

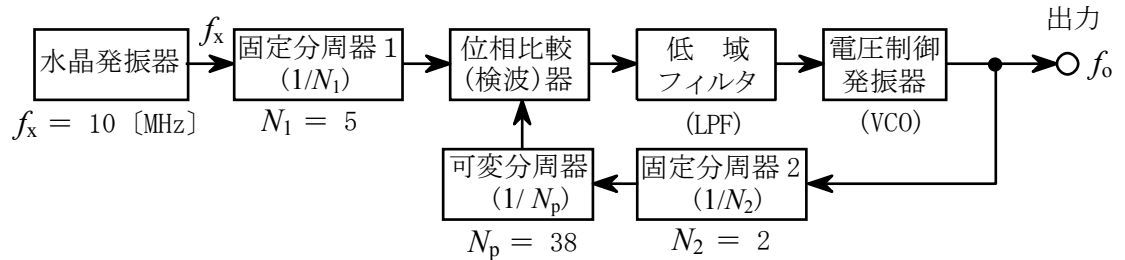
GA801

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2、可変分周器の分周比について N_p の値を38とし、PLLは、位相比較(検波)器に加わる二つの入力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。

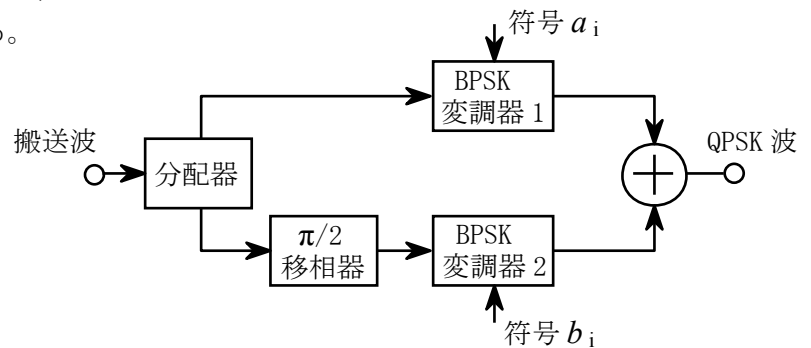
- 1 62 [MHz]
- 2 76 [MHz]
- 3 152 [MHz]
- 4 304 [MHz]
- 5 456 [MHz]



A-2 次の記述は、図に示すQPSK(4PSK)変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) 分配器で分配された搬送波は、BPSK(2PSK)変調器1には直接、BPSK(2PSK)変調器2には $\pi/2$ 移相器を通して入力される。BPSK変調器1の出力の位相は、符号 a_i に対応して変化し、搬送波の位相に対して□Aの値をとる。また、BPSK変調器2の出力の位相は、符号 b_i に対応して変化し、搬送波の位相に対して□Bの値をとるので、それぞれの出力を合成(加算)することにより、QPSK波を得る。
- (2) このように、QPSKは、搬送波の $\pi/2$ おきの位相を用いて、1シンボルで□Cビットの情報を送る変調方式である。

- | A | B | C |
|----------------|---------------------|---|
| 1 0 又は $\pi/4$ | $\pi/2$ 又は $3\pi/2$ | 4 |
| 2 0 又は $\pi/4$ | $\pi/4$ 又は $3\pi/4$ | 2 |
| 3 0 又は π | $\pi/2$ 又は $3\pi/2$ | 4 |
| 4 0 又は π | $\pi/4$ 又は $3\pi/4$ | 4 |
| 5 0 又は π | $\pi/2$ 又は $3\pi/2$ | 2 |



A-3 OFDM(直交周波数分割多重)において原理的に伝送可能な情報の伝送速度(ビットレート)の最大値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、情報を伝送するサブキャリアの変調方式を64QAM、サブキャリアの個数を1,000個及びシンボル期間長を1 [ms]とする。また、ガードインターバル及び情報の誤り訂正などの冗長な信号は付加されていないものとする。

- | | | | | |
|------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 1 4 [Mbps] | 2 6 [Mbps] | 3 8 [Mbps] | 4 10 [Mbps] | 5 12 [Mbps] |
|------------|------------|------------|-------------|-------------|

