

EMC設計技術者資格 練習問題

(2025年3月18日修正)

(2025年3月17日修正)

2025年4月1日

内容に誤りがありましたらご連絡のほどよろしくお願いたします。
(emcde01@kec.jp)

1. 定格静電容量が $10 \mu\text{F}$ の面実装セラミックキャパシタで、内部インダクタンスが 200 pH の場合、下記条件のもとでこのキャパシタの自己共振周波数に近いのはいずれか。

条件

- ・サイズ 1608 mm
- ・定格電圧 6.3 Vdc
- ・印加電圧 3.0 Vdc
- ・周囲温度 $25 \text{ }^\circ\text{C}$
- ・特性 X5R (EIA)

- (A) 3.0 MHz
 - (B) 3.5 MHz
 - (C) 5.0 MHz
 - (D) 12.0 MHz
2. EMC分野において、所望の信号とノイズを分離する原理として以下のものが最も一般的でないものはどれか。

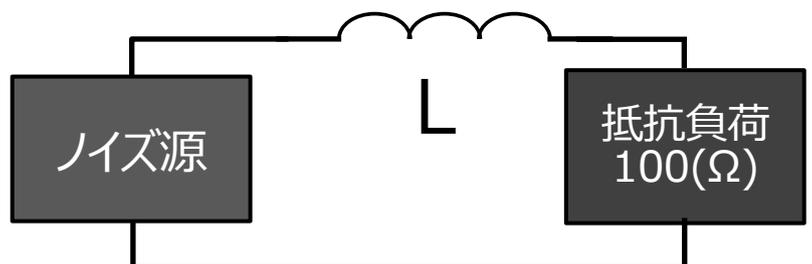
- (A) 周波数の違いによる分離
- (B) 位相の違いによる分離
- (C) 振幅の違いによる分離
- (D) 伝送モードの違いによる分離

3. 図の回路において、インダクタ L で 10 MHz のノイズ電流を負荷側で 20 dB 落としたい。

インダクタンスの値として最も適当なものはどれか。

ただし、ノイズ源は電圧源でインピーダンスはゼロとする。

- (A) $0.158 \mu\text{H}$
- (B) $1.58 \mu\text{H}$
- (C) $15.8 \mu\text{H}$
- (D) $158 \mu\text{H}$
- (E) 1.58 mH



4. 一般的に対象となる製品に対して適用される規格は a、b、c の順に優先度が高い。
a、b、c に当てはまるのはいずれか。

- (A) a:共通規格 b:製品群規格 c:製品規格
- (B) a:製品群規格 b:共通規格 c:製品規格
- (C) a:製品群規格 b:製品規格 c:共通規格
- (D) a:製品規格 b:製品群規格 c:共通規格

5. 対応する規格・規制に基づいて、製品の EMC 測定をする際に、その製品のオプションの扱いについて下記の記述に関して正しいのはいずれか。

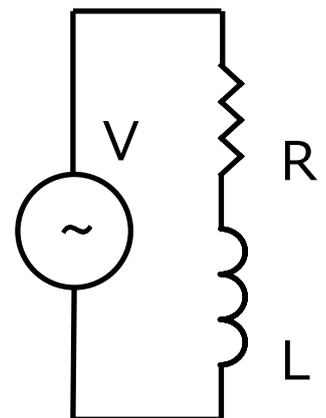
- (A) 電気回路を内蔵するオプションのみ測定対象に含めなければならない
- (B) オプションに関しては、規格で決められたものは測定の対象とする
- (C) オプションを測定対象に含めるかどうかは製造者の判断で決める
- (D) すべてのオプションは、必ず測定の対象に含めなければならない

6. 75Ω の抵抗にピーク to ピークで 100 mA の正弦波電流が流れている時、抵抗の消費電力に最も近いのはいずれか。

- (A) 14 dBm
- (B) 20 dBm
- (C) 26 dBm
- (D) 40 dBm

7. 図の抵抗 R とインダクタンス L の直列回路の交流電圧と交流電流の関係において、誤っているのはいずれか。
但し、 ω は交流電圧の角周波数

- (A) 交流電流は、交流電圧に対し位相が遅れている
- (B) R と L の合成抵抗は $\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$ である。
- (C) R を大きくすると交流電圧に対する交流電流の位相の遅れは小さくなる
- (D) R をキャパシタ C に置き換えると交流電流は交流電圧に対し位相が進む



8. 誘電体内の波長に対する効果について正しい記述はどれか。

- (A) 誘電率が4倍になると、波長は1/2に短縮する
- (B) 誘電率が4倍になると、波長は1/4に短縮する
- (C) 誘電率が4倍になると、波長は1/16に短縮する
- (D) 誘電率が4倍になると、波長は2倍になる

9. 幅：4 m, 奥行き：5 m, 高さ：3 m のシールドルームがある。

このシールドルーム内で生じる空洞共振周波数の最低周波数はどれか。

なお、幅：x [m], 奥行き：y [m], 高さ：z [m] の空洞共振周波数は次式で

求められる。m, n, p は0あるいは正整数、c は光速。

$$f = \frac{c}{2} \sqrt{\left(\frac{m}{x}\right)^2 + \left(\frac{n}{y}\right)^2 + \left(\frac{p}{z}\right)^2}$$

- (A) 30.0 MHz
- (B) 48.0 MHz
- (C) 58.3 MHz
- (D) 62.5 MHz

10. 温度変化に関する下記の記述において、正しいのはどれか。

- (A) 抵抗の温度係数の値は温度によって変化しない
- (B) カーボン抵抗の温度係数は、金属皮膜抵抗の温度係数より小さい
- (C) 温度係数の異なる抵抗を使用しても、EMC の測定結果は影響を受けない
- (D) 温度係数が大きい抵抗ほど、温度に対する抵抗値の変化は大きい

11. キャパシタ、T型ノイズフィルタ、L型ノイズフィルタのノイズフィルタとしてのノイズ除去効果の大きさを比較した場合、一般的傾向として正しい順序はどれか

- (A) キャパシタ > T型フィルタ > L型フィルタ
- (B) T型フィルタ > L型フィルタ > キャパシタ
- (C) L型フィルタ > キャパシタ > T型フィルタ
- (D) L型フィルタ > T型フィルタ > キャパシタ

15. 自由空間における Maxwell 方程式は、下記で表わされる。

(a) ~ (c)に入る語句で適切な組み合わせはどれか。

B は磁束密度、 D は電束密度、 E は電界強度、 H は磁界強度、 ρ は電荷密度

$$(1) \operatorname{rot} \mathbf{H} = \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} + \mathbf{J}$$

$$(2) \operatorname{rot} \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

$$(3) \operatorname{div} \mathbf{B} = 0$$

$$(4) \operatorname{div} \mathbf{D} = \rho$$

問題：(1) 式は(a)、(2) 式は(b)であり、変位電流は(c)である。

- (A) a:ファラデーの法則 b:アンペールの法則 c:(1)式右辺 2 項
(B) a:アンペールの法則 b:ファラデーの法則 c:(1)式右辺 1 項
(C) a:アンペールの法則 b:ファラデーの法則 c:(1)式右辺 2 項
(D) a:ガウスの法則 b:ファラデーの法則 c:(1)式右辺 1 項
(E) a:ファラデーの法則 b:ガウスの法則 c:(1)式右辺 2 項

16. 周波数 450 MHz の高周波電流が 1 辺 5 mm 正方形の電流ループに流れている。ループが平面上にあるとして、その軸に垂直方向に距離 10 m 離れた地点での電界強度 E_d を 35 dB μ V/m 以下にするためには、上記 高周波電流をいくら以下にすべきか。

- (A) 1.8 mA
(B) 8.4 mA
(C) 12 mA
(D) 2.8 mA

17. ある機器において送信モジュールの動作時におけるスプリアスをスペクトラムアナライザにて測定したい。

この際、送信モジュールのアンテナ出力端子から同軸ケーブル用いてスペクトラムアナライザに入力し測定を行う。

このとき、次のうち、特に留意すべき点はどれか。

- (A) スペクトラムアナライザの内蔵プリアンプは常に OFF とする。
(B) 送信モジュールから出力される基本波を帯域制限フィルタにて減衰させダイナミックレンジを確保する。
(C) スペクトラムアナライザのアッテネータは常に最大値とし、過大な入力が入加される事を防ぐ。
(D) 送信モジュール測定時はバッテリーでの動作を行わない。

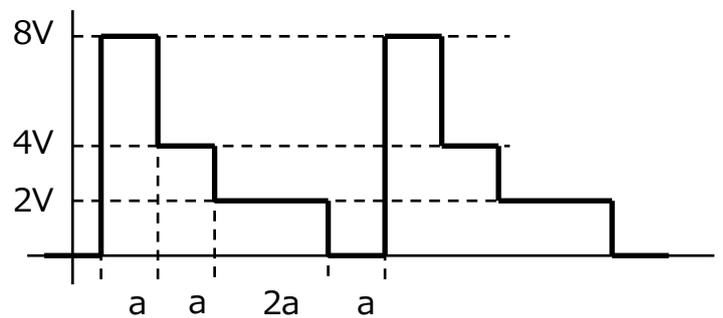
18. 電源電圧が $V_s = 1.8 \text{ V}$ 、最大消費電流が $I_{\text{max}} = 3 \text{ A}$ である LSI の、最大許容リップル電圧率 $r = 5 \%$ の時、LSI の電源回路のインピーダンス Z_t はいずれの値となるか。

Z_t : LSI の電源・GND からみた入力インピーダンスの最大値

- (A) $60 \text{ m}\Omega$
- (B) $30 \text{ m}\Omega$
- (C) 3Ω
- (D) 0.6Ω

19. 図の繰り返し電圧波形の電圧実効値を求めよ。

- (A) 2.4 V
- (B) 3.2 V
- (C) 4.2 V
- (D) 5.6 V



20. 下記の中で政府機関はいずれか。

- (A) UL
- (B) FCC
- (C) VCCI
- (D) CISPR

21. 特性インピーダンス $Z_0 = 50 \Omega$ の伝送線路の終端にインピーダンス $Z_L = 60 + j20 \Omega$ の負荷を接続した。

この時の反射係数 $|\Gamma|$ はいずれか。

- (A) 0.1
- (B) 0.2
- (C) 0.3
- (D) 0.4
- (E) 0.5

22. 電圧の基準値を 300 V とする。電圧 270 V を P.U.値で表わせ。

- (A) 1.1
- (B) 1.5
- (C) 0.8
- (D) 0.9

23. 周期 2π の関数は、次式のようにフーリエ級数展開できる。

このとき $\frac{a_0}{2}$ があらわすものはいずれか。

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx)$$

- (A) 波形 $f(x)$ の実効値
- (B) 波形 $f(x)$ の平均値
- (C) 波形 $f(x)$ の最大振幅値
- (D) 波形 $f(x)$ が伝搬する空間の比誘電率

24. VSWR = 2 のとき反射減衰量はいくらか。

- (A) 3.52 dB
- (B) 6.02 dB
- (C) 9.54 dB
- (D) 12.04 dB

25. フェライトの材料特性において、ビーズ本来の効果である「高周波ノイズの吸収」を実現するのは次のうち、どれか。

- (A) 透磁率の実数部 : μ'
- (B) 透磁率の虚数部 : μ''
- (C) 真空の透磁率 : μ_0
- (D) 残留磁束密度 : B_r

26. 下記文章で(1)、(2)の組み合わせとして正しいものはどれか。

EMC 分野で良く使われる電磁界シミュレータの解析手法において
FDTD 法は(1)領域での解析、モーメント法は(2)領域での解析手法である。

- (A) (1) 空間 (2) 時間
- (B) (1) 周波数 (2) 時間
- (C) (1) 時間 (2) 周波数
- (D) (1) 空間 (2) 周波数

27. 平均値 $10\text{ k}\Omega$ 、標準偏差 $80\ \Omega$ の抵抗と平均値 $15\text{ k}\Omega$ 標準偏差 $160\ \Omega$ の抵抗を直列で使用したとき、全体の標準偏差に近いのは次のいずれか。

- (A) $80\ \Omega$
- (B) $120\ \Omega$
- (C) $160\ \Omega$
- (D) $180\ \Omega$
- (E) $240\ \Omega$

28. 比誘電率 4.0 のガラス板の屈折率は下記のいずれか。

- (A) 1.0
- (B) 1.4
- (C) 2.0
- (D) 3.2
- (E) 4.0

29. 抵抗値 $22\text{ k}\Omega$ 、許容差 $\pm 5\%$ の抵抗がある。

抵抗値の標準偏差 σ を推測したい。最も近い値はいずれか。

ただし、抵抗値の分布は正規分布、抵抗値の不良率は 63 ppm とする。

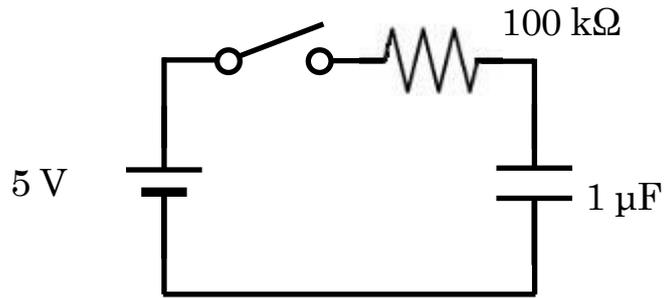
- (A) $1,100\ \Omega$
- (B) $550\ \Omega$
- (C) $367\ \Omega$
- (D) $275\ \Omega$
- (E) $220\ \Omega$

30. アンテナ係数 (AF : Antenna Factor) の記述で正しいのは

- (A) アンテナ係数の単位は [dB] である
- (B) アンテナ係数は自由空間の近傍界で定義される
- (C) アンテナ係数と受信アンテナの出力電圧で電界強度が計算できる
- (D) アンテナ係数は周波数によって変化しない。

31. 抵抗 R $100\text{ k}\Omega$ とキャパシタ C $1\text{ }\mu\text{F}$ の直列回路に DC 5 V を印可したとき 0.1 秒後のキャパシタ電圧はいずれか。

