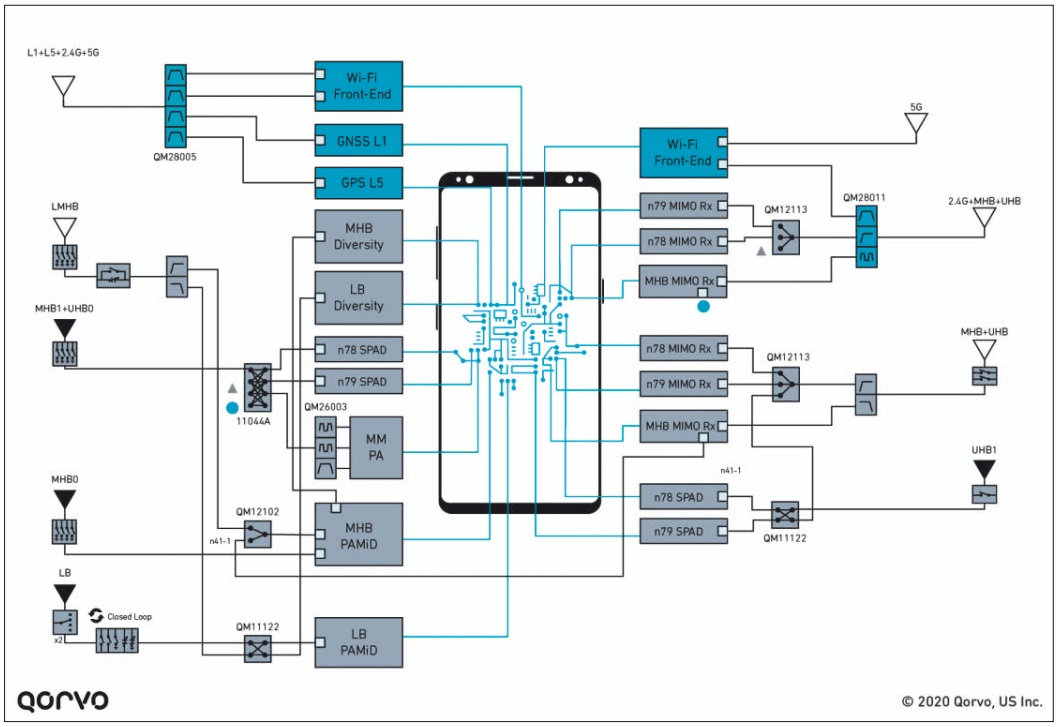
Multiplexer erleichtern das 5G-Antennen-Design



Antennen-Multiplexer lösen ein Hauptproblem, mit dem Hersteller von 5G-Mobilteilen und anderen Geräten konfrontiert sind: die Bewältigung der dramatischen Zunahme der HF-Komplexität, selbst wenn der den Antennen zugewiesene Platz weiter schrumpft.

Wenn Hersteller neue 5G-Bänder, 4x4-MIMO und andere neue Anforderungen mit wenigen Antennen meistern wollen, ohne dass dies Auswirkungen auf vorhandene Formfaktoren oder Funktionen hat, dann kombinieren sie mehrere Filter, um mehreren Sendern den Betrieb an einer Antenne zu ermöglichen (Mobilfunk, WiFi, GPS, Ultrabreitband). Durch die Verwendung von Antenna-plexern können Hersteller die vollen Vorteile von 5G nutzen, ohne ihre Fähigkeit zu beeinträchtigen, innovative Funktionen hinzuzufügen, die Verbraucher anziehen.

Der Antenna-plexer

Viele Antennen sind auf mehreren Frequenzen resonant. Zwei oder mehr Funkgeräte gleichzeitig an einer solchen Antenne zu betreiben, ermöglicht ein sogenannter Diplexer, Triplexer oder Multiplexer, auch Antenna-plexer genannt. Das ist im Prinzip eine Frequenzweiche. Dabei ist die Filterung so gut, dass sich problemlos auf einem Band empfangen lässt, während man auf einem anderen Band sendet.

Übrigens kann man einen …plexer auch problemlos „andersherum" betreiben. Also von einem Funkgerät ausgehend auf mehrere Antennen verzweigen, die jeweils für genau einen Bandbereich optimiert sind. So lassen sich oft Kabel besser ausnutzen.

