

# EMC設計技術者講習会 (内容サンプル)



一般社団法人KEC関西電子工業振興センター

## EMC設計技術者講習会



### ・目的

本講習会は(一社)KEC関西電子工業振興センターがウェブサイトで公開しているEMC設計技術者資格用の練習問題を解説することにより、

これからEMC設計を始めようとする設計技術者が

「EMC設計への理解を深める」

ことを目的としています。

公開されている正解解説に加え、様々な設計情報、注意事項も併せて解説します。



SI基本単位系において電気に関する基本単位は電流 [A] のみである。

抵抗 [Ω] をSI基本単位で表すと下記のいずれになるか。

ただし、電力WをSI基本単位で表すと  $[m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}]$

電圧VをSI基本単位で表すと  $[m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}]$  となる。

mは長さ [メートル]、kgは質量 [キログラム]、sは時間 [秒]

- (A)  $m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
- (B)  $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
- (C)  $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
- (D)  $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
- (E)  $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$

# 練習問題14 解説(解答例)



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

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

となり、正解は(C)

- |  |             |         |
|--|-------------|---------|
| (A) $m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$ | :ファラッド [F]  | キャパシタンス |
| (B) $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$                | :ジュール [J]   | エネルギー   |
| (D) $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$   | :ヘンリー [H]   | インダクタンス |
| (E) $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$   | :ウェーバー [Wb] | 磁束      |
| $m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$                    | :ワット [W]    | 電力      |



☆SI基本単位系 <https://unit.aist.go.jp/nmij/library/si-units/>

量	名称	単位	定義(2019年5月改訂)
長さ	メートル	m	1秒の299,792,458分の1の時間に光が真空中を伝わる工程の長さ
質量	キログラム	kg	プランク定数を単位Js (kg m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> に等しい) で表したときに、その数値を6.62607015 × 10 <sup>-34</sup> と定めることによって定義
時間	秒	s	セシウム133の原子の基底状態の2つの超微細構造順位の間の遷移に対応する放射の周期の9,192,631,770倍の継続時間
電流	アンペア	A	電気素量を単位C (Asに等しい) で表したときに、その数値を1.602176634 × 10 <sup>-19</sup> と定めることによって定義
熱力学温度	ケルビン	K	ボルツマン定数を単位 JK <sup>-1</sup> (kg m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> に等しい) で表したときに、その数値を1.380 649 × 10 <sup>-23</sup> と定めることによって定義
物質質量	モル	mol	アボガドロ定数を単位mol <sup>-1</sup> で表したときの数値であり、1モルには6.02214076 × 10 <sup>23</sup> の要素粒子が含まれる。 モルを用いるとき要素粒子が指定されなければならないが、そのほかに粒子またはその種の粒子の特定の集合体であってもよい
光度	カンデラ	cd	周波数540テラヘルツの単色放射を放出し、所定の方向における放射強度が1/683ワット毎ステラジアンである光源の、その方向における光度

5



☆SI基本単位系における単位の記述規則の代表例

- 量の記号はイタリック体で、単位記号は直立体で記述する。

例:  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ 、 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$   
 (H = kg m<sup>2</sup> s<sup>-2</sup> A<sup>-2</sup>、F = kg<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup> s<sup>4</sup> A<sup>2</sup>)

- 数値と単位記号の間には半角スペースを挿入する。
- 単位記号の積は半角スペースもしくは中黒(・)で表す。

例: N m、N・m

- 単位記号の商は、斜線または負の指数で表す。

例: m/s、m s<sup>-1</sup>

- 接頭語の記号は直立体とし、単位記号との間に間隙を置かずに表記する。

例: nF、kΩ

- 接頭語は1つだけを用い、mnF や MMΩ、のように2つ以上重ねてはならない。

※論文、社外提出文書など公式文書を作成時には遵守が必要。

6



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]

7

## 練習問題35 解説(解答例)



dB値をリニア値に変換し、リニア値を加算したうえでdB値に変換する。

※dB値をそのまま足してはいけない。

2 [dBm] をリニア値に変換すると

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

2 [dBm] の2信号が足されるので

$$1.585 \text{ [mW]} + 1.585 \text{ [mW]} = 3.17 \text{ [mW]}$$

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

正解は(C)

