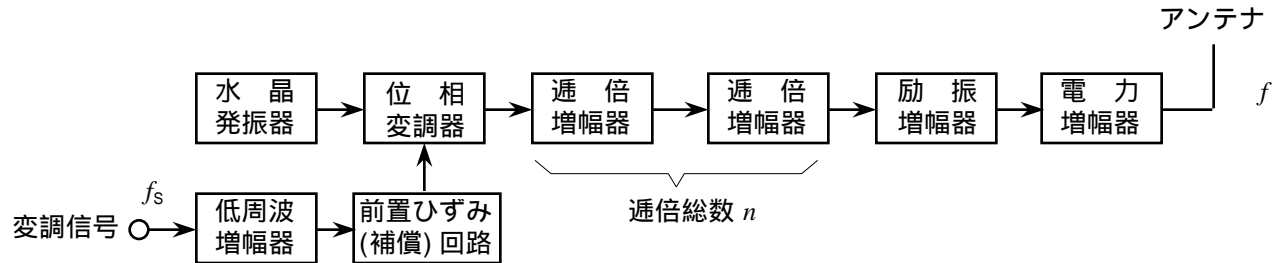


GA907

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 図に示す間接周波数変調方式の FM (F3E) 送信機の構成例において、変調信号の周波数 f_s が 1 [kHz] のときの位相変調器の出力における最大位相偏移 の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、送信機出力の最大周波数偏移 f を 6 [kHz]、逓倍増幅器による逓倍総数 の値を 12 とする。



- 1 0.1 [rad] 2 0.5 [rad] 3 2 [rad] 4 5 [rad] 5 10 [rad]

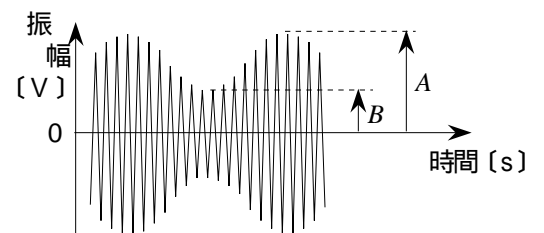
- A - 2 次の記述は、我が国の FM ステレオ放送について述べたものである。 内 に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 左信号 (L) と右信号 (R) との差の信号 (L - R) を、 A チャンネルによって伝送する。
 (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。
 (3) モノラル放送と比べて、占有周波数帯幅は C 。

	A	B	C
1	主	必要	広い
2	主	不要	等しい
3	副	必要	広い
4	副	必要	等しい
5	副	不要	等しい

- A - 3 図は、単一正弦波で 40 [%] 変調した AM (A3E) 変調波をオシロスコープで観測した波形である。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。

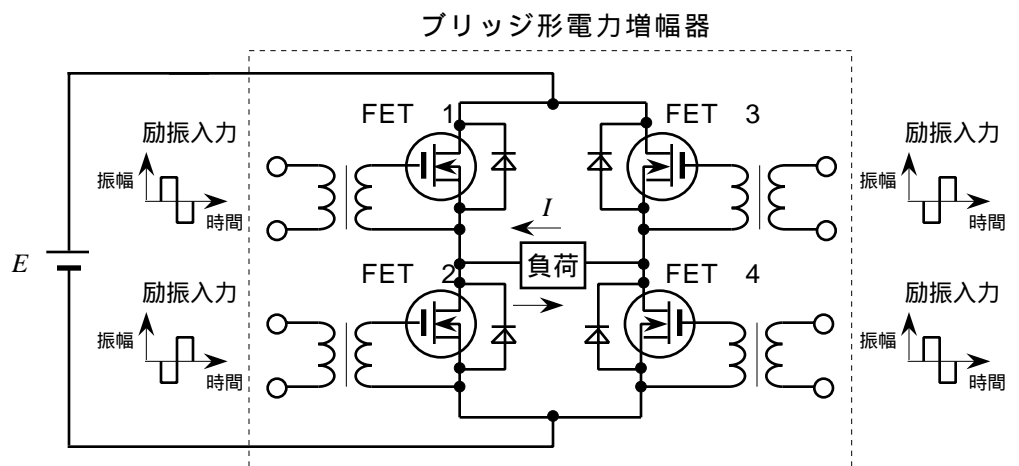
- 1 2/3 2 3/5 3 3/7 4 4/7 5 7/13



- A - 4 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 に入れるべき字句の正しい組合せ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 A 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 ON で、かつ FET 2 及び FET 3 が OFF のとき、負荷に流れる電流 B である。また、FET 1 及び FET 4 が OFF で、かつ FET 2 及び FET 3 が ON のとき、電流の向きは C に返すと、負荷には基本周波数が励振入力の基本周波数と等しい高周波電流が流れる。
 (3) 負荷に加わる電圧波形が方形波で、方形波の実効値が最大値と等しく、また、直流電源電圧 E が 0 [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 8 [] のとき、負荷に供給される高周波電力は、C [W] である。

