

GSM-Interferenzen automatisch messen und identifizieren

Schlechte Sprachqualität und abreißende Funkverbindungen in GSM-Netzen können eine Folge von Interferenzen durch hohe Verkehrslast sein. Funknetzanalysatoren von Rohde&Schwarz spüren solche Fehlerquellen schnell und effizient auf. Ein neuer Algorithmus analysiert automatisch die Messergebnisse – und kann Störer eindeutig identifizieren.

GSM-Interferenzen aufspüren – wichtiger denn je

GSM-Netze sind immer noch die „Arbeitspferde“ der Netzbetreiber, denn der Ausbau der WCDMA-Netze hinkt im Vergleich hinterher. Je höher aber die Verkehrslast in den GSM-Netzen steigt – vor allem durch Sprachtelefonie – und je mehr Trägerfrequenzen pro Sektor nachgerüstet werden, desto größer wird die Gefahr durch interferenzbedingte Störungen. Schlechte Sprachqualität und abreißende Verbindungen sind dann die Folge.

GSM-Interferenzmesssysteme von Rohde&Schwarz helfen beim Aufspüren solcher Störquellen, z. B. der 2003 vorgestellte Radio Network Analyzer R&S®TSMU, der zusammen mit der Mess-Software R&S®ROMES schnell und einfach dabei hilft, GSM-Interferenzen zu messen und potenzielle

Störer im eigenen Netz zu identifizieren [1]. Der prinzipielle Messaufbau und die grundsätzlich verwendete Messmethode sind bis heute unverändert, allerdings wurden in den letzten Jahren folgende Neuerungen / Verbesserungen eingeführt:

- Ein neuer Analysator, der Radio Network Analyzer R&S®TSMQ [2] (siehe Kasten links), bietet gegenüber dem R&S®TSMU eine höhere Messgeschwindigkeit in GSM-Netzen (100 Kanäle/Sekunde statt bisher 80) und vergrößert damit die Chance, Störer zu ermitteln.
- Die neue Software-Option GSM Interference R&S®ROMES4COI identifiziert Störer eindeutig anhand von Leistungsmessungen in den Zeitschlitzten. Das bislang erforderliche Durchtesten potenzieller Störfrequenzen aus der angezeigten Störerliste entfällt.
- Die Bedienung ist durch eine verbesserte grafische Oberfläche noch einfacher geworden.

Neue Software-Option analysiert Messergebnisse vollautomatisch

Der GSM Network Scanner in der Plattform R&S®TSMU / R&S®TSMQ konnte bisher nur BCCH bzw. C0-Kanäle messen, er war nicht in der Lage, Verkehrskanäle (Cx) bzw. einzelne Zeitschlitzte zu erkennen. Die Mess-Software R&S®ROMES lieferte zwar eine Auswahl möglicher Störer und deren aktuelle Empfangspegel, die Auswertung der angezeigten Messergebnisse oblag jedoch dem Anwender.

Der neue Algorithmus analysiert nun die Messergebnisse vollautomatisch und kann Störer eindeutig identifizieren. Die Details der neuen Messmethode zeigt der Kasten auf den Seiten 13 und 14. Durch ein von Rohde&Schwarz grundlegend neu entwickeltes zusätzliches Verfahren, das jetzt in die Mess-Software R&S®ROMES und in die Firmware der GSM-Netzwerkscanner implementiert wurde, ist es nun möglich, mit der gleichen Hardware-Ausstattung die Leistung in einzelnen Zeitschlitzten individuell zu messen und zu bewerten. Sofern der gemessene Signalanteil (der Interferenz verursachenden Zelle)

Die Funknetzanalysatoren R&S®TSMx sind höchst leistungsfähig. So unterstützt beispielsweise der [Radio Network Analyzer R&S®TSMQ](#) (Bild unten) nicht nur Netze aller Standards (WCDMA, GSM, CDMA2000®), er kann auch in allen gleichzeitig messen.



