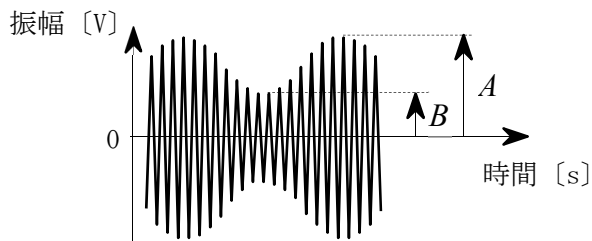


25 問 2 時間 30 分

1	1/2
2	1/4
3	1/6
4	3/4
5	2/3



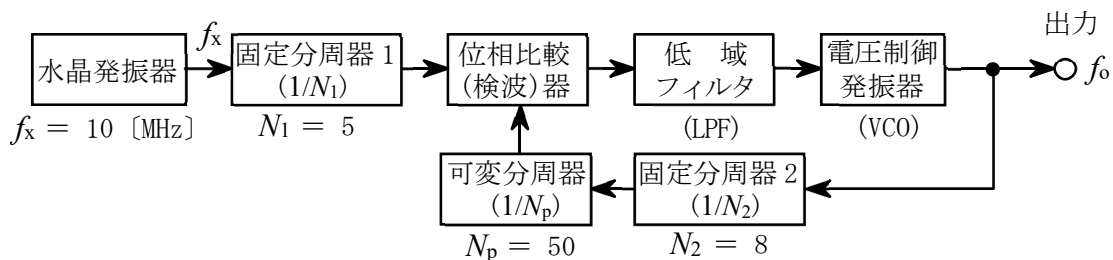
(1) 送信側では、互いに直交する位相関係にある二つの搬送波を、複数の振幅レベルを持つデジタル信号  $\psi_1(t)$  [V] 及び  $\psi_Q(t)$  [V] でそれぞれ振幅変調し、その出力を加算して送出する。このときの直交振幅変調波  $e(t)$  は、次式で表される。ただし、 $\omega_c$  [rad/s] は、搬送波の角周波数を示す。

$$e(t) = \boxed{A} + \psi_{\Omega}(t) \sin \omega_c t \quad [\text{V}]$$

復調搬送波  $e_L(t)$  が  $e_L(t) = 2\cos(\omega_c t - \varphi)$  [V] のとき、同期検波を行って低域フィルタ (LPF) を通すと、 $\varphi = 0$  [rad] で、B が復調され、 $\varphi = \pi/2$  [rad] で、C が復調される。

	A	B	C
1	$\psi_I(t) \cos \omega_c t$	$\psi_I(t)$	$\psi_Q(t)$
2	$\psi_I(t) \cos \omega_c t$	$\psi_Q(t)$	$\psi_I(t)$
3	$\psi_I(t) \sin \omega_c t$	$\psi_I(t)$	$\psi_Q(t)$
4	$\psi_I(t) \sin \omega_c t$	$\psi_Q(t)$	$\psi_I(t)$
5	$\psi_I(t) \tan \omega_c t$	$\psi_I(t)$	$\psi_Q(t)$

1	73 [MHz]
2	108 [MHz]
3	400 [MHz]
4	456 [MHz]
5	800 [MHz]



A	B	C	D
1 並直列変換	離散フーリエ変換	逆離散フーリエ変換	直並列変換
2 並直列変換	逆離散フーリエ変換	離散フーリエ変換	直並列変換
3 直並列変換	離散フーリエ変換	逆離散フーリエ変換	並直列変換
4 直並列変換	逆離散フーリエ変換	離散フーリエ変換	並直列変換
5 直並列変換	離散フーリエ変換	離散フーリエ変換	並直列変換

A-5 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 60 [%] とする。

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

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

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   キャリアスケルチ方式は、都市雑音などの影響により、スケルチ動作点を適正なレベルに維持することが難しい。
- 2   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。
- 3   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。
- 4   ノイズスケルチ方式は、スケルチが働きはじめる動作点を弱電界に設定できるため、スケルチ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。
- 5   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。

A-7 次の記述は、AM(A3E)スーパーヘテロダイン受信機において生ずることのある現象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)   寄生振動は、発振器又は増幅器において、目的とする周波数と特定の関係が □ A □ 周波数で発振する現象である。

