

Mesure et identification automatiques des interférences GSM

Les interférences résultant d'une charge de trafic élevée peuvent entraîner une mauvaise qualité de la voix et des coupures de liaisons radio dans les réseaux GSM. De telles sources d'erreurs sont rapidement et efficacement détectées par les analyseurs de réseau radio de Rohde & Schwarz. Un nouvel algorithme analyse automatiquement les résultats de mesure – et peut identifier sans équivoque les perturbateurs.

Plus important que jamais : détecter les interférences GSM

Le niveau de déploiement des réseaux WCDMA n'étant pas encore à un stade aussi avancé que celui des réseaux GSM, ces derniers sont par conséquent toujours les « chevaux de trait » des opérateurs de réseau. L'intensification de la charge de trafic qui en découle – surtout du fait de la téléphonie – et l'ajout de fréquences porteuses par secteur augmentent d'autant les risques de perturbations causées par les interférences et entraînent par là même une mauvaise qualité de voix et des coupures de liaisons.

Les systèmes de mesure d'interférences GSM de Rohde & Schwarz constituent une aide à la détection de telles sources de perturbations. Ainsi, l'analyseur de réseau radio R&S®TSMU introduit en 2003 permet rapidement et aisément – ensemble avec le logiciel de mesure R&S®ROMES – de mesurer les interférences GSM et

d'identifier les perturbateurs potentiels dans le réseau [1]. Le principe de montage et la méthodologie de mesure utilisés restent inchangés mais des innovations et améliorations ont été apportées au cours des deux dernières années :

- Un nouvel analyseur, l'analyseur de réseau radio R&S®TSMQ [2] (voir encadré à gauche), offre par rapport au R&S®TSMU une plus grande vitesse de mesure dans les réseaux GSM (100 canaux/seconde au lieu de 80) et augmente ainsi les probabilités de détection des perturbateurs.
- La nouvelle option logicielle d'interférence GSM R&S®ROMES4COI identifie clairement les perturbateurs en effectuant des mesures de puissance dans les intervalles de temps (Time Slot). Il n'est ainsi plus nécessaire de réaliser des tests sur les fréquences perturbatrices potentielles indiquées dans la liste des perturbateurs.
- Une interface utilisateur graphique améliorée permet une utilisation encore plus facile.

Une nouvelle option logicielle analyse entièrement en automatique les résultats de mesure

Les analyseurs de réseau radio GSM de la plateforme R&S®TSMU/R&S®TSMQ ne pouvaient jusqu'ici mesurer que des canaux BCCH ou C0 et n'étaient pas en mesure d'identifier des canaux de trafic (Cx) ou des intervalles de temps spécifiques. Le logiciel de mesure R&S®ROMES fournissait certes un choix de perturbateurs possibles avec leur niveau de réception actuel mais l'évaluation des résultats de mesure affichés incombait toutefois à l'utilisateur.

Le nouvel algorithme analyse maintenant entièrement en automatique les résultats de mesure et peut identifier clairement les perturbateurs. Cette nouvelle méthode de mesure est détaillée dans les encadrés des pages 13 et 14. Rohde & Schwarz a développé un procédé supplémentaire entièrement nouveau, qui a été implémenté dans le logiciel de mesure R&S®ROMES et dans le firmware du scanner de réseau GSM. Ce procédé permet désormais, avec le même matériel, de mesurer et d'évaluer individuellement le niveau

Les analyseurs de réseau radio R&S®TSMx sont extrêmement performants. Ainsi par exemple, l'analyseur de réseau radio R&S®TSMQ (photo ci-dessous) peut non seulement supporter tous les standards de réseaux (WCDMA, GSM, CDMA2000®) mais également y effectuer simultanément des mesures.



