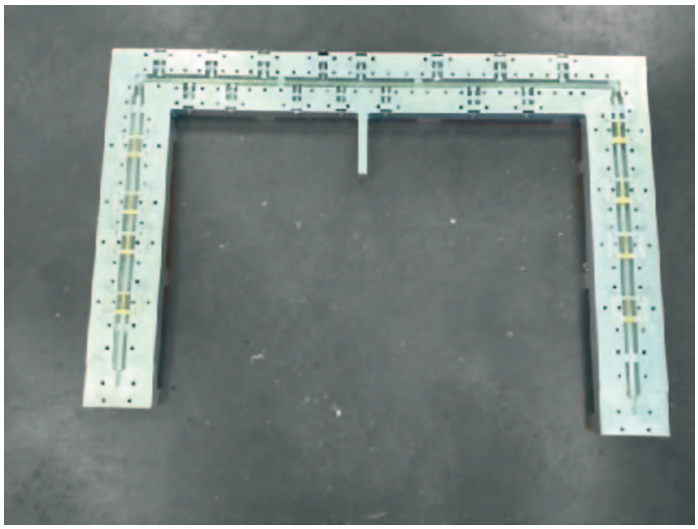
Eine Erfolgs-Story:

Komplexes UWB-Filter in Rekordzeit entwickelt

RF Microtech ist ein Dienstleister für die Entwicklung kundenspezifischer HF- und Mikrowellen-Produkte für Industriebetriebe und Systemintegratoren.



Für die Organisatoren der Messe Expo Milano 2015 meisterte man eine ganz besondere Herausforderung: Entwurf, Simulation, Optimierung, Herstellung und Test eines ultrabreitbandigen Filters (Ultra-Wideband Filter, UWB) zur Unterdrückung von fünf einzelnen Bändern zwischen 80 MHz und 6 GHz.

Die Expo Milano ist eine bedeutende Messe. Die Veranstalter schließen Verträge mit verschiedenen Anbietern mobiler Services ab, um während der Ausstellung entsprechende Stationen zur Verfügung zu haben, welche eine Rundumversorgung mit mobilen Services sicherstellen. Zusätzlich setzt der Sicherheitsdienst für die italienische Regierung mobile Basisstationen einschließlich eines öffentlichen Sicherheitsnetzwerks (Public Safety Network) gemäß Bild 1 ein, welche strategisch platziert werden, um die entsprechende Kommunikation rund um das Ereignis sicherzustellen. Dabei verursachte eine der Antennen für die mobilen Services über einen Nebenzipfel im Richtdiagramm direkt eine Interferenz mit einem der Kommunikationssignale einer der kritischen sicherheitsrelevanten Basisstationen. Dieses Problem musste innerhalb eines Monats bis zur Eröffnung der Ausstellung gelöst werden. Bei RF Microtech wurde angefragt, ob man nicht auf Grundlage einer validierten (erprobten) Full-Wave Electromagnetic (EM) Simulation ein ultrabreitbandiges Filters (Ultra-Wideband Filter, UWB) herstellen könne, welches alle betroffenen fünf Bänder für die mobilem Services mit mehr als 35 dB unterdrücken könne. Weiterhin sollte das Filter eine Breitband-Übertragung zwischen 80 MHz und 6 GHz mit einer Einfügedämpfung unter 2 dB zulassen. RF Microtechs Klient, die Firma H3G, war weiterhin daran interessiert, dass diese Lösung einen Raumbedarf von maximal 1 x 1 x 0,2 m erforderte. Die validierte EM Simulation sollte innerhalb von nur zwei Wochen geliefert werden, die komplette Lösung innerhalb von vier Wochen.

Die Lösung

Das RF Microtech Design Team nahm unverzüglich die Arbeit an diesem zu entwickelnden Filterblock aus fünf unabhängigen Bandsperrfiltern (Notched-Band Filters, NBFs), welche entlang einer Übertragungsleitung kas-