- | | A | B | C |
|---|-------|---|-----|
| 1 | 周波数特性 | | 200 |
| 2 | 周波数特性 | | 50 |
| 3 | 電力効率 | | 50 |
| 4 | 電力効率 | | 200 |
| 5 | 電力効率 | | 50 |



A - 5 次の記述は、図1に示す直線検波回路に高周波入力電圧 $e_i = E_i \cos t$ [V] を加えたときの検波効率 及び等価入力抵抗 R_e [] 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、 E_i [V] は高周波入力電圧の振幅の最大値、[rad/s] は角周波数で $CR \ll 1$ とし、ダイオード D に流れる電流の流通期間 (- から の期間) では $e_i = E_i$ とする。また、D の順方向の抵抗は零、逆方向の抵抗は無限大とする。

(1) $CR \ll 1$ であるから直流出力電圧 E_d [V] はほぼ一定とみなせるため、D を流れる電流は、図2に示すように、 e_i の瞬時値が E_d より大きくなる流通期間の間だけ流れる。 i の平均電流を I [A] とすれば、 $e_i = E_i$ であるから、直線検波回路への入力電力 P は、 $P = E_i I$ [W] である。また、 I は、抵抗 R [] に流れる電流に等しく、 $I = E_d / R$ [A] であるから、 P は次式で表される。

$$P = E_i E_d / R \text{ [W] -----}$$

また、検波効率 は次式で定義される。

$$= \text{[]} A \text{ -----}$$

したがって、式 及び より、 P は次式で表される。

$$P = \text{[]} B \text{ [W] -----}$$

(2) R_e は、直線検波回路が高周波入力電圧の実効値に対して示す等価抵抗であるから、 R_e への入力電力は P に等しく、 R_e を用いて P を表すと次式となる。

$$P = E_i^2 / (2 R_e) = E_i^2 / (2 R_e) \text{ [W] -----}$$

式 及び より、 R_e を求めると、 $R_e = \text{[]} C$ [] となる。

	A	B	C
1	E_d / E_i	E_i^2 / R	$R / (2 \text{)}$
2	E_d / E_i	E_d^2 / R	$2R /$
3	E_i / E_d	E_d^2 / R	$2R /$
4	E_i / E_d	E_i^2 / R	$R /$
5	E_i / E_d	$E_i^2 / (R)$	$R / (2 \text{)}$

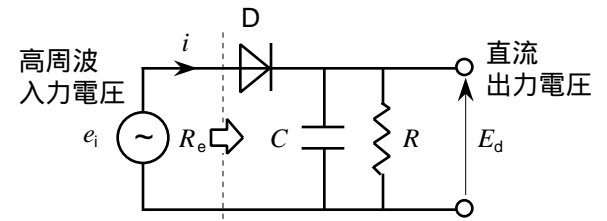


図1

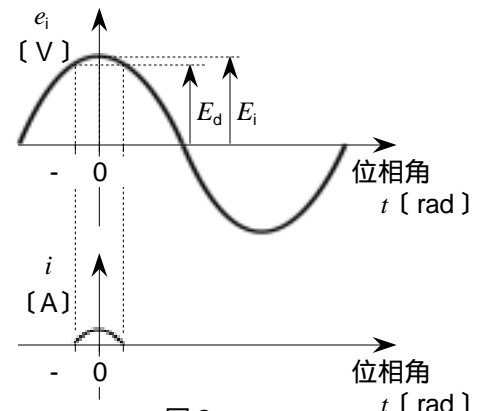


図2

A - 6 図に示すリング復調器を用いたSSB (J3E) 波の復調において、入力SSB 波及び端子ab の出力信号のスペクトルの組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、SSB 波は上側波帯を用いているものとし、変調信号の周波数を f_p [Hz]、搬送波及び局部発振信号の周波数を f_c [Hz] とする。また、ダイオード D_1 、 D_2 、 D_3 及び D_4 の特性は理想的なものとする。

