

Inmarsat-E-Signalerzeugung bei navtec mit Hilfe von R&S-Komponenten

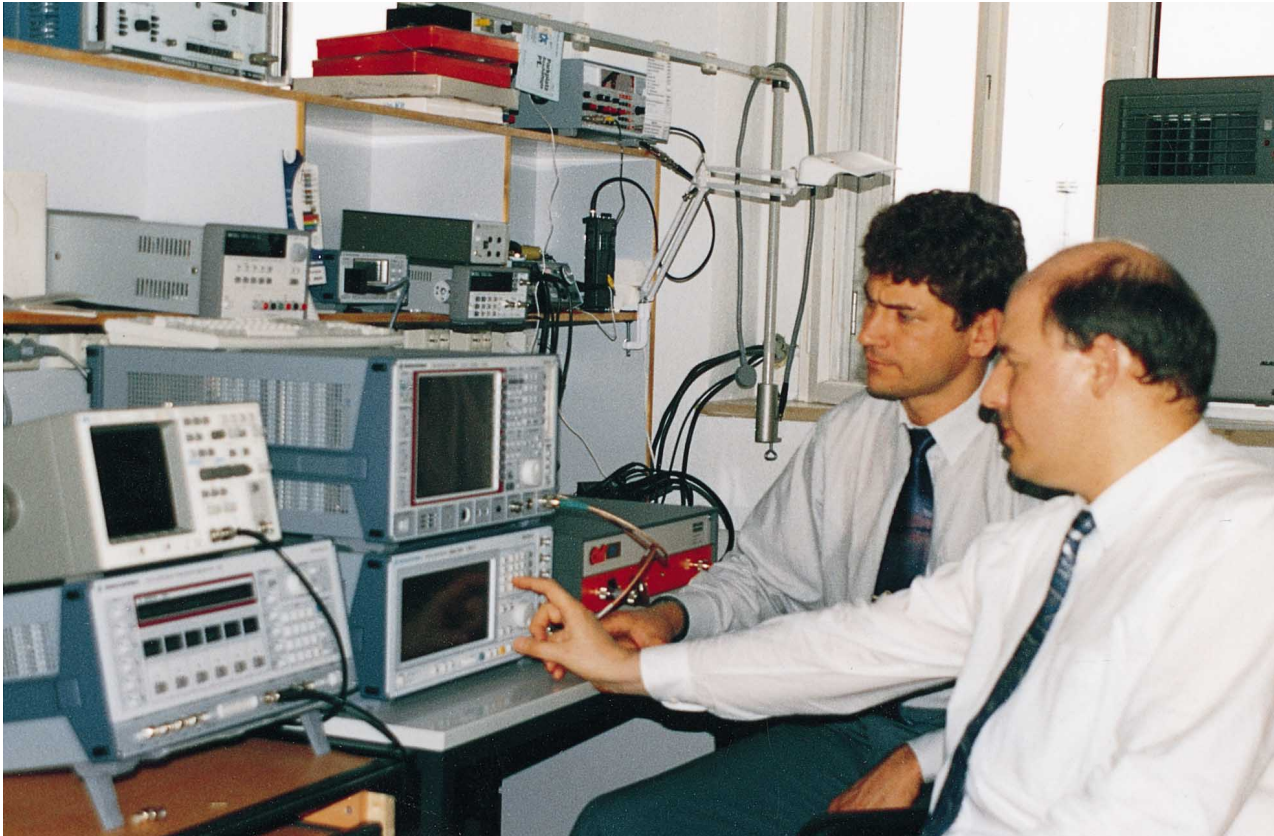


BILD 1 Versuchsaufbau für die Erzeugung von Inmarsat-Notrufdaten bei der Berliner Firma navtec, Gesellschaft für Signalverarbeitung und Navigation mbH. Foto: Schäfer

