Was ist der Unterschied?

Breitband- und Schmalband-HF-Kommunikation

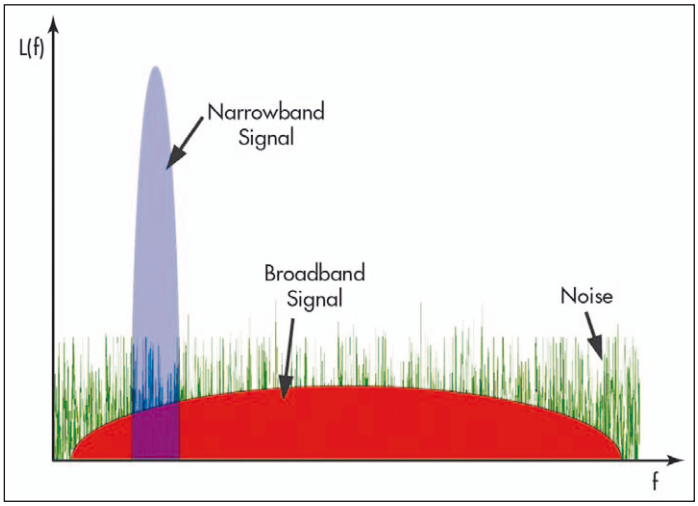
Das Schlagwort Big Data bestimmt aktuell viele Diskussionen und Vorstellungen über zukünftige Kommunikationstechniken. Es impliziert zunächst die Forderung nach einem breitbandigen Übertragungsweg.

Doch für die meisten Anwendungen, welche eine hohe Reichweite, geringen Leistungsverbrauch und eine zuverlässige Kommunikation fordern, sind eher Schmalbandlösungen die richtige Wahl.

Wie es im drahtgebundenen Bereich eine Debatte über die Vorzüge und Nachteile der Breitband- und Schmalbandtechnik gibt, so werden ähnliche Diskussionen in der HF-Kommunikations-Industrie geführt. Ansteigende Datenraten verleiten zu Investments in Breitbandtechnologien. Für den Bereich der drahtgebundenen Internet-Kommunikation besteht die Herausforderung an die Industrie darin, mit verlegten breitbandfähigen Datenleitungen und Schaltnetzwerken konfrontiert zu sein.

Grundsatzfragen

Außerhalb dieser Industrie jedoch gibt es viel mehr physikalische Faktoren, welche die Implementierung von breitbandigen Systemen begrenzen. Diese Hemmnisse haben die Debatte über Breitband- und Schmalbandlösungen angeregt. Diese Diskussion geht sowohl auf bestehende und mögliche Anwendungen als auch auf Kundenforderungen ein, denn viele dieser Applikationen erfordern einen militärischen/öffentlichen Sicherheitsstandard und sollen ihre Leistungsfähigkeit unter vielen Einflüssen beibehalten.



Schmalbandkommunikation nutzt für gewöhnlich Frequenzen innerhalb eines zusammenhängenden Bands eines Frequenzkanals. Natürlich hängt diese Definition letztendlich von der konkreten Applikation ab. Leichter ist es, sich auf eine bestimmte technologische Lösung zu fokussieren und deren physikalisches Reagieren hinter den verschiedenen Ansätzen zu betrachten. Grundsätzlich ist festzustellen, dass das enge und starke Spektrum eines Schmalbandsignals leistungsfähige Filter erfordern, die präzise eingestellt sein müssen, um das Nutzsignal nicht zu dämpfen, Störungen aber wirksam auszublenden.

Alle Anwendungen teilen sich einen Satz meistgewünschter Parameter: Übertragungen mit höchster Datenrate nutzen ein Mindestspektrum, brauchen ein Mindestmaß an Signal- und Versorgungsleistung, haben die größte Reichweite und sind am meisten resistent gegen Störungen und Interferenzen. Um eine hohe Datenrate sicherzustellen, muss man jedoch das Frequenzspektrum ausweiten. Dies führt aber unweigerlich zu einer Absenkung von Signalleistung pro Hertz, Reichweite und Widerstandsfähigkeit gegen Interferenzen.

Diese Nachteile kennzeichnen die kritischen Unterschiede zwischen Breitband- und Schmalband-Kommunikation. Für die meisten Anwendungen, welche eine hohe Reichweite, geringen Leistungsverbrauch und eine zuverlässige Kommunikation fordern, sind eher Schmalbandlösungen die dominierende Wahl. Falls hohe Datenraten auftreten, versucht man mit Techniken wie Zellenbildung, Codierungsgewinn und anderen, die abgenommene Reichweite und Robustheit gegen Störungen zu kompensieren. Jedoch geht dies auf Kosten der Leistung bzw. ökonomischen Effizienz.