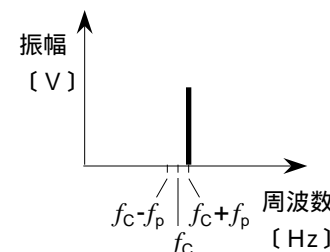
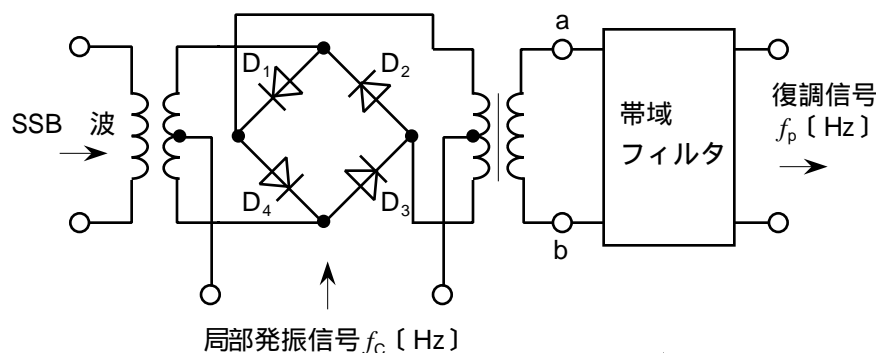


図1

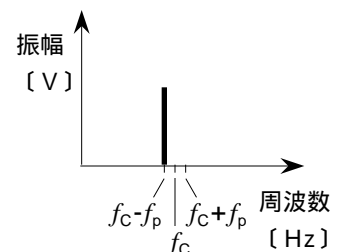


図2

	SSB 波	端子 ab の出力信号
1	図1	図3
2	図1	図4
3	図1	図5
4	図2	図3
5	図2	図4

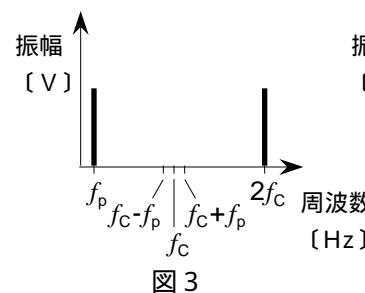


図3

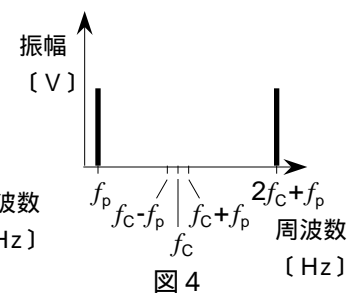


図4

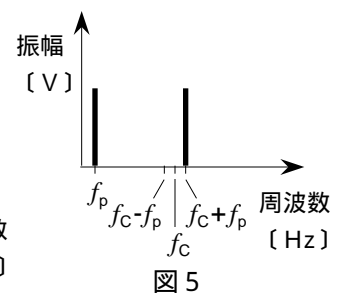


図5

A - 次の記述は、FM (F3E) 受信機の振幅制限器の機能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 受信した信号の周波数を中間周波数に変換する。
- 2 伝搬の途中において発生するフェージングなどによる振幅の変動が、ひずみや雑音として復調されるのを防ぐ。
- 3 局部発振器の周波数と受信信号の搬送波の周波数とを、一定の周波数関係に保つ。
- 4 受信機入力の信号が無い、又は微弱なとき、大きな雑音がスピーカから出力されるのを防ぐ。
- 5 送信側で強調された信号の高域周波数成分を抑圧して平坦な周波数特性に戻し、信号対雑音比 (S/N) を改善する。

A - 8次の記述は、BPSK (2PSK) 復調器に用いられる基準搬送波再生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。ただし、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 図1において、入力BPSK波は、次式で表され、図2(a)に示すように位相が0又は[rad]のいずれかの値をとる。ただし、 e_i の振幅を1[V]、搬送波の周波数を f_c [Hz]とする。また、2値符号は"0"又は"1"の値をとり、搬送波と同期しているものとする。

$$e_i = \square A \text{ [V] -----}$$

- (2) e_i を二乗特性を有するダイオードなどを用いた2乗倍器に入力すると、その出力 e_o は、次式で表される。ただし、2乗倍器の利得は1とする。

$$e_o = (\square A)^2 = \frac{1 + \cos 2(2f_c t + s)}{2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2(2f_c t + 2s) \text{ [V -----]}$$