Sec	Time	Details	Serving cell	Chan.	C/I [dB]	Mobile
1	11:32:26,113	Mobile measured C/I ...	München	0	4.1	Z560[1]
2	11:32:28,941	Mobile measured C/I ...	München	0	4.1	Z560[1]
3	11:32:34,581	Mobile measured C/I ...	München	0	4.1	Z560[1]
4	11:32:35,987	Mobile measured C/I ...	München	46	9.4	Z560[1]
5	11:32:37,409	Mobile measured C/I ...	München	0	4.1	Z560[1]
6	11:36:18,598	Mobile measured C/I ...	München	0	4.1	Z560[1]
7	11:36:23,396	Mobile measured C/I ...	München	0	4.1	Z560[1]
8	11:36:26,223	Mobile measured C/I ...	München	0	4.1	Z560[1]
9	11:36:12,774	RxLev/RxQual thresh...	München	24	-	Z560[1]
10	11:40:55,681	Mobile measured C/I ...	München	0	9.2	Z560[1]
11	11:44:33,274	Mobile measured C/I ...	M-Riem-M	90	9.5	Z560[1]
12	11:44:47,399	RxLev/RxQual thresh...	München	H	-	Z560[1]
13	11:44:46,659	Mobile measured C/I ...	München	0	7.6	Z560[1]
14	11:45:03,603	Mobile measured C/I ...	München	123	8.9	Z560[1]
15	11:46:46,290	RxLev/RxQual thresh...	München	98	-	Z560[1]
16	11:47:40,446	RxLev/RxQual thresh...	M-Steinhausen	H	-	Z560[1]
17	11:49:27,946	Mobile measured C/I ...	München	46	9.6	Z560[1]
18	11:49:28,946	Mobile measured C/I ...	München	17	9.8	Z560[1]
19	11:48:38,947	Mobile measured C/I ...	München	0	5.0	Z560[1]
20	11:49:30,962	Mobile measured C/I ...	München	17	7.6	Z560[1]
21	11:49:29,962	Mobile measured C/I ...	München	46	9.9	Z560[1]

BILD 3 Beim Erreichen definierter Grenzwerte für RxLev / RxQual kommt es zu einer Fehlermeldung in der „Event List“.

ausreichend groß ist, lässt sich der Urheber bestimmen. Dies geschieht mittels Identifizierung des Training Sequence Codes (TSC), der über die Basisstationsliste eindeutig einem Base Station Color Code (BCC) – und damit einer Zelle – zugeordnet werden kann.

Die Suche nach Störern

Wie bislang schon läuft während der Messung ein Dauergespräch auf einem Testmobiltelefon. Beim Überschreiten definierter Minimal- bzw. Maximalwerte von C/I oder RxLev / RxQual kommt es zu einer Fehlermeldung in der „Event List“. In BILD 3 beispielsweise verletzen die Werte für RxLev / RxQual in der Spalte „Time“ 11:46:46,290 die eingestellten Grenzwerte auf Kanal 98.

BILD 5 zeigt in der oberen Hälfte die Ergebnisse der Messungen in den Zeitschlitzen: Den gestörten Kanal 98 (Cx) mit

BILD 4 In diesem Fenster wird die Darstellung der erkannten Trainingssequenzen in der Zeitschlitzansicht definiert.

Visible Time Slots

- TSC0
- TSC1
- TSC2
- TSC3
- TSC4
- TSC5
- TSC6
- TSC7

SCH(BCC0) to SCH(BCC7)

Channels

- DL
- UL
- Adj

blauen Markierungen am Beginn der Zeitschlitz und den zugehörigen C0 auf Kanal 48 mit gelben Markierungen am Beginn der Zeitschlitz. Diese Markierungen stellen die Trainingssequenzen der gemessenen Zeitschlitz in diesem Kanal (für eine bessere Übersichtlichkeit wurde die Anzeige der Leistung normiert).

Im „Time Slot View Control Panel“ (BILD 4) wird die Darstellung der erkannten Trainingssequenzen in der Zeitschlitzansicht definiert. Demgemäß stellt die Zeitschlitzansicht Trainingssequenzen unterschiedlicher Basisstationen in verschiedenen Farben dar. Da jede Zelle auf allen Trägern denselben Farbcode (BCC) ausstrahlt, weist eine zweite Farbe in der Zeitschlitzansicht auf den Empfang einer zweiten Basisstation hin. Im Beispielfall zeigt BILD 5 Zeitschlitz mit gelber (BCC 4) und hellblauer (BCC 6) Markierung an, sie stammen also von unterschiedlichen Basisstationen.