Applikationsbeispiele

Bruce Collins, Produktmanager bei Cambium Networks, meint: „In Schmalbandlösungen (Kanäle unter 500 kHz) führt die geringe Kanalbreite zu geringem Rauschen. Daher genügt zur Erreichung eines guten Rauschabstands ein geringer Signalpegel. Das Sendesignal kann also klein sein." Mit Blick auf Applikationen, die eine hohe Effizienz aufweisen sollen, wie etwa batteriebetriebene Module oder drahtlose Sensorknoten (Wireless Sensor Nodes, WSNs), fügt Collins hinzu: „Das Schmalband erlaubt ein besseres Verhältnis von Reichweite zu Versorgungsleistung als das Breitband. Dies ist besonders kritisch beim Fernsteuerknoten (Remote Node), aber weniger bedeutsam für den Access Point oder die Hub Location."

In großen Ölfeldern beispielsweise erfordern die automatischen Schutzsysteme auf Basis der Durchflusssensoren an den Ölpumpen eine Kommunikation mit geringer Datenrate, aber hoher Zuverlässigkeit bei großen Distanzen. Diese Pumpen können sich viele Meilen entfernt befinden und sich gegenseitig gewissermaßen nicht mehr sehen. Ein breitbandiges System in dieses Szenario zu implementieren, wäre mit fragwürdigen Kosten verbunden.

Wenn andererseits die Applikation ein Videostreaming erfordert oder Sensorsysteme, welche hohe Datenmengen produzieren, sollte man über ein Breitbandsystem nachdenken.

Mark Faulkner, Vizepräsident von RF Integrated Solutions Engineering bei Microsemi, sagt: „Es gibt einen fundamentalen Nachteil, wenn man die Punkte Verstärkungs-Bandbreite-Produkt und Anpassung beim Transistor betrachtet. Transistoren können so angepasst werden, dass Verstärkung, Ausgangsleistung oder Wirkungsgrad innerhalb einer schmalen Bandbreite optimal harmonieren. Ein angepasster Breitbandtransistor erbringt jedoch wenig Verstär-

---

Quelle:
Jean-Jacques Deslise, What´s the Difference Between Broadband and Narrowband RF Communications in MICROWAVES & RF

übersetzt von FS

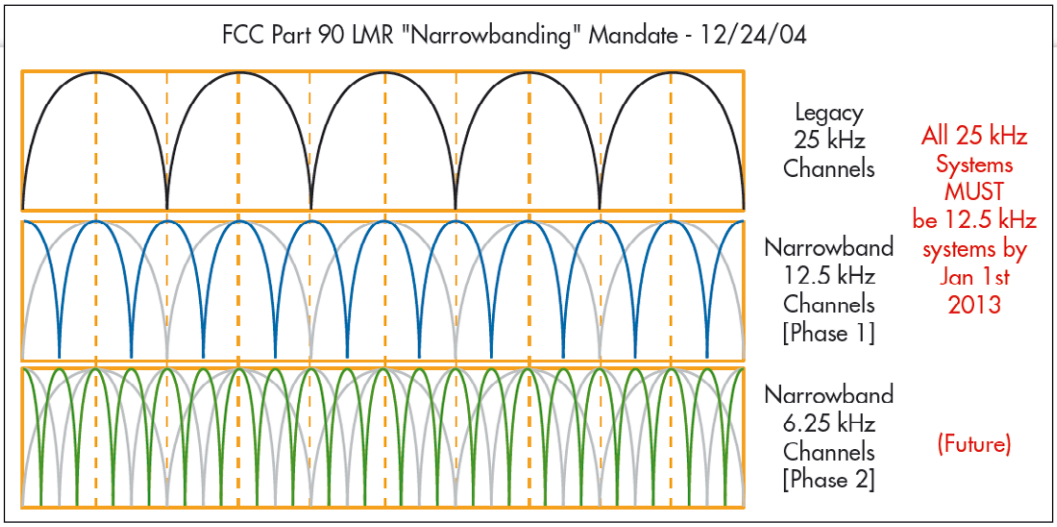


Bild 1: So wie die Schmalbandtechniken vorankommen, bildet man eine größere Anzahl von Kanälen in einem stärker beanspruchten Abschnitt des Funkwellenspektrums (Quelle: www.oklahoma.gov)

kung pro Stufe, sodass mehr Stufen benötigt werden, um eine zum Schmalbandbetrieb äquivalente Über-alles-Verstärkung zu erhalten."

Mehr Kanäle durch Kanalverkleinerung

Viele Anwendungen haben historisch bedingt die Schmalband-Kommunikation wegen der hohen möglichen Reichweite und der hohen Zuverlässigkeit genutzt. Infolge des wachsenden Bedarfs an Überwachungslösungen und anderen datenintensiven Applikationen richten die Industrie für Produkte für die öffentliche Sicherheit und andere Industriezweige den Blick vermehrt auf die Vorteile der Breitband-Technologien. Doch bis heute stehen diese Bedürfnisse im Widerspruch zur Knappheit von Frequenzen bzw. Spektren und zu den Schmalband-Vorschriften der FCC.