式の右辺の位相項は、 s の値によって0又は□の値をとるので、式は、図2(b)に示すような波形となり、 $2f_c$ [Hz]の成分を含む信号が得られる。

- (3) 式には、 $2f_c$ [Hz]の成分以外に□C成分が含まれているので、帯域フィルタ(BPF)で $2f_c$ [Hz]の成分のみを取り出し、これを1/2分周器で分周して図2(c)に示すような周波数 f_c [Hz]の基準搬送波を再生する。

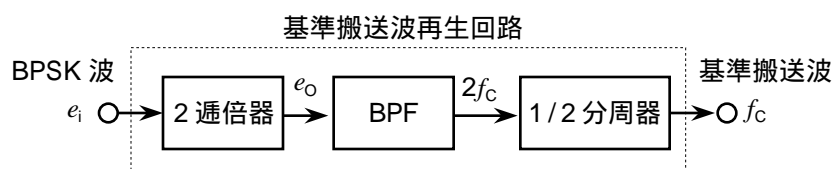


図1

A	B	C
1 $\cos(2f_c t + s)$	2	直流
2 $\cos(2f_c t + s)$		高調波
3 $\cos(2f_c t + s)$	2	高調波
4 $\cos(2f_c t + s/2)$	2	高調波
5 $\cos(2f_c t + s/2)$		直流

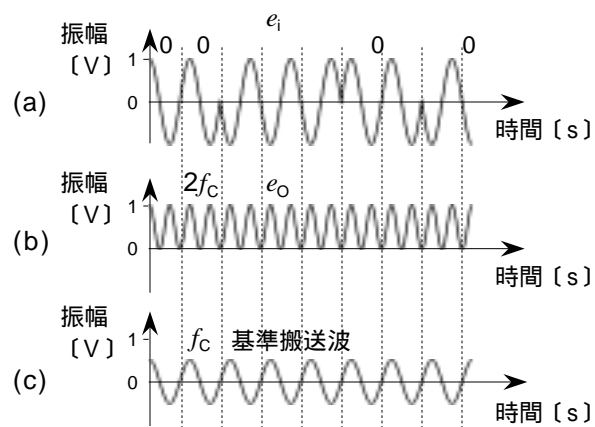


図2

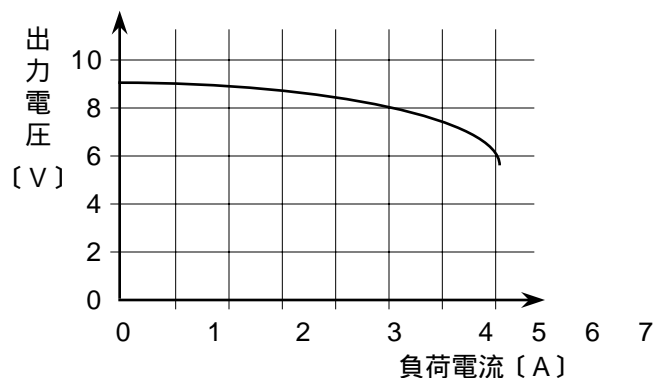
A - 9次の記述は、放送受信用の一般的なスーパーヘテロダイン受信機について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (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) 通過帯域幅を決定する同調回路の帯域幅は、せん鋭度 Q が一定のとき、中心周波数が高いほど□B。
- (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	小さい	広い	位相
2	小さい	狭い	強度
3	大きい	広い	強度
4	大きい	広い	位相
5	大きい	狭い	強度

A - 10 電源の負荷電流と出力電圧の関係がグラフのように表されるとき、この電源の電圧変動率の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、定格電流を5[A]とする。

- 1 2.5 [%]
 2 5 [%]
 3 7.5 [%]
 4 10 [%]
 5 12.5 [%]



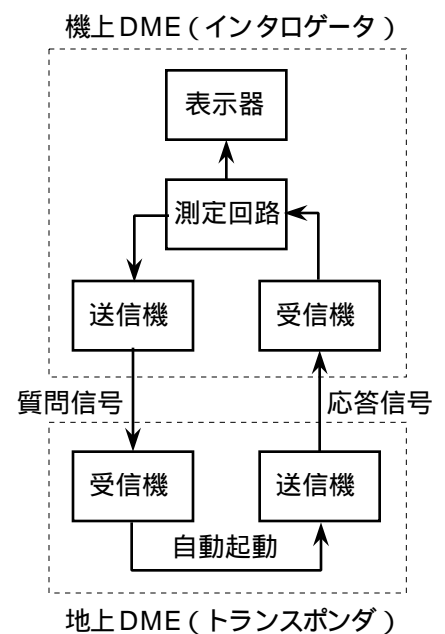
A - 11 パルスレーダーにおいて、送信パルスのせん頭電力が5[kW]のときの平均電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、パルスは理想的な方形波とし、パルスの繰り返し周波数を2,200[Hz]、パルス幅を1[μs]とする。

