Application Note

WE-MCA Multilayer-Chipantenne Platzierung und Anpassung

ANP057 MUHAMMAD ALI KHALID // SIMON MARK // DR. RICHARD BLAKEY

1 Einleitung

Der Trend zur Miniaturisierung von drahtlosen Kommunikationsvorrichtungen führt zu verringerten PCB-Größen und erhöhten Komponentendichten. Obwohl dieser Übergang zur miniaturisierten Technologie viele Bereiche des elektronischen Designs unterstützt hat, beschränkt er das RF-Frontend-Design. Aufgrund der Art und Weise wie elektromagnetische Signale gesendet und empfangen werden, interagieren sie und werden von der gesamten Umgebung beeinflusst und sind extrem empfindlich gegenüber elektromagnetischen Feldern. Dies stellt HF-Ingenieure bei der Design-Integration vor große Probleme, sofern eine kleine Antenne mit guter Verstärkung und hohe Effizienz in einem definierten Frequenzbereich gefordert wird. Multilayer-Chip-Antennen sind eine interessante Wahl für Ingenieure, die durch Kosten- und Platzanforderungen in der drahtlosen Systemgestaltung eingeschränkt sind Insbesondere gilt dies für Niedrigtemperatur-Co-fired-Ceramic (LTCC) -Vielschicht-Chipantennen, die aus mehreren dielektrischem Materialschichten gebildet und anschließend zu einer monolithischen Struktur gepresst und gebrannt werden. Jede dielektrische Schicht hat eine strukturierte Metallisierung auf der Oberfläche, die durch Vias mit anderen Schichten verbunden ist. Die Schichten und Vias bilden letztendlich eine Helix-Multilayer-Antenne. Dieser Anwendungshinweis erklärt, wie Sie die maximale Leistung der Würth Elektronik WE-MCA Multilayer Chip Antenne in Bezug auf die Platzierung der Antenne auf einer Leiterplatte und die effektive Impedanzanpassung erzielen.

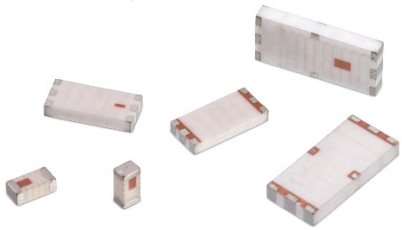

Abbildung 1: Die WE-MCA Multilayer-Chip-Antenne

2 Antennendesign und -simulation

Die Bedeutung der Antennenplatzierung wird verständlich, wenn man den Aufbau und das Funktionsprinzip einer Antenne genauer betrachtet. Zu diesem Zweck wurde die Multilayer Chip Antenne WE-MCA 748 893 02 45 von Würth Elektronik in einem 3D elektromagnetischen Design Tool simuliert, um elektromagnetische Felder und Strahlungsmuster zu veranschaulichen. Die Multilayer-Chip-Antenne besteht aus metallischen Schichten, die durch Vias verbunden sind und von Keramik umgeben sind (Abbildung 2). Die inneren Leiter und Vias bilden die strahlende, mehrschichtige Mäanderstruktur. Elektromagnetische Felder werden durch die Ströme am Innenleiter erzeugt (Abbildung 3). Diese selbstschwingende Mäanderstruktur ermöglicht es, dass die Komponente kleiner als eine Monopolantenne ist, während eine vergleichbare Leistung erreicht wird. Die Antenne ist für den Betrieb bei einer Mittenfrequenz von 2,45 GHz (Bluetooth / Wi-Fi) sowie mit einer 10 dB-Bandbreite von mehr als 250 MHz mit mehr als 30 dB Rückflussdämpfung ausgelegt, wie die simulierten S-Parameter zeigen (Abbildung 4).

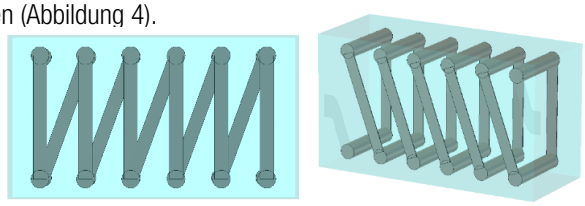

Abbildung 2: Interne Struktur der WE-MCA Multilayer-Chip-Antenne (748 893 02 45)

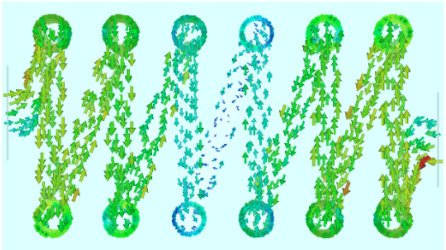

Abbildung 3: Simulierter Oberflächenstrom der WE-MCA bei einer Frequenz von 2,45 GHz

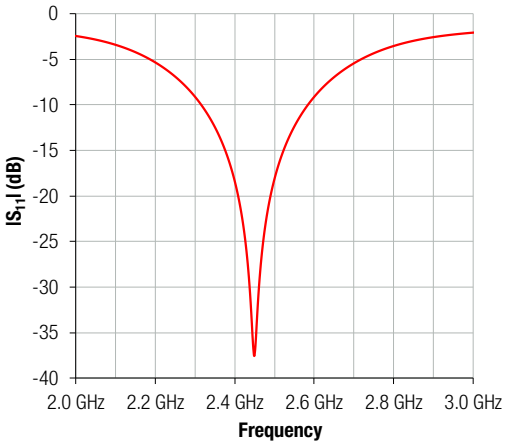

Abbildung 4: Simulierte S11- und S21-Parameter der WE-MCA (748 893 02 45) Multilayer-Chip-Antenne

Application Note

WE-MCA Multilayer-Chipantenne Platzierung und Anpassung

WÜRTH ELEKTRONIK

3 Überlegungen zur Platzierung der Antennenplatine

Die kritische Phase der Produktentwicklung einer Antennenanwendung stellt das Design der Platine und des Gehäuses dar. Antennen können extrem empfindlich auf Strom und Masse reagieren, wenn sie als λ/4-Monopolantenne funktionieren. Wenn jedoch die Abmessungen der Zuleitung und der Masseebene beim Entwurf einer Chip-Antennen-PCB sorgfältig und vorausschauend berücksichtigt werden, kann eine mit einer λ/2-Dipolantenne eine vergleichbare Leistung erreicht werden. Die richtige Positionierung ist entscheidend, um eine optimale Antennenverstärkung und -leistung zu erzielen. Im Allgemeinen gilt: Je näher ein geerdetes leitfähiges Material an der Antenne platziert wird, desto geringer wird die Leistung ausfallen.

