

EMC設計技術者資格 練習問題

2019年9月4日

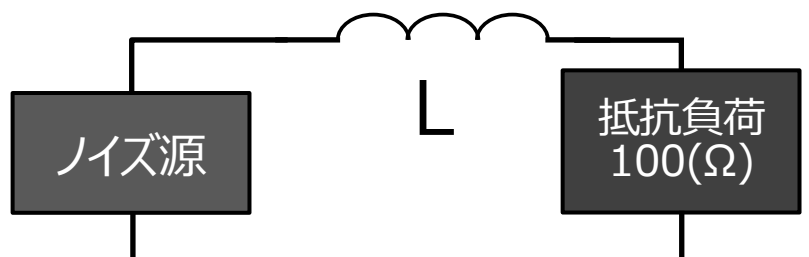
1. 定格静電容量が $1\text{ }\mu\text{F}$ の面実装セラミックキャパシタで、内部インダクタンスが 10 nH の場合、下記条件のもとで、このキャパシタの自己共振周波数に近いのはいずれか。

【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 $20\text{ [}^\circ\text{C]}$ ・特性 X5R (EIA)

- (A) 1.6 [MHz]
- (B) 1.0 [MHz]
- (C) 2.0 [MHz]
- (D) 10.0 [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で最も一般的でないものはいずれか。
- (A) 周波数に違いによる分離
- (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いずれか？
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) $0.158\text{ }\mu\text{H}$
- (B) $1.58\text{ }\mu\text{H}$
- (C) $15.8\text{ }\mu\text{H}$
- (D) $158\text{ }\mu\text{H}$
- (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。

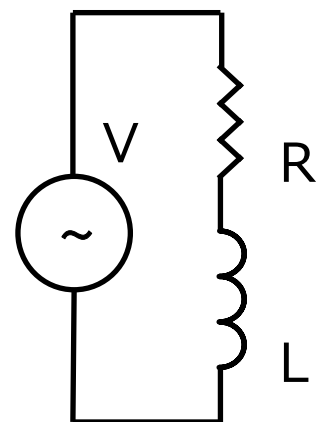
- (A) 電気回路を内蔵するオプションのみ測定対象に含めなければならない
- (B) オプションに関しては、規格で決められたものは測定の対象とする
- (C) オプションを測定対象に含めるかどうかは製造者の判断で決める
- (D) すべてのオプションは、必ず測定の対象に含めなければならない

6. 75 [Ω]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消費電力は約何 dBm 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いずれか。
- (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いずれか。
- (A) 30.0 [MHz]
 - (B) 48.0 [MHz]
 - (C) 58.3 [MHz]
 - (D) 62.5 [MHz]

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。

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

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
- (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いずれか
- (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

12. ガasketの交換時期を判定する方法として適切なものはいずれか。

- (A) 開放状態で、使用まえと現在のガasketの厚みを比較し所定値以下かどうかで判定する。
- (B) ガasketの断面方向の抵抗値を計り所定値以下かどうかで判定する。
- (C) ひび割れの有無で判定する
- (D) 隙間があるか目視で判定する

13. 一般的なアルミ電解コンデンサの寿命を規定寿命の8倍にしたい、対応策は次のいずれか。なお、リップル電流による影響は無いものとする。

【条件】

- ・定格電圧 25 [Vdc] ・印加電圧 20 [Vdc]
- ・カテゴリ最大温度 85 [°C]

