

Abstract

Schneider, Martin:

Dispersions- und Dämpfungseigenschaften der Eigenmoden periodisch gewellter Hohlleiter

Die elektromagnetischen Eigenschaften periodisch gewellter Hohlleiter werden durch im Ansatz exakte feldtheoretische Verfahren untersucht. Im Vordergrund der Analyse stehen das Dispersionsverhalten der hybriden Eigenmoden in Abhängigkeit der Wellungsgeometrie sowie die Dämpfung der Moden bei endlicher Wandleitfähigkeit. Es wird ein Feldansatz formuliert, der durch Berücksichtigung des Floquet'schen Theorems die Berechnung des für periodische Strukturen charakteristischen Durchlaß- und Sperrverhaltens erlaubt. Die Eigenmoden werden dazu in Raumharmonische entwickelt, die ihrerseits als Summen unendlich vieler Basislösungen der Wellengleichung in kreiszylindrischen Koordinaten dargestellt werden. Durch die strenge Forderung nach Erfüllung der Randbedingungen auf der gewellten Randkontur endlicher Leitfähigkeit wird ein lineares Gleichungssystem formuliert, dessen Lösungen in einem iterativen Verfahren zu bestimmen sind. Die Beschreibung der Eigenmoden durch doppelte Fourier-Besselreihen zeichnet sich durch eine sehr gute Konvergenz aus und erfordert die Berücksichtigung nur weniger Basisfunktionen.

Das Dispersionsverhalten kreisrunder und elliptischer Hohlleiter sowohl mit ringförmigem als auch schraubenförmigem Wellprofil und unendlich hoher Leitfähigkeit wird ausführlich anhand normierter Dispersionsdiagramme diskutiert. Es wird durch Vergleich gezeigt, daß die Dämpfung in den Durchlaßbereichen infolge der Wandstromverluste bei endlicher Leitfähigkeit sehr genau mit der Power-Loss-Methode zu berechnen ist. Die dargestellten Dispersions- und Dämpfungsdiagramme geben zahlreiche Hinweise für den Entwurf gewellter Hohlleiter insbesondere für dämpfungsarme Anwendungen oberhalb des Eindeutigkeitsbereichs des Grundmodes. Messungen zeigen eine sehr gute Übereinstimmung zu den Simulationsergebnissen.

Zur Verifikation des Floquet'schen Ansatzes werden in einem zweiten Verfahren die Reflexions- und Transmissionseigenschaften mit der Methode der Orthogonalreihenentwicklung berechnet, zu deren Anwendung die kontinuierliche Wellung stufenförmig mit runden oder elliptischen Hohlleitersegmenten approximiert wird. Hierzu werden die Eigenmoden elliptischer Hohlleiter mit Mathieu'schen Funktionen beschrieben und die Koppelintegrale zur Berechnung elliptisch-elliptischer Hohlleitersprünge formuliert. Die Ergebnisse dieses Verfahrens bestätigen die des Floquet'schen Ansatzes und erlauben darüber hinaus die Diskussion der Kopplungsmechanismen innerhalb des periodischen Hohlleiters, die für die Existenz komplexer Eigenmoden selbst bei idealer Leitfähigkeit verantwortlich sind. Beide Verfahren ergänzen sich zu einer vollständigen Interpretation der Dispersionsseigenschaften.

Abschließend werden verschiedene Möglichkeiten des Entwurfs gestufter, sehr reflexionsarmer Hohlleiterübergänge für den Wellrohrhohlleiter beschrieben. Erstmals wird hierzu die Methode der Orthogonalreihenentwicklung auf sprungförmige Hohlleiteranordnungen angewendet, die jeweils Querschnitte mit nahezu frei wählbarer Randkontur besitzen dürfen und dadurch den Entwurf besonders einfach

herzustellender Übergänge erlauben. Auch der Hohlleitersprung zwischen einem rechteckigen und einem elliptischen Hohlleiter wird erstmals mit der Orthogonalreihenentwicklung berechnet. Alle Simulationen werden durch Messungen verifiziert.