3.1. Eckplatzierung

Die Platzierung der Antenne in einer Ecke der Platine ist im Allgemeinen die beste Variante und führt typischerweise zu einem besseren Antennengewinn. Wenn sich die Antenne in einer Ecke befindet, wird sie nur auf zwei Seiten von einer Erdungsebene umgeben. Um eine bestmögliche Antennenleistung zu erzielen, sollten die Designhinweise gemäß Abbildung 5 beachtet werden.

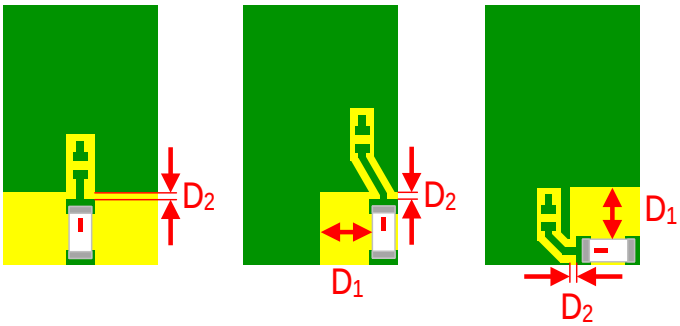

Abbildung 5: Konstruktionsregeln für die Eckplatzierung. D1 > 2W; D2 = 0.5 – 1 mm; und A1 = 1 – 2 mm² (gelbe Oberfläche), W = Antennenbreite

3.2. Seitliche Platzierung

Sollte diese Art der Platzierung nicht möglich sein, so kann die Antenne stattdessen auf der Seite der Leiterplatte angeordnet sein, wo sie auf drei Seiten von der Massefläche umgeben ist. Allerdings muss mit einer geringeren Antennenleistung gerechnet werden. Um auch in dieser Position eine bestmögliche Sendeleistung gewährleisten zu können, sollte man die in Abbildung 6 dargestellten Entwurfsvorgaben einhalten.

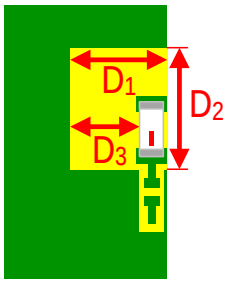

Abbildung 6: Konstruktionsregeln für die seitliche Platzierung. Wo, D1 > 4W; D2 > 2L; und D3 > 3W. L = Antennenlänge

3.3. GND-Lagen-Platzierung

In ungünstigen Fällen kann die Antenne über oder zwischen den Platinenebenen angeordnet werden. Hier sei allerdings daran erinnert, dass eine Metallfläche oder eine Batterie über oder unter der Antenne ebenfalls zu einer erheblichen Verschlechterung der Antennenleistung führt. Sollte es keine andere Alternative geben, als den Bereich über oder unter der Antenne zu nutzen, muss während der Entwurfs- und Prototypstufen eine ausreichende große Antennenverstärkungsleistung sichergestellt werden. In diesem Fall müssen die Masseflächen mindestens 6 mm über oder unter der Antennenfläche liegen (Abbildung 7).

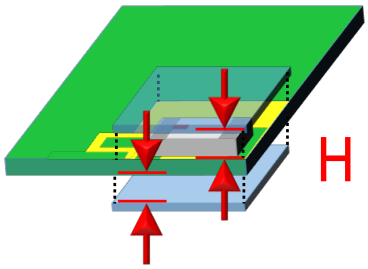

Abbildung 7: Konstruktionsregeln bei Überlappung von Metallflächen und GND-Lagen. H > 6 mm

3.4. Platzierung im Gerätegehäuse

Besondere Überlegungen müssen angestellt werden, sobald eine Antenne in ein Gehäuse integriert wird. Ein vollständiges Ummanteln der Antenne in einem (Metall-)gehäuse ist auszuschließen, da hierbei der Großteil der Antennenleistung ins Gerät zurückreflektiert wird. Gehäuse aus nichtleitenden Materialien wie Kunststoff und Glas lassen sich ungleich einfacher ins Gehäusedesign integrieren als leitfähige Materialien. Hinzu kommt, dass abhängig von der Permittivität des nichtleitenden Materials und der Nähe zur Antenne signifikante Frequenzverschiebungen von mehreren hundert MHz auftreten können. Dies wiederum hätte zur Folge, dass eine Korrektur mit einer geeigneten Impedanzanpassung vorgenommen werden müsste.

Application Note

WE-MCA Multilayer-Chipantenne Platzierung und Anpassung

WÜRTH ELEKTRONIK

4 Impedanzanpassungen sind unvermeidbar

Wenn eine Chipantenne entworfen wird, werden die elektrischen Spezifikationen gewöhnlich auf einer Testplatine im freien Raum gemessen. Diese decken sich allerdings nicht mit den realen Bedingungen und führen dazu, dass für die Antenne Impedanzanpassungen vorgenommen werden müssen. Wenn eine Chipantenne entworfen wird, werden die elektrischen Spezifikationen gewöhnlich auf einer Testplatte eines Herstellers im freien Raum gemessen. In Wirklichkeit wird eine Antenne in einer Umgebung betrieben, die zu einer Impedanztransformation führt, unabhängig davon, ob dies beabsichtigt ist oder nicht, wobei die Impedanzfehlanpassung für jedes Gerät unterschiedlich ist. Die Antennen-Rückflussdämpfung ist ein gutes Maß dafür, wie gut eine Antenne an ihre Zuleitung angepasst ist. Die Rückflussdämpfung quantifiziert die Energiemenge, die von der Antennenfehlanpassung zurück zur Quelle reflektiert wird (Gleichung 1). In einer idealen Welt würde eine perfekt angepasste Antenne 100% der einfallenden Energie mit 0% Rückflussdämpfung übertragen. Da keine Komponenten ideal sind, entstehen immer unerwünschte Verluste. Eine Rückflussdämpfung von 10 dB ist akzeptabel und bedeutet 90% Leistungsübertragung, während eine Rückflussdämpfung von 20 dB einer 99% -igen Leistungsübertragung entspricht.

