

Messung der Leistungsrampen bei GSM-, DCS1800- und PCS1900- Signalen mit den Spektrumanaly- satoren der FSE-Familie

Application Note 1EPAN18D

Änderungen vorbehalten

26.12.95, Josef Wolf

Produkte:

FSEA 20/30, FSEB 20/30



ROHDE & SCHWARZ

Meßgrößen

TDMA-Übertragungssysteme wie GSM, DCS 1800 oder PCS 1900 nutzen das Frequenzspektrum dadurch effektiv, daß sie einem Frequenzkanal mehrere Teilnehmer zuordnen. Jedem Teilnehmer steht dabei nur ein vorgegebener Zeitschlitz zur Verfügung, in dem er Information übertragen kann. Bei GSM teilen sich acht Teilnehmer einen Frequenzkanal mit 200 kHz Bandbreite.

Um die übrigen Nutzer des 200-kHz-Kanals nicht zu stören, muß sichergestellt sein, daß z. B. ein Mobilfunkgerät wirklich nur im zugewiesenen Zeitschlitz sendet und während der übrigen Zeit vom Sender möglichst keine Leistung abstrahlt. Das bedingt, daß während der Sendepausen die Sendeleistung praktisch abgeschaltet wird.

Das Abschalten der Ausgangsleistung am Sender hat allerdings zur Folge, daß neben dem Modulationsspektrum auch Anteile aufgrund von Schaltvorgängen ("Transient-Spektrum") abgestrahlt werden. Das Transient Spektrum ist um so breiter, je schneller die Sendeleistung ein- und ausgeschaltet wird. Im Grenzfall des beliebig schnell schaltenden Senders wird das Ausgangsspektrum unendlich breit und fällt mit

$$\frac{\sin(p \cdot f \cdot T)}{p \cdot f \cdot T} \text{ von der Mittenfrequenz aus ab,}$$

wobei T = Burstdauer
 f = Frequenz

Damit Teilnehmer in anderen Frequenzkanälen nicht gestört werden, muß der Sender die Ausgangsleistung möglichst langsam ein- oder ausschalten. Damit wird das Transient-Spektrum in der Frequenz begrenzt. Die minimale Steilheit der Schaltrampen ist jedoch durch die zeitlichen Schutzabstände zu den Teilnehmern auf der gleichen Frequenz vorgegeben. Aus den Randbedingungen Nebensendungen außerhalb des zugewiesenen Kanals, zeitlicher Abstand zu den Nachbarzeitschlitz und maximal zulässige Leistung während der Sendepausen resultiert eine enge Toleranzmaske für die steigende und fallende Flanke des TDMA-Bursts. Beim GSM-System ist diese Maske in der Recommendation 11.10 für Mobiles und in der Recommendation 11.20 für Basisstationen vorgegeben.

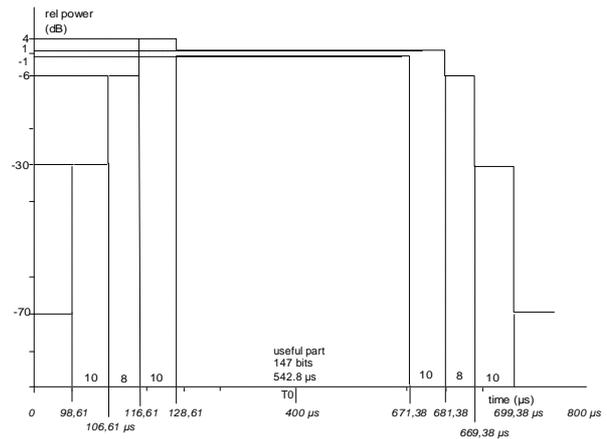


BILD 1 Maske für den GSM-Burst nach GSM Rec 11.20

Die Einhaltung dieser Maske stellt hohe Anforderungen an den Sender und damit auch an das Meßequipment.

Die Dynamik zwischen Burstleistung und abgeschalteter Leistung muß größer als 70 dB sein. Dabei sind eine Auflösebandbreite von 1 MHz und eine Videobandbreite von ≥ 1 MHz zu verwenden, um die Rampen nicht durch das Einschwingen des Auflöse- oder Videofilters zu verfälschen. Dies führt zu einer hohen Anforderung an das Rauschmaß des Spektrumanalysators.