- (A) 1.03 V
 (B) 2.72 V
 (C) 3.16 V
 (D) 4.83 V



32. 降圧型インバータ回路において入力電圧 V_s 、出力電圧 V_o 、通流率 D の関係で正しいのはいずれか

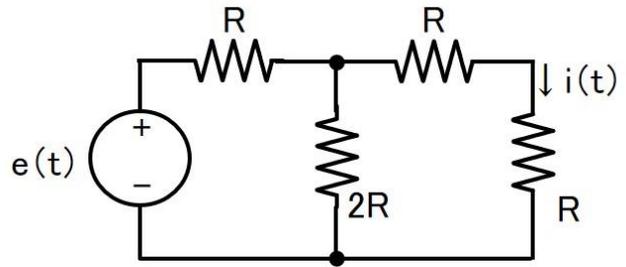
- (A) $\frac{V_o}{V_s} = D$
 (B) $\frac{V_o}{V_s} = \frac{1}{1-D}$
 (C) $\frac{V_o}{V_s} = \frac{D}{1-D}$
 (D) $\frac{V_o}{V_s} = \frac{D}{1+D}$

33. 電気回路について Tellegen の定理が知られている。Tellegen の定理で述べられている事実を異なる文章で表現した。誤っているものはいずれか。

- (A) ひとつの回路について、各素子の電圧を要素とする電圧ベクトルと、電流を要素とする電流ベクトルとは直交する。しかし、素子の値が異なるふたつの回路についてはその限りでない。
 (B) 非線形回路にも適用できる。
 (C) 回路の素子が消費する電力の総和は 0 (ゼロ) である。
 (D) キルヒホッフの法則が成り立てば Tellegen の定理は成り立つ。
 (E) 外部に電磁エネルギーを放射する回路については、Tellegen の定理が成り立つとは限らない。

34. 図の回路で、 $i(t)$ は次のうちいずれか。

- (A) $i(t) = e(t)/(R)$
- (B) $i(t) = e(t)/(2R)$
- (C) $i(t) = e(t)/(3R)$
- (D) $i(t) = e(t)/(4R)$



35. スペクトラムアナライザに、周波数の異なる 2 つの信号が入力された。
それぞれの信号レベルは 2 dBm である。
このとき、スペクトラムアナライザに入力された信号の総電力はいくらか。

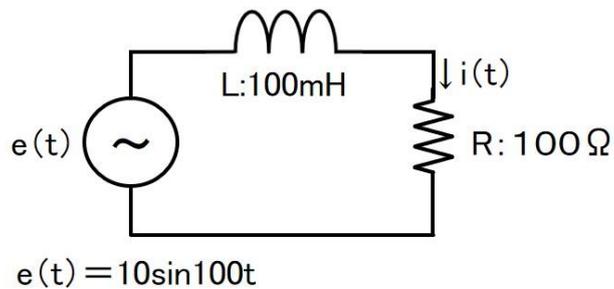
- (A) 3 dBm
- (B) 4 dBm
- (C) 5 dBm
- (D) 6 dBm

36. 詳細設計前のデザインレビューにおいて使用できない資料はいずれか。

- (A) 設計 FMEA の結果
- (B) 設計妥当性評価の結果
- (C) リスクアセスメントの結果
- (D) 試作評価の結果

37. 下図において抵抗 R により消費される平均電力はいずれか。

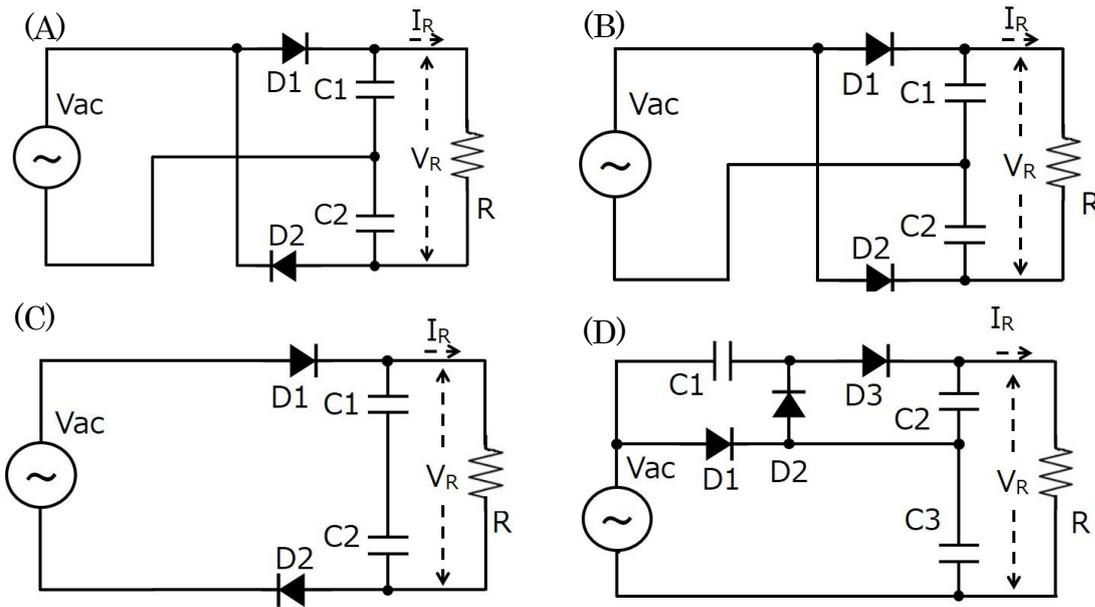
- (A) 150 mW
- (B) 300 mW
- (C) 500 mW
- (D) 700 mW



38. JIS-C5412-1995 で規定されている BNC（高周波同軸 C02 形）コネクタの
 上限周波数はいずれか。

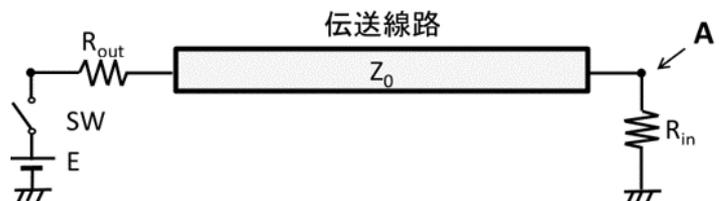
- (A) 2.7 GHz
- (B) 3 GHz
- (C) 4 GHz
- (D) 8 GHz
- (E) 18 GHz

39. 下図に示す回路で倍電圧整流回路はいずれか。



40. 下図回路の SW を閉じたとき、A 部のピーク電圧として適当な電圧はいくらか。
 ここで、 $E : 9.0 \text{ V}$ 、 $R_{\text{out}} : 25 \Omega$ 、 $R_{\text{in}} : 100 \Omega$ 、 $Z_0 : 50 \Omega$ 、伝送線路は十分
 長いとする。

- (A) 5.1 V
- (B) 8.0 V
- (C) 9.0 V
- (D) 9.8 V



41. 最近のデジタルオシロスコープは多くの機能を持っているが、下記選択肢の中で
 測定できないものはいずれか。

- (A) 実効値
- (B) 位相
- (C) 反射波成分
- (D) 周波数成分
- (E) S パラメータ

42. 出力インピーダンス 50Ω の正弦波信号発生器から負荷に対し 3 dBm の信号を出力し、所定の帯域幅を持つオシロスコープの高インピーダンスプローブを負荷の両端に接続した。
オシロスコープに表示される負荷に印可されている電圧波形は何 V_{p-p} か。
負荷のインピーダンスは 50Ω とする。
- (A) $1.5 V_{p-p}$
 - (B) $0.752 V_{p-p}$
 - (C) $0.894 V_{p-p}$
 - (D) $0.447 V_{p-p}$
43. CISPR 規格で「無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置並びに測定方法」を規定している規格は下記のいずれか。
- (A) CISPR 11
 - (B) CISPR 14
 - (C) CISPR 16
 - (D) CISPR 25
 - (E) CISPR 32
44. 下記(A)～(D)のなかでモンテカルロ法の説明として正しいのはいずれか。
- (A) シミュレーションや数値計算を、乱数を用いて行う手法の総称
 - (B) 方程式系を数値計算によって解くための反復法を用いた解法
 - (C) 効率のよい実験方法を設計し、結果を適切に解析するための統計学の応用分野
 - (D) データをまとめるための方法で、データをカードに記述し、カードをグループごとにまとめて、図解し、論文等にまとめていく方法。
45. スペクトラムアナライザにおいて
RBW : 分解能帯域幅 (Resolution Band Width) を 10 倍にすると
ノイズフロアはどのように変化するか選択肢から選べ。
- (A) ノイズフロアは 20 dB 増加する
 - (B) ノイズフロアは 10 dB 増加する
 - (C) ノイズフロアは変化しない
 - (D) ノイズフロアは 10 dB 減少する
 - (E) ノイズフロアは 20 dB 減少する

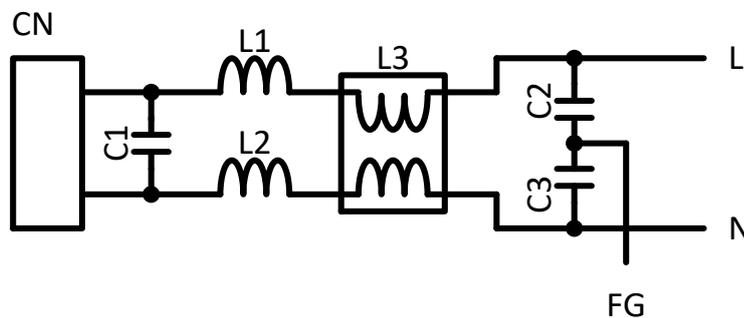
46. イミュニティ関連の IEC 規格 61000-4 シリーズの中で伝導イミュニティ試験を示す規格番号はどれか。
- (A) IEC 61000-4-2
 - (B) IEC 61000-4-3
 - (C) IEC 61000-4-4
 - (D) IEC 61000-4-5
 - (E) IEC 61000-4-6
47. リターンパス（戻り電流の経路）の説明で内容の間違ったものはどれか。
- (A) リターン電流（戻り電流）は周波数が高くなると、受信端から送信端までの最短経路を流れるようになる。
 - (B) プレーン上のリターンパス途中にスリットを設けると、スリットがアンテナとなって放射ノイズを増大させる原因となりうる。
 - (C) 直流電位としては 0 V でない電源プレーン(面)もリターンパスとなりうる。
 - (D) 多層基板で高速信号がスルーホールによって配線層が切り替わる際、リターンパスが途切れる要因となりうる。
 - (E) リターンパスを確保し、さらに可能な限り最短で配線することは放射ノイズを抑制する上で非常に重要である。
48. ISM 周波数を使用しない機器は下記のどれか？
- (A) 無線 LAN
 - (B) Bluetooth
 - (C) 電子レンジ
 - (D) Suica
 - (E) 電波時計
49. 下記条件のマイクロストリップ配線において銅箔パターンのインダクタンス値に近い値はどれか。
パターン長 l : 10 mm、パターン幅 w : 0.15 mm、銅箔厚 t : 30 μm
- (A) 4.5 nH
 - (B) 10.4 nH
 - (C) 21.2 nH
 - (D) 23.6 nH
 - (E) 68.2 nH

50. ある媒質内のある点においてある信号の電界強度が $100 \mu\text{V/m}$ の時、比誘電率 4.5 の媒質で満たされた自由空間中の磁界磁界強度はいずれの値となるか。
媒質の比透磁率 $\mu_r = 1$ 、信号源からの距離は波長に比べ十分に遠いとする。
- (A) $0.265 \mu\text{A/m}$
 - (B) $0.483 \mu\text{A/m}$
 - (C) $0.563 \mu\text{A/m}$
 - (D) $0.689 \mu\text{A/m}$
 - (E) $0.895 \mu\text{A/m}$
51. 点電荷 Q_1 、 Q_2 が存在する。
 Q_1 及び Q_2 の電荷が $1 \mu\text{C}$ 、距離が 1 m の時 $Q_1 \cdot Q_2$ 間に生じるクーロン力はいずれの値か？
- (A) 1 N
 - (B) 0.98 N
 - (C) $8.99 \times 10^{-3} \text{ N}$
 - (D) $9.8 \times 10^{-6} \text{ N}$
52. 電磁界解析用に仮想の特性インピーダンス 50Ω の同軸ケーブルを解析ツール上に作りたい。
絶縁体を真空とした場合、内部導体外径 a と外部導体内径 b の比 ($a:b$) をいずれの値にすればよいか。
- (A) $1:1.2$
 - (B) $1:2.3$
 - (C) $1:3.5$
 - (D) $1:3.8$
 - (E) $1:4.0$
53. 電磁界シミュレーション FDTD(時間領域差分法)の説明で正しいものはどれか
- (A) 誘電体を含んだ解析には適さない
 - (B) 積分方程式で解析を行う
 - (C) 周波数領域解析を行う
 - (D) 並列計算 (並列コンピューティング) に適したアルゴリズム

54. 質量 1 kg の物質が 10 m/s で移動している時の運動エネルギーと最も近いのは下記のいずれか。

- (A) 容量 10 μF で電圧 10 V が印可されたキャパシタの電気エネルギー
- (B) インダクタンス値 10 mH で電流 5 A が流れるインダクタの電気エネルギー
- (C) 質量 5 kg の物質が高さ 1 m にある時の 0 m に対する位置エネルギー
- (D) 質量 100 g の水が、10 $^{\circ}\text{C}$ の時、0 $^{\circ}\text{C}$ に対する熱エネルギー

55. AC 電源ラインに対して、ノイズ対策として以下のフィルタを構成した。このフィルタに使われている素子についての記述(A)~(E)について、間違っているものはいずれか。



- (A) X キャパシタ C1 とノーマルモードコイル L1、L2 はノーマルモードノイズに対して効果がある。
- (B) Y キャパシタ C2、C3 とコモンモードチョークコイル L3 はコモンモードノイズに対して効果がある。
- (C) ノーマルモードコイル L1、L2 はコモンモードノイズに対しても効果がある。
- (D) X キャパシタ C1 は容量を増やしてもノイズ削減効果は変わらない。

