Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 59 (1968)
Heft: 12

Artikel: Problèmes d'interférence dans les transmissions par satellites
Autor: Boyle, A.W.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1057401

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: 22.08.2025

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

BULLETIN

DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS

Organe commun de l'Association Suisse des Electriciens (ASE)
et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité (UCS)

Problèmes d'interférence dans les transmissions par satellites [1])

Par *A. W. Boyle,* Genève

629.783:621.39:521.4
(Traduction)

A l'instar de toutes les tâches opérationnelles qu'un ingénieur est appelé à résoudre, il convient aussi dans le domaine des radiotransmissions, de fixer en premier lieu les paramètres les plus importants. La plupart de ces conditions marginales sont déjà connues, soit par des observations statistiquement évaluées ou par des calculs théoriques. Ainsi le gain des antennes p. ex., l'amortissement du chemin de transmission et la fréquence des fadings, c'est-à-dire des instabilités des signaux sont déterminables à l'avance et peuvent de ce fait être considérés dans le projet. Un paramètre toutefois – et même l'un des plus importants – ne peut être précisé à l'aide de cette méthode: il s'agit de l'ampleur de l'interférence qui se manifeste dans la voie de transmission. L'interférence est d'une manière générale produite par divers facteurs dont certains, tels que le bruit atmosphérique, le bruit galactique, le bruit du récepteur, peuvent être déterminés à l'avance. Les deux premiers découlent du milieu qui nous entoure, le troisième dépend du genre de récepteur. Un autre facteur limitatif qui ne peut malheureusement être contrôlé ni par l'ingénieur des projets, ni par l'usager, se rapporte à toutes sortes de perturbations électromagnétiques provoquées par intervention humaine. Chacun constatera facilement en utilisant son propre récepteur de radio que ce paramètre constitue actuellement déjà une limitation extrêmement restrictive des services radiophoniques.

Tout à l'opposé des autres services, le domaine des communications par satellites fut influencé dès le début par ce problème. Cela résulte du fait que les satellites de communications utilisent les mêmes bandes de fréquence que les communications terrestres par micro-ondes. Depuis le Sputnik I on accorde évidemment toujours plus d'importance à la sécurité de fonctionnement. L'atmosphère terrestre limite le spectre techniquement applicable aux communications par satellites à une plage dénommée «fenêtre radiophonique» s'étendant de 100 MHz jusqu'à 10 GHz dont on utilise le plus avantageusement la portée de 1 à 10 GHz. L'atmosphère terrestre demeure néanmoins encore perméable à d'autres gammes de fréquence, ainsi p. ex. à des fréquences très basses et même situées dans le domaine de la lumière visible, mais la gamme la mieux appropriée se limite actuellement de 1...10 GHz. Au début de l'époque des satellites ce secteur était néanmoins déjà tellement exploité par des communications terrestres, qu'il ne subsistait pratiquement plus d'autre possibilité que d'utiliser cette bande de fréquence en commun. En 1963 l'Union Internationale des Télécommunications (UIT) organisa la première conférence internationale chargée de la répartition des fréquences destinées aux satellites de communications. Cette conférence précisa les bandes de fréquence affectées aux satellites et la définition des divers services futurs assumés par les satellites.

Le fait que les communications par satellites et par voie terrestre sont *d'emblée* obligées d'utiliser les mêmes fréquences exigea de suite une norme reconnue à l'échelle internationale, précisant l'ordre de grandeur des interférences susceptibles d'être tolérées mutuellement dans pareil cas. La conférence de 1963 conclut un accord au sujet des critères applicables, ainsi que la conception des «distances de coordination», et ménagea également la possibilité de pouvoir ultérieurement modifier ces critères s'il le fallait. Le terme de «distance de coordination» est défini par le N° 492 A.1 du règlement radio de la manière suivante: La distance de coordination représente la distance à partir d'une station terrestre dans laquelle cette station peut à l'aide d'une certaine fréquence d'émission causer aux stations de service fixes ou mobiles des interférences nuisibles dans la gamme de fréquence de 1 à 10 GHz, ou peut éventuellement troubler l'utilisation d'une certaine fréquence de réception dans les stations terrestres par l'exploitation des stations précitées fixes ou mobiles (donc de troubler les services terrestres utilisant la même bande de fréquence.) Il en résulte que le calcul des distances de coordination d'une station terrestre délimite une plage située autour de cette station (fig. 1). La distance de cette limite à la station, mesurée dans n'importe quelle direction constitue toujours la distance de coordination dans

