

R&S®TS6650

Interferenz-Testsystem für ATC-Radarsysteme

Gegen Störungen von LTE- und WiMAX™-Signalen



R&S®TS6650

Interferenz- Testsystem für ATC-Radarsysteme

Auf einen Blick

Mögliche Störungen von Air-Traffic-Control (ATC)-Radaren durch LTE- und WiMAX™-Aussendungen im benachbarten Frequenzband erkennt das R&S®TS6650. Die Wirksamkeit von Gegenmaßnahmen wird am Radar verifiziert.



An den Flughäfen sind Air-Traffic-Control-(ATC)-S-Band-Radare mit einem Frequenzbereich von 2,7 GHz bis 3,1 GHz installiert. Diese können durch LTE- und WiMAX™-Signale aus dem benachbarten Frequenzband von 2,496 GHz bis 2,69 GHz gestört werden. Die relevanten Frequenzbänder sind in vielen Ländern zur Nutzung freigegeben oder werden in nächster Zeit aktiviert. Verschiedene Studien haben konkrete Störungen nachgewiesen. So verschwanden die Flugzeuge im Bereich der Einstrahlung vom Radarbild. Daher ist die Störfestigkeit des Radars im Vorhinein unter Einbeziehung der realen Flughafenumgebung und des Radars zu bestimmen. Hierzu erzeugt das R&S®TS6650 die Signale von bis zu 20 verschiedenen LTE- und WiMAX™-Basisstationen und -Endgeräten und bestrahlt das Radar mit definierten Signalpegeln einer Spitzenleistung von insgesamt 600 W mit einer Richtantenne aus einer Entfernung von 100 m bis 300 m. Gleichzeitig ist das System gegen die Sendeleistung des Radars geschützt, so dass Tests während des normalen Betriebs möglich sind. Das Radar kann getestet und Korrekturmaßnahmen ergriffen werden, bevor Probleme mit installierten Basisstationen auftreten. Mit dem R&S®TS6650 lassen sich Störungen rechtzeitig erkennen und die Wirksamkeit von Korrekturmaßnahmen überprüfen.

Besonders wichtig ist die Unterscheidung zwischen der direkten Interferenz durch LTE- und WiMAX™-Breitbandsignalen außerhalb des Radarbandes und deren Außerbandemissionen direkt im Radarband. Deshalb sind alle im Radarband liegenden Intermodulationsprodukte des R&S®TS6650 unter die Grenzemfindlichkeit des Radarempfängers (<-130 dBm/MHz) reduziert.

Hauptmerkmale

- Verifikation der Störfestigkeit mit realistischen Szenarios mehrerer LTE- und WiMAX- Emitter
- Hohe Gesamtfeldstärke von ≥ 1 V/m PEP an der Radarantenne in 200 m Entfernung
- Hohe Unterdrückung der Intermodulationsprodukte und Nebenaussendungen im Radarband auf <-130 dBm/MHz durch entkoppelte, intermodulationsarme Filter.
- Flexible Aufstellung im Abstand von 100 m bis 300 m vom Radar zur Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten
- Test im normalen Radarbetriebsmodus
- Flexibles, modulares, auf Standardgeräten basierendes System, erweiterbar für andere Interferenzuntersuchungen

R&S®TS6650

Interferenz- Testsystem für ATC-Radarsysteme

Wesentliche Merkmale und Vorteile

Realistische, anpassbare Szenarios

- ▮ Sendefrequenzbereich von 2,496 GHz bis 2,69 GHz
 - ▮ Abstrahlung eines kompletten Szenarios von mehreren Basisstationen und Endgeräten
 - ▮ Bis zu 120 MHz Gesamtsignalbandbreite
 - ▮ Flexibles Erstellen von Szenarios am R&S®SMBV100A und Übertragung in die Systemsoftware
 - ▮ Hohe Ausgangsleistung (600 W PEP) entspricht der Leistung mehrerer Basisstationen
 - ▮ Integrierte Pegelregelungs- und Kalibrationsroutine
- ▷ [Seite 4](#)

Test des kompletten Radars in normaler Betriebsweise

- ▮ Schutz des HF-Pfades vor Radarpulsen bis zu 1000 MW EIRP
 - ▮ Test des Radarempfängers gegen Außerbandstörungen durch sehr hohe spektrale Reinheit des Störsignals von > 110 dBc im Frequenzbereich von 2,72 GHz bis 3,1 GHz
 - ▮ Test des Radarempfängers gegen Inbandstörungen durch direktes Generatorsignal
- ▷ [Seite 5](#)