A-4 次の記述は、我が国のFM放送(アナログ超短波放送)のステレオ放送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) 左信号(L)と右信号(R)との差の信号(L-R)は、□Aチャンネルによって伝送する。 | 1 副 | 必要 | 収まらない |
| (2) モノラル受信機でステレオ放送を受信するとき、モノラル放送と同等の音質を得るための付加装置が□Bである。 | 2 副 | 必要 | 収まる |
| (3) FM放送の主搬送波の変調の型式は周波数変調であり、その最大周波数偏移は、モノラル放送と同じ範囲(± 75 [kHz])に□C。 | 3 副 | 不要 | 収まる |
| | 4 主 | 必要 | 収まらない |
| | 5 主 | 不要 | 収まらない |

A-5 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機において生ずることがある混信妨害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。

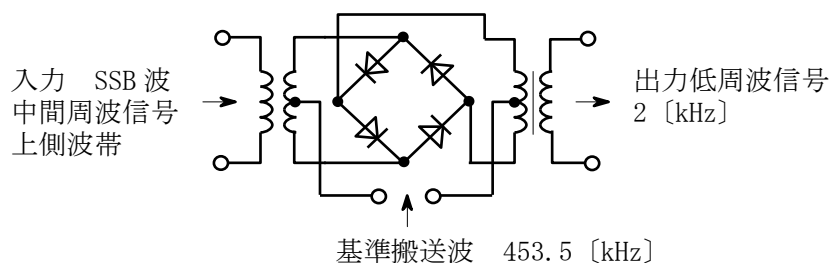
- 1 相互変調及び混変調による混信妨害は、高周波増幅器などが入出力特性の非直線範囲で動作するときに生ずる。
- 2 相互変調及び混変調による混信妨害は、受信機の入力レベルを下げるにより軽減できる。
- 3 近接周波数による混信妨害は、妨害波の周波数が受信周波数に近接しているとき生ずる。
- 4 近接周波数による混信妨害の軽減には、中間周波増幅器よりも高周波増幅器の選択度の向上の方が有効である。
- 5 映像周波数による混信妨害は、高周波増幅器の選択度を向上させるなどにより軽減できる。

A-6 次の記述は、FM(F3E)受信機のスケルチ回路として用いられているノイズスケルチ方式及びキャリアスケルチ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。

- 1 ノイズスケルチ方式は、周波数弁別器出力の音声帯域内の音声を整流して得た電圧を制御信号として使用する。
- 2 ノイズスケルチ方式は、動作点を弱電界に設定できるため、動作点を通話可能限界点にほぼ一致させることができる。
- 3 ノイズスケルチ方式は、音声信号の過変調による誤動作が生じやすい。
- 4 キャリアスケルチ方式は、都市雑音などの影響により、動作点を適正なレベルに維持することが難しい。
- 5 キャリアスケルチ方式は、強電界におけるスケルチに適しており、音声信号による誤動作が少ない。

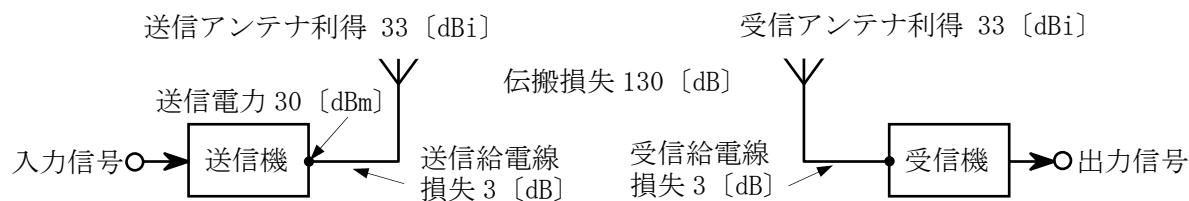
A-7 図に示すリング復調回路に2[kHz]の低周波信号で変調されたSSB(J3E)波を中間周波信号に変換して入力したとき、出力成分中に原信号である低周波信号2[kHz]が得られた。このとき、入力SSB波の中間周波信号の周波数として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、基準搬送波は453.5[kHz]とし、SSB波は、上側波帯を用いているものとする。

- 1 451.5[kHz]
- 2 455.0[kHz]
- 3 455.5[kHz]
- 4 456.0[kHz]
- 5 457.5[kHz]



A-8 図に示す無線通信回線において、受信機の入力に換算した搬送波電力対雑音電力比(C/N)の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、送信機の送信電力(平均電力)を30[dBm]、送信アンテナ及び受信アンテナの絶対利得をそれぞれ33[dBi]、送信給電線及び受信給電線の損失をそれぞれ3[dB]、送信アンテナ及び受信アンテナ間の伝搬損失を130[dB]及び受信機の雑音電力の入力換算値を-100[dBm]とする。また、1[mW]を0[dBm]とする。

