Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 100 (1974)

Heft: 8

Sonstiges

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: 08.07.2025

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

7. Conclusions

On a présenté dans cet article une vue d'ensemble sur les possibilités et les règles d'utilisation de l'algorithme de la transformation de Fourier rapide. Cet algorithme particulièrement efficace est d'une utilité appréciable pour le traitement digital des signaux, et le nombre de ses applications ne fait que croître.

Toutefois, le choix des paramètres intervenant lors de son utilisation est régi par les règles suivantes qui doivent être rigoureusement respectées :

a) Le signal à analyser par la TFR, quelle que soit sa nature, doit être échantillonné périodiquement avec une période Δt, pendant une durée T. Le nombre total d'échantillons prélevés N doit être une puissance de 2 et est lié à Δt et T par la relation $T = N \cdot \Delta t$.

b) La fréquence d'échantillonnage $\frac{1}{\Delta t}$ doit être supérieure ou égale au double de la fréquence maximum encore significative contenue dans le signal, en vertu du théorème d'échantillonnage.

c) A partir des N échantillons du signal, la TFR fournit N valeurs de la transformée de Fourier calculées aux fréquences harmoniques $f_n = n\Delta f = n\frac{1}{T}$.

d) Quelle que soit la nature du signal à analyser, la TFR le considère comme périodique de période T.

e) Pour les signaux apériodiques, la durée d'observation T est déterminée par la résolution fréquentielle désirée avec la condition minimum (relation (5-6)) : $T > \frac{2}{|f_2 - f_1|}$

f) Pour les signaux périodiques, la durée T doit coïncider avec la période du signal si celle-ci est connue. Si non, T doit être choisie beaucoup plus grande que la période présumée du signal afin d'assurer une résolution suffisante.

g) Pour les signaux impulsionnels, la durée d'observation T doit être supérieure à la durée effective du signal, afin que les coefficients calculés aux fréquences harmoniques $f_n = \frac{n}{T}$ permettent une description suffisante du spectre cherché.

h) Pour les signaux aléatoires, les erreurs statistiques peuvent être réduites en convoluant l'estimateur spectral obtenu avec une « fenêtre spectrale » telle que $\Phi_z(f) = T_o^2 \operatorname{sinc}^2(fT_o)$. Le paramètre T_o doit être choisi de manière à pouvoir considérer la densité spectrale cherchée comme approximativement constante sur tout intervalle $\frac{1}{T_o}$. De plus, le rapport $\frac{T}{T_o}$ doit être compris entre 10 et 30 environ.

i) Pour l'analyse de signaux connus analytiquement et possédant des discontinuités, l'instant initial d'échantillonnage t_i doit être choisi avec un décalage de $\frac{\Delta t}{2}$ vers les valeurs positives de t si l'on veut limiter les erreurs sur les arguments des coefficients calculés dues à la présence d'un retard fictif $\frac{\Delta t}{2}$.

Références

[1] Bracewell, R. : *The Fourier transform and its applications*. McGraw-Hill, New York 1965.

[2] Jenkins, G. M. and Watts, D. G. : *Spectral Analysis and its applications*. Holden-Day, San-Francisco 1968.

[3] De Coulon, F. : *Méthodes actuelles de traitement des signaux*. Neue Technik, 7, 1973, p. 276-284.

[4] Bergland, G. D. : *A guided tour of the fast Fourier transform*. IEEE Spectrum, 6, July 1969, p. 41-52.

[5] Cooley, J. W. and Tukey, J. W. : *An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series*. Math. of comput., 19, April 1965, p. 297-301.

[6] Kunt, M. : *Transformations rapides généralisées*. AGEN Mitteilungen, 13, juin 1972, p. 37-48.

[7] Gold, B. and Rader, Ch. M. : *Digital processing of signals*. McGraw-Hill, New York 1969.

[8] Ramos, G. V. : *Roundoff error analysis of the fast Fourier transform*. Math. of comput., 25, October 1971, p. 757-768.

[9] Beyer, W. H. : *Handbook of tables for probability and statistics*. The Chemical-Rubber Co., 1966.