Modulares, zukunftssicheres Systemkonzept

- ▮ Basierend auf Standardgeräten
 - ▮ Anpassbar auf andere Interferenz-Testszenarios
 - ▮ Anpassbar an bestehende Kundenmasten
- ▷ [Seite 6](#)

Realistische, anpassbare Szenarios

Der Frequenzbereich des Testsystems von 2,496 GHz bis 2,69 GHz deckt die Frequenzbereiche folgender Funkdienste ab:

Frequenzbereiche		
LTE FDD (E-UTRA), Downlink	Band 7	2620 MHz bis 2690 MHz
LTE FDD (E-UTRA), Uplink	Band 7	2500 MHz bis 2570 MHz
LTE TDD (E-UTRA)	Band 38	2570 MHz bis 2620 MHz
WiMAX™	Band 3	2496 MHz bis 2690 MHz

Die Freigabe zur Nutzung dieser Frequenzbänder ist in vielen Ländern bereits erfolgt oder geplant. Damit ist in der Regel die landesweite Nutzung verbunden, auch in Flughafennähe. Da diese Frequenzbänder direkt an den ATC-Radarfrequenzbereich von 2,7 GHz bis 3,1 GHz angrenzen sind Störungen des Radarempfangs durch die Funkdienste, in Abhängigkeit von folgenden örtlichen Gegebenheiten zu erwarten:

- Räumliche Anordnung mit Reflexionen
- Anzahl, Standorte, Sendeleistung, Antennentyp und Ausrichtung der Funkdienste
- Frequenzbelegung, Bandbreiten und Auslastung der Funkdienste
- Typ des Radars

Die Störeinstrahlung wird dadurch bestimmt, wie viele Funkdienste sich einen oder eng benachbarte Standorte teilen und wie weit diese minimal vom Radar entfernt sein müssen. Darüber hinaus wird das Radar von den verwendeten Bandbreiten und Modulationsverfahren beeinflusst, da hierüber beispielsweise der Crestfaktor und das Verhältnis von gemittelter Leistung zu Spitzenleistung bestimmt wird. Mit dem Testsystem werden verschiedene Standardszenarios geliefert, die aus Signalen einer oder mehrerer Basisstationen mit unterschiedlichen Bandbreiten bestehen. Diese Szenarios entsprechen realen LTE- oder WiMAX™-Signalen und sind gleichzeitig bezüglich Crestfaktor optimiert, um eine möglichst hohe Leistung an der Antenne zu erzielen. Abgestrahlte Leistung und Frequenz sind frei wählbar.

Die mit R&S®TS6650 gelieferten Standardszenarios sind einfach durch anwenderspezifische Testzenarios ergänzbar:

- Definition eines LTE- oder WiMAX™-Signals am Generator, mit detaillierter Auswahl der Signalparameter
- Kombination der Einzelsignale zu einem Gesamtsignal mit bis zu 120 MHz Bandbreite
- Laden und Speichern des Signals in der Software
- Abruf des Signals aus der Software mit definierbarem Pegel und Frequenz

Basierend auf zahlreichen vordefiniert Standardtestmodellen können die einzelnen Parameter individuell angepasst werden. Für LTE beispielsweise FDD- oder TDD-Modus, Bandbreite und detaillierte Einstellungen für die Physical Channels (P-SYNC/S-SYNC, PDSCH, PBCH, PCFICH, PHICH, PDCCH, PUSCH, PUCCH) mit detaillierter Datenverkehrsbelegung in den Frames.

Damit stehen realistische, für Land und Standort repräsentative Signale zur Verfügung. Die mehreren Basisstationen entsprechende Leistung an der Radarantenne wird mit einem 600 W PEP Verstärker, einem sehr dämpfungsarmen Systemdesign und einer Richtantenne erzeugt. Die abgestrahlte Leistung beträgt mehr als 35 kW EIRP PEP. Bei einem Crestfaktor von 14 dB (Standardszenario mit 14 LTE Basisstationen) entspricht dies 1,45 kW EIRP. Ist das Testsystem beispielsweise 200 m vom Radar entfernt, entspricht dies der typischen abgestrahlten Leistung von 14 Basisstationen mit 10 W in einem Abstand von 1 km.