Die obere Grenzwertlinie liegt maximal 4 dB über dem nominalen Burstpegel, d.h., die Referenzpegelinstellung ist 4 dB über dem Burstpegel. Die Rauschanzeige muß mehr als 70 dB unter dem Burstpegel liegen. Ein Abstand von 10 dB zum Grenzwert ist für einen Fehler von < 1 dB notwendig. Daraus ergibt sich die notwendige Dynamik von 84 dB bei 1 MHz Bandbreite.

Die Dynamik des Spektrumanalysators ist durch den maximalen Mischerpegel und das Rauschmaß bestimmt. Der maximale Mischerpegel ist bei allen Spektrumanalysatoren -10 dBm. Das erfordert ein Eigenrauschen des Spektrumanalysators von < -94 dBm. Das zugehörige Rauschmaß ist

$$\begin{aligned} \text{NF} &= -174 \text{ dBm} + 94 \text{ dB} + 60 \text{ dB} + 2,5 \text{ dB} \\ &= \mathbf{22,5 \text{ dB}}, \end{aligned}$$

wobei

-174 dBm = thermische Rauschleistung eines 50- Ω -Widerstandes in 1 Hz Bandbreite

-94 dBm = Eigenrauschenanzeige des Spektrumanalysators in 1 MHz Bandbreite

60 dB = $10 \times \log(1 \text{ MHz}/1 \text{ Hz})$; Erhöhung des Rauschens in 1 MHz Bandbreite bezogen auf 1 Hz Bandbreite

2,5 dB = Korrekturfaktor für die Rauschbewertung durch den Logarithmierer.

Der FSEA garantiert eine Rauschanzeige bei 10 Hz Bandbreite von $<-145 \text{ dBm}$, typisch ist sie -150 dBm . Bei 1 MHz Bandbreite ergibt sich damit das garantierte Eigenrauschen zu $<-95 \text{ dBm}$, das typische zu -100 dBm .

Spektrumanalysatoren mit höherem Rauschmaß verwenden oft anstatt einer Auflösesebandbreite von 1 MHz die Bandbreite 300 kHz, um mit dem Eigenrauschen unter den geforderten Grenzwert zu kommen. Die Burstrampe wird dann aber schon so verschliffen, daß der Bezug auf die Grenzwerte an der Rampe nur noch qualitativ ist. Der Unterschied wird in BILD 2 deutlich: Die Vorderflanke eines GSM-Bursts ist mit 1 MHz und 300 kHz Auflösesebandbreite dargestellt.

Mit 300 kHz Bandbreite ist die Flankensteilheit schon durch das Auflösefilter bestimmt.

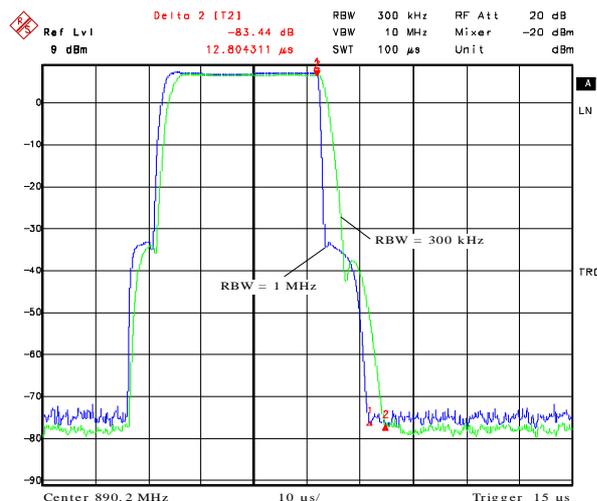


BILD 2 Steigende und fallende Flanke eines GSM-Bursts mit 300 kHz und 1 MHz Bandbreite gemessen. Der mittlere Teil des Bursts ist mit der Gap-Sweep-Funktion ausgeganz.

Messung mit dem FSE

Als Beispiel soll der Burst eines GSM-Senders auf dem Uplink-Kanal 1 gemessen werden.

Anm.: Als Sender kann auch ein Signalgenerator mit GSM-Modulationsmöglichkeit und GSM-Impulsformung z.B. der R&S-Signalgenerator SME verwendet werden

1. Darstellung des Zeitverlaufs

- Mit der Taste **[PRESET]** den FSE in Grundeinstellung bringen.
- Den Senderausgang mit dem HF-Eingang verbinden. Dabei ist unbedingt darauf zu achten, daß die Sendeleistung 30 dBm nicht übersteigt. Wenn dies der Fall ist, ist ein Leistungsdämpfungsglied zwischen Senderausgang und HF-Eingang zu schalten. Die Dämpfung kann in der Anzeige durch Eingabe eines Pegeloffsets korrigiert werden.

