

第一級アマチュア無線技士「無線工学」試験問題

30問 2時間30分

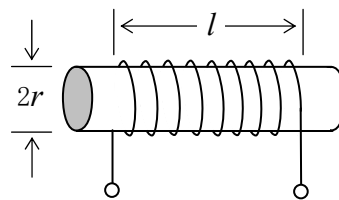
A - 1 耐電圧がすべて 36 [V] で、静電容量が 4 [μF]、6 [μF] 及び 24 [μF] の 3 個のコンデンサを直列に接続したとき、その両端に加えることのできる最大電圧の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 24 [V]      2 36 [V]      3 66 [V]      4 90 [V]      5 102 [V]

A - 2 次の記述は、図に示すコイルの自己インダクタンス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。

コイルの自己インダクタンスは、コイルの □ A □ に比例して大きくなる。巻数が同じ場合には、コイルの長さ  $l$  を長くすると小さくなり、コイルの半径  $r$  を小さくすると □ B □ なる。また、コイルが巻かれている棒状の物質の □ C □ に比例して大きくなる。

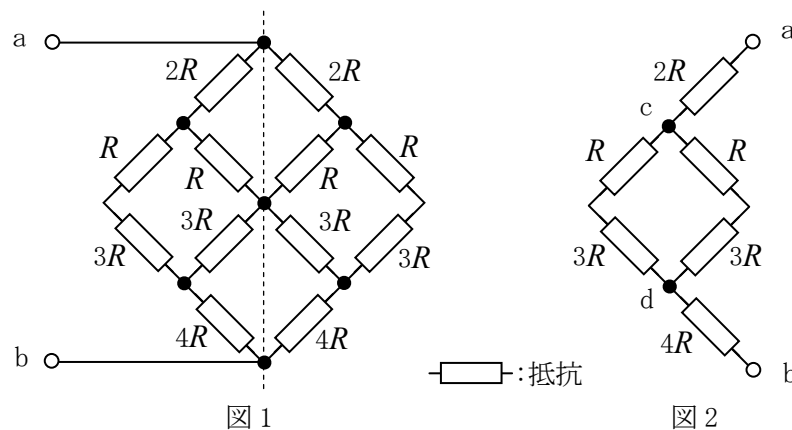
- |         |     |     |
|---------|-----|-----|
| A       | B   | C   |
| 1 巻数の二乗 | 大きく | 誘電率 |
| 2 巻数の二乗 | 小さく | 透磁率 |
| 3 巻数    | 小さく | 誘電率 |
| 4 巻数    | 大きく | 透磁率 |



A - 3 次の記述は、図 1 に示す 12 個の抵抗からなる回路の端子 ab 間の合成抵抗の求め方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、各抵抗の値は、 $R$  [Ω]、 $2R$  [Ω]、 $3R$  [Ω]、 $4R$  [Ω] とする。

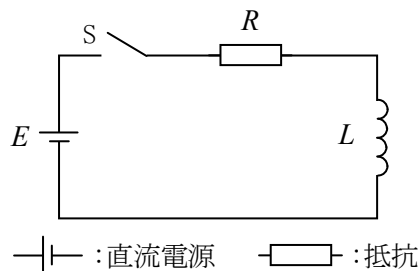
- (1) 図 1 の回路は、図中の破線に対して左右対称である。回路中を流れる電流も左右対称になるので、図 2 に示す半分の回路の合成抵抗を求め、次に、全体の合成抵抗を求めればよい。
- (2) 図 2 の端子 cd 間の合成抵抗は □ A □ [Ω] であるので、図 2 の端子 ab 間の合成抵抗は □ B □ [Ω] となる。
- (3) したがって、図 1 の回路の端子 ab 間の全合成抵抗は □ C □ [Ω] となる。