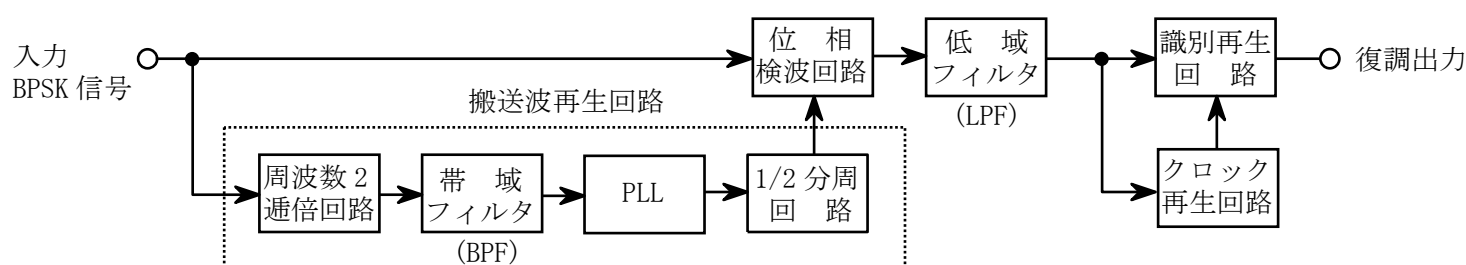
- 1 35[dB]
- 2 40[dB]
- 3 55[dB]
- 4 60[dB]
- 5 75[dB]



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。

- (1) この復調回路は、□A□ 検波方式を用いている。
- (2) 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□B□を行い、低域フィルタ(LPF)、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。
- (3) 搬送波再生回路は、周波数2通倍回路、帯域フィルタ(BPF)、位相同期ループ(PLL)及び1/2分周回路で構成されており、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(BPF)の出力の位相は□C□。

	A	B	C
1	遅延	掛け算	変わらない
2	遅延	加算	変わらない
3	遅延	掛け算	π [rad] 変化する
4	同期	掛け算	変わらない
5	同期	加算	π [rad] 変化する

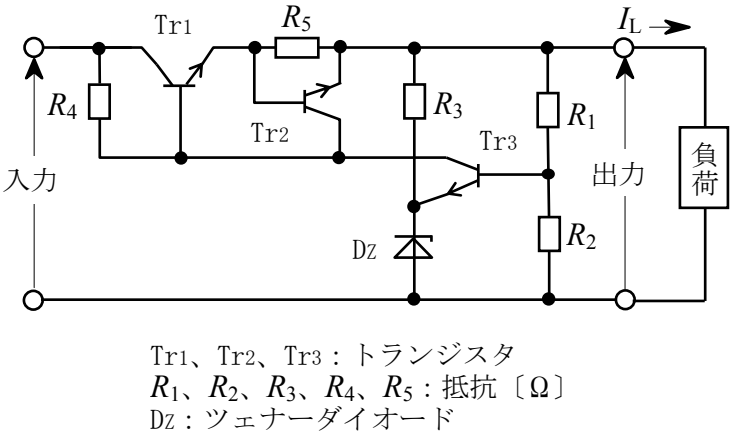


A-10 次の記述は、図に示す直列制御方式の定電圧回路に用いられる電流制限形保護回路について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 電流制限形保護回路として、動作するトランジスタは □ A □ であり、過負荷又は負荷が短絡したとき、Tr1 に過大な電流が流れないようにする。

(2) 負荷電流 I_L [A] が過大な電流になり、 R_5 の両端の電圧が規定の電圧より大きくなると、□ A □ のコレクタ電流が □ B □ するため、Tr1 のベース電流が □ C □ し、 I_L が規定値以下になるよう電流を制限することができる。

	A	B	C
1	Tr2	増加	減少
2	Tr2	減少	減少
3	Tr2	減少	増加
4	Tr3	減少	増加
5	Tr3	増加	減少



A-11 次の記述は、図に示す構成例の無停電電源装置(UPS)等の一般的な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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) UPS の機器に故障が発生した場合には、バイパスから無瞬断で □ A □ 入力 が負荷に供給される。