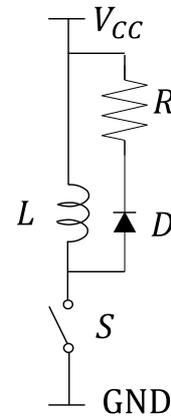
56. 電気回路理論で言われるカットセットの説明として正しいものはいずれか。

- (A) 回路を構成する要素のうち、それらを取り除くと回路が連結していない 2 つの部分に分かれる要素の集合。
- (B) 回路を構成する要素のうち、ある節点を出発し、それらの要素を順にたどると元の接点に戻る要素の集合。
- (C) 電気回路の 2 点間の電位差が、その 2 点間に流れる電流に比例する。
- (D) 電気回路の任意の分岐点について、そこに流れ込む電流の和は、そこから流れ出る電流の和に等しい。

57. 図に示す回路についてにおいて、インダクタに流れる電流の最大値を求めよ。

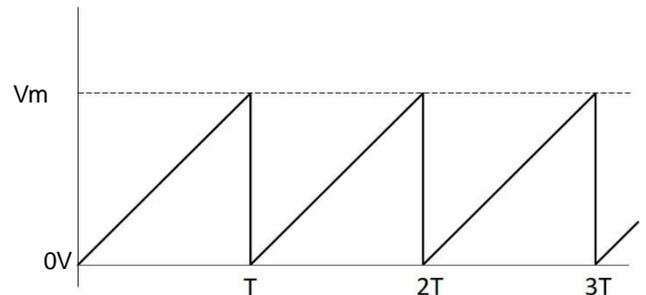
ただし、 $V_{CC} = 10 \text{ V}$ 、 $L = 100 \text{ mH}$ 、 $R = 10 \Omega$ 、スイッチング周期 100 msec 、オン期間 10 msec とする。

- (A) 0.5 A
- (B) 0.7 A
- (C) 1.0 A
- (D) 1.4 A
- (E) 2.0 A



58. 図のノコギリ波の実効値を算出する式はどれか。

- (A) $V_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{V_m}{T} t\right)^2 dt}$
- (B) $V_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^{DT} V_m^2 dt}$
- (C) $V_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{T} \left(\int_0^{DT} \left(\frac{V_m}{DT} t\right)^2 dt + \int_{DT}^T \left(\frac{V_m}{1-D} \left(1 - \frac{t}{T}\right)\right)^2 dt \right)}$
- (D) $V_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{1}{T} \left(\int_0^{\frac{T}{2}} \left(V_m \sin \frac{2\pi}{T} t\right)^2 dt + \int_{\frac{T}{2}}^T \left(-V_m \sin \frac{2\pi}{T} t\right)^2 dt \right)}$



59. 振幅確率分布APD (Amplitude Probability Distribution)の説明で正しいものはどれか。

- (A) 統計手法の1つであり、信号の時間波形からパワーレベルと時間頻度との関係を1つのグラフで示したもの。
- (B) 高速なステップ信号を測定物に注入し、信号の反射・透過波形を計測する。
- (C) 効率良い実験方法を設計し、結果を適切に解析する統計学の応用分野。
- (D) 確率論や統計学で用いられる連続的な変数に関する確率分布の1つ。データが平均値の付近に集積するような分布を表す。

60. 多層PWBにおいて信号を伝送する時、周波数(GHz超)が高くなるにつれて、銅パターンの表面粗さに起因する信号の減衰が顕著になる。信号減衰の要因として最も当てはまるのはいずれか。
- (A) PWBの比誘電率
 - (B) PWBの比透磁率
 - (C) 特性インピーダンス
 - (D) 表皮効果
61. ローレンツ力の説明として正しいものはいずれか
- (A) 電磁場中で運動する荷電粒子が受ける力
 - (B) 2つの物体の間に働く相互作用のうち、引き合う力
 - (C) 2つの荷電粒子間に働く力
 - (D) 原子核内の各核子(陽子、中性子)同士を結合している力
62. 自動運転自動車やiPhone15 Pro等に搭載されているLiDARについて誤った説明はどれか。
- (A) 対象物までの距離を測定する。
 - (B) 対象物の形状を測定する。
 - (C) 対象物表面の文字を認識する。
 - (D) レーザーを利用している。
 - (E) 高速の演算機能を持つ。
63. 完全に充電された容量5,000 mAhのモバイルバッテリーが持つエネルギー[J]は次のいずれか。ただし充電電圧は3.7 Vとする。
- (A) 5,000 J
 - (B) 18,500 J
 - (C) 34,200 J
 - (D) 66,600 J
 - (E) 250,000 J
64. キャパシタに蓄えられるエネルギー[J]は $U = \frac{1}{2} CV^2$ [J]で算出できる。インダクタに蓄えられるエネルギーの式は下記のいずれか。
- (A) $U = \frac{1}{2} \frac{V^2}{L}$ [J]
 - (B) $U = \frac{1}{2} \frac{I^2}{L}$ [J]
 - (C) $U = \frac{1}{2} LV^2$ [J]
 - (D) $U = \frac{1}{2} LI^2$ [J]

65. 下記説明に該当する機関はいずれか。

放射線防護活動の国際的交流を目的として設立された IRAP(国際放射線防護学会)が、非電離放射線に関する新しい独立専門組織として 1992 年に設立。様々な種類の非電離放射線に関連する可能性の考えられる生物影響を調査し、非電離放射線曝露限度に関する国際指針を作成し、非電離放射線のあらゆる問題を扱うために活動。

- (A) FCC
- (B) CISPR
- (C) ICNIRP
- (D) ITU

66. 金属製の十分面積が大きいシールド材がある。

100 MHz におけるおおよそのシールド効果はいずれか。

条件：厚さ $d = 0.2 \text{ mm}$ 、導電率 $\sigma = 36 \times 10^6 \text{ S/m}$ 、比透磁率 $\mu_r = 1$

- (A) 100 dB
- (B) 150 dB
- (C) 200 dB
- (D) 300 dB
- (E) 400 dB

67. イギリスの EU 脱退に伴い製品に明示される CE マークに代わりイギリスで使用されるマークは下記のいずれか。

- (A) UKCA
- (B) BSI
- (C) KC
- (D) BEAB

68. 外来ノイズ及び自家中毒による誤動作に対してソフトウェアで対策したい。誤っているのはいずれか。

- (A) 常にデータを複数回送信し、受信側でデータを比較し合致すればデータが正しいと判断するプログラムを組み込む。
- (B) 自家中毒による誤動作はソフトウェアによる対策は出来ない。
- (C) プログラムの誤動作検出に WDT (ウォッチドッグタイマ) を使用する。
- (D) 必要な時のみデータを送受信するプログラムを組み込む。

69. 車載用電気電子機器の静電気放電（ESD）試験規格である ISO 10605 において
- ・エネルギー蓄積キャパシタは 150 pF および 330 pF
 - ・放電抵抗は 330 Ω および 2,000 Ω
- と規定されている。
ここでエネルギー蓄積キャパシタ 150 pF の値は下記のいずれを想定しているか。

- (A) 普通自動車自体の静電容量
- (B) 車外に立っている人間の静電容量
- (C) 規格通りの放電電流を供給するために必要な静電容量
- (D) 静電気試験の経験から得られた静電容量

70. 「磁石において N 極と S 極が分離できない」事象につながる Maxwell 方程式は、下記のいずれか。

(A) $\text{rot}\mathbf{H} = \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} + \mathbf{J}$

(B) $\text{rot}\mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$

(C) $\text{div}\mathbf{B} = 0$

(D) $\text{div}\mathbf{D} = \rho$

B は磁束密度、 D は電束密度、 E は電界強度、 H は磁界強度、 ρ は電荷密度、 J は電流密度

71. 下記条件の多層 PWB における GND プレーンと電源プレーンで生じる最も低い平行平板共振周波数はいずれか。

条件：PWB 寸法 300 mm × 240 mm、プレーン間距離 0.2 mm

$$\epsilon_r = 4.5, \quad \mu_r = 1$$

なお、基板端効果は無視できるものとする。

- (A) 168 MHz
- (B) 210 MHz
- (C) 236 MHz
- (D) 295 MHz
- (E) 377 MHz

72. 光（電磁波）が波と粒子の2重性を持つことは広く知られてる。
粒子の性質を示す現象は以下のいずれか？

- (A) 干渉
- (B) 回折
- (C) 光電効果
- (D) 偏光

73. 製品の EMC 測定を電波暗室で進めていた。
途中他のチームが別のセッティングで使用したのち再度測定を開始した。
再測定を行うにあたり測定値の再現性を保つ上で最も影響が少ないのは
下記のいずれか。

- (A) 計測器のキャリブレーションを実施する。
- (B) 製品、計測器の配置を同じにする。
- (C) 同じ EMC レシーバを使用する。
- (D) 同じケーブルを使用する。
- (E) ケーブルの配置（引き回し）を同じにする。

74. マルチメディア機器における各国の EMC 規格を表にした。
表内の①、②につき正しい記述の組み合わせはいずれか。

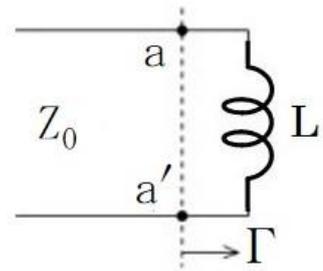
	日本	ヨーロッパ	USA	中国	韓国
エミッション	CISPRJ 32	EN55032	FCC Part15	GB/T 9254.1	KS C 9832
イミュニティ	①	EN55035	②	GB/T 9254.2	KS C 9835

- (A) ① CISPRJ 35 ② FCC Part15
- (B) ① 無 ② FCC Part15
- (C) ① 無 ② 無
- (D) ① CISPRJ 35 ② 無

75. 実数である特性インピーダンス Z_0 の線路終端 a - a' に図のようにインダクタ L を接続し、角周波数 ω の正弦波を入射した。

このとき、 a - a' から負荷側を見た電圧反射係数 Γ について適切なものはどれか。
ここでインダクタ L は理想インダクタとする。

(直列抵抗及び浮遊容量とも「0」)



- (A) $\omega L = Z_0$ になる周波数に於いて $|\Gamma| = 0$ である。
- (B) $\omega L = Z_0$ になる周波数に於いて $|\Gamma| = 0.5$ である。
- (C) 周波数に関わらず、常に $|\Gamma| = 1$ である。
- (D) インダクタンス値が十分大きい場合のみ $|\Gamma| = 1$ である。

76. 半波長ダイポールアンテナの放射電力が 100 W のとき、最大放射方向に距離 100 km 離れた点の電界強度 [$\mu\text{V/m}$] はいずれか。

- (A) $100\ \mu\text{V/m}$
- (B) $141\ \mu\text{V/m}$
- (C) $283\ \mu\text{V/m}$
- (D) $700\ \mu\text{V/m}$
- (E) $846\ \mu\text{V/m}$

77. プリント配線基板において信号のオーバーシュートを軽減させるのに効果的な手法はいずれか。

- (A) 信号配線の周囲に GND ガードを設ける。
- (B) 信号配線層と GND 層との絶縁層厚を薄くする。
- (C) 信号配線の特性インピーダンスの変化を最小にする。
- (D) 信号配線の導体幅を広くする。

78. 多層プリント配線板で特性インピーダンスが $50\ \Omega$ の線路を設計したが、実測値は $50\ \Omega$ より大きかった。

考えられる原因として、正しいものはどれか。

- (A) パターン幅が設計値よりも大きかった。
- (B) 基板の誘電率が設計値よりも大きかった。
- (C) 基板の層間厚が設計値よりも厚かった。
- (D) パターン銅箔厚が設計値よりも厚かった。

79. EMC 測定試験所間の比較に用いられる指標で、平均が 0、標準偏差が 1 になるように変換した値で、下記式で表される Y はいずれか

$$Y = (x - \mu) \div \sigma$$

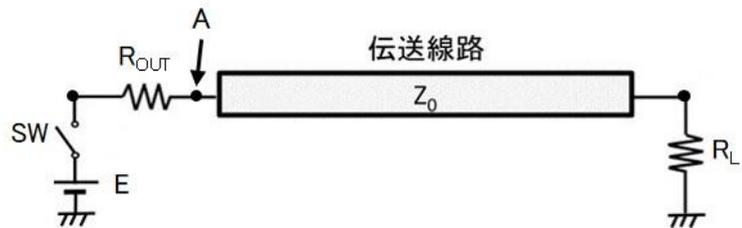
ここで、 x は変数、 μ は母集団の平均、 σ は母集団の標準偏差を表す。

- (A) 標準得点
- (B) Z スコア
- (C) 偏差値
- (D) 分散

80. 下図回路の SW を閉じたとき、A 部にピーク電圧として $V_A 4.8 \text{ V}$ が観測された。伝送線路の特性インピーダンス Z_0 はいずれか。

$E : 5.0 \text{ V}$ 、 $R_{\text{out}} : 50 \Omega$ 、 $R_L : 100 \text{ k}\Omega$ 、伝送線路は十分に長いとする。

- (A) 35.6Ω
- (B) 39.1Ω
- (C) 44.3Ω
- (D) 46.2Ω
- (E) 50.0Ω

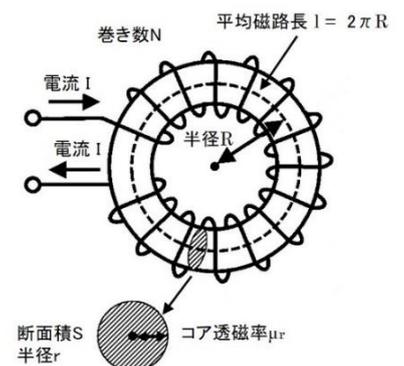


81. 直径 50 mm の電線のループに 1 A の直流電流が流れている。ループの中心の磁束密度 B はいずれか。なお、ループは真空中にあるものとする。

- (A) $12.6 \mu\text{T}$
- (B) $18.8 \mu\text{T}$
- (C) $25.1 \mu\text{T}$
- (D) $126 \mu\text{T}$
- (E) $251 \mu\text{T}$