- |        |       |      |
|--------|-------|------|
| A      | B     | C    |
| 1 $2R$ | $8R$  | $4R$ |
| 2 $2R$ | $16R$ | $8R$ |
| 3 $4R$ | $8R$  | $4R$ |
| 4 $4R$ | $10R$ | $5R$ |
| 5 $6R$ | $10R$ | $5R$ |



A - 4 図に示す回路において、スイッチ S を接 (ON) にして直流電源  $E$  から抵抗  $R$  とコイル  $L$  に電流を流した。このときの時定数  $\tau$  を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、抵抗の値を  $R$  [Ω]、コイルの自己インダクタンスを  $L$  [H] とする。

- 1  $1 / (LR)$   
 2  $1 / \sqrt{LR}$   
 3  $LR$   
 4  $R / L$   
 5  $L / R$



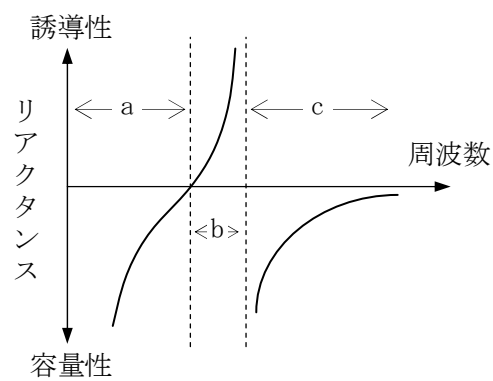
A - 5 周波数 100 [MHz] の正弦波交流において、0.005 [ $\mu$ s] の時間差に相当する位相差の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1  $\pi/6$  [rad]
- 2  $\pi/4$  [rad]
- 3  $\pi/3$  [rad]
- 4  $\pi/2$  [rad]
- 5  $\pi$  [rad]

A - 6 次の記述は、図に示す特性曲線を持つ水晶発振子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) 水晶発振子は、水晶の □ A □ 効果を利用して機械的振動を電氣的信号に変換する素子であり、単純な LC 同調回路に比べて尖鋭度  $Q$  が高い。
- (2) 水晶発振子で発振を起こすには、図の特性曲線の □ B □ の範囲が用いられ、このとき水晶発振子自体は、等価的に □ C □ として動作する。

| A      | B | C     |
|--------|---|-------|
| 1 ペルチェ | a | コイル   |
| 2 ペルチェ | b | コンデンサ |
| 3 ピエゾ  | c | コンデンサ |
| 4 ピエゾ  | b | コイル   |



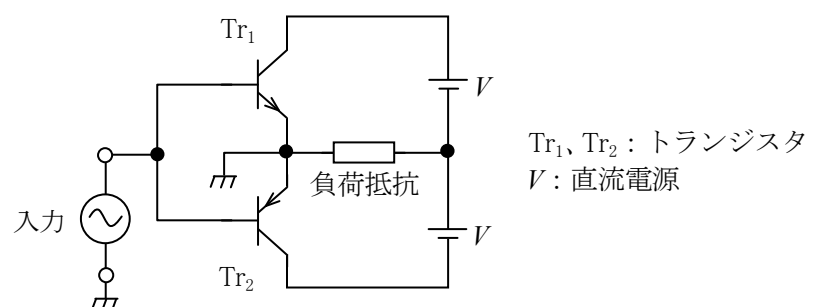
A - 7 次の記述は、バイポーラトランジスタの一般的な電氣的特性について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 ベース接地回路の高周波特性を示す  $\alpha$  遮断周波数  $f_\alpha$  は、電流増幅率  $\alpha$  の値が低周波のときの値より 3 [dB] 低下する周波数である。
- 2 コレクタ遮断電流  $I_{CBO}$  は、エミッタを開放にして、コレクタ・ベース間に順方向電圧(一般的には最大定格電圧  $V_{CBO}$ )を加えたときのコレクタに流れる電流である。
- 3 直流電流増幅率  $h_{FE}$  は、エミッタ接地回路の直流のコレクタ電流  $I_C$  とベース電流  $I_B$  の比( $I_C/I_B$ )である。
- 4 エミッタ接地回路の高周波特性を示すトランジション周波数  $f_T$  は、電流増幅率  $\beta$  が 1 となる周波数である。
- 5 エミッタ接地回路のトランジション周波数  $f_T$  は、利得帯域幅積ともいわれる。

