

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 - 次の記述は、FM 放送に用いられるエンファシス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 受信機の入力端で一様な振幅の周波数特性を持つ雑音は、復調されると三角雑音になり、周波数に比例して振幅が小さくなる。
- 2 送信機では周波数変調する前の信号の高域の周波数成分を低減（デエンファシス）する。
- 3 受信機では復調した後に送信側と逆の特性で高域の周波数成分を強調（プレエンファシス）する。
- 4 受信信号の信号対雑音比（S/N）を改善するために用いられる。
- 5 FM 放送では、プレエンファシスの時定数の値として、75〔μs〕を用いている。

A - 2 直交振幅変調（QAM）波 $e(t)$ を復調搬送波 $e_L(t)$ を用いて同期検波を行い、低域フィルタを通し n 値（一般に $n = 2$ 、ただし、 m は整数）の振幅レベルを持つデジタル信号 $i(t)$ 及び $q(t)$ を復調した。 $i(t)$ 及び $q(t)$ の復調に必要な $e_L(t)$ の位相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、 $e(t)$ 及び $e_L(t)$ は次式で表されるものとする。

$$e(t) = i(t)\cos \omega_c t + q(t)\sin \omega_c t \text{ [V]}$$

$$e_L(t) = \cos(\omega_c t - \theta) \text{ [V]}$$

	$i(t)$ の復調に必要な の値	$q(t)$ の復調に必要な の値
1	0 [rad]	$\pi/4$ [rad]
2	0 [rad]	$\pi/2$ [rad]
3	$\pi/4$ [rad]	$3\pi/4$ [rad]
4	$\pi/2$ [rad]	$\pi/4$ [rad]
5	$\pi/2$ [rad]	0 [rad]

A - 3 次の記述は、我が国の NTSC 方式カラーテレビジョン映像信号の符号化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) 最高周波数が 4.2〔MHz〕の映像信号を直線 PCM 符号化するときの標本化周波数は、標本化定理によれば、□ A 以上であればよい。
- (2) 標本化周波数が □ A 及び量子化ビット数が 8 ビットのときの PCM 符号の所要伝送速度は、□ B であり、映像信号の周波数帯域より広い帯域が必要になる。
- (3) 情報伝送量を低減するための高効率符号化方式では、映像信号中の近接した画素は、振幅などの値が類似していることが多く、また、人間の視覚は、輝度の変化又は動きの変化の □ C 領域では、量子化ビット数を少なくしても量子化雑音の影響を検知しにくいなどの特性を利用している。

	A	B	C
1	4.2〔MHz〕	134.4〔Mbps〕	小さい
2	4.2〔MHz〕	67.2〔Mbps〕	小さい
3	8.4〔MHz〕	67.2〔Mbps〕	大きい
4	8.4〔MHz〕	67.2〔Mbps〕	小さい
5	8.4〔MHz〕	134.4〔Mbps〕	大きい

A - 4 次の記述は、AM（A3E）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。ただし、信号波は単一正弦波とする。

- (1) AM 波 e_{AM} は、 $e_{AM} = \square A \text{ [V]}$ で表される。ただし、搬送波の振幅、搬送波の角周波数及び信号波の角周波数を、それぞれ E 〔V〕、 ω_c 〔rad/s〕及び p 〔rad/s〕とし、 m を変調度とする。
- (2) 信号波によって搬送波の振幅が変化し、信号波がないときは □ B 。
- (3) $m = 1$ のとき、上側帯波及び下側帯波の電力の和は、搬送波電力の □ C である。

	A	B	C
1	$E(1+m\sin pt)\cos \omega_c t$	搬送波のみになる	1/2
2	$E(1+m\sin pt)\cos \omega_c t$	搬送波のみになる	1/4
3	$E(1+m\sin pt)\cos \omega_c t$	搬送波もなくなる	1/4
4	$mE \sin p\omega_c t \cos \omega_c t$	搬送波もなくなる	1/2
5	$mE \sin p\omega_c t \cos \omega_c t$	搬送波のみになる	1/4