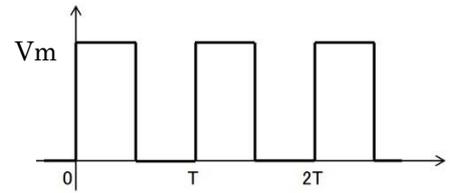
82. 図に示す環状ソレノイドコイルの自己インダクタンスはいずれか。

半径： $R = 25 \text{ mm}$ 、コアの断面径： $r = 3 \text{ mm}$ 、
コアの比透磁率： $\mu_r = 1,000$ 、巻き数： $N = 20$ とする。



- (A) $25 \mu\text{H}$
- (B) $50 \mu\text{H}$
- (C) $75 \mu\text{H}$
- (D) $90 \mu\text{H}$
- (E) $180 \mu\text{H}$

83. 図に示す方形波の第 5 高調波の振幅を求めよ。
ここで、振幅 $V_m = 10 \text{ V}$ 、Duty 比 50% とする。



- (A) 0.49 V
(B) 0.58 V
(C) 0.71 V
(D) 0.91 V
(E) 1.27 V
84. 電子レンジの扉で使用されている電磁シールド手法で特定周波数に対してシールド効果が得られる手法は下記のいずれか
- (A) 損失媒体中の伝搬損失によるシールド
(B) 短絡回路での全反射によるシールド
(C) チョーク回路での反射減衰によるシールド
(D) 減衰モードを利用するシールド
85. 負荷に実効値 240 V の正弦波電圧が印加されていて負荷に流れる電流は実効値 5 A の正弦波である。
このとき、負荷電圧に対して電流の位相が 15 度遅れている。
負荷の有効電力はいずれか。
- (A) 310 W
(B) 310 var
(C) $1,159 \text{ VA}$
(D) $1,159 \text{ W}$
(E) $1,200 \text{ VA}$
86. 「電流の存在によってその周りに生じる磁場を計算する為の法則」とは下記のいずれか。
- (A) ファラデーの法則
(B) ビオ・サバルの法則
(C) ガウスの法則
(D) クーロンの法則

87. カレントプローブ（電流プローブ）に活用されうる物理現象は次のいずれか。

- (A) ペルチェ効果
- (B) ゼーベック効果
- (C) ホール効果
- (D) ピエゾ効果（圧電効果）

88. EMC 測定では様々な「不確かさ」が存在する。
標準偏差で表される「不確かさ」は下記のいずれか。

- (A) 測定装置の不確かさ (MIU:measurement instrumentation uncertainty)
- (B) 標準不確かさ (standard uncertainty)
- (C) 合成不確かさ (combined standard uncertainty)
- (D) 拡張不確かさ (expanded uncertainty)

89. 「電波防護指針：電波利用における人体の防護指針」で示される危険レベルは、「熱作用」において何分間の平均値と規定されているか。

- (A) 1分
- (B) 3分
- (C) 5分
- (D) 6分
- (E) 8分

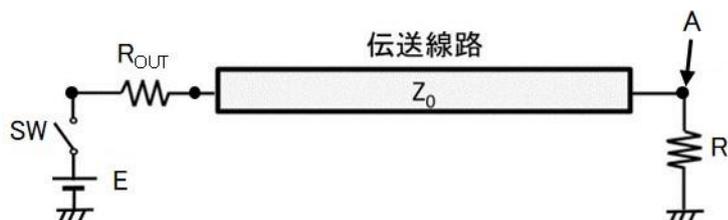
90. 電気回路で発生する雑音の中で設計者がコントロールできないノイズがいくつかある。半導体の格子欠陥に起因する雑音は下記のいずれか。

- (A) 熱雑音
- (B) ショット雑音
- (C) 接触雑音
- (D) ポップコーン雑音

91. 巻数 100 のコイルにおいて 0.1 秒あたり 1 mA 電流を増加させた時、コイル 1 巻当りに生じる磁束が 0.1 秒あたり $1 \mu\text{Wb}$ の割合で増加した。コイルの自己インダクタンスはいずれか。
- (A) 0.001 H
 - (B) 0.002 H
 - (C) 0.01 H
 - (D) 0.02 H
 - (E) 0.1 H
92. 過電圧保護に使用される、バリスタおよびアレスタについて正しい説明は下記のいずれか。
- (A) バリスタ、アレスタはともに半導体である。
 - (B) アレスタはバリスタに比べ寄生容量が小さい。
 - (C) バリスタ、アレスタはともに過電圧保護動作後 自己復帰する。
 - (D) バリスタ、アレスタともに故障モードは「オープン」である。
93. アンテナ間距離：10 m、周波数：3 GHz の場合、アンテナ間の自由空間損失は下記のいずれか。
なお、アンテナは空気中に置かれ、他の影響はないものとする。
- (A) 32.4 dB
 - (B) 62.0 dB
 - (C) 87.5 dB
 - (D) 92.4 dB
 - (E) 107.0 dB
94. IEC61000-4-2 Ed.2 「静電気放電試験」で規定されているレベル 4 気中放電の試験電圧は下記のいずれか。
- (A) ± 2 kV
 - (B) ± 4 kV
 - (C) ± 8 kV
 - (D) ± 15 kV
 - (E) ± 25 kV

95. 下図回路の SW を閉じたとき、A 部にピーク電圧として $V_A: 6\text{ V}$ が観測された。伝送線路の特性インピーダンス Z_0 はいずれか。
 $E: 5.0\text{ V}$ 、 $R_{\text{out}}: 50\ \Omega$ 、 $R_L: 1\text{ M}\Omega$ 、伝送線路は十分に長いとする。

- (A) $48\ \Omega$
 (B) $50\ \Omega$
 (C) $70\ \Omega$
 (D) $75\ \Omega$
 (E) $90\ \Omega$



96. 近接して用いる RF 送信機から放射された電磁界に曝されるとき、電気・電子機器の妨害耐性能力の必要条件を規定している規格は下記のいずれか。

- (A) IEC61000-4-25
 (B) IEC61000-4-31
 (C) IEC61000-4-33
 (D) IEC61000-4-36
 (E) IEC61000-4-39

97. 散布図、相関係数、相関関係、因果関係に関する説明として適切でないのはいずれか。

- (A) 2つの連続変数間の関係性を見るには、散布図が有効である。散布図から線形な関係、非線形な関係、外れ値を含む関係など、様々な関係性を見ることが出来る。
 (B) 2つの連続変数間の関係性は相関係数で数値化できる。この相関係数は0から1の値を取り、1に近いほど強い正の相関となり、0に近いほど強い負の相関となる。
 (C) 相関関係とは、ある変数が変化すると他の変数も同時に変化する場合である。
 (D) 因果関係とは、ある変数が他の変数の変化を引き起こす関係である。

98. チップ 3 端子セラミックキャパシタについて、誤った説明は下記のうちいずれか。
- (A) チップ 2 端子セラミックキャパシタに比べ ESL が低い。
 - (B) チップ 2 端子セラミックキャパシタに比べ ESR が低い。
 - (C) 主にカップリングキャパシタとして使用する。
 - (D) 電源用と信号用がある。
 - (E) 貫通接続(フィールドスルー接続)と非貫通接続(シャントスルー接続)がある。

99. オシロスコープ等にパッシブプローブ及びアクティブプローブを使用する場合の注意点で誤った記述はいずれか。

- (A) パッシブプローブは 500 MHz での使用が望ましい。
- (B) アクティブプローブは高周波(数 GHz)で使用できる。
- (C) FET プローブはアクティブプローブに含まれる。
- (D) アクティブプローブはパッシブプローブに比べ入力耐圧が高い。
- (E) アクティブプローブには別途電源が必要。

100. 特性インピーダンス 50Ω の伝送線路を 75Ω の抵抗で終端した場合、

①、②、③の正しい組み合わせはいずれか。

- ① 反射係数 Γ
- ② 電圧定在波比 VSWR
- ③ 進行波電力 P_f 10 W の時の反射波電力 P_r

- (A) ① 0.67 ② 1.2 ③ 0.2 W
- (B) ① 0.67 ② 1.5 ③ 0.4 W
- (C) ① 0.2 ② 1.2 ③ 0.2 W
- (D) ① 0.2 ② 1.5 ③ 0.4 W
- (E) ① 0.2 ② 1.5 ③ 0.2 W

終了

EMC設計技術者資格 練習問題

解答例

(2025年3月18日修正)
(2025年3月17日修正)
2025年4月1日

内容に誤りがありましたらご連絡のほどよろしくお願いたします。
(emcde01@kec.jp)

1. まず定格静電容量で自己共振周波数 f_0 を計算する。

C に定格静電容量値 $10 \mu\text{F}$ 、L に内部インダクタンス値 200 pH を代入する。

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

結果、 $f_0 = 3.56 \text{ MHz}$

ここで、各選択肢の自己共振周波数から容量値を計算すると

(A) $9.9 \mu\text{F}$ 、(B) $18.1 \mu\text{F}$ 、(C) $4.5 \mu\text{F}$ 、(D) $0.7 \mu\text{F}$ となる。

また、条件 {印加電圧 (定格の 50%)、特性 X5R (EIA)} において、誘電材料の物理的特性により静電容量は定格静電容量から 30 ~ 60 % 低下する。

(容量値は 7 ~ 4 μF になる)

よって、(A)、(B)、(D) は選択肢から外れ、(C) が正解となる。

参考 <https://ds.murata.co.jp/simsurfing/mlcc.html?lcid=ja>

<https://product.tdk.com/ja/search/capacitor/ceramic/mlcc/characteristic/>

2. (A) 周波数の違いによる分離

信号周波数以外の帯域のノイズを周波数帯域により分離する。

例えば信号だけを通過させるバンドパスフィルタ等。

- (B) 位相の違いによる分離

ノイズに特定の位相は無いので分離できない

- (C) 振幅の違いによる分離

ノイズが信号より電圧レベルが高い場合、あるレベルより高いものを通過させない。バリスタ、コンデンサ、リミタ等。

- (D) 伝送モードの違いによる分離

信号とノイズのモードが異なる場合、モードに対する特性が異なる部品により分離する。コモンモードノイズフィルタ。

正解は(B)

3. 20 dB 落とすという事は

$$-20 = 20 \log A$$

$A = 0.1$ 、10 MHz で抵抗負荷 100Ω の両端の電圧が $1/10$ すなわち

総インピーダンスが 1000Ω になる L を選ぶ。

$$|Z| = \sqrt{100^2 + (\omega L)^2} = 1000 \Omega \quad \rightarrow \text{※ } Z = 100 + j\omega L \text{ ではない}$$

$$L = \frac{\sqrt{1000^2 - 100^2}}{2\pi \times 10 \times 10^6} = 15.8 \times 10^{-6} \text{ H} = 15.8 \mu\text{H}$$

正解は(C)

4. 一般的に対象となる製品に対して適用される規格は a,b,c の順に優先度が高い
正解は(D) 製品規格 > 製品群規格 > 共通規格

5. 対応する規格・規制に基づいて、ある製品の EMC 測定をする際に、オプションの有無によってその製品の特性が変わるかの確認が原則的に必要である。
製造者として、オプションの有無のいずれの場合であっても EMC 試験に適合していることを確認し、保証しなければいけない。

正解は (D)

すべてのオプションは、必ず測定の対象に含めなければならない

6. ピーク to ピーク電流 $I_{pp}=100 \text{ mA}$ の正弦波電流の実効値 (rms 値) 電流 I_{rms} は、
正弦波のピーク to ピーク電流と実効値電流の関係から

$$I_{rms} = \frac{I_{pp}}{2\sqrt{2}} = \frac{100}{2\sqrt{2}} = 35.4 \text{ mA}$$

消費電力 P は、

$$P = (I_{rms})^2 \times R = (35.4 \times 10^{-3})^2 \times 75 = 0.09375 \text{ W}$$

dBm に換算すると、

$$P = 10 \log_{10} \frac{0.09375}{0.001} = 19.7 \text{ dBm}$$

正解は(B)の 20 dBm

※ 正弦波の波高値とピーク to ピーク値の違いに要注意

$$\text{波高値} = \text{実効値} \times \sqrt{2}、\text{ピーク to ピーク値} = \text{実効値} \times 2\sqrt{2}$$

7. R をキャパシタ C に置き換えると「交流電流は交流電圧に対し位相が進む」とは限らない。

$1/\omega C$ の値が ωL の値より大きくなった場合のみ

よって「交流電流は交流電圧に対し位相が進む」は誤り、正解は(D)

8. 比誘電率 ϵ_r の誘電体中における電磁波の伝搬速度 V_p は、

$$V_p = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

したがって、波長 λ も $1/\sqrt{\epsilon_r}$ となるので、誘電率が 4 倍 (=比誘電率 ϵ_r が 4 倍) になると波長は 1/2 となる。

正解は(A)

9. 幅 : x [m],奥行き : y [m],高さ : z [m]の空洞共振周波数は次式で求められる。m,n,p は0あるいは正整数、cは光速。

$$f = \frac{c}{2} \sqrt{\left(\frac{m}{x}\right)^2 + \left(\frac{n}{y}\right)^2 + \left(\frac{p}{z}\right)^2}$$

最も共振周波数が低くなる条件 m=1,n=1,p=0 を式に代入すると

$$f = \frac{3 \times 10^8}{2} \sqrt{\left(\frac{1}{4}\right)^2 + \left(\frac{1}{5}\right)^2 + \left(\frac{0}{3}\right)^2} = \frac{3 \times 10^8}{2} \sqrt{\left(\frac{1}{16}\right) + \left(\frac{1}{25}\right)}$$

$$f = \frac{3 \times 10^8}{2} \times 0.32 = 48.0 \times 10^6$$

正解は(B) 48.0 MHz

10. 温度変化に関する下記の記述において、正しいのはいずれか

正解は(D)の 温度係数が大きい抵抗ほど、温度に対する抵抗値の変化は大きい
温度係数が大きいと、温度変化に対する抵抗値の変化が大きい。

- ・温度係数は、一般的に温度依存性を有す。
- ・カーボン抵抗の温度係数は、1000 ppm/°C 程度、金属箔抵抗の温度係数は、20 ppm/°C 以下。
- ・温度係数の異なる抵抗を用いた回路は、動作状態が温度の影響で変化するので、一般的には EMC 特性にも差が生じると考えられる。