- 1 11[W] 2 22[W] 3 33[W] 4 44[W] 5 55[W]

A - 12 次の記述は、図に示す航行援助用距離測定装置（DME）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) 地上 DME（トランスポンダ）は、航空機の機上 DME（インタロゲータ）から送信された質問信号を受信すると、自動的に応答信号を送信し、機上 DME は、質問信号と応答信号との□Aを測定して航空機と地上 DME との□Cを求める。
- (2) 地上 DME は、質問信号に同期して応答するため、質問信号を□な発射間隔にすると、同期受信できる航空機は、質問した航空機のみになり、同一チャネルでの複数の航空機への応答が可能になる。

	A	B	C
1	時間差	距離	規則的
2	時間差	方位	規則的
3	時間差	距離	不規則
4	周波数差	方位	不規則
5	周波数差	距離	規則的



A - 13 次の記述は、衛星通信における地球局送信装置の大電力増幅器（HPA）に用いられるクライストロン及び進行波管（TWT）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) 入力電磁波をらせんなどの構造を持つ遅波回路に沿って進行させると、これとほぼ同じ速度でらせん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のは、□Aである。
- (2) クライストロンは、一般に TWT に比べて電力効率が□B増幅可能な周波数帯域幅が□C。

	A	B	C
1	クライストロン	悪く	狭い
2	クライストロン	良く	広い
3	TWT	良く	広い
4	TWT	良く	狭い
5	TWT	悪く	狭い

A - 14 次の記述は、通信衛星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。

- 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、ミッション機器には、通信用アンテナ及び中継器（トランスポンダ）などがある。
- マイクロ波帯の通信用アンテナとして、主として反射鏡アンテナ及びホーンアンテナが用いられる。
- 中継器（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、アップリンクで減衰した信号を必要なレベルに増幅して送信する。
- 中継器（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、内部雑音の小さい増幅器を用いる。
- 通信衛星の主電力は、太陽電池から供給され、太陽電池のセルは、スピン衛星では展開式の平板状のパネルに、三軸衛星では円筒上のドラムに実装される。

A - 15 パルス符号変調（PCM）信号の伝送路において、284 秒間に 1 回の頻度で誤りが発生するときの符号誤り率の値として、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] の標本化周波数で標本化し、一つの標本値を 8 ビットの符号で表すものとする。また、誤り訂正などの冗長なビットはないものとする。

- 1 10^{-6} 2 10^{-7} 3 10^{-8} 4 10^{-9} 5 10^{-10}

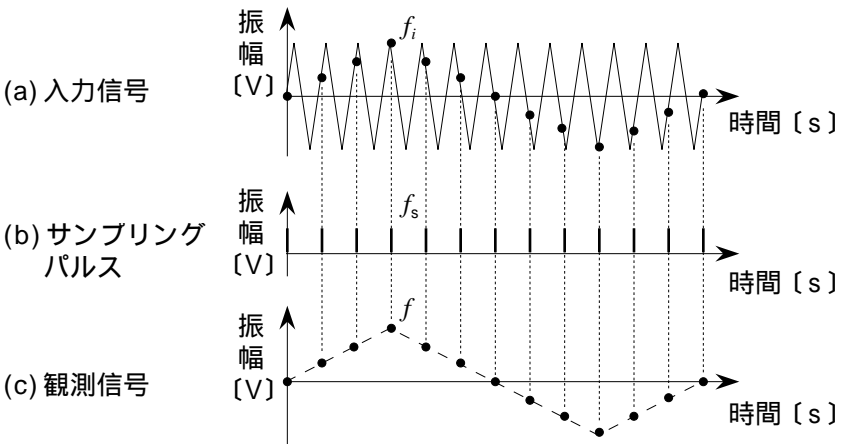
A - 16 次の記述は、パルス変調について述べたものである。このうち正しいものを下の番号から選べ。ただし、変調信号は、アナログの音声信号とする。

- パルス振幅変調（PAM）は、パルスの幅及び周期が一定で、パルスの振幅を変調信号の振幅に応じて変化させる。
- 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を変調信号の正負の極性に応じて変化させる。
- 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を変調信号の周波数に応じて変化させる。
- パルス位相（位置）変調（PPM）は、パルスの振幅及び幅が一定で、パルスの位相を変調信号の位相に応じて変化させる。
- パルス幅変調（PWM）は、パルスの振幅及び周期が一定で、パルスの幅を変調信号の周波数に応じて変化させる。