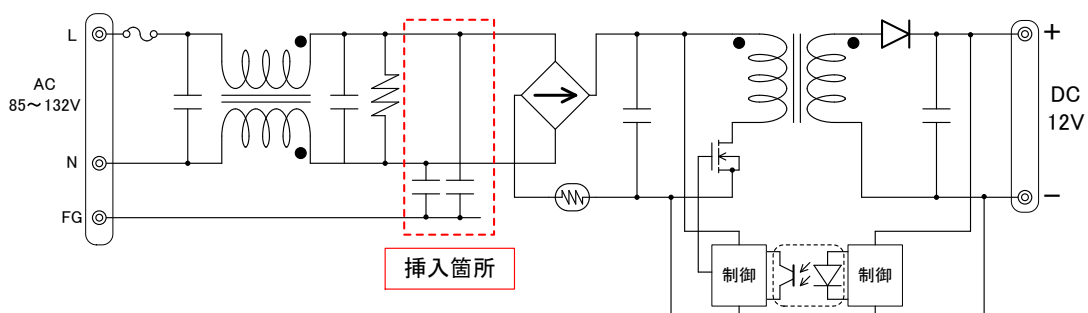
- (A) 定格電圧 50 [Vdc] 品に変える。
- (B) 周囲温度を 43 [°C] にする
- (C) 周囲温度を 55 [°C] にする
- (D) カテゴリ最大温度 105 [°C] 品に変える

14. 電源回路で端子雑音電圧を下げるために対策として、下記回路図の「挿入箇所」の位置に Y キャパシタを追加する場合、最大の容量値は次のうちどれか。

【条件】 ・入力電圧 AC100 [V], 電源変動 $\pm 10\%$, 周波数 50Hz/60Hz

- ・漏洩電流は 0.5 [mA] 以下 (接触電流)
- ・キャパシタの容量のバラツキは $\pm 20\%$ とする
- ・単一故障モード(電源線 1 本断線)

- (A) 6800 [pF]
- (B) 4700 [pF]
- (C) 3300 [pF]
- (D) 2200 [pF]



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

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

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

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

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

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。

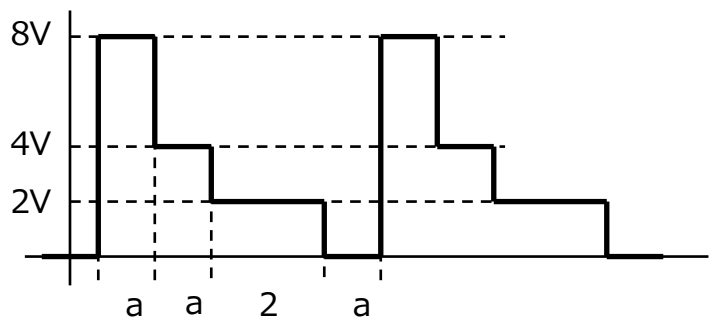
18. 電源電圧が $V_s=1.8$ [V]、最大消費電流が $I_{max}=3$ [A] である LSI の、最大許容リップル電圧が $R=5\%$ の時、LSI の電源回路のインピーダンス Z_t は何[Ω]以下となるか？

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 [m Ω]
- (B) 30 [m Ω]
- (C) 3 [Ω]
- (D) 0.6 [Ω]

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

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

22. 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

23. 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]

24. 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
25. 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？
電磁界シミュレータの解析手法のうち、FDTD法は(1)領域での解析、有限要素法は(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
26. 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の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) $240\ \Omega$
27. 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

28. 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 63ppm とする。

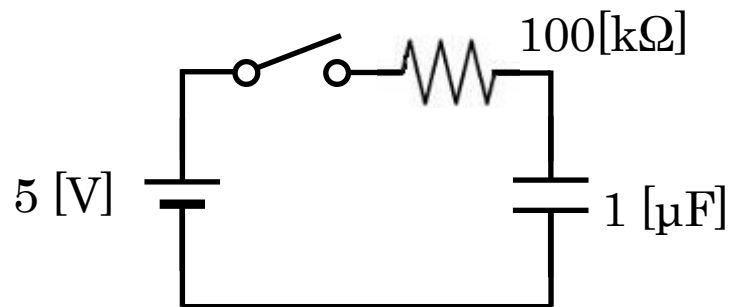
- (A) $1,100\ \Omega$
- (B) $550\ \Omega$
- (C) $367\ \Omega$
- (D) $275\ \Omega$
- (E) $220\ \Omega$

