

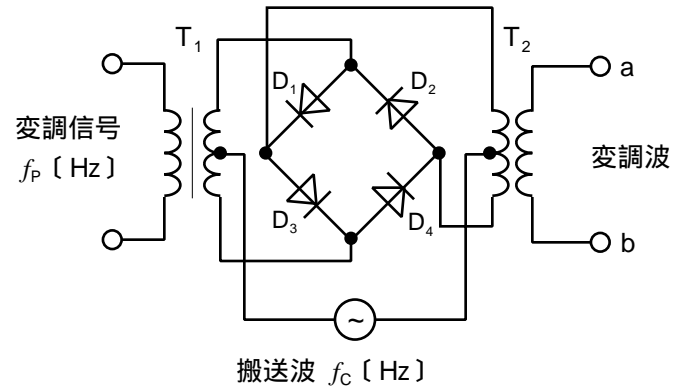
XA109

第一級海上無線通信士「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 図に示すリング変調器を用いて搬送波を変調したとき、端子 ab に出力される変調波の周波数成分(高調波成分は除く。)として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、搬送波の周波数を f_c [Hz]、変調信号の周波数を f_p [Hz] とし、リング変調器は理想的に動作するものとする。



- 1 $f_c \pm f_p$
- 2 $f_c \pm 2f_p$
- 3 f_c 及び $f_c \pm f_p$
- 4 f_c 及び $f_c \pm 2f_p$
- 5 f_p 及び f_c 並びに $f_c \pm f_p$

A - 2 変調信号の周波数が 3 [kHz]、変調指数が 7 のときの周波数変調 (F3E) 波の占有周波数帯幅の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

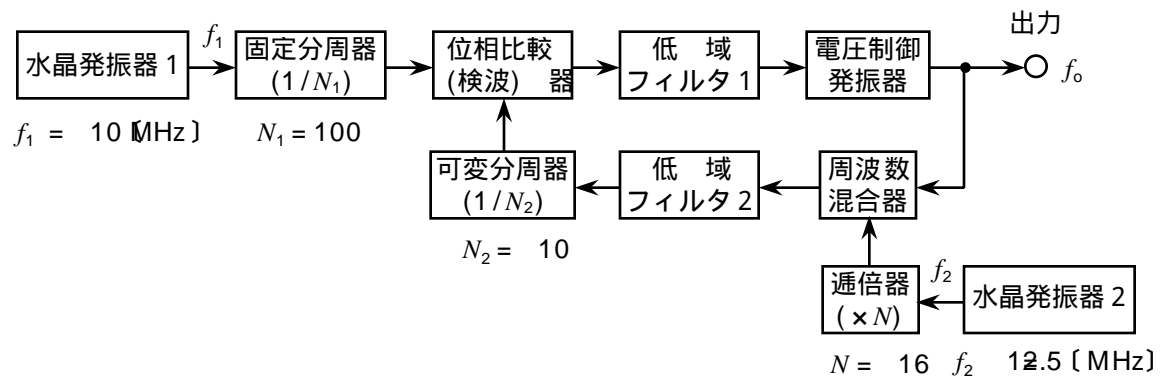
- 1 18 [kHz]
- 2 36 [kHz]
- 3 48 [kHz]
- 4 54 [kHz]
- 5 72 [kHz]

A - 3 次の記述は、デジタル通信に用いられる多相位相変調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。

	A	B	C
(1) QPSK (4PSK) 波は、BPSK (2PSK) 波に比べ 2 倍のビットレートを有し、必要な周波数の帯域幅は □ A □ である。	1 同じ	加算	4
(2) QPSK 波は、二つの直交する BPSK 波を □ B □ することによって得られる。	2 同じ	掛け算	4
(3) 8PSK 波の各位相は、□ C □ ビットのデジタルデータに対応している。	3 同じ	加算	3
	4 2 倍	掛け算	3
	5 2 倍	加算	4