A - 8 次の記述は、図に示す原理的な低周波電力増幅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。

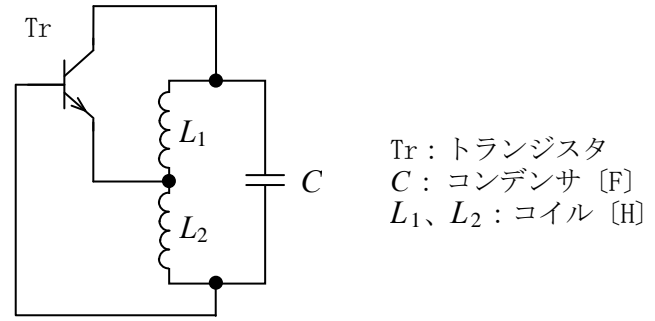
- (1) この回路のように、出力トランスを使わないですむように工夫されたプッシュプル回路は、OTL プッシュプル回路又は □ A □ 回路とも呼ばれる。特に図の回路は、特性のそろった NPN 形と PNP 形のトランジスタが用いられているため、□ B □ 回路とも呼ばれる。
- (2) この回路を B 級で動作させるときは、トランジスタの入力特性の非線形による □ C □ ひずみを除去するために、実際の回路では、二つのトランジスタをそれぞれ順方向にバイアスして、無信号状態においてわずかにバイアス電流が流れるようにしている。

| A      | B        | C       |
|--------|----------|---------|
| 1 DEPP | ダーリントン   | 第二高調波   |
| 2 DEPP | ダーリントン   | クロスオーバー |
| 3 DEPP | コンプリメンタリ | 第二高調波   |
| 4 SEPP | ダーリントン   | 第二高調波   |
| 5 SEPP | コンプリメンタリ | クロスオーバー |



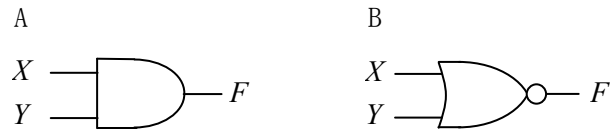
A - 9 図に示すハートレー発振回路の原理図において、コンデンサ  $C$  の静電容量が 51 [%] 減少したとき、発振周波数は元の値から何 [%] 変化するか。最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 35 [%]
- 2 43 [%]
- 3 49 [%]
- 4 53 [%]
- 5 60 [%]



A - 10 図に示す各論理回路の入出力関係を示す論理式の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、論理は正論理とする。

- |                   |                                       |
|-------------------|---------------------------------------|
| A                 | B                                     |
| 1 $F = X \cdot Y$ | $F = \overline{X + Y}$                |
| 2 $F = X \cdot Y$ | $F = \overline{X} + \overline{Y}$     |
| 3 $F = X + Y$     | $F = \overline{X \cdot Y}$            |
| 4 $F = X + Y$     | $F = \overline{X} \cdot \overline{Y}$ |



A - 11 AM(A3E)送信機において、搬送波を単一の正弦波信号で変調したとき、送信機出力の被変調波の平均電力は 250 [W]、変調度は 70 [%] であった。無変調のときの搬送波電力の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

