

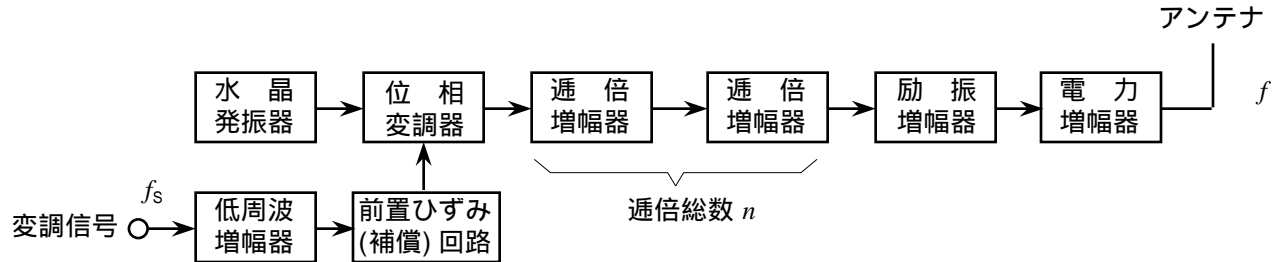
GA201

## 第二級陸上無線技術士「無線工学A」試験問題

(参考) 試験問題の図中の抵抗などは、旧図記号を用いて表記しています。

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  $n$  の値を 12 とする。



- 1 0.05 [rad]      2 0.1 [rad]      3 0.2 [rad]      4 0.5 [rad]      5 1 [rad]

- A - 2 次の記述は、AM (A3E) 変調波と SSB (J3E) 変調波の送信電力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、A3E 変調波の変調度を  $m \times 100$  [%] とする。

- (1) A3E 変調波の送信電力  $P_{AM}$  [W] は、搬送波成分の電力  $P_C$  [W] 及び  $m$  を用いて次式で表される。

$$P_{AM} = P_C (1 + \square A) \quad [W] \text{ -----}$$

- (2) J3E 変調波を A3E 変調波のいずれか一方の側波帯とすると、その送信電力  $P_{SSB}$  [W] は、次式で表される。

$$P_{SSB} = P_C \times \square B \quad [W] \text{ -----}$$

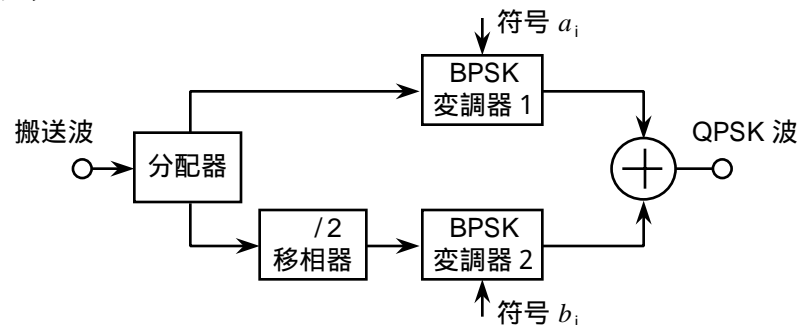
- (3)  $m = 1$  のとき、式、より、 $P_{SSB}$  は、 $P_{AM}$  の □ C の値になる。

	A	B	C
1	$m^2/4$	$m^2/8$	1/10
2	$m^2/4$	$m^2/4$	1/6
3	$m^2/2$	$m^2/4$	1/6
4	$m^2/2$	$m^2/2$	2/9
5	$m^2$	$m^2/2$	1/4

- A - 3 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  $/2$  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、それぞれの出力を加え合わせて QPSK 波を得る。
- (2) BPSK 変調器 1 及び BPSK 変調器 2 には、通常、リング変調器などの □ C が用いられる。

A	B	C
1 0 又は $/4$	$/2$ 又は 3 $/2$	加算器
2 0 又は $/4$	$/4$ 又は 3 $/4$	掛け算器
3 0 又は	$/2$ 又は 3 $/2$	加算器
4 0 又は	$/4$ 又は 3 $/4$	加算器
5 0 又は	$/2$ 又は 3 $/2$	掛け算器