A - 4 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 1 の出力周波数 f_1 の値を 10 [MHz]、水晶発振器 2 の出力周波数 f_2 の値を 12.5 [MHz]、固定分周器の分周比 N_1 の値を 100、可変分周器の分周比 N_2 の値を 10、逡倍器の逡倍数 N の値を 16 とし、位相比較 (検波) 器に加わる二つの入力の周波数はそれぞれ等しく、 f_o の値は逡倍器の出力の周波数より高いものとする。

- 1 199.0 [MHz]
- 2 199.5 [MHz]
- 3 200.0 [MHz]
- 4 200.5 [MHz]
- 5 201.0 [MHz]



A - 5 FM (F3E) 受信機において、受信波の変調信号の周波数が 3 [kHz]、変調指数が 5 のとき、1 [W] の出力電力が得られた。同じ受信機において、変調信号の周波数が同じで変調指数が 10 のときの出力電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 0.25 [W]
- 2 0.5 [W]
- 3 1.0 [W]
- 4 2.0 [W]
- 5 4.0 [W]

A - 6 次の記述は、図に示す直線検波器に振幅変調波 $e = E(1+m\cos pt)\cos t$ [V] を加えたときの検波効率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、搬送波の振幅を E [V]、変調度を $m \times 100$ [%]、搬送波及び信号波(変調信号)の角周波数をそれぞれ ω [rad/s] 及び p [rad/s]、抵抗を R [Ω]、コンデンサの静電容量を C [F]、 $(1/CR) \ll p$ とする。

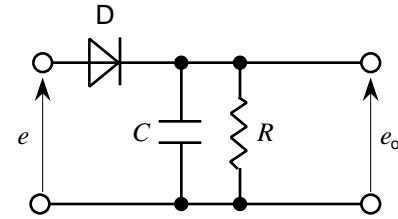
(1) 直線検波器の出力 e_o は次式で表される。ただし、 E_d [V] は直流電圧で、 e_o の平均電圧に等しい。

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

(2) 検波効率は、□B を E と m との積 mE で割った値であるから、次式で表される。

$$= \square C \text{ -----}$$

- | | | |
|---------------------|--------------|------------|
| A | B | C |
| 1 $E_d(1+m\cos pt)$ | e_o の平均電圧 | E_d/E |
| 2 $E_d(1+m\cos pt)$ | 復調した信号波電圧の振幅 | E_d/E |
| 3 $E_d(1+m\cos pt)$ | e_o の平均電圧 | $(mE)/E_d$ |
| 4 $mE_d\cos pt$ | 復調した信号波電圧の振幅 | E/E_d |
| 5 $mE_d\cos pt$ | e_o の平均電圧 | $E_d/(mE)$ |

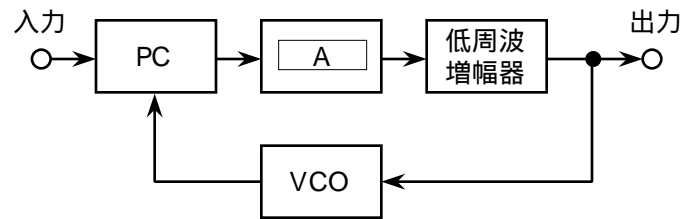


D : ダイオード

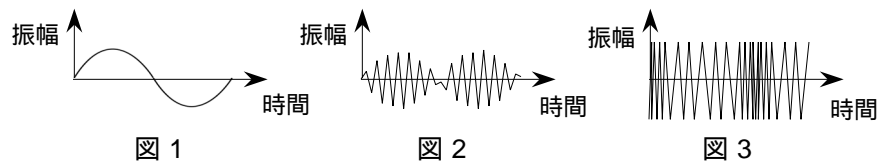
A - 7 次の記述は、図に示す FM (F3E) 受信機に用いられる位相同期ループ (PLL) 検波器の構成例について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

