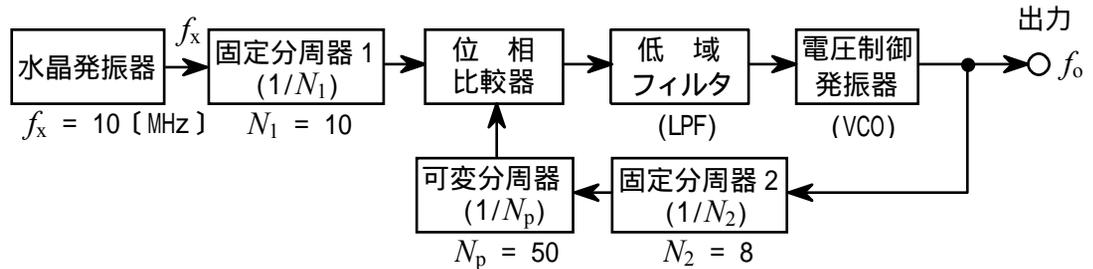


第一級総合無線通信士「無線工学 A」試験問題

25 問 2 時間 30 分

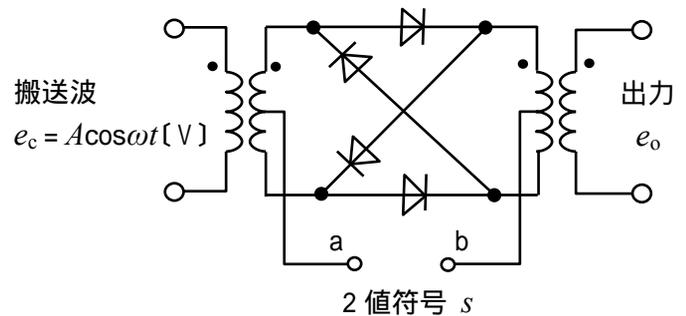
A - 1 図に示す位相同期ループ(PLL)を用いた周波数シンセサイザの原理的な構成例において、出力の周波数 f_o の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、水晶発振器の出力周波数 f_x の値を10 [MHz]、固定分周器1の分周比について N_1 の値を10、固定分周器2の分周比について N_2 の値を8、可変分周器の分周比について N_p の値を50とし、PLLは、位相比較器に加わる二つの入力の周波数が等しくなるように動作するものとする。

- 1 408 [MHz]
- 2 406 [MHz]
- 3 404 [MHz]
- 4 402 [MHz]
- 5 400 [MHz]



A - 2 図に示すリング変調回路を用いたBPSK(2PSK)変調回路の端子 a-b 間に2値符号 s として“1”及び“0”を加えたときの出力 e_o を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、端子 a-b 間に加わるパルス電圧の極性は、 s が“1”のとき端子 a が正、 s が“0”のとき端子 b が正とする。また、搬送波 e_c は、 $e_c = A\cos\omega t$ [V]とし、出力 e_o の振幅の大きさは e_c と同一とする。また、図中のドット“ \cdot ”は、同じ極性を表すものとする。

- | | |
|---|--|
| $s = "1"$
1 $e_o = A\cos 2\omega t$ [V]
2 $e_o = A\cos 3\omega t$ [V]
3 $e_o = A\cos \omega t$ [V]
4 $e_o = A\cos \omega t$ [V]
5 $e_o = A\cos \omega t$ [V] | $s = "0"$
1 $e_o = -A\cos 2\omega t$ [V]
2 $e_o = -A\cos 3\omega t$ [V]
3 $e_o = -A\cos \omega t$ [V]
4 $e_o = -A\cos 2\omega t$ [V]
5 $e_o = -A\cos 3\omega t$ [V] |
|---|--|



