Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe

Band: 60 (1982)

Heft: 2

Artikel: Compatibilité électromagnétique : CEM

Autor: Szentkuti, Bàlint

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-876144

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 06.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Compatibilité électromagnétique — CEM[1]

Bàlint SZENTKUTI, Bern

537.63;621.316.97:621.391.823/.825

Elektromagnetische Verträglichkeit — EMV

Zusammenfassung. *EMV ist eine Art Umweltschutz für die Welt der Elektrotechnik. Die physikalischen Zusammenhänge zwischen den EMV-Teilbereichen «Störquelle», «Kopplung» und «Störopfer» sowie mögliche Gegenmassnahmen bei Störbeeinflussung werden skizziert. Die Planung der EMV ist möglich und notwendig.*

Résumé. *Par CEM, on entend un genre de protection de l'environnement qui touche au domaine de l'électrotechnique. Les relations physiques entre les secteurs partiels de la CEM, c'est-à-dire les «sources de perturbations», les «couplages» et les «éléments perturbés» ainsi que les contre-mesures possibles en cas d'influences perturbatrices sont décrites. La planification de la CEM est réalisable et nécessaire.*

Compatibilità elettromagnetica — CE

Riassunto. *La compatibilità elettromagnetica è una specie di ecologia per il mondo dell'elettrotecnica. L'autore descrive alcuni rapporti fisici tra i singoli elementi della CE che sono la «fonte di disturbo», l'«accoppiamento» e l'«oggetto perturbato» e indica alcune contromisure in caso di influssi perturbatori. La pianificazione della compatibilità elettromagnetica è possibile e necessaria.*

1 Compatibilité électromagnétique — un problème de «protection de l'environnement»

La compatibilité électromagnétique (CEM) d'un système signifie que celui-ci peut fonctionner dans l'environnement électromagnétique donné, d'une part, sans être perturbé et, d'autre part, sans perturber d'autres systèmes.

Font partie de l'environnement électromagnétique, les phénomènes naturels ainsi que les équipements techniques ayant un rapport avec l'électricité ou le magnétisme. Quelques exemples ressortent de la *figure 1*. Comme on le voit, il s'agit, d'une part, de «sources de perturbations», qui émettent de l'énergie électromagnétique, soit directement par radiation, soit par l'intermédiaire de lignes et, d'autre part, «d'objets perturbés» qui absorbent une partie de cette énergie, ce qui peut les perturber ou les détruire. Les parasites dus à des moteurs électriques, des moteurs d'automobiles, des lampes fluorescentes, etc., qui affectent la réception de la radiodiffusion et de la télévision sont des phénomènes bien connus, généralement sans conséquences insupportables.

La situation est nettement plus grave lorsque des ordinateurs qui traitent des données importantes ou qui commandent des processus industriels sont perturbés par des installations à courant fort voisines ou lorsque, par exemple, des champs à haute fréquence puissants dérangent le fonctionnement d'appareils de radiocommunication ou même de stimulateurs cardiaques. Il est intéressant de remarquer que de nombreux systèmes peuvent être rangés aussi bien dans la catégorie des sources de perturbations que dans celle des objets perturbés: un ordinateur peut être perturbé mais provoquer en même temps des perturbations radioélectriques. De même, un radiorécepteur ou un téléviseur qui peut être perturbé de diverses manières, peut rayonner à son tour des signaux perturbateurs (oscillateur local).

Le problème des perturbations et, partant, celui de la compatibilité électromagnétique est donc aussi ancien que la technique des télécommunications. Son importance a cependant nettement augmenté à notre époque, étant donné que la technologie moderne des semiconducteurs a permis l'avènement de l'électronique dans tous les domaines de la technique et de la vie quotidienne. C'est pourquoi un nombre toujours plus grand de systèmes électriques et électroniques doivent être «compatibles» dans un espace toujours plus restreint. Il faut aussi englober sous la notion de CEM les problèmes des perturbations dans le même canal et dans le canal adjacent en technique des radiocommunications et les questions de planification des fréquences. Dans les radiocommunications, où chaque émetteur occupe sa plage de fréquences dans le spectre, on assimile aujourd'hui souvent ce spectre électromagnétique à une «ressource», qui ne doit être ni gaspillée inconsidérément ni polluée. En résumé, on peut dire que tout le contexte de la CEM peut être considéré de manière très évocatrice comme un «problème de protection de l'environnement électromagnétique».

Jusqu'ici, on a parlé de la compatibilité électromagnétique *entre* divers systèmes. L'expression anglaise spécialisée pour cela est l'«*Intersystem*-EMC». Mais la compatibilité à l'*intérieur* d'un système, l'«*Intrasystem*-EMC», joue également un rôle important. Les problèmes de l'«Intrasystem-EMC» peuvent être en partie considérés comme ceux d'un «Intersystem-EMC» en miniature. D'ailleurs, nous traiterons surtout, dans cet article, l'«Intersystem-EMC».