A - 17 次の記述は、サンプリングオシロスコープの観測原理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) 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 □。

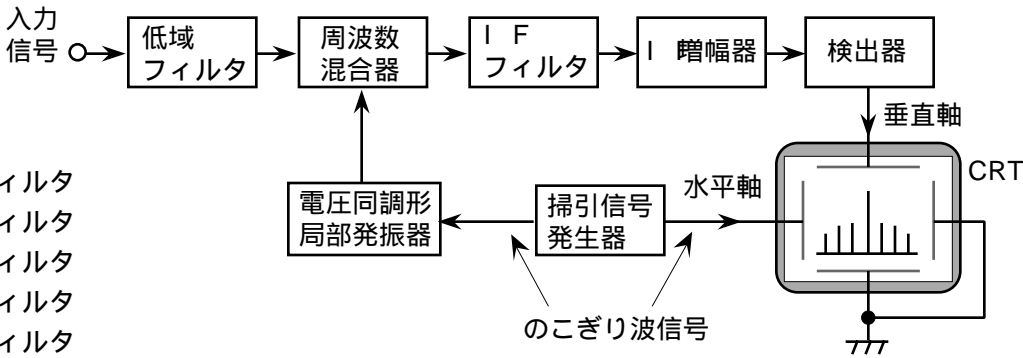
A	B	C
1 短い	$f_i - f_s$	には適用できない
2 短い	f_s / f_i	にも適用できる
3 長い	f_s / f_i	には適用できない
4 長い	$f_i - f_s$	には適用できない
5 長い	$f_i - f_s$	にも適用できる



A - 18 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。□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) CRT 表示器の垂直軸に振幅を、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分布が直視できる。
- (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し、その出力を中間周波 (IF) フィルタを通した後、検出器で検出した信号を CRT 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。
- (3) 周波数の分解能は、□ C □の帯域幅によってほぼ決まる。

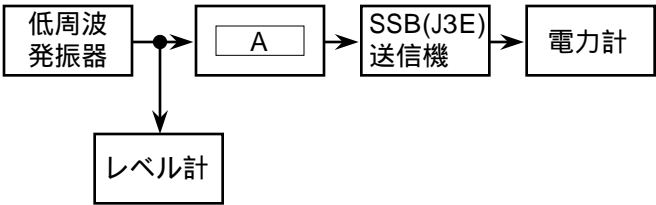
A	B	C
1 周波数	振幅変調	IF フィルタ
2 周波数	周波数変調	IF フィルタ
3 周波数	振幅変調	低域フィルタ
4 位相	周波数変調	低域フィルタ
5 位相	振幅変調	IF フィルタ



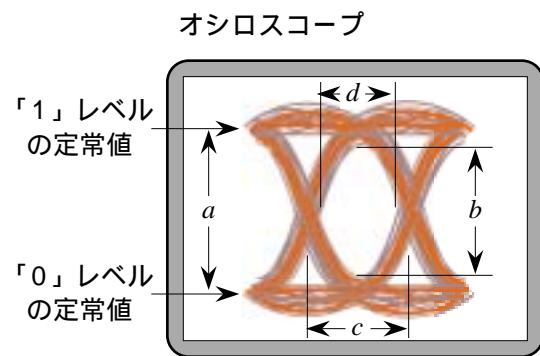
A - 19 次の記述は、SSB (J3E) 送信機の空中線電力の測定法について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (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規定の周波数 (例えば 1500 [Hz]) とし、□ A □を操作して送信機の変調信号の入力レベルを変え、そのつど送信機出力を電力計で測定する。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) □ A □を操作して変調信号の入力レベルを増加しながら、送信機出力が □ B □するまで測定を行う。
- (3) 送信機出力が □ B □したときの電力は、送信機の □ C □に等しい。

A	B	C
1 変調度計	増加	せん頭電力
2 変調度計	飽和	平均電力
3 可変減衰器	増加	平均電力
4 可変減衰器	飽和	せん頭電力
5 可変減衰器	増加	せん頭電力



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の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 a 、 b 、 c 及び d の値は、それぞれ 1 [V]、0.8 [V]、1.2 [μs] 及び 0.9 [μs] とする。



- 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 70 [%] 2 75 [%] 3 80 [%] 4 85 [%] 5 90 [%]

B - 1 次の記述は、無線送信機に用いられる C 級電力増幅器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 v_i [V] の角周波数を ω [rad/s] とする。