$$\text{Return Loss (dB)} = 10 \log \frac{P_{incident}}{P_{reflected}} \qquad (1)$$

Die Impedanzanpassung wird also durchgeführt, um Fehlanpassungen zu verringern, die durch Platinenplatzierung, die umgebenden Komponenten, das Gehäuse und das Vorhandensein oder Fehlen von überlappenden Grundflächen verursacht werden. Dies macht u.a. eine zusätzliche Kapazität oder Induktivität – ergänzend zur Antennenschaltung – erforderlich, die sicherstellt, dass Spannung und Strom in Phase sind. Diese Vorgehensweise minimiert die Menge an reflektierter Leistung und verbessert das Stehwellenverhältnis (VSWR).

Im Zuge der Konstruktion und Entwicklung eines Produktes muss bei der Leiterplattenkonstruktion Platz für HF-Induktivitäten und/oder -Kondensatoren vorgesehen werden. Außerdem müssen deren Werte während der Prototypingphase bestimmt und anschließend optimiert werden. Entsprechende Anpassungsnetzwerke werden so nah wie möglich an der Last oder Quelle implementiert werden, da die Länge der Speiseleitung sich auf die Impedanzanpassung und die Leistungsübertragung auswirkt. Bei Mikrowellenfrequenzen ändert sich die Eingangsimpedanz in Bezug auf die Entfernung von der Quelle, sofern die Übertragungsleitung nicht an die Last/Quelle mit der charakteristischen Impedanz angepasst ist.

Die Impedanz kann mit Hilfe von Vektor-Netzwerk-Analysatoren (VNAs) gemessen werden, welche die Amplitude und den Phasenwinkel eines Systems messen. Die Messungen können in einer Reihe von Formaten angezeigt werden, aber S-Parameter und das Smith-Diagramm sind die nützlichsten Werkzeuge, sobald die Impedanz einer Antenne angepasst werden muss.

4.1. S-Parameter

S-Parameter sind Teil einer größeren Gruppe ähnlicher Parameter wie Z-Parameter oder Y-Parameter. Zum Einsatz kommen dabei angepasste Lasten, um ein System zu charakterisieren. Bei S-Parametern wird das System, das eine beliebige Anzahl und Vielzahl von Komponenten enthält, als Blackbox mit Ports behandelt. S11 liefert Informationen über die Menge an Leistung, die zurück zum Port reflektiert wird (Rückflussdämpfung), während S21 die Leistung benennt, die von Anschluss 1 nach Anschluss 2 übertragen wird (Einfügungsdämpfung). Die entsprechenden Messungen werden als eine komplexe Zahl dargestellt und liefern Aussagen über Größe und Phasenwinkel. Diese komplexe Zahl kann entweder in kartesischer Form angezeigt werden, wobei Größe und Phase in Dezibel und Grad dargestellt werden, oder in polarer Form, wobei ein Datenpunkt eine Messung bei einer definierten Frequenz oder einen Ort für ein Datenspektrum darstellt.

4.2. Smith-Diagramme

Das Smith-Diagramm ist ein grafisches Werkzeug, das die komplexen Impedanzen in polarer Form darstellt und von HF-Ingenieuren häufig verwendet wird, um Probleme der Leitungstheorie leichter lösen zu können. Die wahre Stärke der Smith-Diagramme liegt aber in ihrer Fähigkeit, mehrere Parameter von Interesse gleichzeitig anzuzeigen. Einige dieser Parameter umfassen Impedanz, Admittanz, S-Parameter, VSWR und konstante Gewinnkreise. Betrachtet man ein Smith-Diagramm, so kann die Ansammlung von Kreisen, Bögen und Linien einen anfangs ziemlich einschüchtern. In Wirklichkeit müssen jedoch nur ein paar einfache Dinge verstanden werden, um sie richtig zu interpretieren: Die roten Kreise und roten Bögen, die in einem Smith Diagramm zu sehen sind, sind Widerstands- bzw. Reaktanzlinien und berühren immer den Diagrammumriss im 90°-Winkel. Es muss daran erinnert werden, dass der Widerstand und die Reaktanz konstant bleiben, wenn die Bewegung entlang dieser Kreise und Bögen verläuft. In ähnlicher Weise werden die blauen Kreise und Kurven, die den Umriß des Smith-Diagramms im 270º-Winkel berühren, Leitwert- und Blindleitwertlinien genannt. In der Mitte des Smith-Diagramms befindet sich der 50-Ω-Punkt, der auch der Punkt von Interesse ist, da die charakteristische Impedanz (Z0) von Antennen fast immer 50 Ω beträgt. Sobald eine Messung durchgeführt wurde, erscheint sie auf dem Smith Chart als komplexe Impedanz mit resistiven und reaktiven Komponenten. Das Ziel ist, die Impedanz in Bezug auf die Antennenbetriebsfrequenz zur Mitte des Smith-Diagramms (50 Ω) hin zu bewegen. Dies kann unter Verwendung von HF-Induktivitäten und/oder Kondensatoren erreicht werden. Ein Pi-Netzwerk ist für diesen Zweck besonders nützlich, da es sehr flexibel für das Abstimmen von Antennen auf 50 Ω von fast jedem anderen Wert verwendet werden kann.