A

B

C
- (2)   混変調妨害は、受信機に希望波と同時に異なる周波数の高いレベルの妨害波が混入すると、受信機の非直線動作のため、妨害波の □ B □ によって、希望波が変調を受け、受信機出力に現れる現象である。

1   ある      変調信号      積

2   ある      変調信号      和又は差

3   ない      高調波        和又は差

4   ある      高調波        積

5   ない      変調信号      和又は差
- (3)   相互変調妨害は、受信機に複数の電波が入力されたとき、回路の非直線動作によって各電波の周波数の整数倍の成分の □ C □ の成分が発生し、これらが希望周波数又は中間周波数と一致したときに生ずる現象である。

A-8 抵抗 100 [Ω] から発生する熱雑音電圧の実効値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、等価雑音帯域幅を 2.4 [MHz]、周囲温度を 300 [K]、ボルツマン定数を  $1.38 \times 10^{-23}$  [J/K] とする。

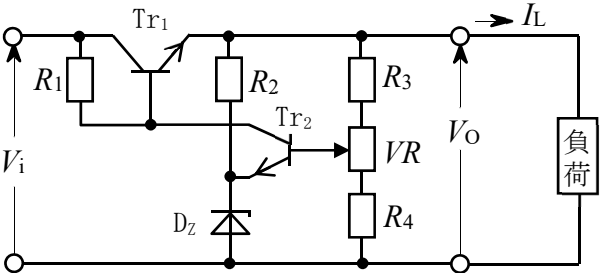
- 1    $1 \times 10^{-6}$  [V]            2    $2 \times 10^{-6}$  [V]            3    $3 \times 10^{-6}$  [V]            4    $4 \times 10^{-6}$  [V]            5    $5 \times 10^{-6}$  [V]

A-9 電源に用いるコンバータ及びインバータに関する次の記述のうち、誤っているものを下の番号から選べ。

- 1   インバータは、直流電圧を交流電圧に変換する。
- 2   インバータは、出力の交流電圧の周波数及び位相を制御することができない。
- 3   インバータの電力制御素子として、主に IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor) や MOS-FET などのトランジスタ及びサイリスタが用いられている。
- 4   コンバータには、入出力間の絶縁ができる絶縁型と、入出力間の絶縁ができない非絶縁型とがある。
- 5   DC-DC コンバータは、直流 24 [V] で動作する機器を 12 [V] のバッテリーで駆動するような場合に使用できる。

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 21~29 [V]、出力電圧  $V_o$  は 9~18 [V]、負荷電流  $I_L$  は 0~500 [mA] 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。

- 1   2 [W]
- 2   4 [W]
- 3   6 [W]
- 4   8 [W]
- 5   10 [W]



D<sub>Z</sub>:ツェナーダイオード

Tr<sub>1</sub>、Tr<sub>2</sub>:トランジスタ

R<sub>1</sub>~R<sub>4</sub>:抵抗

VR:可変抵抗

A-11 パルスレーダーにおいて、送信パルスの尖頭電力が 50 [kW] のときの平均電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。  
ただし、パルスは理想的な矩形波とし、パルスの繰り返し周波数を 1,200 [Hz]、パルス幅を 0.5 [μs] とする。

- 1 3 [W]
- 2 6 [W]
- 3 30 [W]
- 4 60 [W]
- 5 300 [W]

A-12 次の記述は、航空機の航行援助に用いられる ILS (計器着陸システム) の基本的な概念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) マーカ・ビーコンは、その上空を通過する航空機に対して、滑走路進入端からの距離の情報を与えるためのものであり、□ A 帯の電波を利用している。
- (2) ローカライザは、航空機に対して、滑走路の中心線の延長上からの水平方向のずれの情報を与えるためのものであり、□ B 帯の電波を利用している。
- (3) グライド・パスは、航空機に対して、設定された進入角からの垂直方向のずれの情報を与えるためのものであり、□ C 帯の電波を利用している。

	A	B	C
1	VHF	VHF	UHF
2	VHF	UHF	VHF
3	UHF	VHF	VHF
4	UHF	VHF	UHF
5	UHF	UHF	VHF

A-13 次の記述は、大電力増幅器として用いられる TWT (進行波管) 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。