- (1) C 級電力増幅器は、□ ア の信号に対して効率の良い増幅を行うことができる。
(2) 図 1 に示す回路において、ベースとエミッタ間のバイアス電圧 V_{BB} [V] を深くかけ、図 2 に示すように、 v_i の半周期よりも短い □ イ 2 [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 。この信号をフーリエ級数展開すると、基本波成分とその高調波成分及び □ エ 成分で表すことができる。
(3) したがって、コイル L [H] 及びコンデンサ C [F] からなる負荷の共振回路を、基本波成分に同調させれば、必要とする周波数成分のみを取り出すことができる。 □ オ するほど電力効率は良くなるが、出力電力は小さくなる。

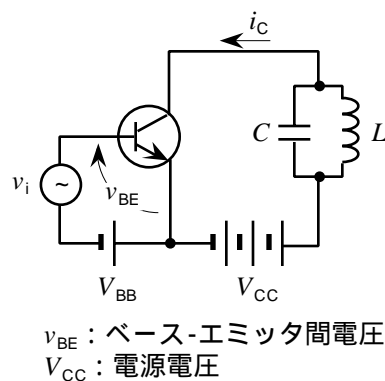


図 1

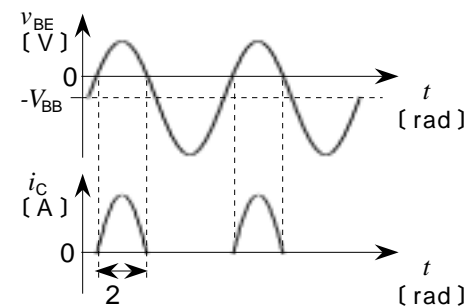
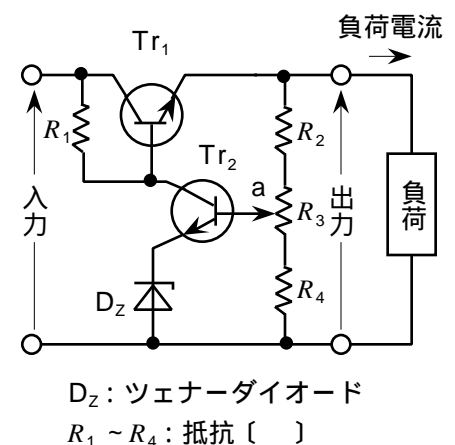


図 2

- 1 動作角 2 直流 3 低調波 4 小さく 5 広帯域
6 流通角 7 ひずむ 8 ひずまない 9 大きく 10 単一周波数

B - 2 次の記述は、図に示す直列制御形定電圧回路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。

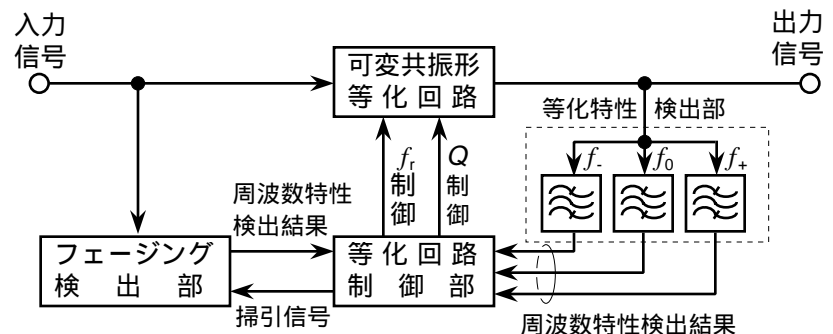
- (1) 並列制御形定電圧回路に比べて出力電圧の調整範囲が □ ア 。
(2) トランジスタ Tr_2 は、出力電圧の変動量を検出して、トランジスタ Tr_1 のコレクタ-エミッタ間の □ イ を制御するために設けられている。
(3) トランジスタ Tr_1 には、コレクタ電流の規格値が負荷電流 □ ウ のトランジスタを用いる。
(4) 可変抵抗 R_3 の可動接点 a を R_2 側に動かすと出力の電圧は □ エ なる。
(5) 過負荷又は短絡に対する保護回路が □ オ である。