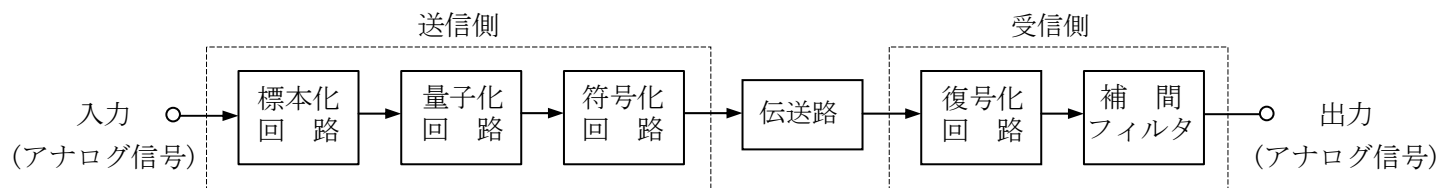
- 1 150 [W]
- 2 175 [W]
- 3 200 [W]
- 4 225 [W]
- 5 260 [W]

A - 12 SSB(J3E)送信機の ALC 回路の働きについての記述として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 音声入力がないとき、送信機の働きを止める。
- 2 搬送波が抑圧された両側波帯のみの信号を取り出す。
- 3 電力増幅器に一定レベル以上の入力に加わったとき、ひずみが発生しないように、励振増幅器や中間周波増幅器などの利得を制御する。
- 4 音声の高音部と低音部を強調する。
- 5 音声の低音部を強調する。

A - 13 次の記述は、図に示すパルス符号変調(PCM)方式を用いた伝送系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) 標本化とは、入力のアナログ信号から、一定の □ A □ で振幅を取り出すことをいい、入力のアナログ信号を標本化したときの標本化回路の出力は、パルス振幅変調(PAM)波である。
- (2) 振幅を所定の幅ごとの領域に区切ってそれぞれの領域を 1 個の代表値で表し、標本化によって取り出したアナログ信号の振幅をその代表値で近似することを量子化といい、量子化のステップの数が □ B □ ほど量子化雑音は小さくなる。
- (3) 復号化回路で復号した出力からアナログ信号を復調するために用いる補間フィルタには、□ C □ が用いられる。



- |          |     |              |
|----------|-----|--------------|
| A        | B   | C            |
| 1 信号対雑音比 | 少ない | 低域フィルタ (LPF) |
| 2 信号対雑音比 | 多い  | 高域フィルタ (HPF) |
| 3 時間間隔   | 多い  | 低域フィルタ (LPF) |
| 4 時間間隔   | 少ない | 高域フィルタ (HPF) |

A - 14 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機の実用度を向上させるための対策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 映像周波数に対しては、同調回路の  $Q$  (尖鋭度) の大きい高周波増幅器を設ける。
- 2 映像周波数に対しては、中間周波数をできるだけ高い周波数に選ぶ。
- 3 近接周波数に対しては、中間周波数をできるだけ低い周波数に選ぶ。
- 4 近接周波数に対しては、中間周波トランスの同調回路の  $Q$  (尖鋭度) を小さくする。
- 5 帯域外の減衰傾度の大きい水晶フィルタ又はセラミックフィルタを使用する。

A - 15 次の記述は、等価雑音温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。

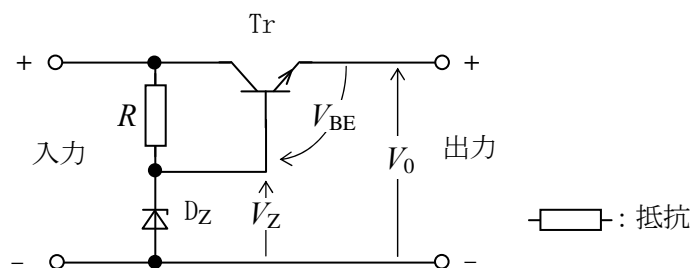
- (1) 微弱な信号を受信する衛星通信における受信系の雑音は、受信アンテナを含む受信機自体で発生する雑音とアンテナで受信される宇宙からの外来雑音などの電力和を、低雑音増幅器入力やアンテナ入力に換算した雑音電力で表す。
- (2) この雑音電力の値が、絶対温度  $T$  [K] の抵抗体から発生する □ A □ の電力値と等しいとき、 $T$  をアンテナを含む受信機システム全体の等価雑音温度という。したがって、受信機の周波数帯域幅を  $B$  [Hz]、ボルツマン定数を  $k$  [J/K] とすると、このときの雑音電力  $P_N$  は、 $P_N =$  □ B □ [W] で表され、この値が □ C □ ほど、雑音が小さいことを意味する。