2 Physique des perturbations

Dans la systématique de la compatibilité électromagnétique, il est courant de ranger les influences perturbatrices dans les domaines partiels «sources de perturbations», «propagation et couplage» ainsi que «actions perturbatrices et objets perturbés» *(fig. 2)*:

- Pour ce qui est des sources de perturbations, il s'agit de déterminer l'origine et la cause des perturbations (par exemple des changements brusques de courants, des étincelles de commutation d'un moteur à collecteur, etc.).
- La *propagation et le couplage* concernent la transmission de l'énergie perturbatrice entre son origine et le système perturbé (par exemple par un câble de réseau ou par rayonnement).
- L'*action perturbatrice* et l'*objet perturbé* se rapportent à la manière dont l'énergie perturbatrice se manifeste et à ses conséquences sur le système perturbé (par

[1] En anglais: Electromagnetic Compatibility (EMC). Domaines apparentés: Radiofrequency Interference/Electromagnetic Interference (RFI/EMI)

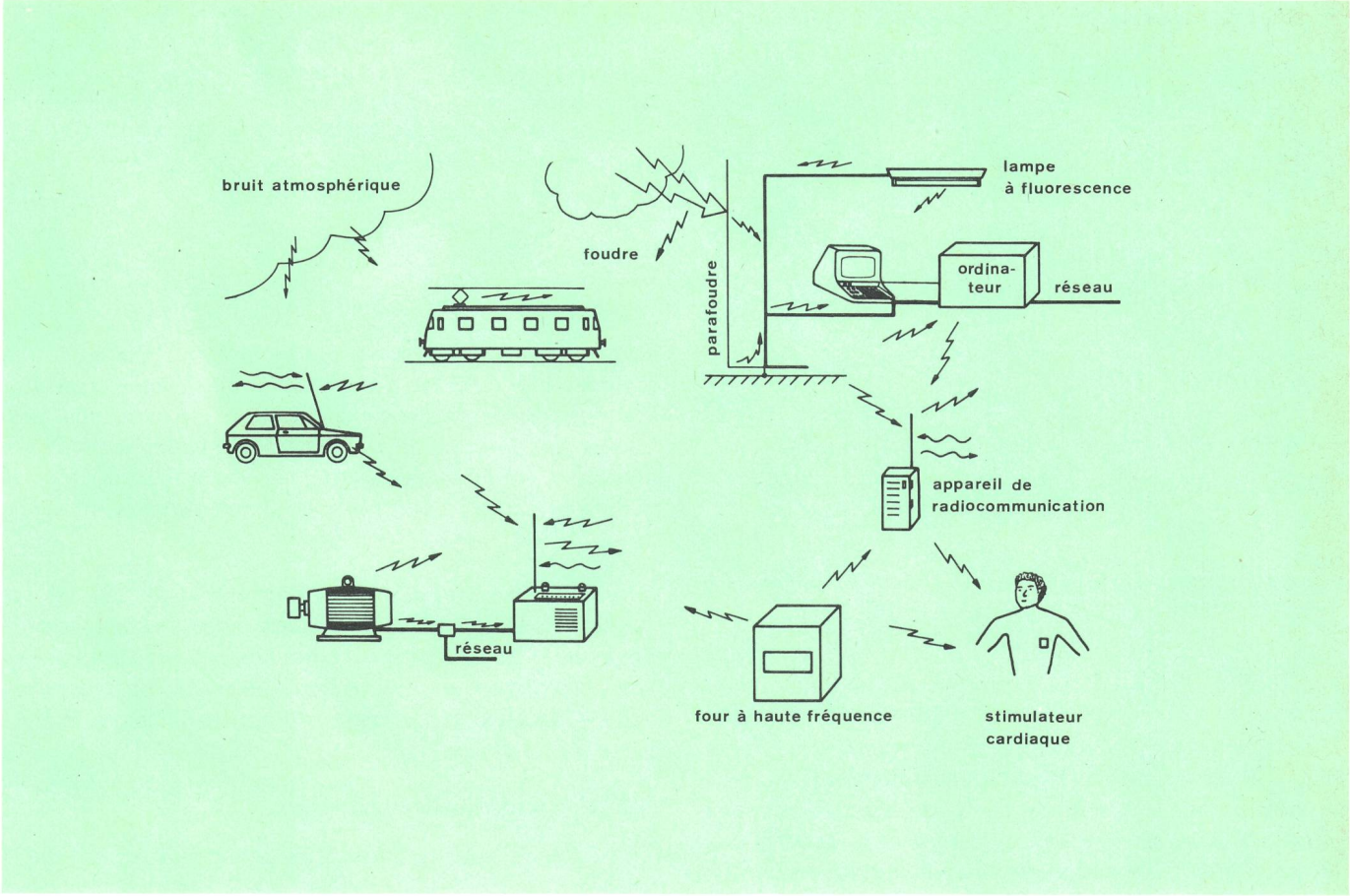

Fig. 1
Quelques exemples caractérisant l'environnement électromagnétique
Signal perturbateur Signal utile

exemple l'apparition d'un signal gênant dans le radio-récepteur).