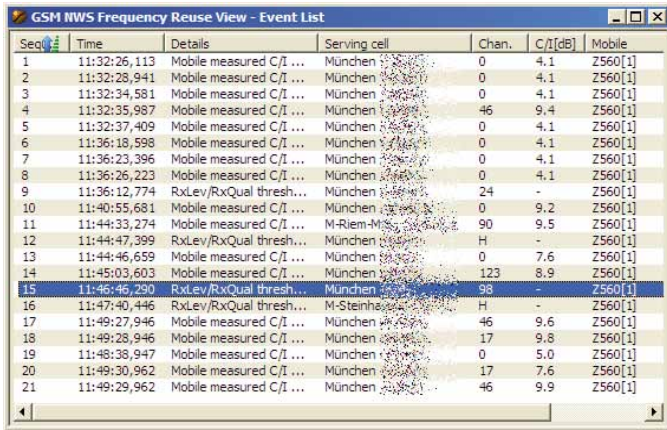


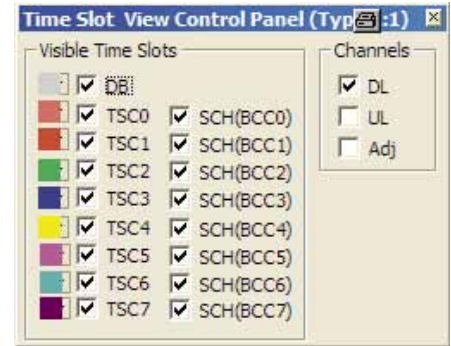
Fig. 3 Un message d'erreur est affiché dans la « Event List » lorsque les valeurs limites définies pour RxLev/RxQual sont atteintes.

dans les différents intervalles de temps. Si la part de signal mesurée (de la cellule responsable de l'interférence) est suffisamment importante, l'origine de l'interférence peut être déterminée en identifiant le code de la séquence d'apprentissage (TSC), lequel peut via la liste des stations de base être clairement attribué à un Base Station Color Code (BCC) – et donc à une cellule.

La recherche des perturbateurs

Comme déjà pratiqué, une conversation continue se déroule pendant la mesure sur un mobile de test. En cas de dépassement des valeurs maximales ou minimales de C/I ou RxLev/RxQual définies, un message d'erreur apparaît dans la « Event List ». En figure 3 par exemple, les valeurs pour RxLev/RxQual dans la colonne « time » 11:46:46,290 dépassent sur le canal 98 les valeurs limites réglées.

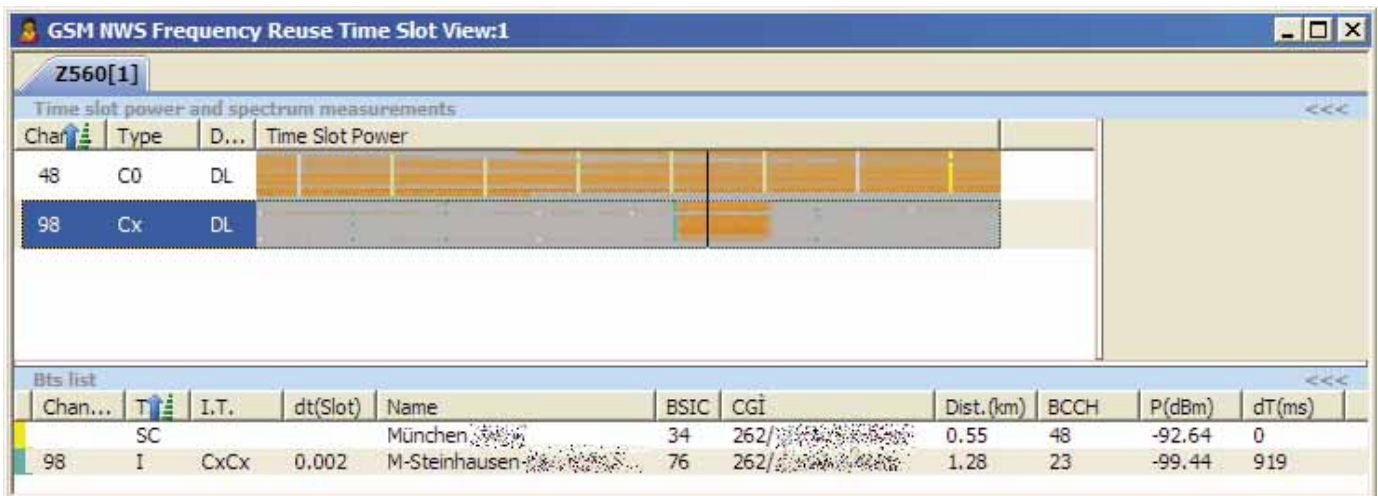
Fig. 4 La représentation des séquences d'apprentissage détectées dans le « Time Slot View » est définie dans cette fenêtre



