する信号のスペクトルよりも振幅が大きいスペクトルがある場合、又は複数スペクトルの周波数を測定する場合は、ネクストピーク等のマーカサーチ機能を用いて効率的に測定することができる。

4 基準発振器又は外部基準周波数信号の周波数が不正確であっても、局部発振器にシンセサイザを用いているため、十分な周波数測定精度を得ることができる。

5 機能的には、分析したスペクトル周波数をマーカで読み取る方式及び局部発振周波数と中間周波数を周波数カウンタと同様に計数することによりマーカを置いた信号スペクトルの周波数を高分解能で測定する方式を併設しているものがある。

A-18 最高周波数が 4〔kHz〕の音声信号を、伝送速度が 64〔kbps〕のパルス符号変調(PCM)方式で伝送するとき、許容される符号化ビット数の最大値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、標本化は、標本化定理に基づいて行い、同期符号等は無く音声信号のみを伝送するものとする。

- 1 8〔bit〕

2 16〔bit〕

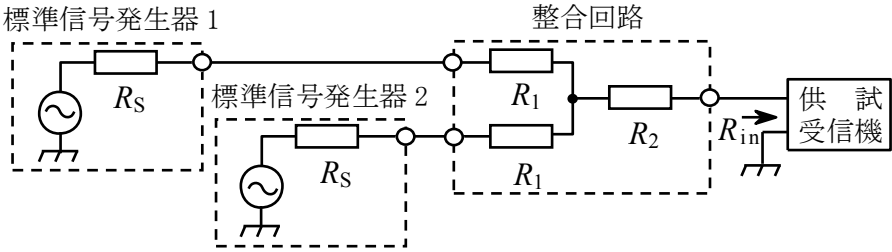
3 32〔bit〕

4 64〔bit〕

5 128〔bit〕

A-19 図に示す受信機の二信号選択度特性の測定に用いる整合回路の抵抗  $R_2$  [Ω] の値として、正しいものを下の番号から選べ。  
 ただし、整合回路の抵抗  $R_1$  を 10 [Ω] とし、標準信号発生器 1 及び標準信号発生器 2 の内部抵抗  $R_S$  はともに 50 [Ω]、供試受信機の入力インピーダンス  $R_{in}$  は 75 [Ω] とする。また、整合の条件として、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  $R_S$  [Ω] に等しく、供試受信機から整合回路側を見たインピーダンスは、 $R_{in}$  [Ω] に等しいものとする。

- 1 50 [Ω]
- 2 45 [Ω]
- 3 35 [Ω]
- 4 25 [Ω]
- 5 10 [Ω]

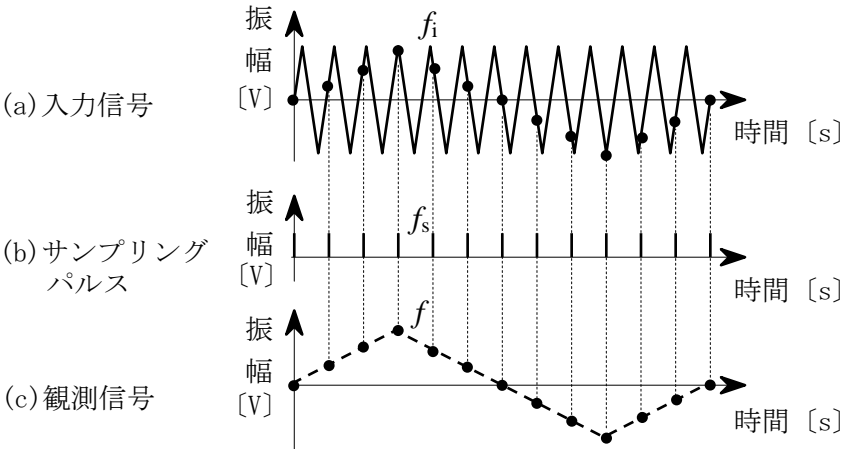


A-20 次の記述は、サンプリングオシロスコープにおけるサンプリングの手法の一例についてその原理を述べたものである。

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) 図の(a)に示す入力信号を、その周期より  A 周期を持つ(b)のサンプリングパルスでサンプリングすると、観測信号として、(c)に示す入力信号の周期を長くしたような波形が得られる。
- (2) 入力信号の繰り返し周波数が  $f_i$  [Hz]、サンプリングパルスの繰り返し周波数が  $f_s$  [Hz] のとき、観測信号の周波数  $f$  は、 B [Hz] で表されるので、直接観測することが難しい高い周波数の信号を、低い周波数の信号に変換して観測することができる。
- (3) このサンプリングによる低い周波数への変換は、周期性のない信号  C 。