A - 5次の記述は、受信機の利得制限感度及び雑音制限感度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 利得制限感度は、受信機の出力側において、利得を最大にした状態で、規定の信号出力を得るためにどれだけ弱い電波まで受信できるかの度合いを示す量をいう。
- 2 利得制限感度は、信号出力中に内部雑音が現れないときに用いられる。
- 3 利得制限感度は、受信機の総合利得によって決まる。
- 4 雑音制限感度は、受信機の出力側において、規定の信号出力及び規定の信号対雑音比 (S/N) を得るためにどれだけ弱い電波まで受信できるかの度合いを示す量をいう。
- 5 二つの受信機の総合利得が等しいとき、それぞれの出力信号中に含まれる内部雑音の大きい方が雑音制限感度が良い。

A - 6 振幅変調波を二乗検波し、低域フィルタを通したときの出力の電流 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 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 $[V]$ 、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。

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

- 1 0.1 $[\%]$ 2 0.4 $[\%]$ 3 1 $[\%]$ 4 4 $[\%]$ 5 10 $[\%]$

A - 7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、搬送波の電圧の最大値 (振幅) e_{CP} $[V]$ と雑音の電圧の最大値 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 1.0 $[\mu V]$ 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搬送波の実効値は、約 □ B である。

- | | A | B |
|---|----------------------|-----------------|
| 1 | e_{NP} | 2.8 $[\mu V]$ |
| 2 | e_{NP} | 4 $[\mu V]$ |
| 3 | $\frac{1}{2} e_{NP}$ | 4 $[\mu V]$ |
| 4 | $2e_{NP}$ | 2.8 $[\mu V]$ |
| 5 | $2e_{NP}$ | 4 $[\mu V]$ |

A - 8次の記述は、スーパーヘテロダイン方式の受信機の電氣的性能を向上させ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。

(1) スプリアスレスポンスを低減するには、高周波増幅器の入力段及び出力段に設ける同調回路の尖鋭度 Q を □ A して選択度を上げる。

(2) 映像周波数の成分を除去しやすくするには、中間周波数を □ B した方がよい。

(3) 近接周波数の妨害波を除去しやすくするには、中間周波数を □ C した方がよい。

- | | A | B | C |
|---|----|----|----|
| 1 | 高く | 高く | 高く |
| 2 | 高く | 高く | 低く |
| 3 | 高く | 低く | 高く |
| 4 | 低く | 高く | 低く |
| 5 | 低く | 低く | 低く |

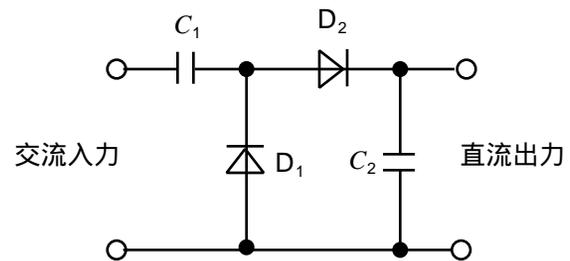
A - 9 次の記述は、無停電電源装置用二次電池の浮動充電方式について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 充電器、蓄電池及び負荷を □ A に接続し、蓄電池には自己放電を補う程度の電流で常に充電を行う。
- (2) 通常の使用状態では、負荷には □ B から電流が供給される。
- (3) 充電器の電圧変動が □ C で吸収されるので、供給電圧が安定する。

	A	B	C
1	直列	充電器	蓄電池
2	直列	蓄電池	負荷
3	並列	蓄電池	負荷
4	並列	充電器	蓄電池
5	並列	充電器	負荷

A - 10 図に示す整流回路において、交流入力電圧の実効値が 100 [V] のときの直流出力の電圧の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、交流入力には正弦波とし、直流出力は無負荷とする。また、ダイオード D_1 及び D_2 の特性は同一とし、コンデンサ C_1 及び C_2 の静電容量はそれぞれ等しいものとする。

- 1 100 [V]
- 2 140 [V]
- 3 200 [V]
- 4 240 [V]
- 5 280 [V]



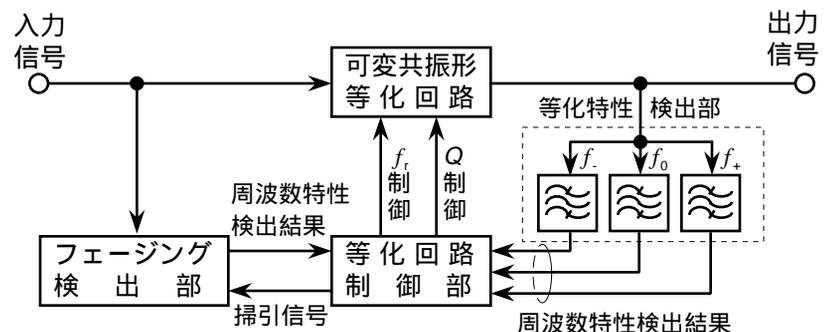
A - 11 次の記述は、航空機援助用超短波全方向式無線標識 (VOR) について述べたものである。このうち正しいものを下の番号から選べ。