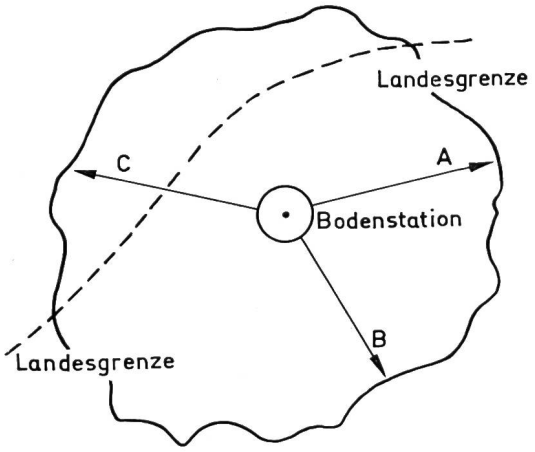

Fig. 1
Distances typiques de coordination (*A*, *B*, *C*) d'une station terrestre
Landesgrenze = frontière nationale
Bodenstation = station terrestre

[1]) Conférence tenue le 7 novembre 1967 à la séance de la section suisse de l'IEEE et de l'Association Suisse pour les Techniques Spatiales.

cette direction; elle atteint généralement quelques centaines, et même parfois quelques milliers de kilomètres. Cette définition se base sur la présomption que toutes les données techniques relatives à la station terrestre sont parfaitement connues, alors que les stations fixes ou mobiles perturbées par l'exploitation de cette station terrestre demeurent hypothétiques. Précisions à ce sujet qu'une station terrestre, qu'elle soit située au sol, à bord d'un navire ou d'un avion est reliée par définition à un satellite, cependant que les stations tant «fixes» que «mobiles» ne présentent aucune relation avec des satellites même en se trouvant à bord d'un navire ou d'un avion.

Les explications précédentes prouvent que la conception des distances de coordination accuse un caractère à la fois technique et juridique. On applique donc des données techniques à une définition juridique. Il faudra de toute manière recourir à ce sujet à diverses hypothèses concernant soit les détails de ces stations hypothétiques, soit les détails de propagation ou du terrain à proximité de la station terrestre. C'est la raison pour laquelle la définition parle d'une «possibilité» de causer des interférences perturbatrices plutôt que d'exprimer la «certitude» de telles interférences. Les distances de coordination sont destinées à illustrer des cas où la construction ou l'exploitation d'une station terrestre peut causer des interférences perturbatrices dans les pays avoisinants lorsque la limite de la distance de coordination dépasse la frontière nationale. Lors du projet d'une station terrestre on se base par conséquent sur des présomptions aussi pessimistes que possible par rapport à l'interférence avec les hypothétiques stations mobiles ou fixes, en supposant par exemple une exploitation à même fréquence, une antenne directement orientée sur la station terrestre, l'absence de tout écran formé par des bâtiments, etc. Le règlement-radio de l'UIT limite la puissance d'émission maxima et la puissance isotropique effectivement rayonnée des stations fixes ou mobiles. Ces chiffres permettent alors d'évaluer les interférences. Bien que de telles délimitations s'appliquent également aux stations terrestres, ces dernières ne sont pas utilisées dans les calculs, à moins qu'elles correspondent aux données de la station terrestre. La conférence a en outre établi une classification de trois sortes de terrains:

a) terre,
b) mer non tropicale,
c) mer tropicale.

Cette classification se base sur de nombreuses observations effectuées dans diverses parties du monde. Une telle généralisation ne pourra en fait jamais fournir la valeur exacte de l'amortissement d'une distance donnée, mais cet amortissement ne sera de cette manière *pas surestimé*. Nous rappelons au lecteur qu'il s'agit en l'occurence de la définition juridique d'une interférence «possible» et non pas d'un calcul «exact» de cette dernière. Le critère de la distance de coordination ne saura jamais faire échouer un projet d'une station terrestre, mais par contre démontrer la nécessité d'établir des contacts avec les administrations de télécommunications voisines.

Bien que l'angle d'élévation de l'antenne d'une station terrestre en service ne doit jamais être inférieur à 3° (cette condition sera du reste facilement observée, vu qu'un contact stable avec un satellite d'une élévation inférieure à 3° ne peut être réalisé qu'avec les plus grandes difficultés), une certaine partie de l'énergie émise sera néanmoins rayonnée dans un plan horizontal, ce qui causera des interférences. Si l'angle d'élévation de l'antenne de la station terrestre varie entre 3 et env. 10...12° une partie non négligeable de l'énergie émise est renvoyée sur la terre par suite de diffusion aux irrégularités de l'atmosphère. Bien que la perte d'énergie d'émission par suite de diffusion est relativement minime, elle peut néanmoins causer des perturbations appréciables aux autres services radiophoniques (fig. 2). La même remarque s'applique du reste en sens inverse: La réception de la station terrestre peut également subir des perturbations par des émetteurs d'autres services.