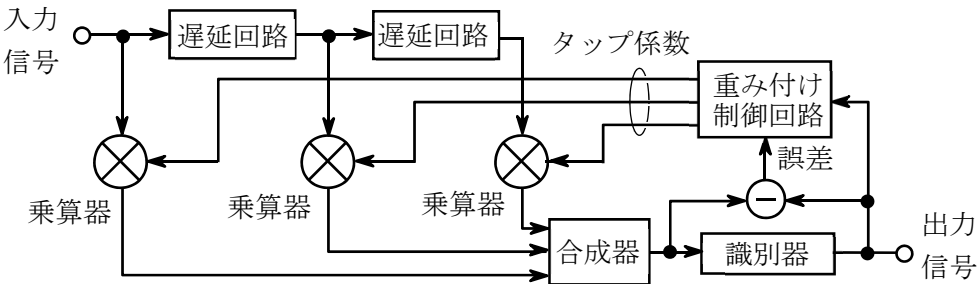
- (1) TWT は、入力電磁波をらせんなどの構造を持つ □ A に沿って進行させ、これとほぼ同じ速度で □ A の中心を通る電子ビームの電子密度が電磁波によって変調されるのを利用して増幅する。
- (2) TWT は、クライストロンに比べ周波数帯域が □ B ため複数の搬送波を同時に増幅することができる。TWT を使用して複数の搬送波を同時に増幅する場合、相互変調を低減するためのバックオフを必要と □ C 。

	A	B	C
1	整合回路	狭い	する
2	整合回路	広い	しない
3	遅延回路	狭い	しない
4	遅延回路	広い	する
5	遅延回路	広い	しない

A-14 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の正しい組合せ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、符号誤り率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 □ A 領域自動等化器の一つである。
- (2) 図に示すように、トランスバーサル形自動等化器は、□ B ビット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 □ C 成分を検出し判定する。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。

	A	B	C
1	時間	1	相関
2	時間	1/2	直交
3	時間	1/3	直交
4	周波数	1	直交
5	周波数	1/2	相関



A－15 次の記述は、アナログ移動通信方式と比較したときのデジタル移動通信方式の特徴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) 雑音や干渉に強く、場合によっては □ A □ で誤りの訂正ができる。  
このことは、同一周波数を互いに地理的に離れた場所で繰り返し使用する度合いを高めることに有効であり、周波数の有効利用につながる。

(2) 一つの伝送路で、複数の情報を時間的に多重化 □ B □ 。

(3) 通信の秘匿や認証などのセキュリティの確保が □ C □ となる。
- A

B

C

1 送信側 できる 困難

2 送信側 できない 困難

3 送信側 できる 容易

4 受信側 できる 容易

5 受信側 できない 容易

A－16 次の記述は、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。□ 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) 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。直接中継を行うときは、希望波受信電力 C と自局内回り込みによる干渉電力 I の比(C/I)を規定値 □ A □ に確保しなければならない。

(2) □ B □ (ヘテロダイン中継)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) 検波再生中継方式は、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 □ C □ 。
- A

B

C

1 以上 無給電中継 されない

2 以上 非再生中継 されない

3 以下 非再生中継 される

4 以下 無給電中継 される

5 以下 非再生中継 されない

A－17 次の記述は、SSB(J3E)送信機の空中線電力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) 図に示す構成例において、低周波発振器の発振周波数を所定の周波数(1,500〔Hz〕)の正弦波とし、□ A □ を操作して送信機の変調信号の入力レベルを増加しながら、そのつど送信機出力を電力計で測定し、送信機出力が □ B □ するまで測定を行う。このとき、低周波発振器の出力レベルが一定に保たれていることをレベル計で確認する。