BILD 5 Die neue Leistungsmessung und Analyse auf Zeitschlitzbasis.

Char	Type	D...	Time Slot Power
48	C0	DL	[Power bars]
98	Cx	DL	[Power bars]

Chan...	T	I.T.	dt(Slot)	Name	BSIC	CGI	Dist. (km)	BCCH	P (dBm)	dT (ms)
	SC			München	34	262/...	0.55	48	-92.64	0
98	I	CxCx	0.002	M-Steinhausen	76	262/...	1.28	23	-99.44	919

Das neue Messverfahren im Detail

Der erhöhte Bedarf an Übertragungskanälen in GSM-Mobilfunknetzen erfordert wegen der begrenzten Frequenzressourcen die Mehrfachverwendung von Frequenzen. Dies führt in den Übertragungskanälen jedoch häufig zu mehr Gleich- und Nachbarkanalstörungen. Das Bestimmen und Trennen gewünschter und störender Signalanteile ist jedoch wegen der prinzipiell ähnlichen Struktur von erwünschtem Signal und Störsignal nicht einfach. Mobiltelefone sind dafür ungeeignet. Prädestiniert für solche Aufgaben sind die Funknetzanalytoren R&S®TSMx von Rohde&Schwarz.

Welche Signalstrukturen eignen sich zur Interferenzanalyse?

Jede Basisstation (BTS) unterstützt die Synchronisation eines Mobiltelefons auf das Netz mit bestimmten Hilfssignalen. Diese werden von jeder Zelle über einen Funkkanal abgestrahlt, der meist als BCCH der Zelle bezeichnet wird (besser: BCCH-Träger oder C0). Die Hilfssignale heißen FB (Frequenzkorrekturburst) und SB (Synchronisationsburst). Alle anderen in der Zelle verwendeten Frequenzen dienen als sogenannte Verkehrskanäle (TCHs oder Cx) der Übertragung von Nutzdaten.

Mit dem FB wird periodisch ein frequenzversetztes Sinussignal erzeugt, das als Referenzsignal die Frequenzsynchronisation im Mobiltelefon unterstützt. Der Synchronisationsburst

enthält Informationen, die der zeitlichen Synchronisation dienen. Sie bestehen aus einer charakteristischen Bitsequenz, der sogenannten erweiterten Trainingssequenz ETS (Extended Training Sequence) sowie aus Rahmennummern und dem BSIC (Base Station Identity Code), einer ersten Differenzierungshilfe für unterschiedliche Signalquellen.

Die ETS ist in jedem GSM-Mobiltelefon gespeichert und in der GSM-Welt eindeutig. Durch ihre Länge und Unverwechselbarkeit unterstützt sie den Synchronisationsprozess eines Mobiltelefons optimal. Veränderungen an der ETS auf dem Übertragungspfad lassen Rückschlüsse auf eventuelle Einbußen bei den Nutzdaten zu. Die korrekte Decodierung von BSIC und Rahmennummer wird durch Kenntnis dieser Veränderungen eigentlich erst möglich (Equalizer- / Entzerrer-Prinzip). Jede Zelle strahlt den FB und den SB in einer festen, sich wiederholenden zeitlichen Struktur ab (51-Multiframe-Struktur, BILD 1). Und gerade diese feste zeitliche Struktur ist der Schlüssel für das Trennen und Bestimmen unterschiedlicher Signalanteile innerhalb eines Kanals.

Wie unterscheiden sich Signalanteile aus unterschiedlichen Quellen im Empfangskanal?