[REF: REF LEVEL OFFSET: nn dB]
nn = Wert des Dämpfungsgliedes

- Die Mittenfrequenz des FSE auf die Kanal-frequenz einstellen, hier 890,2 MHz. [CENTER: 890.2 MHz].
- Den Referenzpegel ca. 10 dB höher als den erwarteten Ausgangspegel des Senders einstellen [REF: {Senderpegel + 10} dB] Eingangsdämpfung auf rauscharmen Betrieb einstellen [ATTEN AUTO LOW NOISE].

- Zeitbereichsdarstellung wählen [SPAN: ZEROSPAN]
- Auflösese- und Videobandbreite auf 1 MHz einstellen [COUPLING: RBW MANUAL: 1 MHz; VBW MANUAL: 1 MHz].

Anm.: Wenn die Messung ausgehend von **PRESET** durchgeführt wird, ist beim Einschalten des Zerospan automatisch $RBW = 1 \text{ MHz}$ und $VBW = 1 \text{ MHz}$ vor-eingestellt.

- Sweepzeit auf 800 µs einstellen: [COUPLING: SWEETTIME MANUAL: 800 µs]
- Triggerung auf Video stellen [TRIGGER: VIDEO] und mit dem Drehknopf oder per Zahleneingabe den Triggerpegel auf 75 % einstellen.

Damit ergibt sich ein stehendes Bild, das den Burstverlauf des GSM-Signals darstellt.

2. GSM-Burst in die Bildmitte schieben

Mit obiger Einstellung beginnt der Burst am Bildanfang und endet etwa bei 70 % der X-Achse. Um den Burst in die Bildmitte zu schieben, bietet der FSE über den Gap Sweep einen Pretrigger an.

- Taste **[SWEEP]**
- **[GAP SWEEP ON]**

- [GAP SWEEP SETTINGS: PRETRIGGER: 128 µs]

Der Burst steht jetzt etwa in der Bildmitte. Durch Verändern des Pretriggers mit dem Drehknopf kann er exakt zentriert werden.

3. Optimierung der Meßdynamik

Die Meßdynamik bei der Messung eines GSM-Bursts ist dann am größten, wenn am Eingangsmischer der maximal mögliche Pegel anliegt, da dann das Eigenrauschen am geringsten ist. Der maximal mögliche Pegel am Mischer liegt dann an, wenn die HF-Dämpfung bei vorgegebenem Referenzpegel minimal eingestellt wird.

Der Referenzpegel wird dazu so eingestellt, daß er ca. 5 dB über dem dargestellten Signalpegel liegt [REF: {Signalpegel + 5} dB].

Anschließend ist die für den eingegebenen Referenzpegel (Ref LvL) die minimale HF-Dämpfung (RF Att) einzustellen. Diese ist dann erreicht, wenn folgende Ungleichung gilt:

$$-20 \text{ dBm} < (\text{Ref LvL} - \text{RF Att}) \leq -10 \text{ dBm},$$

d. h., der Mischerpegel liegt zwischen -10 dBm und -20 dBm.

[REF: ATTEN MANUAL: nn dB]

Der GSM-Burst wird nun mit maximaler Dynamik dargestellt.

4. Einblenden der Toleranzmaske

Mit der Funktion Limit Lines bietet der FSE die Möglichkeit, beliebige Toleranzmasken zu definieren und einzublenden. Eine Grenzwertlinie kann als oberer oder unterer Grenzwert spezifiziert werden. Bei eingeschalteter Überwachungsfunktion meldet der

FSE "*LIMIT CHECK: Passed*" bei Einhaltung und "*LIMIT CHECK: Failed*" bei Überschreitung des Grenzwerte.

Definition der Grenzwerte:

- Taste [LIMITS] drücken.
- Softkeys [NEW LIMIT LINE: NAME]: Namen, Domain, Scaling, Unit, Limit und bei Bedarf Comment für den unteren bzw. den oberen Grenzwert nach den untenstehenden Tabellen eingeben.
- Softkey [VALUES]: Stützwerte für unteren bzw. oberen Grenzwert nach den untenstehenden Tabellen eingeben.
- Softkey [SAVE LIMIT LINE]: Die Grenzwertlinie wird unter dem betreffenden Namen auf der internen Harddisk gespeichert.