11. キャパシタ、T型ノイズフィルタ、L型ノイズフィルタのノイズフィルタとしてのノイズ除去効果の大きさを比較した場合、一般的傾向として正しい順序は
T型フィルタ>L型フィルタ>キャパシタ 正解は(B)

12. ガasketの交換時期の判定方法 ;

- (A) 開放状態で、使用前と現在のガスケットの厚みを比較し、所定値以下になっていれば、ガスケットの弾力性がなくなっている事になるので、劣化の判定に利用できる。
- (B) ガスケットを挟んでいる金属間で抵抗値を測定すれば、接触抵抗の劣化が判断できるが、ガスケットだけでは接触面の抵抗が含まれていないので劣化を判断する基準とは言えない。
- (C) ひび割れがなくても、劣化している場合があるので適切な判断基準とは言えない。
- (D) 隙間がなくても、劣化している場合があるので適切な判断基準とは言えない。

正解は(A)

13. 一般的なアルミ電解コンデンサの寿命はリップル電流の影響を無視した場合次式で与えられる。

$$L = L_0 \times 2^{\frac{T_{\max}-T}{10}}$$

L:寿命、 L_0 :規定寿命、 T_{\max} :カテゴリ最大温度、 T :周囲温度
寿命を8倍にするには $T_{\max}-T$ が30になる T を決めればよい。

$$\rightarrow 85^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C} = 55^\circ\text{C}$$

正解は(C) 周囲温度を 55°C にする

14. 電圧、電流、抵抗の関係 $V=RI$ から $R = V/I$

これにSI基本単位を代入すると

$$R = \frac{\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}}{\text{A}} = \text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-2}$$

となり、正解は(C)

(A)はキャパシタンス：ファラッド[F]のSI基本単位

(B)はエネルギー：ジュール[J]のSI基本単位

(D)はインダクタンス：ヘンリー[H]のSI基本単位

(E)は磁束：ウェーバー[Wb]のSI基本単位

15. (1)式はアンペールの法則、(2)式はファラデーの法則であり、変位電流は(1)式右辺1項である。

正解は(B)

16. 周波数 f [Hz]の電流 i_d [A]がループ面積 S [m^2]の回路に流れた時、電流ループから距離 r [m]離れた地点における放射電界強度 E_d [V/m]は次式によって求められる。

$$E_d = 1.316 \times 10^{-14} \times \frac{i_d \cdot f^2 \cdot S}{r}$$

また 35 [dB μ V/m]は、 56.2×10^{-6} [V/m]である。以上を用いて計算する

$$56.2 \times 10^{-6} \geq 1.316 \times 10^{-14} \times \frac{i_d (450 \times 10^6)^2 \times (5 \times 10^{-3})^2}{10}$$

$$i_d \leq \frac{56.2 \times 10^{-6} \times 10}{1.316 \times 10^{-14} \times (450 \times 10^6)^2 \times (5 \times 10^{-3})^2}$$

$$i_d \leq 8.4 \text{ mA}$$

正解は(B)

17. 送信モジュールから出力される基本波を帯域制限フィルタにて減衰させ、ダイナミックレンジを確保する。

正解は(B)

18. 電源電圧 V_S [V]、最大消費電流 I_{max} [A]、最大許容リップル電圧率 r [%] と回路のインピーダンス Z_t には次式の関係がある。

$$Z_t [\Omega] = V_S [V] \times (r [\%] / 100) / I_{max} [A]$$
$$= 1.8 \times 0.05 \div 3 = 0.03 \rightarrow 30 \text{ m}\Omega$$

従ってリップル電圧を最大許容値以下とするための目標となるインピーダンスは Z_t 以下となる。

正解は(B)

19. 電圧波形の実効値 V_m は下記式で求められる

$$V_m = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \times a(8^2 + 4^2 + 2^2 + 2^2 + 0^2)}$$
$$= \sqrt{\frac{1}{5} \times 88} = 4.2 \text{ [V]} \quad \text{この時 } T=5a$$

正解は(C)

20. 下記の中で政府機関はいずれか

UL : アメリカ合衆国の非営利団体 (民間団体) で材料・製品・構造・システムの安全基準を認証している機関。

FCC : アメリカ合衆国の通信、電信及び電波を管理する連邦政府機関

VCCI : 日本国内における、情報機器による機器への電磁妨害を自主規制するために設立された一般財団法人

CISPR : 無線障害の原因となる各種機器からの電磁妨害関し、許容値と測定法を国際的に合意ことによって国際貿易を促進する事を目的に設立された

IEC (国際電気標準会議) の特別委員会

正解は(B)

21. 反射係数 Γ は下記式で求められる

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{60 + j20 - 50}{60 + j20 + 50} = \frac{10 + j20}{110 + j20} = \frac{\sqrt{10^2 + 20^2}}{\sqrt{110^2 + 20^2}} = \sqrt{\frac{500}{12500}} = \sqrt{\frac{1}{25}}$$

$$|\Gamma| = 0.2$$

正解は(B)

22. P.U.値は電力業界で広く使用されており、さまざまな電力設備の電圧、電流、電力およびインピーダンスの値を表すことができる。

これは一般に変圧器や AC マシンで使用される。

所定の数量(電圧、電流、電力、インピーダンス、トルクなど)の P.U.値は、基準値に対する相対的な値です。

P.U.値 = 被比較値 / 基準値

本問題の場合 P.U.値 = 270 V / 300 V = 0.9

正解は(D)

23. フーリエ級数展開式の

$\frac{a_0}{2}$ は波形 $f(x)$ の平均値をあらわす。

正解は(B)

24. VSWR=2 のとき反射係数 Γ は

$$VSWR = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma}$$

$$1 + \Gamma = VSWR \cdot (1 - \Gamma)$$

$$= VSWR - VSWR \cdot \Gamma$$

$$VSWR \cdot \Gamma + \Gamma = VSWR - 1$$

$$(VSWR + 1) \cdot \Gamma = VSWR - 1$$

$$\Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$

VSWR = 2 を代入する

$$\Gamma = \frac{2 - 1}{2 + 1} = \frac{1}{3}$$

反射減衰量を求める

$$-20 \log_{10} \frac{1}{3} = -20 \log_{10} 0.333 = 9.54 \text{ dB}$$

正解は(C)

25. フェライトの材料特性において、透磁率の実数部： μ' はインダクタンス成分
透磁率の虚数部： μ'' は抵抗成分を表す。

「高周波ノイズの吸収」に寄与するのは(B)の透磁率の虚数部： μ''

正解は(B)

26. EMC 分野で良く使われる電磁界シミュレータの解析手法において、FDTD 法は時間軸での解析、モーメント法は周波数軸での解析を行う。
正解は(C)

※代表的な電磁界解析手法

- ・ FDTD 法 (Finite-Difference Time-Domain Method)
- ・ モーメント法 (Method of Moment : MoM)
- ・ 有限要素法 (Finite Element Method : FEM)

27. 標準偏差の加算は

$$\sigma = \sqrt{\sigma_a^2 + \sigma_b^2} = \sqrt{80^2 + 160^2} = \sqrt{6400 + 25600} = 178.9 \div 180$$

正解は(D)

28. 屈折率 n は真空中の光速を物質中の光速で割った値と定義されている。
また、真空中の光速 c 、物質中の光速 v は誘電率と透磁率から求められる。

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} \quad v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \epsilon_r \mu_0 \mu_r}}$$

$$n = \frac{c}{v} = \sqrt{\epsilon_r \mu_r} \quad \text{ここでガラスは誘電体なので } \mu_r = 1$$

$$\text{よって } n = \sqrt{\epsilon_r} = \sqrt{4} = 2 \quad \text{正解は(C)}$$

29. 抵抗値の分布が正規分布をとる場合、不良率 63 ppm は $\pm 4\sigma$ に相当する。

$$22 \text{ k}\Omega \text{ の } 5\% = 1,100 \Omega$$

標準偏差 σ は $1,100 \Omega \div 4 = 275 \Omega$ と推測される。正解は(D)

※参考

- $\pm 1\sigma$: 不良率 31.7 %
 - $\pm 2\sigma$: 不良率 4.5 %
 - $\pm 3\sigma$: 不良率 0.27 %
 - $\pm 4\sigma$: 不良率 0.0063 % (63ppm)
 - $\pm 5\sigma$: 不良率 0.000057 % (0.57ppm)
 - $\pm 6\sigma$: 不良率 0.000002 % (0.002ppm)
- ppm : parts per million、100 万分の 1 (0.0001%)

30. (A) アンテナ係数の単位は ~~[dB]~~ [1/m]、dB 系で [dB/m]
(B) アンテナ係数は自由空間の ~~近傍界~~ 遠方界で定義される
(C) アンテナ係数と受信アンテナの出力電圧で電界強度が計算できる
(D) アンテナ係数は周波数によって ~~変化しない~~ 変化する
正解は(C)

31. キャパシタの電圧は下記式で表される。

$$V_c = V(1 - e^{-t/\tau}) \quad \tau = RC$$

数値を代入すると

$$\tau = 100 \times 10^3 \times 1 \times 10^{-6} = 0.1$$

$$V_c = 5(1 - e^{-0.1/0.1}) = 3.16 \text{ V}$$

正解は(C)

32. 降圧型インバータ回路において入力電圧 V_s 、出力電圧 V_o 、通流率 D の関係は

$$\frac{V_o}{V_s} = D \quad \text{で表される、正解は(A)}$$

$$\frac{V_o}{V_s} = \frac{1}{1-D} \quad \text{は昇圧型インバータ回路の関係}$$

$$\frac{V_o}{V_s} = \frac{D}{1-D} \quad \text{は昇降圧型インバータ回路の関係}$$

33. Tellegen の定理は、構造が同じであれば別の回路に関しても成り立つ。

正解は(A)

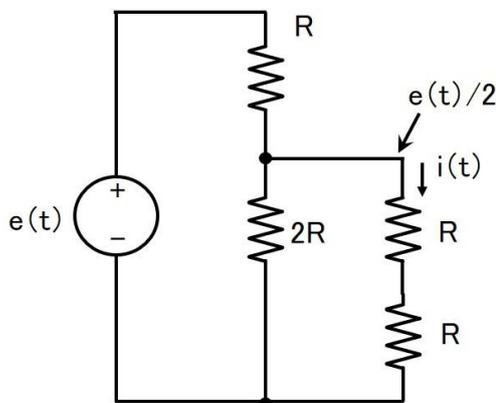
Tellegen の定理：

電気回路において各枝を流れる電流と、枝間の電位差の積の和が 0 となることを意味する定理である。

34. 回路図を分かりやすく書き換えると下図となり

$$i(t) = e(t)/2/2R = e(t)/4R$$

正解は(D)



35. 2 dBm をリニアに変換すると

$$2 = 10\log X \rightarrow X = 1.585 \text{ mW}$$

2 dBm の 2 信号が足されるので $1.585 \text{ mW} + 1.585 \text{ mW} = 3.17 \text{ mW}$

3.17 mW を dBm に変換する $10\log 3.17 = 5 \text{ dBm}$

正解は(C)

別解答

2 dBm の信号が 2 つ足し合わされるので電力は 2 倍になる。

電力 dB 系で 2 倍は +3 dB なので

$$2 \text{ dBm} + 3 \text{ dB} = 5 \text{ dBm}$$

参考：デシベル表記とリニア表記が混在時の勘違いに要注意

- ・リニア表記の積＝デシベル表記の和になる
- ・リニア表記の 1＝デシベル表記の 0 になる

36. 詳細設計前のデザインレビューは試作前に行うので「試作評価の結果」は使用できない。正解は(D)

37. 抵抗 R で消費される電力 W_R は次式で計算できる

$$W_R = i^2 R = \left(\frac{E}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} \right)^2 \times R$$

ここで $e(t) = 10\sin 100t$ から 実効値電圧 $E = \frac{\text{振幅}}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}}$, 角速度 $\omega = 100$

$R = 100 \Omega$ 、 $L = 100 \text{ mH}$

式に代入すると $W_R = 0.5 \text{ W} = 500 \text{ mW}$

正解は(C)

38. JIS-C5412-1995 では BNC コネクタの上限周波数は 4 GHz 以下と規定。

正解は(C)

各種コネクタの上限周波数

・ F(75Ω)コネクタ	2.7 GHz	・ N(75Ω)コネクタ	3 GHz
・ 7/16DIN コネクタ	8 GHz	・ SMA コネクタ	18 GHz

39. 各回路は

(A) : 倍電圧整流回路

(B) : R の両端が同じ電圧になるので V_R は 0 V

(C) : 半波整流回路 (D2 は不要)

(D) : 3 倍電圧整流回路

正解は(A)

40. 回路の SW を閉じたとき、A 部のピーク電圧は入射波 V_i と反射波 V_r の和で求められる。 $E : 9.0 \text{ V}$ 、 $R_{\text{out}} : 25 \Omega$ 、 $R_{\text{in}} : 100 \Omega$ 、 $Z_0 : 50 \Omega$ の場合

$$V_i = E \cdot \frac{Z_0}{Z_0 + R_{\text{out}}} = 9.0 \cdot \frac{50}{50 + 25} = 6.0 \text{ V}$$

$$V_r = V_i \cdot \frac{R_{\text{in}} - Z_0}{R_{\text{in}} + Z_0} = 6.0 \cdot \frac{100 - 50}{100 + 50} = 2.0 \text{ V}$$

$$V_{\text{peak}} = V_i + V_r = 6.0 + 2.0 = 8.0 \text{ V}$$

正解は(B)