(2) J3E 送信機の空中線電力は、□ C □ で表示することが規定されており、送信機出力が □ B □ したときの平均電力である。

- A

B

C

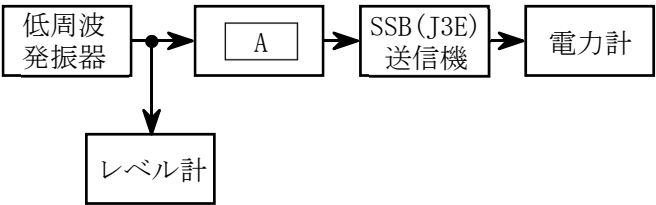
1 変調度計 飽和 平均電力

2 変調度計 増加 尖頭電力

3 可変減衰器 飽和 尖頭電力

4 可変減衰器 飽和 平均電力

5 可変減衰器 増加 平均電力



A－18 次の記述は、400〔MHz〕帯 F3E 送信設備のスプリアス発射及び不要発射の強度の測定値と、表に示す法令等による許容値との関係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、表中の基本周波数の平均電力及び基本周波数の搬送波電力は、当該送信設備の空中線電力の値と等しいものとする。

- (1) 表の許容値が適用される空中線電力 50〔W〕の送信設備について、帯域外領域におけるスプリアス発射の強度が 100〔μW〕のスプリアス発射を測定した。この場合、当該スプリアス発射の強度の値は、許容値 □ A □ 。

(2) また、同送信設備について、スプリアス領域における不要発射の強度が 1〔μW〕の不要発射を測定した。この場合、当該不要発射の強度の値は、許容値 □ B □ 。

(3) (2)のスプリアス領域における不要発射の強度は、参照帯域幅の範囲に □ C □ 不要発射の電力を積分した値である。

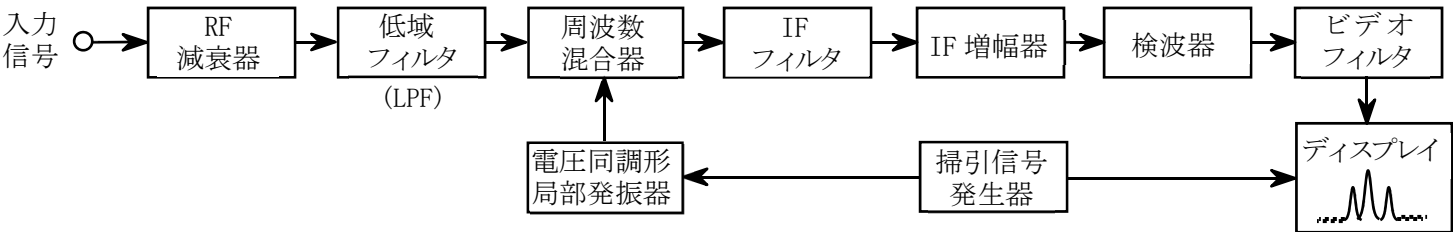
			許容値			
A	B	C	基 本 周波数帯	空 中 線 電 力	帯域外領域における スプリアス発射の強 度の許容値	スプリアス領域にお ける不要発射の強度 の許容値
1 以下である	以下である	含まれる	335.4〔MHz〕 を超え 470〔MHz〕 以下	25〔W〕 を超え るもの	1〔mW〕以下であり、 かつ、基本周波数の 平均電力より 70〔dB〕 低い値	基本周波数の搬送波 電力より 70〔dB〕低 い値
2 以下である	以下である	含まれない				
3 以下である	を超えている	含まれない				
4 を超えている	を超えている	含まれる				
5 を超えている	以下である	含まれる				

A-19 次に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として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 単一正弦波の周波数及びフィルタの位相特性
- 2 単一正弦波の周波数及びケーブルの電気長
- 3 アンテナのインピーダンス及び矩形波の衝撃係数(デューティ比)
- 4 ケーブルの電気長及びアンテナのインピーダンス
- 5 ケーブルの電気長及び矩形波の衝撃係数(デューティ比)

A-20 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) ディスプレイの垂直軸に入力信号の振幅を、水平軸に □ A □ を表示することにより、入力信号のスペクトルが直視できる。
- (2) 掃引信号発生器で発生する「のこぎり波信号」によって □ B □ した電圧同調形局部発振器の出力と入力信号とを周波数混合器で混合する。その出力は、IF フィルタ、IF 増幅器を通った後、検波器を通してビデオ信号となる。ビデオ信号は、ビデオフィルタで帯域制限された後、ディスプレイの垂直軸に加えるとともに、のこぎり波信号を水平軸に加える。入力信号の周波数の範囲は、IF フィルタの中心周波数及び □ C □ の周波数範囲によって決まる。
- (3) 周波数の分解能は、□ D □ の帯域幅によってほぼ決まる。