Dans le domaine des perturbations, on parle du *pouvoir perturbateur d'une source* ainsi que de la *sensibilité* aux perturbations ou de l'*immunité* aux perturbations *de l'objet perturbé* considéré.

21 Sources de perturbations

Le spectre de fréquences possible des sources de perturbations s'étend du courant continu (champs magnétiques pouvant influencer des étalons de fréquences), en passant par la fréquence du réseau à 50 Hz (ronflement) et les fréquences radioélectriques (radio, télévision dans la gamme des kHz et des MHz, faisceaux hertziens et radar dans la plage des GHz), jusqu'aux rayons X, gamma et cosmiques (10^{20} Hz, perturbation ou destruction des semi-conducteurs). On distingue les sources de perturbations naturelles (foudre, bruit atmosphérique et cosmique) et les perturbations dues aux appareils et installations (man made noise). Ces dernières existent d'ailleurs en grand nombre et on peut les classer selon de nombreux critères, par exemple

- production intentionnelle ou non intentionnelle de haute fréquence
- sources de perturbations à bande étroite et à large bande
- sources de perturbations stationnaires et transitoires

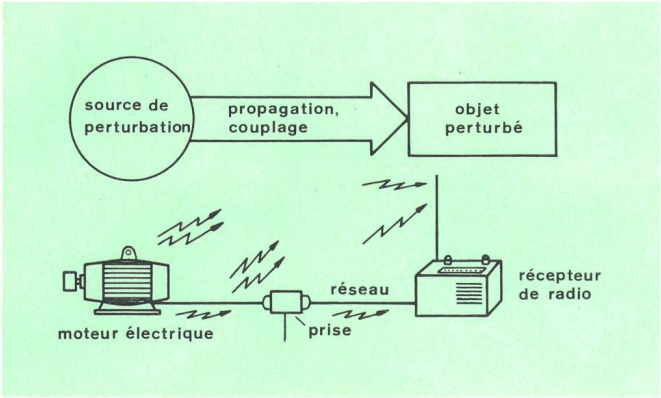

Fig. 2
Systématique des perturbations
Signal perturbateur

Production intentionnelle et non intentionnelle de haute fréquence (HF)

On *produit intentionnellement* de la HF, lorsqu'on utilise sciemment de l'énergie HF, soit pour la transmission d'informations et le traitement des signaux (émetteurs, oscillateurs locaux, etc.) ou encore lorsqu'on procède à des essais ou à un traitement avec des équipements industriels, scientifiques ou médicaux, tels que les fours HF, les appareils de diathermie, etc. Il s'agit alors généralement de signaux HF tels que ceux de la *figure 3a,* dont la fréquence fondamentale ou les harmoniques peuvent perturber d'autres systèmes.

La production *non intentionnelle* de HF se rapporte aux cas où l'énergie HF apparaît sous forme d'un produit secondaire, lors de l'exploitation d'un système, et

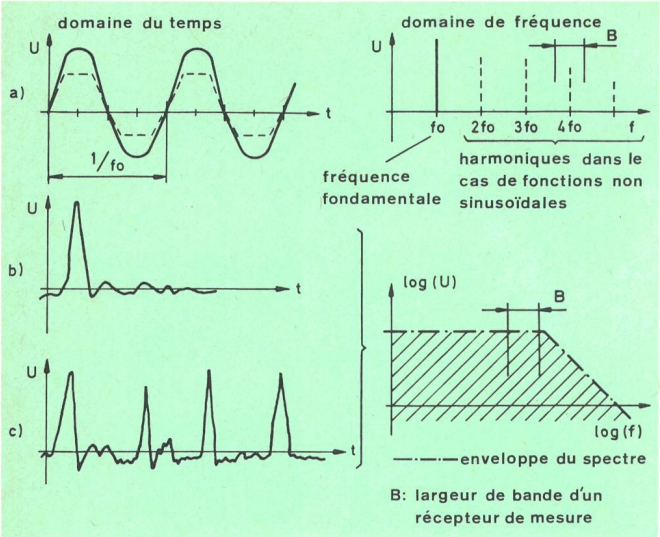

Fig. 3
Signaux perturbateurs et leurs spectres (les échelles de temps a, b et c sont différentes)

elle provient souvent d'un processus de changement brusque de l'état d'un courant, d'une tension ou d'une charge. Un exemple classique à cet égard est l'opération d'enclenchement et de déclenchement de puissances élevées ou de fortes charges inductives et capacitives. L'allure en fonction du temps et le spectre d'un tel phénomène sont représentés schématiquement à la *figure 3b.* L'énergie HF s'étend jusqu'à la plage de fréquences $f = 1/(T\pi)$, T étant le temps de montée de l'impulsion. La commutation dans les moteurs électriques et l'allumage des moteurs automobiles peuvent être considérés comme une succession constante de tels phénomènes *(fig. 3c).* Des signaux perturbateurs HF comparables sont aussi engendrés par les flancs raides de courant ou de tension dus aux commandes à thyristors ou aux signaux numériques.