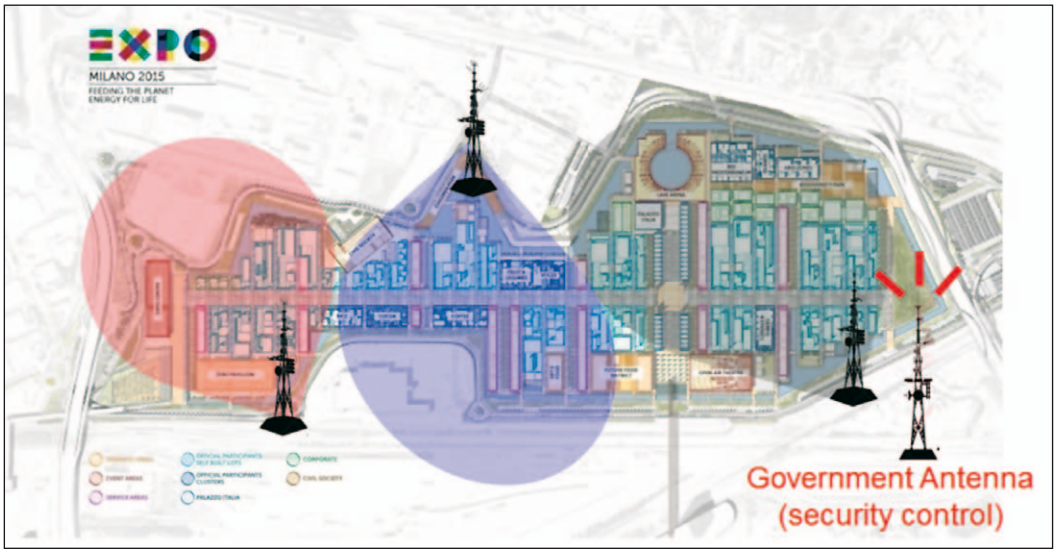


Bild 1: Darstellung der Basisstationen auf der Milan 2015

Quelle: Success Story, RF Microtech Develops Complex UWB Filter in Record Time, Application Report National Instruments 2017

übersetzt und leicht gekürzt von FS

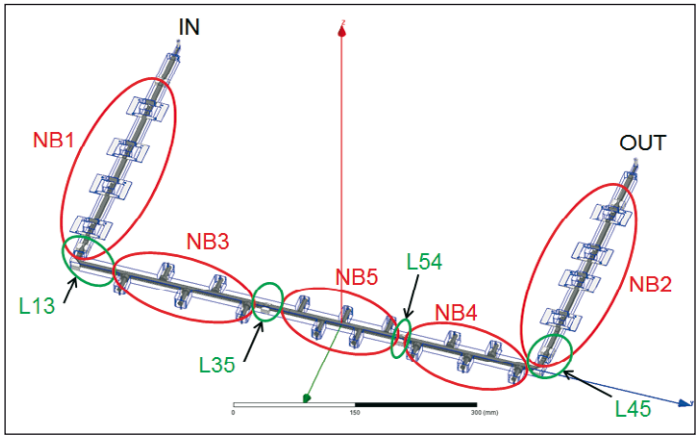


Bild 2: Ansicht des Layouts des NBF-Modells

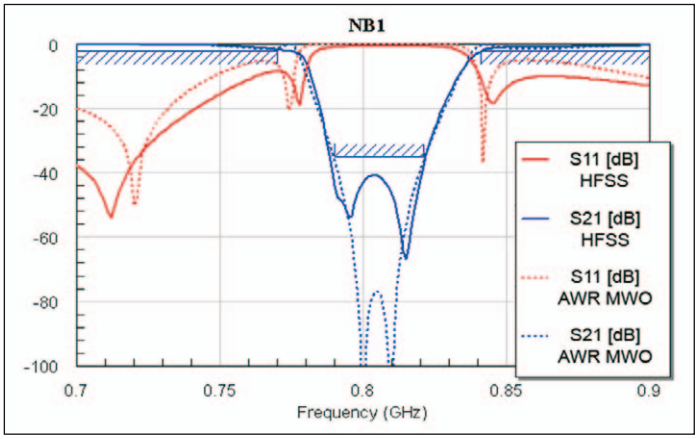


Bild 3: Microwave Office und HFSS im Vergleich

kadiert sein sollten (Bild 2), auf. Das Team wählte NI AWR Design Environment, eine spezifizierte Microwave-Office-Schaltungsentwicklungs-Software, für dieses zeitkritische Projekt. Jedes unabhängige Filter wurde als NBF vierter oder fünfter Ordnung entwickelt, zusammengesetzt aus mehreren kaskadierten Stufen von Shunt-Resonatoren.

Die individuellen Filterspezifikationen erforderten bei diesen Resonatoren eine hohe Leerlaufgüte (unloaded Q) von >1000, verbunden mit der zusätzlichen Forderung, dass unterhalb von 6 GHz keine Fehlsignale (spurious Modes) auftreten durften. Jeder Abschnitt der Übertragungsleitung und jede Stufe jedes individuellen Filters wurde in das ANSYS HFSS Full-Wave Electromagnetic (EM) Analysis Tool implementiert. Die Ergebnisse in punkto S11 und S21, dargestellt in Bild 3, korrespondierten gut mit der anfänglichen Schaltungssimulation. Um Zeit für die Optimierung mit dem Full-Wave-Simulator zu sparen, wurden die Simulationsresultate für die Filter und die sie anbindenden Abschnitte der Übertragungsleitung zurück nach Microwave Office importiert. Hier erfolgten nun mehrere Optimierungsschritte, welche über 17 Prüfhandlungen (Touchstone Blocks) innerhalb von 16 Verbindungsstellen an der Übertragungsleitung erforderten. Jedes Mal erfolgte ein Import von HFSS in Microwave Office mit dem Ziel, die gesamte Einfügedämpfung (Overall Insertion Loss) durch Optimierung der Rückflussdämpfung (Return Loss) zwischen den Filtersektionen zu verbessern. Dabei wurden die transformierenden Eigenschaften der Übertragungsleitung ausgenutzt.