29. 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 $[\text{dB}]$ 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。

30. 抵抗 $R\ 100\text{ k}\Omega$ とキャパシタ $C\ 1\ \mu\text{F}$ 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

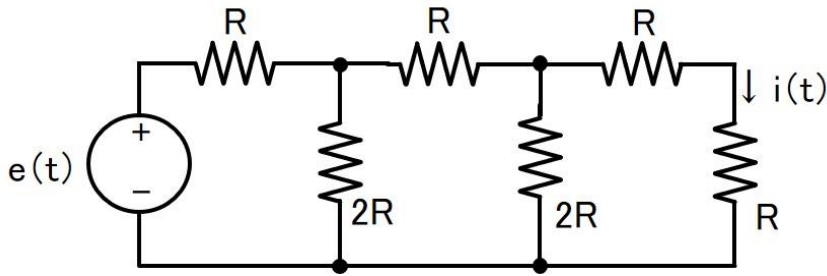
- (A) 1.03 V
- (B) 2.72 V
- (C) 3.16 V
- (D) 4.83 V



31. 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) $\frac{V_o}{V_s} = \frac{D}{1+D}$

32. 図の回路で、 $i(t)$ は次のうちいずれか？



- (A) $i(t) = e(t)/4$
- (B) $i(t) = e(t)/(3R)$
- (C) $i(t) = e(t)/(4R)$
- (D) $i(t) = e(t)/(8R)$

33. 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？

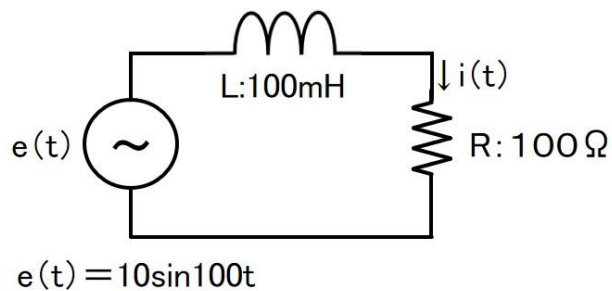
- (A) 3 dBm
- (B) 4 dBm
- (C) 5 dBm
- (D) 6 dBm

34. 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

35. 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



終了

EMC設計技術者資格 練習問題

解答例

2019年9月4日

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 1.0 [μF]、L に内部インダクタンス値 10 [nH] を代入する。

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

結果、 $f_0=1.59$ [MHz]

ここで、セラミックコンデンサの静電容量に大きく影響を及ぼす、印加電圧、形状、特性を考慮する。

本設問の条件 {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 20~60%低下する。よって自己共振周波数は高い方へシフトする。

この時点で(A),(B)は選択肢から外れる。

また定格静電容量が 90%まで低下した場合 (0.1 μF) を想定し自己共振周波数を計算すると 5.03 [MHz] となり(D)は選択肢から外れ残った(C)が正解となる。

2. (A) 周波数に違いによる分離
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 100 [Ω] の両端の電圧が 1/10 すなわち総インピーダンスが 1000 [Ω] になる L を選ぶ。

$$Z = \sqrt{100^2 + (\omega L)^2} = 1000 [\Omega]$$

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

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 $I_{pp}=100$ [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]

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

「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は $m=1,n=1,p=0$ の条件を式に代入すると

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

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

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asketの厚みを比較し、所定値以下になっていれば、ガasket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asket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asket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、L0:規定寿命、Tmax:カテゴリ最大温度、T:周囲温度
 寿命を8倍にするにはTmax-Tが30になるTを決めればよい。
 →85°C-30°C=55°C
 正解は(C) 周囲温度を55°Cにする