Sources de perturbations à bande étroite et à large bande

Les sources de perturbations à bande étroite sont celles auxquelles on peut attribuer une ou plusieurs lignes spectrales individuelles — c'est-à-dire des fréquences discrètes — dans la gamme de fréquences correspondante (fig. 3a). Celles-ci sont alors si écartées les unes des autres qu'un récepteur de mesure aux caractéristiques définies ne peut capter qu'une fréquence à la fois. Dans un radiorécepteur, une telle perturbation se manifeste par un sifflement. Les sources de perturbations à large bande produisent, en revanche, un spectre plus ou moins continu (fig. 3b et 3c), étant entendu que l'énergie perturbatrice captée au moyen d'un récepteur de mesure dépend de la bande passante B de réception. Dans un appareil de radio, une telle perturbation se manifeste sous forme de claquements (fig. 3b) ou encore de souffle et de bruit (fig. 3c).

Sources de perturbation stationnaires et transitoires
(appelées aussi perturbations continues et discontinues)

Les sources de perturbation stationnaires sont celles qui produisent continuellement des signaux perturbateurs (production intentionnelle de HF ou moteurs ou commandes à thyristors, etc., fig. 3a et 3c). Par sources de perturbations transitoires, on entend celles qui n'engendrent que de temps à autre des sigaux perturbateurs sous forme d'impulsions (notamment les processus de commutation discrets, fig. 3b). En pratique, les signaux perturbateurs transitoires contiennent en général plus d'énergie que les impulsions discrètes d'un signal perturbateur stationnaire.

Circuit équivalent

Dans les considérations qui suivent, on ne considérera pas les mécanismes de production des signaux perturbateurs mais uniquement l'énergie perturbatrice produite par un appareil perturbateur; ce dernier sera représenté sous la forme d'une «boîte noire» dont le contenu est inconnu, mais le circuit équivalent connu *(fig. 4).*

L'impédance équivalente comprend également les impédances de couplage ohmiques, capacitives ou inductives de la source, grâce auxquelles celle-ci peut agir sur sa propre masse, sur une ligne de terre, d'alimentation ou de signaux, ou encore sur d'autres câblages, etc.

22 Propagation et couplage

Les signaux perturbateurs se propagent à partir de la «boîte noire» et sont injectés dans d'autres systèmes par le biais de lignes, de champs électromagnétiques et d'ondes.

Couplage galvanique par fil

Dans le cas particulier, les signaux perturbateurs parviennent sur des lignes et peuvent être injectés dans d'autres systèmes, qui sont également connectés à ces lignes, comme cela se produit pour le réseau à 220 V ou les lignes de terre communes *(fig. 5).* Un exemple banal du premier cas s'observe lorsque la source perturbatrice et l'objet perturbé sont alimentés par le même réseau (objet perturbé 1 de la fig. 5). La cause de la perturbation est moins évidente lorsque le courant perturbateur traverse en partie une ligne de terre commune à l'objet perturbé. Vu que l'impédance de la ligne de terre n'atteint jamais la valeur idéale zéro, une tension perturbatrice apparaît dans cette ligne, qui peut influencer l'objet perturbé 2. Des courants de terre plus puissants

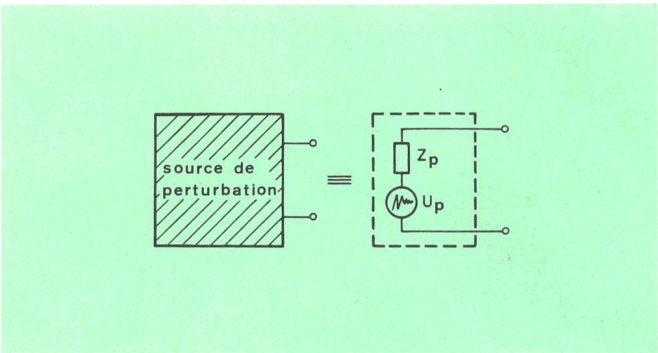

Fig. 4
Source de perturbations équivalente
U_p Tension de la source de perturbations
Z_p Impédance de la source de perturbations