Wachsende HF-Komplexität führt zu Problemen beim Antennen-Design

Hersteller von Mobiltelefonen stehen vor der immer wiederkehrenden Herausforderung, Wege zu finden, um neue HF-Standards zu unterstützen. Hierbei geht es um mehr Bänder plus wachsende Anforderungen an die Koexistenz von mehreren Bändern, auch wenn Trends beim Design von Mobiltelefonen es erschweren, Antennen hinzuzufügen, um diese Anforderungen zu erfüllen.

Ein typisches 4G-Telefon enthält bereits vier bis acht Antennen, und 5G-Telefone benötigen noch mehr davon. Dies deshalb, weil sie Unterstützung für 5G und andere aufkommende Standards wie UWB hinzufügen und weiterhin alle Frequenzen und Standards in 4G-Telefonen unterstützen müssen. Inzwischen ist der Platz für Antennen ein kritischer Punkt geworden durch das Schrumpfen der Größe von 5G-Telefonen und weil die Hersteller neue Funktionen in Mobilteile packen, z.B. zusätzliche Kameras oder Elektronik zur Bewegungserkennung.

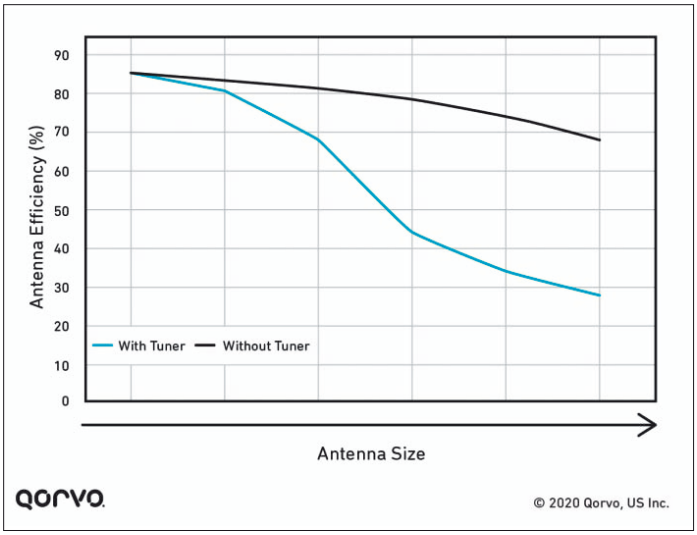


Bild 1: Proportionaler Zusammenhang zwischen Verlust, Frequenznutzung und Antennenfläche

Quelle: Through the 5G Antenna Design Maze with Antenna-plexers, Oktober 2020, Qorvo, www.qorvo.com übersetzt von FS

Bild 2: Reduzierung der HF-Leiterplatte und der Antenne von Jahr zu Jahr

Dies führt zu Problemen mit der Antenneneffizienz, da die Effizienz einer Antenne (ihre Fähigkeit, Verluste zu minimieren) proportional zur Antennengröße sowie zur Sendefrequenz ist (Bild 1). Wenn die Anzahl der Antennen zunimmt und die dafür verfügbare Fläche schrumpft, wird es viel schwieriger, die Antenneneffizienz und -isolation aufrechtzuerhalten, die für die gute Funktion des Mobilteils erforderlich sind.

Die HF-Komplexität steigt bei 5G-Telefonen dramatisch an, da neue 5G-Bänder und Anforderungen wie 4x4 MIMO, EUTRA Dual Connectivity (EN DC)/Dual UL, mmWave sowie Emerging-Standards wie UWB hinzugefügt werden. Gleichzeitig müssen 5G-Telefone weiterhin alle vorhandenen und überholten Low-, Mid- und High-band-Frequenzen und andere Anforderungen an 4G-Telefone wie GPS Level 5 (L5), GPS/GNSS, 2,4 GHz und 5 bis 7 GHz WiFi (Wi-Fi 6E) abdecken.

