

Contrôle de Compatibilité Électromagnétique (CEM)

EN53

Nom : _____

Prénom : _____

Durée : 1h

Consigne : une seule réponse est correcte.

Q1. La CEM vise principalement à :

- a) Réduire la consommation électrique
- b) Augmenter la puissance des équipements
- c) Faire cohabiter plusieurs systèmes sans perturbations mutuelles
- d) Supprimer tous les champs électromagnétiques

Q2. Une perturbation électromagnétique est :

- a) Une énergie parasite susceptible de dégrader un système
- b) Une tension utile
- c) Une résistance parasite
- d) Une énergie thermique

Q3. L'immunité d'un équipement correspond :

- a) À sa capacité à émettre des perturbations
- b) À sa consommation énergétique
- c) À sa puissance rayonnée
- d) À sa capacité à résister aux perturbations

Q4. La susceptibilité représente :

- a) La capacité à filtrer
- b) La capacité d'un équipement à être perturbé
- c) La capacité à rayonner
- d) La capacité à blinder

Q5. L'émissivité représente :

- a) L'aptitude à résister aux perturbations
- b) L'aptitude à mesurer un signal
- c) L'aptitude à générer des perturbations
- d) L'aptitude à filtrer

Q6. Un champ électrique est principalement créé par :

- a) Un courant
- b) Une tension
- c) Une inductance
- d) Une résistance

Q7. Un champ magnétique est principalement créé par :

- a) Une tension
- b) Une résistance
- c) Un courant
- d) Une capacité

Q8. Dans le champ proche :

- a) Les champs E et H peuvent être étudiés séparément
- b) E et H sont toujours liés par 377Ω
- c) Seul E existe
- d) Seul H existe

Q9. Dans le champ lointain :

- a) Le champ électrique disparaît
- b) Le champ magnétique disparaît
- c) Aucun rayonnement n'existe
- d) Les champs E et H sont couplés

Q10. L'impédance d'une onde électromagnétique dans l'air vaut environ :

- a) 50Ω
- b) 75Ω
- c) 377Ω
- d) 1000Ω

Q11. Lorsque la distance à la source augmente :

- a) Le couplage galvanique augmente
- b) Le couplage inductif augmente toujours
- c) La fréquence diminue
- d) Le couplage rayonné devient prépondérant

Q12. La chaîne d'un problème CEM est :

- a) Source – Filtre – Masse
- b) Victime – Source – Terre
- c) Source – Couplage – Victime
- d) Source – Terre – Victime

Q13. En mode différentiel :

- a) Les courants circulent en sens opposés
- b) Les courants circulent dans le même sens
- c) Aucun courant ne circule
- d) Le courant passe par la terre

- Q14.** En mode commun :
- Les courants circulent en sens opposés
 - Les courants circulent dans le même sens
 - Aucun courant ne circule
 - Le courant est nul
- Q15.** Les perturbations en mode commun :
- Réduisent les émissions
 - Suppriment le bruit
 - Réduisent la fréquence
 - Favorisent le rayonnement
- Q16.** Le couplage galvanique apparaît lorsque :
- Deux circuits partagent un conducteur commun
 - Deux antennes communiquent
 - Deux conducteurs sont éloignés
 - Un blindage est utilisé
- Q17.** Le couplage inductif est principalement dû :
- À un champ électrique variable
 - À une résistance
 - À un champ magnétique variable
 - À une capacité
- Q18.** Pour réduire le couplage inductif :
- Augmenter la surface des boucles
 - Réduire la surface des boucles
 - Augmenter le courant
 - Augmenter la longueur des câbles
- Q19.** Le couplage capacitif est principalement dû :
- À un champ magnétique variable
 - À une résistance
 - À la température
 - À un champ électrique variable
- Q20.** Une perturbation transférée par un champ magnétique variable correspond à :
- Un couplage inductif
 - Un couplage galvanique
 - Un couplage thermique
 - Un couplage résistif
- Q21.** Une perturbation transférée par un champ électrique variable correspond à :
- Un couplage galvanique
 - Un couplage thermique
 - Un couplage capacitif
 - Un couplage résistif
- Q22.** Pour une fréquence de 100 MHz, la longueur d'onde vaut :
- 0,3 m
 - 3 m
 - 30 m
 - 300 m
- Q23.** Un conducteur devient une bonne antenne lorsque sa longueur est proche de :
- $\lambda/10$
 - 10λ
 - 100λ
 - $\lambda/4$
- Q24.** L'atténuation d'insertion (Insertion Loss) d'un filtre représente :
- La réduction du niveau de perturbation obtenue grâce au filtre
 - La puissance dissipée dans le filtre
 - Le courant maximal admissible
 - La fréquence fondamentale du filtre
- Q25.** L'efficacité réelle d'un filtre CEM dépend fortement :
- Du poids du filtre
 - De l'impédance de la source et de la charge
 - De la couleur du boîtier
 - De la température ambiante uniquement
- Q26.** Un filtre conçu pour atténuer les perturbations en mode différentiel sera peu efficace lorsque :
- La fréquence est faible
 - Le courant est continu
 - Les perturbations sont principalement en mode commun
 - La charge est résistive
- Q27.** Pourquoi place-t-on généralement un filtre CEM au plus près du connecteur d'entrée ?
- Pour diminuer la consommation électrique
 - Pour augmenter la fréquence de coupure
 - Pour améliorer le rendement énergétique
 - Pour éviter que la portion de câble interne ne rayonne les perturbations
- Q28.** À haute fréquence, un condensateur réel cesse progressivement de se comporter comme un condensateur idéal à cause :
- De son inductance parasite
 - De sa capacité parasite
 - De son courant de fuite
 - De la température ambiante
- Q29.** Le filtre en π est généralement constitué :
- D'une inductance puis d'un condensateur
 - D'un condensateur, d'une inductance puis d'un condensateur
 - De trois résistances
 - De deux inductances uniquement
- Q30.** Lorsqu'une perturbation est dominée par le mode commun, le composant le plus efficace est généralement :
- Une résistance série
 - Un transformateur BF
 - Une self de mode commun
 - Une diode Zener