(1) PLL 検波器は、位相検出(比較)器(C)、□A、低周波増幅器及び電圧制御発振器(VCO) で構成される。

(2) 周波数変調波が入力されたとき、この検波器は □B のような波形を出力する。ただし、周波数変調波は、単一正弦波で変調されているものとし、搬送波の周波数と VCO の自走周波数は、同一とする。



- | | |
|---------------|-----|
| A | B |
| 1 低域フィルタ(LPF) | 図 1 |
| 2 低域フィルタ(LPF) | 図 2 |
| 3 低域フィルタ(LPF) | 図 3 |
| 4 高域フィルタ(HPF) | 図 1 |
| 5 高域フィルタ(HPF) | 図 2 |



A - 8 抵抗 R [Ω] から取り出し得る熱雑音の最大電力(有能雑音電力)が P_A [W] のとき、同じ温度の抵抗 $2R$ [Ω] から取り出し得る有能雑音電力の大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $P_A/4$ [W] 2 $P_A/2$ [W] 3 P_A [W] 4 $2P_A$ [W] 5 $4P_A$ [W]

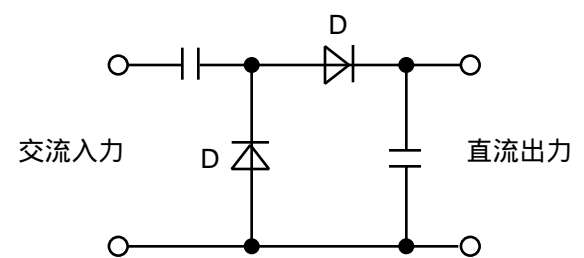
A - 9 次の記述は、図に示す整流回路について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

(1) 回路は、□A 倍電圧整流回路である。

(2) 無負荷のとき、直流出力電圧の最大値は、交流入力電圧の最大値の約 □B 倍である。

(3) リプルの基本周波数は、交流入力の周波数と □C 。

- | | | |
|------|------------|-----|
| A | B | C |
| 1 全波 | $\sqrt{2}$ | 等しい |
| 2 全波 | 2 | 異なる |
| 3 半波 | $\sqrt{2}$ | 等しい |
| 4 半波 | 2 | 等しい |
| 5 半波 | $\sqrt{2}$ | 異なる |



D : ダイオード

A - 10 電圧変動率が 20 [%] の電源の定格電圧の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、負荷電流が零（無負荷）のときの電圧を 6.0 [V] とする。

- 1 4.8 [V] 2 5.0 [V] 3 5.2 [V] 4 5.5 [V] 5 7.2 [V]

A - 11 パルスレーダーの送信パルス幅が 0.2 [μs] のときの距離分解能の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、距離分解能は、同一方位にある二つの物標を分離して確認できる最小距離差をいい、二つの物標からの反射波のレベルは同一とする。

- 1 3 [m] 2 6 [m] 3 15 [m] 4 30 [m] 5 60 [m]

A - 12 次の記述は、狭帯域直接印刷電信（NBPD）の誤り訂正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 ARQ 方式は、受信側で誤りを検出したとき、受信側が送信側に再送信を要求する。
- 2 ARQ 方式は、送信側と受信側との同期が不要である。
- 3 ARQ 方式は、複数の受信局に同時に送信するときに用いることができない。
- 4 FEC 方式は、送信側では一つの文字を所定の時間間隔で 2 回ずつ送信し、受信側では 2 回送られた各文字ごとに誤り検出を行う。
- 5 FEC 方式には、複数局に一齐に放送する CFEC と、選択呼出し機能を用いて特定の複数局に対して同時に送信する SFEC がある。

A - 13 次の記述は、インマルサット船舶地球局のインマルサット C 型の無線設備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。

