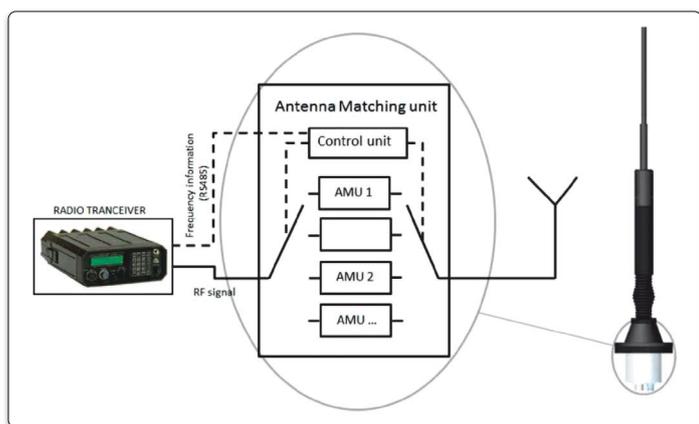


## Mit Active Matching

# Steigerung der Leistung von Breitbandantennen

Heutige Breitbandantennen, die in den VHF- und UHF-Bändern betrieben werden, sind in der Regel passiv angepasst, was praktisch eine einigermaßen gute Anpassung über eine größere Bandbreite bedeutet. Hier nun wird ein Ansatz vorgestellt, mit dem die Anpassung von Breitbandantennen effizienter erfolgen kann.



Benutzern und OEMs sollen hier die Vorteile bewusst gemacht werden, die Breitbandantennen mit aktiver Anpassung bieten können. Es wird beschrieben, wie die Gesamtleistung eines HF-Systems durch COJOTs Ansatz der Verwendung von Breitbandantennen mit aktiver Anpassung im VHF/UHF-Bereich effizient verbessert werden kann.

### Die Vorteile der Effizienzsteigerung

sind verbesserte Antennenleistung (zusätzliche Reichweite), bessere Signalqualität, geringerer Stromverbrauch oder kleinere Antennen-Designs. Es besteht ein klarer Bedarf an einem intelligenten Ansatz, der den Benutzern und OEMs von HF-Systemen zusätzliche Vorteile und ein unverzichtbares Maß an Flexibilität bietet, um mit den anspruchsvollen

Marktanforderungen Schritt zu halten.

### Der Hintergrund

ist: Die Anforderungen auf dem heutigen HF-Markt sind recht anspruchsvoll und stark diversifiziert; Geräte für Kommunikations- und elektronische Kriegsführungsanwendungen werden immer unauffälliger, die Technologie wird immer komplexer, und es werden eine bessere Abdeckung und eine höhere Kapazität über eine noch größere Bandbreite benötigt, während gleichzeitig der Stromverbrauch stark reduziert werden muss. Darüber hinaus existieren auf einer Plattform oft mehrere Funksysteme nebeneinander, was zu unerwünschten In-Band-Interferenzen führt, insbesondere dort, wo der Platz begrenzt ist.

### Die Antenne

ist ein entscheidendes Element des gesamten HF-Systems, denn sie wandelt die Leistung des Funkverstärkers in elektromagnetische Wellen um. Um eine bestmögliche Übertragung über eine große Bandbreite zu erreichen, müsste die Antenne über den gesamten Frequenzbereich, in dem sie arbeiten soll, optimal abgestimmt sein. Natürlicherweise ist eine Antenne jedoch

nur auf einer einzigen Frequenz perfekt abgestimmt, und die Anpassung einer Breitbandantenne an 50 Ohm ist somit eine Herausforderung. Im Anpassungsnetzwerk sind ohmsche Komponenten (Verlustwiderstände) unvermeidlich. Dies bedeutet, dass Kompromisse bei der Leistung eingegangen werden müssen, und je breiter das Frequenzband ist, in dem ein Signal übertragen werden muss, desto schwieriger wird eine effiziente Anpassung.

### Eine neue Art der aktiven Bandumschaltung

für VHF/UHF-Breitbandantennen wurde entwickelt, die eine effizientere Optimierung der Anpassung über einen großen Frequenzbereich ermöglicht. Diese Technologie kann die Gesamtleistung der Antenne verbessern und bietet zusätzliche Vorteile für eine höhere Effizienz, einschließlich eines geringeren Stromverbrauchs und der Möglichkeit, Strahler mit kleineren Abmessungen zu verwenden. Bei diesem Ansatz wird der gesamte Frequenzbereich in kleine Teile aufgeteilt - ja, diese Methode ist in der modernen Kommunikation in den HF-Bändern bereits weitverbreitet, aber dort ist sie viel einfacher zu implementieren. Bei modernen taktischen Funkwellenformen in den VHF- und UHF-Bändern jedoch sind die Modulationstechniken anspruchsvoller und umfassen in der Regel Techniken, die als Frequenzsprungverfahren bezeichnet werden, eine Methode, bei der das Signal schnell zwischen verschiedenen Frequenzen wechselt. Dabei ist die Zeit für den Wechsel von einem Band zum anderen wesentlich kürzer als die Zeit, die HF-Geräte benötigen. Dieser

Unterschied macht die Abstimmung von Breitbandantennen, die in den VHF/UHF-Bändern betrieben werden, zu einer Herausforderung.