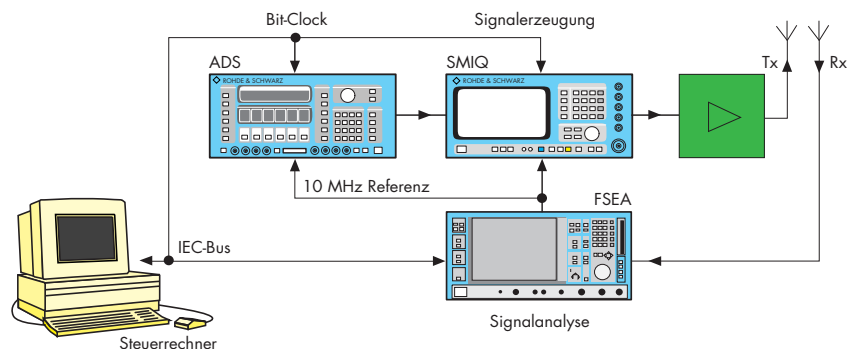
Weltweit etabliert sich seit einigen Jahren ein neuer Standard für die Übertragung und Auswertung von Notrufen in der See- und Luftfahrt: das Inmarsat-E-System. Hierbei handelt es sich um ein Notrufsystem, das mit den vier geostationären Inmarsat-Satelliten zusammenarbeitet. Ziel bei Entwicklung und Formulierung des neuen Standards war es sicherzustellen, daß Notrufe global in kürzester Zeit und für eine große Nutzerzahl zuverlässig und uneingeschränkt übertragen werden können. Im Gegensatz zu niedrig fliegenden LEO-Satelliten (Low Earth Orbit), die an einem bestimmten Punkt der Erdoberfläche nur alle ein bis zwei Stunden für

einen kurzen Zeitraum zu empfangen sind, gewährleisten geostationäre Satelliten einen Empfang und eine Auswertung ohne zeitliche Beschränkung.

Wegen der großen Anzahl verfügbarer Kanäle ist auch die Anzahl möglicher (gleichzeitiger) Nutzer wesentlich höher.

BILD 2 Prinzipschaltung des Testaufbaus für Inmarsat-E-Versuchssendungen mit den Rohde & Schwarz-Geräten Signalgenerator SMIQ, Spektrumanalysator FSEA und Waveform-Generator ADS.

In der Vergangenheit standen für den Empfang und die Auswertung von Notsendern nur zwei LEO-Satelliten (COSPAS/SARSAT) zur Verfügung. Die festgelegte Frequenz von 121,5 MHz sowie die Ortung über eine Messung



der Doppler-Verschiebung bei Satelliten-Überflug führte zu einer sehr ungenauen Ortung des Havaristen. Eine Verbesserung bestand in der Einführung einer zweiten Sendefrequenz (406,025 MHz), einer günstigeren Modulationsart (PSK/TDMA) sowie einer Senderkennung der Geräte. Hierdurch wurde die Häufung von Fehlalarmen wegen allzuleichter Auslösemöglichkeit zwar nicht reduziert, die Notrufe waren aber zuzuordnen.

Übertragungsverfahren

Ein wesentliches Problem beim Übergang von LEO- zu geostationären Satelliten besteht in der großen Entfernung zu den Satelliten (36 000 km). Damit aber portable Geräte mit tragbaren Batterien und niedriger Stromaufnahme realisieren werden konnten, mußte die vorgeschriebene Sendeleistung reduziert werden. Dies war nur möglich, indem bei der Wahl des Sendeschemas und der Modulationsart neue Ansätze gemacht wurden.

Das Inmarsat-E-System arbeitet mit einer Träger-FSK (120 Hz) und 667 Kanälen (Raster 300 Hz) bei 1,645 GHz (Uplink). Der Satellit selbst enthält nur einen 200 kHz breiten Transponder bei 3,619 GHz (Downlink). Das Sendesignal eines Notsenders besteht aus einem Telegramm von 100 bit Länge, dem ein 20-bit-Synchronwort vorausgeht und an das sich eine 40-bit-CRC-Summe anschließt. Im Telegramm sind Kennung, Position und Notfalltyp codiert.