„WiMAX Forum“ ist ein eingetragenes Warenzeichen des WiMAX-Forums. „WiMAX“, das WiMAX-Forum-Logo, „WiMAX Forum Certified“ sowie das WiMAX-Forum-Certified-Logo sind Warenzeichen des WiMAX-Forums.

Test des kompletten Radars in normaler Betriebsweise

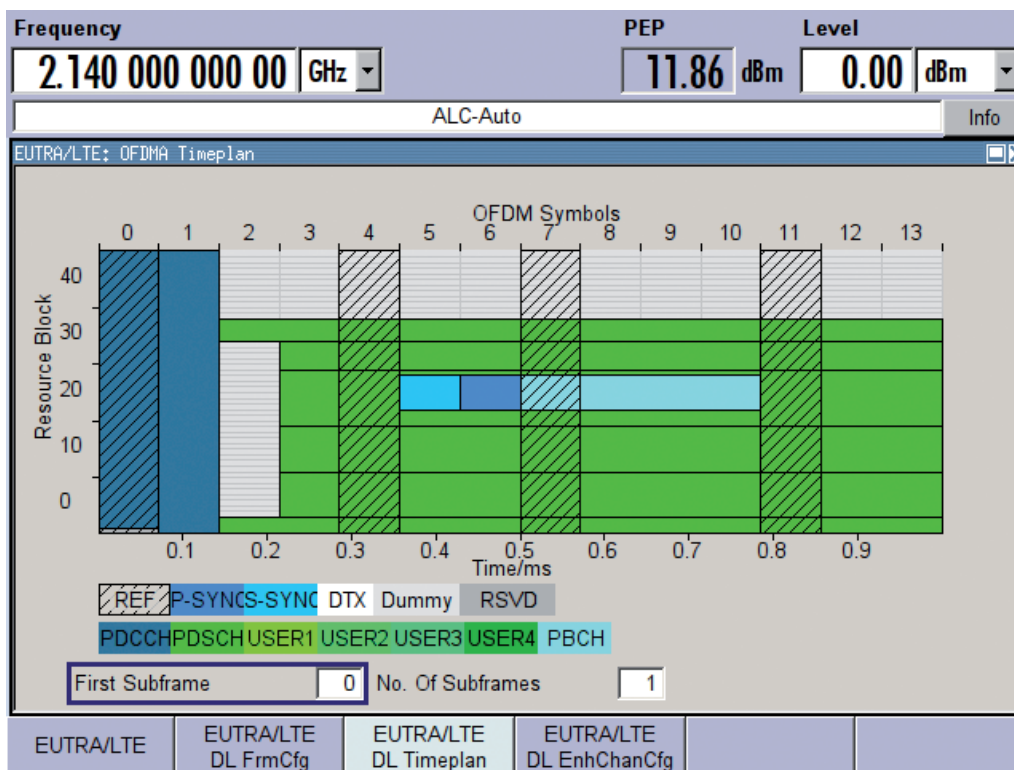
Um Auswirkungen des Tests festzustellen und zu beurteilen, ob beispielsweise im bestrahlten Sektor Flugzeuge in einer bestimmten Entfernung nicht mehr erfasst werden, ist das Radar im normalen Betrieb zu testen. Weil die Antenne des Testsystems dabei das volle Radarsignal empfängt, ist das System bis zu einer Radarleistung von 1000 MW EIRP bei 1% Duty-Cycle gegen Radarsignale geschützt.

Die Antenne des R&S®TS6650 ist durch einen kundeneigenen oder von Rohde&Schwarz gelieferten Mast auf gleicher Höhe wie die Radarantenne angeordnet. Das Rack wird am Fuß des Mastes in einem Fahrzeug oder Shelter platziert. Es ist leicht von zwei Personen zu transportieren.

Beim Test muss sichergestellt werden, dass das Radar durch Außerbandstörungen und nicht durch vom Testsystem im Radarband erzeugte Intermodulationsprodukte gestört wird.

Das hochempfindliche Radar wird schon durch sehr geringe Intermodulationen in Generator und Verstärker, aber auch durch Einstrahlungen an Steckverbindungen oder in Systemkomponenten gestört. Besonders kritisch sind die verwendeten Breitbandsignale.