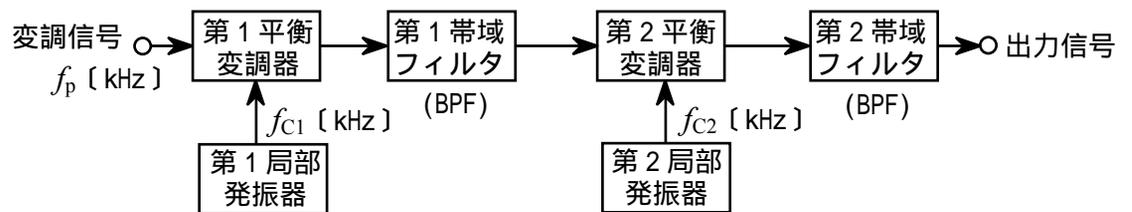
A - 3 次の記述は、送信機において発生することがある高調波の軽減方法について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 送信機の出力側に □ A □ やトラップ回路を挿入する。
- (2) 送信機の出力同調回路の尖鋭度 Q を □ B □ する。
- (3) 終段の電力増幅器をプッシュプル増幅器にし、□ C □ の高調波を抑制する。

	A	B	C
1	LPF(低域フィルタ)	高く	奇数次
2	LPF(低域フィルタ)	高く	偶数次
3	LPF(低域フィルタ)	低く	奇数次
4	HPF(高域フィルタ)	高く	奇数次
5	HPF(高域フィルタ)	低く	偶数次

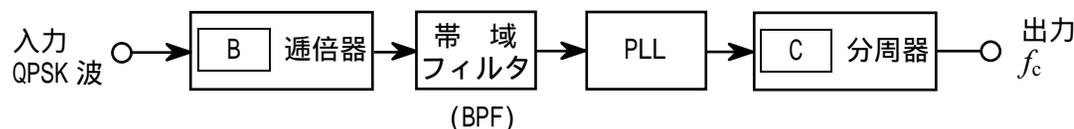
A - 4 図に示すSSB(J3E)送信機の構成例(一部)において、出力信号の周波数成分を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、入力の変調信号の周波数を f_p [kHz]、第1局部発振器及び第2局部発振器の出力の周波数をそれぞれ f_{c1} [kHz] 及び f_{c2} [kHz]とし、 f_p f_{c1} f_{c2} とする。また、第1帯域フィルタ(BPF)及び第2帯域フィルタ(BPF)の通過帯域はいずれも下側波帯のみとする。

- 1 $f_{c2} + f_{c1} + f_p$ [kHz]
- 2 $f_{c2} + f_{c1} - f_p$ [kHz]
- 3 $f_{c2} - f_{c1} + f_p$ [kHz]
- 4 $f_{c2} - 2f_{c1} - f_p$ [kHz]
- 5 $2f_{c2} + f_{c1} + f_p$ [kHz]



A - 5 次の記述は、QPSK(4PSK)波を同期検波するときに必要な基準搬送波再生回路のうち、図に示す構成例による回路について、その原理的な動作を述べたものである。□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。

図の基準搬送波再生回路は、入力のQPSK波の位相が □ A □ [rad] ($n = 0, 1, 2, 3$)変化しても、□ B □ 通倍することにより、基準搬送波となる同相の出力 f_c を得ることができる。

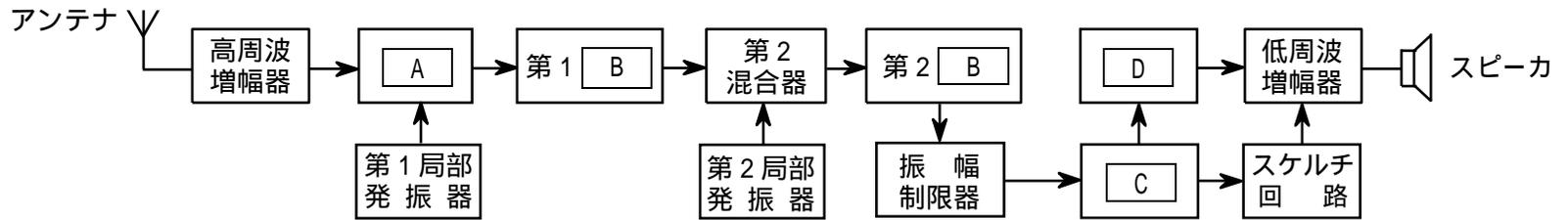


	A	B	C
1	$n\pi/4$	4	1/2
2	$n\pi/4$	8	1/4
3	$n\pi/2$	2	1/4
4	$n\pi/2$	4	1/4
5	$n\pi/2$	4	1/2