- 1 208 ~ 218 [MHz] の電波を用いている。
- 2 航空機に対して VOR までの距離の情報を与える。
- 3 送信アンテナを中心として、原理的に全方位にある航空機に情報を与えることができる。
- 4 有効範囲は 1,000 マイル程度である。
- 5 全方位にわたって位相が一定の可変位相信号を含んだ電波と、方位により位相が変化する基準位相信号を含んだ電波を交互に発射している。

A - 12 次の記述は、図に示す大容量デジタルマイクロ波回線の受信機に用いられる可変共振形自動等化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。

- (1) 選択性フェージングなどによる伝送特性の劣化は、符号誤り率が大きくなる原因となる。可変共振形自動等化器は、可変共振形自動等化回路の特性をフェージングで劣化した伝送特性と □ A になるように等化して、復調の前の段階で振幅及び遅延周波数特性を補償する。
- (2) フェージング検出部は、入力信号の □ B を掃引して振幅の減衰量の周波数特性を検出する。また、等化特性検出部は、出力信号中の三点 (f_- 、 f_0 、 f_+) の周波数の検波情報から等化後の周波数特性を検出する。
- (3) 等化回路制御部は、両者の検出結果に基づき等化残差が □ C となるように可変共振形等化回路内の共振回路の共振周波数 f_r [Hz] 及びせん鋭度 Q の値を制御する。

	A	B	C
1	同じ特性	帯域内	最大
2	同じ特性	帯域外	最小
3	逆の特性	帯域外	最小
4	逆の特性	帯域外	最大
5	逆の特性	帯域内	最小



A - 13 最大探知距離 R_{max} が 10 [km] のパルスレーダーの送信せん頭電力を 16 倍にしたときの R_{max} の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 R_{max} は、レーダー方程式に従うものとする。

- 1 11.9 [km] 2 14.1 [km] 3 20 m0k 4 28.2 [km] 5 40 [km]

A - 14 パルス符号変調 (PCM) 信号の伝送路で発生する符号誤り率が 1×10^{-8} のとき、一秒間に誤りが発生する頻度として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、PCM 信号は、音声信号を 44 [kHz] の標準化周波数で標準化し、一つの標本値を 8 ビットの符号で表すものとし、誤り訂正などの冗長なビットはないものとする。

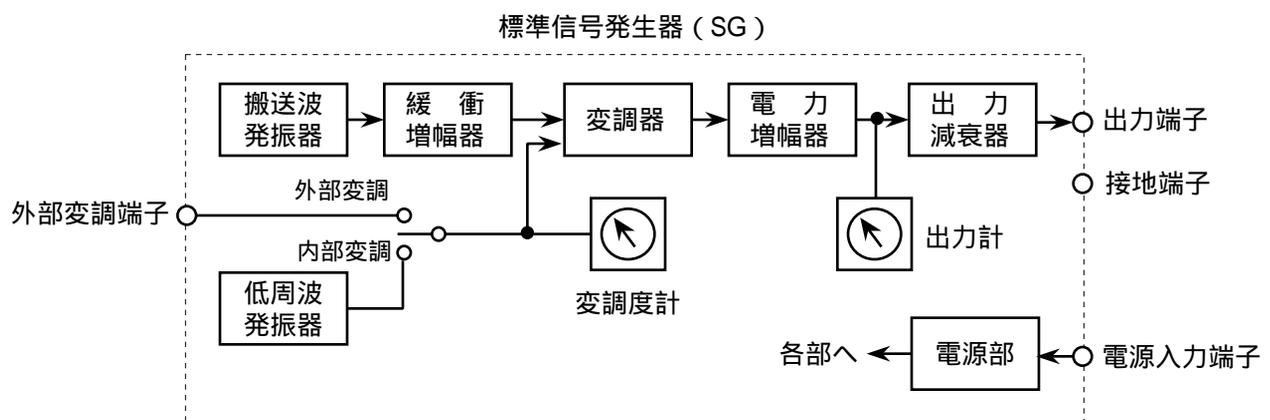
- 1 1/142 2 1/284 3 1/426 4 1/568 5 1/2272