(2) 商用電源が瞬時停電など短時間停電したときは、蓄電池に蓄えられていた □ B □ 電力がインバータ(DC-AC コンバータ)により □ A □ 電力に変換され負荷に供給される。

(3) 商用電源が長時間停電したときは、無停電電源装置に接続されているエンジン発電機からの □ C □ 入力により、負荷に電力を供給する。
- | | A | B | C |
|---|----|----|----|
| 1 | 直流 | 交流 | 直流 |
| 2 | 直流 | 直流 | 交流 |
| 3 | 交流 | 直流 | 直流 |
| 4 | 交流 | 交流 | 直流 |
| 5 | 交流 | 直流 | 交流 |
-
- A-12 次の記述は、レーダー方程式のパラメータを変えて最大探知距離を2倍にする方法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。また、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。
- 1 送信電力を16倍にする。

2 送信電力を4倍にし、アンテナの利得を4倍にする。

3 最小受信電力が1/16倍の受信機を用いる。

4 物標の有効反射断面積を16倍にする。

5 アンテナの利得を4倍にする。
- 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、1.2及び □ B □ [GHz] 帯の二つの周波数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 | 原子 | 1.5 | スペクトル拡散 |
| 2 | 原子 | 2.5 | スペクトル拡散 |
| 3 | 水晶 | 1.5 | スペクトル拡散 |
| 4 | 水晶 | 1.5 | OFDM |
| 5 | 水晶 | 2.5 | OFDM |
- (GA801-3)

A-14 次の記述は、パルス幅変調(PWM)及びパルス振幅変調(PAM)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) PWM 信号又は PAM 信号を、振幅の直線性が悪い増幅器で増幅したとき、復調した信号にひずみを生じやすいのは、□ A □ である。
- (2) PWM 信号は、低域フィルタ(LPF)を用いて復調することが □ B □ 。
- (3) PAM 信号は、低域フィルタ(LPF)を用いて復調することが □ C □ 。

	A	B	C
1	PAM	できない	できない
2	PAM	できる	できない
3	PAM	できる	できる
4	PWM	できない	できる
5	PWM	できない	できない

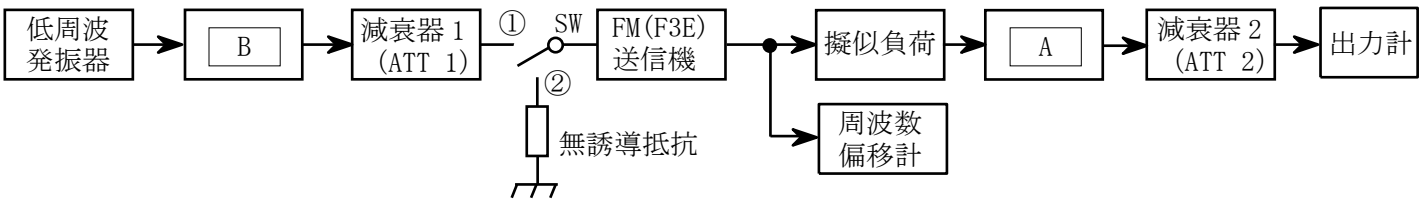
A-15 次の記述は、地上系マイクロ波多重回線の中継方式について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 再生中継方式は、復調した信号から元の符号パルスを再生した後、再度変調して送信するため、波形ひずみ等が累積されない。
- 2 ヘテロダイン(非再生)中継方式は、送られてきた電波を受信してその周波数を中間周波数に変換して増幅した後、再度周波数変換を行い、これを所定レベルまで電力増幅して送信する方式であり、復調及び変調は行わない。
- 3 直接中継方式は、受信波を同一の周波数帯で増幅して送信する方式である。
- 4 2周波中継方式において、ラジオダクトによるオーバーリーチ干渉を避ける方法としては、中継ルートを直線的に設定して、アンテナのサイドローブを利用することが多い。
- 5 直接中継を行うときは、自局内回込みによる干渉電力に対する希望波受信電力の比を規定値以上に確保しなければならない。

A-16 最高周波数が 15 [kHz] のアナログ信号を標本化定理に基づき標本化し、16 ビットで符号化した情報を伝送するために必要なビットレートとして、最も低い値を下の番号から選べ。

- 1 256 [kbps] 2 480 [kbps] 3 512 [kbps] 4 960 [kbps] 5 1,024 [kbps]