A - 6 スーパーヘテロダイン受信機の初段に高周波増幅器を設ける目的や働きに関する次の記述のうち、適切でないものを下の番号から選べ。

- 1 局部発振器の出力の発振周波数を安定化できる。
- 2 2信号(実効)選択度を改善できる。
- 3 受信感度を改善できる。
- 4 映像周波数による妨害を低減できる。
- 5 局部発振器の出力の一部が受信アンテナから輻射されるのを防止できる。

A - 7 図は、FM(F3E)受信機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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。



A	B	C	D
1 第1平衡変調器	中間周波増幅器	スピーチクリッパ	プレンファシス回路
2 第1平衡変調器	高域フィルタ (HPF)	復調器	ディエンファシス回路
3 第1混合器	中間周波増幅器	復調器	プレンファシス回路
4 第1混合器	中間周波増幅器	復調器	ディエンファシス回路
5 第1混合器	高域フィルタ (HPF)	スピーチクリッパ	プレンファシス回路

A - 8 次の記述は、高周波増幅器があるスーパーヘテロダイン受信機の雑音制限感度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) 雑音制限感度とは、受信機の総合利得が十分大きく、かつ信号出力中に内部雑音が見られるとき、規定の□Aを得るのに必要な最小受信入力レベルをいう。
- (2) 内部雑音のレベルは、受信機の□Bで発生する雑音でほぼ決まる。

A	B
1 雑音レベル	検波器
2 雑音レベル	高周波増幅器
3 搬送波レベル	高周波増幅器
4 信号対雑音比(S/N)	検波器
5 信号対雑音比(S/N)	高周波増幅器

A - 9 次の記述は、無停電電源システムなどに用いる据置用鉛蓄電池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、完全充電した状態から、一定電流で放電し、 t 時間で放電終止電圧になるとき、これを t 時間率放電とする。

- 1 充電中は水素ガスを発生するため、火気を避ける。
- 2 理論的には、放電電流が大きくなるほど、端子電圧は高くなる。
- 3 鉛蓄電池を収納するケース又は室内は、適切な換気を行う。
- 4 放電特性では、 t 時間率の t の値が小さいほど放電電流は大きくなるが、放電容量は、 t 時間率の t の値が小さいほど低下する。
- 5 深放電した蓄電池を定電圧充電すると、初期に大電流が流れるので充電電流を制限した定電圧充電(定電流・定電圧充電)とする必要がある。

A - 10 次の記述は、海上安全情報(MSI)を放送する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) 国際ナブテックスは、気象警報及び航行警報などの海上安全情報を提供し、日本近海におけるサービス範囲は、沿岸から約□A海里以内の海域である。
- (2) 国際ナブテックスのサービス範囲より外の海域において、インマルサット衛星のカバレッジ内(北緯70度から南緯70度の範囲)では、インマルサット衛星からのナブテックス形式の放送を□B受信機により受信することができる。
- (3) インマルサット衛星のカバレッジ外(南極及び北極周辺の海域)では、□C帯のJ2B電波により行われているナブテックス形式の放送を利用することができる。

A	B	C
1 300	デジタル選択呼出	HF
2 300	デジタル選択呼出	VHF
3 300	高機能グループ呼出	HF
4 150	デジタル選択呼出	HF
5 150	高機能グループ呼出	VHF

A - 11 パルスレーダーにおいて、送信パルスの尖頭電力が 20 [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 3 [kHz]、パルス幅を 0.15 [μs] とする。

- 1 4.5 [W] 2 9.0 [W] 3 20 [W] 4 45 [W] 5 90 [W]

A - 12 次の記述は、インマルサット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。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

(1) インマルサット C 型無線設備は、□ A □ 方式を用いており、音声通話ができない。

(2) インマルサット F 型無線設備の中のインマルサット

F77 型(Fleet F77)無線設備は、電話、ファクシミリのほか、□ B □ による通信を行うことができる。□ B □ による通信を行う場合の変調方式は、16QAM 方式を用いる。