Im Bereich des Messabstandes (100 m bis 300 m) wird durch das Systemdesign und die verwendeten Filter die Dämpfung der Intermodulationsprodukte im Frequenzbereich von 2,72 GHz bis 3,1 GHz auf unter -110 dBc gedrückt – unter die typische Empfindlichkeit eines Radarempfängers von -130 dBm/MHz. Somit ist sichergestellt, dass die Störungen durch eine geringe Selektivität des Radarempfängers erzeugt werden. Gegenmaßnahmen wie der Einbau von Filtern können damit getestet werden.



Grafische Darstellung eines LTE-Subframes im R&S®SMBV100A.

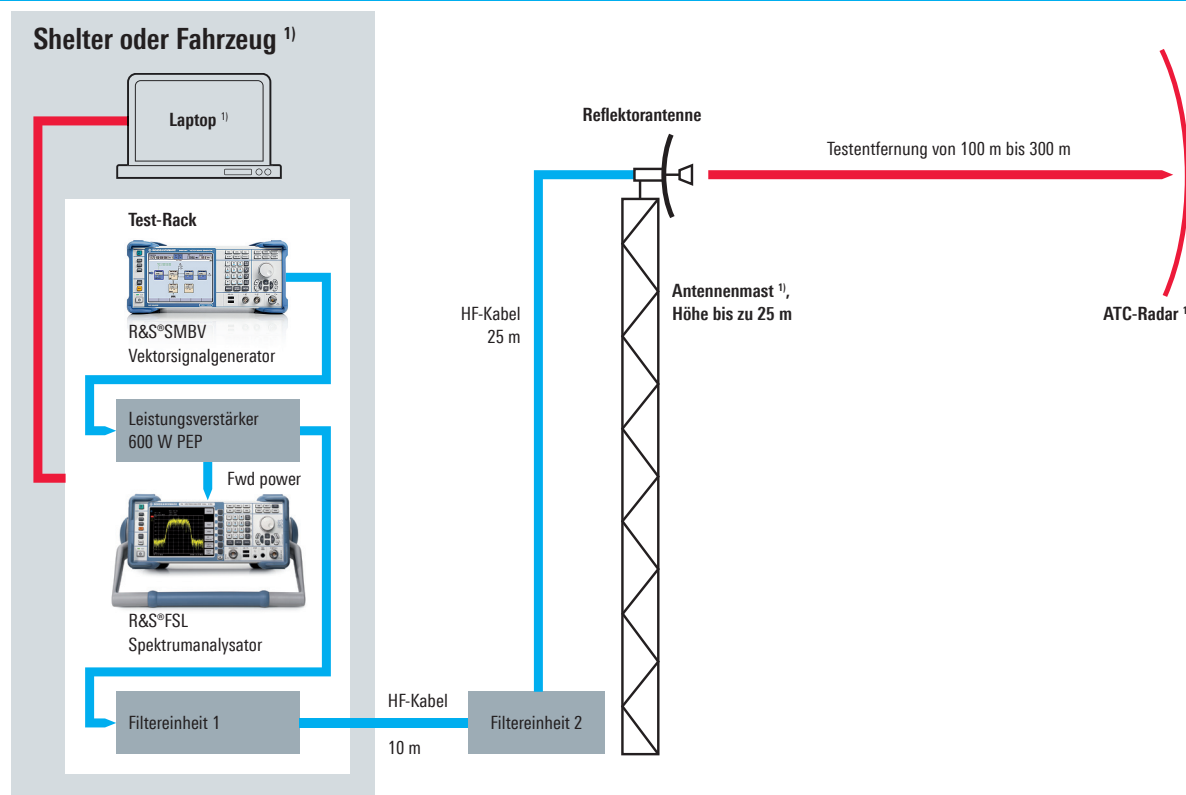
Modulares, zukunftsicheres Systemkonzept

Das Testsystem basiert auf Standardgeräten wie dem R&S®SMBV Vektorsignalgenerator und dem R&S®FSL Spektrumanalysator. Dies sichert Support und Service und ermöglicht auch den flexiblen Einsatz der Geräte, beispielsweise die manuelle Analyse von gesendetem Signal, Radarsignal oder Umgebungsszenarien.