Le problème sera en outre compliqué par le fait que les satellites utilisent les mêmes bandes de fréquence. Nous admettons volontiers que les émetteurs-satellites ne sont pour l'instant pas très puissants (puissance actuelle en service env. 40 W Hf) et que leurs antennes ne possèdent pas encore une forte concentration; on doit néanmoins s'attendre au rayonnement de puissances isotropes effectives plus puissantes. La densité maxima admissible de flux causée par un émetteur-satellite sur la terre fut fixée par la conférence de l'UIT en 1963; vu que les satellites parcourent actuellement des trajectoires essentiellement synchrones ou très elliptiques accusant des distances de plus de 30 000 km, la densité admissible de flux n'a pas encore été atteinte jusqu à présent. Un satellite synchrone dispose néanmoins d'un potentiel d'interférence considérable du fait qu'il demeure simultanément perceptible d'un tiers de la surface du globe. En particulier lors d'un rayonnement tangentiel, le satellite peut être orienté dans l'axe principal de l'antenne réceptrice d'une station radiophonique fixe ou mobile.

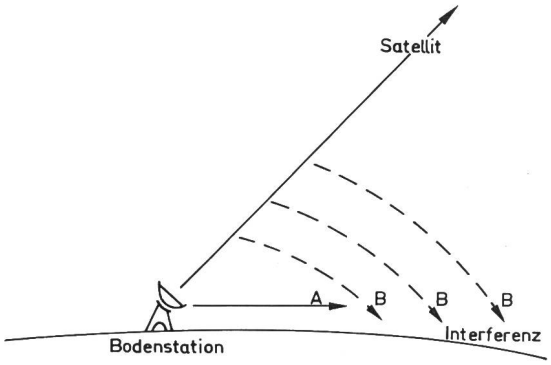

Fig. 2
Interférence (*A*) produite par le rayonnement dans un plan horizontal et interférence (*B*) causée par la diffusion du rayon principal dans l'atmosphère
Satellit = satellite
Interferenz = interférence
Bodenstation = station terrestre

Voici pour terminer encore un aperçu des fonctions de la UIT dans le domaine des satellites de communications. L'UIT n'exploite elle-même aucune communication par satellites ou toute autre télécommunication, et cela dans l'intérêt même d'une parfaite impartialité. L'UIT représente l'Union de tous les services téléphoniques et télégraphiques du monde entier; dans le domaine des satellites de communications elle assume des fonctions se rapportant à la fois à des consultations et à des prescriptions.

Les explications précédentes prouvent qu'une coordination des satellites de communications avec les télécommunications terrestres est absolument urgente et indispensable du fait que toutes les administrations y sont intéressées à divers

titres. Les ondes radiophoniques n'ont aucune notion des frontières nationales qu'elles ne sauraient respecter. L'UIT fut justement fondée en 1865 en vue d'assumer les travaux de coordination supranationales; elle traite l'ensemble du problème dans tous ses aspects particuliers. L'organe de l'UIT qui tient le catalogue de tous les services radiophoniques se nomme «International Frequency Registration Board». Il est chargé de l'enregistrement de toutes les stations se rapportant soit à des satellites de communications, soit à des services terrestres. Avant de construire une station terrestre, ce comité contrôle au moyen de la distance de coordination si une coordination est nécessaire, et dans l'affirmative, si cette dernière a été réalisée correctement.

Les normes techniques approuvées par la conférence de 1963 sont basées sur des informations élaborées par un autre organe de l'UIT, le CCIR (Comité Consultatif International de Radiocommunications). Ce comité est chargé d'étudier toutes les questions techniques et de service afin d'élaborer des recommandations appropriées. Il convient de relater à ce sujet, que le CCIR ne constitue pas seulement un petit secrétariat du siège principal de l'UIT à Genève, mais se compose de groupes d'études et de projets, ainsi que de délégués des diverses administrations qui sont également représentées par des délégués aux assemblées plénières. Le CCIR se base – comme du reste également l'UIT – sur l'effort commun de toutes les administrations. La structure complète du siège principal est placée sous les directives d'un secrétaire général responsable de tous les aspects administratifs et financiers.