Application Note

WE-MCA Multilayer-Chipantenne Platzierung und Anpassung

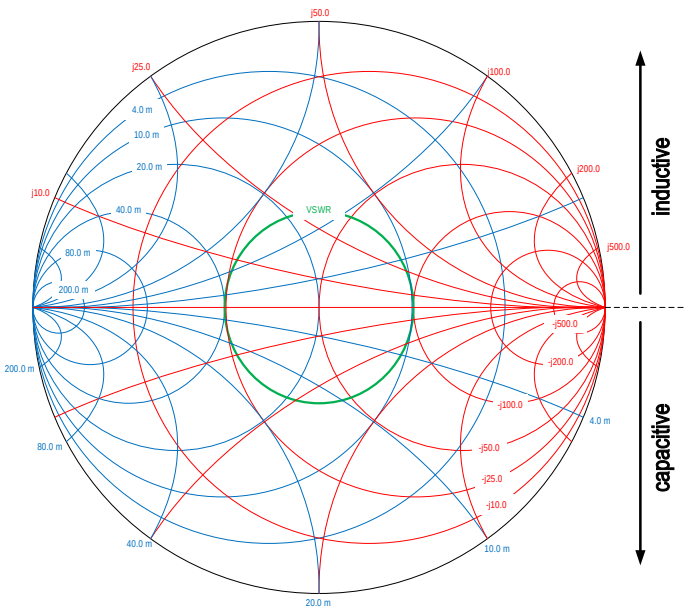

Abbildung 8: Beispiel eines Smith Chart mit Leitwert- und Blindleitwertlinien (blau) sowie Widerstands- und Reaktanzlinien (rot). Zusätzlich enthält dieses Smith-Diagramm einen VSWR-Kreis (grün)

In typischen Szenarien werden nur zwei reaktive Komponenten (Induktivität und Kondensator) benötigt, um die Impedanz an 50 Ω anzupassen, aber ein Pi-Netzwerk sollte immer im PCB-Design implementiert werden, um später im Entwicklungsprozess maximale Flexibilität zu bieten. Anhand der Prinzipien in Abbildung 9 kann visualisiert werden, welche Komponenten in welcher Topologie verwendet werden müssen, um die gewünschte Übereinstimmung zu erzielen.

5 WE-MCA passendes Beispiel

Bekannt sind nun die Designregeln, die benötigt werden, um die besten Leistungsmerkmale der WE-MCA zu erreichen. Im Folgenden wird ein Beispiel für den Matching-Prozess demonstriert. Grundlage ist dabei eine Demonstrationsplatine mit HF-Induktivitäten aus dem SMD-Induktivitäts-Design-Kit WE-MK (744 784 A) von Würth Elektronik sowie ein Vektor-Netzwerkanalysator (VNA) vom Typ Keysight E5071C.

Der VNA wurde vor der Kalibrierung auf einen Frequenzbereich eingestellt, der das gesamte interessierende Band und ein wenig mehr abdeckt. Im konkreten Fall deckt die WE-MCA (748 891 02 45) einen Frequenzbereich von 2,4 bis 2,5 GHz ab, so dass der VNA auf 2 bis 3 GHz eingestellt wurde. Es ist wichtig, den VNA gemäß den Herstellerspezifikationen korrekt zu kalibrieren, um die durch das Verbindungskabel verursachte Phasenverschiebung auszugleichen. Ohne eine korrekte Kalibrierung ist es immer noch möglich, eine angepasste Antenne zu erhalten, aber es wird sehr viel schwieriger sein, die Smith-Chart-Daten zu interpretieren. Um die Qualität der Kalibrierung zu überprüfen, können eine kurzgeschlossene, ferner eine offene Last und anschließend eine definierte Last an das Kabel

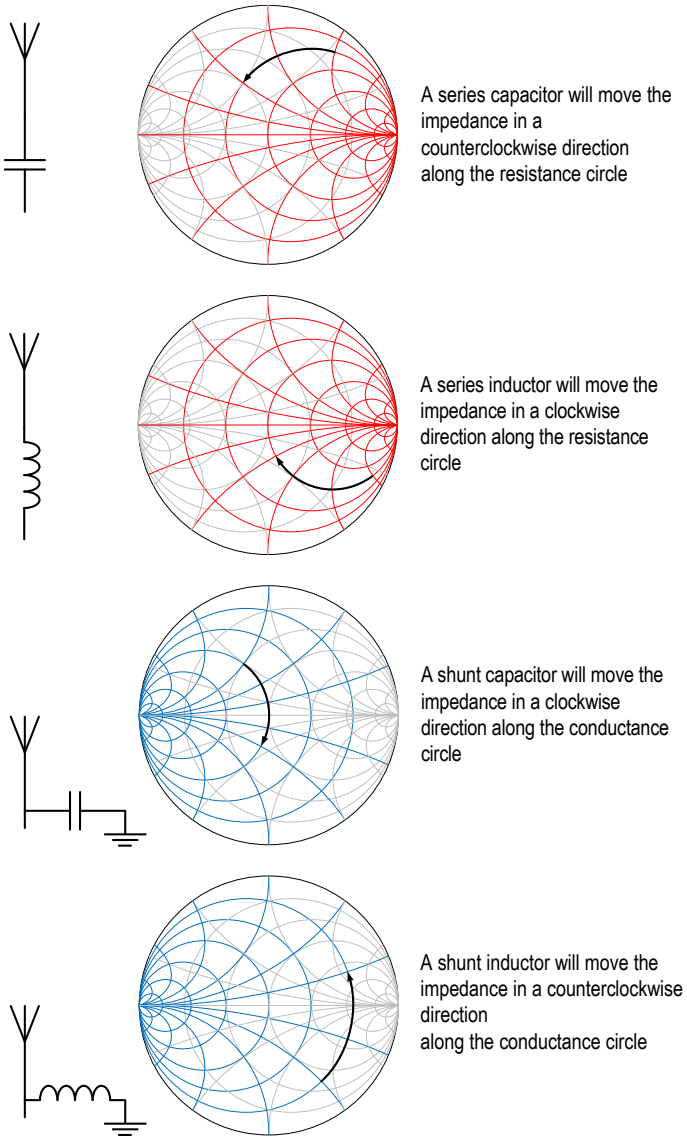

Abbildung 9: Die Auswirkung passiver Komponenten auf die Impedanz des Anpassnetzwerkes

angeschlossen und die Messungen im Smith-Diagramm angezeigt werden. Die Kurve sollte links (kurz), rechts (offen) und zentriert (Last) des Smith-Diagramms erscheinen, wenn die Kalibrierung korrekt ist. Danach werden Marker im unteren und oberen Frequenzbereich der Antenne gesetzt.