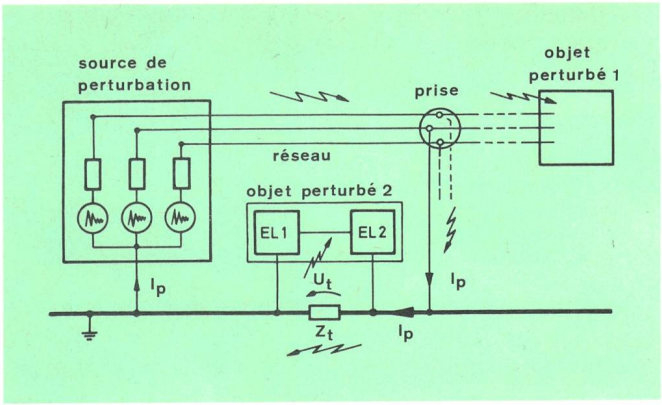

Fig. 5
Perturbations transmises par conduction

Objet perturbé 1	est directement influencé par les conducteurs du réseau
Objet perturbé 2	est perturbé par la chute de tension U_t dans un système de terre non idéal (impédance de terre $Z_t = 0$; les circuits électroniques 1 et 2 sont reliés par une ligne de transmission de signaux et sont mis à la terre en différents points)
EL 1, 2	Circuit électronique
I_p	Courant de la source de perturbation
Z_t	Impédance du conducteur de terre
U_t	Tension perturbatrice apparaissant dans le conducteur de terre
	Signal perturbateur

(courts-circuits par rapport à la terre, foudre, etc.) peuvent même détruire des systèmes sensibles. Le pouvoir perturbateur d'un système dû au couplage galvanique peut être détecté par la mesure des tensions et des courants perturbateurs sur les lignes raccordées.

Couplage inductif et capacitif dans le champ rapproché

Les tensions et les courants perturbateurs sur les lignes raccordées à la source perturbatrice sont accompagnés, le long de ces lignes, par des champs électriques et magnétiques. Cependant, plus la distance D augmente, plus l'intensité de champ diminue (environ dans le rapport $1/D^2$). Ces champs peuvent aussi induire des tensions et des courants perturbateurs sur des lignes voisines et sur celles qui cheminent en parallèle, perturbations qui arrivent alors à l'objet susceptible d'être perturbé *(fig. 6)*.

Mais il est aussi possible qu'un appareil se trouvant dans le champ rapproché soit directement perturbé. Le pouvoir perturbateur d'une source produisant des champs rapprochés peut être déterminé par des mesures de tension et de courant, comme dans le cas du couplage par conduction.

Couplage par des champs éloignés
(rayonnement, irradiation)

Dans le cas d'un rayonnement d'énergie électromagnétique par la source perturbatrice, une onde électromagnétique se propage dans l'espace. L'intensité de champ électromagnétique décroît proportionnellement à la distance D de la source (environ dans la proportion 1/D). Un exemple simple typique de ce cas est le rayonnement de l'énergie provenant d'oscillateurs locaux des récepteurs de radio et de télévision. La tension d'oscillateur local d'un récepteur peut parvenir sans qu'on le veuille à l'entrée d'antenne de l'appareil et de là à l'antenne de réception qui rayonne alors cette énergie.

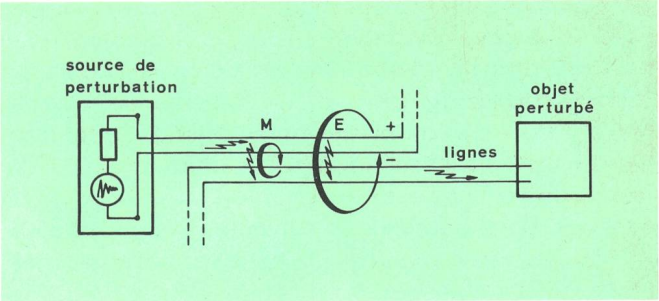

Fig. 6
Couplage par des champs rapprochés électriques et magnétiques

M	Champ magnétique	Signal perturbateur
E	Champ électrique	

Pourtant, la présence d'une antenne «réelle» n'est pas indispensable pour que de l'énergie soit rayonnée. Toutes les parties conductrices parcourues par un courant peuvent faire office «d'antenne». Néanmoins, pour que le rayonnement soit efficace, il faut des «antennes» dont la longueur soit de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde. La puissance rayonnée dépend de la géométrie de l'antenne et du courant d'antenne (elle est environ proportionnelle à I^2). Dans l'exemple de la *figure 7*, la source perturbatrice injecte un courant perturbateur, d'une part, sur la partie métallique de l'appareil (I_{pa}) et, d'autre part, sur le câble raccordé (I_{pc}). Aussi bien l'appareil que le câble peuvent ainsi faire office d'antenne. Pour les sources perturbatrices de petites dimensions ($< 0{,}5$ m), l'effet d'antenne du câble domine généralement jusqu'à une fréquence de quelques centaines de MHz (à 100 MHz, la longueur d'onde inversement proportionnelle à la fréquence est $\lambda = 3$ m).

Ces considérations font apparaître que le pouvoir perturbateur par rayonnement ne joue un rôle essentiel qu'aux fréquences élevées, où les dimensions de l'installation et du câblage sont de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde. Le pouvoir perturbateur (puissance rayonnée) est décelé par mesure du champ perturbateur à une distance définie ou par mesure du «courant d'antenne» sur les câbles de raccordement.