### Das Prinzip des aktiven Abgleichs

kann insbesondere bei breitbandigen VHF/UHF-Antennen, die eine relativ große Betriebsbandbreite haben, zu bemerkenswerten Leistungssteigerungen führen. Die relative Bandbreite einer 30...90-MHz-Antenne beträgt zum Beispiel fast 100%. Probleme treten auf, wenn diese Breitbandantennen über die gesamte Betriebsbandbreite angepasst werden müssen. Bild 1 zeigt zum Beispiel die Impedanzanpassung (auf 50 Ohm) eines typischen VHF-Strahlers, der keine Anpassungskomponenten hat, im Frequenzbereich von 30 bis 150 MHz. Die blaue Linie stellt die Anpassung dieses VHF-Strahlers dar, und die rote Kurve zeigt die Fehlanpassungsdämpfung des Strahlers. Es gibt zwei blauschattierte Bereiche, nur dort ist die Anpassung gut. Das ist recht wenig im Vergleich zum gesamten Frequenzband, in dem diese Antenne arbeiten soll.

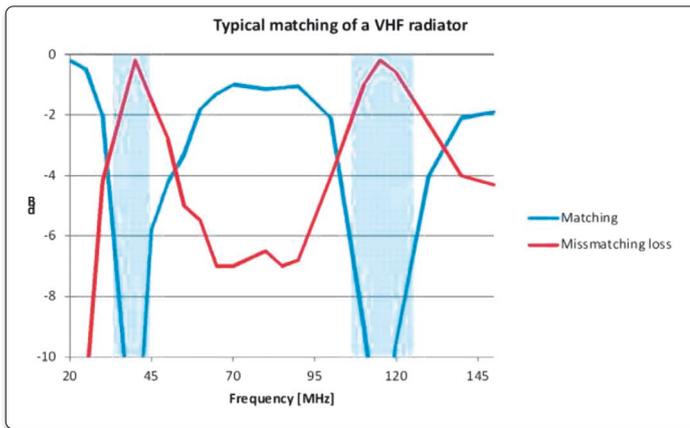
### Traditionell

erfolgt ist die Anpassung einer solchen Breitbandantenne also mit erheblichen Fehlanpassungsverlusten verbunden sind. Dies wird für die Antenne in Bild 1 noch einmal in Bild 2 im Vergleich zur einer Breitbandanpassung dargestellt (typische, vereinfachte Darstellung). In diesem Fall ist das maximale SWR auf 3 festgelegt, eine typische Anforderung in Kommunikationsanwendungen. Es ist zu erkennen, dass die Breitbandanpassung mit passiven Komponenten im Allgemeinen durch

Quelle:

„Increasing Wideband Antenna Performance With Active Matching“  
COJOT Oy  
www.cojot.com

übersetzt von FS



**Bild 1: Typisches Impedanzanpassungs-Beispiel**

den niedrigsten Frequenzbereich bestimmt wird. Die Gesamtleistung der Antenne wird dadurch erheblich beeinträchtigt, da z.B. Bereiche, in denen die Antenne von Natur aus abgestimmt ist, nicht voll ausgenutzt werden können. Dieses Manko lässt sich durch abstimmbare Anpassung vermeiden.

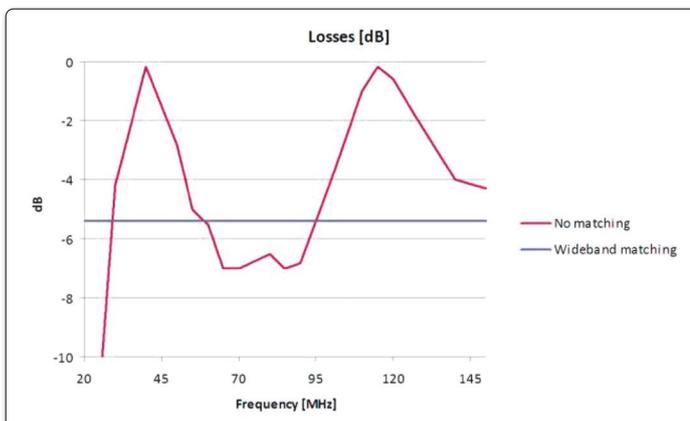
## Die Grundidee der aktiven Bandumschaltung

besteht darin, das Frequenzband in kleinere Schlitze zu unterteilen und jeden dieser Schlitze separat abzustimmen. Auf diese Weise können die Bereiche, wo die Antenne von Natur aus abgestimmt ist, vollständig genutzt und wertvolle Vorteile erzielt werden. Das Aufmacherebild zeigt das vereinfachte Prinzip einer Breitbandantenne mit aktiver Bandumschaltungstechnik. Man sieht die aktive Anpassungseinheit, die aus

einer Steuereinheit und mehreren Schmalband-Antennenanpassungseinheiten (AMUs) besteht, die zur separaten Anpassung an die jeweiligen Frequenzschlitze verwendet werden. Das vom Funkgerät abgehende HF-Signal wird an die entsprechende AMUs weitergeleitet, um im zugehörigen Frequenzschlitze anzupassen. Dieser Prozess zwischen dem Funkgerät und der Antenne findet ständig statt und basiert auf dem Steuersignal des Funkgeräts.