|   | A      | B      | C   |
|---|--------|--------|-----|
| 1 | フリッカ雑音 | $TB/k$ | 大きい |
| 2 | フリッカ雑音 | $kTB$  | 小さい |
| 3 | 熱雑音    | $TB/k$ | 小さい |
| 4 | 熱雑音    | $kTB$  | 小さい |
| 5 | 熱雑音    | $TB/k$ | 大きい |

A - 16 次の記述は、図に示す直列形定電圧回路の一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) 出力電圧  $V_0$  は、 $V_Z$  より  $V_{BE}$  だけ □ A □ 電圧である。
- (2) 何らかの原因 (例えば、負荷電流の急激な増加等) により、出力電圧  $V_0$  が低下すると、トランジスタ Tr のベース電圧はツェナーダイオード  $D_Z$  により一定電圧  $V_Z$  に保たれているので、ベース・エミッタ間電圧  $V_{BE}$  の大きさが □ B □ する。したがって、ベース電流及びコレクタ電流が増加して、出力電流を増加させ、出力電圧の低下を抑える。また、反対に出力電圧  $V_0$  が上昇するとこの逆の動作をして、出力電圧は常に一定電圧となる。
- (3) 過負荷又は出力の短絡に対する、トランジスタ Tr の保護回路が □ C □ である。

|   | A  | B  | C  |
|---|----|----|----|
| 1 | 低い | 増加 | 必要 |
| 2 | 低い | 減少 | 不要 |
| 3 | 低い | 増加 | 不要 |
| 4 | 高い | 減少 | 不要 |
| 5 | 高い | 増加 | 必要 |



A - 17 次の記述は、鉛蓄電池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) 充電と放電を繰り返して行うことができる □ A □ であり、規定の状態に充電された鉛蓄電池の一個 (単セル) 当たりの公称電圧は、□ B □ である。
- (2) 放電終止電圧が定められており、それ以上放電すると鉛蓄電池が劣化する。この放電終止電圧は、□ C □ 程度である。

|   | A    | B       | C       |
|---|------|---------|---------|
| 1 | 二次電池 | 1.8 [V] | 1.2 [V] |
| 2 | 二次電池 | 2.0 [V] | 1.8 [V] |
| 3 | 二次電池 | 2.0 [V] | 1.2 [V] |
| 4 | 一次電池 | 2.0 [V] | 1.8 [V] |
| 5 | 一次電池 | 1.8 [V] | 1.2 [V] |

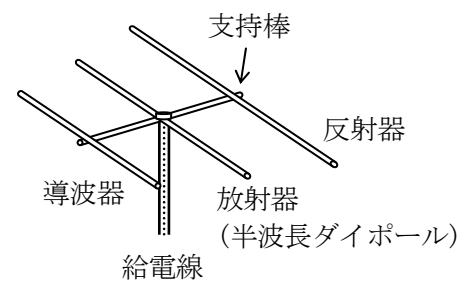
A - 18 1/4 波長垂直接地アンテナのアンテナ電流を測定したところ 2 [A] が得られ、アンテナの実効抵抗(入力抵抗)及び放射抵抗がそれぞれ 44 [Ω] 及び 36 [Ω] となった。このときのアンテナの放射電力及び放射効率の値として、最も近いものの組合せを下の番号から選べ。ただし、アンテナ系は整合が取れているものとし、整合回路の損失はないものとする。

|   | 放射電力    | 放射効率   |
|---|---------|--------|
| 1 | 144 [W] | 68 [%] |
| 2 | 144 [W] | 82 [%] |
| 3 | 176 [W] | 68 [%] |
| 4 | 176 [W] | 82 [%] |