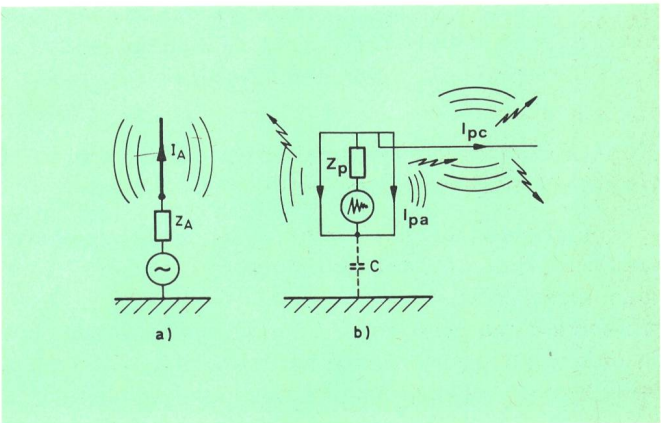

Fig. 7
Rayonnement

a	Antenne «réelle», le courant d'antenne (I_A) produit le rayonnement
b	Courant perturbateur circulant dans l'appareil ou dans le câble faisant office d'antenne
Z_A	Impédance d'antenne
I_A	Courant d'antenne
I_{pa}	Courant induit sur les parties métalliques de l'appareil
I_{pc}	Courant induit sur le câble raccordé
	Signal perturbateur

Jusqu'ici, nous n'avons parlé que de rayonnement. Dans le cas de l'irradiation d'énergie perturbatrice sur un objet perturbé, c'est-à-dire lorsque des champs électromagnétiques agissent sur un système perturbable, les considérations qui précèdent au sujet de l'effet d'antenne restent valables; il suffit alors de remplacer la notion «d'antenne d'émission» par celle «d'antenne de réception». C'est pourquoi on constate aussi qu'en général pour les petits appareils (< 0,5 m) et des fréquences allant jusqu'à quelques centaines de MHz, ce n'est pas l'effet direct du champ perturbateur sur l'appareil, mais le «courant d'antenne» capté par l'intermédiaire du câble de raccordement qui domine en cas de perturbation.

L'équivalence physique des antennes d'émission et de réception, c'est-à-dire leur interchangeabilité, est une des lois importantes de l'électromagnétisme; elle est désignée par le nom de loi de réciprocité. Cette réciprocité s'applique notamment aussi au couplage par conduction et par champ rapproché.

23 Action perturbatrice, objets perturbés

Les signaux perturbateurs pénètrent dans un système par l'intermédiaire de lignes raccordées, de champs rapprochés ou de champs éloignés et ils accèdent aux éléments sensibles par conduction, par voie inductive ou capacitive. Les effets possibles du signal perturbateur sur l'objet perturbé sont aussi nombreux que les mécanismes de génération à la source, raison pour laquelle seuls quelques aspects seront esquissés ici.

Il est intéressant de constater que des systèmes analogiques peuvent déjà être perturbés par des signaux perturbateurs stationnaires relativement faibles, comme le montre la réception de la radiodiffusion perturbée par un moteur électrique. En revanche, les perturbations transitoires ne se répétant pas trop fréquemment, telles que les impulsions de courant lors de l'enclenchement ou du déclenchement du même moteur, n'ont que peu d'influence sur de tels systèmes. Pour ce qui est de la résistance aux perturbations des systèmes numériques, le comportement est diamétralement opposé. En effet, ceux-ci sont insensibles aux perturbations stationnaires usuelles mais sensibles à l'égard de signaux perturbateurs transitoires puissants, même isolés.

Superposition de signaux utiles et signaux perturbateurs dans des systèmes analogiques

Un récepteur, de même qu'un système de mesure ou de commande ne peuvent différencier un signal utile d'un signal perturbateur. Les conséquences peuvent s'étendre d'une gêne légère à l'impossibilité totale d'utilisation des appareils. Ce cas est le plus fréquent dans la technique des télécommunications.

Déplacement du point de travail de semi-conducteurs

Un signal perturbateur puissant incapable d'influencer directement le signal utile (par exemple lorsque le signal perturbateur ne correspond pas à la fréquence de travail du système) peut, par un effet de saturation ou de détection, déplacer le point de travail de transistors et provoquer des perturbations.

Impulsions de signal ou d'horloge erronées dans des systèmes numériques

Ce sont particulièrement les signaux perturbateurs transitoires, sous forme d'impulsions, qui peuvent fausser les séquences de signaux logiques ou d'horloge dans les systèmes numériques.

Destruction par des signaux perturbateurs puissants

En tant que signaux perturbateurs puissants, il faut citer la foudre et les transitoires d'enclenchement et de déclenchement. Le couplage se fait en général par conduction ou par induction de champs proches, étant entendu que la rigidité diélectrique ou la limite de puissance des éléments touchés est dépassé. Il est possible que des signaux perturbateurs relativement faibles détruisent déjà un appareil, lorsqu'ils touchent des éléments de commande importants ou sensibles.