- A - 4 次の記述は、我が国の地上系デジタル方式標準テレビジョン放送に用いられる送信の標準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。

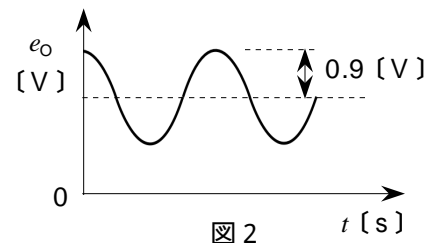
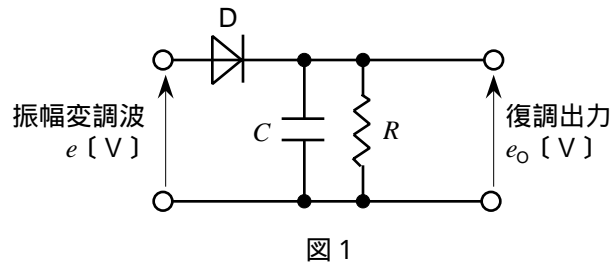
- (1) 映像信号の情報量を減らすための圧縮方式には、□ A が用いられる。

- (2) 圧縮された画像情報の伝送には、□ B 方式が用いられる。この方式は、送信データを多数の搬送波に分散して送ることにより、単一キャリアのみを用いて送る方式に比べ伝送シンボルの継続時間が □ C なり、マルチパスの影響を軽減できる。

A	B	C
1 MPEG2	直交周波数分割多重 (OFDM)	長く
2 MPEG2	残留側波帯 (VSB)	短く
3 MPEG2	直交周波数分割多重 (OFDM)	短く
4 JPEG	残留側波帯 (VSB)	長く
5 JPEG	直交周波数分割多重 (OFDM)	短く

- A - 5 図1に示す直線検波回路に、振幅変調波  $e = E(1 + m \cos p t) \cos t$  [V] を加えたとき、図2に示すように、復調出力電圧  $e_o$  の信号波成分の振幅が 0.9 [V] であった。このときの検波効率の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、搬送波の振幅  $E$  を 2 [V]、変調度  $m \times 100$  を 60 [%]、 $p$  [rad/s] を搬送波の角周波数、 $p$  [rad/s] を信号波の角周波数とし、 $1/(CR) = p$  とする。

- 1 0.6
- 2 0.65
- 3 0.7
- 4 0.75
- 5 0.8



- A - 6 次の記述のうち、FM (F3E) 受信機の振幅制限器の機能について述べたものとして、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 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。
- 3 受信機入力の信号が無い、又は微弱なとき、大きな雑音が発音から出力されるのを防ぐ。
- 4 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。
- 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 - 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のある混変調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) 希望波と周波数が異なり、かつ入力強度が大きい妨害波が受信機の周波数変換部に混入したとき、回路の □ A □ によって妨害波の信号波成分で希望波の搬送波が変調を受ける現象である。

(2) 希望波の搬送波が  $f_d$  [Hz]、妨害波の搬送波が  $f_u$  [Hz]、妨害波の信号波成分が  $f_m$  [Hz] 及び妨害波の側波成分が  $f_u + f_m$  [Hz] のとき、受信機の □ A □ によって3次の混変調積が発生すると、次式で表される周波数成分を生ずる。

$$f_d - \square B + f_u + f_m = f_d + f_m \text{ [Hz] } \text{-----}$$

$$f_d + \square B - f_u + f_m = f_d - f_m \text{ [Hz] } \text{-----}$$

式及びの  $f_d + f_m$  及び  $f_d - f_m$  は、 $f_d$  が  $f_m$  で振幅変調されたときの上下の側波成分に等しいので、妨害を受ける。