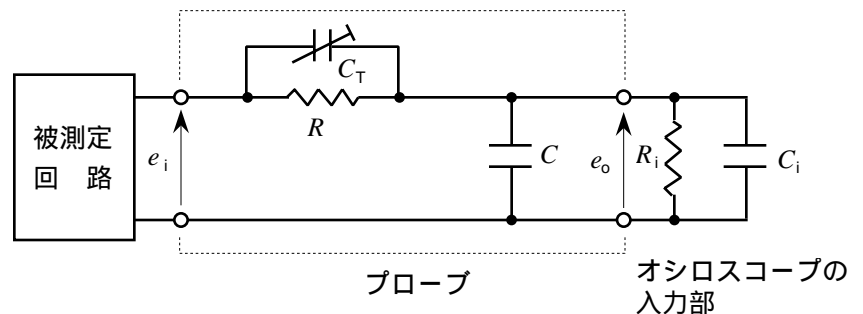
	A	B	C
(1) 小型の □ A □ アンテナが用いられており、小型船舶への搭載が可能である。	1 指向性	回線交換	低速のデータ
(2) 通信には、 □ B □ 方式が用いられており、 □ C □ の伝送が可能である。	2 指向性	蓄積転送	音声信号
	3 無指向性	回線交換	低速のデータ
	4 無指向性	蓄積転送	低速のデータ
	5 無指向性	回線交換	音声信号

A - 14 次の記述は、図に示すオシロスコープの入力部と被測定回路を接続するプローブ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。また、オシロスコープの入力部は抵抗 R_i [Ω] 及びコンデンサ C_i [F] で構成され、プローブは、抵抗 R [Ω]、可変容量 C_T [F] 及び線路の静電容量 C [F] で構成されるものとする。

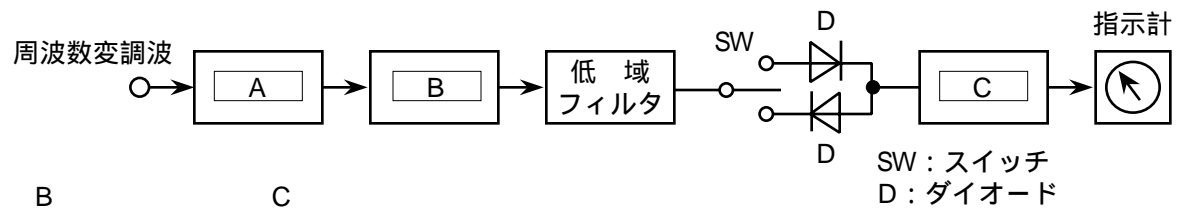
- (1) オシロスコープの入力部と被測定回路とを同軸線路などで接続するとき、周波数特性が平坦でないと □ A □ が生ずるので、これを防ぐためプローブを用いる。
- (2) プローブの入力信号 e_i [V] の角周波数が [rad/s] のとき、プローブの出力信号 e_o [V] と e_i との比 e_o/e_i は、次式で表される。□ A □ が生じないためには、 e_o/e_i の値が と無関係になればよいので、□ B □ になるように C_T を調整する。

$$\frac{e_o}{e_i} = \frac{R_i}{R \frac{1+j(C+C_i)R_i}{1+jC_T R} + R_i}$$

- | | |
|----------|----------------------|
| A | B |
| 1 波形ひずみ | $(C+C_i)R_i = C_T R$ |
| 2 波形ひずみ | $(C+C_i)R_i < C_T R$ |
| 3 フリッカ雑音 | $(C+C_i)R_i = C_T R$ |
| 4 ショット雑音 | $(C+C_i)R_i = C_T R$ |
| 5 ショット雑音 | $(C+C_i)R_i < C_T R$ |



A - 15 図は、周波数変調（F3E）波の周波数偏移を測定する周波数偏移計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。