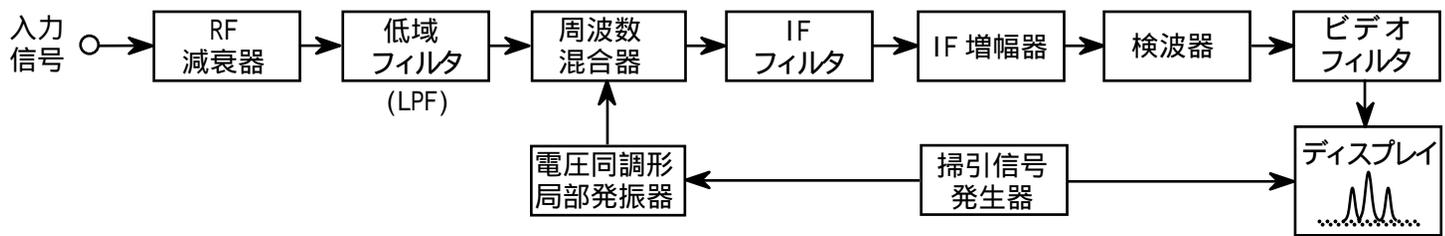
(3) 船舶地球局から衛星を経由して海岸地球局に電話などにより送信される遭難、緊急及び安全呼出しは、□ C □ のオペレータに接続される。

	A	B	C
1	回線交換	テレックス	救助調整本部(RCC)
2	回線交換	高速データ	地上受信局(LUT)
3	蓄積交換	高速データ	救助調整本部(RCC)
4	蓄積交換	テレックス	地上受信局(LUT)
5	蓄積交換	高速データ	地上受信局(LUT)

A - 13 次の記述は、図に示す構成例の測定器における一般的な特徴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) この測定器は、□ A □ である。

(2) この測定器に繰り返し周波数を持つ方形波を入力すると、方形波に含まれる周波数成分の □ B □ が観測できる。



A

- 1 アナログ型のオシロスコープ
- 2 アナログ型のオシロスコープ
- 3 ネットワークアナライザ
- 4 スーパーヘテロダイン方式によるアナログ型のスペクトルアナライザ
- 5 スーパーヘテロダイン方式によるアナログ型のスペクトルアナライザ

B

- 1 位相、振幅及び周波数
- 2 振幅及び周波数
- 3 振幅及び周波数
- 4 位相、振幅及び周波数
- 5 振幅及び周波数

A - 14 次の記述は、図に示す受信機の 2 信号選択度特性の測定に用いられる整合回路の整合条件について述べたものである。

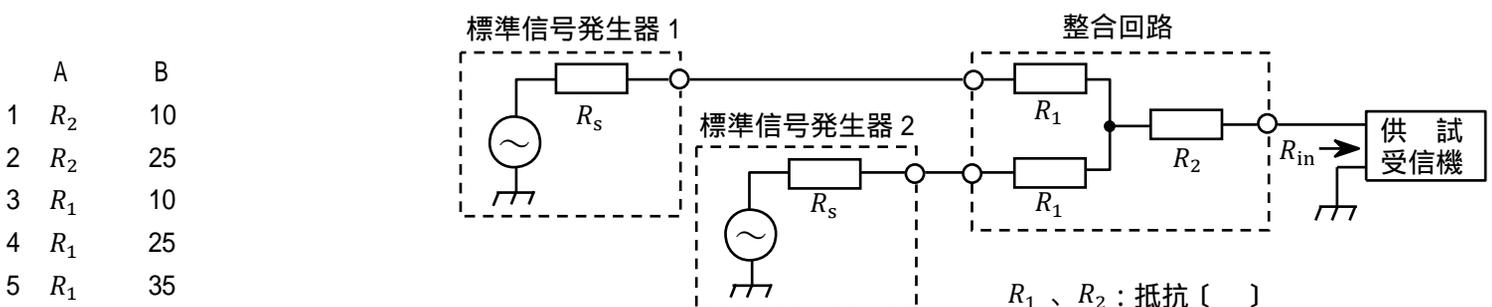
□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、標準信号発生器 1 及び標準信号発生器 2 の内部抵抗は、いずれも R_s []、供試受信機の入力インピーダンスは R_{in} [] とする。