La partie supérieure de la figure 5 montre les résultats de mesure obtenus dans les intervalles de temps à l'aide de marquages de couleur au début des intervalles de temps: bleus pour le canal 98 (Cx) perturbé et jaunes pour le C0 correspondant sur le canal 48. Ces marquages représentent les séquences d'apprentissage des intervalles de temps mesurés. Le degré de saturation indiqué en orange correspond au niveau de réception relatif dans chaque intervalle de temps de ce canal (pour une meilleure visibilité, l'affichage du niveau a été normalisé).

La représentation des séquences d'apprentissage détectées dans la vue « intervalle de temps » est définie dans le « Time Slot View Panel » (fig. 4). Cette vue représente sous diverses couleurs les séquences d'apprentissage des différentes stations de base. Etant donné que chaque cellule émet le même code couleur (BCC) sur toutes les porteuses, une deuxième couleur dans la vue « intervalle de temps » indique la réception d'une deuxième station de base. A titre d'exemple en figure 5,

Fig. 5 Nouvelle mesure de puissance et analyse sur la base des intervalles de temps.



La nouvelle méthode de mesure en détail

Les fréquences étant une ressource limitée, le besoin accru en canaux de transmission dans les réseaux de radiocommunication mobile GSM nécessite leur réutilisation de façon plus intense. Mais cela conduit alors fréquemment à une augmentation des interférences co-canal et canal adjacent. Il n'est cependant pas évident de déterminer et de séparer les parts de signal utiles et perturbatrices en raison de la structure similaire d'un signal voulu et parasite. Les analyseurs de réseau R&S®TSMx de Rohde & Schwarz sont prédestinés à la réalisation de telles tâches pour lesquelles les téléphones mobiles ne sont pas adaptés.

Quelles structures de signal sont adaptées à l'analyse d'interférence ?

Chaque station de base (BTS) supporte la synchronisation d'un mobile sur le réseau avec certains signaux auxiliaires, lesquels sont émis par chaque cellule sur un canal radio généralement qualifié de BCCH de la cellule (plus précisément : porteuses BCCH ou C0). Les signaux auxiliaires s'appellent FB (Frequency Correction Burst) et SB (Synchronisation Burst). Toutes les autres fréquences utilisées dans la cellule servent de ce qu'il est convenu d'appeler canaux de trafic (TCH ou Cx) pour la transmission des données utiles.

Avec le FB, un signal sinusoïdal décalé en fréquence est périodiquement produit, lequel – en tant que signal de référence – maintient la synchronisation de fréquence dans le téléphone mobile. Le burst de synchronisation contient des

informations pour la synchronisation temporelle. Ces informations comportent une séquence binaire caractéristique appelée séquence d'apprentissage étendue ETS (Extended Training Sequence) ainsi qu'un numéro de trame et le BSIC (Base Station Identity Code) constituant un premier moyen d'identification des différentes sources de signal.

La ETS est mémorisée dans chaque téléphone mobile GSM et clairement identifiée dans le monde GSM. Sa longueur et son caractère unique font qu'elle supporte parfaitement le processus de synchronisation d'un téléphone mobile. Des altérations de l'ETS pendant le trajet de transmission permettent de tirer des enseignements sur d'éventuelles pertes de données utiles. Le décodage correct du BSIC et d'un numéro de trame ne devient réellement possible que si ces altérations sont connues (principe de correcteur/égaliseur). Chaque cellule émet le FB et le SB dans une structure temporelle fixe et répétitive (structure multi-trame 51, fig. 1) – ce qui justement constitue la clé pour séparer et déterminer les différentes parts de signal dans un canal.

Comment les parts de signal de différentes sources dans le canal de réception se distinguent-elles ?