A	B	C
1 長い	$f_i - f_s$	には適用できない
2 長い	$f_s / f_i$	には適用できない
3 長い	$f_i - f_s$	にも適用できる
4 短い	$f_s / f_i$	にも適用できる
5 短い	$f_i - f_s$	には適用できない



B-1 次の示す測定項目のうち、2つの測定量が共にベクトルネットワーク・アナライザで測定できるものを1、できないものを2として解答せよ。

- ア アンテナの入ピーダンス及び方形波の衝撃係数(デューティ比)
- イ アンテナの入ピーダンス及びフィルタの位相特性
- ウ 単一正弦波の周波数及びケーブルの電気長
- エ ケーブルの電気長及び方形波の衝撃係数(デューティ比)
- オ ケーブルの電気長及びアンテナの入ピーダンス

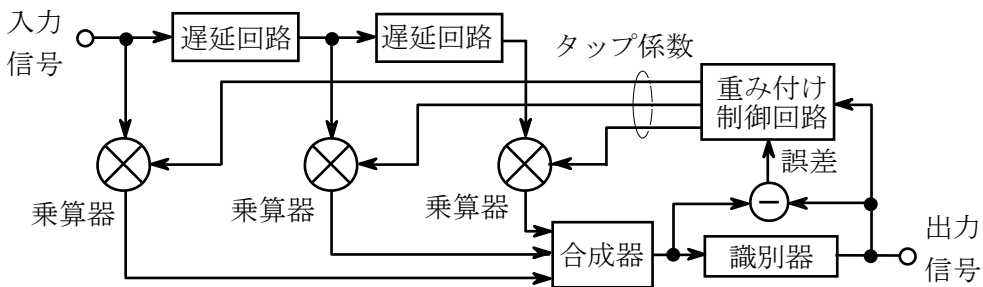
B-2 次の記述は、通信衛星(静止衛星)について述べたものである。 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 通信衛星は、通信を行うための機器(ミッション機器)及びこれをサポートする共通機器(バス機器)から構成される。  
 ミッション機器は、 ア 及び中継器(トランスポンダ)などである。
- (2) トランスポンダは、地球局から通信衛星向けのアップリンクの周波数を通信衛星から地球局向けのダウンリンクの周波数に変換するとともに、 イ で減衰した信号を必要なレベルに増幅して送信する。また、トランスポンダを構成する受信機は、地球局からの微弱な信号の増幅を行うので、その初段には低雑音増幅器が必要であり、 ウ や HEMT などが用いられている。
- (3) バス機器を構成する電源機器において、主電力を供給する  エ のセルは、一般に、三軸衛星では展開式の  オ 状のパネルに実装される。

- 1 姿勢制御機器
- 2 アップリンク
- 3 マグネトロン
- 4 鉛蓄電池
- 5 平板
- 6 通信用アンテナ
- 7 ダウンリンク
- 8 太陽電池
- 9 GaAsFET
- 10 球

B-3 次の記述は、図に示すデジタル無線通信に用いられるトランスバーサル形自動等化器の原理的構成例等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。