A - 15 次の記述は、パルス変調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。ただし、変調信号は、アナログの音声信号とする。

- 1 パルス幅変調 (PWM) は、パルスの振幅及び周期が一定で、パルスの幅が変調信号の周波数に応じて変化する。
- 2 パルス位相 (位置) 変調 (PPM) は、パルスの振幅及び幅が一定で、パルスの位相が変調信号の位相に応じて変化する。
- 3 パルス振幅変調 (PAM) は、パルスの幅及び周期が一定で、パルスの振幅が変調信号の振幅に応じて変化する。
- 4 パルス数 (密度) 変調 (PNM) は、パルスの振幅、幅及び周期が一定で、単位時間内のパルスの数が変調信号の周波数に応じて変化する。
- 5 パルス符号変調 (PCM) は、パルスの振幅及び幅が一定で、複数のパルスを組み合わせて表される符号が変調信号の正負の極性を表す。

A - 16 次の記述は、図に示す標準信号発生器 (SG) 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) 安定な出力周波数及び出力電圧を供給するため、電源を投入後、十分に時間が経過して □ A の初期漂動が落ち着いてから用いる。
- (2) 電力増幅器から出力端子への信号の漏れがあると、□ B の信号ほど出力電圧の確度が低くなるので、遮へいを厳重にして正確な値で出力するようにしている。
- (3) SG の出力インピーダンスと負荷のインピーダンスとの整合がとれていないと、負荷に供給される信号の □ C の値が不正確になる。



- | A | B | C |
|----------|------|-----|
| 1 緩衝増幅器 | 高レベル | 電圧 |
| 2 緩衝増幅器 | 低レベル | 周波数 |
| 3 搬送波発振器 | 高レベル | 電圧 |
| 4 搬送波発振器 | 低レベル | 電圧 |
| 5 搬送波発振器 | 高レベル | 周波数 |

A - 17 次の記述は、誘導形可変リアクタンス減衰器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) 図1は、図2に示す円形導波管を用いた誘導形可変リアクタンス減衰器の構造例の等価回路である。図1において、入力電圧を e_1 [V]、出力端子を開放したときの出力電圧を e_0 [V]、コイルの自己インダクタンスを L_1 [H] 及び L_2 [H]、相互インダクタンスを M [H]、角周波数を ω [rad/s]、 L_1 に流れる電流を i_1 [A] とし、コイルの抵抗を無視すれば、 e_1 及び e_0 は、それぞれ $e_1 = j\omega L_1 i_1$ [V]、 $e_0 = j\omega M i_1$ [V] であるから、 e_0 と入力電圧 e_1 との比 e_0/e_1 は、次式で表される。

$$e_0/e_1 = M/L_1$$

e_0/e_1 は、電圧の減衰量を表すので、 M を変えることにより減衰量を加減することができる。ただし、 L_2 のリアクタンスの大きさが出力端子に接続する負荷インピーダンス Z [] の大きさより十分 □ A □ ないと減衰量に誤差を生ずる。

(2) 図2において、結合用ループの一方を固定し、他方をピストン軸方向に動かして、二つのループ間の距離 l [m] を変化させると □ B □ が変化する。また、整合用抵抗は、減衰器の入力及び出力側のインピーダンスの整合をとるために取り付けられている。これにより減衰器の直線性及びインピーダンス整合は良くなるが、定常的な □ C □ が生ずる欠点がある。

	A	B	C
1	小さく	M	挿入損失
2	小さく	L_1 及び L_2	挿入損失
3	大きく	M	定在波
4	大きく	L_1 及び L_2	定在波
5	大きく	M	挿入損失

