

Correction

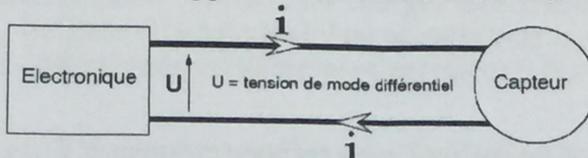
- 1) Les critères que doit respecter un système électromagnétiquement compatible sont :
- Le système électrique ne doit pas perturber un autre système (émission).
 - Le système électrique ne doit pas être perturbé par un autre (susceptibilité).
 - Le système ne doit pas perturber lui-même (auto-perturbation).

- 2) Les courants ont 2 modes de propagations dans les circuits bifilaires :

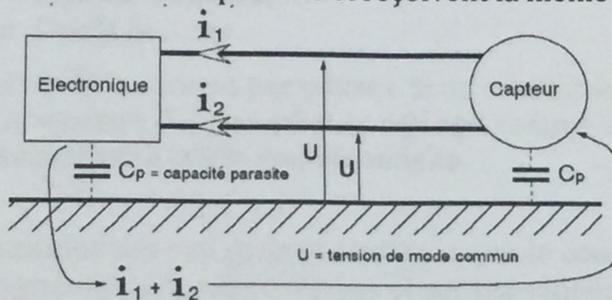
- Mode symétrique (différentiel) : Le courant se propage sur l'un des conducteurs, passe à travers l'appareil et revient à la source par un autre conducteur :

Ce mode de couplage se produit par exemple :

- Lorsque la perturbation est superposée à une alimentation (harmoniques)
- Lorsque la perturbation crée un courant supplémentaire dans la boucle.



- Mode asymétrique (commun) : le courant se propage sur tous les conducteurs dans le même sens et revient par la masse, par exemple via les capacités parasites ;, passe à travers l'appareil et revient à la source par un autre conducteur. C'est le cas le plus fréquent de transmission des perturbations, par exemple pour les câbles, car le fil de signal et le fil de retour sont proches et reçoivent la même perturbation.

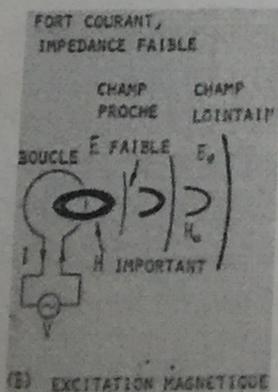


- Le mode commun (mode asymétrique) est le plus dangereux car il permet de transmettre la perturbation à d'autres systèmes électriques, aussi pour le mode commun le rayonnement est plus fort.

- 3) Flicker : se sont les fluctuations rapides de tension : légères variations de la tension secteur. Causes : mise en route de gros consommateurs d'énergie ; Exemple : Démarrage de moteurs électriques.

Immunité : on parle d'immunité pour caractériser le niveau de protection intrinsèque d'un

- Diaphonie capacitive : les variations de tension entre un conducteur et son environnement génèrent un champ électrique variable. Celui-ci injecte à son tour un courant, proportionnel aux lignes de champ coupées, dans les conducteurs proches. La diaphonie capacitive est un couplage par champ électrique.
- Couplage inductif :
- Un courant électrique circulant dans un conducteur crée un champ magnétique qui rayonne autour de lui.
- Toute boucle formée par un conducteur électrique soumise à ce champ magnétique voit apparaître une tension induite U à ses bornes.
- La tension induite est d'autant plus élevée que la fréquence augmente $U = L\omega I$



- 4) Comme son nom l'indique, le couplage par impédance commune résulte de la présence d'une impédance commune à deux ou plusieurs circuits, cette impédance commune peut être la liaison de masse, le réseau de terre, le réseau de distribution d'énergie, le conducteur de retour de plusieurs signaux dans une même liaison courant faible, etc.