Neue 5G-Bänder und Technologien

Um dramatisch höhere Datenraten zu erzielen, verwendet 5G ein neues hochfrequentes Breitband-Mobilfunkspektrum. Dabei gibt es zwei Hauptregionen des Spektrums, die beide über dem traditionell verwendeten Mobilfunk-Frequenzbereich liegen:

• Frequenzbereich 1 (FR1)

Diese neuen Ultrahochbänder (UHB) (n77, n78, n79) verwenden ein Spektrum zwischen 3,3 und 5 GHz.

• Frequenzbereich 2 (FR2)

Dies ist die erste Verwendung des mmWave-Spektrums für kommerzielle Mobilfunkgeräte. FR2 umfasst mehrere Bänder über 24 GHz (n257, n258, n260, n261). Die Ausbreitungsbedingungen sind bei FR2-Frequenzen eine Herausforderung.

5G-Telefone verwenden relativ große Arrays mit drei bis vier kleinen Antennen zur Erhöhung der Signalstärke und Strahlformung (Beamforming).

Um die Datenraten zu erhöhen, ist für die meisten 5G-Bänder 4x4 MIMO erforderlich. Es wird auch für bestehende LTE-Bänder verwendet, bei denen dies möglich und sinnvoll ist. Dies erfordert vier zellularfähige Antennen, zwei mehr als bei herkömmlichen 4G-Mobilteilarchitekturen in Verwendung. Hier gibt es zwei unabhängige zellulare HF-Pfade, einen als primären Pfad und einen für die Diversität.

• WiFi 6E und NR-U

Mit WiFi 6E erweitert sich das für die WiFi-Nutzung verfügbare nichtlizenzierte Spektrum nicht nur mit einer komplexeren Modulation, sondern auch bis zu einer Obergrenze über 7 GHz, weit höher als die vorherige Obergrenze von 5850 MHz. Dieses Spektrum wird auch vorgeschlagen für die Verwendung durch 5G im nichtlizenzierten Spektrum (NR-U). Das zusätzliche Spektrum von 1,2 GHz erhöht die verfügbare Bandbreite und Anzahl der Anwendungsfälle, die hohe Datenraten erfordern. Filterung und effizientere Hochfrequenz-Antennenkonstruktionen sind weiterhin erforderlich, um sicherzustellen, dass dieses Spektrum verwendet werden kann, während Mobilteile gleichzeitig in Betrieb auf anderen Bändern sind.

• UWB

UWB (Ultra-Wide-Band) ist eine relativ neue Technologie, die in einzigartiger Weise eine äußerst präzise Ortungs- und Entfernungsmessung ermöglicht, sie bietet eine Genauigkeit innerhalb weniger Zentimeter. UWB wird auf verschiedene Anwendungen in vielen verschiedenen Branchen angewendet einschließlich Proximity-Awareness-Anwendungen und Automobilanwendungen wie Keyless Car Entry und Start.

Wie der Name schon sagt, sendet UWB über eine sehr große Bandbreite (500 MHz oder mehr). Anfängliche mobile Designs verwenden Frequenzen zwischen etwa 6,2 und 8,3 GHz. UWB benötigt ein eigenes Array von drei bis vier Antennen, das einen großen Anteil des kritischen Speicherplatzes innerhalb eines Mobilteils benötigt.

Die Schwierigkeit, mehr Antennen zu Mobilteilen hinzuzufügen

Neue HF-Anforderungen und -Standards sind Trends, die beim Smartphone- und Geräte-Design das Hinzufügen von Antennen zwecks ausreichender Antennenleistung erschweren. Eine hohe Antennenleistung erfordert ein ausreichendes Antennenvolumen und einen ausreichenden Abstand zu einer Umgebung, welche die Effizienz mindert. Leider reduzieren die sich entwickelnden Smartphone-Designs aber den Platz, der für Antennen verfügbar ist, wie in Bild 2 dargestellt.

Blicken wir genauer auf diese kritischen Trends:

• Metallrahmen und kleinere Einfassungen, Glasrückseiten und umlaufende Bildschirme begrenzen den für Antennen verfügbaren Bereich.