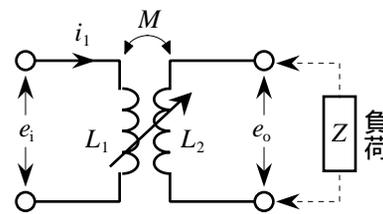


図1

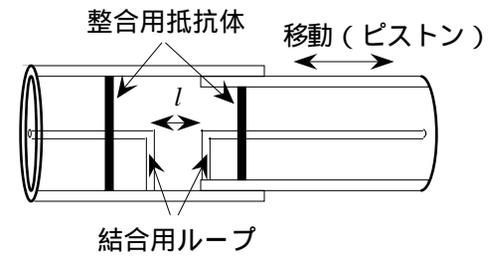


図2

A - 18 次の記述は、搬送波零位法による FM (F3E) 波の周波数偏移の測定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) FM 波の搬送波及び各側帯波の振幅は、変調指数 m_f を変数 (偏角) とするベッセル関数を用いて表され、このうち □ A □ の振幅は、零次のベッセル関数 $J_0(m_f)$ に比例する $J_0(m_f)$ は m_f に対して図1に示すような特性を持ち、 m_f が約 2.41、5.52、8.65... のとき、ほぼ零になる。

(2) 図2に示す構成例において、周波数 f_m [Hz] の単一正弦波で周波数変調した FM (F3E) 送信機の出力の一部をスペクトルアナライザに入力し、FM 波のスペクトルを表示する。単一正弦波の □ B □ を零から次第に大きくしていくと、搬送波及び各側帯波のスペクトルの振幅がそれぞれ消長を繰り返しながら、徐々に FM 波の占有周波数帯幅が広がる。

(3) 周波数偏移 f_d は、□ A □ の振幅が零になるときの m_f の値及び単一正弦波の周波数 f_m から、 $f_d =$ □ C □ より求められる。

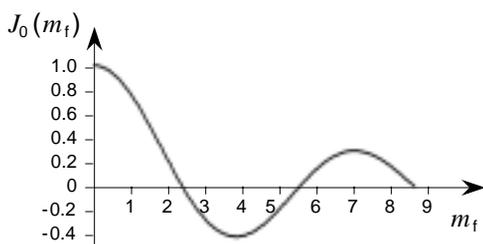


図1

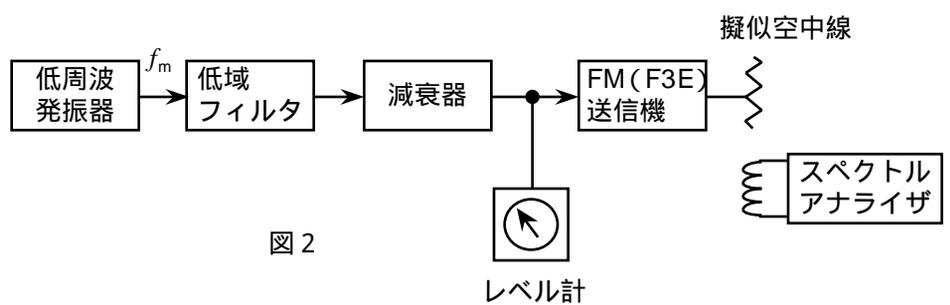
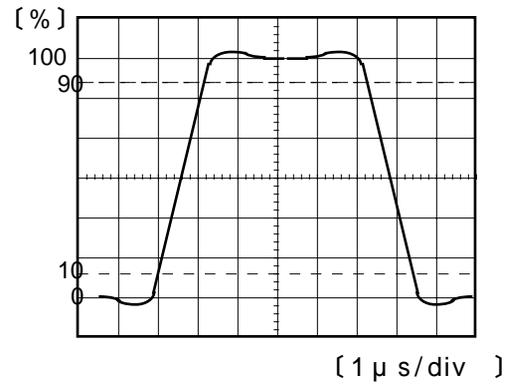


図2

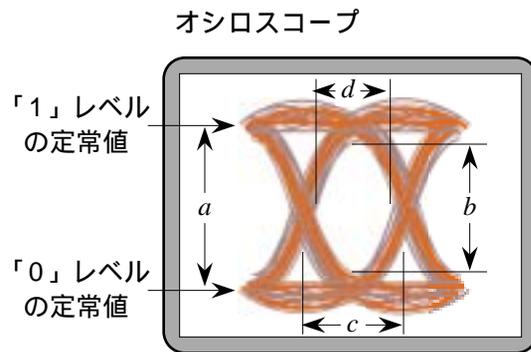
	A	B	C
1	搬送波	周波数	$m_f f_m$ [Hz]
2	搬送波	周波数	f_m / m_f [Hz]
3	搬送波	振幅	$m_f f_m$ [Hz]
4	側帯波	振幅	f_m / m_f [Hz]
5	側帯波	周波数	$m_f f_m$ [Hz]

A - 19 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、オシロスコープの蛍光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 1 [μ s] とする。