Pour amélioration de la CEM :

1. Diminuer l'impédance de masse (pour minimiser l'impédance de la masse on utilise des fils de liaisons larges et courts, en particulier, on veillera à utiliser des tresses métalliques larges pour relier les carcasses des appareils à la masse).
2. Limiter les courants qui circulent entre les masses des différents appareils.
- 5) Les effets directs se produisent lorsque la foudre touche directement un objet, le courant électrique s'écoulant jusqu'au sol à travers la structure atteinte (arbre, habitation, clôture, ligne électrique, être vivant, etc....)
Les effets indirects sont les plus fréquents. Ils se font ressentir à distance, sans que l'objet ou la personne soit touché directement par l'éclair et peuvent être perçus à des distances relativement importantes du point d'impact, parfois même sans que l'on ait entendu le tonnerre c'est-à-dire par effet induit.
- 6) Causes : charge par frottement ou induction et transfert de charges électriques entre un homme et le système (capacité avec le sol environ 200 pF), tensions de quelques kV ou encore entre composants.
Conséquences : risques de destruction de composants, vieillissement prématuré des composants et arrêt ou remise à zéro des systèmes électriques.
- 7) Le rayonnement électromagnétique est-il dangereux pour les deux fréquences 50 Hz et 3GHz? Justifier (2pts)
Le rayonnement électromagnétique n'est pas dangereux pour une fréquence de 50 Hz et il est important pour une fréquence de 30 GHz à cause de la longueur d'onde :
 $\lambda = v/f$, où v est la vitesse de propagation [m/s] - 300'000'000 m/s dans le vide
 - un signal à 50 Hz a une longueur d'onde de 6'000 km
 - un signal à 30 GHz a une longueur d'onde de 1 cm
- 8) Dans une armoire, il se peut que tous les fils ne soient pas utilisés. Si un conducteur est laissé libre et non relié à un potentiel de référence, il peut capter et émettre des perturbations (il agit comme une antenne). Il est conseillé alors de le relier à la masse en les fixant directement à la tôle équipotentielle.
- 9) Pour 2 raisons :
 - Le courant circulant dans le conducteur aller et de sens contraire que le courant circulant dans le conducteur retour, ce qui donne 2 champs magnétiques de sens inverses et par conséquent ils vont s'annuler.
 - Si on éloigne les 2 conducteurs on aura une boucle (une spire) ce qui peut donner une f.e.m induite dans un circuit proche ($e = -nd\Phi/dt$).
- 10) Causes Elles sont générées par des équipements qui consomment un courant non sinusoïdal tels que l'éclairage fluorescent ou les alimentations à découpage (équipement à composants non linéaires diodes, thyristors, ...)
Conséquences :
 - Échauffement des câbles (fil du neutre en triphasé)
 - Vieillissement prématuré des composants électroniques
- 11) L'impédance Z complexe du condensateur est donnée par :
$$\underline{Z} = \frac{1}{j \cdot \omega \cdot C} \quad [\Omega]$$
où C est la capacité, en farad [F]
 - plus la fréquence est élevée, plus le condensateur ressemble à un **court-circuit**
 - en HF, on trouve des condensateurs parasites ; ce qui laisse circuler des courants capacitifs même là où on n'en veut pas.
- 12) Un champ électromagnétique est la superposition d'un champ électrique et d'un champ magnétique qui se propage dans l'air avec une la vitesse de la lumière $c = 3 \times 10^8$ m/s. Il y a 2 zones de champ selon la longueur d'onde $\lambda = c/f$ (fréquence de la perturbation) :
 - Champ proche lorsque la distance r à partir de la source est : $r < \lambda/2\pi$
Dans ce cas le champ électrique E varie en $1/r^2$ par contre le champ magnétique H varie en $1/r^3$ donc le rapport E/H est variable en fonction de la distance r .
 - Champ lointain lorsque la distance r à partir de la source est : $r > \lambda/2\pi$
Dans ce cas le champ électrique E et le champ magnétique H varie de la même manière en fonction de r par conséquent le rapport E/H sera constant (ne dépend pas de r), ce rapport est défini comme étant l'impédance caractéristique $Z_0 = 377\Omega$.