Unterer Grenzwert:

Name: GSM_NBL
 Domain: Time
 Unit: dB
 X-Scaling: relative
 Y-Scaling: relative
 Limit: Lower

Time	Limit
-271.38 µs	-100 dB
-271.38 µs	-1 dB
271.38 µs	-1 dB
271.38 µs	-100 dB

Oberer Grenzwert:

Name: GSM_NBU
 Domain: Time
 Unit: dB
 X-Scaling: relative
 Y-Scaling: relative
 Limit: Upper

Time	Limit
-1000 µs	-70 dB
-299.39 µs	-70 dB
-299.39 µs	-30 dB
-289.39 µs	-30 dB
-289.39 µs	-6 dB
-281.39 µs	-6 dB
-281.39 µs	+4 dB
-271.39 µs	+4 dB
-271.39 µs	+1 dB
281.38 µs	+1 dB
281.38 µs	-6 dB
289.38 µs	-6 dB
289.38 µs	-30 dB
299.38 µs	-30 dB
299,38 µs	-70 dB
1000 µs	-70 dB

Die Definition der Grenzwertlinien erfolgt hier relativ zum Bezugspunkt /Übergang von Bit 13 auf Bit 14 der Midamble. Links vom Bezugspunkt sind daher negative Zeiten, rechts vom Bezugspunkt positive Zeiten definiert.

Grenzwertlinien einschalten:

- Taste [LIMITS] drücken.
- Softkey [SELECT LIMIT LINE]
- Cursor auf GSM_NBL stellen.
- Mit ENTER Grenzwertlinie auswählen
- Cursor auf GSM_NBU stellen.

- Mit ENTER Grenzwertlinie auswählen
Die ausgewählten Grenzwertlinien sind am linken Rand mit \surd gekennzeichnet.
Zur automatischen Überprüfung, ob die Meßkurve die Grenzwerte einhält, kann zu jeder Linie ein Limit Check aktiviert werden. In der Spalte LIMIT CHECK der Tabelle ist dieser auf ON zu stellen.
- Taste [CLR] zweimal drücken. die Tabelle mit den Grenzwertlinien wird ausgeblendet.

Anm.: Die Skalierung der Grenzwertlinie in X- und in Y-Richtung wurde auf relativ eingestellt.

X-Richtung: X-Scaling relative, d. h., die Zeiten werden relativ zur Zeit am linken Bildschirmrand dargestellt.

Y-Richtung: Unit dB, Y-Scaling relative, d. h., der Pegel für den Grenzwert ist relativ zur obersten Pegellinie des Diagramms (= Ref Level) gewählt.

Anpassung der Grenzwertlinien an den Burst

Die Grenzwertlinie wird relativ zu den Bezugspunkten am Bildschirm dargestellt. Damit Sie zum gemessenen Burst paßt, wird sie mit X-

Offset und Y-Offset so verschoben, daß sie über dem Burst zu liegen kommt. Die geschieht am genauesten, indem man den Pegeldarstellungsbereich auf 20 dB umschaltet und dann die Grenzwertlinie justiert.

- Taste [RANGE], Softkey [LOG 20 dB]
- Taste [LIMITS], Softkey [X OFFSET: 400 μ s]; die Maske wird in die Bildmitte geschoben (X-Offset = 0,5 x Sweepzeit).
- Softkey [Y OFFSET]; mit dem Drehrad die Grenzwertlinie so auf der Pegelachse verschieben, daß der waagrechte Teil der Meßkurve in der Mitte des durch die Grenzwerte vorgegebenen Toleranzschlauchs von ± 1 dB liegt.
- Softkey [X OFFSET]; mit dem Drehrad die Grenzwertlinie so auf der Zeitachse verschieben, daß die Flanken des Bursts in die Toleranzmaske passen.
- Mit der Taste [RANGE] wieder den gewünschten Pegeldarstellungsbereich wählen

Der GSM-Burst wird nun mit der Toleranzmaske am Bildschirm dargestellt (BILD 3).