Bei Antennen mit niedrigerer Frequenz ist es möglich, einen 0-Ω-Widerstand zu verwenden, um das Pi-Netzwerk kurzzuschließen, um zu sehen, wie die Antenne ohne ein passendes Netzwerk arbeitet. Bei höheren Frequenzen wird jedoch die parasitäre Induktivität eines 0-Ω-Widerstands signifikant genug, um das Netzwerk zu beeinflussen. Daher kann ein Kondensator mit seiner Eigenresonanzfrequenz bei der Antennenfrequenz als Kurzschluss verwendet werden.

Application Note

WE-MCA Multilayer-Chipantenne Platzierung und Anpassung

Theoretisch sollte, wenn der Kondensator an seinem SRF verwendet wird, die Impedanz resistiv und nicht reaktiv sein. Obwohl der Kondensator eine ohmsche Impedanz hat, arbeitet er bei diesen Frequenzen als Kurzschluss ohne reaktives Element. Dies ist besser als ein Widerstand mit parasitärer Reaktanz. Für das konkrete Beispiel wurde ein 15-pF-HF-Kondensator verwendet: Die Messungen der S-Parameter und der komplexen Impedanz entsprechend dabei der Abbildungen 11 und Abbildung 12.

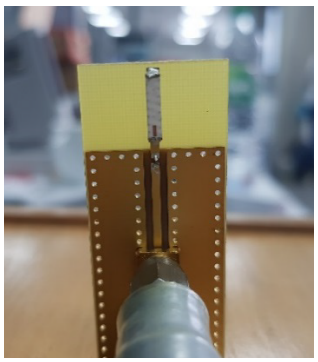

Abbildung 10: Kurzschluss des Anpassungsnetzwerkes mit einem 15 pF Kondensator

Die Messkurven liefern wichtige Informationen über die Impedanz der Antenne in der wirklichen Applikation und zeigen an, welche Kapazität und Induktivität zu der Anpassungsschaltung hinzugefügt werden müssen, um die Markierungen in die Mitte des Smith-Diagramms zu bringen; also, um eine angepasste Impedanz zu erreichen. Software und Online-Tools können auch verwendet werden, um die Komponentenwerte auszuwählen. Aus dem Smith Chart kann man ablesen, dass konkret 4,8 nH der Parallelinduktivität und 1,6 pF der Reihenkapazität hinzugefügt werden müssen, um die Spannung und den Strom für maximale Antenneneffizienz in Phase zu bringen. Da Standard-HF-Induktivitäten und -Kondensatoren nur in einer begrenzten Anzahl an Werten verfügbar sind, wurden hier eine 4,7-µH-Induktivität und ein 1,5-pF-Kondensator verwendet.

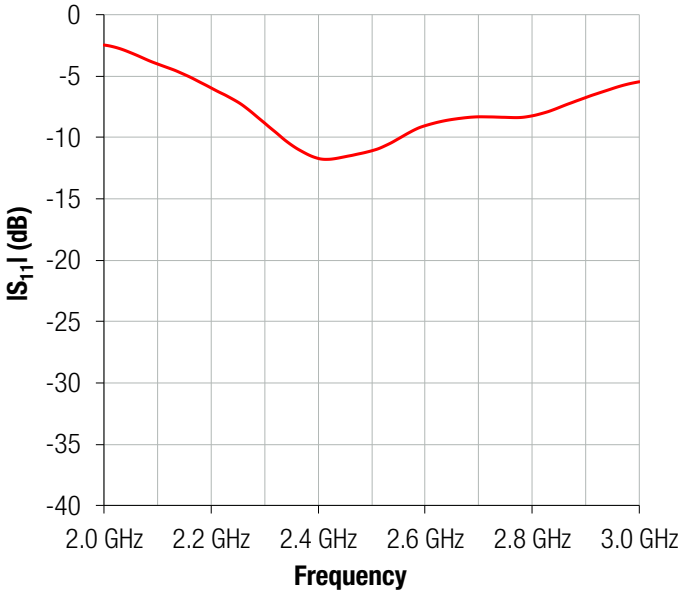

Abbildung 11: Die S11-Parameter der kurzgeschlossenen WE-MCA

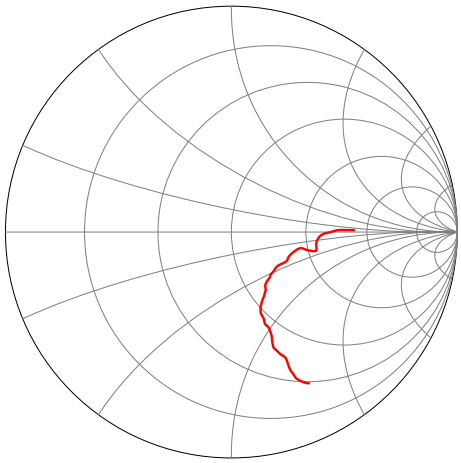

Abbildung 12: Die komplexe Impedanz in einem Smith Chart der kurzgeschlossenen WE-MCA