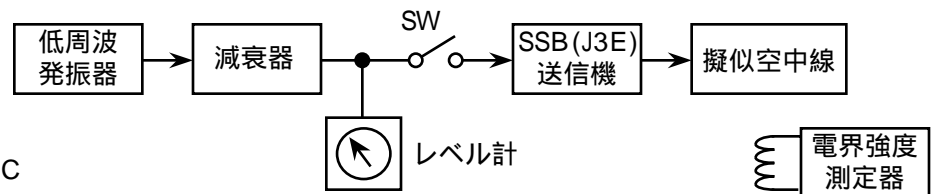


- | A | B | C |
|----------|--------|--------|
| 1 周波数弁別器 | リミタ回路 | ピーク検出器 |
| 2 周波数弁別器 | ピーク検出器 | リミタ回路 |
| 3 ピーク検出器 | 周波数弁別器 | リミタ回路 |
| 4 リミタ回路 | ピーク検出器 | 周波数弁別器 |
| 5 リミタ回路 | 周波数弁別器 | ピーク検出器 |

A - 16 次の記述は、図に示す構成例を用いたSSB（J3E）送信機の搬送波電力減衰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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、1 [μV] を 0 [dBμ] とする。

- 送信機を動作状態とし、スイッチ SW を断（OFF）にして擬似空中線からの漏れ電界強度を電界強度測定器により測定したときの値を E_1 [dBμ] とする。このときの電界は、送信機から出力された □ A □ のみの電界である。
- 次に、SW を接（ON）にし、低周波発振器の発振周波数を所定の値（例えば 500 [Hz]）に設定して、送信機の出力が □ B □ になるようレベル計で確認しながら減衰器を調節する。このときの擬似空中線からの漏れ電界強度を電界強度測定器により測定したときの値を E_2 [dBμ] とすると、無変調時の搬送波電力減衰比 A_C は次式より求められる。

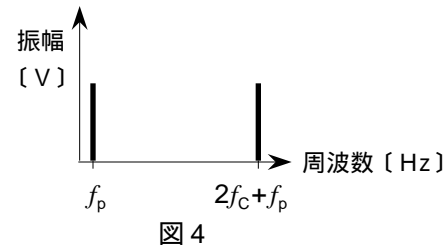
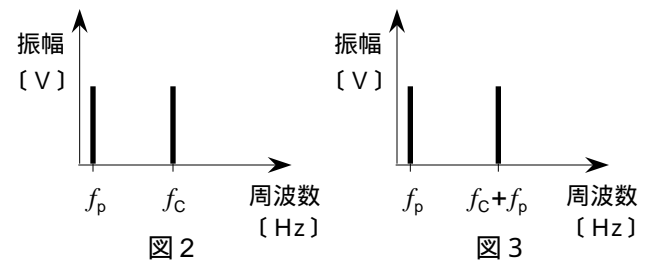
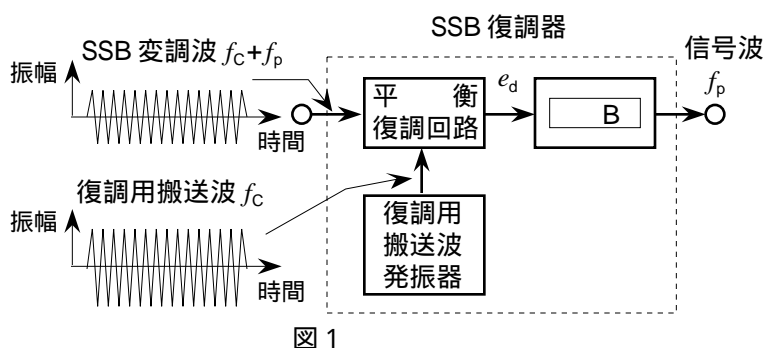
$$A_C = \square C \text{ [dB]}$$



- | A | B | C |
|--------|----------|-------------|
| 1 搬送波 | 規定の飽和レベル | $E_1 - E_2$ |
| 2 搬送波 | 零 | $E_1 - E_2$ |
| 3 搬送波 | 規定の飽和レベル | $E_1 + E_2$ |
| 4 変調信号 | 零 | $E_1 + E_2$ |
| 5 変調信号 | 規定の飽和レベル | $E_1 - E_2$ |