A - 19 次の記述は、図に示す八木アンテナ(八木・宇田アンテナ)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) 最大放射方向は、放射器から見て □ A □ の方向に得られる。
- (2) 放射器の給電点インピーダンスは、導波器や反射器と放射器との間隔により変化するが、おおむね、単独の半波長ダイポールアンテナより □ B □ なる。
- (3) 帯域幅は、素子の太さを □ C □ すると、やや広くなる。

|   | A   | B  | C  |
|---|-----|----|----|
| 1 | 導波器 | 低く | 細く |
| 2 | 導波器 | 高く | 細く |
| 3 | 導波器 | 低く | 太く |
| 4 | 反射器 | 高く | 太く |
| 5 | 反射器 | 低く | 細く |



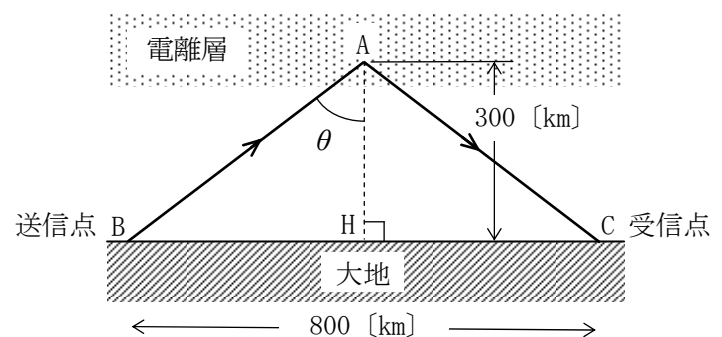
A - 20 アンテナに接続された給電線における定在波及び VSWR についての記述として、誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 VSWR は、給電線とアンテナのインピーダンス整合の状態を表す。
- 2 定在波は、給電線上に入射波と反射波が合成されて生ずる。
- 3 VSWR は、電圧定在波の最大振幅  $V_{max}$  と最小振幅  $V_{min}$  の比 ( $V_{max}/V_{min}$ ) で示される。
- 4 反射波がないときの VSWR は 1.0 である。
- 5 特性インピーダンスが 50 [Ω] の給電線に入力インピーダンスが 36 [Ω] のアンテナを接続すると、VSWR は 2.5 となる。

A - 21 図に示すように、800 [km] 離れた送受信点 BC 間の F 層 1 回反射の伝搬において、電離層の臨界周波数が 12 [MHz] であるときの最高使用可能周波数 (MUF) の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、F 層の反射点 A の見掛けの高さは 300 [km] であり、電離層は水平な大地に平行な平面であるものとする。また、MUF を  $f_m$  [MHz]、臨界周波数を  $f_c$  [MHz]、電離層への入射角を  $\theta$  とすれば、 $f_m$  は、次式で与えられるものとする。

$$f_m = f_c \sec \theta$$

- 1 10 [MHz]
- 2 15 [MHz]
- 3 17 [MHz]
- 4 20 [MHz]
- 5 23 [MHz]



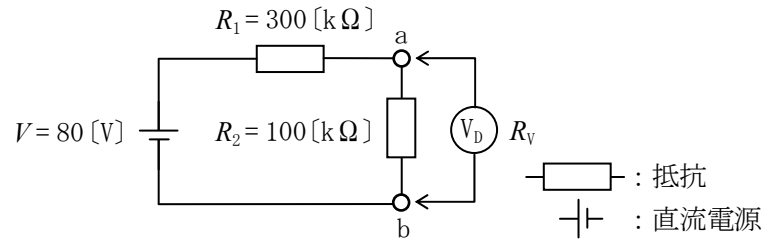
A - 22 次の記述は、主に VHF 及び UHF 帯の通信において発生するフェージングについて述べたものである。この記述に該当するフェージングの名称を下の番号から選べ。