整合したとき、標準信号発生器 1 及び標準信号発生器 2 から整合回路側を見たインピーダンスは、それぞれの内部抵抗 R_s [] に等しく、また、供試受信機から整合回路側を見たインピーダンスは、 R_{in} [] に等しいので、次式が成り立つ。

$$R_s = R_1 + \frac{(R_1 + R_s)(R_2 + R_{in})}{R_1 + R_2 + R_s + R_{in}} \quad \dots\dots \quad R_{in} = \boxed{A} + \frac{R_1 + R_s}{2} \quad \dots\dots$$

式及びを解くことにより、 R_1 及び R_2 の値を求めることができる。

R_s 、 R_{in} がそれぞれ 50 []、75 [] のとき、 R_1 の値は □ B □ []、 R_2 の値は、45 [] である。

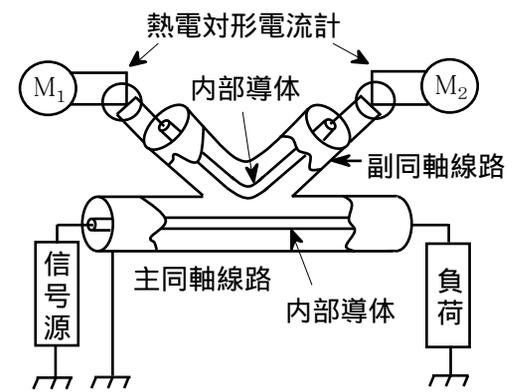


- | | A | B |
|---|-------|----|
| 1 | R_2 | 10 |
| 2 | R_2 | 25 |
| 3 | R_1 | 10 |
| 4 | R_1 | 25 |
| 5 | R_1 | 35 |

R_1 、 R_2 : 抵抗 []

A - 15 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。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

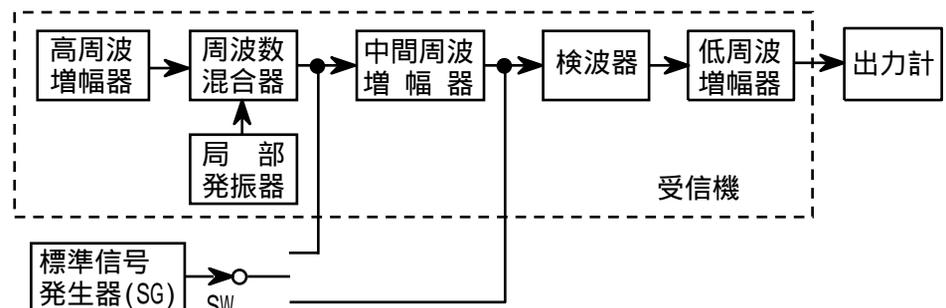
- 1 副同軸線路には、その内部導体と主同軸線路の内部導体との間の静電容量によって主同軸線路の電圧に比例する電流が流れる。
- 2 副同軸線路には、その内部導体と主同軸線路の内部導体との間の相互インダクタンスによって、主同軸線路に流れる電流に比例する電流が流れる。
- 3 CM 形電力計は、通過形高周波電力計の一種である。
- 4 CM 形電力計を構成する素子などが電氣的に一定の条件を満足するようにしてあれば、熱電対形電流計の指示は、熱電対形電流計の熱線に流れる電流の 3 乗に比例する。
- 5 CM 形電力計の電流計の指示値から負荷への入射波電力及び負荷からの反射波電力の測定ができる。