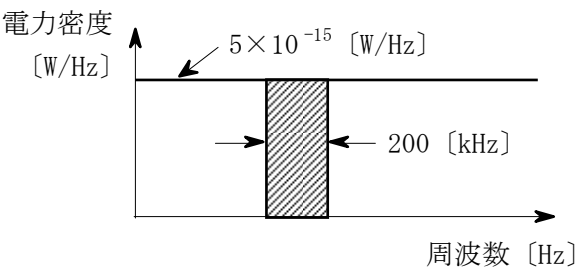
A-17 次の記述は、図に示す構成例を用いた FM(F3E)送信機の信号対雑音比(S/N)の測定法について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。



- (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 □ 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 □ B □ 及び減衰器 1(ATT 1)を通して送信機に加え、周波数偏移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	FM 直線検波器	低域フィルタ(LPF)	$D_2 - D_1$
2	FM 直線検波器	低域フィルタ(LPF)	$D_2 + D_1$
3	FM 直線検波器	高域フィルタ(HPF)	$D_2 - D_1$
4	包絡線検波器	低域フィルタ(LPF)	$D_2 + D_1$
5	包絡線検波器	高域フィルタ(HPF)	$D_2 - D_1$

A-18 図に示す電力密度の値が 5×10^{-15} [W/Hz] の雑音を、周波数帯域幅が 200 [kHz] の理想矩形フィルタを持つスペクトルアナライザで測定したときの電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、雑音はスペクトルアナライザの帯域内の周波数のすべてにわたって一様であるとし、フィルタの損失はないものとする。また、1 [mW] を 0 [dBm] とする。



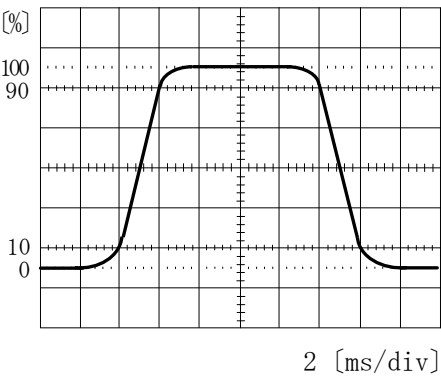
- 1 -60 [dBm] 2 -70 [dBm] 3 -80 [dBm] 4 -90 [dBm] 5 -100 [dBm]

A-19 次の記述は、デジタル方式のオシロスコープ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 入力波形を A/D 変換によりデジタル信号にしてメモリに順次記録し、そのデータを D/A 変換により再びアナログ値に変換して入力された波形と同じ波形を観測する。
- 2 単発性のパルスなど周期性のない波形に対しては、等価時間サンプリングを用いて観測できる。
- 3 単発現象でも、メモリに記録した波形情報を読み出すことによって静止波形として観測できる。
- 4 標本化定理によれば、直接観測することが可能な周波数の上限はサンプリング周波数の 1/2 までである。
- 5 アナログ方式による観測に比べ、観測データの解析や処理が容易に行える。

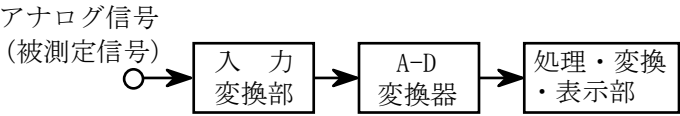
A-20 オシロスコープで図に示すパルス信号が観測された。パルス信号の立上がり時間及びパルス幅の値の組合せとして、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、パルス波形の振幅は、オシロスコープの表示面にあらかじめ設定されている垂直目盛りの 0 及び 100 [%] に合わせてあるものとし、水平軸の一目盛り当たりの掃引時間は 2 [ms] とする。

	立上がり時間	パルス幅
1	6 [ms]	8 [ms]
2	6 [ms]	10 [ms]
3	6 [ms]	12 [ms]
4	2 [ms]	8 [ms]
5	2 [ms]	10 [ms]