Je nach Entfernung der verschiedenen Sendestationen zum Messsystem kommen die von verschiedenen Zellen gleichzeitig abgestrahlten Signalmuster dort zu unterschiedlichen

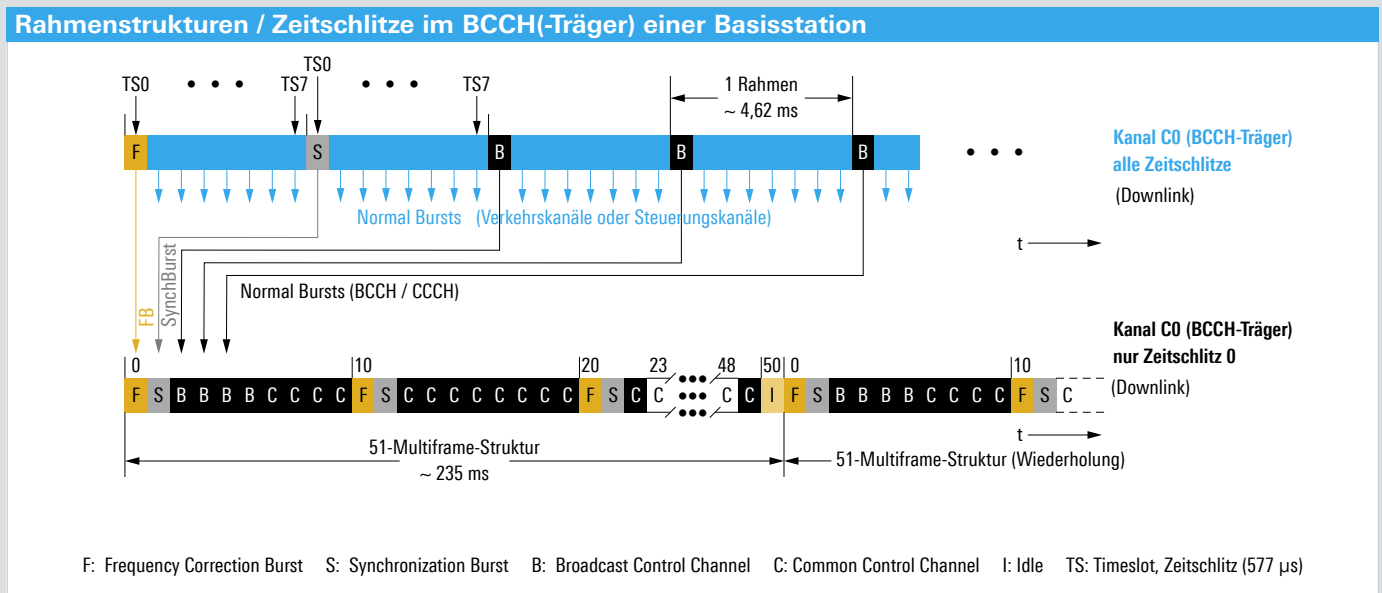


BILD 1 Im Zeitschlitz TS0 senden BCCH-Träger den Frequenzkorrektur- und Synchronisations-Burst sowie weitere Hilfssignale.

Zeiten und mit verschiedenen Empfangspegeln an. Bei einem festen Empfangsort hat der Anfangszeitpunkt dieser charakteristischen 51-Multiframe-Struktur immer den gleichen Zeitversatz, sofern er aus einer Quelle stammt. Ein unterschiedlicher Zeitversatz weist daher auf einen unterschiedlichen Ursprung des empfangenen Signals hin (BILD 2).

Verändern sich Messort und damit Signallaufzeiten und Pegel, so gleicht die Software diese Änderung aus, indem sie Positionsinformationen, z. B. aus einem GPS-Empfänger, verarbeitet. Die Analyse ist speziell dann relativ einfach, wenn es sich bei den Quellen um BCCH-Träger handelt.

Was ist anders bei Störungen durch Verkehrskanäle?

Handelt es sich bei den gewünschten / unerwünschten Signalen um Verkehrskanäle, fehlen leider die charakteristischen Erkennungsstrukturen FB und SB. Der einzige Anhaltspunkt zum Identifizieren und Trennen von Signalanteilen in Verkehrskanälen sind die in jedem Zeitschlitz (Burst) enthaltenen

normalen Trainingssequenzen (TSC). Eine Analyse basierend auf den normalen Trainingssequenzen ist allerdings aufwendiger als diejenige mit FB und SB. Für eine korrekte Messung müssen alle TSCs auf Zeitschlitzbasis analysiert und berücksichtigt werden.