A	B	C	D
1 周波数	周波数変調	電圧同調形局部発振器	IF フィルタ
2 周波数	振幅変調	電圧同調形局部発振器	IF フィルタ
3 周波数	周波数変調	掃引信号発生器	ビデオフィルタ
4 位相	周波数変調	電圧同調形局部発振器	ビデオフィルタ
5 位相	振幅変調	掃引信号発生器	IF フィルタ

B-1 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。このうち正しいものを1、誤っているものを2として解答せよ。

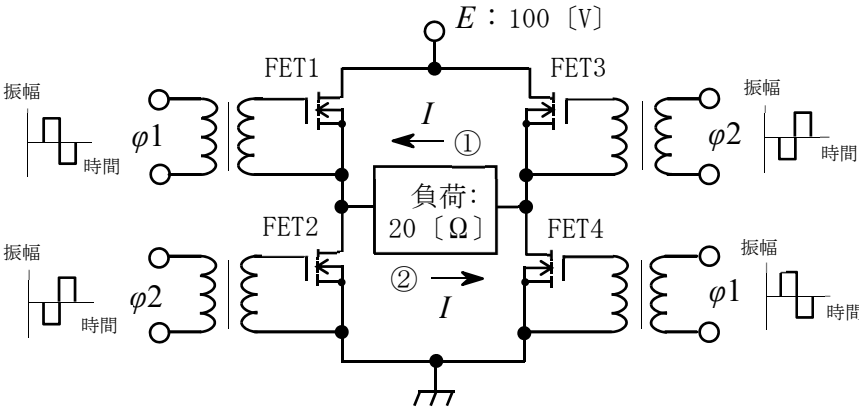
- ア アナログ方式による観測に比べ、観測データの解析や処理が容易に行える。
- イ 単発性のパルスなど周期性のない波形に対しては、等価時間サンプリングを用いて観測できる。
- ウ 入力波形を A/D 変換によりデジタル信号にしてメモリに順次記録し、そのデータを D/A 変換により再びアナログ値に変換して入力された波形と同じ波形を観測する。
- エ 標本化定理によれば、直接観測することが可能な周波数の上限はサンプリング周波数の 2 倍までである。
- オ 単発現象でも、メモリに記録した波形情報を読み出すことによって静止波形として観測できる。

B-2 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 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。
- オ 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。

B-3 次の記述は、図に示すデジタル処理型中波 AM(A3E)送信機に用いられている電力増幅器（D級増幅器）の基本回路構成例についてその動作原理を述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、回路は無損失とし、負荷は純抵抗とする。また、負荷に加わる電圧波形は矩形波とし、その矩形波の実効値と最大値は等しいものとする。

- (1) 電力増幅器には、オン抵抗の □ア□ MOS 型電界効果トランジスタ(MOSFET)を使用し、□イ□ を向上させている。
- (2) FET1～FET4 は、搬送波を波形整形した矩形波の励振入力  $\phi 1$  及び  $\phi 2$  によって励振されて導通(ON)あるいは非導通(OFF)になる。FET1 及び FET4 が ON で、かつ FET2 及び FET3 が OFF のとき、負荷に流れる電流  $I$  の向きは、□ウ□ である。
- また、FET1 及び FET4 が OFF で、かつ FET2 及び FET3 が ON のとき、電流の向きはその逆になる。
- この動作を繰り返すと、負荷には周波数が励振入力の周波数と □エ□ 高周波電流が流れる。
- (3) 直流電源電圧  $E$  が 100 [V]、負荷のインピーダンスの大きさが 20 [ $\Omega$ ] のとき、負荷に供給される高周波電力は、□オ□ [W] である。