14. 条件: 単一故障モード(電源線1本断線)なのでYキャパシタ並列の回路から漏れ電流が流れる。

漏れ電流から制限される容量 Ca

入力電圧最大値 Va

漏れ電流 I

Yキャパシタ1個の容量 Cb

$$I = Va \times \omega Ca$$

$$Ca = I \div (Va \times \omega)$$

$$Ca = 0.5 \text{mA} \div ((100 \text{V} \times 1.1 = 110 \text{V}) \times 2\pi \times 60 \text{Hz})$$

$$Ca = 12057 \text{ [pF]}$$

$$Ca = Cb \times 120\% \times 2 \text{ 個}$$

$$Cb = Ca \div (1.2 \times 2)$$

$$Cb = 5023 \text{ [pF]}$$

よって $Cb \leq 5023 \text{ [pF]}$ 、題意(最大の容量)より正解は(B)。

15. (1)式はアンペールの法則、(2)式はファラディの法則であり、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 id[A]がループ面積 S [m²]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 Ed [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[dBμV/m]は、 $56.2 \times 10^{-6} \text{ [V/m]}$ 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 $R[\%]$ と回路のインピーダンス Z_t には次式の関係がある。

$$Z_t[\Omega] = V_s[V] \times (R[\%] / 100) / I_{max}[A]$$
$$= 1.8 \times 0.05 / 3 = 0.03 \quad 30 \quad [m\Omega]$$

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

$$V_m = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V^2 dt}$$
$$= \sqrt{\frac{1}{T} \times a(8^2 + 4^2 + 2^2 + 2^2 + 0^2)}$$

この時 $T=5a$

$$= \sqrt{\frac{1}{5} \times 88} = 4.2[V]$$

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. 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ます。

これは一般に変圧器や AC マシンで使用されます。

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 = $270V / 300V = 0.9$

正解は(D)

22. 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)

23. VSWR=2 のとき反射係数は

$$VSWR = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma} \quad \Gamma: \text{電圧反射係数}$$

$$\begin{aligned} 1 + \Gamma &= VSWR \cdot (1 - \Gamma) \\ &= VSWR - VSWR \cdot \Gamma \end{aligned}$$

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

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

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

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

$$\begin{aligned} 20 \log_{10} \frac{1}{3} &= 20 \log_{10} 0.333 \\ &= -9.54[\text{dB}] \end{aligned}$$

正解は(C)

24. 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)

25. FDTD 法は時間軸での解析、有限要素法は周波数軸での解析を行う。

正解は(C)

26. 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)

27. 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。

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

ここでガラスは誘電体なので $\mu_r = 1$

$$\text{よって } n = \sqrt{\epsilon_r} = \sqrt{4} = 2$$

正解は(C)

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

22 k Ω の 5% = 1,100 Ω

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 0.0000002% (0.002ppm)

29. (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)

30. 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)

31. 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

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

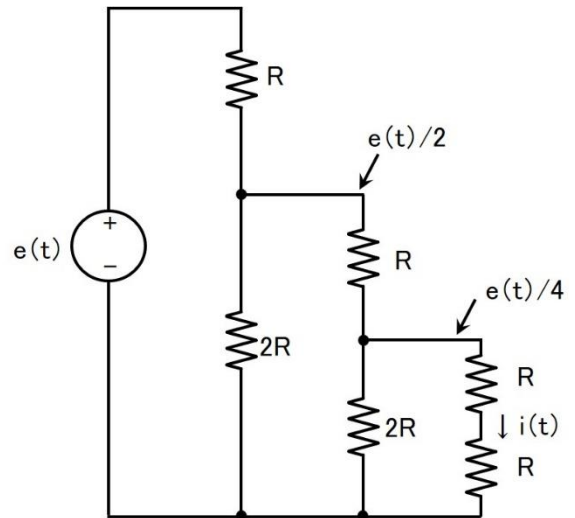
$$\frac{V_o}{V_s} = \frac{1}{1-D} \quad \text{は昇圧型インバータ回路の関係}$$

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

32. 回路図を分かりやすく書き換えると右図となり

$$i(t) = e(t)/4/2R = e(t)/8R$$

正解は(D)



33. 2 dBm をリニアに変換すると

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

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

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

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

34. 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)

35. 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)

終了