気象状況の影響で、大気屈折率の高さによる減少割合の変動にともなう、電波の通路の変化により発生するフェージング。

- 1 偏波性フェージング
- 2 K 形フェージング
- 3 シンチレーションフェージング
- 4 跳躍性フェージング
- 5 吸収性フェージング

A - 23 図に示す回路において、端子 ab 間の電圧を内部抵抗  $R_V$  が  $900 \text{ [k}\Omega\text{]}$  の直流電圧計  $V_D$  で測定したときの誤差の大きさの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、誤差は、 $V_D$  の内部抵抗によってのみ生ずるものとし、また、直流電源の内部抵抗は無視するものとする。

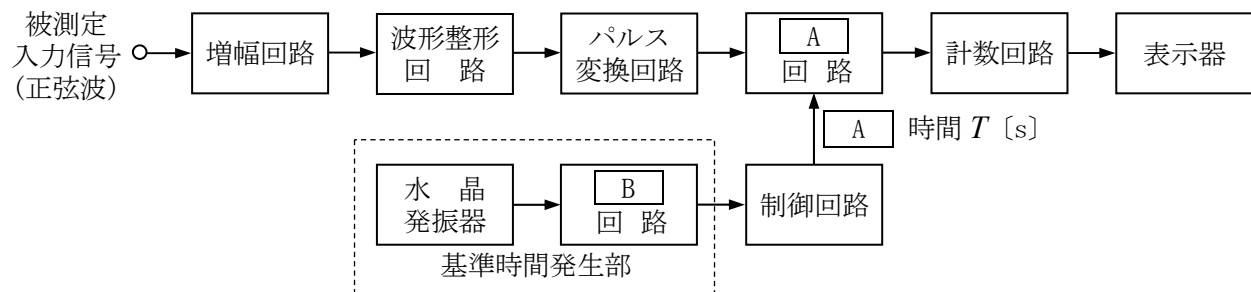
- 1 1.0 [V]
- 2 1.2 [V]
- 3 1.5 [V]
- 4 2.4 [V]
- 5 3.0 [V]



A - 24 次に掲げる無線通信用の測定器材等のうち、通常、5.6 [GHz] 帯の周波数での測定に用いられないものを下の番号から選べ。

- 1 導波管
- 2 空洞波長(周波数)計
- 3 ボロメータ形電力計
- 4 LC コルピッツ発振器によるディップメータ

A - 25 次の記述は、図に示す構成の計数式周波数計(周波数カウンタ)の動作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。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。



- (1) 被測定入力信号は、その信号と同一の繰り返し周期のパルス列に変換され、一定時間だけ開いた □ A □ 回路を通過したパルスが計数回路で数えられ、周波数として表示される。
- (2) 水晶発振器と □ B □ 回路による基準時間発生部で正確な周期のパルスが作られ、制御回路への入力となる。T が 1 [s] のときは、計数回路でのカウント数そのまま周波数 [Hz] の表示となる。
- (3) 測定誤差としては、水晶発振器の確度による誤差のほか、制御回路の出力信号と通過パルスの時間的位置関係から生ずる □ C □ 誤差などがある。

- |   | A   | B    | C       |
|---|-----|------|---------|
| 1 | ゲート | 分周   | ±1 カウント |
| 2 | ゲート | 平衡変調 | トリガ     |
| 3 | ゲート | 分周   | トリガ     |
| 4 | トリガ | 平衡変調 | ±1 カウント |
| 5 | トリガ | 分周   | トリガ     |

B - 1 次の記述は、導線の電気抵抗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) 導線の電気抵抗の値は、□ ア □ に比例し、□ イ □ に反比例する。このときの比例定数を抵抗率といい、その単位は □ ウ □ である。
- (2) 導線に高周波電流を流すと、周波数が高くなるに従って抵抗は □ エ □ する。これは、高周波電流は導線の □ オ □ では流れにくくなるため、これを表皮効果という。