3 Mesures à prendre contre les perturbations

Par bonheur, si le nombre et le genre des sources et des éléments perturbés sont importants, ceux des mesures permettant de parer à leurs effets ne le sont pas moins. Aujourd'hui, grâce à une technique perfectionnée, on parvient aux résultats voulus.

31 Mesures de lutte contre les perturbations à la source

Construction

Il est souvent possible, par une construction correcte et une fabrication aussi parfaite que possible, de limiter ou de supprimer la tension perturbatrice au niveau de la «boîte noire» déjà. Dans le cas de la radio, on y parvient en découplant l'oscillateur local de l'étage d'entrée ou, dans le cas de celui des moteurs à collecteur, par une bonne qualité du collecteur et des balais, ainsi que par un réglage correct.

Filtrage

Il est possible de réduire les signaux perturbateurs à la sortie de la «boîte noire» en installant des condensateurs, des inductivités ou une combinaison de ces deux éléments sous forme de filtres *(fig. 8)*. On dispose aujourd'hui d'une vaste palette de tels éléments de déparasitage et ils conviennent en général fort bien pour

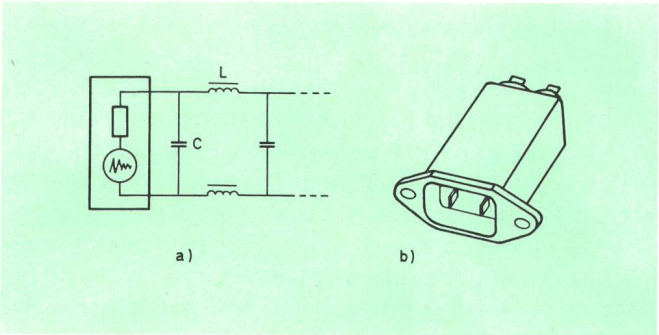

Fig. 8
Filtrage des signaux perturbateurs
a Schéma de principe
b Filtre de réseaux de montage facile

un montage subséquent dans les appareils. Ils suppriment les signaux perturbateurs de la «boîte noire» ou empêchent que ceux-ci ne soient injectés dans le câble de raccordement.

Limitation

Les signaux perturbateurs transitoires peuvent être limités par des éléments dits «non linéaires», tels que des diodes, des varistors (résistances dépendant de la tension) ou des parasurtensions à gaz rare.

32 Mesures touchant la propagation et le couplage

Mise à la terre, câblage

Il est possible de réduire les couplages dus aux connexions de terre communes et au parallélisme rapproché de lignes en établissant des systèmes de mise à la terre clairs et bien conçus et en ménageant un espace suffisant entre les câbles perturbateurs et perturbés. Les couplages par de champs électromagnétiques peuvent être réduits par la pose de câbles à proximité immédiate de systèmes de terre de grande surface ainsi que par l'emploi de fils torsadés au lieu de paires parallèles.

Blindage

Le blindage métallique de la source perturbatrice, de l'objet perturbé ou des lignes peut se révéler efficace contre les rayonnements et les irradiations.

Liaisons à fibres optiques

On utilise cette méthode pour séparer galvaniquement des systèmes ou pour éliminer des couplages de câbles par des champs électromagnétiques.

33 Mesures à l'égard d'un système perturbé

Mesures générales

Des mesures générales, telles qu'on les prend à la source ou dans le cas de propagation et de couplage, sont tout aussi souvent mises en pratique au niveau de l'objet perturbé (filtrage, limitation, câblage correct, blindage, etc.).

Mesures techniques touchant le système

On connaît diverses méthodes pour améliorer l'immunité aux perturbations, telles que l'utilisation de signaux d'un niveau plus élevé (en régime analogique ou numérique) ou la mise en œuvre de circuits à réponse lente dans les systèmes numériques (en tant que le cahier des charges l'admette), afin que des fréquences perturbatrices plus élevées soient inefficaces. Dans la technique des télécommunications, la modulation de fréquence est en général moins vulnérable aux perturbations que la modulation d'amplitude; dans les systèmes numériques, des méthodes appropriées sur le plan du matériel et du logiciel permettent d'atteindre une redondance élevée et, partant, une haute immunité aux perturbations.

34 Restrictions

Les mesures prises contre les perturbations ne devraient porter atteinte ni aux exigences de sécurité, ni au bon fonctionnement des systèmes considérés. C'est pourquoi plusieurs mesures de déparasitage simples ne sont pas utilisables pour des raisons relevant de la protection des personnes. De même, on ne saurait, sans tomber dans l'absurde, blinder un récepteur y compris l'antenne.

Cet exemple montre d'une manière éloquente que les systèmes de radiocommunication ne peuvent pas être protégés par les contre-mesures, appliquées uniquement à l'objet perturbé et qu'il n'est possible de protéger ces systèmes que d'une manière limitée. Cependant, dans tous les autres systèmes il est concevable de pouvoir mettre en place une protection absolue en agissant uniquement sur l'objet perturbé.