On constate par là, que l'UIT et ses organes sont déjà qualifiés à fournir au nouveau domaine des satellites de communications l'appui vital indispensable, tout en contrôlant que cette technique nouvelle ne restreigne pas l'évolution des autres systèmes de télécommunications. Cet appui vital indispensable est en fait déjà dispensé. Nous mentionnerons à titre d'exemple le cas des télécommunications à haute fréquence; à la fin de la guerre la gamme du spectre radiophonique était déjà surchargé et la confusion générale régnait en maître. A l'aide de la coordination et des recommandations de l'UIT on est parvenu à assurer l'utilisation tant nationale qu'internationale des fréquences, bien que la mise à contribution du spectre se soit multipliée. Une collaboration internationale dans le domaine nouveau des satellites de communications revêt une importance capitale en vue d'éviter des interférences dans les bandes de fréquence utilisées en commun. De même que l'exemple de la chaîne, dont la force dépend de la résistance de son maillon le plus faible, l'interférence produite par l'homme joue un rôle analogue dans toutes les communications radioélectriques. En négligeant les mesures appropriées à ce sujet on aboutit à une désorganisation sur le plan international; or, toutes les administrations s'efforcent par l'entremise de l'UIT de résoudre le problème de la seule manière qui puisse efficacement garantir le succès – c'est-à-dire par une collaboration internationale.

Adresse de l'auteur:
A. W. Boyle, ingénieur diplômé, Union Internationale des Télécommunications, Place des Nations, 2, rue Varembé, 1200 Genève.

Die Brücke als Filterelement [1])

Von *W. Herzog,* Mainz

621.372.543.21

Untersucht wird eine mit einer Reaktanz abgeschlossene, symmetrische Brücke mit zwei verschiedenen Elementen. Es werden einige Ersatzbilder angegeben. Ein Brückenersatzbild für einen Schwingkristall lässt sich leicht realisieren. Für die symmetrische Brücke mit drei Elementen wird ein Ersatzbild gefunden. Die Verwendung für Filterzwecke wird erörtert und als Beispiel ein Bandfilter berechnet, das eine weitgehende Anpassung der Kristallserienkapazitäten gestattet. Die Brücke mit drei verschiedenen Elementen erlaubt nur sehr breite Bandfilter.

L'essai se rapporte à un pont symétrique à deux éléments différents, fermé par une réactance. On indique quelques schémas équivalents. Un schéma équivalent du pont à l'aide d'un cristal oscillant peut être réalisé facilement. On trouve un schéma équivalent pour un pont symétrique avec trois éléments, puis on indique son application comme filtre. Un filtre de bande est mentionné à titre d'exemple, permettant une très large adaptation aux capacités en série des cristaux. Le pont à trois éléments différents ne permet d'exécuter que des filtres à large bande.

1. Problemstellung

Im allgemeinen werden Filterschaltungen aus Ketten von Π- und T-Gliedern und aus Brücken aufgebaut. Die einzelnen Zweige bestehen aus Parallel- und Serienschaltungen von Spulen ohne und mit Gegenkopplung, Kondensatoren und gegebenenfalls von Schwingkristallen. Bei den Brücken kann man die Elemente in den Zweigen häufen, um bessere Eigenschaften zu erzielen, jedoch auch Ketten aus Brücken sind sehr geeignet. Sie lassen sich besser einstellen und bei Kristallen werden die Nebenresonanzen eines Kristalls in einer Brücke durch die übrigen Brücken gedämpft [1] [2]). In dem vorliegenden Aufsatz sei als neues Element eine ausgangsseitig mit einer Reaktanz abgeschlossene Brücke betrachtet. Mit solchen Elementen werden Filter aufgebaut. Die Untersuchung wird auf symmetrische Brücken beschränkt. Die betrachteten Elemente können in Brücken sowie in Π- und T-Schaltungen Anwendung finden.

[1]) Mitteilung des Instituts für Elektrotechnik der Universität Mainz.
[2]) Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

2. Symmetrische Brücken aus zwei verschiedenen Elementen

Fig. 1 zeigt eine Brücke mit den beiden Elementen X_1 und X_2 sowie dem Abschluss X. Die Darstellung sei auf Reaktanzen beschränkt. Für die Anordnung in Fig. 1 ergibt sich als resultierender Widerstand $\overline{X}$.

$$\overline{X} = \frac{2\,X_1\,X_2 + (X_1 + X_2)\,X}{X_1 + X_2 + 2\,X} \tag{1}$$

Bei der Benutzung des Brückenelementes ist es zweckmässig, die Zweige X_1 und X_2 mit möglichst wenig Elementen auszu-

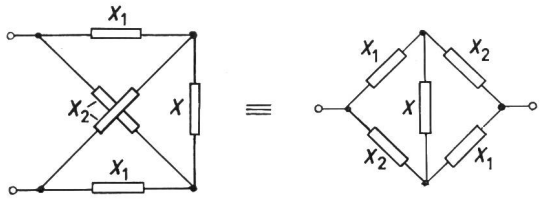

Fig. 1
Mit Reaktanz abgeschlossene Brücke