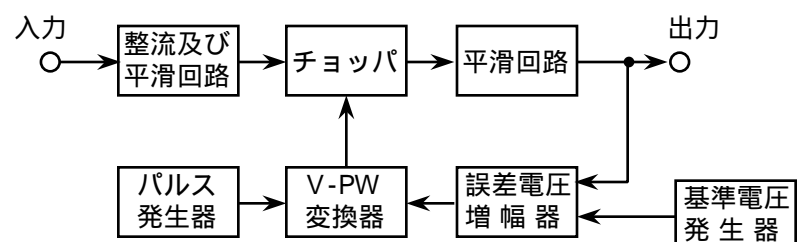
	A	B
1	直線動作	$f_u$
2	直線動作	$f_m$
3	非直線動作	$f_u$
4	非直線動作	$f_m$
5	非直線動作	$f_u - f_m$

- A - 8 抵抗 100 [ ] 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  $4 \times 10^{-6}$  [V]
- 4  $6.3 \times 10^{-6}$  [V]
- 5  $1 \times 10^{-5}$  [V]

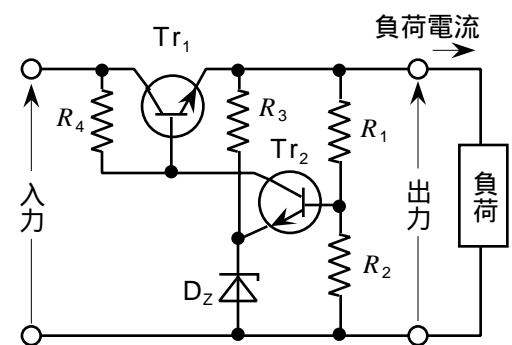
- A - 次の記述は、図に示すパルス幅変調型チョッパ制御方式の安定化電源の構成例について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 入力及び出力は、いずれも直流である。
- 2 誤差電圧増幅器は、基準電圧発生器の出力と平滑回路の出力とを比較し、その差を増幅する。
- 3 V-PW (電圧 - パルス幅) 変換器は、誤差電圧増幅器の出力に応じたパルス幅変調波を出力する。
- 4 V-PW (電圧 - パルス幅) 変換器の出力の繰り返し周期は、パルス発生器出力の繰り返し周期によって決まる。
- 5 チョッパは、V-PW (電圧 - パルス幅) 変換器の出力に応じて平滑回路を流れる電流の導通時間を制御する。



A - 10 図に示す直列制御形定電圧回路の出力電圧を 5 [V] にするための抵抗  $R_1$  の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、抵抗  $R_2$  の値を 5.4 [k]、ツェナーダイオード  $D_Z$  のツェナー電圧を 2 [V] とする。また、各トランジスタの動作時のベース - エミッタ間電圧を 0.7 [V] とし、 $R_1$  及び  $R_2$  を流れる電流は、 $Tr_2$  のベース電流に比べ十分大きいものとする。

- |   |         |   |         |   |         |
|---|---------|---|---------|---|---------|
| 1 | 1.2 [k] | 2 | 2.3 [k] | 3 | 3.3 [k] |
| 4 | 4.0 [k] | 5 | 4.6 [k] |   |         |



A - 11 パルスレーダーにおいて、物標からの反射波を探知するための受信機の入力端子における信号電力の最小値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、探知可能な反射波の信号対雑音比 ( $S/N$ ) の最小値は 13 [dB] とし、雑音は熱雑音のみであり、受信機の雑音指数の値は 5 とする。また、ボルツマン定数を [J/K]、等価雑音温度を  $T$  [K]、受信機の等価雑音帯域幅を  $B$  [Hz] としたときの  $kTB$  の値を  $4 \times 10^{-15}$  [W] とする。