A - 16 次の記述は、図に示す構成例を用いた AM(A3E) スーパーヘテロダイン受信機の間周波増幅器の利得の測定法について、測定値を例示し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、1[μV]を 0[dBμV] とする。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 側に接続し、標準信号発生器(SG)の周波数を中間周波数に正しく合わせ、所定の変調(例えば変調信号周波数 1,000 [Hz]、変調度 30 [%])をかけた振幅変調波を中間周波増幅器に加える。このとき受信機の高周波増幅器は無入力とし、自動利得調整(AGC)回路を □ A □ にしておく。
- (2) 低周波増幅器の出力電圧を出力計で測定し、所定の値(例えば規定出力)になるよう低周波増幅器の音量調節器を調整する。このときの □ B □ の出力電圧の値は、40 [dBμV] であった。
- (3) 次に、SW を 側に切り替え、SG の出力を検波器に加えると、低周波増幅器の出力電圧は減少するので、□ B □ の出力電圧を調整して低周波増幅器の出力電圧が(2)と同じ値になるようにする。このときの □ B □ の出力電圧の値は、120 [dBμV] であった。よって、中間周波増幅器の利得 G の値は、□ C □ [dB] である。

A	B	C
1 接(ON)	SG	160
2 接(ON)	局部発振器	80
3 断(OFF)	SG	80
4 断(OFF)	SG	160
5 断(OFF)	局部発振器	80



A - 17 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) 最大周波数偏移は、モノラル放送 □ A □ 。 | A | B | C |
| (2) 主チャンネル信号と副チャンネル信号を □ B □ に送信している。 | 1 同じである | 交互 | 周波数変調 |
| (3) 副チャンネル信号は、左(L)信号と右(R)信号との差(L-R)の信号で 38 [kHz] の副搬送波を □ C □ したものである。 | 2 同じである | 同時 | 搬送波抑圧振幅変調 |
| | 3 よりも大きい | 交互 | 周波数変調 |
| | 4 よりも大きい | 同時 | 周波数変調 |
| | 5 よりも大きい | 交互 | 搬送波抑圧振幅変調 |

A - 18 次の記述は、航空用 DME(距離測定装置)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) トランスポンダ(地上 DME)は、インタロゲータ(機上 DME)から送信された質問信号を受信すると、□ A □ 応答信号を送信し、インタロゲータは、質問信号の送信から応答信号の受信までの時間を測定して、航空機と地上 DME との距離を求める。応答信号には、質問信号と □ B □ 周波数が用いられる。 | A | B | C |
| (2) トランスポンダは、複数の航空機からの質問信号に対し応答信号を送信する。このため、インタロゲータは、質問信号の発射間隔を □ C □ にし、自機の質問信号に対する応答信号のみを安定に同期受信できるようにしている。 | 1 自動的に | 異なる | 不規則 |
| | 2 自動的に | 異なる | 規則的 |
| | 3 自動的に | 同じ | 規則的 |
| | 4 手動で | 同じ | 不規則 |
| | 5 手動で | 異なる | 規則的 |

A - 19 次の記述は、直接拡散(DS)を用いたスペクトル拡散通信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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- | | | | |
|--|-------------|-------|-------|
| (1) 情報を含んだ信号をより広い周波数帯に拡散するため、□A□符号を使用する。 | A | B | C |
| (2) 通信の内容が第三者に漏えいしにくく、かつ、信号の存在を検知□B□。 | 1 擬似雑音(PN) | されにくい | 符号分割 |
| (3) 通信チャンネルごとに異なる□A□符号を用いることにより、□C□多元接続ができる。 | 2 擬似雑音(PN) | されにくい | 周波数分割 |
| | 3 擬似雑音(PN) | されやすい | 符号分割 |
| | 4 巡回冗長(CRC) | されにくい | 符号分割 |
| | 5 巡回冗長(CRC) | されやすい | 周波数分割 |

A - 20 次の記述は、パルス符号変調(PCM)方式における量子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。

- | | | | |
|---|-------|-----|-----|
| (1) 一般に量子化とは、□A□によってアナログ信号波形から一定周期ごとに取り出した振幅値を代表値に置き換えることである。 | A | B | C |
| (2) (1)の代表値は、アナログ信号波形の電圧値が取り得る連続な領域を所定の幅(量子化ステップ)ごとに区切り、各領域をそれぞれ□B□の値で表す。 | 1 標本化 | 複数個 | 128 |
| (3) 量子化誤差を小さくするには、量子化ステップの幅を狭くすればよい。8ビットの2進符号で符号化するには、最大ステップ数は□C□である。 | 2 標本化 | 1個 | 256 |
| | 3 符号化 | 複数個 | 256 |
| | 4 符号化 | 1個 | 256 |
| | 5 符号化 | 1個 | 128 |