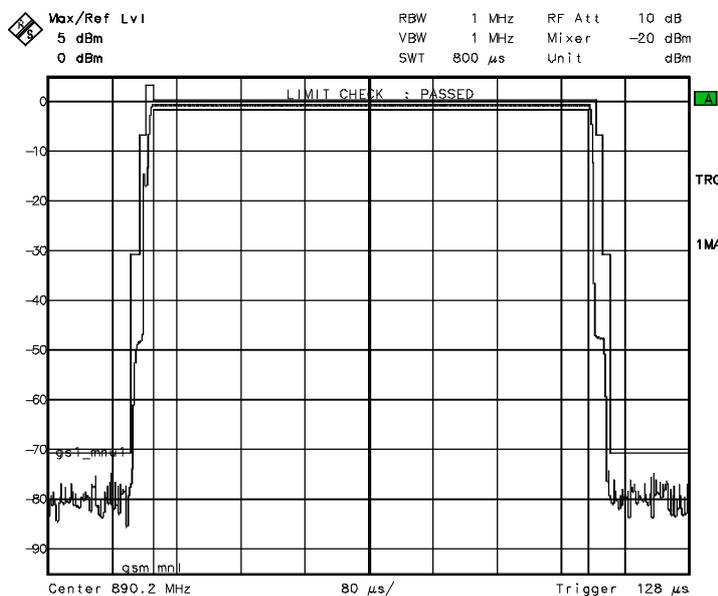


BILD 3 Darstellung des kompletten Bursts eines GSM-Mobiles mit Toleranzmasken

Wenn nur die Flanken des Bursts betrachtet werden sollen, können sie durch Einfügen einer Lücke (Gap) in der Mitte des Bursts gedehnt werden.

- [SWEEP: GAP SWEEP SETTINGS:
GAP LENGTH: 500 μ s,
TRG TO GAP TIME: 22 μ s]
- [SWEPTIME: 300 μ s]

In der Mitte des Bursts werden 500 μ s bei der Messung ausgespart. Der FSE stellt 150 μ s links und rechts von der Aussparung (Gap) dar.

(Links: Pretrigger + Trigger to Gap Time
= 128 μ s + 22 μ s = 150 μ s;

Die Grenzwertlinien werden entsprechen der
geänderten Skalierung angepaßt (BILD 4).

Rechts: Sweeptime -(Pretrigger + Trigger to
Gap Time = 300 μ s -150 μ s = 150 μ s)

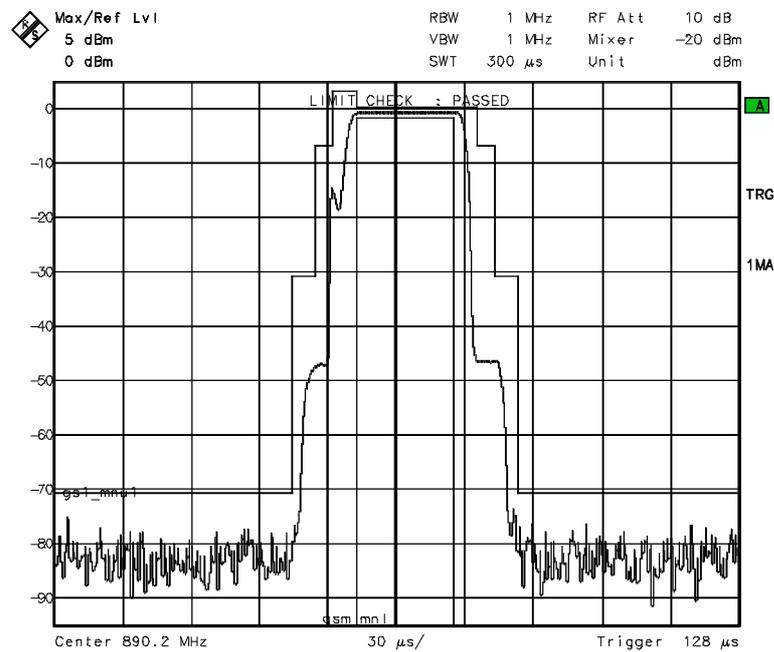


BILD 4 Darstellung der Vorder- und Rückflanken-Bursts eines GSM-Mobiles mit hoher Zeitauflösung am FSE. Durch die Einstellung einer Lücke (Gap) in der Mitte des Bursts werden nur die Flanken dargestellt.

Anmerkung:

Die in der Applikation beschriebene Darstellung der Grenzwertlinien ist ab Firmwareversion 1.30 verfügbar. Die im FSE vorhandene Firmwareversion ist mit [INFO: FIRMWARE VERSION] abfragbar.

Josef Wolf, 1ES2
Rohde & Schwarz
26.12.1995