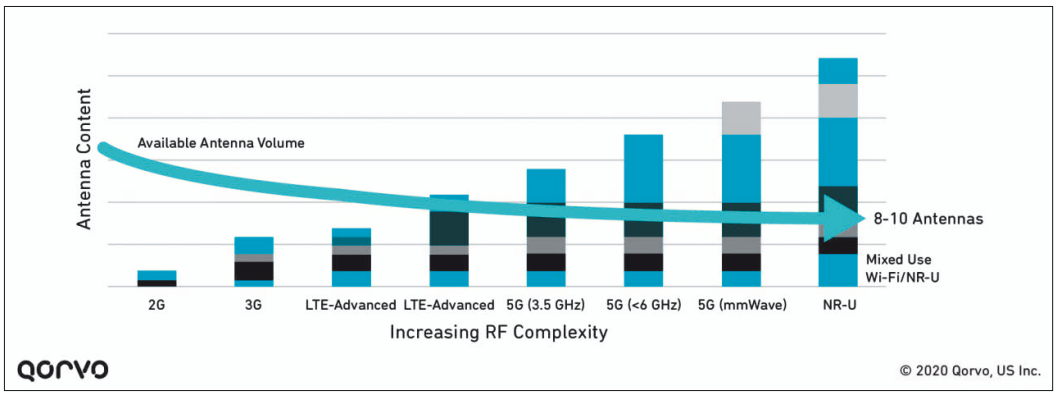


Bild 3: Antennenherausforderung in 5G-Mobilteilen: 5G erhöht die HF-Komplexität bei verfügbarer Antenne drastisch

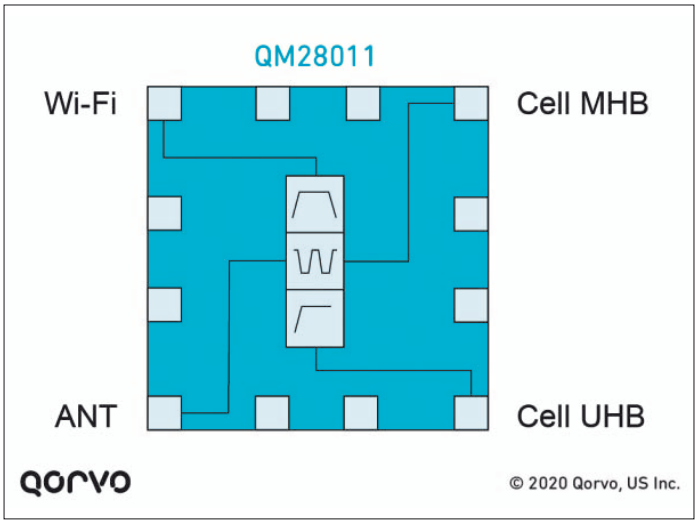


Bild 4: Antennen-plexer, mit dem eine einzige Antenne für verschiedene Anwendungen/Frequenzen genutzt werden kann

- Das Hinzufügen von Funktionen, die für Verbraucher vermeintlich attraktiv sind, reduziert den Platz, der den Antennen für das HF-Frontend zugewiesen werden kann. Diese Funktionen verlangen auch größere Batterien für eine längere Batterielebensdauer und z.B. mehr Kameras zwecks Bewegungserkennung, Fingerabdruck-Nutzung und Gesichtserkennung.
- Neue Designs zum Zusammenklappen von Smartphones reduzieren den verfügbaren Platz für Antennen, da Antennen nun im Scharnierbereich nicht platziert werden können.
- Wearables repräsentieren einen schnell wachsenden Markt. Ihre extrakleinen Formfaktoren bieten sehr wenig Platz für Antennen.

Lösen von Antennen-Design-Problemen mit Antenna-plexern

Hersteller stehen vor einer schwierigen architektonischen Entscheidung. Sie können versuchen, mehr Antennen in einen immer kleiner werdenden Bereich zu pressen mit möglichen Einbußen bei der Antennenleistung und den daraus resultierenden Auswirkungen auf die Gesamtleistung des Mobilteils. Oder sie können eine neue Alternative verwenden: Antenna-plexer, die den Bedarf an Antennen reduzieren und die mehrere HF-Filter kombinieren, um mehrere verschiedene Funkgeräte (Mobilfunk, WiFi, GPS, UWB) zu ermöglichen bei Erhöhung der Anzahl der Bänder, die sie mit einer einzigen Antenne gemeinsam nutzen können. Das bedeutet effizientes Hinzufügen von Unterstützung für neue Bänder ohne Auswirkungen auf vorhandene Formfaktoren oder Merkmale. Bild 4 zeigt einen Antenna-plexer, mit dem eine einzelne Antenne gemeinsam für WiFi und auf mittleren und ultrahohen Frequenzen genutzt werden kann.