B - 1 次の記述は、搬送波零位法による周波数変調(FM)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) 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□ア□を用いて表され、このうち搬送波の振幅は、零次の□ア□ $J_0(m_f)$ 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□イ□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□ウ□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□エ□。
- (3) 搬送波の振幅が□イ□になる度に、 m_f の値に対するレベル計の値(入力信号電圧)を測定する。周波数偏移 f_d は、 m_f 及び f_m の値を用いて、 $f_d =$ □オ□ であるので、測定値から信号入力対周波数偏移の特性を求めることができ、搬送波の振幅が□イ□となる時だけでなく、途中の振幅でも計算値から周波数偏移を知ることができる。

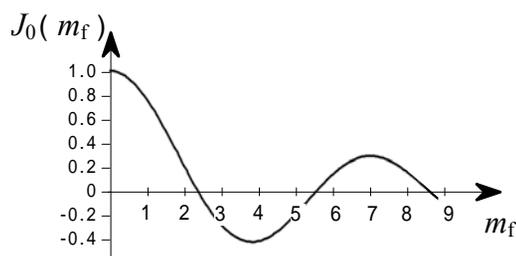


図1

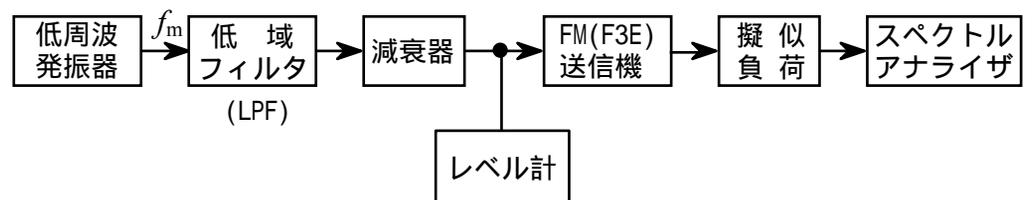


図2

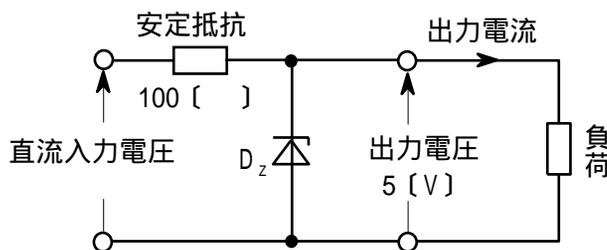
- | | | | | |
|----------|------|-------|-------|---------------|
| 1 ベッセル関数 | 2 零 | 3 周波数 | 4 狭まる | 5 f_m / m_f |
| 6 フーリエ級数 | 7 最大 | 8 振幅 | 9 広がる | 10 $m_f f_m$ |

B - 2 次の記述は、スーパーヘテロダイン方式FM(F3E)受信機の感度抑圧効果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 感度抑圧効果は、希望波信号に近接した強いレベルの妨害波が加わると、受信機の感度が抑圧される現象である。
- イ 感度抑圧効果は、受信機の高周波増幅部あるいは周波数変換部の回路が、妨害波によって飽和状態になるために生ずる。
- ウ 感度抑圧効果を軽減するには、高周波増幅部の利得を規定の信号対雑音比(S/N)が得られる範囲で高くする方法がある。
- エ 妨害波の許容限界入力レベルは、希望波信号の入力レベルが一定の場合、希望波信号と妨害波信号との周波数差が大きいほど低くなる。
- オ 感度抑圧効果による妨害の程度は、妨害波が希望波の近傍にあって変調されているときは無変調の場合よりも大きくなることもある。

B-3 次の記述は、図に示す定電圧回路の動作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、ツェナーダイオード D_z のツェナー電圧及び許容電流をそれぞれ 5 [V] 及び 200 [mA]、安定抵抗を 100 [] とし、定電圧回路の出力電圧を 5 [V]、最大出力電流を 100 [mA] とする。また、ツェナーダイオード D_z は理想的に動作するものとする。