41. 最近のデジタルオシロスコープで測定できるのは。

- (A) : 波形の実効値は基本機能として**測定可能**
- (B) : 波形の位相は基本機能として**測定可能**
- (C) : 波形の反射波成分はタイムドメイン機能を利用し**測定可能**
- (D) : 波形の周波数成分は FFT (Fast Fourier Transform) 機能を利用し**測定可能**
- (E) : S パラメータは**測定不可**

※S パラメータの測定には信号源機能が必要

正解は(E)。

42. オシロスコープの高インピーダンスへ入力した場合、負荷に印可された電圧波形がそのまま表示されるので 3 dBm を実効電圧値に変換し実効電圧値をピーク to ピーク電圧値に変換する。

$$3 \text{ dBm} \rightarrow 2 \text{ mW} = 0.002 \text{ W}$$

$$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow \text{実効値計算 } V = \sqrt{PR} = \sqrt{0.002 \times 50} = 0.316 \text{ Vrms}$$

実効値を正弦波のピーク to ピーク電圧値に変換

$$V_{\text{p-p}} = 0.316 \times 2\sqrt{2} = 0.894 \text{ Vp-p}$$

正解は(C)。

43. CISPR 規格で「無線周波妨害波及びイミュニティの測定装置並びに測定方法」は CISPR 16 で規定される。正解は(C)

- ・ CISPR 11 : 工業・科学及び医療用装置からの妨害波の許容値及び測定法
- ・ CISPR 14 : 家庭用電気機器、電動工具及び類似機器からの妨害波の許容値と測定法
- ・ CISPR 25 : 車載受信機保護のための妨害波の推奨限度値及び測定法
- ・ CISPR 32 : マルチメディア機器の電磁両立性・エミッション要求事項

44. 各説明は

- (A) : シミュレーションや数値計算を、乱数を用いて行う手法の総称。
→ モンテカルロ法
- (B) : 方程式系を数値計算によって解くための反復法を用いた解法。
対象とする方程式系の条件は対象領域の微分可能性と 2 次微分に関する符号のみ。
→ ニュートン・ラフソン法
- (C) : 効率のよい実験方法を設計し、結果を適切に解析するための統計学の
応用分野
→ 実験計画法
- (D) : データをまとめるための方法で、データをカードに記述し、カードを
グループごとにまとめて、図解し、論文等にまとめていく方法。
→ KJ 法

正解は(A)

45. スペクトラムアナライザにおいて Resolution Band Width (RBW)を
10 倍にするとノイズフロアは 10 dB 増加する。

正解は(B)

46. IEC61000-4 規格番号は以下の通り

伝導イミュニティ試験は IEC61000-4-6 なので正解は(E)

- ・ IEC 61000-4-2 静電気放電イミュニティ試験
- ・ IEC 61000-4-3 放射無線周波電磁界イミュニティ試験
- ・ IEC 61000-4-4 電氣的ファーストトランジェント/バーストイミュニティ試験
- ・ IEC 61000-4-5 サージイミュニティ試験
- ・ IEC 61000-4-6 伝導イミュニティ試験
- ・ IEC 61000-4-8 電源周波数磁界イミュニティ試験
- ・ IEC 61000-4-11 電圧ディップ・瞬時停電試験

47. 高周波信号のリターン電流はプレーンの最短経路ではなく、信号配線の直下を
配線経路に沿って流れる。

正解は(A)

48. ISM 周波数(Industrial, Scientific and Medical radio bands)を使用しない機器は

- (A) 無線 LAN : 2.45 GHz 及び 5.8 GHz の ISM 周波数を使用
- (B) Bluetooth : 2.45 GHz の ISM 周波数を使用
- (C) 電子レンジ : 2.45 GHz の ISM 周波数を使用
- (D) Suica : 13.56 MHz の ISM 周波数を使用
- (E) 電波時計 : 40 kHz、60 kHz の ISM 周波数以外を使用

正解は(E)

ISM 周波数帯	代表的な用途
6.78 MHz	ワイヤレス電力伝送
13.56 MHz	IC カード、小電力無線局、構内無線局 簡易無線局
27.12 MHz	工業用高周波加熱装置、 半導体製造用プラズマ発生器、CB 無線、 ラジオマイク、模型用ラジコン、玩具トランシーバ
40.68 MHz	工業用高周波加熱装置、 半導体製造用プラズマ発生器、ラジオマイク、 模型用ラジコン、玩具トランシーバ
915 MHz	工業用マイクロ波加熱装置(USA) 携帯電話、パーソナル無線
2.45 GHz	電子レンジ、工業用マイクロ波加熱装置、 プラズマ発生装置、無線 LAN、Bluetooth、 アマチュア無線、模型飛行機ラジコン
5.8 GHz	プラズマ発生装置、無線 LAN、ETC アマチュア無線
24.125 GHz	マイクロマシンへの電力伝送、アマチュア無線

49. マイクロストリップ銅箔パターンのインダクタンス値は下記式で求められる

$$L = 0.2 \times l \times \left(\ln \frac{2 \times l}{w+t} + 0.2235 \times \frac{w+t}{l} + 0.5 \right) \quad \text{単位は[mm]}$$

パターン長 l : 10 mm、パターン幅 w : 0.15 mm、銅箔厚 t : 30 μm

数値を代入すると $L = 10.43 \text{ nH}$ となる。

正解は(B)。

50. ある媒質内のある点においてある信号の電界強度と磁界強度の関係は遠方界では

$E/H=Z$ で表される。

与えられた条件

(電界強度 $E=100 \mu\text{V/m}$ 、媒質の比透磁率 $\mu_r=1$ 、比誘電率 $\epsilon_r=4.5$) から

インピーダンス Z 及び磁界強度 H を求める。

$$Z = \sqrt{\frac{\mu_0 \mu_r}{\epsilon_0 \epsilon_r}} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \times \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}} = 377 \times \sqrt{\frac{1}{4.5}} = 377 \times \sqrt{\frac{1}{4.5}} = 177.7$$

磁界強度 H は

$$H = E/Z = 100 \times 10^{-6} \div 177.7 = 0.563 \times 10^{-6} = 0.563 \mu\text{A/m} \quad \text{正解は(C)}.$$

51. Q1 及び Q2 の電荷が 1 μC、距離が 1 m の時 Q1・Q2 間に生じるクーロン力 F は次式で求められる。

$$F = \frac{Q1Q2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

与えられた数値 Q1 = 1 μC、Q2 = 1 μC、r = 1 m を代入すると

$$F = \frac{10^{-6} \times 10^{-6}}{4\pi\epsilon_0} = \frac{10^{-12}}{4\pi \times 8.854 \times 10^{-12}}$$

$$F = 8.99 \times 10^{-3} \text{ N} \quad \text{正解は(C)}。$$

52. 同軸ケーブルの特性インピーダンス Z₀ は次の式で求められる。

$$Z_0 = \frac{138}{\sqrt{\epsilon_r}} \log_{10} \left(\frac{b}{a} \right)$$

真空中の ε_r = 1、特性インピーダンス 50 Ω なので

$$\frac{b}{a} = 10^{\frac{Z_0}{138}} = 10^{\frac{50}{138}} = 2.3$$

よって内部導体外径 a と外部導体内径 b の比は a:b=1:2.3

正解は(B)。

53. 電磁界シミュレーション FDTD(時間領域差分法)の説明

(A) 誘電体を含んだ解析には適さない：誤り

→ 誘電体を含んだ解析が可能

(B) 積分方程式で解析を行う：誤り

→ 偏微分方程式を空間・時間領域での差分方程式に展開して 逐次計算する

(C) 周波数領域解析を行う：誤り

→ 時間軸領域解析を行う

(D) 並列計算 (並列コンピューティング) に適したアルゴリズム：正しい

正解は(D)。

54. 各エネルギーを計算すると

運動エネルギー : $1/2 mv^2 \rightarrow 1/2 \times 1 \times 10^2 = 50 \text{ J}$

キャパシタの電気エネルギー : $1/2 CV^2 \rightarrow 1/2 \times 10^{-5} \times 10^2 = 0.0005 \text{ J}$

インダクタの電気エネルギー : $1/2 LI^2 \rightarrow 1/2 \times 10^{-2} \times 5^2 = 0.125 \text{ J}$

位置エネルギー : $mgh \rightarrow 5 \times 9.8 \times 1 = 49 \text{ J}$

熱エネルギー : $mc\Delta T \rightarrow 100 \times 4.19 \times 10 = 4,190 \text{ J}$

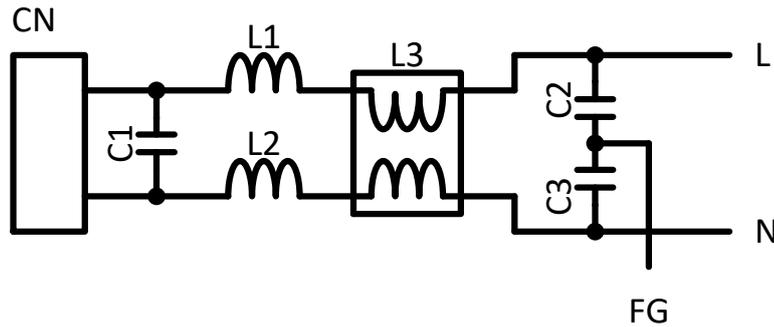
最も近い(C)が正解。

g : 重力加速度 9.8 m/s²

c: カロリー cal をジュール J に変換する定数 4.19

※熱エネルギーのみ質量 m は kg でなく g (グラム)

55. AC 電源ラインに対するノイズ対策。



- (A) X キャパシタ C1 とノーマルモードコイル L1,L2 はノーマルモードノイズに対して効果がある。 : 正しい
- (B) Y キャパシタ C2,C3 とコモンモードチョークコイル L3 はコモンモードノイズに対して効果がある。 : 正しい
- (C) ノーマルモードコイル L1,L2 はコモンモードノイズに対しても効果がある。 : 正しい
- (D) X キャパシタ C1 は容量を増やしてもノイズ削減効果は変わらない。 : 誤り

正解は(D)

X キャパシタは高周波側の特性が変わらなければ、容量を増やしたほうが、ノイズ削減効果が向上する。ただし、コスト及びサイズを考慮する必要がある。

参考 : Y キャパシタ C2,C3 の容量を増やすとコモンモードノイズの低減効果が向上するが、漏れ電流が増加する。
安全規格から容量値の上限が決められる。

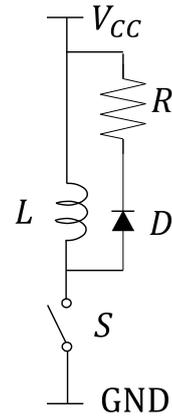
56. 電気回路理論で言われるカットセットの説明

- (A) 回路を構成する要素のうち、それらを取り除くと回路が連結していない 2つの部分に分かれる要素の集合。
→ カットセットの説明
- (B) 回路を構成する要素のうち、ある節点を出発し、それらの要素を順にたどると元の接点に戻る要素の集合。
→ タイセットの説明
- (C) 電気回路の 2 点間の電位差が、その 2 点間に流れる電流に比例する。
→ オームの法則の説明
- (D) 電気回路の任意の分岐点について、そこに流れ込む電流の和は、そこから流れ出る電流の和に等しい。
→ キルヒホッフの法則の説明

正解は(A)

57. インダクタに流れる電流の最大値

オフ期間 90 ms がオフ時の時定数 10 ms に比べ十分長い
 ため、オフ期間内に放電電流は 0 になる。
 オン期間に増加する電流は 0 から増加し、L に印加される
 電圧と電流の関係よりオン期間が終了する時点で最大と
 なる。
 オン期間に増加する電流は L に印加される電圧と
 電流の関係より



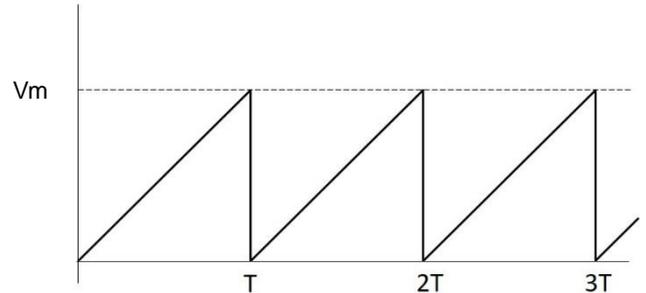
$$V_{CC} = L \frac{di_L}{dt}$$

$$i_{Lmax} = \int_0^{10m} \frac{10}{100m} dt = [100t]_0^{10m} = 100 \times 0.01 = 1 \text{ A}$$

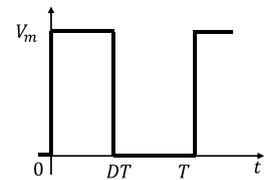
正解は(C)

58. ノコギリ波の実効値を算出する式

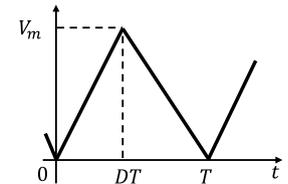
(A) $V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{V_m}{T} t\right)^2 dt}$
 → ノコギリ波の実効値算出式



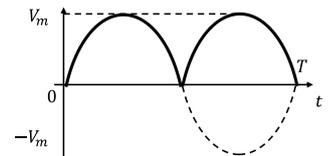
(B) $V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^{DT} V_m^2 dt}$
 → 方形波の実効値算出式



(C) $V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \left(\int_0^{DT} \left(\frac{V_m}{DT} t\right)^2 dt + \int_{DT}^T \left(\frac{V_m}{1-D} \left(1 - \frac{t}{T}\right)\right)^2 dt \right)}$
 → 三角波の実効値算出式



(D) $V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \left(\int_0^{\frac{T}{2}} \left(V_m \sin \frac{2\pi}{T} t\right)^2 dt + \int_{\frac{T}{2}}^T \left(-V_m \sin \frac{2\pi}{T} t\right)^2 dt \right)}$
 → 正弦波 全波整流波形の実効値算出式



正解は(A)