Antenna-plexer können in Kombination mit anderen HF-Technologien verwendet werden, um die Antennenleistung weiter zu optimieren und die reduzierte Antennenfläche intelligenter zu nutzen. Die Antennenleistung kann durch Apertur- und Impedanzabstimmung erheblich verbessert werden. Multiplexer sind Multifiltermodule, sie ermöglichen z.B. die Carrier Aggregation (CA), indem mehrere Bänder auf einem einzigen Weg zur Antenne erreicht werden.

Vorteile von Antenna-plexern

Bild 5 ist eine Demonstration der Architektur ohne Antenna-plexer. Antenna-plexer bieten eine breite Palette von Vorteilen einschließlich einer größeren Design-Flexibilität für Mobiltelefonhersteller sowie eine effizientere Raumnutzung und geringere Kosten.

- Design-Flexibilität

Durch die Verwendung von Antennen-plexern haben Smartphone-Hersteller mehr Flexibilität bei der Erstellung innovativer Smartphone-Designs. Durch die Reduzierung der Anzahl der Antennen gibt es weniger Design-Beschränkungen, sodass das Hinzufügen anderer Funktionen und das Realisieren innovative Formfaktoren (z.B. durch Falttelefone) einfacher ist. Weniger Antennen bedeuten auch weniger Antennenkerben im Mobilteilgehäuse, was zu einem ansprechenderen Erscheinungsbild des Mobilteils führt und bedeutet, dass das Gehäuse weniger schwache Punkte hat.

- Bessere Nutzung des verfügbaren Antennenbereichs

Mit Antennen-plexern können Mobilteile den verfügbaren Platz optimal nutzen: Antennenleistung und -abstand können optimiert werden.

- Kostensenkung

Weniger Onboard-RF-Routing senkt die Kosten und weniger Antennen bedeuten, dass weniger interne Kabel, Anschlüsse und Federn benötigt werden. Anstatt separate Leitungen zu