Interferenzen durch das dichter werdende Netz an Funkdiensten nehmen zu. Der R&S®SMBV Vektorsignalgenerator bietet Optionen für eine Vielzahl von Funkdiensten und Wellenformen, so dass das System auch auf andere Interferenzszenarien erweitert werden kann.

Meist sind bei Kunden mobile Masten bereits im Einsatz, die die Messantenne auf Höhe der Radarantenne bringen können. Die Messantenne kann daher leicht an einen Antennenmast adaptiert werden. Sie ist hierbei in Azimut und Elevation in einem Bereich von $\pm 15^\circ$ manuell einstellbar. Alternativ kann ein passender Mast zum System angeboten werden.

Testanordnung für den Test von ATC-Radarempfängern



— LAN — RF cable ¹⁾ Nicht im System enthalten, vom Kunden beigestellt.

Technische Daten

Technische Daten R&S®TS6650		
Frequenzbereich		2500 MHz bis 2690 MHz
Frequenzbereich ATC-Radar		2720 MHz bis 3100 MHz
Messentfernung		100 m bis 300 m
Max. Ausgangsleistung		600 W PEP, 100 W CW
Erzielbare Feldstärke an der Radarantenne	Messentfernung 200 m	≥1 V/m PEP
Spurious-Aussendungen	2720 MHz bis 3100 MHz	<-110 dBc (<-130 dBm/MHz am Radarempfänger)
Max. ATC-Radarleistung (EIRP)	Duty Cycle max. 1% , Pulslänge max. 10 µs	90 dBW
Messantenne		
Art		Reflektorantenne, Ø 0,9 m
Gewicht	Messantenne und HF-Kabel	< 25 kg
Max. Höhe Antennenmast ¹⁾		25 m
Testrack		
Abmessungen		19", 20 HE, 800 mm tief
Gewicht		ca. 50 kg
Spannungsversorgung		200 V bis 240 V AC, 2500 W

¹⁾ Antennenmast nicht im Basissystem enthalten.

Bestellangaben

Bezeichnung	Typ	Bestellnummer
Grundgerät (einschließlich mitgeliefertem Zubehör wie Netzkabel, Handbuch)		
Interferenz-Testsystem für ATC-Radarsysteme	R&S®TS6650	1519.6705.02

Service Ihres Vertrauens

- ▮ Weltweit
- ▮ Lokal und persönlich
- ▮ Flexibel und maßgeschneidert
- ▮ Kompromisslose Qualität
- ▮ Langfristige Sicherheit

Rohde & Schwarz

Der Elektronikkonzern Rohde&Schwarz ist ein führender Lösungsanbieter in den Arbeitsgebieten Messtechnik, Rundfunk, Funküberwachung und -ortung sowie sichere Kommunikation. Vor mehr als 75 Jahren gegründet, ist das selbstständige Unternehmen mit seinen Dienstleistungen und einem engmaschigen Servicenetz in über 70 Ländern der Welt präsent. Der Firmensitz ist in Deutschland (München).

Der Umwelt verpflichtet

- ▮ Energie-effiziente Produkte
- ▮ Kontinuierliche Weiterentwicklung nachhaltiger Umweltkonzepte
- ▮ ISO 14001-zertifiziertes Umweltmanagementsystem

Certified Quality System
ISO 9001

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

www.rohde-schwarz.com

Kontakt

- ▮ Europa, Afrika, Mittlerer Osten | +49 89 4129 12345
customersupport@rohde-schwarz.com
- ▮ Nordamerika | 1 888 TEST RSA (1 888 837 87 72)
customer.support@rsa.rohde-schwarz.com
- ▮ Lateinamerika | +1 410 910 79 88
customersupport.la@rohde-schwarz.com
- ▮ Asien/Pazifik | +65 65 13 04 88
customersupport.asia@rohde-schwarz.com
- ▮ China | +86 800 810 8228/+86 400 650 5896
customersupport.china@rohde-schwarz.com

R&S® ist eingetragenes Warenzeichen der Rohde&Schwarz GmbH & Co. KG
Eigennamen sind Warenzeichen der jeweiligen Eigentümer | Printed in Germany (as)
PD 3606.7924.11 | Version 01.00 | Februar 2013 | R&S®TS6650
Daten ohne Genauigkeitsangabe sind unverbindlich | Änderungen vorbehalten
© 2013 Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG | 81671 München, Germany



3606792411