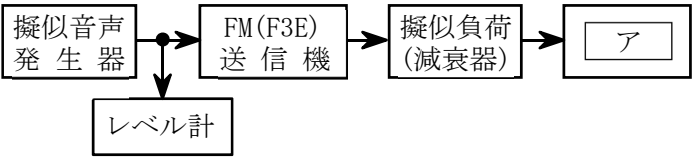


フルブリッジ型 SEPP (Single Ended Push-Pull) 回路の電力増幅器

- |        |         |       |       |          |
|--------|---------|-------|-------|----------|
| 1 電力効率 | 2 周波数特性 | 3 ①   | 4 ②   | 5 500    |
| 6 小さい  | 7 大きい   | 8 等しい | 9 異なる | 10 2,000 |

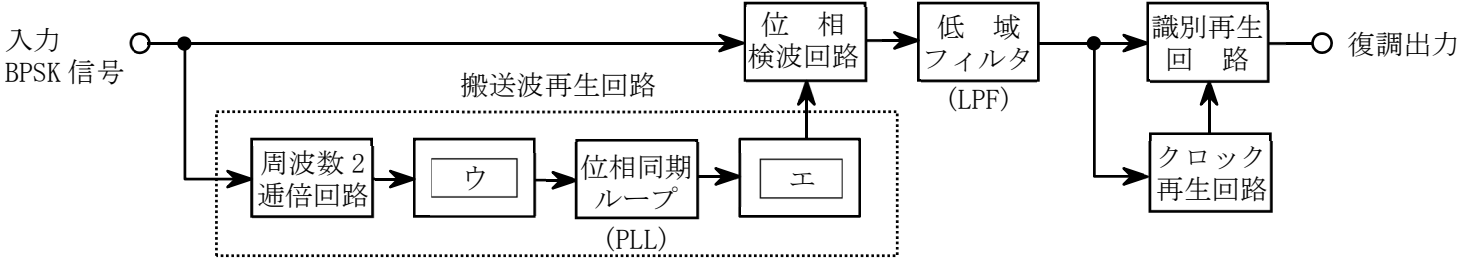
B-4 次の記述は、図に示す構成例を用いた FM(F3E)送信機の占有周波数帯幅の測定法について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 擬似音声発生器から規定のスペクトルの擬似音声信号を送信機に加え、所定の変調を行った周波数変調波を擬似負荷に出力する。□ア□ を所定の動作条件とし、規定の占有周波数帯幅 □イ□ の帯域を掃引し、所要の数のサンプル点で測定した各電力値の □ウ□ から全電力を求める。
- (2) 測定する最低の周波数から高い周波数の方向に掃引して得たそれぞれの電力値を順次加算したとき、その電力が全電力の □エ□ [%] になる周波数  $f_1$  [Hz] を求める。
- (3) 次に、測定する最高の周波数から低い周波数の方向に掃引して得たそれぞれの電力値を順次加算したとき、その電力が全電力の □エ□ [%] になる周波数  $f_2$  [Hz] を求めると、占有周波数帯幅は、□オ□ [Hz] となる。測定結果として占有周波数帯幅は、[kHz] の単位で記録する。



- |              |               |     |       |                |
|--------------|---------------|-----|-------|----------------|
| 1 と同程度       | 2 の 2～3.5 倍程度 | 3 差 | 4 0.5 | 5 $f_1 + f_2$  |
| 6 スペクトルアナライザ | 7 オシロスコープ     | 8 和 | 9 2.5 | 10 $f_2 - f_1$ |

B-5 次の記述は、図に示す BPSK 信号の復調回路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) この復調回路は、□ア□ 検波方式を用いている。
- (2) 位相検波回路で入力の BPSK 信号と搬送波再生回路で再生した基準搬送波との □イ□ 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 通倍回路の出力に含まれる直流成分や雑音成分を □ウ□ で取り除き、位相同期ループ (PLL) 及び □エ□ を用いることで、基準搬送波が再生される。
- (4) 入力の BPSK 信号の位相がデジタル信号に応じて  $\pi$  [rad] 変化したとき、搬送波再生回路の出力の位相は □オ□ 。

- |      |       |                |            |                     |
|------|-------|----------------|------------|---------------------|
| 1 遅延 | 2 掛け算 | 3 帯域フィルタ (BPF) | 4 1/4 分周回路 | 5 変わらない             |
| 6 同期 | 7 加算  | 8 低域フィルタ (LPF) | 9 1/2 分周回路 | 10 $\pi$ [rad] 変化する |