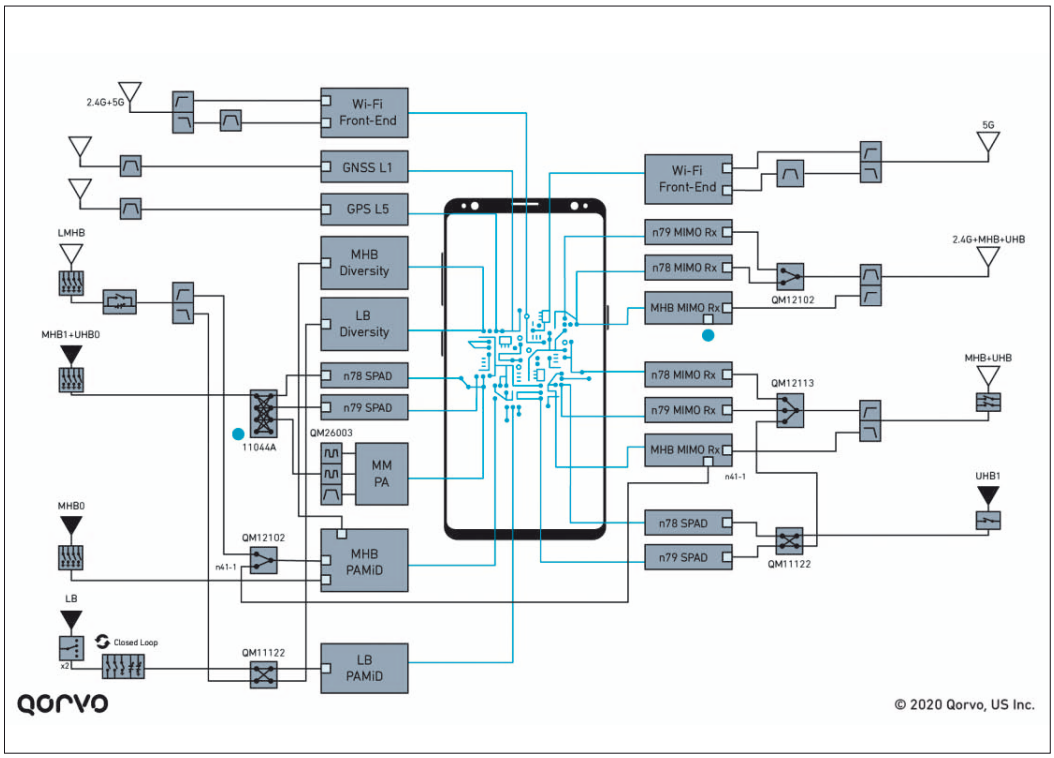


Bild 5: Architektur ohne akustische Antennenplexer

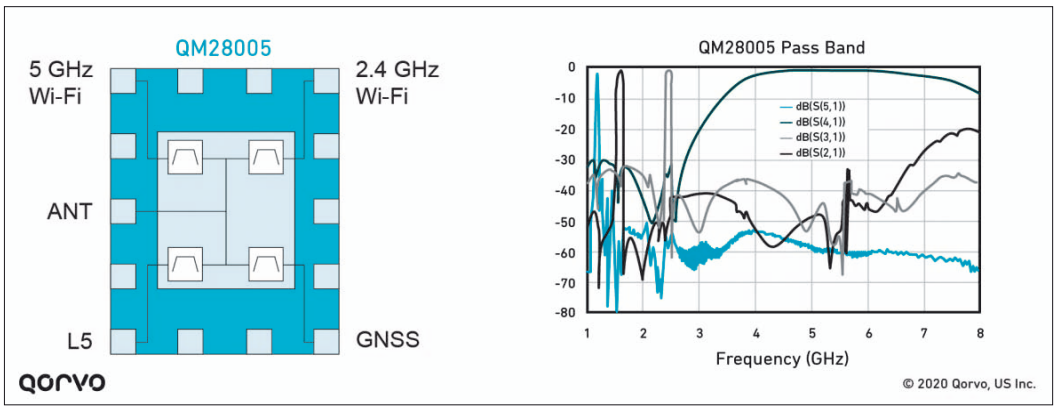


Bild 6: Blockdiagramm des Antenna-plexers und Leistungsdiagramm für seine Anwendung, wobei eine Antenne gemeinsam für 2,4- und 5-GHz-WiFi, L5 GPS und GNSS genutzt werden kann

routen, die zu mehreren Antennen führen, können Hersteller eine kombinierte Leitung zu einer einzelnen Antenne verlegen. Dies spart Platz und reduziert die Kosten.

• Weniger SKUs

Antennen-plexer ermöglichen eine größere potenzielle Wiederverwendung von Antennenarchitekturen in verschiedenen Regionen, was bedeutet: Hersteller benötigen weniger Mobilteilmodelle (SKUs), um eine breite geografische Abdeckung zu erhalten. Eine einzelne Antenne kann über mehrere Regionen hinweg verwendet werden, statt abhängig von den in jeder Region verwendeten Bändern zu sein. Die Reduzierung der Anzahl der SKUs kann zu erheblichen Einsparungen bei der Herstellung und bei den Lagerkosten führen.

Akustische Antennen-plexer in 5G-Smartphones

Akustische Antennen-plexer können je nach den spezifischen Anforderungen und auf viele verschiedene Szenarien angewendet werden. Sie bieten Lösungen für die Herausforderungen jedes Geräts.

Jede Antenne arbeitet am effizientesten bei Resonanzfrequenzen, die harmonisch miteinander verbunden sind (Vielfache der niedrigsten Frequenz). Der effektivste Weg, einen Antennen-plexer zu verwenden, ist die Kombination von HF-Standards und Bändern, die diese Resonanzfrequenzen verwenden und daher eine einzelne Antenne effizient gemeinsam nutzen können.