Selon la distance entre les différentes stations de base et le système de test, les séquences de signal de même nature émises par différentes cellules arrivent à des temps et des niveaux de réception différents. Sur un site de réception fixe, le point de départ de cette structure caractéristique

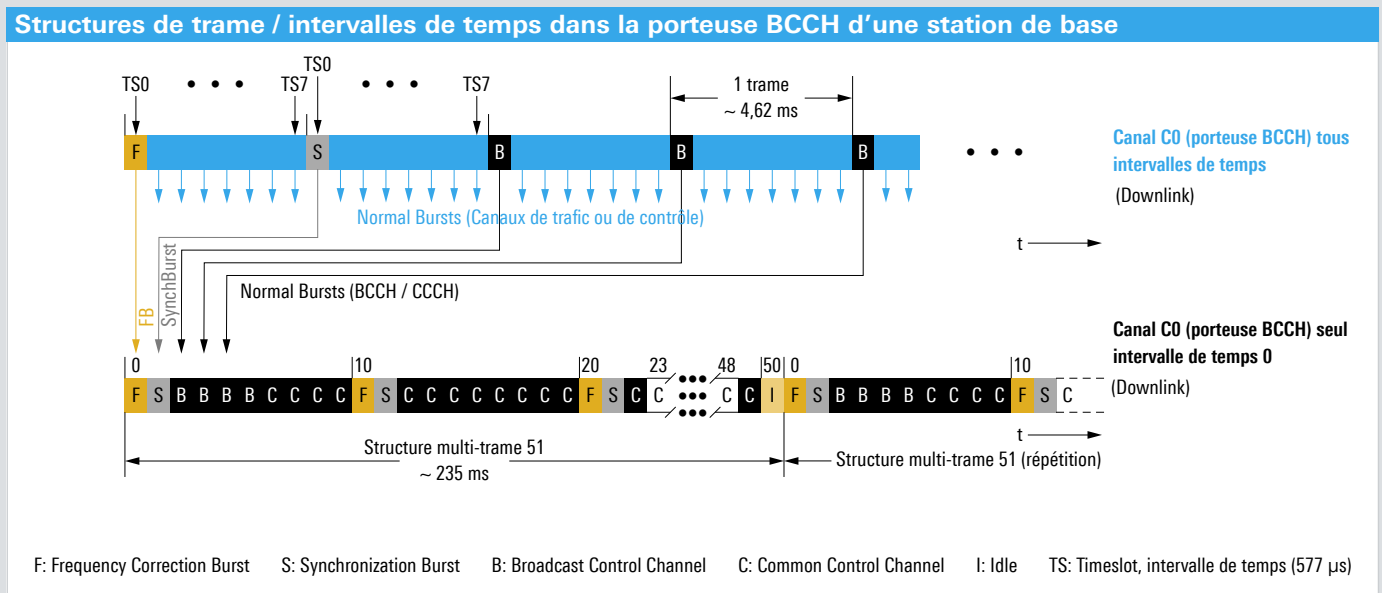


Fig. 1 Dans l'intervalle de temps TS0, les porteuses BCCH émettent le burst de synchronisation et de correction de fréquence ainsi que d'autres signaux auxiliaires.

multi-trame 51 présente toujours le même écart temporel tant qu'il provient d'une même source. En conséquence, un écart temporel différent indique une autre origine du signal reçu (fig. 2).

Si le site de mesure change, et donc également les temps de trajet du signal et les niveaux, le logiciel compense cette altération en procédant au traitement des informations de position obtenues par exemple à partir d'un récepteur GPS. L'analyse est alors relativement simple, notamment lorsque les sources sont des porteuses BCCH.

Qu'y a-t-il de différent lors de perturbations par des canaux de trafic ?

S'il s'agit de canaux de trafic relatifs aux signaux souhaités / indésirables, les structures d'identification caractéristiques FB et SB sont hélas inexistantes. Les séquences d'apprentissage normales (TSC) contenues dans chaque intervalle de temps (Burst) sont le seul indice visant à identifier et séparer les

parts de signal dans les canaux de trafic. Une analyse basée sur les séquences d'apprentissage normales est toutefois plus complexe qu'une analyse avec FB et SB. Une mesure correcte ne peut être réalisée que si tous les TSC sont pris en considération et analysés sur la base d'un intervalle de temps.