Application Note

WE-MCA Multilayer-Chipantenne Platzierung und Anpassung

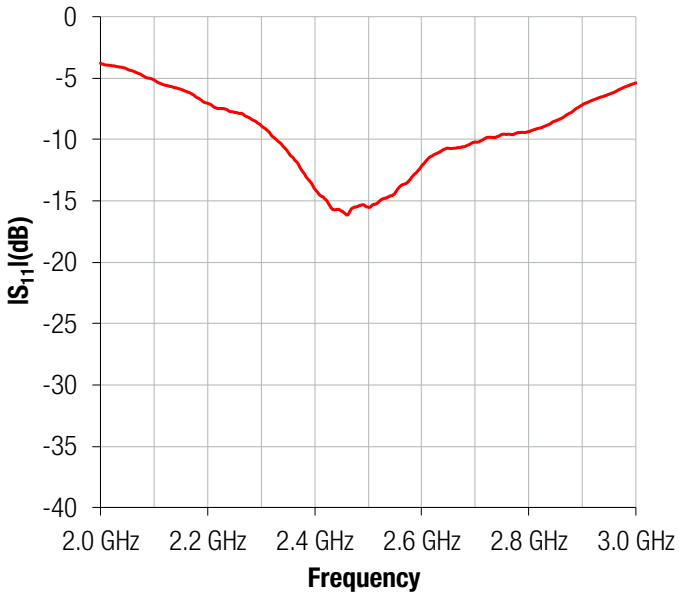

Abbildung 13: Die S11-Parameter der teilweise angepassten WE-MCA

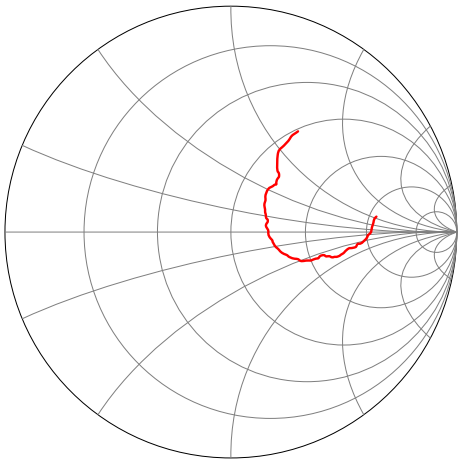

Abbildung 14: Die komplexe Impedanz in einem Smith-Diagramm der teilweise übereinstimmenden WE-MCA

Die im Anschluss gemessenen S-Parameter entsprechen der roten Linie in Abbildung 16. Man erkennt, dass, obwohl die WE-MCA besser funktioniert als die nicht angepasste Antenne, die Anpassung von Verstärkung und Impedanz immer noch suboptimal ist. Hier zahlen sich Wissen, Praxis und Erfahrung bei der Optimierung der -Schaltung aus. Es wird normalerweise eine gewisse Anzahl von iterativen Schritten benötigen, um eine optimale Anpassung zu erreichen. Im behandelten Beispiel wurde die 4,7-nH-Induktivität durch eine 3,9-nH-Induktivität ersetzt und die Antenne neu gemessen.

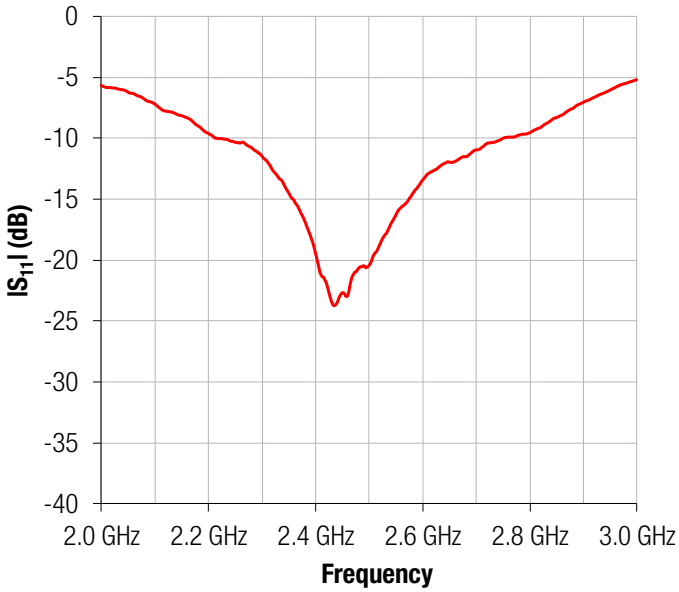

Abbildung 15: Die S11-Parameter des nicht optimal abgestimmten WE-MCA

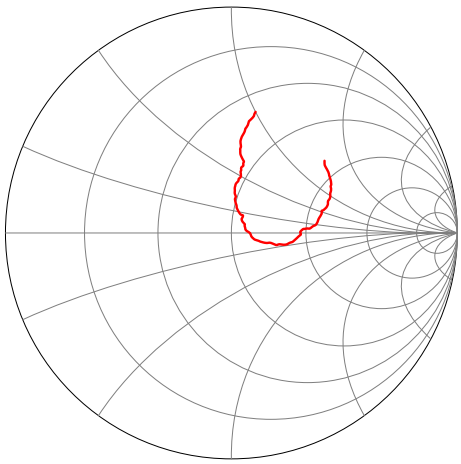

Abbildung 16: Die komplexe Impedanz in einem Smith-Diagramm der suboptimal angepassten WE-MCA

Das Ergebnis entspricht nun der roten Linie: Die Impedanz stimmt zwar nahezu überein, die Rückflussdämpfung jedoch liegt nicht unter 25 dB. Dies wird für die meisten Anwendungen, bei denen eine große Bandbreite benötigt wird, mehr als ausreichend sein. Im letzten Schritt, wurde die Induktivität des Anpassungsnetzwerkes durch Austauschen der 3,9 nH-Induktivität mit einer 3,3 nH-Induktivität zu verringert.