A - 17 次の記述は、図1に示すSSB（J3E）復調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。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、SSB変調波の周波数を $f_c + f_p$ [Hz] とし、信号波の周波数を f_p [Hz]、搬送波及び復調搬送波の周波数を f_c [Hz] とする。

- 平衡復調回路の出力 e_d [V] のスペクトルを表す図として適正なものは、□ A □ である。
- e_d を □ B □ に通して f_p [Hz] の信号波を得る。



- | A | B |
|------|--------|
| 1 図2 | 低域フィルタ |
| 2 図3 | 高域フィルタ |
| 3 図3 | 低域フィルタ |
| 4 図4 | 高域フィルタ |
| 5 図4 | 低域フィルタ |

A - 18 次の記述は、船舶用パルスレーダーの受信機に用いる FTC 回路及び STC 回路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 FTC 回路は、雨や雪からの反射波による妨害を軽減するために用いる。
- 2 FTC 回路は、距離方向に広範にわたり、ほぼ一様に観測される妨害を軽減する効果がある。
- 3 FTC 回路は、受信信号を積分し、クリップ回路などにより所定のレベル以下の成分を除去する。
- 4 STC 回路は、海面反射波による妨害を軽減するために用いる。
- 5 STC 回路は、レーダーに近い距離にある物標からの反射波に対する受信機の感度を低くするために用いる。

A - 19 次の記述は、デジタル選択呼出し装置 (DSC) 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) 使用周波数帯は、中波 (MF)、短波 (HF) 及び超短波 (VHF) 帯であり、信号伝送速度は、MF 及び HF 帯では □ A [b/s]、また、VHF 帯では 1,200 [b/s] である。 | A | B | C |
| (2) 通信を行うとき、送信側と受信側とが同期をとる必要が □ B 。 | 1 100 | ない | 特定 |
| (3) 遭難警報は、使用する電波の伝搬範囲内に存在する □ C の船舶局及び海岸局に対して行われる。 | 2 100 | ある | すべて |
| | 3 100 | ない | すべて |
| | 4 300 | ある | 特定 |
| | 5 300 | ない | すべて |

A - 20 次の記述は、高機能グループ呼出 (EGC) 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 海岸地球局から EGC 受信機に対して海上安全情報 (MSI) を放送するシステムである。
- 2 EGC 受信機を搭載する船舶に対して、全船舶あて、特定のグループの船舶あて及び特定の海域の船舶あてに放送することができる。
- 3 海岸地球局から EGC 受信機に対して放送衛星 (BS) を経由して放送する。
- 4 放送される情報のフォーマットは、国際ナビテックス (NAVTEX) システムと同じである。
- 5 海岸地球局からの遭難警報を EGC 受信機で受信したとき、自動的に音響警報を鳴らすことができる。

B - 1 次の記述は、AM (A3E) 送信機の変調度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) 図 1 の構成例において、□ ア の指示を確認しながら低周波発振器の出力を減衰器で調整し、送信機の入力レベルが規定の値となるようにして振幅変調波を出力する。
- (2) 次に、結合用同調回路を用いて送信機の出力を適当な強度で受信し、その出力をオシロスコープの □ イ 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、□ 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。