## Mithilfe moderner PIN-Dioden

und einer gutdurchdachten Kommunikation zwischen Funkgerät und Antenne kann die erforderliche Abstimmzeit auf ein Optimum reduziert werden. So kann z.B. bei Anwendungen mit Frequenzsprungverfahren die Umschaltung zwischen den Anpassungseinheiten mit spontanen Frequenzänderungen, die durch das Steuersignal des Funk-



**Bild 2: Fehlanpassungsverluste, horizontale Linie = SWR 3**

geräts ausgelöst werden, Schritt halten. Die Bandbreite dieser verschiedenen Anpassungseinheiten ist so ausgelegt, dass auch moderne breitbandige Wellenformen unterstützt werden.

## Dieser Ansatz

kann für die Entwicklung von VHF/UHF-Breitband-Mann-/Hand- und Fahrzeugantennen verwendet werden, die insbesondere im Frequenzbereich von 25 bis 512 MHz arbeiten. COJOT konnte die folgenden Leistungsmerkmale erzielen, in diesem Fall bezogen auf eine Antenne für den Frequenzbereich von 30 bis 90 MHz:

- im Durchschnitt 3 dB besserer Gewinn im Vergleich zu einer passiv angepassten Antenne ähnlicher Größe
- Kanalbandbreite von ca. 10 MHz, sodass Spreizspektrum-Technologien noch verwendet werden können
- Umschaltgeschwindigkeit <10  $\mu$ s, Gesamtschaltgeschwindigkeit einschließlich der Kommunikation (Senden, Empfangen, Quittieren) mit dem Funkgerät <30  $\mu$ s
- Leistungsaufnahme der Anpassungseinheit nur ca. 5 W (abhängig von der erforderlichen Übertragungs-HF-Leistungstoleranz)

## Die Vorteile

sind durchaus nennenswert: Breitbandantennen, die eine aktive Anpassung verwenden, überwinden die Unzulänglichkeiten der herkömmlichen passiven Anpassungsmethoden. Die aktive Bandumschaltung ermöglicht es, die Gesamtleistung der Antenne erheblich zu verbessern und darüber hinaus die zusätzlichen nützlichen Möglichkeiten zu berücksichtigen, die diese Technologie bietet, d.h. ihr Potenzial, den Stromverbrauch erheblich zu verringern, und ihre Fähigkeit, mit einem kleineren Strahler eine Leistung zu erzielen, die der eines längeren, passiv angepassten Strahlers entspricht.

Nachfolgend werden die vielseitigen und nützlichen Vorteile

der aktiven COJOT-Antennen für die VHF- und UHF-Bänder gegenüber einem herkömmlichen, mit passiven Antennen ausgestatteten HF-System kurz dargestellt:

1. bessere Abdeckung und größere Reichweite

erzielt im Durchschnitt einen um 3 dB besseren Gewinn entsprechend einer Verbesserung um 6 dB, wenn sie zum Senden und Empfangen eingesetzt wird, damit Verdopplung des Zellradius' und Vervielfachung der Zellenabdeckung (Bild 3)

2. geringerer Stromverbrauch

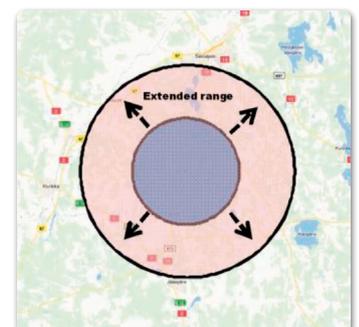
Es wird weniger Sendeleistung benötigt, um die gleiche Abdeckung zu erreichen, die die derzeitige passive Antenne bietet. Damit bei 3 dB Gewinn Verdopplung der Batterielebensdauer aktueller Funkverstärker und Ermöglichung kleinerer Kühlsysteme in künftigen Funkverstärkern.

3. kleineres Antennen-Design

Ein ähnlicher Gewinn kann mit kürzeren Strahlern erzielt werden. D.h., kleinere Antennen können in Fahrzeuganwendungen und leichtere und kompaktere Antennen in tragbaren Anwendungen verwendet werden.

4. Bessere Signalqualität und höhere Kapazität

bessere Unterdrückung von Störungen außerhalb des Bandes, da die Antenne zu diesem Zeitpunkt nur in einem kleinen Bereich des gesamten Frequenzbereichs in Betrieb ist ◀



**Bild 3: Vergrößerung der Funkreichweite**