

Une activité de recherche, pour quoi faire ?

Comme pour tous les générateurs de fréquence, la pureté spectrale d'un synthétiseur est limitée par des phénomènes parasites de natures différentes : les perturbations cohérentes donnant naissance à des raies discrètes dans le spectre du signal de sortie ; les perturbations aléatoires, les « bruits », qui sont à l'origine d'un spectre continu autour de la porteuse.

En général, l'origine des raies est connue et leur niveau peut être maintenu à une valeur satisfaisante par le respect d'un certain nombre de règles de l'art (choix du plan de fréquence, filtrages adéquats, blindages, etc...).

Le bruit aléatoire, quant à lui, impose une limite à la pureté spectrale et à la stabilité de fréquence à court terme des synthétiseurs qu'il est beaucoup plus difficile de faire reculer. (Ceci est d'ailleurs vrai pour les générateurs de fréquence de tous types, y compris les étalons atomiques et moléculaires).

Dans le cas des synthétiseurs, l'identification des différentes sources de bruit, leur caractérisation, l'étude de leurs effets respectifs sur le spectre du signal de sortie, ainsi que la mesure des performances obtenues posent autant de problèmes que seules des analyses détaillées à caractère théorique permettent d'étudier avec rigueur.

C'est pourquoi, une activité de Recherche Fondamentale axée sur l'étude théorique et expérimentale des problèmes de bruit dans les générateurs de fréquence s'est développée dès l'origine et concrétisée en 1971 par la création d'un service autonome. Cette activité de Recherche ne doit pas être confondue avec l'activité « Etudes et Développement » proprement dite qui conduit à la création d'appareils nouveaux.

Recherche Fondamentale ou Appliquée ?

Cette question appelle en fait une double réponse selon que l'on met l'accent sur les méthodes utilisées ou sur les buts poursuivis.

Si l'on considère les méthodes de travail, cette Recherche présente plutôt un caractère fondamental, en ce sens que toute approche empirique en est exclue et que, dans tous les cas, on cherche à dégager par l'analyse mathématique les lois générales du phénomène étudié.

Si l'on considère maintenant les buts poursuivis, c'est le caractère de Recherches Appliquées qui domine en ce sens que celles-ci visent à une meilleure connaissance, à une meilleure compréhension, et donc à une amélioration des performances ultimes que peuvent offrir les synthétiseurs.

Les Recherches proprement dites...

Ces Recherches se regroupent autour de deux pôles complémentaires :

— la caractérisation du bruit de phase et de la stabilité de fréquence à court terme des générateurs de fréquence en général, et des synthétiseurs en particulier ;

— l'analyse théorique et expérimentale de l'effet des différentes sources de bruit sur la qualité du signal de sortie des synthétiseurs.

Les Recherches théoriques relatives à la caractérisation se sont matérialisées par la réalisation d'un banc de mesure de bruit utilisant un principe original, qui permet d'appréhender le bruit de phase sous ses différents aspects (« domaine fréquence » et « domaine temps »). De plus, des relations mathématiques simples ont été établies entre différents paramètres caractéristiques permettant, à l'aide d'un abaque, de passer d'une mesure de pureté spectrale à celle de l'ins-

tabilité dans le domaine temps. Les Recherches actuellement en cours sur le bruit dans les synthétiseurs conduisent à une meilleure compréhension de la



par **Jacques RUTMAN**

Docteur ès sciences
Responsable de la Recherche
Fondamentale

composition du spectre d'un signal synthétisé. Elles laissent espérer la mise en œuvre de nouvelles méthodes d'approche en ce qui concerne la prévision du niveau de bruit des synthétiseurs.

Echanges avec l'extérieur...

En aucun cas, la Recherche ne saurait être effectuée en vase clos.

Les résultats obtenus font l'objet d'articles à caractère scientifique paraissant dans des revues spécialisées telles que « L'Onde Electrique », les « Annales des Télécommunications » ou les « I.E. E.E. Transactions on Instrumentation and Measurement ».

En outre, nous participons à des réunions telles que les journées d'études de la S.E.E., ainsi qu'aux manifestations scientifiques internationales relatives à notre domaine de recherche telles que le « Frequency Control Symposium » ou la « Conference on Precision Electromagnetic Measurement ».

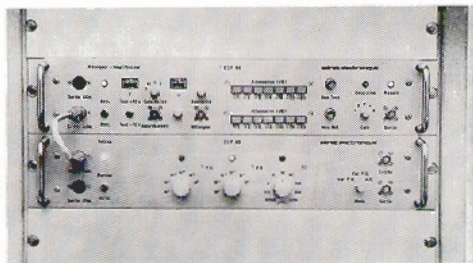
Enfin, des contacts étroits sont maintenus avec les ingénieurs et les chercheurs de certains organismes de Recherche et de certains laboratoires universitaires qui travaillent dans le domaine de la Métrologie des Fréquences.

Conclusion.

Ainsi, chez ADRET, la Recherche constitue une activité qui, bien que liée étroitement aux Etudes et Développement, occupe vis-à-vis de ceux-ci une place bien spécifique.

Les résultats déjà acquis ainsi que les premiers résultats des recherches en cours, justifient son existence au sein d'une société qui réalise des appareils aussi élaborés que les synthétiseurs de fréquence modernes.

J. R.



Banc de mesure de l'instabilité de fréquence à court terme des oscillateurs

Le bruit dans un oscillateur se manifeste par l'instabilité de fréquence à court terme caractérisée, soit dans le domaine fréquence par la densité spectrale du bruit de phase, soit dans le domaine temps par la variance d'un nombre de mesures de fréquence. Classiquement, deux appareils de mesure différents sont nécessaires pour la détermination de ces deux paramètres : un analyseur de spectre BF et un fréquencesmètre calculateur.

Le banc de mesure développé à la suite d'une étude théorique sur les relations entre domaine fréquence et domaine temps, permet la mesure de ces deux paramètres par l'utilisation d'un même principe : un filtrage adéquat du bruit de phase suivi d'une lecture de tension efficace.

Ce banc comporte donc un détecteur de phase, des filtres définis spécifiquement et un voltmètre efficace. La nature du filtre utilisé permet la mesure, soit de la densité spectrale, soit de la variance d'Allan.

Les performances du banc permettent la mesure des meilleurs oscillateurs à quartz actuellement sur le marché.

BIBLIOGRAPHIE

J. RUTMAN, Pr. J. UEBERSFELD, « A model for Flicker Frequency Noise of Oscillators ».

Proceedings of the IEEE, Vol. 60, N° 2, Février 1972.

J. RUTMAN, « Comment on Characterization of Frequency Stability ».

IEEE Transactions on Instrumentation and Measurements, Vol. IM 21, N° 1, Février 1972.

J. RUTMAN, « Instabilité de Fréquence des Oscillateurs ».

L'Onde Electrique, Vol. 52, Fasc. 11, Décembre 1972.

G. SAUVAGE, J. RUTMAN, « Analyse Spectrale du

Bruit de Fréquence des Oscillateurs par la variance de Hadamard ».

Annales des Télécommunications, Tome 28, N° 7-8, Juillet-Août 1973.

J. RUTMAN, « Stabilité de Fréquence et Pureté Spectrale des Générateurs de Fréquence ».

Electronique Actualités, N° 317, 15 Février 1974.

J. RUTMAN, « Characterization of Frequency Stability: a Transfer Function Approach and its Application to Measurements via Filtering of Phase Noise ».

IEEE Transactions on Instrumentation and Measurements, Vol. IM 23, Mars 1974.