Partiel EN53, partie ondes électromagnétiques.

Exercice 1 : Propagation et réflexion des ondes dans le câble coaxial :

La gaine est maintenant reliée à la masse ($V_2 = 0$), et l'âme, portée au potentiel $V_1(z,t) = V(z,t)$, est parcourue par le courant $i(z,t)$. On adopte le modèle bifilaire local de la portion de câble coaxial de longueur dz de la figure 2 où L et C désignent respectivement l'inductance linéique et la capacité linéique du câble coaxial.

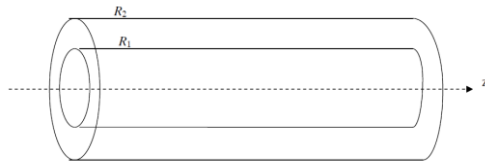


Figure 1 : Portion de câble

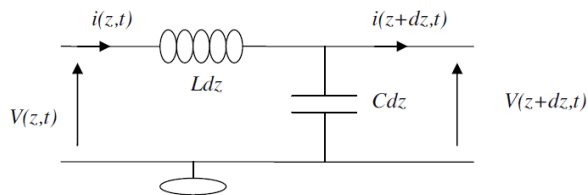


Figure 2 : Modèle bifilaire d'une portion de câble

- 1 A quelle(s) condition(s) sur les matériaux peut-on modéliser ainsi la portion de câble coaxial ?

A] Equation de propagation :

- 2 Expliciter le système d'équations aux dérivées partielles vérifié par les fonctions $V(z,t)$ et $i(z,t)$.
- 3 En déduire les deux équations aux dérivées partielles, découplées, vérifiées par la fonction $V(z,t)$ d'une part, puis par la fonction $i(z,t)$ d'autre part. Quelle est la forme la plus générale de la fonction $V(z,t)$?

B] Phénomène de réflexion en bout de câble :

On s'intéresse au cas d'ondes sinusoïdales de pulsation ω .

On posera $V(z,t) = V_i(z,t) + V_r(z,t)$.

Avec $V_i(z,t) = V_{im} \cos(\omega t - kz + \varphi)$ et $V_r(z,t) = V_{rm} \cos(\omega t + kz + \psi)$.

A ces ondes réelles, on associe les ondes complexes : $\underline{V}(z,t) = \underline{V}_i(z,t) + \underline{V}_r(z,t)$ avec

$$\underline{V}_i(z,t) = \underline{V}_{im} e^{j(\omega t - kz)} \text{ et } \underline{V}_r(z,t) = \underline{V}_{rm} e^{j(\omega t + kz)} \text{ où } \underline{V}_{im} = V_{im} e^{j\varphi} \text{ et } \underline{V}_{rm} = V_{rm} e^{j\psi}.$$

Le câble est relié à un générateur basses fréquences, qui délivre en $z = 0$, une tension sinusoïdale, de sorte que l'onde totale en $z = 0$ est sinusoïdale. Le choix de l'origine des temps nous permet de poser : $V(0,t) = V_0 \cos(\omega t)$, à laquelle on associe la forme complexe : $\underline{V}(0,t) = V_0 e^{j\omega t}$.

- 4 Le câble est en court circuit, ou reffermé par une résistance nulle ($R = 0$) à l'extrémité située en $z = l$.

Expliciter la condition limite $\underline{V}(l, t)$ vérifiée par la fonction $\underline{V}(z, t)$ en $z = l$.

En déduire le système de deux équations à deux inconnues vérifié par $\underline{V}_{im}$ et $\underline{V}_{rm}$.

Puis exprimer $\underline{V}_{im}$ et $\underline{V}_{rm}$ en fonction de V_0 , k et l .