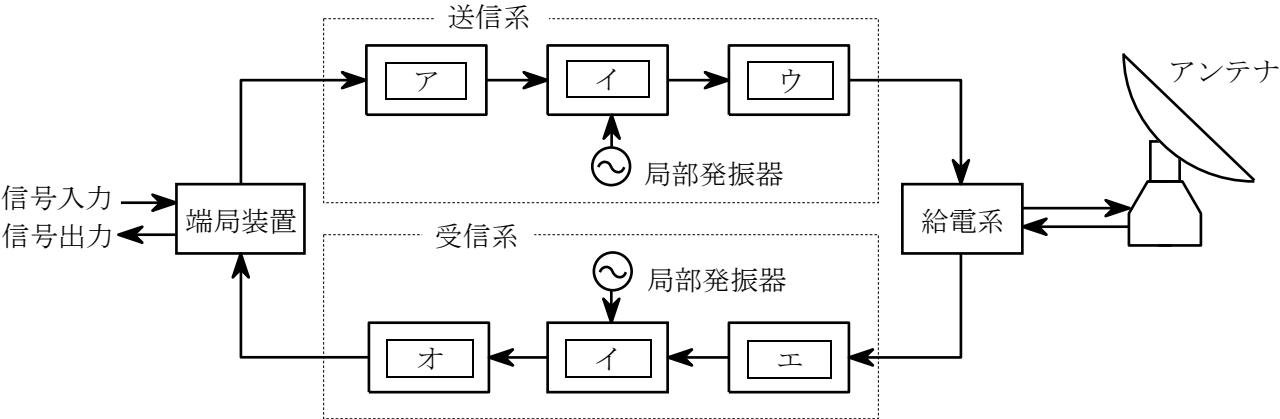
B-1 次の記述は、図に示すデジタルマルチメータの原理的構成例について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 入力変換部は、アナログ信号(被測定信号)を増幅するとともに □ ア □ に変換し、A-D 変換器に出力する。A-D 変換器は、被測定信号(入力量)と基準量とを比較して得た測定結果を表示部に表示する。
- (2) A-D 変換器における被測定信号(入力量)と基準量との比較方式には、直接比較方式と間接比較方式がある。
直接比較方式は、入力量と基準量とを □ イ □ と呼ばれる回路で直接比較する方式であり、間接比較方式は、入力量を □ ウ □ してその波形の □ エ □ を利用する方式である。高速な測定に適するのは、□ オ □ 比較方式である。



- | | | | | |
|--------|----------|------|-------|-------|
| 1 直流電圧 | 2 交流電圧 | 3 微分 | 4 積分 | 5 間接 |
| 6 ミキサ | 7 コンパレータ | 8 傾き | 9 ひずみ | 10 直接 |

B-2 図は、衛星通信に用いる地球局の構成例を示したものである。□ 内に入れるべき字句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。



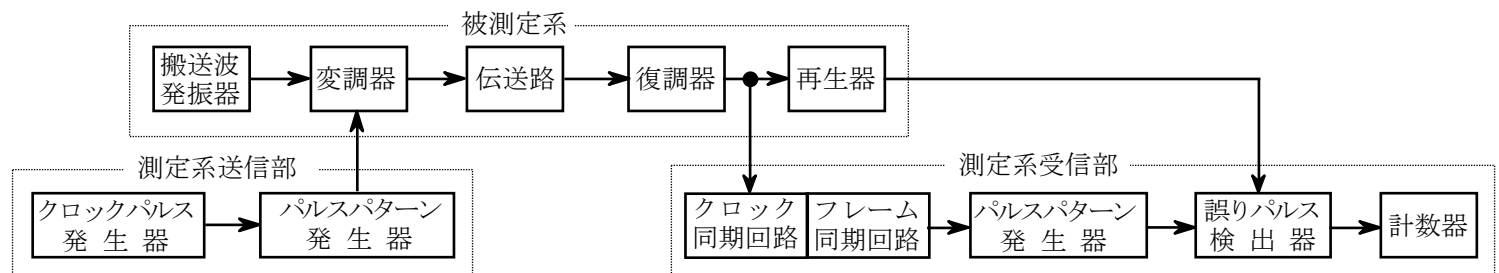
- | | | | | |
|-------|-----------|----------|----------|--------|
| 1 共振器 | 2 周波数混合器 | 3 低周波増幅器 | 4 低雑音増幅器 | 5 変成器 |
| 6 変調器 | 7 A-D 変換器 | 8 電力増幅器 | 9 低周波発振器 | 10 復調器 |