Grâce à la grande vitesse de mesure de la famille de scanners de réseaux R&S®TSMx et à la nouvelle option logicielle R&S®ROMES4COI, cela ne pose toutefois aucun problème. Ces systèmes permettent désormais de mesurer et d'identifier également les différentes parts de signal dans le canal perturbé sur la base d'un intervalle de temps. Le même principe s'applique aussi aux canaux de trafic dans la voie montante, ce qui permet également de les analyser. Avec le logiciel de mesure R&S®ROMES et une liste de stations de base, l'utilisateur peut déceler rapidement et aisément les parts de signal GSM indésirables dans un canal de réception, leur niveau et la station émettrice de ce signal.

Kurt Gstattenbauer

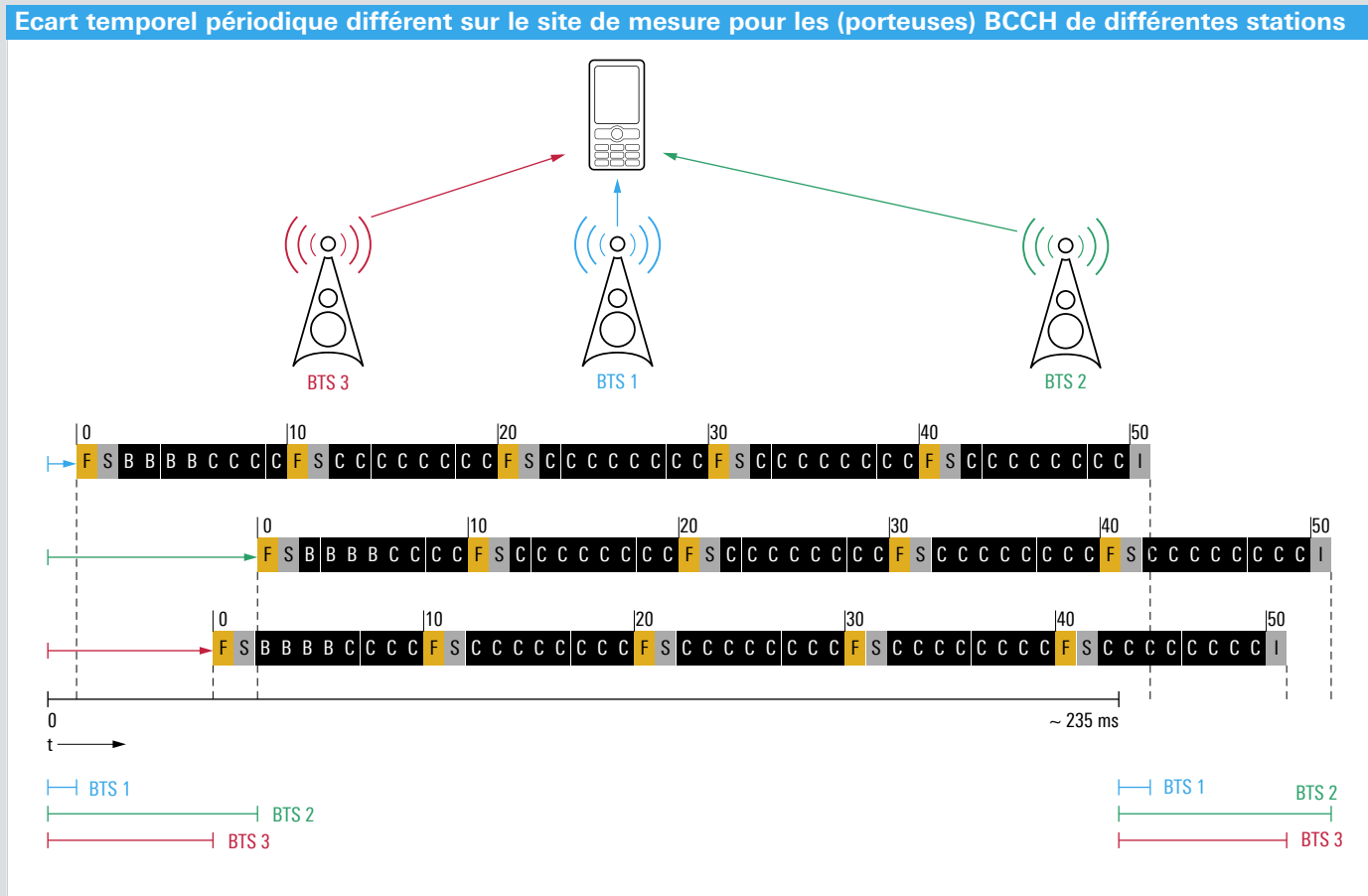


Fig. 2 L'écart temporel différent des structures multi-trame 51 représente une origine différente des signaux reçus

le fait que les intervalles de temps soient marqués en jaune (BCC 4) et en bleu clair (BCC 6) indique qu'ils proviennent de stations de base différentes.

Lorsqu'on positionne avec le curseur la ligne verticale noire sur l'intervalle de temps perturbateur, la cellule reçue est clairement identifiée à l'aide de la liste des BTS de l'opérateur – et indiquée en figure 5 dans la partie inférieure de la fenêtre (« M-Steinhausen... », BCC 6 (bleu clair), puissance, distance, etc...). Les intervalles de temps entre les canaux (colonne « dt(Slot) ») font en outre apparaître deux écarts différents, ce qui indique la présence de deux perturbateurs différents (avec le même BCC mais avec un écart temporel différent), toutes les porteuses d'une cellule étant synchronisées. Si la ligne verticale noire est déplacée sur un autre intervalle de temps, le deuxième perturbateur est également indiqué (fig. 6). Ici, le C0 de la cellule « M-Moosfeld- ... » perturbe le canal de trafic 98 du mobile de test.

Résumé