Adresse des auteurs :
Murat Kunt, ingénieur physicien EPFL
F. de Coulon, professeur
Laboratoire de traitement des signaux de l'EPFL
16, chemin de Bellerive, 1007 Lausanne

Bibliographie

Cours d'électronique, tome III, Amplification — Circuits intégrés, par *Francis Milsant*. Troisième édition refondue (1974). — Un volume 16×25 cm, 208 pages, avec 102 figures et 58 exercices. Broché : 34 F fr.

Cette nouvelle édition du tome III est une refonte complète rendue nécessaire en raison du nouveau programme de L'ESAM qui traite des *Circuits intégrés*. En effet, pour réaliser un circuit imprimé, un ingénieur de bureau d'études dispose actuellement non seulement des composants classiques, mais aussi de véritables structures (amplificateurs, bascules...) dont il doit connaître parfaitement les réponses. C'est à l'ingénieur qu'il appartient de faire un choix entre les différentes solutions possibles, en tenant compte des performances demandées, de la fiabilité du système et du coût des différents matériaux

L'ouvrage comporte deux parties principales :

— La première, intitulée *Signaux faibles*, s'appuie sur l'utilisation systématique des circuits équivalents. Elle traite des différents types d'étages d'entrée, en fonction de leurs fréquences d'utilisation : audiofréquences, vidéofréquences... Elle consacre un chapitre important à l'étude des amplificateurs continus à circuits intégrés avec, comme application principale, l'amplificateur opérationnel. Elle se termine par un chapitre sur le bruit de fond. Cette dernière étude, assez complexe, est importante car, en définitive, c'est le bruit de fond qui limite les possibilités d'un amplificateur.

— La deuxième partie, intitulée *Signaux forts*, est réservée aux étages de sortie (simples et push-pull) que l'on calcule directement d'après les caractéristiques des transistors. Ainsi est-on amené à définir certains défauts (distorsions) que l'on corrige ensuite par la contre-réaction.

Le « Cours d'Electronique » est complété par un tome IV (actuellement en préparation), traitant des *Systèmes bouclés :* contre-réactions, oscillations et alimentations.

Signaux faibles. — Amplificateurs en audiofréquences : Amplificateurs à transistors unipolaires, amplificateurs à transistors bipolaires. Amplificateurs en vidéofréquences. Amplificateurs en radiofréquences. Amplificateurs continus à circuits intégrés : Technologie des circuits intégrés. Etude théorique. Amplificateur opérationnel. Générateurs d'attaque et bruit de fond : Reproduction sonore. Bruit de fond.

Signaux forts. — Etage simple de sortie, étage push-pull. Appendice : Méthode des schémas-blocs, méthode des graphes de transfert.

Dans le Bulletin technique de la Suisse romande *du 10 octobre 1912 paraissait un article intitulé : « Du mouvement de l'eau dans les aqueducs libres et les canaux découverts », dû à la plume de M. A. Ansermet. Ce devait être le premier d'une longue série qui s'achève aujourd'hui avec la 50e contribution de l'auteur à notre périodique. La carrière et l'âge de M. Ansermet, ancien professeur au Département de génie rural à l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne, où il enseignait la géodésie, la photogrammétrie et la théorie des erreurs, lui permettraient de jouir d'un repos bien mérité. Notre plus ancien auteur encore actif en avait du reste déjà exprimé le souhait. S'il a toutefois repris la plume, c'est en hommage à la mémoire de son maître, le professeur Mayor, pour défendre les méthodes mathématiques de traitement des systèmes hyperstatiques de treillis dans l'espace. La publication de l'article ci-dessous ne constitue pas une prise de position du* Bulletin technique *dans le débat qui oppose les écoles prônant ou rejetant l'utilisation de méthodes expérimentales d'analyse des contraintes, mais un hommage à M. Ansermet au moment où s'achève une collaboration de 62 ans au* Bulletin technique. *Nos lecteurs se joindront certainement à nous pour souhaiter à l'auteur une heureuse retraite et le remercier de l'active contribution qu'il a toujours apportée à notre périodique.*

(Réd.)