Dank der hohen Messgeschwindigkeit der Netzwerkscannerfamilie R&S®TSMx und der neuen Software-Option R&S®ROMES4COI ist das aber kein Problem. Dieses System erlauben es nun, unterschiedliche Signalanteile im gestörten Kanal auch auf Zeitschlitzbasis zu messen und zu identifizieren. Das gleiche Prinzip gilt ebenso für Verkehrskanäle im Uplink und ermöglicht somit auch deren Analyse. Der Nutzer kann über die Mess-Software R&S®ROMES und eine Basisstationsliste schnell und einfach herausfinden, welche nicht gewünschten GSM-Signalanteile in einem Empfangskanal zu finden sind, wie stark sie sind und welche Station das Signal aussendet.

Kurt Gstatenbauer

Unterschiedlicher, periodischer Zeitversatz am Messort für BCCH(-Träger) von verschiedenen Stationen

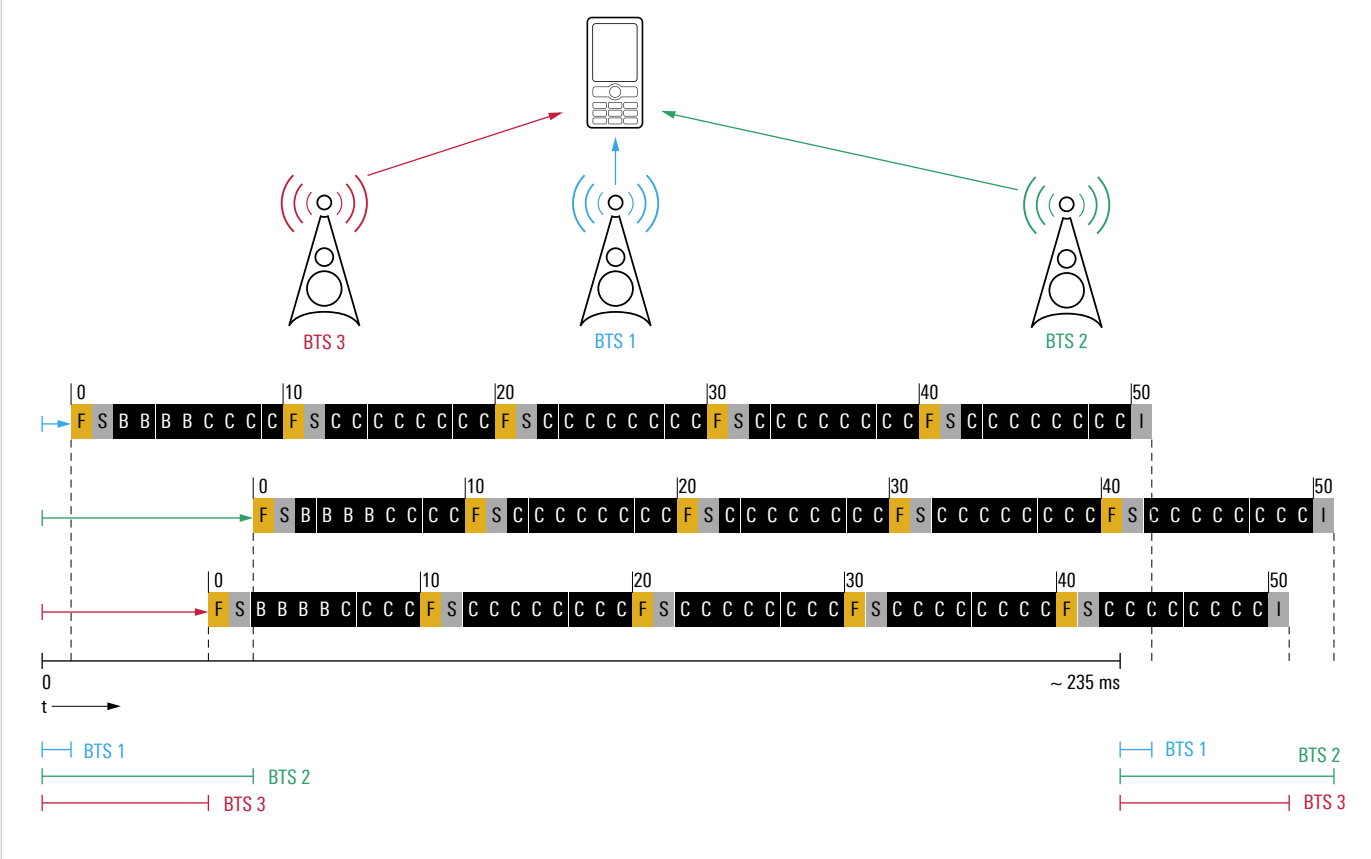


BILD 2 Der unterschiedliche Zeitversatz der 51-Multiframe-Strukturen repräsentiert einen unterschiedlichen Ursprung der empfangenen Signale.

Positioniert man mit dem Cursor die schwarze senkrechte Linie auf den störenden Zeitschlitz, wird die empfangene Zelle – über die geladene BTS-Liste des Betreibers – eindeutig identifiziert und im unteren Teil des Fensters in BILD 5 angezeigt („M-Steinhausen...“, BCC 6 (hellblau), Leistung, Entfernung, etc.). Außerdem sind zwei unterschiedliche Versätze der Zeitschlitz zwischen den Kanälen sichtbar (Spalte „dt(Slot)“). Das deutet auf zwei unterschiedliche Störer hin (mit gleichem BCC, aber verschiedenem Zeitversatz), da alle Träger einer Zelle synchronisiert sind. Versetzt man die schwarze senkrechte Linie auf einen anderen Zeitschlitz, wird auch der zweite Störer angezeigt (BILD 6). Hier stört der C0 der Zelle „M-Moosfeld- ...“ den Verkehrskanal 98 des Testmobiltelefons.