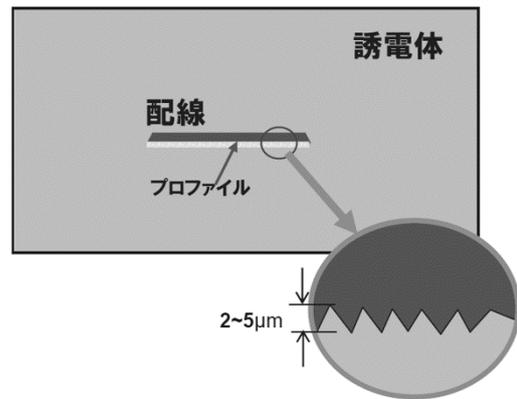
59. 振幅確率分布 APD (Amplitude Probability Distribution)の説明
 (A) 振幅確率分布 APD (Amplitude Probability Distribution) の説明
 (B) タイムドメイン TDR (Time Domain Reflectometry) の説明
 (C) 実験計画法 の説明
 (D) 正規分布 の説明
 正解は(A)

60. 多層 PWB における高周波数時の信号減衰要因
 表皮効果による表皮深さが銅パターンの粗さ (2~5 μm) より小さくなることで、
 伝送距離が長くなり、減衰が増加する。
 正解は(D)

銅箔、1 GHz 時の表皮深さ d は
 $d = 2.07 \mu\text{m}$

$$d = \frac{1}{\sqrt{\pi \times f \times \mu_r \times \mu_0 \times \sigma}}$$

$\mu_r : 1$ 、 $\mu_0 : 4\pi \times 10^{-7}$ 、
 銅の導電率 $\sigma : 59.0 \times 10^6 \text{ S/m}$



61. ローレンツ力の説明
 (A) ローレンツ力 の説明
 (B) 引力 の説明
 (C) クーロン力 の説明
 (D) 核力 の説明
 正解は(A)

62. LiDAR について誤った説明
 (A) 対象物までの距離を測定する。 : 正しい
 (B) 対象物の形状を測定する。 : 正しい
 (C) 対象物表面の文字を認識する。 : 誤り
 (D) レーザーを利用している。 : 正しい
 (E) 高速の演算機能を持つ。 : 正しい
 対象物表面の文字を認識することは出来ない。正解は(C)

63. モバイルバッテリーが持つエネルギー
 5,000 mAh をクーロンに変換すると
 $5 \text{ Ah} \times 3,600 \text{ s} = 18,000 \text{ C}$
 クーロンからエネルギーを算出
 $U = CV \quad 18,000 \text{ C} \times 3.7 \text{ V} = 66,600 \text{ J}$
 正解は(D)

64. インダクタに蓄えられるエネルギー

インダクタに蓄えられるエネルギー[J]の式は $U = \frac{1}{2} LI^2$

正解は(D)

65. 国際機関の説明

- (A) FCC : 連邦通信委員会
- (B) CISPR : 国際無線障害特別委員会
- (C) ICNIRP : 国際非電離放射線防護委員会
- (D) ITU : 国際電気通信連合

ICNIRP : 国際非電離放射線防護委員会の説明。正解は(C)

66. シールド効果の算出

シールド効果 SE は

SE = 反射損失 R + 吸収損失 A + 多重反射補正 M

から算出できる、それぞれを計算する。

$$\text{反射損失 } R = 20 \log \frac{(Z_0 + Z_s)^2}{4Z_0 Z_s} = 20 \log \frac{(120\pi + 0.0047)^2}{4 \times 120\pi \times 0.0047} = 86 \text{ dB}$$

$$\text{ここで } Z_s = Z_0 \sqrt{\frac{j\omega\epsilon_0}{\sigma}} = 120\pi \sqrt{\frac{2 \times \pi \times 100 \times 10^6 \times 8.85 \times 10^{-12}}{36 \times 10^6}} = 0.0047 \Omega$$

$$\text{吸収損失 } A = 20 \log e^{\frac{d}{\delta}} = 20 \log e^{\frac{0.2 \times 10^{-3}}{8.4 \times 10^{-6}}} = 207 \text{ dB}$$

$$\text{ここで 表皮効果の深さ } \delta = \sqrt{\frac{2}{\omega\mu\sigma}} = \sqrt{\frac{2}{2 \times \pi \times 100 \times 10^6 \times 1.257 \times 10^{-6} \times 36 \times 10^6}} = 8.4 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$\text{多重反射補正 } M = 20 \log \left(1 - \lambda^{-\frac{2d}{\delta}} \right) = 20 \log \left(1 - 3^{\frac{-2 \times 0.2 \times 10^{-3}}{8.4 \times 10^{-6}}} \right) \cong 0$$

$\delta \ll d$ の場合多重反射補正は無視できる

$$SE = R + A + M = 86 + 207 + 0 = 293 \text{ dB} \cong 300 \text{ dB}$$

正解は(D)

なお、 $d \ll \delta$ の場合 $SE = 20 \log \left(1 + \frac{Z_0 \sigma d}{2} \right)$ で近似できる。

67. イギリスで使用される CE に代わるマークは

(A) UKCA:UK Conformity Assessed

UKCA マークはイギリスの EU 脱退に伴い CE マークの代わりに制定。グレートブリテン島（イングランド、ウェールズ、スコットランド）の市場に出荷される商品に適用される新しいイギリス向け製品のマーキング。UKCA マークは、CE マークに準ずる制度であり、殆どの商品をカバー。当初、イギリスでの CE マーク使用期限は 2024 年末までであったが 2025 年以降も使用可能となっている。

(B) BSI:British Standards Institution 英国規格協会

(C) KC:Korea Certification 韓国国家統合認証マーク

(D) BEAB : British Electrotechnical Approvals Board 英国電気技術承認委員会
正解は(A)

68. 外来ノイズ及び自家中毒による誤動作に対するソフトウェア対策。

(A) 複数回データの比較、合致を条件にすれば対ノイズ性が向上する。

→正しい

(B) 自家中毒ノイズ発生源の動作とデータ送受信タイミングをソフトウェアで調整することにより対ノイズ性を向上できる場合がある。

→誤り

例：データ送受信時のみ自家中毒ノイズ発生源の動作を停止する。

(C) WDT は一般的な誤動作検出プログラムである。

→正しい

(D) データがノイズに曝される時間を短くすることで対ノイズ性能が向上する。

→正しい

正解は(B)

※各対策を組み合わせることで採用することが一般的。

69. 車載用電気電子機器の静電気放電（ESD）試験規格の各値は下記を想定して決められている。

・エネルギー蓄積キャパシタ

150 pF：車外に立っている人間の静電容量

330 pF：車内に座っている人間の静電容量

・放電抵抗

330 Ω：人間が金属を持って接触する場合の接触抵抗

2000 Ω：人間が直接接触する場合の接触抵抗

正解は(B)

70. 「磁石においてN極とS極が分離できない」事象につながる Maxwell 方程式は
 (C) 磁場のガウス式 (磁束保存の式)
 磁場 \mathbf{B} の発散は0となること、すなわち磁力線は必ず閉曲線となることを示す。
 磁気単極子が存在せず、磁気双極子(N極、S極)として存在することを示している。
 (A) アンペール・マックスウェル式
 (B) ファラデー・マックスウェル式
 (D) 電場のガウス式
 正解は(C)

71. 基板端効果を見無視した場合、 a [m] × b [m] の平行平板共振周波数は次式で求められる。

$$f = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}} \sqrt{\left(\frac{m}{2a}\right)^2 + \left(\frac{n}{2b}\right)^2}$$

ここで、 m 、 n は0あるいは正整数、 c は光速。
 周波数が最小となる $m = 1$ 、 $n = 0$ で計算すると

$$f = \frac{3 \times 10^8}{\sqrt{4.5 \times 1}} \sqrt{\left(\frac{1}{0.6}\right)^2}$$

$$= 235.7 \times 10^6 = 236 \text{ MHz} \quad \text{正解は(C)}$$

72. 光 (電磁波) の各現象は
 (A) 干渉：波の性質を示す現象
 (B) 回折：波の性質を示す現象
 (C) 光電効果：粒子の性質を示す現象
 (D) 偏光：波の性質を示す現象
 正解は(C)

※粒子の性質を示す光電効果以外の現象として黒体輻射、コンプトン散乱などが知られている。

73. EMC 測定に対する再現性への影響は
 (A) 計測器のキャリブレーション未実施は測定値への影響が大きい。
 (B) 製品、計測器の配置の違いが測定値に影響する場合がある。
 (C) EMC レシーバの個体差(1 ~2 dB)は小さいので測定値への影響は少ない。
 (D) 使用ケーブルの違い測定値に影響する場合がある。
 (E) ケーブルの配置(引き回し)が測定値に影響する場合がある。
 正解は(C)

74. マルチメディア機器において日本及び USA ではイミュニティ規格は規格化されていない。
 ① 無 ② 無の (C)が正解
 ただし、日本において CISPR 35 の規格化につき審議中のため近い将来(D)が正解となる可能性がある。

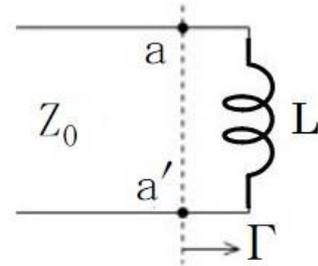
75. 電圧反射係数 Γ の計算式は

$$\Gamma = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0} = \frac{j\omega L - Z_0}{j\omega L + Z_0}$$

$$|\Gamma| = \frac{\sqrt{(\omega L)^2 + (-Z_0)^2}}{\sqrt{(\omega L)^2 + (Z_0)^2}} = \frac{\sqrt{(\omega L)^2 + (Z_0)^2}}{\sqrt{(\omega L)^2 + (Z_0)^2}}$$

周波数およびインダクタンス値に関わらず
 分母と分子の絶対値は等しい。

従って、周波数およびインダクタンス値の大小に関わらず $|\Gamma|=1$ 、正解は (C)



76. 半波長ダイポールアンテナからの最大放射方向への放射電界強度は下記式にて求められる。

$$E = \frac{7\sqrt{GP}}{d}$$

E:電界強度、G: 相対利得、P: 放射電力、d: 距離、

G = 1 (半波長ダイポールアンテナの相対利得は 1) 、 P = 100 W、

d = 100000 [m]を式に代入すると

$$E = \frac{7\sqrt{1 \times 100}}{100000} = 0.0007 \text{ V/m}$$

$$E = 700 \times 10^{-6} \text{ V/m} = 700 \mu\text{V/m} \quad \text{正解は(D)}$$

77. オーバーシュートは反射波により発生するため、反射波を抑えることがオーバーシュートを軽減させる効果的な手法となる。

$$\Gamma = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0}$$

特性インピーダンス $Z \doteq Z_0$ にすればオーバーシュートを低減できる。

正解は(C)

78. 基板の層間厚が設計値よりも厚いと、信号線路とリファレンス層との距離が設計値より大きくなり、特性インピーダンスの実測値が設計値 (50 Ω) より大きくなる。

(A)、(B)、(D)はいずれも特性インピーダンスの実測値が設計値より小さくなる。

正解は(C)

※使用基材により誘電率が設計値と異なる場合があるので注意が必要。

※基板加工メーカーの製造ルールにより層間厚が設計値と異なる場合があるので注意が必要。

79. (A) 標準得点 (standard score) とは、平均値や標準偏差などの集団基準を用い、母集団の中における個人の相対的な位置づけが分かるように変換した得点
- (B) Z スコア (z-score、z-value) とは、平均が 0、標準偏差が 1 になるように変換した得点。
- (C) 偏差値 (T 値、T-score) とは、平均が 50、標準偏差 (SD) が 10 となるように変換した得点。教育分野でしばしば用いられる。
- (D) 分散(variance)とは数値データの「ばらつき具合」を表すための指標。ある一つの群の数値データにおいて、平均値と個々のデータの差の 2 乗の平均を求めることによって計算する。
- 正解は(B)

80. 反射係数 Γ は観測電圧 V_A と入力ステップパルス電圧 E から下記式で求められる。

$$\Gamma = \frac{V_A - E}{E} = \frac{4.8 - 5}{5} = -0.04$$

反射係数 Γ 、特性インピーダンス Z_0 、出力インピーダンス R_{OUT} の関係式は

$$\Gamma = \frac{Z_0 - R_{OUT}}{Z_0 + R_{OUT}}$$

式を変形させると

$$Z_0 = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma} \times 50 = \frac{1 + (-0.04)}{1 - (-0.04)} \times 50 = 46.2 \Omega$$

正解は(D)

81. 円形導体のループ電流 I による磁界はビオ・サバルの法則から
半径 : r 円形ループ電流: I 中心軸上距離 x 点での磁界 H を求める式は

$$H = \frac{r^2 I}{2(\sqrt{(r^2 + x^2)})^3}$$

$$\text{中心}(x=0) \text{ では } H = \frac{I}{2r}$$

ループの中心磁界 H は

$$H = I/2r \quad (I: \text{ループ電流、} r: \text{ループ半径})$$

$$= 1/0.05 = 20 \text{ A/m}$$

磁界 H から磁束密度 B を算出する。

$$B = \mu_0 H \text{ なので}$$

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \times 20$$

$$B = 25.1 \times 10^{-6} \text{ T} = 25.1 \mu\text{T}$$

正解は(C)

82. 環状ソレノイドの自己インダクタンスは次式で求められる。

$$\begin{aligned}
 L &= \mu_0 \mu_r N^2 / 2 \pi R = \mu_0 \mu_r \pi r^2 N^2 / 2 \pi R = \mu_0 \mu_r r^2 N^2 / 2R \\
 &= (4 \pi \times 10^{-7} \times 1,000 \times (0.003)^2 \times (20)^2) / (2 \times 0.025) \\
 &= 0.00009 \text{ H} = 90 \mu\text{H} \\
 &\text{正解は(D)}
 \end{aligned}$$

83. 方形波のフーリエ級数展開式は

$$v = \frac{V_m}{2} + \frac{2V_m}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2n-1} \sin(2n-1)\theta$$