- 5 On définit le coefficient de réflexion r par : $r = \frac{\underline{V}_r(l, t)}{\underline{V}_i(l, t)}$.

Déterminer r dans le cas du court-circuit ($R = 0$).

- 6 Le câble est en circuit ouvert, ou reffermé par une résistance infinie ($R = +\infty$) à son extrémité située en $z = l$.

Expliciter, très brièvement, sur une grandeur physique bien appropriée, la condition limite en $z = l$.

On admettra dans ce cas que $r = 1$.

- 7 Le câble est maintenant chargé à son extrémité en $z = l$, par une résistance R . En admettant que le coefficient de réflexion r est réel, justifier qu'il existe au moins une valeur critique de R notée R_c pour laquelle il n'y a pas d'onde réfléchie. Comment qualifie-t-on ce fonctionnement ?

Annexe

Rappel: calcul vectoriel et OPPH en complexe

Cas des champs proportionnels à $\exp(i(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r}))$

Pour ces champs, la dérivation par rapport au temps est une simple multiplication par $i\omega$:

$$\frac{\partial}{\partial t} = i\omega$$

le vecteur nabla est simplement :

$$\vec{\nabla} = -i\vec{k}$$

Champ scalaire:

$$\underline{U}(M, t) = \underline{U}_0 \exp(i(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r}))$$

$$\vec{\text{grad}} \underline{U} = -i \underline{U} \vec{k}$$

$$\Delta \underline{U} = -k^2 \underline{U}$$

Champ vectoriel:

$$\underline{\vec{a}}(M, t) = \underline{\vec{a}}_0 \exp(i(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r}))$$

$$\vec{\text{rot}} \underline{\vec{a}} = -i \vec{k} \wedge \underline{\vec{a}}$$

$$\text{div} \underline{\vec{a}} = -i \vec{k} \cdot \underline{\vec{a}}$$

$$\Delta \underline{\vec{a}} = -k^2 \underline{\vec{a}}$$

QCM ondes planes progressives ; ondes électromagnétiques. Répondez par Vrai ou Faux et justifier brièvement 1-3 lignes votre réponse.

		Vrai	Faux
1.	Une vibration de la forme $\xi(x,t) = \xi_0 \cos(\omega t + k z + \varphi)$ caractérise une onde plane progressive suivant $(Oz)^+$.	☐	☐
2	Une vibration de la forme $\xi(x,t) = \xi_0 \cos(k x - \omega t + \varphi_0)$ caractérise une onde plane progressive suivant les x croissants	☐	☐
3	Une onde stationnaire peut toujours être considérée comme la superposition de deux ondes progressives judicieusement choisies.	☐	☐
4	Dans une structure d'onde stationnaire deux nœuds successifs ou deux ventres successifs sont distants d'une longueur d'onde λ .	☐	☐
5	La relation de structure $\vec{B} = \frac{\vec{k} \wedge \vec{E}}{\omega}$ concerne toute onde électromagnétique monochromatique dans le vide.	☐	☐
6	La propagation d'une onde électromagnétique dans le vide se fait toujours sans atténuation et sans dispersion.	☐	☐
7	Pour des champs de la forme $\vec{E} = \vec{E}_0 \exp(i(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t))$ où : $\vec{E}_0 = \vec{E}_0 \exp(i \varphi_0)$ et $\vec{B} = \vec{B}_0 \exp(i(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t))$ où $\vec{B}_0 = \vec{B}_0 \exp(i \varphi_0)$, les équation de Maxwell pour des champ complexes prennent la forme suivante : (M.Φ) $\longrightarrow i \vec{k} \cdot \vec{B} = 0$, (M.A) $\longrightarrow i \vec{k} \wedge \vec{B} = -i \omega \epsilon_0 \mu_0 \vec{E}$, (M.G) $\longrightarrow i \vec{k} \cdot \vec{E} = 0$ et (M.F) $\longrightarrow i \vec{k} \wedge \vec{E} = i \omega \vec{B}$.	☐	☐
8	Devant le conducteur parfait les champs électrique et magnétique totaux sont en quadrature spatiale (et temporelle).	☐	☐
9	En réalité les champs pénètrent dans le conducteur sur une faible épaisseur qui, dans le modèle du conducteur parfait, tend vers zéro.	☐	☐
10	Entre deux plans conducteurs parfaits, la longueur d'onde des champs totaux ne peut prendre que certaines valeurs discrètes.	☐	☐
11	La réflexion sur un conducteur parfait dont la surface est confondue avec le plan (O, x, y) d'un champ progressif suivant $(Oz)^+$ conduit à un champ total régressif (suivant $(Oz)^-$).	☐	☐
12	La réflexion sur un conducteur parfait dont la surface est confondue avec le plan (O, x, y) d'un champ progressif suivant $(Oz)^+$ conduit à un champ total stationnaire.	☐	☐