Christian Fischer

Fazit

Wie schon das bisherige, so ermöglicht auch das neue Verfahren Interferenzmessungen und deren Analyse sowie detaillierte „Was wäre wenn“-Betrachtungen durch Verändern der entsprechenden Triggerschwellen. Das System zeichnet die originären Messdaten auf, so dass der Algorithmus versuchsweise mit geänderten Grenzwerten jederzeit erneut ablaufen kann.

Die neue Implementierung liefert jedoch zusätzliche wichtige Informationen. Bei gleicher Messzeit reduziert sich dadurch der Aufwand für die Analyse der Störerelemente sowie deren Verifizierung und die Fehlerbeseitigung wesentlich. Das Durchtesten mehrerer Frequenzen aus der bisherigen Störerelemente entfällt, so dass auch die Mitarbeiter im Operation and Maintenance Center entlastet werden.

Bisherige Anwender von R&S®ROMES können durch eine einfache Software-Aufrüstung umstellen, bereits vorhandene GSM-Netzwerkscanner lassen sich mit einem Firmware-Update auf den neuesten Stand bringen.

Literatur

- [1] Radio Network Analyzer R&S®TSMU: Interferenzen in GSM-Netzen automatisch aufspüren. Neues von Rohde&Schwarz (2006) Nr. 190, S. 4–9.
- [2] Funknetzanalysatoren R&S®TSMx: Funknetzanalysatoren für alle Aufgaben und jedes Budget. Neues von Rohde&Schwarz (2007) Nr. 192, S. 5–8.

Die wichtigsten Abkürzungen

BCCH	Broadcast Control Channel (hier auch 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
FB	Frequency Correction Burst
FCCH	Frequency Correction Channel
RxLev	Reception Level
RxQual	Reception Quality
SB	Synchronization Burst
SCH	Synchronization Channel
TCH	Traffic Channel (hier auch Cx)
TSC	Training Sequence Code

BILD 6 Ein zweiter Störer: Auch der C0 der Zelle „M-Moosfeld“ stört den Verkehrskanal 98 des Testmobiltelefons.