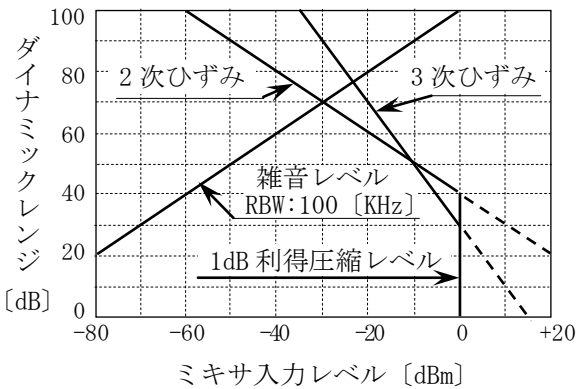
- (1) 周波数選択性フェージングなどによる伝送特性の劣化は、波形ひずみとなって現れるため、□ ア □ が大きくなる原因となる。トランスバーサル形自動等化器は、波形を補償する □ イ □ の一つである。
- (2) 図に示すように、トランスバーサル形自動等化器は、□ ウ □ ずつパルス列を遅らせ、それぞれのパルスに重み係数(タップ係数)を乗じ、重み付けをして合成することにより、理論的に周波数選択性フェージングなどより生じた符号間干渉を打ち消すことができる。
- (3) 重み付けの方法は、図に示すように合成器の出力を識別器に入れ、識別時点における必要とする信号レベルとの誤差を検出し、この誤差が前後のどのパルスから生じたのかを、ビットと乗算して □ エ □ を検出し判定する。これにより、符号間干渉を与えているパルスに対するタップ係数を制御して誤差を打ち消す。
- (4) QAM など直交した搬送波間の干渉に対処するには、図に示す構成例による回路等を □ オ □ して構成する。



- |                 |              |           |        |         |
|-----------------|--------------|-----------|--------|---------|
| 1 信号対干渉雑音比(S/I) | 2 周波数領域自動等化器 | 3 1/2 ビット | 4 相関成分 | 5 2次元化  |
| 6 符号誤り率         | 7 時間領域自動等化器  | 8 1 ビット   | 9 直交成分 | 10 3次元化 |

B-4 次の記述は、送信機の「スプリアス発射の強度」の測定にスペクトルアナライザを用いた場合、そのスペクトルアナライザ内部で発生する高調波ひずみ等が測定に与える影響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) 測定対象となるスプリアス発射が送信機の搬送波(基本波)の高調波である場合、スペクトルアナライザの内部で高調波ひずみにより基本波の高調波が発生すると、両方の高調波が同一周波数のため完全に重なり、それらの □ ア □ 関係によって合成振幅は増加するか又は減少するかわからない。その結果、測定に影響を与えることになる。
- (2) 図は、一例として、あるスペクトルアナライザの仕様項目から、入力した二つの信号(送信機の搬送波と高調波)のレベル差をスペクトルアナライザの内部で発生する高調波ひずみや雑音の影響がなく、規定された確度で測定を行うことができる範囲を示したものであり、ミキサ入力レベルに対するダイナミックレンジを読み取ることができる。
- (3) この図から、□ イ □ ダイナミックレンジとなるミキサ入力レベルは、-30 [dBm] 付近であり、この値から雑音レベル(RBW:100 [KHz])までは、約 □ ウ □ [dB] のレベル差がある。それを頂点としてミキサ入力レベルが低い領域では □ エ □ に、ミキサ入力レベルが高い領域では、□ オ □ によって測定の範囲が制限を受けることがわかる。



- |      |       |      |         |           |
|------|-------|------|---------|-----------|
| 1 位相 | 2 最大の | 3 70 | 4 側波帯雑音 | 5 残留応答    |
| 6 振幅 | 7 最小の | 8 90 | 9 内部雑音  | 10 高調波ひずみ |

B-5 次の記述は、SSB(J3E)通信方式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) SSB(J3E)通信方式は、□ ア □ の側波帯のみを伝送して、変調信号を受信側で再現させる方式である。
- (2) SSB(J3E)波の占有周波数帯幅は、変調信号が同じとき、AM(A3E)波のほぼ □ イ □ 。
- (3) SSB(J3E)波は、変調信号の □ ウ □ 放射される。
- (4) SSB(J3E)波は、AM(A3E)波に比べて選択性フェージングの影響を □ エ □ 。
- (5) SSB(J3E)波は、搬送波が □ オ □ されているため、他のSSB波の混信時にビート妨害を生じない。

- |               |               |          |        |       |
|---------------|---------------|----------|--------|-------|
| 1 AM(A3E)波の一つ | 2 AM(A3E)波の二つ | 3 無いときでも | 4 受け易い | 5 抑圧  |
| 6 1/2 である     | 7 1/4 である     | 8 有るときだけ | 9 受け難い | 10 低減 |