Application Note

WE-MCA Multilayer-Chipantenne Platzierung und Anpassung

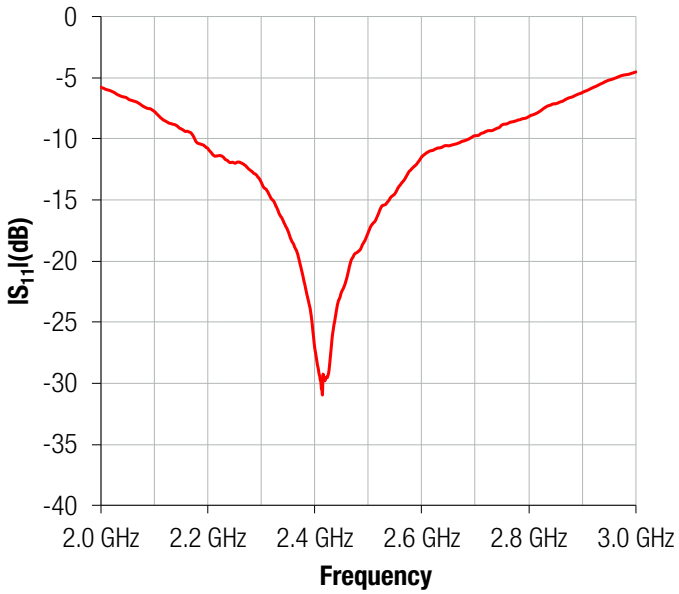

Abbildung 17: Die S11-Parameter der optimal aufeinander abgestimmten WE-MCA

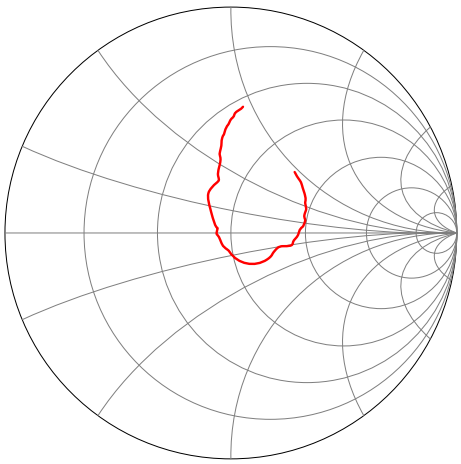

Abbildung 18: Die komplexe Impedanz in einem Smith-Diagramm der optimal angepassten WE-MCA

Dies führte zu einer nahezu optimalen Impedanzanpassung, da der Datenpunkt der Resonanzfrequenz nun sehr nahe an der Mitte des Smith-Diagramms (Abbildung 18) liegt. Für die Rückflussdämpfung gilt nun ein Wert von etwa 30 dB unter Beibehaltung einer 10-dB-Bandbreite von 500 MHz (Abbildung 17). Das Beispiel zeigt, wie wichtig es ist, Theorie und einen iterativen Prozess zusammenzubringen, um eine optimale Antennenleistung zu erzielen (Abbildung 20). Weiterhin sollte beachtet werden, dass dieser Abgleichprozess möglicherweise in zahlreichen Phasen des Entwurfsprozesses zur Systemverifizierung wiederholt werden muss.

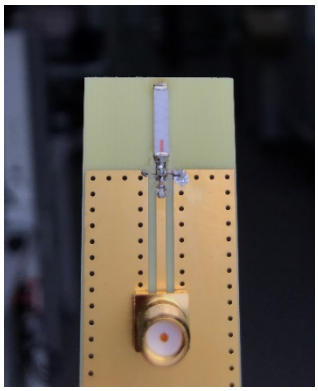

Abbildung 19: Belegung des Anpassungsnetzwerkes mit einem 3,3 nH-Induktor und einem 1,5 pF-Kondensator

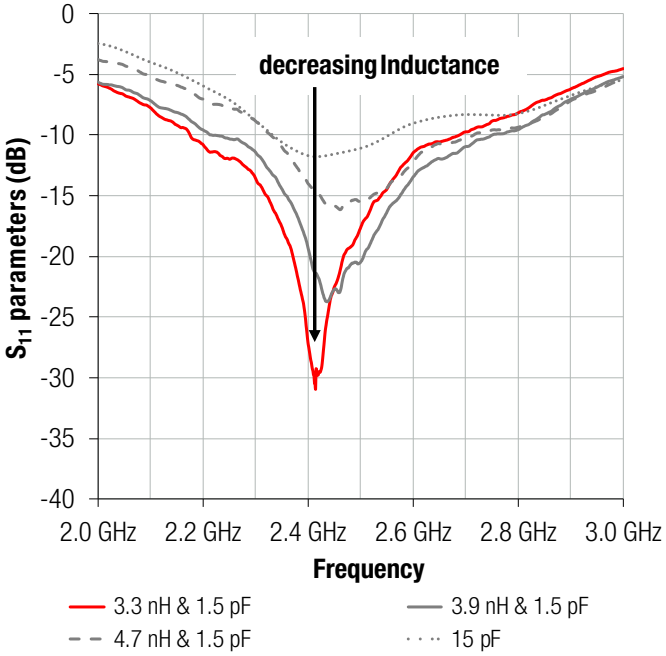

Abbildung 20: Der Effekt der abnehmenden Parallelinduktivität im Anpassungsnetzwerk einer WE-MCA Multilayer-Chip-Antenne

6 Zusammenfassung

Die WE-MCA Multilayer-Chip-Antenne kann für eine Vielzahl von drahtlosen Datenanwendungen wie Bluetooth, GSM, ZigBee und WLAN verwendet werden. Ihr Vorteil liegt in ihrem niedrigen Profil und Gewicht bei gleichzeitig hoher Verstärkung und Temperaturstabilität. Vor allem kann die Chipantenne ohne großes Fachwissen oder tiefe HF-Kenntnisse einfach implementiert werden, während die Leistung beibehalten wird. Auch die Anpassung der WE-MCA Multilayer-Chip-Antennen kann ein einfacher Prozess sein, wenn die Grundlagen der Impedanzmessung und -anpassung verstanden sind und ein logischer iterativer Prozess folgt.

Application Note

WE-MCA Multilayer-Chipantenne Platzierung und Anpassung

WÜRTH ELEKTRONIK

A. Anhang

A.1. Bibliographie

[1] W. N. Caron and A. R. R. League, *Antenna Impedance Matching*. American Radio Relay League, 1989.