各高調波成分は (n に数値を入れていくと)

$$v(\theta) = \frac{2V_m}{\pi} \left\{ \sin(\theta) + \frac{1}{3} \sin(3\theta) + \frac{1}{5} \sin(5\theta) + \frac{1}{7} \sin(7\theta) + \dots \right\}$$

第 5 高調波分は

$$V_5 = \frac{2V_m}{\pi} \left\{ \frac{1}{5} \sin(5\theta) \right\}$$

第 5 高調波の振幅 V_5 は $\sin 5\theta$ が 1 の時なので

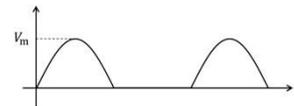
$$V_5 = \frac{2V_m}{\pi} \left\{ \frac{1}{5} \sin(5\theta) \right\} = \frac{2V_m}{\pi} \times \frac{1}{5} = \frac{20}{5\pi} = 1.27 \text{ V}$$

正解は(E)

参考

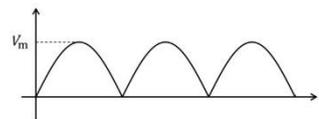
・半端整流波形のフーリエ級数展開式

$$v = \frac{V_m}{\pi} + \frac{V_m}{2} \sin \theta - \frac{2V_m}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)(2n+1)} \cos 2n\theta$$



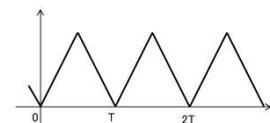
・全波整流波形のフーリエ級数展開式

$$v = \frac{2V_m}{\pi} - \frac{4V_m}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)(2n+1)} \csc 2n\theta$$



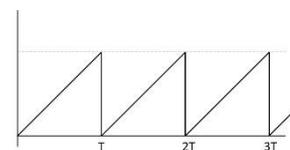
・三角波のフーリエ級数展開式

$$v = \frac{V_m}{2} + \frac{4V_m}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1}}{(2n-1)^2} \sin(2n-1)\theta$$



・ノコギリ波のフーリエ級数展開式

$$v = \frac{V_m}{2} + \frac{V_m}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n} \sin n\theta$$



84. 各々の選択肢について

- (A) 損失媒体中の伝搬損失によるシールド
：周波数が高くなるとシールド効果が増加する。 →×
- (B) 短絡回路での全反射によるシールド
：周波数が高くなると電界シールド効果が減少し、磁界シールド効果が増加する。 →×
- (C) チョーク回路での反射減衰によるシールド
：特定の周波数でシールド効果が得られる。 →○
- (D) 減衰モードを利用するシールド
：開口部寸法にて決まる遮断周波数未満でシールド効果が得られる。 →×
- 正解は(C)

85. 電力の計算式は

皮相電力= $V \times I$ [VA]

有効電力= $V \times I \times \cos \theta$ [W]

無効電力= $V \times I \times \sin \theta$ [var]

よって、有効電力 : $240 \times 5 \times \cos(15\text{deg}) = 1159 \text{ W}$

正解は(D)

※単位の違いに注意

- ・皮相電力の単位 [VA]
- ・有効電力の単位 [W]
- ・無効電力の単位 [var]

86. 「電流の存在によってその周りに生じる磁場を計算する為の法則」は
ビオ・サバールの法則

正解は(B)

電流要素 $I dl$ によって $|r|$ 離れた位置に作られる微小な磁場 dH 算出式

$$dH = \frac{I dl r}{4\pi r^3}$$

ファラデーの法則

：磁界の変化と誘起起電力の大きさとの関係を示す法則。

ガウスの法則

：電荷と電場の関係を示す法則。

クーロンの法則

：荷電粒子間に働く反発し、または引き合う力がそれぞれの電荷の積に比例し、距離の 2 乗に反比例すること（逆 2 乗の法則）を示す法則。

87. 各々の選択肢について

- (A) 異なる金属を接合して一定温度のもとで電流を流すと、接合部でジュール熱以外の熱の発生又は吸収が起こる現象。
使用例：冷却器
- (B) 異なる金属を環状に結合して閉回路を作り二つの接合部を異なる温度に保つと、接合部間に起電力が発生し、電流が流れる現象。
使用例：熱電対温度計
- (C) 金属や半導体を磁界中に置き、磁界と直角の方向に電流を流すと、電界が発生する現象。
使用例：磁気センサ、カレントプローブ
- (D) 結晶などに圧力や張力を加えると、結晶などの両端に電荷が発生する現象。結晶などに電界を加えると、その物質に物理的なひずみが生じる現象。
使用例：圧力センサ、プザー

正解は(C)

※カレントプローブにはホール素子方式以外に巻き線方式、ロゴスキーコイル方式などの種類があり、それぞれ被測定器の仕様に合わせ最適なカレントプローブを使用する。

88. 不確かさ:

測定値に付随する、合理的に測定対象量に結び付けられ得る値の広がりの特徴づけるパラメータ。ここでいう測定対象量とは測定した値のことであり、合理的に測定対象量に結び付けられ得る値とは、真の値の候補と考えても不合理でない値として解釈されている。

- (A) 測定装置の不確かさ(MIU:measurement instrumentation uncertainty)
測定装置に関係する全ての妥当な入力量から帰納的に導かれ、測定量に合理的に反映される値のばらつきを特徴づける、測定結果に関連するパラメータ。
- (B) 標準不確かさ (standard uncertainty)
測定結果の不確かさであって、標準偏差で表す。
- (C) 合成標準不確かさ (combined standard uncertainty)
測定の結果を幾つかの他の量の値によって求めるときの、測定の結果の標準不確かさ。これは、これらの各量の変化に応じて測定結果がどれだけ変わるかによって重み付けした、分散又は他の量との共分散の和の正の平方根に等しい。
- (D) 拡張不確かさ (expanded uncertainty)
測定の結果について、合理的に測定対象量に結び付けられ得る値の分布の大部分を含むと期待する区間を定める量。

正解は(B)

注)不確かさの表現に使用される一般的な用語及び定義は、ISO/IEC Guide 98-3 に含まれている。

89. 「電波防護指針」では6分間の平均と規定されている。
正解は(D)

参考：

- ・総務省 電波利用ホームページ

「電波防護指針」

<http://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/material/dwn/guide38.pdf>

- ・国際非電離放射線防護委員会 ICNIRP ガイドライン

「時間変化する電界、磁界及び電磁界による曝露を制限するための
ガイドライン (300GHz まで)」

<https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf>

90. (A) 熱雑音

抵抗内自由電子の不規則な熱振動（ブラウン運動）によって生じる雑音

- (B) ショット雑音

PN接合のポテンシャル障壁を超える時の不連続電流による雑音。白色雑音。

- (C) 接触雑音

金属接触面で発生する雑音。1/f特性を持つ。

- (D) ポップコーン雑音

半導体の接触面で発生する。半導体の格子欠陥、不純物が原因で発生する。
1/f²特性を持つ。

正解は(D)

91. 磁束を $\phi(t)$ 、鎖交磁束を $\Psi(t)$ 、巻数を n としたときコイルに発生する
電圧は次式で求められる

$$v(t) = L \frac{di(t)}{dt} = \frac{d\Psi(t)}{dt} = n \frac{d\phi(t)}{dt}$$

よって

$$L \frac{di(t)}{dt} = n \frac{d\phi(t)}{dt} \rightarrow L = n \frac{d\phi(t)}{dt} \div \frac{di(t)}{dt}$$

が成立する。

数値を代入すると

$$L = 100 \frac{1 \times 10^{-6}}{0.1} \div \frac{1 \times 10^{-3}}{0.1} = 0.1 \text{ H}$$

正解は(E)

92. (A) バリスタは非直線性抵抗現象を用いる半導体。
 アレスタは放電現象を用いる非半導体。 ×
- (B) アレスタはバリスタに比べ寄生容量が小さい。 ○
- (C) バリスタは自己復帰するがアレスタは自己復帰しない場合がある。 ×
- (D) バリスタの故障モードは「ショート」、
 アレスタの故障モードは「オープン」 ×
- 正解は (B)

93. λ (波長) = 光速/周波数
 = 0.1 m
 自由空間ロス = $20 \times \log_{10}(4 \times \pi \times \text{距離}/\lambda)$
 = 62 dB
 正解は(B)

94. IEC61000-4-2 Ed.2 「静電気放電試験」では、レベル 4 気中放電の試験電圧は ± 15 kV と規定されている。
 正解は(D)

95. 回路の SW を閉じたとき、A 部のピーク電圧 V_A は入射波 V_i と反射波 V_r の和で求められる。

$$V_i = E \frac{Z_0}{Z_0 + R_{out}} \quad V_r = V_i \frac{R_L - Z_0}{R_L + Z_0}$$

$$V_A = V_i + V_r = E \frac{Z_0}{Z_0 + R_{OUT}} + E \frac{Z_0}{Z_0 + R_{OUT}} \frac{R_L - Z_0}{R_L + Z_0}$$

この式を Z_0 の 2 次方程式の形に変換すると

$$V_A Z_0^2 + (V_A R_{OUT} + V_A R_L - E 2R_L)Z_0 + V_A (R_{OUT} + R_L) = 0 \quad \text{となる。}$$

ここに $E : 5.0$ V、 $R_{out} : 50 \Omega$ 、 $R_L : 1$ M Ω 、 $V_A : 6$ V を代入して 2 次方程式を解くと

$Z_0 = 75 \Omega$ 、 $666,592 \Omega$ が得られる。

選択肢にある $Z_0 = 75 \Omega$ 、(D) が正解。

別解法：選択肢はすべて $R_L : 1$ M Ω に比べ十分に小さい。

$$V_r = V_i \frac{R_L - Z_0}{R_L + Z_0} \approx V_i \frac{R_L}{R_L} = V_i$$

$$\text{よって } V_A = V_i + V_r = 2V_r = 6 \text{ V} \rightarrow V_i = V_r = 3 \text{ V}$$

伝送線路の特性インピーダンス Z_0 は

$$V_i = E \frac{Z_0}{Z_0 + R_{out}} \rightarrow Z_0 = \frac{V_i \times R_{OUT}}{E - V_i} = \frac{3 \times 50}{5 - 3} = 75$$

$Z_0 = 75 \Omega$ 正解は(D)

96. (A) IEC61000-4-25 機器及び装置の高高度電磁パルス(HEMP)イミュニティ試験
(B) IEC61000-4-31 交流主電源ポートの広帯域妨害イミュニティ試験
(C) IEC61000-4-33 大電力過渡パラメータ測定
(D) IEC61000-4-36 機器および装置の意図的電磁妨害(IEMI)イミュニティ試験
(E) IEC61000-4-39 近接放射電磁界イミュニティ試験
正解は(E)

97. (A)、(C)、(D)は正しい。
相関係数は-1 から 1 の値を取る。
相関係数は 1 に近いほど強い正の相関となり、-1 に近いほど強い負の相関となる。
また、相関係数が 0 のときは無相関となる。
したがって(B)が誤り。正解は(B)

参考

相関関係とは、「片方の値が変化すれば、もう片方も同じように変化する関係」。しかし、片方の変化が、もう片方に変化を与えているとは限らず、偶然の一致のケースもある。

また、相関関係と混同されやすい用語として因果関係がある。

因果関係とは、「片方の変化が、もう片方に変化を与える関係」、言い換えれば「原因と結果になる関係」である。

相関関係と因果関係は一見似ており、同一視されがちだが、混同しないことが極めて重要である。

98. (A) チップ 2 端子セラミックキャパシタに比べ ESL が低い。 ○
(B) チップ 2 端子セラミックキャパシタに比べ ESR が低い。 ○
(C) 主にカップリングキャパシタではなくデカップリング
キャパシタとして使用する。 ×
(D) 電源用と信号用が用意されている。 ○
(E) 貫通接続(フィールドスルー接続)と非貫通接続(シャントスルー接続)が
ある。 ○
正解は(C)

99. (A) パッシブプローブは 500 MHz での使用が望ましい。 ○
 (B) アクティブプローブは高周波(数 GHz)で使用できる。 ○
 (C) FET プローブはアクティブプローブに含まれる。 ○
 (D) アクティブプローブはパッシブプローブに比べ入力耐圧が高い。 ×
 →アクティブプローブはパッシブプローブに比べ入力耐圧が低い。
 (E) アクティブプローブには別途電源が必要。 ○

正解は(D)

・パッシブプローブ

減衰比 10:1 のパッシブプローブは、低価格、堅牢・高耐圧、低周波での高い入力インピーダンスにより、最も広く使われている。

代表的な 10:1 パッシブプローブの入力インピーダンスは 10 MΩ と約 14 pF の並列、入力耐圧は 600 V と、直流から低周波にかけて高い入力インピーダンスを持っており、一般的な用途では使いやすいプローブ。一方、14 pF の入力容量が高周波信号測定に与える影響が問題になる。

・アクティブプローブ

高周波信号測定に使われているのがアクティブプローブ/FET プローブである。パッシブプローブと違い、プローブ先端に近いところにインピーダンス変換用のバッファアンプを置くことで、パッシブプローブよりも高い周波数帯域と、1桁小さい 1 pF 前後の入力容量を実現している。

電源供給が必要で、耐電圧がパッシブプローブよりも低いため取り扱いには注意が必要だが、信頼性・再現性の高い高周波信号波形の測定ができる。

100. ① 反射係数 Γ

$$\Gamma = |Z_L - Z_0| / |Z_L + Z_0| = |75 - 50| / |75 + 50| = 0.2$$

② 電圧定在波比 VSWR

$$\text{VSWR} = (1 + |\Gamma|) / (1 - |\Gamma|) = (1 + 0.2) / (1 - 0.2) = 1.5$$

※ $Z_L > Z_0$ の時

$$\text{VSWR} = Z_L / Z_0 = 75 / 50 = 1.5$$

③ 進行波電力 P_f 10 [W] の時の反射波電力 P_r

$$|\Gamma| = (P_r / P_f)^{1/2} \text{ から}$$

$$P_r = \Gamma^2 \times P_f = 0.22 \times 10 = 0.04 \times 10 = 0.4 \text{ W}$$

① 0.2 ② 1.5 ③ 0.4 W の組み合わせ(D)が正解

終了