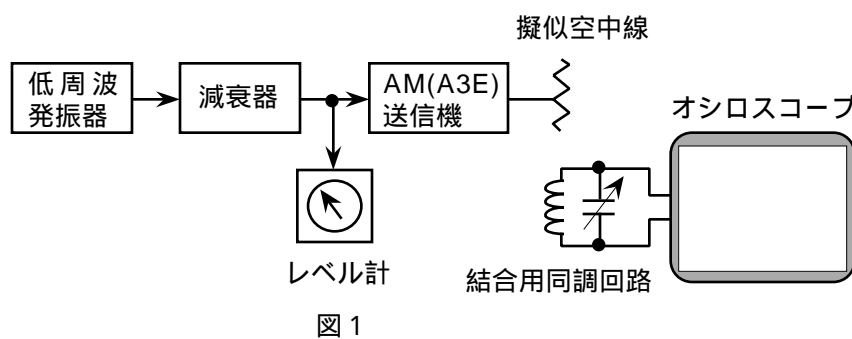


図 1

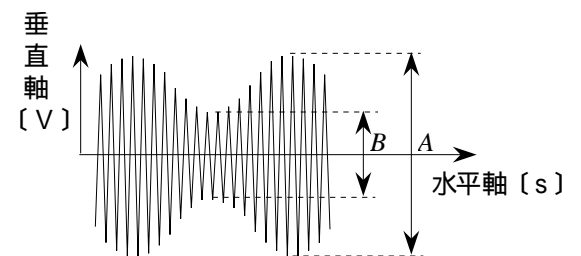


図 2

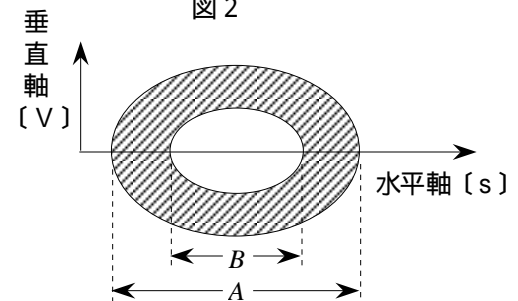


図 3

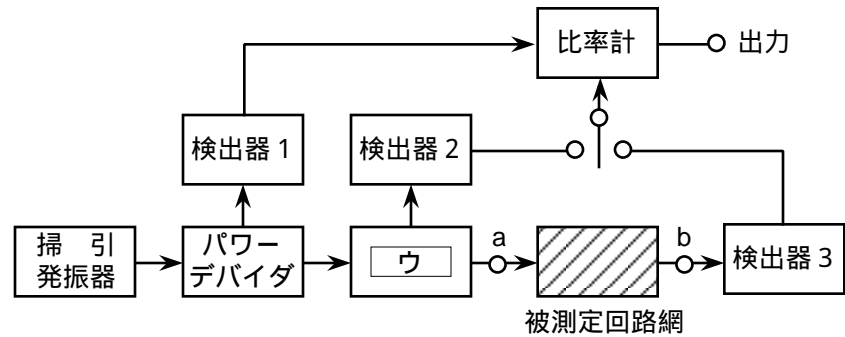
- | | | | | |
|------|-------|------|-------|-----------|
| 1 利得 | 2 垂直軸 | 3 40 | 4 図 2 | 5 オシロスコープ |
| 6 同期 | 7 水平軸 | 8 60 | 9 図 3 | 10 レベル計 |

B - 2 次の記述は、図に示すマイクロ波の回路網の特性を測定するために用いられるスカラーネットワークアナライザ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。ただし、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

(1) スカラー量を測定するので、検出器 1、検出器 2 及び検出器 3 には、それぞれ熱形又はダイオード形な□センサを用いる。

(2) パワーデバイダ及び検出器 1 は、被測定回路網の端子 a における入射波の電力に□イする値を検出し、□ウ及び検出器 2 は、端子 a における反射波の電力に□イする値を検出する。また、検出器 3 は、端子 b における被測定回路網からの電力に□イする値を検出する。

(3) 比率計は、各検出器の□エから回路網の□オ及び透過係数の絶対値(大きさ)を求め、出力する。



- | | | | | |
|------|--------|-------|--------|-----------|
| 1 電圧 | 2 出力の和 | 3 比例 | 4 反射係数 | 5 パワーデバイダ |
| 6 電力 | 7 出力の比 | 8 反比例 | 9 結合係数 | 10 方向性結合器 |

B - 3 次の記述は、送信機の電力増幅段などで生ずることのある相互変調積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、数式の記号「~」は、値の大きい方から小さい方の差をとることを表す。