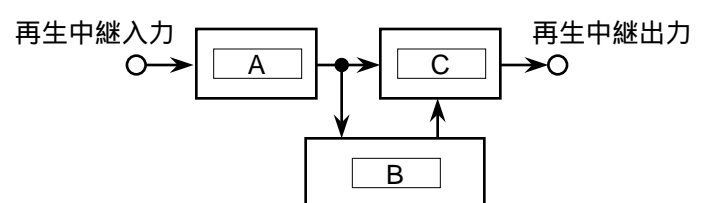
- |   |                         |   |                         |   |                         |   |                         |   |                         |
|---|-------------------------|---|-------------------------|---|-------------------------|---|-------------------------|---|-------------------------|
| 1 | $2 \times 10^{-13}$ [W] | 2 | $4 \times 10^{-13}$ [W] | 3 | $2 \times 10^{-12}$ [W] | 4 | $4 \times 10^{-12}$ [W] | 5 | $2 \times 10^{-11}$ [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) 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 ILS は、航空機の着陸降下の直前又は着陸降下中に、電波によって正しい進路に対する水平及び垂直の誤差情報を与えるとともに、定点において着陸基準点までの距離を示すシステムである。
- 2 ILS 地上システムは、マーカビーコン、ローカライザ及びグライドパスの装置で構成される。
- 3 マーカビーコンは、その上空を通過する航空機に対して、概略の高度情報を与えるためのものであり、VHF 帯の電波を利用している。
- 4 ローカライザは、滑走路に進入及び着陸する航空機に対して、その進路の滑走路中心線に対する左右の誤差情報を与えるためのものであり、VHF 帯の電波を利用している。
- 5 グライドパスは、滑走路に向かって進入及び着陸する航空機に対して、その降下路の上下の誤差情報を与えるためのものであり、UHF 帯の電波を利用している。

A - 13 図は、パルス符号変調 (PCM) を用いたマイクロ波多重回線の再生中継器の構成例を示したものである。□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 等化増幅部  | 識別・再生部 | タイミング部 |
| 2 等化増幅部  | タイミング部 | 識別・再生部 |
| 3 識別・再生部 | 等化増幅部  | タイミング部 |
| 4 識別・再生部 | タイミング部 | 等化増幅部  |
| 5 タイミング部 | 等化増幅部  | 識別・再生部 |



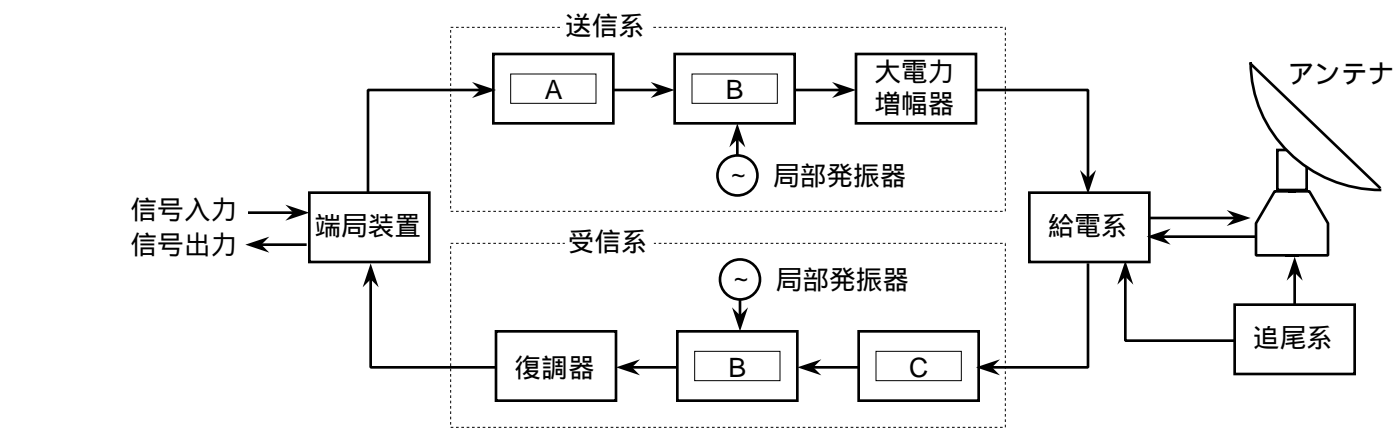
A - 14 最高周波数が 16 [kHz] のアナログ信号を標本化定理に基づき標本化し、16 ビットで符号化した情報を伝送するために必要なビットレートとして、最も低い値を下の番号から選べ。ただし、ビットレートは、デジタル通信で用いる通信速度の単位であり、1 秒間に伝送される情報のビット数を表す。