8



☆リニア表記とデシベル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

リニア表記の和 ⇒ 一旦リニアで計算してデシベルに変換

リニア表記の1 mW ⇒ デシベル表記の0 dBmになる

リニア表記の0 mW ⇒ デシベル表記出来ない

・例 2 dBmの信号と10 dBmの信号を足し合わせる。

→  $1.58 + 10 = 11.58$  mW → 10.64 dBm

2 dBmの信号をゲイン10 dBのアンプで増幅する。

→  $2 + 10 = 12$  dBm

## 練習問題36 解説



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(故障モード影響解析)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



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)

☆デザインレビューに使用できる資料はデザインレビューの段階によって異なるので注意が必要。

☆詳細設計前のデザインレビュー  
構想設計終了段階で製品仕様に対して性能が達成できる事を説明。

☆ISO9001監査において、各設計段階におけるデザインレビューの「検証」と「設計妥当性確認」の違いは問題になることが多いので注意が必要。

11

## 練習問題13 解説



一般的なアルミ電解キャパシタ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

12



一般的なアルミ電解キャパシタ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<sub>0</sub>:規定寿命、T<sub>max</sub>:カテゴリ最大温度、T:周囲温度

寿命を8倍にするにはT<sub>max</sub> - 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。

☆アルミ電解キャパシタは寿命が短い部品の一つ。

周囲温度およびリップル電流による自己発熱により寿命が決まる。

- ・リップル電流の影響は各メーカー、各製品によって異なるので確認が必要。
- ・周囲温度および周囲発熱体(抵抗など)の確認が必要。

13



現在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

14



現在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)

15

## 練習問題69 解説



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] 及び330 [pF]
- ・放電抵抗は330 [ $\Omega$ ] 及び2,000 [ $\Omega$ ]

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

16



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 [ $\Omega$ ] : 人間が金属を持って接触する場合の接触抵抗

2000 [ $\Omega$ ] : 人間が直接接触する場合の接触抵抗

正解は(B)

☆IEC61000-4-2一般電子機器用静電気放電(ESD)試験規格

エネルギー蓄積キャパシタ : 150 [pF]

放電抵抗 : 330 [ $\Omega$ ]

17

# 練習問題85 解説



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 [deg]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 [VA]

(D) 1,159 [W]

(E) 1,200 [VA]

18



電力の計算式は

$$\text{皮相電力 } S = V \times I \quad [\text{VA}]$$

$$\text{有効電力 } P = V \times I \times \cos \theta \quad [\text{W}]$$

$$\text{無効電力 } Q = V \times I \times \sin \theta \quad [\text{var}]$$

よって

$$\text{有効電力: } 240 \times 5 \times \cos(15\text{deg}) = 1,159 \quad [\text{W}]$$

正解は(D)

※単位の違いに注意

- ・皮相電力Sの単位 [VA]
- ・有効電力Pの単位 [W]
- ・無効電力Qの単位 [var]

# 練習問題78 解説



多層プリント配線板で特性インピーダンスが50 [Ω] の線路を設計したが、実測値は50 [Ω] 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。

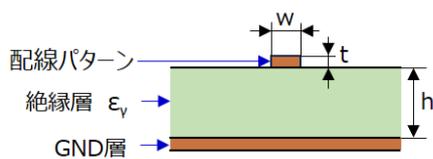
- (A) パターン幅が設計値よりも大きかった。
- (B) 基板の誘電率が設計値よりも大きかった。
- (C) 基板の層間厚が設計値よりも厚かった。
- (D) パターン銅箔厚が設計値よりも厚かった。

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。

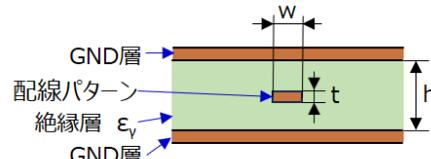
正解は(C)

## ☆プリント基板配線の特性インピーダンス計算式



$$Z_0 = \frac{87}{\sqrt{\epsilon_\gamma + 1.414}} \times \ln \frac{5.98h}{0.8w + t}$$

マイクロストリップ配線



$$Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_\gamma}} \times \ln \frac{4h}{0.67\pi(0.8w + t)}$$

ストリップ配線

※層間厚hは分子、導体幅wと導体厚tは分母

終了