Antennen-plexer, die auf akustischen Filtern basieren, bieten im Allgemeinen die beste Leistung, da sie eine Kombination von Adressierung der OOB-Zurückweisung für Multiband-Koexistenz und hohe Isolation zwischen den Hochfrequenzen, die die Antenne teilen. ermöglichen. Sie können auch die ultrahohen Frequenzen unterstützen, die für 5G, WiFi und UWB verwendet werden.

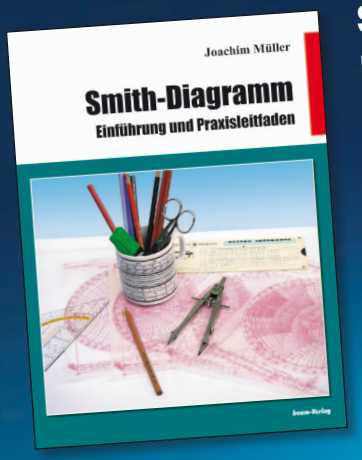
Die Aufmachergrafik ist eine Design-Demonstrieren mit Antennen-plexern am Beispiel eines Antennen-plexers, der vier akustische Filter kombiniert, um einer einzigen Antenne zu ermöglichen, den Anwendungen 2,4- und 5-GHz-WiFi, L5 GPS und GNSS zu dienen. Wie das Leistungsdiagramm in Bild 6 zeigt, ist für jedes dieser Signale ein geringer Einfügungsverlust innerhalb des Durchlassbereichs sowie ein hoher Grad an Isolation zwischen den Signalen zu verzeichnen.

Zusammenfassung

Antenna-plexer bieten eine elegante Lösung für ein großes Problem, mit dem alle Hersteller von 5G-Mobilteilen und anderen Geräten konfrontiert sind: Wie kann die ständig wachsende HF-Komplexität berücksichtigt werden, wenn der verfügbare Antennenbereich weiter schrumpft?

Durch die Verwendung von Antennen-plexern können Hersteller weiterhin innovative Funktionen hinzufügen, die Verbraucher anziehen, größere Batterien vermeiden und mehr Kameras erlauben und somit die vollen Vorteile von 5G ermöglichen. ◄

Fachbücher für die Praxis



Smith-Diagramm

Einführung und Praxisleitfaden

Joachim Müller, 21 x 28 cm, 117 Seiten, zahlreiche, teilweise farbige Abbildungen, beam-Verlag 2009, ISBN 978-3-88976-155-2, Art.-Nr.: 118082, 29,80 €

Das Smith-Diagramm ist bis heute das wichtigste Instrument zur bildlichen Darstellung der Anpassung und zum Verständnis der Vorgänge in HF-Systemen. In der einschlägigen Fachliteratur findet man zwar viele Stellen zum Smith-Diagramm, sie erfordern aber meist erhebliche mathematische Kenntnisse: Eine grundlegende Einführung sucht man vergeblich. Diese Lücke schließt dieses Buch als praxisnahe Einführung in den Aufbau und die Handhabung des Diagramms. Mathematikkenntnisse die zu einer elektrotechnischen Ausbildung gehören, reichen dabei aus.

Aus dem Inhalt:

Der Weg zum Smith-Diagramm - Komplexe Zahlen - Reflexion bei Einzelimpulsen und kontinuierlichen Sinussignalen - Reflexionsfaktor - Rückflussdämpfung, VSWR, Kreisdiagramme; Reflexionsdiagramm - Schmidt-Buschbeck-Diagramm - CarterDiagramm - Praxis mit dem Smith-Diagramm; Kompensation von Blindanteilen, Ortslinie über Frequenz - Leitung als Transformator, elektrisch kurze bzw. lange Leitung, S-Parameter und Smith-Diagramm - Leitwert-Smith-Diagramm - Darstellung von Leitwerten im Smith-Diagramm, Parallelschaltung von Bauelementen - Grundelemente unter der Lupe - Ortslinien von Induktivitäten und Kapazitäten, das Bauelement Leitung – Stubs - Anpassung mit dem L-Glied - Hilfsmittel für die Arbeit mit dem Smith-Diagramm - Software - Messtechnik

Unser gesamtes Buchprogramm finden Sie unter www.beam-verlag.de
oder bestellen Sie über info@beam-verlag.de