- |        |      |                             |       |       |
|--------|------|-----------------------------|-------|-------|
| 1 中心部分 | 2 体積 | 3 $[\Omega/\text{m}]$       | 4 断面積 | 5 増加  |
| 6 表面部分 | 7 長さ | 8 $[\Omega \cdot \text{m}]$ | 9 表面積 | 10 減少 |

B - 2 次の記述は、ダイオード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) P形半導体とN形半導体を接合したものをPN接合ダイオードといい、シリコンを用いた接合ダイオードは□ア方向電流が非常に少なく、整流用の素子として広く用いられている。
- (2) PN接合ダイオードに加える逆方向電圧を大きくしていくと、ある電圧で電流が急激に□イする。これを降伏現象といい、この特性を利用するダイオードを□ウダイオードという。
- (3) PN接合ダイオードに加える逆方向電圧を増加させるほど空乏層の幅が広がるので、接合部の静電容量は□エなる。この特性を利用するダイオードを□オダイオードという。

- |       |        |     |        |       |
|-------|--------|-----|--------|-------|
| 1 小さく | 2 ツェナー | 3 順 | 4 バラクタ | 5 減少  |
| 6 大きく | 7 トンネル | 8 逆 | 9 ガン   | 10 増加 |

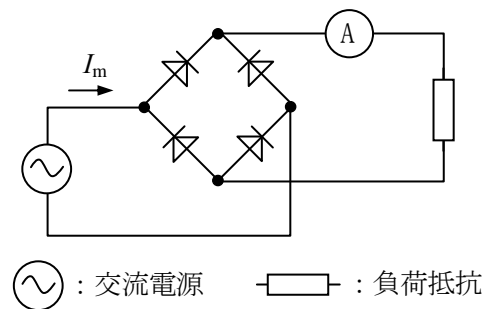
B - 3 次の記述は、FM(F3E)受信機のスケルチ回路について述べたものである。このうち正しいものを1、誤っているものを2として解答せよ。

- ア 受信電波の振幅の変動を除去し一定にする。
- イ 受信機出力のうち周波数の高い成分を補正する。
- ウ 受信電波の周波数変化を振幅の変化に変換し、信号を取り出す。
- エ 受信機への入力信号が一定レベル以下又は無信号のとき、雑音出力を消去する。
- オ 周波数弁別器の出力の雑音が一一定レベル以上のとき、低周波増幅器の動作を停止する。

B - 4 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を下の番号から選べ。ただし、ダイオードの順方向抵抗の値は零、逆方向抵抗の値は無限大とする。

- (1) この整流回路は、交流を4個のダイオードで整流する単相の□ア整流回路(ブリッジ形)である。
- (2) 交流電源を流れる電流について、その振幅(電流の最大値)を $I_m$ とすると、平均値は□イ、実効値は□ウであり、波形率は約□エとなる。
- (3) 図中の直流電流計Aは永久磁石可動コイル形電流計であり、その指示値が1[mA]であるとき、 $I_m$ の値は約□オ[mA]である。

- |       |             |               |                    |                 |
|-------|-------------|---------------|--------------------|-----------------|
| 1 倍電圧 | 2 $I_m / 2$ | 3 $I_m / \pi$ | 4 $I_m / \sqrt{2}$ | 5 $2 I_m / \pi$ |
| 6 全波  | 7 3.14      | 8 1.57        | 9 1.41             | 10 1.11         |



B - 5 次の記述は、スプラジックE層の特徴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) 日本では□アの昼間に多く発生する。また、電子密度の時間的変化が□イ。
- (2) □ウの電波が反射されて、遠距離まで強い電界強度で伝搬することがある。
- (3) 地上からの高さは、ほぼ□エ層と同じで、この高さは季節の違いにより大きく□オ。

- |         |      |     |       |               |
|---------|------|-----|-------|---------------|
| 1 変化しない | 2 冬季 | 3 E | 4 小さい | 5 マイクロ波(SHF)帯 |
| 6 変化する  | 7 夏季 | 8 D | 9 大きい | 10 超短波(VHF)帯  |

正答 7 9 10 3 1