- |   |           |   |            |   |            |   |            |   |              |
|---|-----------|---|------------|---|------------|---|------------|---|--------------|
| 1 | 64 [kbps] | 2 | 128 [kbps] | 3 | 256 [kbps] | 4 | 512 [kbps] | 5 | 1,024 [kbps] |
|---|-----------|---|------------|---|------------|---|------------|---|--------------|

A - 15 衛星通信回線における総合の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、雑音は、アップリンク熱雑音電力、ダウンリンク熱雑音電力、システム間干渉雑音電力及びシステム内干渉雑音電力のみとし、搬送波電力対雑音電力比は、いずれも 100 (真数) とする。また、各雑音は、相互に相関を持たないものとする。

- |   |    |   |    |   |    |   |    |   |    |
|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|
| 1 | 10 | 2 | 12 | 3 | 16 | 4 | 20 | 5 | 25 |
|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|

A - 16 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。

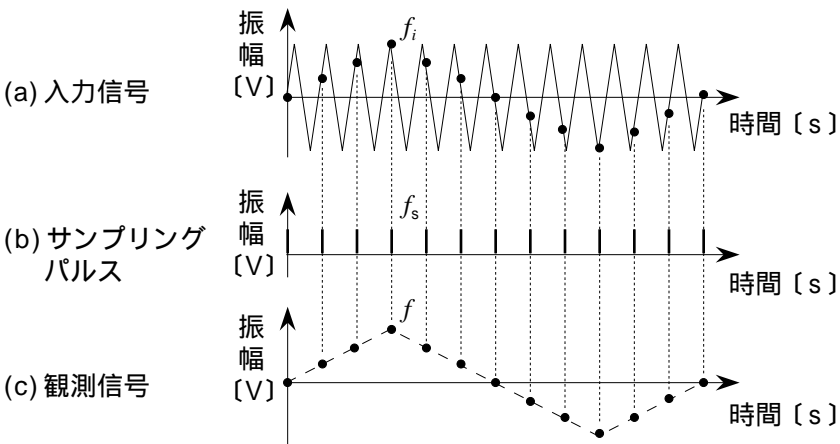


- | A        | B      | C      |
|----------|--------|--------|
| 1 低周波発振器 | A-D変換器 | 低雑音増幅器 |
| 2 低周波発振器 | 周波数混合器 | 低周波増幅器 |
| 3 周波数混合器 | 変調器    | 低周波発振器 |
| 4 変調器    | A-D変換器 | 低周波増幅器 |
| 5 変調器    | 周波数混合器 | 低雑音増幅器 |

A - 17 次の記述は、サンプリングオシロスコープの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 □。

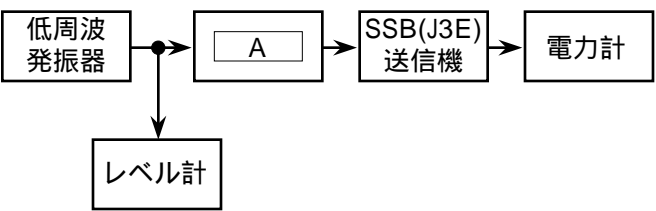
- | A    | B           | C        |
|------|-------------|----------|
| 1 長い | $f_i - f_s$ | には適用できない |
| 2 長い | $f_s / f_i$ | には適用できない |
| 3 長い | $f_i - f_s$ | にも適用できる  |
| 4 短い | $f_s / f_i$ | にも適用できる  |
| 5 短い | $f_i - f_s$ | には適用できない |