4 Planification de la compatibilité électromagnétique

Aujourd'hui, la compatibilité électromagnétique est une discipline hautement développée; de nombreuses connaissances et beaucoup de savoir-faire ont été accumulés ces dernières années dans le domaine des perturbations. Cet article montre qu'il est possible de prendre des mesures appropriées aussi bien au niveau des sources de perturbation qu'à celui des objets perturbés, y compris dans le domaine de la propagation et du couplage. Il y a cependant lieu de se demander où ces mesures doivent être prises.

Dans «l'Intrasystem EMC» — c'est-à-dire dans le secteur de la compatibilité à l'intérieur d'un système —, il est aujourd'hui déjà usuel de tenir compte des conditions de compatibilité électromagnétique au moment du développement de grandes installations, dans le dessein d'obtenir des solutions optimales. Des équipements sophistiqués tels que les aéronefs modernes et les véhicules spatiaux seraient en effet inconcevables sans planification de la CEM. Il suffit pour cela de penser au grand nombre d'appareils électroniques utilisés côte à côte dans un espace très restreint: systèmes de radiocommunication, d'atterrissage automatique, de réglage, de commande, ordinateurs de bord, alimentations, etc., qui ne sauraient fonctionner correctement en l'absence de mesures appropriées dans le domaine de la compatibilité électromagnétique.

Qu'en est-il cependant de la planification en matière «d'Intersystem-EMC», c'est-à-dire pour ce qui est de la compatibilité entre des systèmes différents tels qu'ils sont représentés à la figure 1? Il s'agit là de trouver un compromis optimal entre des solutions extrêmes. L'une d'elles serait d'appliquer la loi du plus fort: dans ce cas, aucune obligation ne serait faite quant au pouvoir perturbateur, et les mesures touchant la CEM seraient uniquement appliquées aux objets perturbés. Il a déjà été montré que cette solution se heurtait à des limites dans le domaine des systèmes de radiocommunication. L'autre solution extrême aurait le caractère d'une dictature: toutes les mesures visant à améliorer la CEM devant exclusivement être prises au niveau des sources de perturbation, étant entendu que les signaux perturbateurs devraient être supprimés jusqu'à la limite de leur détection par des appareils de mesure. Si cela était théoriquement possible, on devrait pourtant se demander ce qu'il y aurait lieu de faire avec les sources de perturbations naturelles.

Tant sur le plan de la technique que sur celui de l'économie en général, les deux solutions extrêmes ne rimeraient à rien. C'est pourquoi il est nécessaire de disposer de directives concernant la CEM qui fixent des limites au pouvoir perturbateur et des limites à l'immunité aux perturbations. De tels critères permettent une planification de la CEM, aussi bien du côté des sources de perturbations que de celui des objets perturbés. Ainsi, la compatibilité électromagnétique de divers systèmes peut aussi être assurée, sans qu'il soit nécessaire d'exagérer jusqu'à l'aberration les mesures CEM en raison de l'incertitude régnant à ce sujet. L'une des raisons qui favorisent la recherche de limites judicieuses réside peut-être dans le fait qu'en électronique — dont les applications ne cessent de s'étendre — les sources de perturbation sont le plus souvent aussi et en même temps les objets perturbés.

La nouvelle ordonnance du Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie sur la protection contre les perturbations électromagnétiques est, elle aussi, un document contribuant à mieux définir les limites entre le pouvoir perturbateur et l'immunité aux perturbations.

Bibliographie

Stoll D. EMC, Elektromagnetische Verträglichkeit. Berlin, Elitera Verlag, 1976.

White D. R. J. Handbook Series on Electromagnetic Interference and Compatibility, Vol. 1...6. Germantown, Maryland (USA), Don White Consultants.

Die nächste Nummer bringt unter anderem

Vous pourrez lire dans le prochain numéro

3/82

H. Berger, A. Dill, G. Guekos, H. Melchior, A. Sollberger, R. Welter, W. Steffen	Grundlagen zur analogen Breitbandübertragung mit Glasfasern
P.-A. Probst, P. Vörös	Synchronisierung digitaler Netze: Synchroner Betrieb (Schluss) Synchronisation des réseaux numériques: Fonctionnement plésiochrone (fin)
H. Gysel	Feldmessungen des Zweitonträgerverfahrens im Fernsehen
M. Fiechter, J. Furrer, B. Nold, P. Noesen	Realisierung einer ökonomischen Richtfunkverbindung als Zubringer für Fernseh- und Rundfunkprogramme Réalisation d'une liaison hertzienne économique pour l'apport de programmes de télévision et de radio
P. Beiner, M. Schild, W. Baumann, R. Lüscher	Nationaler Zeittaktgeber NZG 731
H. Heierli	English part: Results of the OTS Down-Link Performance Measurements

---