[2] B. S. Yarman, *Design of Ultra Wideband Antenna Matching Networks: Via Simplified Real Frequency Technique*. Springer Netherlands, 2008.

A.2. Stückliste

Index	Bezeichnung	Größe	Wert	Bestellcode
	WE-MCA	7 x 2 mm	SMD Chip-Antenna, 2400-2500 MHz	748 891 02 45
	WE-MK Design Kit		WE-MK 0402 (A-type) Multilayer Ceramic SMD Inductors	744 784 A
	Evaluation Board			748 891 0EB

Application Note

WE-MCA Multilayer-Chipantenne Platzierung und Anpassung

WICHTIGER HINWEIS

Der Anwendungshinweis basiert auf unseren Kenntnissen und Erfahrungen mit typischen Anforderungen in diesen Bereichen. Es dient als allgemeine Richtlinie und sollte nicht als Verpflichtung für die Eignung für Kundenanwendungen von Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG verstanden werden. Die Informationen in dem Anwendungshinweis können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Dieses Dokument und Teile davon dürfen nicht ohne schriftliche Genehmigung reproduziert oder kopiert werden, und der Inhalt darf weder an Dritte weitergegeben noch zu unbefugten Zwecken verwendet werden.

Die Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG und ihre Tochter- und Schwestergesellschaften (WE) haften nicht für Hilfeleistungen jeglicher Art. Kunden können die Hilfe und Produktempfehlungen von WE für ihre Anwendungen und ihr Design nutzen. Die Verantwortung für die Anwendbarkeit und Verwendung von WE-Produkten in einem bestimmten Kundenentwurf liegt stets ausschließlich im Verantwortungsbereich des Kunden. Aufgrund dieser Tatsache ist es Sache des Kunden, gegebenenfalls zu bewerten und zu untersuchen, ob das Gerät mit den in der Produktspezifikation beschriebenen spezifischen Produkteigenschaften gültig und für die jeweilige Kundenanwendung geeignet ist oder nicht.

Die technischen Daten sind im aktuellen Datenblatt der Produkte angegeben. Daher müssen die Kunden die Datenblätter verwenden und werden darauf hingewiesen, dass die Datenblätter aktuell sind. Die aktuellen Datenblätter können unter www.we-online.com heruntergeladen werden. Die Kunden müssen alle produktspezifischen Hinweise, Vorsichtshinweise und Warnungen genau beachten. Wir behalten uns das Recht vor, Korrekturen, Änderungen, Verbesserungen, Verbesserungen und andere Änderungen an seinen Produkten und Dienstleistungen vorzunehmen.

WE GARANTIERT ODER GARANTIERT NICHT, DASS EINE LIZENZ, WEDER AUSDRÜCKLICH NOCH STILLSCHWEIGEND, UNTER EINEM PATENTRECHT, COPYRIGHT, MASKENARBEITSRECHT ODER ANDEREN GEISTIGEN EIGENTUMSRECHT IN BEZUG AUF JEDE KOMBINATION, MASCHINE ODER PROZESS, IN DEM WE PRODUKTE ODER DIENSTLEISTUNGEN VERWENDET WERDEN, GEWÄHRT WIRD. INFORMATIONEN, DIE VON DRITISCHEN PRODUKTEN ODER DIENSTLEISTUNGEN VERÖFFENTLICHT WERDEN, DARF KEINE LIZENZ FÜR DIE BENUTZUNG SOLCHER PRODUKTE ODER DIENSTLEISTUNGEN ODER EINE GEWÄHRLEISTUNG ODER VERPFLICHTUNG DAVON SEIN. WE-Produkte sind nicht zur Verwendung in sicherheitskritischen Anwendungen zugelassen, oder wenn ein Ausfall des Produkts vernünftigerweise zu schweren Verletzungen oder zum Tod führen kann. Darüber hinaus sind WE - Produkte weder für den Einsatz in Bereichen wie Militär, Luftfahrt, Luftfahrt, Nuklearkontrolle, U - Boot, Transport (Fahrzeugkontrolle, Zugkontrolle, Schiffskontrolle), Transportsignal, Katastrophenschutz, Medizin, öffentliches Informationsnetz usw. Der Kunde hat WE vor dem Design-In-Stadium über die Absicht einer solchen Nutzung zu informieren. Bei bestimmten Kundenanwendungen, die ein sehr hohes Sicherheitsniveau erfordern und bei denen die Fehlfunktion oder das Versagen einer elektronischen Komponente das Leben oder die Gesundheit von Menschen gefährden kann, müssen Kunden sicherstellen, dass sie über die notwendigen Fachkenntnisse hinsichtlich der Sicherheit und der Vorschriften ihrer Anwendungen verfügen. Kunden erkennen an und stimmen zu, dass sie allein für alle rechtlichen, regulatorischen und sicherheitsrelevanten Anforderungen in Bezug auf ihre Produkte und jegliche Verwendung von WE-Produkten in solchen sicherheitskritischen Anwendungen verantwortlich sind, und zwar unabhängig von anwendungsbezogenen Informationen oder Unterstützung durch WE. KUNDEN MÜSSEN WE GEGENÜBER JEGLICHEN SCHÄDEN, DIE SICH AUS DER VERWENDUNG UNSERER PRODUKTE IN DIESEN SICHERHEITSKRITISCHEN ANWENDUNGEN ERGEBEN, VERTEIDIGEN.

NÜTZLICHE LINKS

Anwendungshinweise
www.we-online.com/appnotes

REDEXPERT Design Werkzeug
www.we-online.com/redexpert

Toolbox
www.we-online.com/toolbox

Produkt Katalog
www.we-online.com/products

KONTAKT INFORMATIONEN

appnotes@we-online.com
Tel. +49 7942 945 - 0

Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG
Max-Eyth-Str. 1 · 74638 Waldenburg · Germany
www.we-online.com