A - 18 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所定の周波数 (例えば 1,500 [Hz]) 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 可変減衰器 | 増加 | 平均電力 |
| 2 可変減衰器 | 飽和 | 尖頭電力 |
| 3 可変減衰器 | 飽和 | 平均電力 |
| 4 変調度計  | 増加 | 尖頭電力 |
| 5 変調度計  | 飽和 | 平均電力 |



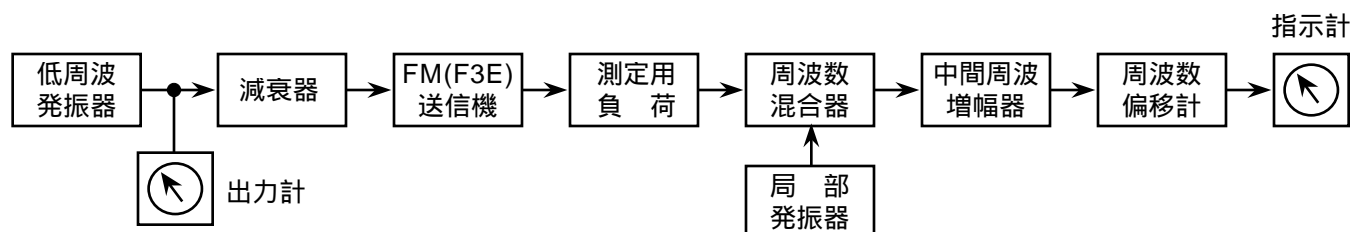
A - 19 次に示す測定項目のうち、2つの測定量が共にベクトルネットワーク・アナライザで測定できるものとして、正しいものを下の番号から選べ。

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

A - 20 次の記述は、図に示す構成例を用いた FM（F3E）送信機の総合周波数特性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) 低周波発振器より所定の周波数（例えば 1〔kHz〕）の信号を減衰器を通して送信機に加え、周波数偏移計の出力が所定の値（例えば 40〔%〕）の変調度に相当する値）になるように減衰器を調整し、このときの □ A □ の値を読みとる。
- (2) 次に、低周波発振器の出力周波数を所定の範囲内で、適当な間隔で変化させ、周波数偏移計の出力の値が □ B □ になるように減衰器を調整し、それぞれの周波数に対する □ A □ の値を読みとり、グラフに描いて総合周波数特性を得る。
- (3) 総合周波数特性に影響する要因には、送信機の □ C □ 回路の時定数および変調器の周波数特性などがある。

	A	B	C
1	出力計	零	プレエンファシス
2	出力計	一定	ディエンファシス
3	減衰器	零	プレエンファシス
4	減衰器	一定	プレエンファシス
5	減衰器	零	ディエンファシス



B - 1 次の記述は、周波数変調（FM）波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。また、搬送波を  $A \sin \omega_c t$ 〔V〕、変調信号を  $B \cos \omega_s t$ 〔V〕とし、搬送波の振幅及び角周波数を  $A$ 〔V〕及び  $\omega_c$ 〔rad/s〕、変調信号の振幅及び角周波数を  $B$ 〔V〕及び  $\omega_s$ 〔rad/s〕とする。

- (1) FM 波の瞬時角周波数は、電圧を角周波数に変換する係数を  $k_f$ 〔rad/(s・V)〕とすると次式で表される。

$$= \omega_c + \square \text{ア} \times \cos \omega_s t \text{〔rad/s〕} \text{-----}$$

□ア□を、□イ□という。

- (2) FM 波の位相角は、式を  $t$  で積分して得られ、〔rad〕を積分定数とすれば次式で表される。

$$= \int \omega dt = \omega_c t + \square \text{ウ} \times \sin \omega_s t + \text{〔rad〕} \text{-----}$$