- 1 必要 2 不要 3 以上 4 高く 5 電圧降下量
6 狭い 7 広い 8 以下 9 低く 10 静電容量

B -3 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。

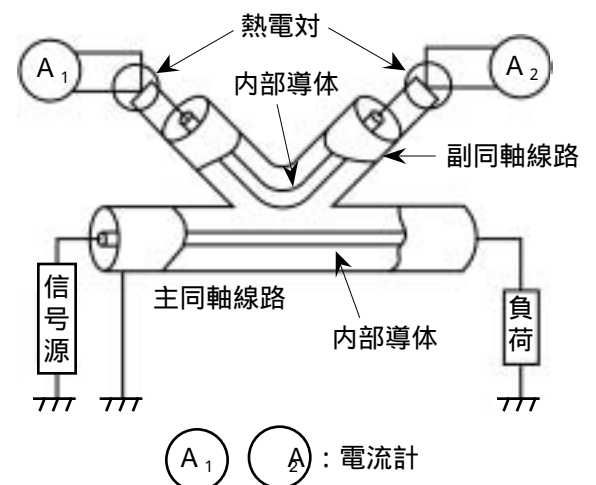
- (1) 選択性フェージングなどによる伝送特性の劣化は、□ア□が大きくなる原因となる。可変共振形自動等化器は、可変共振形等化回路の特性をフェージングで劣化した伝送特性と□イ□になるように等化して、□ウ□の段階で振幅及び遅延周波数特性を補償する。
- (2) フェージング検出部は、入力信号の□エ□を掃引して振幅の減衰量の周波数特性を検出する。また、等化特性検出部は、出力信号の3周波数(f_- 、 f_0 、 f_+)の検出レベルから等化後の周波数特性を検出する。
- (3) 等化回路制御部は、両者の検出結果に基づき等化残差が□オ□となるように可変共振形等化回路内の共振回路の共振周波数 f_r 〔Hz〕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



- | | | | | |
|--------|--------|---------|-------|-----------|
| 1 逆の特性 | 2 復調の後 | 3 帯域内 | 4 帯域外 | 5 占有周波数帯幅 |
| 6 同じ特性 | 7 復調の前 | 8 符号誤り率 | 9 最小 | 10 最大 |

B -4 次の記述は、図に示す CM 形電力計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1、誤っているものを2として解答せよ。

- ア CM 形電力計は、通過形高周波電力計の一種である。
- イ 副同軸線路には、その内部導体と主同軸線路の内部導体との間の相互インダクタンスによって主同軸線路の電圧に比例する電流が流れる。
- ウ 副同軸線路には、その内部導体と主同軸線路の内部導体との間の静電容量によって主同軸線路に流れる電流に比例する電流が流れる。
- エ CM 形電力計を構成する素子などが電氣的に一定の条件を満足するようにしてあれば、電流計の指示は、熱電対に流れる電流の二乗に比例する。
- オ CM 形電力計の電流計の指示値から負荷への入射波電力及び負荷からの反射波電力の測定ができる。

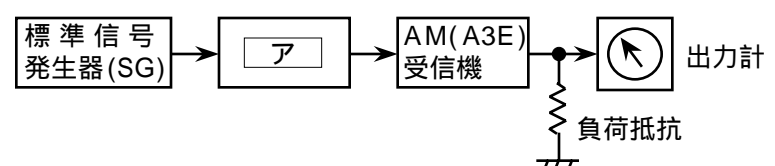


B -5 次の記述は、図に示す構成例を用いたスーパヘテロダイン方式 AM (A3E) 受信機の映像比の測定法について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 標準信号発生器 (SG) の周波数を受信周波数 f_r 〔Hz〕に合わせ、所定の変調 (例えば、信号周波数 1,000〔Hz〕、変調度 30〔%〕) をかけた振幅変調波を所定の出力 e_1 〔dBm〕で□ア□を通して受信機に加え、受信機の□イ□を調整して出力を規定の値にする。
- (2) 受信機の状態及び SG の変調度をそのままに保ち、SG の周波数を□ウ□に変え、SG の出力を□エ□して受信機の出力を (1) と同じ規定の値になるようにする。このときの SG の出力を〔dBm〕とすれば、映像比 I は次式より求められる。

$$I = \frac{\square \text{オ}}{\square \text{カ}} \text{〔dB〕}$$

次に、 f_r を変え、(1) 及び (2) を繰り返してそれぞれの I を求め、 f_r に対する映像比のグラフを描く。



- | | | | | |
|---------|------|---------------|---------------|-------------------|
| 1 映像周波数 | 2 減少 | 3 検波器 | 4 音量調整器 | 5 自動利得調整 (AGC) 回路 |
| 6 中間周波数 | 7 増加 | 8 $e_2 - e_1$ | 9 e_2 / e_1 | 10 擬似空中線 |