Le calcul de treillis spatiaux surdéterminés par la méthode Stüssi-Mayor

par AUGUSTE ANSERMET, La Tour-de-Peilz

Rappel de notions usuelles

Dans de récentes publications relatives à cet important problème il n'a pas été fait mention de la thèse remarquable présentée à l'EPFL par M. le professeur Pflug. Cet auteur, dans son programme, distingue deux groupes : le premier concerne les structures composées uniquement de barres ; c'est celui qui ici nous intéresse. Il est fait mention, dans l'introduction à la thèse, aux « études analytiques qui permettent à l'ingénieur praticien d'aborder de manière concrète le problème du treillis spatial ». Il y aurait fort peu de ces études d'après certains auteurs. Cette appréciation est trop pessimiste ; citons par exemple les publications du professeur Linkwitz, de Stuttgart, qui calcula les charpentes pour les Jeux olympiques de Munich. Il y en a d'autres.

A Lausanne le problème fut traité, mais planimétriquement seulement et de façon incomplète, dans la publication EPUL nº 104. L'auteur s'est borné à l'étape des calculs réalisée par voie électronique, renonçant à déterminer les ellipses de déformation des nœuds. En outre, après avoir constaté que les matrices de rigidité sont indépendantes des charges, ce que l'on savait puisque les termes absolus des équations aux déformations n'interviennent pas pour la formation des ces matrices, il cherche à calculer les inconnues en fonction des coefficients de poids. Ce mode de faire ne donne pas toujours satisfaction.

Spatialement on reconnaît tout de suite la forme quadratique ternaire pour exprimer l'énergie de déformation ; analytiquement la notion d'ellipsoïde de déformation d'un nœud est alors immédiate. Signalons aussi les publications nos 111 et 123 EPFL.

Base des calculs

Avant les staticiens ce sont les mathématiciens qui doivent traiter le cas d'un système surdéterminé. Avoir plus d'équations que d'inconnues est un problème ayant donné lieu à une documentation considérable. La méthode des moindres carrés est préconisée dans le cours d'analyse numérique EPFL, à Zurich et outre-Rhin. Ainsi que le fait remarquer M. le professeur Pflug [8] (page 2), « l'ingénieur qui désire aborder un projet de treillis spatial se heurte à des difficultés ». Même au 3e cycle EPFL cet important problème n'est guère traité.

De deux choses l'une : ou bien un système est statiquement déterminé, ou au contraire surdéterminé ; tels sont en réalité les deux groupes.

Choix d'une solution

Après le mathématicien c'est le staticien qui doit faire un choix, par exemple en opérant des coupures et calculant le système fondamental (Grundsystem) ; les termes absolus des équations aux déformations sont alors connus. Pour cette étape des calculs on peut avoir recours à un collaborateur non formé dans une EPF. Il en est de même pour des mesures éventuelles de déformations. La tendance moderne est de confier aux technicums les mesures.

Mais, avant cette étape, on peut se rendre compte si l'ellipsoïde de déformation de tel ou tel nœud a une forme trop défavorable ; à cet effet considérons un cas concret très simple.

Calcul d'un double pylône

Confrontons deux hypothèses basées sur la figure 1. F et F' forces extérieures sans influence sur les matrices de

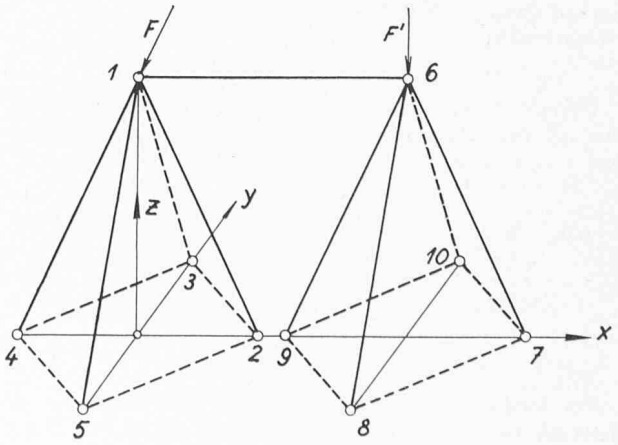

Fig. 1.