Nachdem die Optimierung der einzelnen Abschnitte der Übertragungsleitung komplett abgeschlossen war (Bild 4), wurde der endgültige Filterentwurf zurück in HFSS importiert, um dort die Erprobung mithilfe der Full-Wave-Simulation durchzuführen. Innerhalb des vorgegebenen Zeitrahmens und bei viel versprechend wirkenden Prüfungsergebnissen des simulierten Designs erfolgten dann die Herstellung des Filters und dessen endgültiger Test.

Warum NI AWR Design Environment?

Anhand einer einzigen Full-Wave-Simulation der ursprünglichen Filterstruktur innerhalb eines Zeitrahmens von 46 Stunden und damit von über 36,5% des zur Verfügung stehenden Zeitfensters erwies sich das Programmfeature zur Schaltungssimulation von Microwave Office als höchst zuverlässig, um die Filter- und Transmissionline-Strukturen so zu optimieren, um die anspruchsvollen Vorgaben zu erfüllen. Einen abschließenden Vergleich zwischen den Ergebnissen der Microwave-Office-Schaltungssimulation, der Full-Wave-EM-Validierung und dem schließlich hergestellten Filter erlaubt Bild 5. Ersichtlich wird hier die hohe Genauigkeit der Übereinstimmungen, welche der zügigen und effektiven Optimierung mit Microwave Office zu verdanken ist.

RF Microtechs Anforderungen wurden durch die qualitativ hochwertige und gleichzeitig schnell ablaufende Simulation mit dem Microwave Office Circuit Simulation Tool erfüllt, wobei die Kompatibilität dieses Tools mit der HFSS-EM-Simulation die erfolgreiche Vollendung und Umsetzung eines komplexen Filterdesigns im Bruchteil der Zeit ermöglichte, welche ein solches Projekt normalerweise in Anspruch nehmen würde. Die Nutzung von Microwave-Office-Software verkürzte die Simulationszeit um etwa 90% im Vergleich zur ausschließlichen Nutzung des üblichen Ablaufprozesses für eine Full-Wave-EM-Simulation. Das endgültige Filterdesign wurde sowohl von H3G als auch der italienischen Regierung geprüft, die das Endprodukt als ihren Bedürfnissen entsprechend einschätzten. ◄

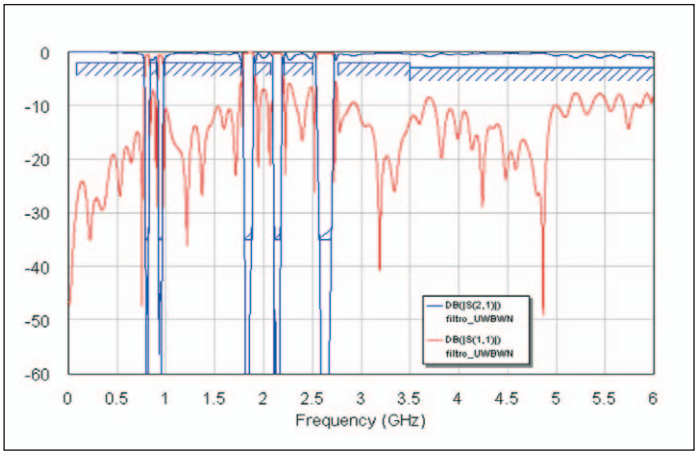


Bild 4: S_{11} und S_{21} gemäß Optimierung mit Microwave Office

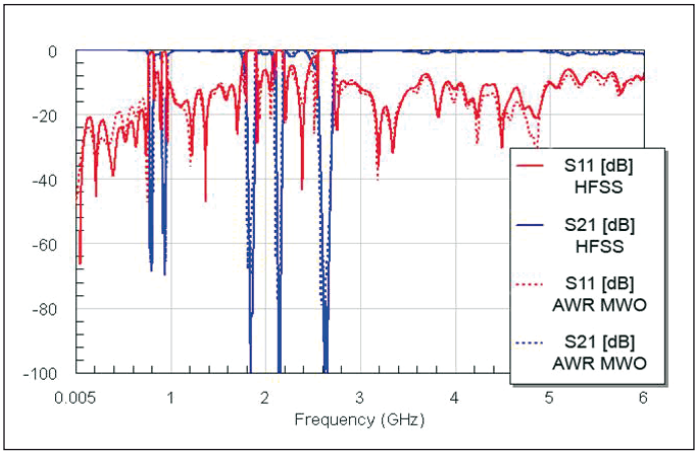


Bild 5: Ergebnisse von NBF-Simulation und Messungen