- (1) D_z が、定電圧特性を示すためには、 D_z の □ア に電流が流れる必要がある。負荷に最大出力電流 100 [mA] が流れるとき、安定抵抗を流れる電流による電圧降下は 10 [V] より □イ 。よって、直流入力電圧は □ウ でなければならない。
- (2) また、無負荷のとき、安定抵抗を流れる電流は、すべて D_z を流れる。 D_z が破損しないためには、安定抵抗を流れる電流は D_z の許容電流以下でなければならない、その電圧降下は □エ となる。よって、直流入力電圧は □オ でなければならない。



- | | | | | |
|-----------|-------|--------------|-------------|--------------|
| 1 順バイアス方向 | 2 大きい | 3 15 [V] より小 | 4 20 [V] 以下 | 5 35 [V] 以下 |
| 6 逆バイアス方向 | 7 小さい | 8 15 [V] より大 | 9 30 [V] 以下 | 10 25 [V] 以下 |

B-4 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、複数の搬送波をその周波数帯域が互いに重ならないように □ア 軸上に配置する方式である。
- (2) FDMA 方式は、相互変調積などの影響を軽減するためバックオフを大きくし、中継器の電力増幅器の動作点を □イ に近づけるとともに、相互変調波による干渉を避けるため通信路の配置にも工夫が必要である。
- (3) TDMA 方式は、□ウ を分割して各地球局に割り当てる方式である。
- (4) TDMA 方式は、隣接する通信路間の衝突が生じないように □エ を設ける。
- (5) CDMA 方式は、中継器の同一の周波数帯域を多数の地球局が □オ 使っても共用でき、それぞれ独立に通信を行う。

- | | | | | |
|--------|---------|------|----------|----------|
| 1 周波数 | 2 位相 | 3 時間 | 4 ガードタイム | 5 ガードバンド |
| 6 線形領域 | 7 非線形領域 | 8 振幅 | 9 同時に | 10 交互に |

B-5 次の記述は、オシロスコープ法による AM(A3E)送信機の変調度の測定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) 図1の構成例において、送信機の変調入力を □ア 波として、その周波数及びレベルが規定の値となるように低周波発振器の出力電圧等を調整し、送信機から振幅変調波を出力する。
- (2) 次に、適当な強度の振幅変調波を測定用負荷を介してオシロスコープの □イ 軸に加え、オシロスコープの掃引周波数及び □ウ を調整すると、図 □エ に示すような波形が表示される。
この波形の b と a の比 (b/a) の値が $1/4$ のときの振幅変調波の変調度は、□オ である。

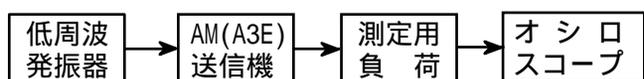


図1

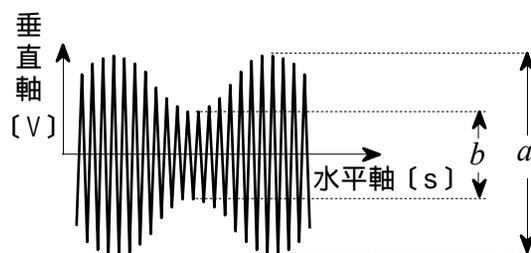


図2

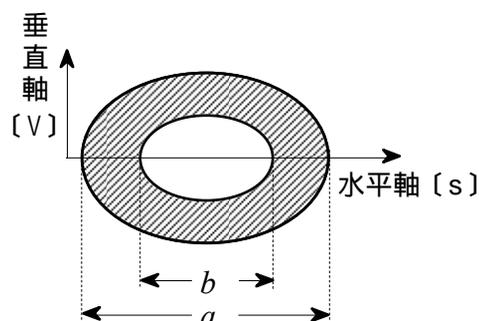


図3

- | | | | | |
|--------|------|---------|-----|-----------|
| 1 正弦 | 2 垂直 | 3 中心周波数 | 4 3 | 5 60 [%] |
| 6 のこぎり | 7 水平 | 8 同期 | 9 2 | 10 40 [%] |