Seit Januar 2013 sind alle industriell und zur öffentlichen Sicherheit genutzten Bänder zwischen 150 und 512 MHz von 25 auf 12,5 kHz verkleinert worden in der Absicht, die Anwender dazu zu bewegen, ihr Spektrum zu reduzieren (Bild 1). Diese Herausforderung ausblendend, wird die Diskussion über das Für und Wider der verstärkten Implementierung von breitbandigen Systemen etwa für die öffentliche Sicherheit oder für militärische Netzwerke weitergeführt. Beispielsweise wird der Ruf nach „Public-Safety Officers" immer lauter, die dazu in der Lage sind, Live-Videos innerhalb ihres Verantwortungsbereichs zu streamen, um vermeintliche kriminelle Aktivitäten zu dokumentieren. Oder man denke an den medizinischen Rettungsdienst, öffentlich oder militärisch, der Verbindungen für hohe Datenvolumnia benötigt, um in Echtzeit medizinische Vorgehensweisen zu kommunizieren. Diese Applikationen erfordern signifikante Datenmengen.

Bewährtes auf Eignung prüfen

Eine mögliche und bereits vorgeschlagene Lösung ist hier die Nutzung bereits vorhandener kommerzieller Technologien (Commercial Off-the-Shelf, COTS), wie 3G und 4G/LTE. Stützt man sich auf diese verbreiteten Backbones, so kann man sicher sein, dass Public-Safety-, Business-Industrial oder Military-Technologien problemlos trotz der FCC-Standards arbeiten werden. Ein Ziel wird dann sein, die Sicherheit dieser Netzwerke hochzuhalten. Ein anderes Ziel wäre die Aufrechterhaltung einer für diese Kommunikationslösung notwendige Infrastruktur. Die Unterstützung dieser Highspeed-Datenkommunikation sollte kein großes Problem unter stabilen Großstadtverhältnissen darstellen.

Für militärische Applikationen kommt noch die Aufgabe der Bereitstellung stabiler, oft mobiler zellularer Netzwerke hinzu. Führt man in diesem Zusammenhang Codierungsverstärkung bei einem breitbandigen Signal durch, erlaubt das zwar mehr Daten, erfordert aber auch ein breiteres Spektrum (Bild 2). Zu beachten ist hierbei die Existenz einer schier endlosen Anzahl von Maschinen, welche erwartungsgemäß bald angeschlossen werden sollten, sodass einerseits hohe Datenraten und andererseits geringer Energieverbrauch zu vereinen sind. Dieser Trend steht hinter den Begriffen Internet of Things (IoT) und Internet of Everything (IoE) und ermutigt zu Entwicklungen und Planungen, bei denen die Vorteile von Schmalband die Vorzüge von Breitband überwiegen. IoT/IoE-Applikationen sind insofern einzigartig, als sie nach Millionen von Interaktionen für Lowpower-Sensoren verlangen, welche in der Umgebung verteilt sind.

Es wird notwendig sein, diese Sensoren parallel zu den datenhungrigen Maschinen mit extrem schnellen Datenwegen zu entwickeln. Fest steht aber auch, dass viele der neueren Applikationen sowohl Schmalband- als auch Breitbandsysteme benötigen werden. Die Frage ist, wie die beiden Verfahren in bestehende Standards und Geräte-Infrastruktur-Backbones eingebracht werden können. Mit einer durchdachten zellularen Infrastruktur könnte die Daten-Backplane genutzt werden, um sowohl High- als auch Low-Data-Rate-Applikationen mit Lowpower-Quellen zu bewerkstelligen. ◄

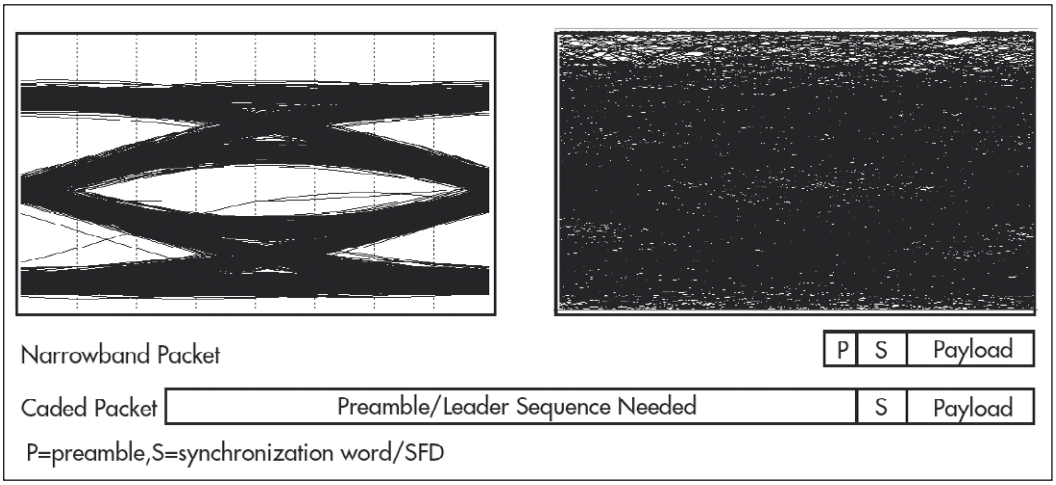


Bild 2: Die Hinzugabe von Codierungsverstärkung (Coding Gain) zu einem breitbandigen Signal erlaubt zwar mehr Daten, erfordert aber auch ein breiteres Spektrum (Quelle: Texas Instruments)