	立上がり時間	パルス幅
1	1.2 [μ s]	6.5 [μ s]
2	1.2 [μ s]	5.2 [μ s]
3	1.2 [μ s]	4.2 [μ s]
4	1.6 [μ s]	6.5 [μ s]
5	1.6 [μ s]	5.2 [μ s]



A - 20 図は、オシロスコープ上にデジタル信号のアイパターンを描いたものである。このアイパターンのアイ開口率を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。

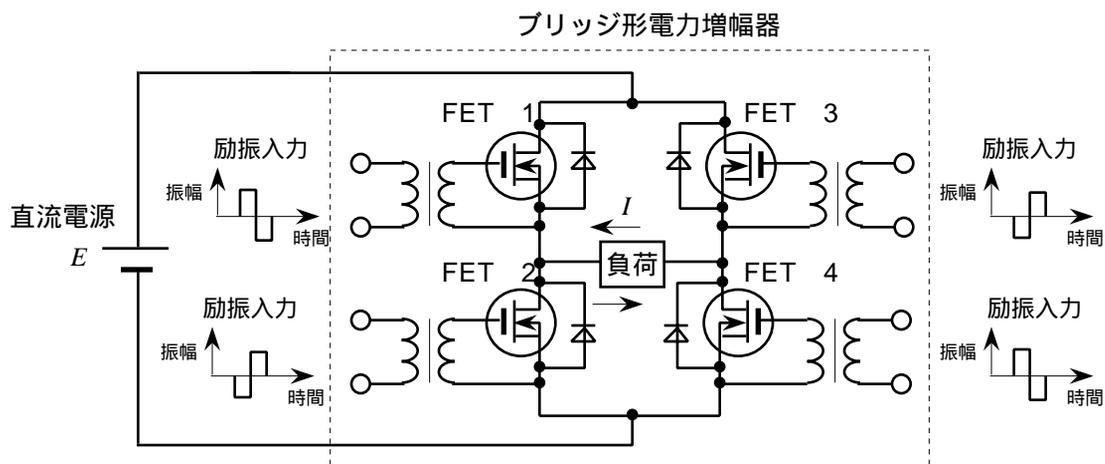


- a: 「1」レベルの定常値と「0」レベルの定常値とのレベル差
- b: 「1」レベルの最小値の波形と「0」レベルの最大値の波形とで囲まれる部分の振幅方向の最大値
- c: デジタル信号の基準クロックパルス幅
- d: 「1」レベルの最小値の波形と「0」レベルの最大値の波形とで囲まれる部分の時間方向の最大値

- 1 $(b/a) \times 10$ [%]
- 2 $\{(a - b)/(a + b)\} \times 10$ [%]
- 3 $(d/c) \times 10$ [%]
- 4 $\{(c - d)/(c + d)\} \times 10$ [%]
- 5 $\{(b - d)/(a + d)\} \times 10$ [%]

B - 1 次の記述は、図に示す中波 AM (A3E) 送信機に用いるブリッジ形電力増幅器 (D級増幅器) の基本回路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、負荷は純抵抗とし、回路は無損失とする。

- (1) D級増幅器が用いられるのは、他の増幅器と比べて □ア が良いからである。
- (2) FET 1 ~ FET 4 は、搬送波を波形整形した方形波の励振入力によって励振されて導通 (ON) あるいは非導通 (OFF) になる。FET 1 及び FET 4 が OFF、かつ FET 2 及び FET 3 が ON のとき、負荷に流れる電流の向きは、□イ である。また、FET 1 及び FET 4 が ON、かつ FET 2 及び FET 3 が OFF のとき、電流の向きはその逆になる。
- (3) (2) の動作を繰り返すと、負荷には基本周波数が励振入力の基本周波数と □ウ 高周波電流が流れる。
- (4) 負荷に加わる電圧波形は方形波であり、方形波の実効値は □エ と等しいので、直流電源電圧 E が Q [V]、直流電源から電力増幅器を見たインピーダンスの大きさが 5 [Ω] のとき、負荷に供給される高周波電力は、□オ [W] である。



- 1 電力効率
- 2 周波数特性
- 3 等しい
- 4 最大値の $1/\sqrt{2}$
- 5 80
- 6 異なる
- 7 20
- 8 最大値

B - 2 次の記述は、受信機の雑音指数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、受信機の入力端における信号の有能電力 S_i [W] と雑音の有能電力 N_i [W] との比を S_i/N_i 、出力端における信号の有能電力 S_o [W] と雑音の有能電力 N_o [W] との比を S_o/N_o とする。