Damit trotz der geringen Sendeleistung (27 bis 31 dBm) und der großen Entfernung noch eine ausreichende und auswertbare Signalenergie am Empfänger der Bodenstation erreicht wird, muß die Signalenergie sukzessiver Aussendungen summiert werden. Das Telegramm wird daher fünf Minuten lang wiederholt. Da dem Empfänger die exakte Länge eines Telegramms bekannt ist, kann er die Summation leicht durchführen und das Signal aus dem Rauschen herausheben. Zusätzlich gestat-

tet die FEC-Prüfsumme (Forward Error Correction) eine Korrektur von bis zu fünf Bitfehlern.

Testsystemkonfiguration

Um erste Versuche bezüglich notwendiger Ausgangsleistungen, Korrektheit der Bitmuster-Erzeugung und Funktionalität der Antenne machen zu können, hat die Firma navtec, Gesellschaft für Signalverarbeitung und Navigation mbH, zu Beginn des Projekts zunächst ein Meßsignal offline errechnet und mit Hilfe verfügbarer und zuverlässiger Komponenten generiert. Für die testweise Signalerzeugung simulierter Notrufdaten und deren Aussendung über die Inmarsat-Transponder wurde ein

tor FSEA lieferte nicht nur die 10-MHz-Referenzfrequenz für die Komponenten, sondern diente auch zur Kontrolle des FSK-Signals an einer zweiten Antenne. Die ebenfalls auf dem PC laufende Signalanalyse-Software der FSEA-Datensätze aus dem laufenden Entwicklungsbetrieb wurde hierfür leicht modifiziert. Das finale Sendesignal wurde durch Verstärkung mit Hilfe einer Amplifier-Research-Endstufe erzeugt. Abgestrahlt wurde mit einer rechtsdrehend, zirkular-polarisierten 0-dB-Antenne.

Der SMIQ eignet sich hervorragend für Meßaufbauten wie diesen, da er die Signale nicht nur mit hoher Genauigkeit generiert, sondern auch über den IEC-

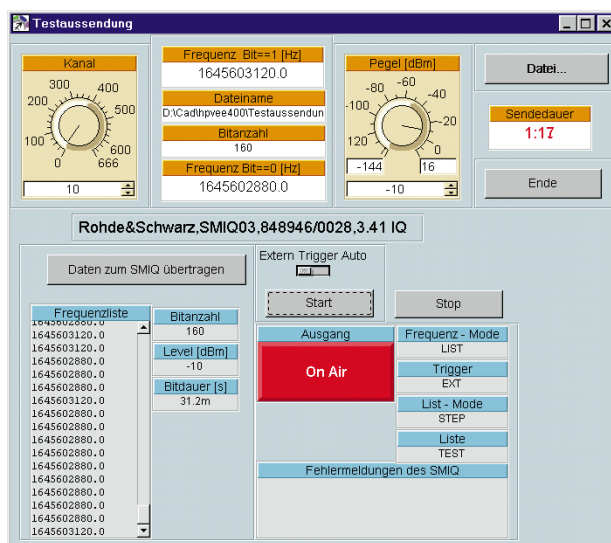


BILD 3
Screen-Shot der Software zum Programmieren des Signalgenerators SMIQ bei der navtec GmbH.

Versuchsaufbau aus Signalgenerator SMIQ, Waveform-Generator ADS, Spektrumanalysator FSEA, einem PC mit IEC-Bus-Karte und der Software HP-VEE aufgebaut (BILD 1 und 2).

Zentrale Komponente im Testaufbau ist der Signalgenerator SMIQ, dessen Betriebsart „List-Mode“ für die Sendesignalerzeugung eingesetzt wurde. Der notwendige Datensatz wurde von einem herkömmlichen PC berechnet und über den IEC-Bus an den SMIQ übertragen (BILD 3). Der Spektralanalysa-

Bus leicht programmiert werden kann. Hierdurch kann er gut an Meßprobleme angepaßt werden, wenn die im Gerät vorgegebenen Standards nicht ausreichen.

Die Testaussendungen selbst hat navtec mit der Inmarsat-Zentrale in London abgesprochen. Von allen Empfangsstationen im Bereich der drei sichtbaren Satelliten konnten die Testaussendungen bis zu einer Sendeleistung von nur 18 dBm bestätigt werden.

Dr. Anselm Fabig (www.navtec.de)