Comme le précédent, ce nouveau procédé permet d'effectuer des mesures et analyses d'interférences ainsi que l'examen détaillé de « qu'en serait-il si » avec modification des seuils de déclenchements correspondants. Le système enregistre les données de mesure initiales de sorte qu'à titre d'essai l'algorithme peut à tout moment être renouvelé avec des valeurs limites modifiées.

La nouvelle implémentation fournit toutefois un certain nombre d'informations importantes supplémentaires. A durée de mesure égale, les moyens mis en œuvre pour l'analyse des cellules perturbatrices ainsi que pour leur vérification et le dépannage sont considérablement réduits. Il n'est en outre

plus nécessaire de réaliser des tests sur plusieurs fréquences figurant sur la liste de perturbateurs utilisée jusqu'ici, ce qui notamment allège la charge de travail du personnel du « Operation and Maintenance Center ».

Les utilisateurs de la précédente version de R&S®ROMES peuvent obtenir ces fonctionnalités par simple mise à jour logicielle, et les scanners de réseau GSM déjà existants peuvent être mis à jour avec une nouvelle version firmware.

Christian Fischer

Bibliographie

- [1] Analyseur de réseau radio R&S®TSMU : Détection automatique des interférences sur réseaux GSM. Actualités de Rohde & Schwarz (2006) N° 190, p. 4–9.
- [2] Analyseurs de réseau radio R&S®TSMx : Analyseurs de réseau radio pour tous budgets et applications. Actualités de Rohde & Schwarz (2007) N° 192, p. 5–8.

Principaux acronymes

BCCH	Broadcast Control Channel (ici également C0)
BSIC	Base Transceiver Station Identity Code (= NCC + BCC)
	NCC Network Color Code
	BCC BTS Color Code
BTS	Base Transceiver Station
CCCH	Common Control Channel
C/I	Carrier-to-Interference Performance
ETS	Extended Training Sequence
FB	Frequency Correction Burst
FCCH	Frequency Correction Channel
RxLev	Reception Level
RxQual	Reception Quality
SB	Synchronization Burst
SCH	Synchronization Channel
TCH	Traffic Channel (ici également Cx)
TSC	Training Sequence Code

Fig. 6 Un deuxième perturbateur : le C0 de la cellule « M-Moosfeld » perturbe également le canal de trafic 98 du mobile de test.