- (1) 有能電力とは、回路 □ア 最大の電力をいう。
- (2) 受信機に内部雑音が生ずると、 S_o/N_o の値は S_i/N_i の値より □イ なる。
- (3) 雑音指数は、 S_i/N_i 及び S_o/N_o を用いて □ウ で表される。
- (4) 受信機の有能電力利得 G (真数) は、□エ で表されるので、雑音指数は、ボルツマン定数を k [J/K]、周囲温度 T [K] 及び受信機の帯域幅 B [Hz] を用いて □オ より求められる。

- | | | | | |
|-------------|-------------------------|----------------|----------------|-----------------|
| 1 S_o/S_i | 2 $(S_o/N_o)/(S_i/N_i)$ | 3 小さく | 4 大きく | 5 で消費される |
| 6 S_i/S_o | 7 $(S_i/N_i)/(S_o/N_o)$ | 8 $N_o/(GkTB)$ | 9 $kTB/(N_oG)$ | 10 から取り出すことのできる |

B - 3 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を下の番号から選べ。

- (1) FDMA 方式は、中継器の電力増幅器を □ア で動作させると、相互変調などによる干渉が少なくなる。
- (2) FDMA 方式で用いる SCPC 方式は、音声信号の一つのチャンネルに対して □イ の搬送波を割り当て、一つのトランスポンダの帯域内に複数の異なる周波数の □ウ を等間隔に並べる方式である。
- (3) TDMA 方式は、複数の地球局が □エ 搬送波を使用し、一つの中継器を時間軸上で分割して用いる。
- (4) TDMA 方式は、隣接する通信路間の衝突が生じないように □オ を設けている。

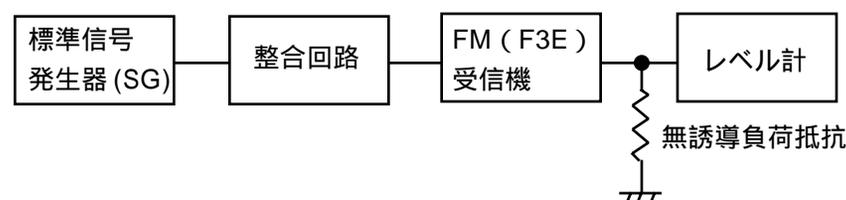
- | | | | | |
|----------|--------|-----------|----------|-------|
| 1 搬送波 | 2 線形領域 | 3 パイロット信号 | 4 一つ | 5 異なる |
| 6 ガードバンド | 7 複数 | 8 非線形領域 | 9 ガードタイム | 10 同じ |

B - 4 下記の測定項目のうち、スカラー又は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 単一正弦波の周波数
- イ フィルタの位相直線性
- ウ ケーブルの電気長
- エ アンテナのインピーダンス
- オ 方形波の衝撃係数(デューティ比)

B - 5 次の記述は、図に示す構成例を用いた FM (F3E) 受信機のスプリアスレスポンス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) 受信機の自動利得調整 (AGC) 回路及び □ア 回路を □イ とし、希望の受信周波数に設定して最良の状態に調整したときの受信雑音出力を測定する。このときの標準信号発生器 (SG) の出力は断 (OFF) とする。
- (2) 標準信号発生器 (SG) の周波数を受信機の受信周波数に合わせ、SG の出力 (無変調) を調整して受信機の受信雑音出力の大きさを SG の出力が断 (OFF) のときの雑音出力より 20 [dB] □エ なるようにし、このときの SG の出力を [dB] とする。次に、SG の出力を □エ させ、SG の周波数を受信周波数の帯域外にわたって大きく変えて受信機に感度がある周波数に合わせ、同様にして SG の出力を求める。このときの SG の出力を [dB] とする
- (3) 受信機に感度があるその他の周波数においても同様の測定を行い、その結果からスプリアスレスポンスは、□オ [dB] として求めることができる。



- | | | | | |
|-------|-----------|-------|-------|-----------------|
| 1 大きく | 2 接 (ON) | 3 増加 | 4 減少 | 5 自動周波数制御 (AFC) |
| 6 B-A | 7 断 (OFF) | 8 小さく | 9 B+A | 10 スケルチ |