□ウ□を、□エ□という。変調信号の振幅が一定で周波数が増加するとき、□エ□は□オ□する。

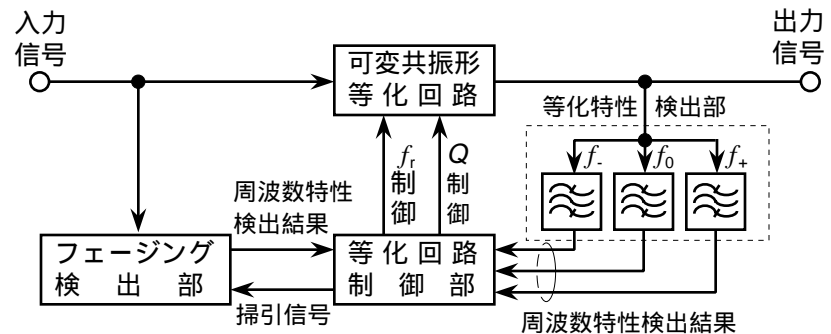
- |             |                        |      |        |             |
|-------------|------------------------|------|--------|-------------|
| 1 $k_f B$   | 2 $\omega_s / (k_f B)$ | 3 減少 | 4 雑音指数 | 5 最大角周波数偏移  |
| 6 $k_f / B$ | 7 $k_f B / \omega_s$   | 8 増加 | 9 変調指数 | 10 占有角周波数帯幅 |

B - 2 次の記述は、振幅変調（AM）用スーパーヘテロダイン受信機の電氣的忠実度の改善方法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 高周波増幅部のトラッキング誤差を小さくする。
- イ 中間周波増幅部の通過帯域幅を狭くし、利得を下げる。
- ウ 検波器を直線検波器から二乗検波器に代える。
- エ 低周波増幅部に直線性の良い増幅素子を用いる。
- オ 電源部のリプル率を小さくする。

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。

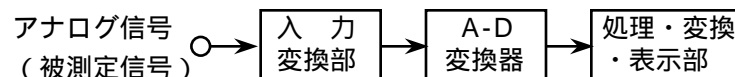
- (1) 選択性フェージングなどによる伝送特性の劣化は、□ア□が大きくなる原因となる。可変共振形自動等化器は、可変共振形等化回路の特性をフェージングで劣化した伝送特性と□イ□になるように等化して、□ウ□の段階で振幅及び遅延周波数特性を補償する。
- (2) フェージング検出部は、入力信号の□エ□を掃引して振幅の減衰量の周波数特性を検出する。また、等化特性検出部は、出力信号の 3 周波数 ( $f_-$ 、 $f_0$ 、 $f_+$ ) の検出レベルから等化後の周波数特性を検出する。
- (3) 等化回路制御部は、両者の検出結果に基づき等化残差が□オ□となるように可変共振形等化回路内の共振回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



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

B - 4 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。

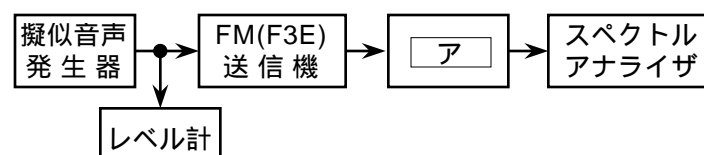
- (1) 入力変換部は、アナログ信号（被測定信号）を増幅するとともに□ア□に変換し、A-D変換器に出力する。A-D変換器は、被測定信号（入力量）と基準量とを比較して得た測定結果を表示部に表示する。
- (2) A-D変換器における被測定信号（入力量）と基準量との比較方式には、間接比較方式と直接比較方式がある。間接比較方式は、入力量を□イ□してその波形の□ウ□を利用する方式であり、直接比較方式は、入力量と基準量とを□エ□で直接比較する方式である。高速な測定に適するのは、□オ□比較方式である。



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

B - 5 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。ただし、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を持つ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□ア□に出力する。スペクトルアナライザ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。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。



- |       |     |           |               |               |
|-------|-----|-----------|---------------|---------------|
| 1 0.5 | 2 和 | 3 擬似雑音発生器 | 4 $f_1 + f_2$ | 5 の 2~3.5 倍程度 |
| 6 2.5 | 7 差 | 8 擬似負荷    | 9 $f_2 - f_1$ | 10 と同程度       |