B-3 次の記述は、無線伝送路の雑音やひずみ、マルチパス・混信などにより発生するデジタル伝送符号の誤り訂正等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 誤りが発生した場合の誤り制御方式には、受信側からデータの再送を要求する FEC 方式がある。
- イ ARQ 方式は、送信側で冗長符号を付加することにより受信側で誤り訂正が可能となる誤り制御方式である。
- ウ FEC 方式に用いられる誤り訂正符号を大別すると、ブロック符号と畳み込み符号に分けられる。
- エ 一般に、リードソロモン符号はデータ伝送中のビット列における集中的な誤り（バースト性の誤り）に強い方式であり、バースト誤り訂正符号に分類される。また、ビタビ復号法を用いる畳み込み符号はランダム誤り訂正符号に分類される。
- オ ブロック符号と畳み込み符号を組み合わせた誤り訂正符号は、雑音やマルチパスの影響を受け易い伝送路で用いられる。

B-4 次の記述は、図に示すデジタル通信回線のビット誤り率(BER)測定系の構成例において、被測定系の変調器と復調器が離れて設置されている場合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。

- (1) 測定系送信部は、クロックパルス発生器からのパルスにより制御されたパルスパターン発生器の出力を、被測定系の変調器に加える。測定に用いるパルスパターンとしては、実際のデジタル信号が通過する変調器、□ ア □ 及び復調器の応答特性が伝送周波数帯全域で測定でき、かつ遠隔地でも再現可能なように □ イ □ パターンを用いる。
- (2) 測定系受信部は、測定系送信部と同じパルスパターン発生器を持ち、被測定系の復調器出力の □ ウ □ から抽出したクロックパルス及びフレームパルスと □ エ □ パルス列を出力する。誤りパルス検出器は、このパルス列と被測定系の再生器出力のパルス列とを比較し、各パルスの極性の □ オ □ を検出して計数器に送り、ビット誤り率を測定する。



- | | | | | |
|--------------|----------|----------|--------|------------|
| 1 伝送路 | 2 擬似ランダム | 3 受信パルス列 | 4 非同期の | 5 有無 |
| 6 パルスパターン発生器 | 7 ランダム | 8 副搬送波 | 9 同期した | 10 一致又は不一致 |

B-5 次の記述は、無線送信機の周波数通倍や電力増幅に用いることができるC級増幅器の動作原理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。ただし、入力信号（基本波成分） v_i [V] の角周波数を ω [rad/s] とする。

- (1) 無線送信機に用いることができる □ ア □ 周波のC級増幅器は、負荷に同調回路を用いて効率の良い増幅が可能である。
- (2) 図1に示すC級増幅回路は、図2に示すように、ベースとエミッタ間のバイアス電圧 □ イ □ [V] をB級増幅器より更に低く（シャ断領域に）設定し、 v_i の半周期よりも短い 2θ [rad] の期間だけコレクタ電流 i_c [A] が流れるようにしているため、出力波形は □ ウ □ である。したがって、コレクタ電流には基本波成分の他に □ エ □ が含まれているので、負荷回路にコイル L [H] 及びコンデンサ C [F] からなる同調回路（共振回路）を用いることによって希望する周波数成分を取り出すことができることで周波数通倍ができる。また、 2θ を □ オ □ ほど電力効率は良くなるが、出力電力は小さくなる。

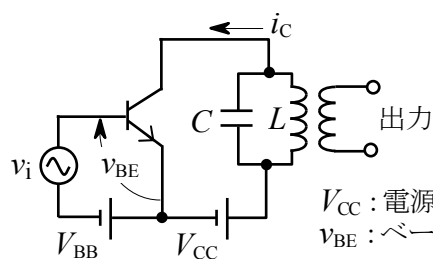


図1

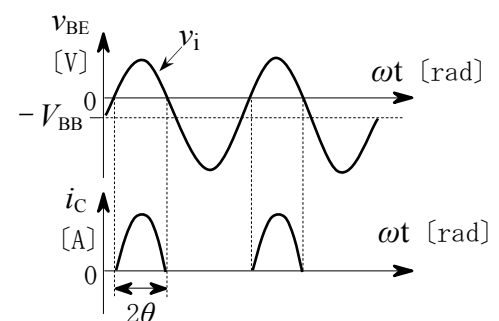


図2

- | | | | | |
|-------|---------|---------|------------|----------|
| 1 ひずむ | 2 ひずまない | 3 低調波成分 | 4 V_{BB} | 5 小さくする |
| 6 単一 | 7 音声 | 8 高調波成分 | 9 V_{CC} | 10 大きくする |