(1) 複数の周波数の搬送波を同時に増幅するとき、電力増幅段が□アを行うと、各搬送波による相互変調積が生じ、波形ひずみなどの原因となる。一般に、□アを行う回路の入力 x に対する出力 y の関係は、次式で表される。

ただし、 a_1, a_2, a_3, \dots は、それぞれ定数とする。

$$y = \square \text{イ} \dots\dots\dots$$

(2) x が近接した二つの周波数成分 f_1 [Hz] 及び f_2 [Hz] から成るとき、式 の 2 次の項に表れる周波数成分は、直流、 $2f_1$ 、 $2f_2$ 、□ウであり、これらの成分は、 f_1 及び f_2 と十分離れていることが多く、フィルタを用いて除去することができる。

(3) また、式 の □エ の項に表れる周波数成分は、 $f_1, f_2, 3f_1, 3f_2, 2f_1 + f_2, 2f_2 + f_1, 2f_1 - f_2$ 及び $2f_2 - f_1$ であり、これらの成分のうち、□オは、 f_1 及び f_2 と近接していることが多く、フィルタを用いて除去することが難しいため、他の方法により除去する必要がある。

- | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|------|---------|---------------------------------------|
| 1 $2f_1 + f_2$ 及び $2f_2 + f_1$ | 2 $a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + \dots$ | 3 3次 | 4 直線動作 | 5 $f_1 + f_2$ 及び $f_1 - f_2$ |
| 6 $2f_1 - f_2$ 及び $2f_2 - f_1$ | 7 $a_1x^2 + a_2x^3 + a_3x^4 + \dots$ | 8 4次 | 9 非直線動作 | 10 $f_1 \times f_2$ 及び $f_1 \div f_2$ |

B - 4 次の記述は、衛星通信における地球局の送信装置の大電力増幅器 (HPA) など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) クライストロンは、通常、複数の空洞を持つ □ア が増幅に用いられる。空洞を電子流 (ビーム) が通過するとき、入力された電磁波によって速度が変化し、次の空洞までの空間を進む間に電子流の □イ が変調されるのを利用して増幅する。

(2) TWT は、入力された電磁波をらせんなどの構造を持つ □ウ に沿って進行させ、これとほぼ同じ速度でらせんの □エ を通る電子流の □イ が電磁波によって変調されるのを利用して増幅する。

(3) 一般に、クライストロンは、TWT に比べて増幅可能な周波数帯域幅が □オ 。

- | | | | | |
|--------------|--------|--------|------|-------|
| 1 直進形クライストロン | 2 整合回路 | 3 形状 | 4 中心 | 5 狭い |
| 6 反射形クライストロン | 7 遅波回路 | 8 電子密度 | 9 外周 | 10 広い |

B - 5 次の記述は、図に示す衛星非常用位置指示無線標識（衛星EPIRB）の位置測定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 極軌道を周回するコスパス・サーサット衛星は、衛星EPIRB に対し、真上を通過するときのみ相対速度を持つ。
- イ 衛星EPIRB から送信される電波をコスパス・サーサット衛星で受信すると、ドプラ効果によって受信信号の周波数が変化する。
- ウ ドプラ効果は、受信電波の単位時間当たりの波の数が相対速度の大きさに応じて増減する現象である。
- エ コスパス・サーサット衛星が軌道上の既知の位置 S_1 から S_2 に移動する時間 t [s] の間の波の数を計測すると、 S_1 及び S_2 から衛星EPIRB までの距離差 $D - D$ [m] が求められる。
- オ S_1 及び S_2 から衛星EPIRB までの距離差 $D - D$ が一定な点の集合は、 S_1 及び S_2 を焦点とする楕円面になり、これと地球表面とが交わる線（位置線）が得られる。同様な計測を S_2 及び S_3 、 S_3 及び S_4 ……についても行い、得られた複数の位置線の交点から衛星EPIRB の位置が求められる。

